

AUDYT WYDAJNOŚCI ENERGETYCZNEJ OŚWIETLENIA

**DOMU POMOCY SPOŁECZNEJ
W KONSTANCINIE- JEZIORNEJ
PRZY UL. POTULICKICH 1**

BUDYNKI NR 1, NR 2, NR 3, NR 4

WYKONAŁ :

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

Warszawa, sierpień 2015r.

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	12
4. OPRACOWANIE STRATEGII PROWADZĄCYCH DO POPRAWY WYDAJNOŚCI ENERGETYCZNEJ OŚWIETLENIA	15
4.1 Wybór i charakterystyka sprzętu oświetleniowego	15

4.2 Wybór systemu konserwacji	15
4.3 Zestawienie wyników	16
5. ANALIZA WYNIKÓW I OCENA EFEKTYWNOŚCI	
ENERGETYCZNEJ	18
5.1 Charakterystyka finansowa wymiany oświetlenia	19
5.2 Wnioski	21
LITERATURA.....	22

ZAŁĄCZNIKI :

- Uprawnienia budowlane
- 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 przypadająca 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 | 100 lx]

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]:

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

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

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} .

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

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

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

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	Em [lx]	UGR _L [-]	Ra [-]	δ (*) [-]
Korytarz	100	22	80	0,4
Klatka schodowa	100	22	80	0,4
Szatnie ,umywalnie, toalety, pralnia	200	22	80	0,4
Pokoje wypoczynkowe (sypialnia)	100	22	80	0,4
Magazyn	100	25	60	0,4
Pomieszczenia socjalne	100	22	80	0,4
Pomieszczenie gospodarcze	100	22	80	0,4
Biuro	500	19	80	0,6
Stołówka	200	22	80	0,4
Kuchnia	500	22	80	0,4
Fryzjer	500	22	80	0,4
Krawcowa	500	22	80	0,4
Sala zabaw	300	22	80	0,4
Pokój medyczny	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 Ra - 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 Ra =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 OŚWIETLANIA

Instalację oświetlenia wykonano na oprawach żarowych oraz oprawach świetłówkowych z magnetycznymi statecznikami prądu. Natężenie oświetlenia w pomieszczeniach nie spełnia wymagań normatywnych. Zastosowane oświetlenie jest niewydajne energetycznie. Istniejące oświetlenie należy zmodernizować.

BUDYNEK NR 1

Tabela 3.1 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń (piwnica) 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]
PIWNICA							
1	Korytarz	OPK 2x36W	79	5	395	3000	1185
2	Pom fryzjer	OPK 2x36W	79	1	79	2500	197,5
3	Łazienka fryzjer	OPK 2x36W Plafon 60W	79 60	1 2	199	1000	199
4	Magazyn fryzjer	Plafon 60W	60	1	60	1000	60
RAZEM				10	733	-	1641,5

Uwagi :

Niektóre pomieszczenia w piwnicy nie ujęte w opracowaniu, ponieważ czas użytkowania mniejszy niż 500 godzin na rok

BUDYNEK NR 1

Tabela 3.2 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń (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	Pokój mieszkalny (18)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
2	Łazienka pokój (18)	Plafon 38W	42	1	42	2000	84
3	Pokój mieszkalny (19)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
4	Łazienka pokój (19)	Plafon 38W	42	1	42	2000	84
5	Świetlica (20)	OPK 2x36W	79	16	1264	3000	3792
6	Pokój mieszkalny (21)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
7	Łazienka pokój (21)	Plafon 38W	42	1	42	2000	84
8	Klatka schodowa nr 1 (od -1 do +2)	Plafon 38W	42	8	336	5000	1680
9	Pokój mieszkalny (23)	OPK 2x36W	79	2	158	3000	474
10	Łazienka (24)	Plafon 38W	42	3	126	2000	252
11	Łazienka (25)	Plafon 38W	42	3	126	2000	252
12	Pokój mieszkalny (26)	Plafon 38W	42	3	126	3000	378
13	Sala zabaw	Plafon 38W	42	4	168	5000	840
14	Łazienka (27)	Plafon 38W	42	3	126	2000	252
15	Pokój mieszkalny (28)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
16	Łazienka pokój (28)	Plafon 38W	42	1	42	3000	126
17	Korytarz	Plafon 38W	42	6	252	5000	1260
18	Klatka schodowa nr 1 (od -1 do +2)	Plafon 38W	42	8	336	5000	1680
19	Pokój Krawcowa (30)	OPK 2x36W	79	2	158	2500	395
RAZEM				70	3680	-	12641

BUDYNEK NR 1

Tabela 3.3 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń (I piętro) 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]
I PIĘTRO							
1	Pokój mieszkalny (31)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
2	Łazienka pokój (31)	Plafon 38W	42	1	42	2000	84
3	Pokój mieszkalny (32)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
4	Łazienka pokój (32)	Plafon 38W	42	1	42	2000	84
5	Pokój mieszkalny (33)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
6	Łazienka pokój (33)	Plafon 38W	42	1	42	2000	84
7	Pokój mieszkalny (34)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
8	Łazienka pokój (34)	Plafon 38W	42	1	42	2000	84
9	Pokój mieszkalny (35)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
10	Łazienka pokój (35)	Plafon 38W	42	1	42	2000	84
11	Dyżurka (36)	OPK 2x36W	79	2	158	2500	395
12	Łazienka (37)	Plafon 38W	42	3	126	2000	252
13	Łazienka (38)	Plafon 38W	42	3	126	2000	252
14	Pomieszczenie gospodarcze (39)	Plafon 38W	42	3	126	2000	252
15	Sala zabaw	Plafon 38W	42	4	168	5000	840
16	Łazienka (40)	Plafon 38W	42	3	126	2000	252
17	Pokój mieszkalny (41)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
18	Łazienka pokój (41)	Plafon 38W	42	1	42	2000	84
19	Magazyn (42)	Plafon 38W	42	1	42	2000	84
20	Pokój mieszkalny (43)	OPK 2x36W	79	2	158	3000	474
21	Korytarz	Plafon 38W	42	6	252	5000	1260
RAZEM				45	2038	-	6077

