

AUDYT WYDAJNOŚCI ENERGETYCZNEJ OŚWIETLENIA

**ZESPOŁU BUDYNKÓW
W GÓRZE KALWARII PRZY UL. SZPITALNEJ 1**

WYKONAŁ :

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

Warszawa, październik 2015 r

Spis treści:

1. CHARAKTERYZOWANIE WYDAJNOŚCI ENERGETYCZNEJ OŚWIETLENIA WNĘTRZ W BUDYNKACH.....	4
1.1. Parametry charakteryzujące wydajność energetyczną oświetlenia.....	4
1.1.1 Moc instalowana oświetlenia.....	4
1.1.2 Moc jednostkowa oświetlenia	4
1.1.3 Moc jednostkowa skorygowana oświetlenia	4
1.1.4 Energia elektryczna zużyta na oświetlenie.....	5
1.1.5 Energia jednostkowa oświetlenia.....	5
1.1.6 Energia jednostkowa skorygowana oświetlenia.....	5
1.2 Metody określania energii zużywanej na potrzeby oświetlenia	6
1.3 Sposoby ograniczania zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia.....	7
1.3.1 Minimalizowanie mocy instalowanej.....	7
1.3.2 Kontrolowanie stałego poziomu natężenia, na zasadzie zmiennego wykorzystania przewymiarowanej mocy instalowanej.....	8
1.3.3 Sterowanie i regulacja oświetlenia na zasadzie ograniczania czasu świecenia i okresowego obniżania poziomu natężenia oświetlenia.....	9
1.3.4 Wykorzystywanie światła naturalnego przy kontrolowanym doświetlaniu światłem sztucznym w porze dziennej.....	10
2. WYMAGANIA OŚWIETLENIOWE DLA BUDYNKÓW UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ.....	11
2.1. Wyjaśnienie podstawowych parametrów oświetleniowych	11
2.2. Inwentaryzacja oświetlenia	12
3. ANALIZA ISTNIEJĄCEJ INSTALACJI OŚWIETLENIA	13
3.1 Zestawienie zbiorcze istniejącego oświetlenia	14

4. OPRACOWANIE STRATEGII PROWADZĄCYCH DO POPRAWY WYDAJNOŚCI ENERGETYCZNEJ OŚWIETLENIA	19
4.1 Wybór i charakterystyka sprzętu oświetleniowego	19
4.2 Wybór systemu konserwacji	19
4.3 Zestawienie zbiorcze oświetlenia po modernizacji	20
5. ANALIZA WYNIKÓW I OCENA EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ	25
5.1 Charakterystyka finansowa wymiany oświetlenia	27
5.2 Wnioski	40
LITERATURA.....	41

ZAŁĄCZNIKI :

- Załącznik nr 1- zestawienia istniejących opraw oświetleniowych
- Załącznik nr 2- zestawienia opraw oświetleniowych po modernizacji
- Załącznik nr 3 - karty katalogowe opraw oświetleniowych

1. CHARAKTERYZOWANIE WYDAJNOŚCI ENERGETYCZNEJ OŚWIETLENIA WNĘTRZ W BUDYNKACH

Wydajne energetyczne oświetlenie wnętrz ma na celu ograniczenie zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia, bez utraty cech ilościowych i jakościowych oświetlenia. Cechy ilościowe wynikają z poziomu natężenia oświetlenia, zaś na cechy jakościowe wpływa równomierność oświetlenia, oddawanie barw, temperatura barwowa, rozkład luminancji, tętnienie oraz ograniczenie olśnienia. Przy minimalizowaniu zużycia energii należy zachować odpowiednie cechy oświetlenia, aby był komfort i wygoda widzenia.

Najbardziej popularnym sposobem zwiększenia wydajności energetycznej, jest ograniczenie mocy instalowanej. Innymi rzadziej stosowanymi sposobami oświetlenia wydajnego energetycznie jest sterowanie czasem działania oświetlenia, jak również regulowaniem mocy związane z częściowym wykorzystaniem mocy zainstalowanej.

1.1. Parametry charakteryzujące wydajność energetyczną oświetlenia

1.1.1 Moc instalowana oświetlenia

Moc instalowana urządzenia oświetleniowego jest to suma mocy wszystkich urządzeń oświetleniowych znajdujących się w pomieszczeniu [2]:

$$P_i = N_{op} \cdot P \quad (1.1)$$

1.1.2. Moc jednostkowa oświetlenia

Moc jednostkowa urządzenia oświetleniowego to moc instalowana oświetlenia do jednostkowej powierzchni oświetlanego wnętrza :

$$P_j = P_i/A \quad (1.2)$$

1.1.3. Moc jednostkowa skorygowana oświetlenia

Moc jednostkowa skorygowana urządzenia oświetleniowego to moc jednostkowa przypadającą na 100 lx realizowanego poziomu natężenia oświetlenia [2]:

$$P_s = P_j \cdot 100/E_{sr} \quad (1.3)$$

gdzie:

P - moc oprawy oświetleniowej [W]

P_i - moc instalowana urządzenia oświetleniowego [W]

P_j - moc jednostkowa urządzenia oświetleniowego [W/m^2]

P_s - moc jednostkowa skorygowana urządzenia oświetleniowego [W/m^2 |100lx]

N_{op} - liczba opraw oświetleniowych

A - pole oświetlanej powierzchni [m^2]

E_{sr} - poziom średni natężenia oświetlenia [lx]

1.1.4 Energia elektryczna zużyta na oświetlenie

Na wartość energii elektrycznej zużytej na oświetlenie w ciągu roku wpływa wartość mocy instalowanej oraz użyteczny czas eksploatacji urządzenia oświetleniowego (t_u) [2] :

$$W = P_i \cdot t_u \quad (1.4)$$

1.1.5 Energia jednostkowa oświetlenia

Energia jednostkowa oświetlenia jest to stosunek energii zużytej na oświetlenie do jednostkowej powierzchni oświetlanego wnętrza :

$$W_j = \frac{W}{A} \quad (1.5)$$

1.1.6 Energia jednostkowa skorygowana oświetlenia

Energia jednostkowa skorygowana oświetlenia jest to energia jednostkowa oświetlenia przypadająca na 100 lx realizowanego poziomu natężenia oświetlenia :

$$W_s = W_j \cdot \frac{100}{E} \quad (1.6)$$

gdzie :

W - Energia elektryczna zużyta na oświetlenie w ciągu roku [kWh/r]

W_j - Energia jednostkowa oświetlenia w ciągu roku [kWh/(m^2 r)]

W_s - Energia jednostkowa skorygowana oświetlenia w ciągu roku [kWh/(m^2 r) | 100 lx]

t_u – czas użytkowania urządzenia oświetleniowego w ciągu roku [h/r]

E – wartość średnia natężenia oświetlenia wnętrza

1.2 Metody określania energii zużywanej na potrzeby oświetlenia

Całkowita energia zużywana na oświetlenie W_t jest sumą energii wykorzystywanej przez oprawy $W_{L,t}$ i energii „pasożytniczej” $W_{P,t}$ – energia pobierana podczas, gdy oprawy oświetlenia podstawowego nie działają. Energia pasożytnicza zużywana jest na ładowanie inwerterów opraw awaryjnych oraz na podtrzymanie systemów sterowania opraw.

Całkowita energia W_t wyrażona jest wzorem [5] :

$$W_t = W_{L,t} + W_{P,t} \quad [\text{kWh}] \quad (1.7)$$

Przyjęty sposób określania energii wynika z poniższych zależności [13] :

$$W_{L,t} = 1/1000 \cdot \{ (P_i \cdot F_c) \cdot [(t_d \cdot F_o \cdot F_d) + (t_n \cdot F_o)] \} [\text{kWh}] \quad (1.8)$$

gdzie:

P_i - moc wszystkich opraw oświetlenia podstawowego [W]

t_d - czas działania oświetlenia w porze dziennej [h];

t_n - czas działania oświetlenia w ciągu pory nocnej [h];

F_d - współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu;

F_o - współczynnik wynikający z sterowania i regulacji natężenia oświetlenia podczas nieobecności użytkowników w miejscu pracy;

F_c - współczynnik wynikający z utrzymywaniu stałego poziomu natężenia oświetlenia.

$$W_{P,t} = 1/1000 \cdot \{ (P_{pc} \cdot [t_y - (t_d + t_n)] + (P_{em} \cdot t_{em}) \} \quad [\text{kWh}] \quad (1.9)$$

gdzie :

P_{pc} - całkowita moc wszystkich systemów sterujących oprawami oświetleniowymi [W];

P_{em} - całkowita moc ładowania inwerterów opraw oświetlenia awaryjnego [W]

t_{em} - czas ładowania inwerterów opraw oświetlenia awaryjnego [h];

t_y - czas roku standardowego, przyjęty jako 8760 [h];

Jedną z miar wydajnego energetycznie oświetlenia jest wskaźnik LENI (Lighting Energy Numeric Indicator). Wartość wskaźnika LENI określana jest na podstawie rocznej energii zużywanej na oświetlenie (W) do powierzchni jednostkowej pomieszczenia (A) [5]:

$$LENI = W/A \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})] \quad (1.10)$$

$$LENI = \{ F_c \cdot P_j / 1000 \cdot [(t_d \cdot F_d \cdot F_o) + (t_n \cdot F_o)] \} + N + \{ 5/t_y \cdot [t_y - (t_d + t_n)] \} \quad (1.11)$$

Wzór (2.8) uwzględnia również ryczałt rocznej pasożytniczej energii jednostkowej, jeżeli w oświetleniu podstawowym zainstalowane są oprawy z modułem awaryjnym $N = 1$, w przeciwnym razie $N = 0$. Gdy oświetlenie jest sterowane $M = 1$, jeśli nie ma systemu kontroli opraw $M = 0$. [13]

Wartości współczynników F_d , F_o , t_d , t_n , należy przyjmować wg tablic aneksu G normy [5], natomiast wartość współczynnika F_c - wg aneksu E normy [5] .

W przypadku braku systemu kontroli opraw oświetleniowych współczynniki $F_d = F_o = F_c = 1$

1.3 Sposoby ograniczania zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia

Stosowanie oświetlenia wydajnego energetycznie przynosi korzyści wynikające z ograniczenia zużycia energii, a co za tym idzie korzyści ekonomiczne. W przypadku modernizacji oświetlenia najczęściej stosowna jest metoda minimalizacji mocy instalowanej poprzez wymianę opraw tradycyjnych na oprawy nowej generacji. Coraz częściej stosowane są systemy sterowania oświetleniem, które dodatkowo redukują zużycie energii.

1.3.1 Minimalizowanie mocy instalowanej

Najprostszym i najbardziej skutecznym sposobem na ograniczenie energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia jest minimalizowanie mocy instalowanej. Taki sposób minimalizacji energii elektrycznej można uzyskać poprzez :

- stosowanie opraw oświetleniowych o wysokiej sprawności świetlnej i bryle fotometrycznej optymalnej w połączeniu z rozmieszczeniem opraw i geometrią pomieszczenia.
- stosowanie źródeł światła o wysokiej wydajności. Stosowanie źródeł światła Led, w porównaniu do powszechnie stosowanych świetlówek o średnicy $\Phi 26$ mm T8 daje ok. 30 % oszczędności energii zużywanej na oświetlenie.
- stosowanie elektronicznych układów zapłonowych. Stosowanie elektronicznych układów zapłonowych, w porównaniu do konwencjonalnych (magnetycznych) daje o 50% mniejsze straty energii na dławiku. Stateczniki elektroniczne posiadają wiele innych zalet takich jak :

szybki start bez migotania światła, zwiększenie o 50% trwałości źródła światła oraz natychmiastowe wyłączenie układu w przypadku uszkodzenia lub zestarzenia się świetlówki (brak efektu uciążliwego dla oczu załączania i wyłączania uszkodzonej świetlówki).

- stosowanie oświetlenia bezpośredniego
- stosowanie racjonalnego systemu konserwacji
- stosowanie oświetlenia zlokalizowanego lub złożonego
- projektowanie instalacji oświetlenia w taki sposób, aby nie przewymiarować poziomu natężenia oświetlenia dla danego pomieszczenia wymaganego w normie [3]. Projektowany poziom natężenia oświetlenia nie powinien przekraczać 10% wartości poziomu natężenia oświetlenia podana w normie[3].

1.3.2 Kontrolowanie stałego poziomu natężenia oświetlenia, na zasadzie zmiennego wykorzystania przewymiarowanej mocy instalowanej [2]

Przewymiarowanie mocy instalowanej opraw oświetleniowych wynika z przyjętego w projekcie oświetleniowym systemu konserwacji. Automatyczny system kontroli oświetlenia zapewnia utrzymywanie natężenia oświetlenia na płaszczyźnie roboczej na stałym wymaganym poziomie. Oprawy oświetleniowe początkowo zasilane są nie pełną mocą znamionową opraw. W miarę upływu czasu eksploatacji oświetlenia wykorzystuje się coraz większą część mocy instalowanej. Czas uzyskania pełnego wykorzystania mocy instalowanej powinien oznaczać koniec cyklu konserwacji. Wykonanie planowanych czynności konserwacyjnych początkuje okres następnego cyklu konserwacji oświetlenia.

Uzyskany efekt energetyczny określono poprzez współczynnik stałego poziomu natężenia oświetlenia F_c , przez który mnoży się instalowaną moc opraw przy obliczaniu energii zużywanej/potrzebnej na oświetlenie.

Wartość współczynnika F_c jest wartością uśrednioną, zależną od wartości współczynnika utrzymania. Jest obliczana na podstawie dwóch brzegowych wartości współczynnika utrzymania, początkowej i końcowej .

$$F_c = (1+MF)/2 \quad (1.12)$$

gdzie:

MF - założona w projekcie wartość współczynnika utrzymania.

W przypadku stosowania tej metody minimalizacji energii, wartość współczynnika $F_c = 0,9$ odczytana z tablicy F1 aneksu F normy (jeśli nie, to $F_c = 1$).