BUDYNEK NR 1

Tabela 3.4 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń (II piętro) 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]
II PIĘTRO							
1	Pokój mieszkalny (44)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
2	Łazienka pokój (44)	Plafon 38W	42	1	42	2000	84
3	Pokój mieszkalny (45)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
4	Łazienka pokój (45)	Plafon 38W	42	1	42	2000	84
5	Pokój mieszkalny (46)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
6	Łazienka pokój (46)	Plafon 38W	42	1	42	2000	84
7	Pokój mieszkalny (47)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
8	Łazienka pokój (47)	Plafon 38W	42	1	42	2000	84
9	Pokój mieszkalny (48)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
10	Łazienka pokój (48)	Plafon 38W	42	1	42	2000	84
11	Palarnia (49)	OPK 2x36W	79	2	158	2000	316
12	Łazienka (50)	Plafon 38W	42	3	126	2000	252
13	Łazienka (51)	Plafon 38W	42	3	126	2000	252
14	Pomieszczenie gospodarcze (52)	Plafon 38W	42	3	126	2000	252
15	Sala zabaw	Plafon 38W	42	4	168	5000	840
16	Łazienka (53)	Plafon 38W	42	3	126	2000	252
17	Pokój mieszkalny (54)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
18	Łazienka pokój (54)	Plafon 38W	42	1	42	3000	126
19	Łazienka (55)	Plafon 38W	42	2	42	2000	84
20	Pokój mieszkalny (54)	OPK 2x36W	79	2	158	3000	474
21	Korytarz	Plafon 38W	42	6	252	5000	1260
RAZEM				46	2038	-	6040

BUDYNEK NR 2

Tabela 3.5 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń (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	Korytarz nr 1	Plafon 60W	60	1	60	2500	150
2	Korytarz nr 2	OPK 2x36W	79	1	79	2500	197,5
3	Umywalnia nr 1	OPK 2x36W	79	3	237	2500	592,5
4	Pralnia nr 1	OPK 2x36W	79	3	237	2500	592,5
5	Magiel	OPK 2x36W	79	3	237	2500	592,5
6	Pralnia nr 2	OPK 2x36W	79	3	237	2500	592,5
7	Magazyn	OPK 2x36W	79	3	237	2500	592,5
8	Łazienka nr 1	OPK 2x36W	79	1	79	2500	197,5
9	Łazienka nr 2	Plafon 60W	60	1	60	2500	150
10	Magazyn	Plafon 60W	60	1	60	2500	150
11	Pom. socjalne	OPK 2x36W	79	2	158	2500	395
12	Składnica akt	OPK 2x36W	79	5	395	2500	987,5
13	Klatka schodowa	Plafon 60W	60	2	120	2500	300
RAZEM				29	2196	-	5490

BUDYNEK NR 2

Tabela 3.6 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń (I piętro) 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]
I PIĘTRO							
1	Korytarz nr 1	Plafon 60W	60	1	60	2500	150
2	Korytarz nr 2	Plafon 60W	60	1	60	2500	150
3	Pokój dyrektora (1/3)	Żyrandol 3x60W	180	1	180	2500	450
4	Sekretariat (1/4)	Raster 4x18W	79	2	158	2500	395
5	WC (1/5)	Halogen	20	5	100	2500	250
6	Pomieszczenie (1/6)	Raster 4x18W	79	1	79	2500	197,5
7	Pomieszczenie (1/7)	Raster 2x36W	79	2	158	2500	395
8	Pomieszczenie (1/8a)	Raster 4x18W	79	1	79	2500	197,5
9	Pomieszczenie (1/8b)	Raster 2x36W	79	2	158	2500	395
RAZEM				16	1032	-	2580

BUDYNEK NR 3

Tabela 3.7 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń (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	Klatka schodowa (od 0 do +2)	Plafon 60W	60	6	360	5000	1800
2	Korytarz (1)	Plafon 38W	42	5	210	5000	1050
3	Pom. Socjalne (2)	Plafon 38W	42	1	42	3000	126
4	Pokój mieszkalny (3)	Plafon 38W	42	4	168	3000	504
5	Łazienka (5)	Plafon 38W	42	4	168	2000	336
6	WC (6)	Plafon 38W	42	2	84	2000	168
7	Łazienka (7)	Plafon 38W	42	5	210	2000	420
8	Sala zabaw (8)	Plafon 38W	42	4	168	5000	840
9	Pomieszczenie (9)	Plafon 38W	42	1	42	2000	84
10	Pomieszczenie (10)	Plafon 38W	42	1	42	2000	84
11	Pokój mieszkalny (11)	Plafon 38W	42	4	168	3000	504
12	Pokój mieszkalny (12)	Plafon 38W	42	4	168	3000	504
13	Pokój mieszkalny (13)	Plafon 38W	42	4	168	3000	504
14	Pokój mieszkalny (14)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
15	Pokój mieszkalny (15)	Plafon 38W	42	4	168	3000	504
16	Pokój mieszkalny (16)	Plafon 38W	42	4	168	3000	504
17	Pokój mieszkalny (17)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
RAZEM				57	2502	-	8436

BUDYNEK NR 3

Tabela 3.8 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń (I piętro) 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]
I PIĘTRO							
1	Korytarz (101)	Plafon 38W	42	5	210	5000	1050
2	Sala zabaw (103)	Plafon 38W	42	4	168	5000	840
3	Łazienka (105)	Plafon 38W	42	4	168	2000	336
4	WC (106)	Plafon 38W	42	2	84	2000	168
5	Łazienka (107)	Plafon 38W	42	6	252	2000	504
6	Pokój mieszkalny (108)	Plafon 38W	42	4	168	3000	504
7	Pokój mieszkalny (109)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
8	Pom socjalne (102)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
9	Pokój mieszkalny (110)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
10	Pokój mieszkalny (111)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
11	Pokój mieszkalny (112)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
12	Pokój mieszkalny (113)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
13	Pokój mieszkalny (114)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
14	Pokój mieszkalny (115)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
15	Pokój mieszkalny (116)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
16	Pokój mieszkalny (117)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
17	Pom socjalne (118)	Plafon 38W	42	1	42	3000	126
RAZEM				46	1932	-	6048

BUDYNEK NR 3

Tabela 3.9 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń (II piętro) 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]
II PIĘTRO							
1	Korytarz (201)	Plafon 38W	42	5	210	5000	1050
2	Sala zabaw (203)	Plafon 38W	42	4	168	5000	840
3	Pokój mieszkalny (204)	Plafon 38W	42	4	168	3000	504
4	Łazienka (205)	Plafon 38W	42	6	252	2000	504
5	WC (206)	Plafon 38W	42	2	84	2000	168
6	Łazienka (207)	Plafon 38W	42	4	168	2000	336
7	Pokój mieszkalny (202)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
8	Pokój mieszkalny (209)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
9	Pokój mieszkalny (210)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
10	Pokój mieszkalny (211)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
11	Pokój mieszkalny (212)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
12	Pokój mieszkalny (213)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
13	Pokój mieszkalny (214)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
14	Pokój mieszkalny (215)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
15	Pokój mieszkalny (216)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
16	Pom socjalne (217)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
17	Pom socjalne (218)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
RAZEM				47	1974	-	6174

BUDYNEK NR 4

Tabela 3.10 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń (piwnica) 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]
PIWNICA							
1	Korytarz nr 1	Plafon 60W	60	6	360	1500	540
2	Korytarz nr 2	OPK 2x36W	79	3	237	1500	355,5
3	Pom pomocnicze kuchnia (03)	OPK 2x36W	79	2	158	1000	158
4	Pom pomocnicze kuchnia (04)	OPK 2x36W	79	2	158	1000	158
5	Pom pomocnicze kuchnia (05)	OPK 2x36W	79	1	79	1000	79
6	Pom pomocnicze kuchnia (06)	OPK 2x36W	79	1	79	1000	79
7	Pom pomocnicze kuchnia (07)	OPK 2x36W	79	1	79	1000	79
8	Pom pomocnicze kuchnia (08)	OPK 2x36W	79	1	79	1000	79
9	Pom pomocnicze kuchnia (09)	OPK 2x36W	79	1	79	1000	79
10	Pom pomocnicze kuchnia (10)	OPK 2x36W	79	1	79	1000	79
11	Pom pomocnicze kuchnia (11)	OPK 2x36W	79	3	237	1000	237
12	Pom pomocnicze kuchnia (12)	OPK 2x36W	79	8	632	1000	632
RAZEM				30	2 256	-	2 554,5

BUDYNEK NR 4

Tabela 3.11 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń (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	Przedsionek (1)	Plafon 38W	42	1	42	5000	210
2	Pom. Dyżurki (2)	Plafon 38W	42	2	84	5000	420
3	Klatka schodowa (od -1 do +3)	Plafon 60W	60	5	300	5000	1500
4	Korytarz (5)	Plafon 38W	42	8	336	5000	1680
5	Pom socjalne (6a)	Plafon 38W	42	6	252	2500	630
6	Pom socjalne (6b)	Plafon 38W	42	6	252	2500	630
7	Pom socjalne (6c)	Plafon 38W	42	6	252	2500	630
8	Pom socjalne (7)	Plafon 38W	42	6	252	2500	630
9	Przedsionek (8)	Plafon 38W	42	1	42	5000	210
10	WC (9)	Plafon 60W	60	1	60	2000	120
11	WC (10)	Plafon 60W	60	1	60	2000	120
12	Łazienka (11)	Plafon 60W	60	2	120	2000	240
13	Łazienka (12)	Plafon 60W	60	2	120	2000	240
14	Łazienka (13)	Plafon 60W	60	1	60	2000	120
15	Stołówka (14)	Plafon 38W	42	12	504	1000	504
16	Magazyn (15)	Plafon 38W	42	1	42	1000	42
17	Magazyn (16)	Plafon 38W	42	1	42	1000	42
18	Kuchnia (17)	OPK 2x36W	79	6	474	2500	1185
19	Wydawalnia (17a)	OPK 2x36W	79	2	158	2500	395
20	Przygotowalnia kuchnia (18)	OPK 2x36W	79	4	316	2500	790
21	Szatnia (19)	Plafon 38W	42	2	84	2500	210
22	Łazienka (20)	Plafon 38W	42	2	84	2000	168
23	Korytarz (21)	OPK 2x36W	79	2	158	2500	395
24	Zmywalnia (22)	OPK 2x36W	79	5	395	2500	987,5
25	Komunikacja kl. schodowa (23)	OPK 2x36W	79	2	158	2500	395
26	Pom na odpadk(24)	Plafon 38W	42	1	42	2500	105
27	Przedsionek (25)	Plafon 38W	42	1	42	2500	105
RAZEM				89	4 731	-	12 703,5

BUDYNEK NR 4

Tabela 3.12 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń (I piętro) 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]
I PIĘTRO							
1	Korytarz (101)	Plafon 38W	42	3	126	5000	630
2	Korytarz (104)	Plafon 38W	42	4	168	5000	840
3	Korytarz (105)	Plafon 38W	42	6	252	5000	1260
4	Pedagog (122)	Plafon 38W	42	3	126	2500	315
5	WC Pedagog	Plafon 60W	60	1	60	2000	120
6	Pokój (123)	Plafon 38W	42	6	252	3000	756
7	Fizykoterapia (124)	Plafon 38W	42	9	378	3000	1134
8	Świetlica (125)	Plafon 38W	42	12	504	3000	1512
9	Pokój (126)	Plafon 38W	42	3	126	3000	378
10	Pokój (127)	Plafon 38W	42	3	126	3000	378
11	Sala gimnastyczna	Plafon 38W	42	21	882	3000	2646
12	Zaplecze Sali gimnastycznej	Plafon 38W	42	1	42	3000	126
13	Rehabilitacja	Plafon 38W	42	4	168	3000	504
14	Łazienka (115)	Plafon 60W	60	1	60	2000	120
15	Łazienka (116)	Plafon 60W	60	2	120	2000	240
16	Łazienka (117)	Plafon 60W	60	2	120	2000	240
17	Łazienka (118)	Plafon 60W	60	2	120	2000	240
18	Łazienka (119)	Plafon 60W	60	2	120	2000	240
RAZEM				85	3 750	-	11 679