Koncepcja omawianej techniki związana jest z jednorocznym cyklem konserwacji. W takim też znaczeniu została uwzględniona przy określaniu kryterialnych wartości LENI. Z praktyki wynika, że często cykl jest okresem kilku letnim. Nie zawsze zatem może być uzasadnione przyjmowanie $F_c = 0,9$.

1.3.3 Sterowanie i regulacja oświetlenia na zasadzie ograniczania czasu świecenia i okresowego obniżania poziomu natężenia oświetlenia [2]

System kontroli oświetlenia reguluje okresowe obniżanie poziomu natężenia oświetlenia oraz czas świecenia opraw dostosowane do obecności użytkowników w pomieszczeniu. Uzyskany efekt energetyczny określono współczynnikiem pobytu F_0 , przez wartość którego mnoży się tak roczny czas t_d świecenia w porze dziennej, jak i roczny czas t_n świecenia w porze nocnej.

Współczynnik F_0 charakteryzuje użycie całej instalowanej mocy opraw oświetleniowych w odniesieniu do okresu obecności w pomieszczeniu. Zależy od rodzaju zastosowanego systemu kontroli oświetlenia oraz od stopnia nieobecności użytkowników. Wprowadzono go w celu minimalizowania czasu wykorzystywania mocy instalowanej lub jej części. Gdy w pomieszczeniu nie ma systemu kontroli oświetlenia współczynnik $F_0 = 1$, zaś gdy oświetlenie sterowane jest takim systemem $F_0 < 1$. Wartości $F_0 < 1$ są obliczane wg empirycznych wzorów, przy użyciu pomocniczych wskaźników: nieobecności F_A oraz regulacji oświetlenia F_{oc} .

Wskaźnik F_A charakteryzuje stopień nieobecności użytkowników. Jego wartości są proporcjonalne do czasu, w którym nieobecni są użytkownicy w pomieszczeniu.

Wskaźnik F_A charakteryzuje sposoby kontroli oświetlenia, dokonywane w zależności od obecności użytkowników.

Wartości F_0 można obliczyć wg niżej podanych równań empirycznych na podstawie danych wartości F_A oraz F_{oc} .

$$F_0 = 1 - [(1 - F_{oc}) \cdot F_A / 0,2] \quad \text{gdy} \quad 0 \leq F_A < 0,2 \quad (1.13)$$

$$F_0 = F_{oc} + 0,2 - F_A \quad \text{gdy} \quad 0,2 \leq F_A \leq 0,9 \quad (1.14)$$

$$F_0 = [7 - (10 \cdot F_{oc})] \cdot (F_A - 1) \quad \text{gdy} \quad 0,9 \leq F_A \leq 1 \quad (1.15)$$

Powyższe równania służą do obliczania energii wg metody pełnej. Przy stosowaniu metody szybkiej, służącej dla określenia rocznej energii, także wartości LENI należy stosować wartości domyślne F_0 podane w tabeli G3 aneksu G lub tabeli F1 aneksu F, normy [5].

1.3.4 Wykorzystywanie światła naturalnego przy kontrolowanym doświetlaniu światłem sztucznym w porze dziennej [2]

W porze dziennej gdy niewystarczające jest oświetlenie światłem dziennym, następuje kontrolowane doświetlenie wnętrza światłem sztucznym. Regulacja następuje na zasadzie utrzymywania stałego, wymaganego poziomu natężenia oświetlenia na płaszczyźnie roboczej.

Poziom natężenia oświetlenia na płaszczyźnie roboczej tworzy składowa oświetlenia dziennego oraz składowa oświetlenia elektrycznego. System sterowania oświetleniem polega na monitorowaniu poziomu natężenia oświetlenia i regulowaniu poprzez strumień świetlny oprawy.

Uzyskany efekt energetyczny określono współczynnikiem wykorzystania światła naturalnego F_d , przez wartość którego mnoży się czas t_d świecenia opraw w porze dziennej w godzinach pracy, przy obliczaniu energii zużywanej na oświetlenie.

Współczynnik F_d określa związek między wykorzystaniem w porze dziennej mocy instalowanej opraw oświetleniowych a dostępnością światła naturalnego. Jest określony dla okresu rocznego na podstawie dwóch wskaźników: wskaźnika dostępności światła naturalnego ($F_{d,s}$) oraz wskaźnika regulacji oświetlenia elektrycznego ($F_{d,c}$) wg poniższego równania.

$$F_d = 1 - (F_{d,s} \cdot F_{d,c}) \quad (1.16)$$

Gdy światło dzienne nie dociera do pomieszczenia bądź jego strefy lub jego wpływ na tworzenie wymaganego poziomu natężenia oświetlenia jest praktycznie pomijany, to $F_d = 1$.

2. WYMAGANIA OŚWIETLENIOWE DLA BUDYNKÓW UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ

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

Tabela nr 2.1

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

2.1. Wyjaśnienie podstawowych parametrów oświetleniowych

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

$$E = d\Phi / dS. \quad (2.1)$$

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)

$$\delta = E_{min} / E_m \quad (2.2)$$

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].

Parametrem charakteryzującym olśnienie jest wskaźnik olśnienia UGR, który wyrażony jest wzorem:

2.2. Inwentaryzacja oświetlenia

Inwentaryzacja oświetlenia polega na sprawdzeniu instalacji oświetleniowej. Sprawdzenie instalacji oświetleniowej powinno obejmować :

- charakterystykę pomieszczeń - typ i wymiary pomieszczenia, rozmieszczenie stanowisk pracy, wysokość płaszczyzny pracy, pozycja pracy, kierunki obserwacji, klasyfikacje czystości pomieszczenia, czas pracy oświetlenia w ciągu roku
- rozmieszczenie opraw oświetleniowych wraz z wysokością ich zawieszenia.
- rozmieszczenie stanowisk pracy
- typ, liczba oraz rozmieszczenie opraw oświetleniowych
- typ, liczba źródeł światła
- typ statecznika (elektroniczny czy magnetyczny)

3. ANALIZA ISTNIEJĄCEJ INSTALACJI OŚWIETLENIA

Instalację oświetlenia wykonano na oprawach świetłówkowych z magnetycznymi statecznikami prądu oraz na oprawach żarowych. Oprawy te charakteryzują się niską skutecznością świetlną oraz dużą energochłonnością. Istniejące oświetlenie nie spełnia wymagań normatywnych. Oświetlenie zewnętrzne wykonane jest na oprawach z sodowymi i rtęciowymi źródłami światła. Audyt energetyczny oświetlenia nie został wykonany w pomieszczeniu kaplicy, ze względu na sakralny charakter pomieszczenia oraz trwającej wymianie źródeł światła na żarówki LED. W budynkach i pomieszczeniach w których czas świecenia instalacji oświetleniowej jest mniejszy niż 500 godzin rocznie, audyt oświetlenia również nie został wykonany, gdyż wymiana oświetlenia w takich budynkach nie ma uzasadnienia finansowego.

Zestawienie istniejących opraw oświetleniowych w poszczególnych budynkach pokazano w załączniku nr 1 :

Tabela nr 1 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 2 (parter) przed modernizacją.