BUDYNEK NR 4

Tabela 3.13 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń (II piętro) 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]
II PIĘTRO							
1	Świetlica	Raster 4x18W	79	2	158	3000	474
2	Korytarz (204)	Plafon 38W	42	4	168	5000	840
3	Korytarz (205)	Plafon 38W	42	7	294	5000	1470
4	Pokój (226)	Plafon 38W	42	3	126	3000	378
5	Pokój (227)	Plafon 38W	42	4	168	3000	504
6	Pokój (228)	Plafon 38W	42	4	168	3000	504
7	Pokój (229)	Plafon 38W	42	4	168	3000	504
8	Sala konferencyjna (230)	Plafon 38W	42	12	504	2000	1008
9	Pokój (231)	Plafon 38W	42	4	168	3000	504
10	Pokój (232)	Plafon 38W	42	4	168	3000	504
11	Pokój medyczny	Raster 4x18 Plafon 38W	79 42	4 6	568	3000	1704
12	Zaplecze pokój medyczny	Plafon 38W	42	6	252	3000	756
13	Pokój mieszkalny (215)	Plafon 38W	42	6	252	3000	756
14	Pokój mieszkalny (216)	Plafon 38W	42	6	252	3000	756
15	Łazienka (217)	Plafon 60W	60	1	60	2000	120
16	Łazienka (218)	Plafon 60W	60	2	120	2000	240
17	Łazienka (219)	Plafon 60W	60	3	180	2000	360
18	Łazienka (220)	Plafon 60W	60	2	120	2000	240
19	Łazienka (221)	Plafon 60W	60	1	60	2000	120
RAZEM				84	3 954	-	11 742

BUDYNEK NR 4

Tabela 3.14 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń (III piętro) 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]
III PIĘTRO							
1	Korytarz nr 1	Plafon 38W	42	4	168	5000	840
2	Korytarz nr 2	Plafon 38W	42	1	42	5000	210
3	Korytarz nr 3	Plafon 38W	42	2	84	5000	420
4	Korytarz nr 4	Plafon 38W	42	2	84	5000	420
5	Łazienka	Plafon 38W	42	1	42	2000	84
6	Pokój mieszkalny (304)	Plafon 38W	42	1	42	3000	126
7	Pokój mieszkalny (305)	Plafon 38W	42	1	42	3000	126
8	Pokój mieszkalny (306)	Plafon 38W	42	1	42	3000	126
9	Pokój mieszkalny (307)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
10	Pokój mieszkalny (308)	Plafon 38W	42	3	126	3000	378
11	Łazienka	Plafon 38W	42	1	42	2000	84
12	Pokój mieszkalny (309)	Plafon 38W	42	1	42	3000	126
13	Pokój mieszkalny (310)	Plafon 38W	42	1	42	3000	126
14	Pokój mieszkalny (311)	Plafon 38W	42	1	42	3000	126
15	Pokój mieszkalny (312)	Plafon 38W	42	2	84	3000	252
16	Pokój poddasze nr 1	Plafon 38W	42	3	126	2000	252
17	Pokój poddasze nr 2	Plafon 38W	42	2	84	2000	168
18	Pokój komputerowy nr 1	Żyrandol 3x60W	180	1	180	3000	540
19	Pokój komputerowy nr 2	Żyrandol 3x60W	180	1	180	3000	540
20	Pokój komputerowy nr 3	Żyrandol 3x60W	180	1	180	3000	540
21	Przedpokój	Plafon 60W	60	1	60	3000	180
22	Łazienka	Plafon 60W	60	1	60	2000	120
RAZEM				34	1 878	-	6 036

Tabela 3.15 Charakterystyka oświetleniowa zbiorcza budynków przed modernizacją

L.p.	Rodzaj pomieszczenia	Moc całkowita instalowana Pi [W]	Zużycie energii całkowite/rok [kWh/rok]
BUDYNEK NR 1			
1	Piwnica	733	16 41,5
2	Parter	3 680	12 641
3	I Piętro	2 038	6 040
4	II Piętro	2 038	6 077
RAZEM		8 489	26 399,5
BUDYNEK NR 2			
	Parter	2196	5490
	I Piętro	1032	2580
RAZEM		3228	8 070
BUDYNEK NR 3			
	Parter	2502	8436
	I Piętro	1932	6048
	II Piętro	1974	6174
RAZEM		6408	20 658
BUDYNEK NR 4			
	Piwnica	2256	2554,5
	Parter	4 731	12 703,5
	I Piętro	3 750	11 679
	II Piętro	3 954	11 742
	III Piętro	1 878	6 036
RAZEM		16 569	44 715

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 zastosowano oprawy oświetleniowe sterowane poprzez czujnik wykrywania światła oraz obecności typu DUO firmy OSRAM w pomieszczeniach biurowych oraz na korytarzach, sterowanie poprzez czujnik ruchu SLICK JQ-L firmy Kanlux w łazienkach 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
- indywidualna wymiana źródeł światła

Współczynnik konserwacji $k = 0,80$

4.3 Zestawienie wyników

BUDYNEK NR 1

Tabela 4.1 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń (piwnica) 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]
PIWNICA								
1	Korytarz (*)	LATTE LED 36W	36	4	144	1800	259,2	126
2	Pom fryzjer	SIGMA LED 40W	40	2	80	2500	200	532
3	Łazienka fryzjer	FIBRA LED 36W	36	2	72	1000	72	245

4	Magazyn fryzjer	FIBRA LED 36W	36	1	36	1000	36	180
RAZEM				9	332	-	567,2	-

(*) – pomieszczenia z sterowanym oświetleniem

BUDYNEK NR 1

Tabela 4.2 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń (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	Pokój mieszkalny (18)	SIGMA LED 27W SIGMA LED 15W	27 15	1 1	42	3000	126	201
2	Łazienka pokój (18) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	223
3	Pokój mieszkalny (19)	SIGMA LED 27W SIGMA LED 15W	27 15	1 1	42	3000	126	205
4	Łazienka pokój (19) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	221

5	Świetlica (20)	SIGMA LED 40W	40	9	360	3000	1080	320
6	Pokój mieszkalny (21)	SIGMA LED 27W SIGMA LED 15W	27 15	1 1	42	3000	126	206
7	Łazienka pokój (21) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	223
8	Klatka schodowa nr 1 (od -1 do +2) (*)	LATTE LED 36W	36	8	288	3000	864	162
9	Pokój mieszkalny (23)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	203
10	Łazienka (24) (*)	FIBRA LED 36W	36	2	72	1200	86,4	234
11	Łazienka (25) (*)	FIBRA LED 36W	36	2	72	1200	86,4	221
12	Pokój mieszkalny (26)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	203
13	Sala zabaw (*)	LATTE LED 36W	36	3	108	3000	324	307
14	Łazienka (27) (*)	FIBRA LED 36W	36	2	72	1200	86,4	241
15	Pokój mieszkalny (28)	SIGMA LED 27W SIGMA LED 15W	27 15	1 1	42	3000	126	206
16	Łazienka pokój (28) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	223
17	Korytarz (*)	LATTE LED 36W	36	4	144	3000	432	125
18	Klatka schodowa nr 2 (od -1 do +2) (*)	LATTE LED 36W	36	8	288	3000	864	162
19	Pokój Krawcowa (30)	SIGMA LED 40W	40	2	80	2500	200	524
RAZEM				54	1876	-	4940	-

(*) – pomieszczenia z sterowanym oświetleniem

BUDYNEK NR 1

Tabela 4.3 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń (I piętro) 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]
I PIĘTRO								
1	Pokój mieszkalny (31)	SIGMA LED 27W SIGMA LED 15W	27 15	1 1	42	3000	126	201
2	Łazienka pokój (31) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	223
3	Pokój mieszkalny (32)	SIGMA LED 27W SIGMA LED 15W	27 15	1 1	42	3000	126	201

4	Łazienka pokój (32) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	223
5	Pokój mieszkalny (33)	SIGMA LED 27W SIGMA LED 15W	27 15	1 1	42	3000	126	201
6	Łazienka pokój (33) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	223
7	Pokój mieszkalny (34)	SIGMA LED 27W SIGMA LED 15W	27 15	1 1	42	3000	126	201
8	Łazienka pokój (34) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	223
9	Pokój mieszkalny (35)	SIGMA LED 27W SIGMA LED 15W	27 15	1 1	42	3000	126	201
10	Łazienka pokój (35) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	223
11	Dyżurka (36)	SIGMA LED 51W	51	1	51	2500	127,5	335
12	Łazienka (37) (*)	FIBRA LED 36W	36	2	72	1200	86,4	223
13	Łazienka (38) (*)	FIBRA LED 36W	36	2	72	1200	86,4	223
14	P. gospodarcze (39)	FIBRA LED 36W	36	1	36	2000	72	152
15	Sala zabaw (*)	LATTE LED 36W	36	3	108	3000	324	307
16	Łazienka (40) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	201
17	Pokój mieszkalny (41)	SIGMA LED 27W SIGMA LED 15W	27 15	1 1	42	3000	126	201
18	Łazienka pokój (41) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	223
19	Magazyn (42)	FIBRA LED 36W	36	1	36	2000	72	200
20	Pokój mieszkalny (43)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	212
21	Korytarz (*)	LATTE LED 36W	36	4	144	3000	432	125
RAZEM				34	1063	-	2378,7	-

(*) – pomieszczenia z sterowanym oświetleniem

BUDYNEK NR 1

Tabela 4.4 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń (II piętro) 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]
II PIĘTRO								
1	Pokój mieszkalny (44)	SIGMA LED 27W SIGMA LED 15W	27 15	1 1	42	3000	126	201
2	Łazienka pokój (44) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	223
3	Pokój mieszkalny (45)	SIGMA LED 27W SIGMA LED 15W	27 15	1 1	42	3000	126	201

4	Łazienka pokój (45) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	223
5	Pokój mieszkalny (46)	SIGMA LED 27W SIGMA LED 15W	27 15	1 1	42	3000	126	201
6	Łazienka pokój (46) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	223
7	Pokój mieszkalny (47)	SIGMA LED 27W SIGMA LED 15W	27 15	1 1	42	3000	126	201
8	Łazienka pokój (47) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	223
9	Pokój mieszkalny (48)	SIGMA LED 27W SIGMA LED 15W	27 15	1 1	42	3000	126	201
10	Łazienka pokój (48) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	223
11	Palarnia (49)	FIBRA LED 36W	36	1	36	2000	72	151
12	Łazienka (50) (*)	FIBRA LED 36W	36	2	72	1200	86,4	223
13	Łazienka (51) (*)	FIBRA LED 36W	36	2	72	1200	86,4	223
14	P. gospodarcze (52)	FIBRA LED 36W	36	1	36	2000	72	152
15	Sala zabaw (*)	LATTE LED 36W	36	3	108	3000	324	307
16	Łazienka (53) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	201
17	Pokój mieszkalny (54)	SIGMA LED 27W SIGMA LED 15W	27 15	1 1	42	3000	126	201
18	Łazienka pokój (54) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	223
19	Łazienka (55) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	223
20	Pokój mieszkalny (54)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	212
21	Korytarz (*)	LATTE LED 36W	36	4	144	3000	432	125
RAZEM				34	1048	-	2294,4	-

(*) – pomieszczenia z sterowanym oświetleniem

BUDYNEK NR 2

Tabela 4.5 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń (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	Korytarz nr 1 (*)	LATTE LED 36W	36	1	36	1500	54	121
2	Korytarz nr 2 (*)	LATTE LED 19W	19	1	19	1500	28,5	125
3	Umywalnia	FIBRA LED 36W	36	2	72	2500	180	309

4	Pralnia nr 1	FIBRA LED 36W	36	2	72	2500	180	315
5	Magiel	FIBRA LED 36W	36	2	72	2500	180	301
6	Pralnia nr 2	FIBRA LED 36W	36	2	72	2500	180	307
7	Magazyn	FIBRA LED 36W	36	1	36	2500	90	150
8	Łazienka nr 1 (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1500	54	221
9	Łazienka nr 2 (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1500	54	221
10	Magazyn	FIBRA LED 19W	19	1	19	2500	47,5	140
11	Pom. socjalne	VIP LED 28W	28	2	56	2500	140	305
12	Składnica akt	LATTE LED 36W LATTE LED 19W	36 19	2 1	91	2500	227,5	178
13	Klatka schodowa (*)	LATTE LED 36W	36	2	72	1500	108	164
RAZEM				21	689	-	1523,5	-