Tabela nr 2 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 2 (I piętro) przed modernizacją.

Tabela nr 3 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 3 (parter) przed modernizacją.

Tabela nr 4 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 3 (I piętro) przed modernizacją.

Tabela nr 5 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 4 (piwnica) przed modernizacją.

Tabela nr 6 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 4 (parter) przed modernizacją.

Tabela nr 7 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 4 (I piętro) przed modernizacją.

Tabela nr 8 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 5 (piwnica) przed modernizacją.

Tabela nr 9 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 5 (parter) przed modernizacją.

Tabela nr 10 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 5 (I piętro) przed modernizacją.

Tabela nr 11 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 6 (parter) przed modernizacją.

Tabela nr 12 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 9 (parter) przed modernizacją.

Tabela nr 13 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 12 (piwnica) przed modernizacją.

Tabela nr 14 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 12 (parter) przed modernizacją.

Tabela nr 15 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 12 (I piętro) przed modernizacją.

Tabela nr 16 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 14 (parter) przed modernizacją.

Tabela nr 17 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 15 (parter) przed modernizacją.

Tabela nr 18 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 15 (I piętro) przed modernizacją.

Tabela nr 19 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 20 (parter) przed modernizacją.

Tabela nr 20 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 22 (parter) przed modernizacją.

Tabela nr 21 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 22 (I piętro) przed modernizacją.

Tabela nr 22 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń oświetlenie zewnętrzne przed modernizacją.

3.1 Zestawienie zbiorcze istniejącego oświetlenia zespołu budynków

BUDYNEK NR 2

Tabela nr 3.1 Zbiorcze zestawienie oświetlenia pomieszczeń w **budynku nr 2** 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	5 395	18 850,5	0,595 zł	11 216,05 zł	23,10	816
2	I Piętro	4 763	15 690,5	0,595 zł	9 335,85 zł	21,03	746
	RAZEM :	10 158	34 541,0	-	20 551,90 zł	22,11	1 562

BUDYNEK NR 3

Tabela nr 3.2 Zbiorcze zestawienie oświetlenia pomieszczeń w **budynku nr 3** 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	6 407	20 835,5	0,595 zł	12 397,12 zł	31,95	652,16
2	I Piętro	5 785	17 605,5	0,595 zł	10 475,27 zł	31,05	567,04
	RAZEM :	12 192	38 441,0	-	22 872,40 zł	31,53	1 219,20

BUDYNEK NR 4

Tabela nr 3.3 Zbiorcze zestawienie oświetlenia pomieszczeń w **budynku nr 4** 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	Piwnica	4 196	10 677,5	0,595 zł	6 353,11 zł	15,64	682,72
2	Parter	4 668	16 283,0	0,595 zł	9 688,39 zł	19,99	814,42
3	I Piętro	3 779	11 988,0	0,595 zł	7 132,86 zł	17,56	682,72
	RAZEM :	12 643	38 948,5	-	23 174,36 zł	17,87	2 179,86

BUDYNEK NR 5

Tabela nr 3.4 Zbiorcze zestawienie oświetlenia pomieszczeń w **budynku nr 5** 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	Piwnica	4 196	10 677,5	0,595 zł	6 353,11 zł	15,64	682,72
2	Parter	4 800	17 393,5	0,595 zł	10 349,13 zł	21,36	814,42
3	I Piętro	3 197	10 104,5	0,595 zł	6 012,18 zł	14,80	682,72
	RAZEM :	12 193	38 175,5	-	22 714,42 zł	17,51	2 179,86

BUDYNEK NR 6

Tabela nr 3.5 Zbiorcze zestawienie oświetlenia pomieszczeń w **budynku nr 6** 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	8 514	27 181,0	0,595 zł	16 172,70 zł	28,61	950,04
	RAZEM :	8 514	27 181,0	-	16 172,70 zł	28,61	950,04

BUDYNEK NR 9

Tabela nr 3.6 Zbiorcze zestawienie oświetlenia pomieszczeń w **budynku nr 9** 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	651	2 247,0	0,595 zł	1 336,97 zł	36,01	62,4
	RAZEM :	651	2 247,0	-	1 336,97 zł	36,01	62,4

BUDYNEK NR 12

Tabela nr 3.7 Zbiorcze zestawienie oświetlenia pomieszczeń w **budynku nr 12** 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	Piwnica	1 914	3 828,0	0,595 zł	2 277,66 zł	66,92	57,2
2	Parter	4 164	10 840,0	0,595 zł	6 449,80 zł	33,18	326,7
3	I Piętro	5 322	16 343,0	0,595 zł	9 724,09 zł	50,02	326,7
	RAZEM :	11 400	31 011,0	-	18 451,55 zł	43,64	710,6

BUDYNEK NR 14

Tabela nr 3.8 Zbiorcze zestawienie oświetlenia pomieszczeń w **budynku nr 14** 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	2 804	8 623,5	0,595 zł	5 130,98 zł	37,36	230,82
	RAZEM :	2 804	8 623,5	-	5 130,98 zł	37,36	230,82

BUDYNEK NR 15

Tabela nr 3.9 Zbiorcze zestawienie oświetlenia pomieszczeń w **budynku nr 15** 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	5 654	13 411,5	0,595 zł	7 979,84 zł	33,61	399
2	I Piętro	236	354,0	0,595 zł	210,63 zł	5,36	66
	RAZEM :	5 890	13 765,5	-	8 190,47 zł	29,60	465

BUDYNEK NR 20

Tabela nr 3.10 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	-	702,40 zł	20,34	58,05

BUDYNEK NR 22

Tabela nr 3.11 Zbiorcze zestawienie oświetlenia pomieszczeń w **budynku nr 22** 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	5 473	13 287,5	0,595 zł	7 906,06 zł	24,79	536
2	I piętro	2 474	4 701,5	0,595 zł	2 797,39 zł	11,75	400
	RAZEM :	7 947	17 989,0	-	10 703,46 zł	19,22	936

OŚWIETLЕНИЕ ZEWNĘTRZNE

Tabela nr 3.12 Zbiorcze zestawienie oświetlenia zewnętrznego 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]
1	Oświetlenie zewnętrzne	10 178	34 603,5	0,595 zł	20 589,08 zł
	RAZEM :	10 178	34 603,5	-	20 589,08 zł

ZESTAWIENIE ZBIORCZE ISTNIEJĄCEGO OŚWIETLENIA PRZED MODERNIZACJĄ

Tabela nr 3.13 Zbiorcze zestawienie istniejącego oświetlenia przed modernizacją.