(*) – pomieszczenia z sterowanym oświetleniem

BUDYNEK NR 2

Tabela 4.6 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń (I piętro) 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]
I PIĘTRO								
1	Korytarz nr 1 (*)	LATTE LED 19W	19	1	19	1500	28,5	150
2	Korytarz nr 2 (*)	LATTE LED 36W	36	1	36	1500	54	142
3	Pokój dyrektora (1/3)	SIGMA LED 51W	51	3	153	2500	382,5	506

4	Sekretariat (1/4)	SIGMA LED 51W	51	3	153	2500	382,5	503
5	WC (1/5) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1500	54	255
6	Pomieszczenie (1/6)	SIGMA LED 40W	40	2	80	2500	200	500
7	Pomieszczenie (1/7)	SIGMA LED 51W	51	2	102	2500	255	505
8	Pomieszczenie (1/8a)	SIGMA LED 51W	51	1	51	2500	127,5	500
9	Pomieszczenie (1/8b)	SIGMA LED 40W	40	2	80	2500	200	520
RAZEM				16	710	-	1684	-

(*) – pomieszczenia z sterowanym oświetleniem

BUDYNEK NR 3

Tabela 4.7 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń (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	Klatka schodowa (od 0 do +2) (*)	LATTE LED 36W	36	6	216	3000	648	167
2	Korytarz (1) (*)	LATTE LED 36W	36	4	144	3000	432	142

3	Pom. Socjalne (2)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	356
4	Pokój mieszkalny (3)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	227
5	Łazienka (5) (*)	FIBRA LED 36W	36	2	72	1200	86,4	241
6	WC (6) (*)	FIBRA LED 19W	19	2	38	1200	45,6	223
7	Łazienka (7) (*)	FIBRA LED 36W	36	3	108	1200	129,6	232
8	Sala zabaw (8) (*)	LATTE LED 36W	36	3	108	3000	324	307
9	Pomieszczenie (9)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	168
10	Pomieszczenie (10)	FIBRA LED 19W	19	1	19	2000	38	154
11	Pokój mieszkalny (11)	SIGMA LED 51W	51	1	51	3000	153	225
12	Pokój mieszkalny (12)	SIGMA LED 51W	51	1	51	3000	153	199
13	Pokój mieszkalny (13)	SIGMA LED 51W	51	1	51	3000	153	224
14	Pokój mieszkalny (14)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	240
15	Pokój mieszkalny (15)	SIGMA LED 51W	51	1	51	3000	153	228
16	Pokój mieszkalny (16)	SIGMA LED 51W	51	1	51	3000	153	226
17	Pokój mieszkalny (17)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	242
RAZEM				31	1156	-	2991,8	-

(*) – pomieszczenia z sterowanym oświetleniem

BUDYNEK NR 3

Tabela 4.8 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń (I piętro) 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]
I PIĘTRO								
1	Korytarz (101) (*)	LATTE LED 36W	36	6	216	3000	648	167
2	Sala zabaw (103) (*)	LATTE LED 36W	36	3	108	3000	324	307

3	Łazienka (105) (*)	FIBRA LED 36W	36	2	72	1200	86,4	241
4	WC (106) (*)	FIBRA LED 19W	19	2	38	1200	45,6	205
5	Łazienka (107) (*)	FIBRA LED 36W	36	3	108	1200	129,6	221
6	Pok. mieszkalny (108)	SIGMA LED 51W	51	1	51	3000	153	199
7	Pok. mieszkalny (109)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	240
8	Pom socjalne (102)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	321
9	Pok. mieszkalny (110)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	240
10	Pok. mieszkalny (111)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	240
11	Pok. mieszkalny (112)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	240
12	Pok. mieszkalny (113)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	240
13	Pok. mieszkalny (114)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	240
14	Pok. mieszkalny (115)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	240
15	Pok. mieszkalny (116)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	240
16	Pok. mieszkalny (117)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	240
17	Pom socjalne (118)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	320
RAZEM				28	1033	-	2706,6	-

(*) – pomieszczenia z sterowanym oświetleniem

BUDYNEK NR 3

Tabela 4.9 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń (II piętro) 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]
II PIĘTRO								
1	Korytarz (201) (*)	LATTE LED 36W	36	6	216	3000	648	167

2	Sala zabaw (203) (*)	LATTE LED 36W	36	3	108	3000	324	307
3	Pok. mieszkalny (204)	SIGMA LED 51W	51	1	51	3000	153	200
4	Łazienka (205) (*)	FIBRA LED 36W	36	3	108	1200	129,6	205
5	WC (206) (*)	FIBRA LED 19W	19	2	38	1200	45,6	242
6	Łazienka (207) (*)	FIBRA LED 36W	36	2	72	1200	86,4	221
7	Pok. mieszkalny (202)	SIGMA LED 27W	27	1	27	3000	81	201
8	Pok. mieszkalny (209)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	204
9	Pok. mieszkalny (210)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	204
10	Pok. mieszkalny (211)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	204
11	Pok. mieszkalny (212)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	204
12	Pok. mieszkalny (213)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	204
13	Pok. mieszkalny (214)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	204
14	Pok. mieszkalny (215)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	204
15	Pok. mieszkalny (216)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	204
16	Pom socjalne (217)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	302
17	Pom socjalne (218)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	305
RAZEM				28	1020	-	2667,6	-

(*) – pomieszczenia z sterowanym oświetleniem

BUDYNEK NR 4

Tabela 4.10 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń (piwnica) 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]
PIWNICA								
1	Korytarz nr 1(*)	LATTE LED 36W	36	3	108	900	97,2	140