L.p.	Nr budynku	Moc instalowana istniejąca Pi [W]	Zużycie energii przed modernizacją [kWh]	Cena energii za 1 kWh [zł]	Koszt energii elektryczne za oświetlenie na rok [zł/rok]
1	Budynek nr 2	10 158	34 541,0	0,595	20 551,90
2	Budynek nr 3	12 192	38 441,5	0,595	22 872,69
3	Budynek nr 4	12 643	38 948,5	0,595	23 174,36
4	Budynek nr 5	12 193	38 175,5	0,595	22 714,42
5	Budynek nr 6	8 514	27 181,0	0,595	16 172,70
6	Budynek nr 9	651	2 247,0	0,595	1 336,97
7	Budynek nr 12	11 400	31 011,0	0,595	18 451,55
8	Budynek nr 14	2 804	8 623,5	0,595	5 130,98
9	Budynek nr 15	5 890	13 765,5	0,595	8 190,47
10	Budynek nr 20	501	1 180,5	0,595	702,40
11	Budynek nr 22	7 947	17 989,0	0,595	10 703,46
12	Oświetlenie zewnętrzne	10 177	34 603,5	0,595	20 589,08
	RAZEM	95 070	286 707,5	0,595	170 590,96

4. OPRACOWANIE STRATEGII PROWADZĄCYCH DO POPRAWY WYDAJNOŚCI ENERGETYCZNEJ OŚWIETLENIA

4.1 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.

4.2 Wybór systemu konserwacji

Przyjęty system konserwacji przewiduje :

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

Współczynnik konserwacji $k = 0,80$

Zestawienie opraw oświetleniowych po modernizacji w poszczególnych budynkach pokazano w załączniku nr 2 :

Tabela nr 1 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 2 (parter) po modernizacji.

Tabela nr 2 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 2 (I piętro) po modernizacji.

Tabela nr 3 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 3 (parter) po modernizacji.

Tabela nr 4 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 3 (I piętro) po modernizacji.

Tabela nr 5 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 4 (piwnica) po modernizacji.

Tabela nr 6 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 4 (parter) po modernizacji.

Tabela nr 7 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 4 (I piętro) po modernizacji.

Tabela nr 8 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 5 (piwnica) po modernizacji.

Tabela nr 9 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 5 (parter) po modernizacji.

Tabela nr 10 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 5 (I piętro) po modernizacji.

Tabela nr 11 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 6 (parter) po modernizacji.

Tabela nr 12 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 9 (parter) po modernizacji.

Tabela nr 13 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 12 (piwnica) po modernizacji.
Tabela nr 14 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 12 (parter) po modernizacji.
Tabela nr 15 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 12 (I piętro) po modernizacji.
Tabela nr 16 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 14 (parter) po modernizacji.
Tabela nr 17 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 15 (parter) po modernizacji.
Tabela nr 18 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 15 (I piętro) po modernizacji.
Tabela nr 19 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 20 (parter) po modernizacji.
Tabela nr 20 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 22 (parter) po modernizacji.
Tabela nr 21 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 22 (I piętro) po modernizacji.
Tabela nr 22 - Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń oświetlenie zewnętrzne po modernizacji.

4.3 Zestawienie zbiorcze oświetlenia po modernizacji w poszczególnych budynkach

BUDYNEK NR 2

Tabela nr 4.1 Zbiorcze zestawienie oświetlenia pomieszczeń w **budynku nr 2** 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 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	2 209	5 761,5	0,595 zł	3 428,09 zł	7,06	816
2	I Piętro	1 921	4 897,5	0,595 zł	2 914,01 zł	6,57	746
	RAZEM :	4 130	10 659,0	-	6 342,11 zł	6,82	1 562

BUDYNEK NR 3

Tabela nr 4.2 Zbiorcze zestawienie oświetlenia pomieszczeń w **budynku nr 3** 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 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	2 100	5 332,1	0,595 zł	3 172,60 zł	8,18	652,16
2	I Piętro	1 812	4 468,1	0,595 zł	2 658,52 zł	7,88	567,04
	RAZEM :	3 911	9 800,2	-	5 831,12 zł	8,04	1 219,20

BUDYNEK NR 4

Tabela nr 4.3 Zbiorcze zestawienie oświetlenia pomieszczeń w **budynku nr 4** 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 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	Piwnica	2 095	4 270,8	0,595 zł	2 541,13 zł	6,26	682,72
2	Parter	1 933	4 838,4	0,595 zł	2 878,85 zł	5,94	814,42
3	I Piętro	1 608	3 874,8	0,595 zł	2 305,51 zł	5,68	682,72
RAZEM :		5 635	12 984,0	-	7 725,48 zł	5,96	2 179,86

BUDYNEK NR 5

Tabela nr 4.4 Zbiorcze zestawienie oświetlenia pomieszczeń w **budynku nr 5** 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 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	Piwnica	2 095	4 270,8	0,595 zł	2 541,13 zł	6,26	682,72
2	Parter	2 168	5 724,0	0,595 zł	3 405,78 zł	7,03	814,42
3	I Piętro	1 800	4 643,7	0,595 zł	2 763,00 zł	6,80	682,72
RAZEM :		6 063	14 638,5	-	8 709,91 zł	6,72	2 179,86

BUDYNEK NR 6

Tabela nr 4.5 Zbiorcze zestawienie oświetlenia pomieszczeń w **budynku nr 6** 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 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	3 397	8 429,1	0,595 zł	5 015,28 zł	8,87	950,04
RAZEM :		3 397	8 429,1	-	5 015,28 zł	8,87	950,04

BUDYNEK NR 9

Tabela nr 4.6 Zbiorcze zestawienie oświetlenia pomieszczeń w **budynku nr 9** 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 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	258	873,0	0,595 zł	519,44 zł	13,99	62,4
	RAZEM :	258	873,0	-	519,44 zł	13,99	62,4

BUDYNEK NR 12

Tabela nr 4.7 Zbiorcze zestawienie oświetlenia pomieszczeń w **budynku nr 12** 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 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	Piwnica	460	833,6	0,595 zł	495,99 zł	14,57	57,2
2	Parter	1 412	3 262,8	0,595 zł	1 941,37 zł	9,99	326,7
3	I Piętro	972	2 474,4	0,595 zł	1 472,24 zł	7,57	326,7
	RAZEM :	2 844	6 570,8	-	3 909,60 zł	9,25	710,6

BUDYNEK NR 14

Tabela nr 4.8 Zbiorcze zestawienie oświetlenia pomieszczeń w **budynku nr 14** 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 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	861	2 196,9	0,595 zł	1 307,16 zł	9,52	230,82
	RAZEM :	861	2 196,9	-	1 307,16 zł	9,52	230,82

BUDYNEK NR 15

Tabela nr 4.9 Zbiorcze zestawienie oświetlenia pomieszczeń w **budynku nr 15** 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 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	1 867	4 276,3	0,595 zł	2 544,40 zł	10,72	399
2	I Piętro	110	142,2	0,595 zł	84,61 zł	2,15	66
	RAZEM :	1 977	4 418,5	-	2 629,01 zł	9,50	465

BUDYNEK NR 20

Tabela nr 4.10 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 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	220	434,2	0,595 zł	258,35 zł	7,48	58,05
	RAZEM :	220	434,2	-	258,35 zł	7,48	58,05

BUDYNEK NR 22

Tabela nr 4.11 Zbiorcze zestawienie oświetlenia pomieszczeń w **budynku nr 22** 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 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	1 687	3 805,7	0,595 zł	2 264,39 zł	7,10	536
2	I Piętro	894	1 821,7	0,595 zł	1 083,91 zł	4,55	400
	RAZEM :	2 581,0	5 627,4	-	3 348,30 zł	6,01	936

ÓŚWIETLENIE ZEWNĘTRZNE

Tabela nr 4.12 Zbiorcze zestawienie oświetlenia zewnętrznego 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 elektryczne za oświetlenie na rok [zł/rok]
1	Oświetlenie zewnętrzne	5 668	19 269,5	0,595 zł	11 465,35 zł
	RAZEM :	5 668	19 269,5	-	11 465,35 zł

ZESTAWIENIE ZBIORCZE ISTNIEJĄCEGO ÓŚWIETLENIA PRZED MODERNIZACJĄ

Tabela nr 4.13 Zbiorcze zestawienie istniejącego oświetlenia przed modernizacją.

L.p	Nr budynku	Moc instalowana istniejąca Pi [W]	Zużycie energii przed modernizacją [kWh]	Cena energii za 1 kWh [zł]	Koszt energii elektryczne za oświetlenie na rok [zł/rok]
1	Budynek nr 2	4 130	10 659,0	0,595	6 342,11
2	Budynek nr 3	3 911	9 800,2	0,595	5 831,12
3	Budynek nr 4	5 635	12 984,0	0,595	7 725,48
4	Budynek nr 5	6 063	14 638,5	0,595	8 709,91
5	Budynek nr 6	3 397	8 429,1	0,595	5 015,31
6	Budynek nr 9	258	873,0	0,595	519,44
7	Budynek nr 12	2 844	6 570,8	0,595	3 909,63
8	Budynek nr 14	861	2 196,9	0,595	1 307,16
9	Budynek nr 15	1 977	4 418,5	0,595	2 629,01
10	Budynek nr 20	220	434,2	0,595	258,35
11	Budynek nr 22	2 581	5 627,4	0,595	3 348,30
12	Oświetlenie zewnętrzne	5 668	19 269,5	0,595	11 465,35
	RAZEM	37 545	97 555,60	0,595	58 045,58

5. ANALIZA WYNIKÓW I OCENA EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

Tabela 5.1 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 finansowe po modernizacji oświetlenia [zł/rok]
BUDYNEK NR 2					
Moc całkowita Pi [W]	10 158,00	4 130,00	6 028,00	59,34%	-
Zużycie energii całkowite/rok [kWh/rok]	34 541,00	10 659,00	23 882,00	69,14%	14 209,79 zł
BUDYNEK NR 3					
Moc całkowita Pi [W]	12 192,00	3 911,00	8 281,00	67,92%	-
Zużycie energii całkowite/rok [kWh/rok]	38 441,00	9 800,20	28 640,80	74,51%	17 041,28 zł
BUDYNEK NR 4					
Moc całkowita Pi [W]	12 643,00	5 635,00	7 008,00	55,43%	-
Zużycie energii całkowite/rok [kWh/rok]	38 948,50	12 984,00	25 964,50	66,66%	15 448,88 zł
BUDYNEK NR 5					
Moc całkowita Pi [W]	12 193,00	6 062,50	6 130,50	50,28%	-
Zużycie energii całkowite/rok [kWh/rok]	38 175,50	14 638,50	23 537,00	61,65%	14 004,52 zł
BUDYNEK NR 6					
Moc całkowita Pi [W]	8 514,00	3 397,00	5 117,00	60,10%	-
Zużycie energii całkowite/rok [kWh/rok]	27 181,00	8 429,05	18 751,95	68,99%	11 157,41 zł
BUDYNEK NR 9					
Moc całkowita Pi [W]	651,00	258,00	393,00	60,37%	-
Zużycie energii całkowite/rok [kWh/rok]	2 247,00	873,00	1 374,00	61,15%	817,53 zł
BUDYNEK NR 12					
Moc całkowita Pi [W]	11 400,00	2 843,50	8 556,50	75,06%	-
Zużycie energii całkowite/rok [kWh/rok]	31 011,00	6 570,75	24 440,25	78,81%	14 541,95 zł

Wybrany sposób oświetlenia	Oświetlenie stan istniejący	Oświetlenie po modernizacji	Oszczędność energii elektrycznej po modernizacji	Oszczędność energii elektrycznej po modernizacji oświetlenia [%]	Oszczędność finansowe po modernizacji oświetlenia [zł/rok]
BUDYNEK NR 14					
Moc całkowita Pi [W]	2 804,00	860,50	1 943,50	69,31%	-
Zużycie energii całkowite/rok [kWh/rok]	8 623,50	2 196,90	6 426,60	74,52%	3 823,83 zł
BUDYNEK NR 15					
Moc całkowita Pi [W]	5 890,00	1 977,00	3 913,00	66,43%	-
Zużycie energii całkowite/rok [kWh/rok]	13 765,50	4 418,50	9 347,00	67,90%	5 561,47 zł
BUDYNEK NR 20					
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
BUDYNEK NR 22					
Moc całkowita Pi [W]	7 947,00	2 581,00	5 366,00	67,52%	-
Zużycie energii całkowite/rok [kWh/rok]	17 989,00	5 627,40	12 361,60	68,72%	7 355,15 zł
OŚWIETLENIE ZEWNĘTRZNE					
Moc całkowita Pi [W]	10 177,50	5 667,50	4 510,00	44,31%	-
Zużycie energii całkowite/rok [kWh/rok]	34 603,50	19 269,50	15 334,00	44,31%	9 123,73 zł
RAZEM					
Moc całkowita Pi [W]	95 070,00	37 545,00	57 525,00	60,51%	-
Zużycie energii całkowite/rok [kWh/rok]	286 707,50	97 555,60	189 151,90	65,97%	112 545,40 zł

Jak wynika z tabeli 5.1 wymiana opraw oświetleniowych oraz zastosowanie lokalnego sterowania oświetleniem zapewnia oszczędności energii elektrycznej w wysokości 189 151 kWh w stosunku rocznym co stanowi 65,97% zużywanej energii elektrycznej na potrzeby istniejącego oświetlenia. Wymiana opraw oświetleniowych zmniejszy o 112 545,40 zł roczne koszty energii elektrycznej.

5.1 Charakterystyka finansowa wymiany oświetlenia

BUDYNEK NR 2

Tabela 5.1 Koszt wymiany opraw oświetleniowych

L.p.	Typ oprawy oświetleniowej	Producent	Ilość	Cena jednostkowa brutto	Cena całkowita
			[szt.]	[zł]	[zł]
1	PARABOLIC LED 3x13,5W	PLEXIFORM	28	453,00	12 684,00
2	FIBRA LED 36W	PLEXIFORM	14	309,00	4 326,00
3	LATTE LED 36W	PLEXIFORM	44	309,00	13 596,00
4	TALAR LED 12W	PLEXIFORM	4	62,00	248,00
5	PARABOLIC LED 2x13,5W	PLEXIFORM	8	398,00	3 184,00
6	FIBRA LED 19W	PLEXIFORM	12	219,00	2 628,00
7	LATTE LED 52W	PLEXIFORM	8	403,00	3 224,00
8	Czujnik DUO	OSRAM	10	312,00	3 120,00
9	Czujnik SLICK JQ-L	KANLUX	26	35,00	910,00
10	Automat schodowy ASM-01	ZAMEL	2	45,00	90,00
11	KOSZT ROBOCIZNY I OKABLOWANIA		118	200,00	23 600,00
			RAZEM		67 610,00

Tabela 5.2 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	67 610,00	23 882,00	0,595	14 209,79	4,76

Czas zwrotu inwestycji 4,76 roku.