2	Korytarz nr 2(*)	LATTE LED 36W	36	2	72	900	64,8	132
3	Pom pomocnicze kuchnia (03)	LATTE LED 36W	36	1	36	1000	36	224
4	Pom pomocnicze kuchnia (04)	LATTE LED 36W	36	1	36	1000	36	223
5	Pom pomocnicze kuchnia (05)	LATTE LED 36W	36	1	36	1000	36	203
6	Pom pomocnicze kuchnia (06)	LATTE LED 36W	36	1	36	1000	36	203
7	Pom pomocnicze kuchnia (07)	LATTE LED 36W	36	1	36	1000	36	224
8	Pom pomocnicze kuchnia (08)	LATTE LED 36W	36	1	36	1000	36	224
9	Pom pomocnicze kuchnia (09)	LATTE LED 36W	36	1	36	1000	36	224
10	Pom pomocnicze kuchnia (10)	LATTE LED 36W	36	1	36	1000	36	224
11	Pom pomocnicze kuchnia (11)	LATTE LED 36W	36	2	72	1000	72	245
12	Pom pomocnicze kuchnia (12)	LATTE LED 36W	36	6	216	1000	216	299
RAZEM				21	756	-	738	-

(*) – pomieszczenia z sterowanym oświetleniem

BUDYNEK NR 4

Tabela 4.11 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń (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	Przedśionek(1) (*)	LATTE LED 19W	19	1	19	3000	57	123
2	Pom. Dyżurki(2)	LATTE LED 36W	36	2	72	5000	360	340

3	Kl. schodowa (od -1 do +3) (*)	LATTE LED 36W	36	5	180	3000	540	167
4	Korytarz (5) (*)	LATTE LED 36W	36	3	108	3000	324	135
5	P. socjalne (6a)	SIGMA LED 40W SIGMA LED 15W	40 15	2 1	95	2500	237,5	321
6	P. socjalne (6b)	SIGMA LED 40W	40	2	80	2500	200	321
7	P. socjalne (6c)	SIGMA LED 40W	40	2	80	2500	200	321
8	Pom socjalne (7)	SIGMA LED 40W	40	2	80	2500	200	321
9	Przedsiónek (8) (*)	LATTE LED 19W	19	1	19	3000	57	145
10	WC (9) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	277
11	WC (10) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	277
12	Łazienka (11) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	277
13	Łazienka (12) (*)	FIBRA LED 19W	19	2	38	1200	45,6	256
14	Łazienka (13) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	270
15	Stółówka (14)	FIBRA LED 36W	36	6	216	1000	216	225
16	Magazyn (15)	FIBRA LED 19W	19	1	19	1000	19	120
17	Magazyn (16)	FIBRA LED 19W	19	1	19	1000	19	119
18	Kuchnia (17)	FIBRA LED 36W	36	6	216	2500	540	506
19	Wydawnia (17a)	FIBRA LED 36W	36	2	72	2500	180	264
20	Przygotownia kuchnia (18)	FIBRA LED 36W	36	3	108	2500	270	534
21	Szatkia (19)	FIBRA LED 36W	36	1	36	2500	90	207
22	Łazienka (20) (*)	FIBRA LED 19W	19	1	19	1200	22,8	201
23	Korytarz (21) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1500	54	131
24	Zmywalka (22)	FIBRA LED 36W FIBRA LED 19W	36 19	2 2	110	2500	275	245
25	kl. schodowa (23) (*)	FIBRA LED 36W	36	2	72	1500	108	164
26	Pom odpadk(24)	FIBRA LED 19W	19	1	19	2500	47,5	261
27	Przedsiónek (25) (*)	FIBRA LED 19W	19	1	19	1500	28,5	261
RAZEM				57	1876	-	4263,7	-

(*) – pomieszczenia z sterowanym oświetleniem

BUDYNEK NR 4

Tabela 4.12 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń (I piętro) 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]
I PIĘTRO								
1	Korytarz (101) (*)	LATTE LED 36W	36	1	36	3000	108	115

2	Korytarz (104) (*)	LATTE LED 36W	36	2	72	3000	216	147
3	Korytarz (105) (*)	LATTE LED 36W	36	3	108	3000	324	145
4	Pedagog (122)	SIGMA LED 40W SIGMA LED 15W	40 15	1 1	65	2500	162,5	302
5	WC Pedagog(*)	FIBRA LED 19W	19	1	19	1200	22,8	201
6	Pokój (123)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	222
7	Fizykoterapia (124)	LATTE LED 36W	36	6	216	3000	648	532
8	Świetlica (125)	LATTE LED 36W	36	4	144	3000	432	365
9	Pokój (126)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	203
10	Pokój (127)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	201
11	Sala gimnastyczna	FIBRA LED 36W	36	8	288	3000	864	334
12	Zaplecze Sali gimnastycznej	FIBRA LED 36W	36	1	36	3000	108	204
13	Rehabilitacja	FIBRA LED 36W	36	3	108	3000	324	343
14	Łazienka (115) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	223
15	Łazienka (116) (*)	FIBRA LED 19W	19	2	38	1200	45,6	224
16	Łazienka (117) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	222
17	Łazienka (118) (*)	FIBRA LED 19W	19	2	38	1200	45,6	223
18	Łazienka (119) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	221
RAZEM				41	1396	-	3790,1	-

(*) – pomieszczenia z sterowanym oświetleniem

BUDYNEK NR 4

Tabela 4.13 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń (II piętro) 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]
II PIĘTRO								

1	Świetlica	LATTE LED 36W	36	2	72	3000	216	321
2	Korytarz (204) (*)	LATTE LED 36W	36	2	72	3000	216	147
3	Korytarz (205) (*)	LATTE LED 36W	36	4	144	3000	432	153
4	Pokój (226)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	215
5	Pokój (227)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	220
6	Pokój (228)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	201
7	Pokój (229)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	201
8	Sala konferen (230)	SIGMA LED 40W	40	4	160	2000	320	392
9	Pokój (231)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	219
10	Pokój (232)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	218
11	Pokój medyczny	SIGMA LED 40W SIGMA LED 15W	40 15	4 1	175	3000	525	521
12	Zaplecze pokój medyczny	SIGMA LED 27W	27	2	52	3000	156	305
13	Pok. mieszkalny (215)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	215
14	Pok. mieszkalny (216)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	201
15	Łazienka (217) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	223
16	Łazienka (218) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	223
17	Łazienka (219) (*)	BARI LED 14W	14	3	42	1200	50,4	205
18	Łazienka (220) (*)	FIBRA LED 19W	19	2	38	1200	45,6	223
19	Łazienka (221) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	223
RAZEM				35	1183	-	3050,6	-

(*) – pomieszczenia z sterowanym oświetleniem

BUDYNEK NR 4

Tabela 4.14 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń (III piętro) 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]
III PIĘTRO								