BUDYNEK NR 3

Tabela 5.3 Koszt wymiany opraw oświetleniowych

L.p.	Typ oprawy oświetleniowej	Producent	Ilość	Cena jednostkowa brutto	Cena całkowita
			[szt.]	[zł]	[zł]
1	PARABOLIC LED 3x13,5W	PLEXIFORM	38	453,00	17 214,00
2	FIBRA LED 36W	PLEXIFORM	20	309,00	6 180,00
3	PARABOLIC LED 2x13,5W	PLEXIFORM	4	398,00	1 592,00
4	LATTE LED 36W	PLEXIFORM	38	339,00	12 882,00
5	FIBRA LED 44W	PLEXIFORM	4	374,00	1 496,00
6	Czujnik DUO	OSRAM	4	312,00	1 248,00
7	Czujnik SLICK JQ-L	KANLUX	14	35,00	490,00
8	Automat schodowy ASM-01	ZAMEL	2	45,00	90,00
9	KOSZT ROBOCIZNY I OKABLOWANIA		104	200,00	20 800,00
			RAZEM		61 992,00

Tabela 5.4 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	61 992,00	28 640,80	0,595	17 041,28	3,64

Czas zwrotu inwestycji 3,64 roku.

BUDYNEK NR 4

Tabela 5.5 Koszt wymiany opraw oświetleniowych

L.p.	Typ oprawy oświetleniowej	Producent	Ilość	Cena jednostkowa brutto	Cena całkowita
			[szt.]	[zł]	[zł]
1	FIBRA LED 19W	PLEXIFORM	29	219,00	6 351,00
2	PARABOLIC LED 3x13,5W	PLEXIFORM	38	453,00	17 214,00
3	LATTE LED 19W	PLEXIFORM	39	248,00	9 672,00
4	PARABOLIC LED 2x13,5W	PLEXIFORM	36	398,00	14 328,00
5	LATTE LED 52W	PLEXIFORM	5	403,00	2 015,00
6	FIBRA LED 36W	PLEXIFORM	18	309,00	5 562,00
7	FIBRA LED 44W	PLEXIFORM	3	374,00	1 122,00
8	LATTE LED 36W	PLEXIFORM	22	339,00	7 458,00
9	Czujnik DUO	OSRAM	10	312,00	3120,00
10	Czujnik SLICK JQ-L	KANLUX	23	35,00	805,00
11	Automat schodowy ASM-01	ZAMEL	2	45,00	90,00
12	KOSZT ROBOCIZNY I OKABLOWANIA		190	200,00	38 000,00
			RAZEM		105 737,00

Tabela 5.6 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	105 737,00	25 964,50	0,595	15 448,88	6,84

Czas zwrotu inwestycji 6,84 roku.

BUDYNEK NR 5

Tabela 5.7 Koszt wymiany opraw oświetleniowych

L.p.	Typ oprawy oświetleniowej	Producent	Ilość	Cena jednostkowa brutto	Cena całkowita
			[szt.]	[zł]	[zł]
1	PARABOLIC LED 2x13,5W	PLEXIFORM	28	398,00	11 144,00
2	PARABOLIC LED 3x13,5W	PLEXIFORM	48	453,00	21 744,00
3	LATTE LED 19W	PLEXIFORM	36	248,00	8 928,00
4	LATTE LED 36W	PLEXIFORM	25	339,00	8 475,00
5	LATTE LED 52W	PLEXIFORM	5	403,00	2 015,00
6	FIBRA LED 19W	PLEXIFORM	43	219,00	9 417,00
7	FIBRA LED 36W	PLEXIFORM	13	309,00	4 017,00
8	FIBRA LED 44W	PLEXIFORM	5	374,00	1 870,00
9	Czujnik DUO	OSRAM	10	312,00	3 120,00
10	Czujnik SLICK JQ-L	KANLUX	23	35,00	805,00
11	Automat schodowy ASM-01	ZAMEL	2	45,00	90,00
12	KOSZT ROBOCIZNY I OKABLOWANIA		203	200,00	40 600,00
			RAZEM		112 225,00

Tabela 5.8 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	112 225,00	23 537,00	0,595	14 004,52	8,01

Czas zwrotu inwestycji 8,01 roku.

BUDYNEK NR 6

Tabela 5.9 Koszt wymiany opraw oświetleniowych

L.p.	Typ oprawy oświetleniowej	Producent	Ilość	Cena jednostkowa brutto	Cena całkowita
			[szt.]	[zł]	[zł]
1	PARABOLIC LED 2x13,5W	PLEXIFORM	36	398,00	14 328,00
2	FIBRA LED 36W	PLEXIFORM	22	309,00	6 798,00
3	LATTE LED 19W	PLEXIFORM	58	248,00	14 384,00
4	FIBRA LED 19W	PLEXIFORM	11	219,00	2 409,00
5	FIBRA LED 44W	PLEXIFORM	2	374,00	748,00
6	PARABOLIC LED 3x13,5W	PLEXIFORM	4	453,00	1 812,00
7	LATTE LED 36W	PLEXIFORM	2	339,00	678,00
8	Czujnik DUO	OSRAM	14	312,00	4 368,00
9	Czujnik SLICK JQ-L	KANLUX	35	35,00	1 225,00
10	KOSZT ROBOCIZNY I OKABLOWANIA		135	200,00	27 000,00
			RAZEM		73 750,00

Tabela 5.10 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	73 750,00	18 751,95	0,595	11 157,41	6,61

Czas zwrotu inwestycji 6,61 roku.

BUDYNEK NR 9

Tabela 5.11 Koszt wymiany opraw oświetleniowych

Tabela SHF ROSET Wykazany Opaw Oswieceniowych					
L.p.	Typ oprawy oświetleniowej	Producent	Ilość	Cena jednostkowa brutto	Cena całkowita
			[szt.]	[zł]	[zł]
1	LATTE LED 19W	PLEXIFORM	5	248,00	1 240,00
2	LATTE LED 36W	PLEXIFORM	3	339,00	1 017,00
3	FIBRA LED 36W	PLEXIFORM	1	309,00	309,00
4	FIBRA LED 19W	PLEXIFORM	1	219,00	219,00
5	KOSZT ROBOCIZNY I OKABLOWANIA		10	200,00	2 000,00
			RAZEM		4 785,00

Tabela 5.12 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	4 785,00	1 374,00	0,595	817,53	5,85

Czas zwrotu inwestycji 5,85 roku.

BUDYNEK NR 12

Tabela 5.13 Koszt wymiany opraw oświetleniowych

L.p.	Typ oprawy oświetleniowej	Producent	Ilość	Cena jednostkowa brutto	Cena całkowita
			[szt.]	[zł]	[zł]
1	LATTE LED 19W	PLEXIFORM	17	248,00	4 216,00
2	TALAR LED 12W	PLEXIFORM	19	62,00	1 178,00
3	PARABOLIC LED 2x13,5W	PLEXIFORM	22	398,00	8 756,00
4	FIBRA LED 36W	PLEXIFORM	7	309,00	2 163,00
5	FIBRA LED 19W	PLEXIFORM	10	219,00	2 190,00
6	PARABOLIC LED 3x13,5W	PLEXIFORM	17	453,00	7 701,00
7	FIBRA LED 44W	PLEXIFORM	8	383,00	3 064,00
8	LATTE LED 36W	PLEXIFORM	6	339,00	2 034,00
9	Czujnik DUO	OSRAM	8	312,00	2 496,00
10	Czujnik SLICK JQ-L	KANLUX	18	35,00	630,00
11	Automat schodowy ASM-01	ZAMEL	2	45,00	90,00
12	KOSZT ROBOCIZNY I OKABLOWANIA		106	200,00	21 200,00
			RAZEM		55 718,00

Tabela 5.14 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	55 718,00	24 440,25	0,595	14 541,95	3,83

Czas zwrotu inwestycji 3,83 roku.

BUDYNEK NR 14

Tabela 5.15 Koszt wymiany opraw oświetleniowych

Tabela SHS ROSET Wynikary Opaw Oswietleniowych					
L.p.	Typ oprawy oświetleniowej	Producent	Ilość	Cena jednostkowa brutto	Cena całkowita
			[szt.]	[zł]	[zł]
1	PARABOLIC LED 2x13,5W	PLEXIFORM	15	398,00	5 970,00
2	FIBRA LED 36W	PLEXIFORM	4	309,00	1 236,00
3	LATTE LED 19W	PLEXIFORM	6	248,00	1 488,00
4	FIBRA LED 19W	PLEXIFORM	4	219,00	876,00
5	PARABOLIC LED 3x13,5W	PLEXIFORM	3	453,00	1 359,00
6	Czujnik DUO	OSRAM	2	312,00	624,00
7	Czujnik SLICK JQ-L	KANLUX	7	35,00	245,00
8	KOSZT ROBOCIZNY I OKABLOWANIA		32	200,00	6 400,00
			RAZEM		18 198,00

Tabela 5.16 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	18 198,00	6 426,60	0,595	3 823,83	4,76

Czas zwrotu inwestycji 4,76 roku.

BUDYNEK NR 15

Tabela 5.17 Koszt wymiany opraw oświetleniowych

Tabela 317: Koszt wykonania prac oświetleniowych					
L.p.	Typ oprawy oświetleniowej	Producent	Ilość	Cena jednostkowa brutto	Cena całkowita
			[szt.]	[zł]	[zł]
1	FIBRA LED 36W	PLEXIFORM	9	309,00	2 781,00
2	FIBRA LED 19W	PLEXIFORM	4	219,00	876,00
3	FIBRA LED 44W	PLEXIFORM	34	383,00	13 022,00
4	Czujnik DUO	OSRAM	2	312,00	624,00
5	Czujnik SLICK JQ-L	KANLUX	2	35,00	70,00
6	Automat schodowy ASM-01	ZAMEL	1	45,00	45,00
7	KOSZT ROBOCIZNY I OKABLOWANIA		47	200,00	9 400,00
			RAZEM		26 818,00

Tabela 5.18 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	26 818,00	9 347,00	0,595	5 561,47	4,82

Czas zwrotu inwestycji 4,82 roku.

BUDYNEK NR 20

Tabela 5.19 Koszt wymiany opraw 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 5.20 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.

BUDYNEK NR 22

Tabela 5.21 Koszt wymiany opraw oświetleniowych

L.p.	Typ oprawy oświetleniowej	Producent	Ilość	Cena jednostkowa brutto	Cena całkowita
			[szt.]	[zł]	[zł]
1	LATTE LED 19W	PLEXIFORM	2	248,00	496,00
2	FIBRA LED 19W	PLEXIFORM	6	219,00	1 314,00
3	PARABOLIC LED 3x13,5W	PLEXIFORM	10	453,00	4 530,00
4	LATTE LED 36W	PLEXIFORM	23	339,00	7 797,00
5	LATTE LED 52W	PLEXIFORM	23	403,00	9 269,00
6	Czujnik SLICK JQ-L	KANLUX	14	35,00	490,00
7	KOSZT ROBOCIZNY I OKABLOWANIA		64	200,00	12 800,00
			RAZEM		36 696,00

Tabela 5.22 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	36 696,00	12 361,60	0,595	7 355,15	4,99

Czas zwrotu inwestycji 4,99 roku.

OŚWIETLENIE ZEWNĘTRZNE

Tabela 5.23 Koszt wymiany opraw oświetleniowych

L.p.	Typ oprawy oświetleniowej	Producent	Ilość	Cena jednostkowa brutto	Cena całkowita
			[szt.]	[zł]	[zł]
1	ASTAR ECO LED 70W	BRILUM	44	799,00	35 156,00
2	KOSZT ROBOCIZNY I OKABLOWANIA		44	200,00	8 800,00
			RAZEM		43 956,00

Tabela 5.24 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	43 956,00	15 334,00	0,595	9 123,73	4,82

Czas zwrotu inwestycji 4,82 roku.

Tabela 5.25 Charakterystyka finansowa zestawienie zbiorcze wymiany opraw oświetleniowych

L.p.	Nr budynku	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	Budynek nr 2	67 610,00	23 882,00	0,595	14 209,79	4,76
2	Budynek nr 3	61 992,00	28 640,80	0,595	17 041,28	3,64
3	Budynek nr 4	105 737,00	25 964,50	0,595	15 448,88	6,84
4	Budynek nr 5	112 225,00	23 537,00	0,595	14 004,52	8,01
5	Budynek nr 6	73 750,00	18 751,95	0,595	11 157,41	6,61
6	Budynek nr 9	4 785,00	1 374,00	0,595	817,53	5,85
7	Budynek nr 12	55 718,00	24 440,25	0,595	14 541,95	3,83
8	Budynek nr 14	18 198,00	6 426,60	0,595	3 823,83	4,76
9	Budynek nr 15	26 818,00	9 347,00	0,595	5 561,47	4,82
10	Budynek nr 20	4 317,00	746,30	0,595	444,05	9,72
11	Budynek nr 22	36 696,00	12 361,60	0,595	7 355,15	4,99
12	Oświetlenie zewnętrzne	43 956,00	15 334,00	0,595	9 123,73	4,82
RAZEM		611 802,00	190 806,00	0,595	113 529,59	5,39

5.2. 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 5,39 roku, a roczny rachunek za energię elektryczną zmniejszy się o 113 529,59 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. W zespole budynków zainstalowanych jest ok. 3500 źródeł światła. W przypadku jednorazowej wymiany źródeł światła i założeniu że koszt pojedynczej świetlówki kompaktowej wynosi ok. 8 zł, to koszt wymiany źródeł światła wyniósłby 28 000 zł. Powyższa kwota nie była uwzględniona w charakterystyce finansowej wymiany opraw oświetleniowych, co stanowi dodatkowe oszczędności finansowe.

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