1	Korytarz nr 1(*)	LATTE LED 19W	19	4	76	3000	228	134
2	Korytarz nr 2(*)	LATTE LED 19W	19	1	19	3000	57	125
3	Korytarz nr 3(*)	LATTE LED 36W	36	1	36	3000	108	134
4	Korytarz nr 4(*)	LATTE LED 36W	36	1	36	3000	108	134
5	Łazienka (*)	FIBRA LED 19W	19	1	19	1200	22,8	202
6	Pok. mieszkalny (304)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	205
7	Pok. mieszkalny (305)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	207
8	Pok. mieszkalny (306)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	206
9	Pok. mieszkalny (307)	SIGMA LED 27W	27	2	52	3000	156	210
10	Pok. mieszkalny (308)	SIGMA LED 27W	27	2	52	3000	156	224
11	Łazienka (*)	FIBRA LED 19W	19	1	19	1200	22,8	202
12	Pok. mieszkalny (309)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	205
13	Pok. mieszkalny (310)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	207
14	Pok. mieszkalny (311)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	206
15	Pok. mieszkalny (312)	SIGMA LED 40W	40	1	40	3000	120	207
16	Pokój poddasze nr 1	SIGMA LED 27W	27	2	52	2000	104	200
17	Pokój poddasze nr 2	SIGMA LED 40W	40	1	40	2000	80	205
18	Pokój komp nr 1	SIGMA LED 51W	51	2	102	3000	306	514
19	Pokój komp nr 2	SIGMA LED 51W	51	2	102	3000	306	514
20	Pokój komp nr 3	SIGMA LED 51W	51	1	51	3000	153	502
21	Przedpokój (*)	LATTE LED 19W	19	1	19	1800	34,2	125
22	Łazienka (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1200	43,2	206
RAZEM				30	991	-	2725	-

(*) – pomieszczenia z sterowanym oświetleniem

Tabela 4.15 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń po modernizacji

L.p.	Rodzaj pomieszczenia	Moc całkowita instalowana Pi [W]	Zużycie energii całkowite/rok [kWh/rok]
BUDYNEK NR 1			

1	Piwnica	332	567,2
2	Parter	1 876	4 940
3	I Piętro	1 063	2 378,7
4	II Piętro	1 048	2 294,4
RAZEM		4 319	10 180,3

BUDYNEK NR 2			
1	Parter	689	1 523,5
2	I Piętro	710	1 684
RAZEM		1 399	3 207,5

BUDYNEK NR 3			
1	Parter	1 156	2 991,8
2	I Piętro	1 033	2 706,6
3	II Piętro	1 020	2 667,6
RAZEM		3 209	8 366

BUDYNEK NR 4			
1	Piwnica	756	738
2	Parter	1 876	4 263,7
3	I Piętro	1 396	3 790,1
4	II Piętro	1 183	3 050,6
5	III Piętro	991	2 725
RAZEM		6 202	14 567,4

5. ANALIZA WYNIKÓW I OCENA EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

Tabela 5.1 Zestawienie wyników instalacji oświetleniowej po modernizacji oraz istniejącego oświetlenia

Wybrany sposób oświetlenia	Oświetlenie stan istniejący	Oświetlenie po modernizacji oświetleniem	Oszczędność po modernizacji oświetlenia [%]
BUDYNEK NR 1			
Moc całkowita Pi [W]	8 489	4 319	49%
Zużycie energii całkowite/rok [kWh/rok]	26 399,5	10 180,3	61%
BUDYNEK NR 2			
Moc całkowita Pi [W]	3 228	1 399	57%
Zużycie energii całkowite/rok [kWh/rok]	8 070	3 207,5	60%
BUDYNEK NR 3			
Moc całkowita Pi [W]	6 408	3 209	50%
Zużycie energii całkowite/rok [kWh/rok]	20 658	8 366	60%
BUDYNEK NR 4			
Moc całkowita Pi [W]	16 559	6 202	62%
Zużycie energii całkowite/rok [kWh/rok]	44 715	14 567,4	67%

Jak wynika z tabeli 5.1 wymiana opraw oświetleniowych zapewnia oszczędności energii elektrycznej od 60% do 67% zużywanej energii elektrycznej na potrzeby istniejącego oświetlenia.

5.1 Charakterystyka finansowa wymiany oświetlenia

Tabela 5.1 Koszt wymiany opraw oświetleniowych **BUDYNEK NR 1**

L.p.	Typ oprawy oświetleniowej	Producent	Ilość [szt.]	Cena jednostkowa brutto	Cena całkowita [zł]
------	---------------------------	-----------	--------------	-------------------------	---------------------

				[zł]	
1	SIGMA LED 51W MPRM Tk =4000K	PLEXIFORM	1	583,00	583,00
2	SIGMA LED 40W MPRM Tk =4000K	PLEXIFORM	17	411,00	6 987,00
3	SIGMA LED 27W MPRM Tk =4000K	PLEXIFORM	16	370,00	5 920,00
4	SIGMA LED 15W MPRM Tk =4000K	PLEXIFORM	16	218,00	3 488,00
5	LATTE LED 36W Tk =4000K	PLEXIFORM	41	339,00	13 899,00
6	FIBRA LED 36W Tk =4000K	PLEXIFORM	40	309,00	12 360,00
7	Czujnik DUO	OSRAM	12	312,00	3 744,00
8	Czujnik SLICK JQ-L	KANLUX	26	35,00	910,00
9	Automat schodowy ASM-01	ZAMEL	2	250,00	500,00
10	KOSZT ROBOCIZNY I OKABLOWANIA		131	200	26 200,00
				RAZEM	71 103,00

Tabela 5.2 Charakterystyka finansowa wymiany opraw oświetleniowych **BUDYNEK NR 1**

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]
1	71 103,00	16 219	0,595	9 650

Czas zwrotu inwestycji 7,37 roku.

BUDYNEK NR 2

Tabela 5.3 Koszt wymiany opraw oświetleniowych **BUDYNEK NR 2**

L.p.	Typ oprawy oświetleniowej	Producent	Ilość [szt.]	Cena jednostkowa brutto	Cena całkowita [zł]
------	------------------------------	-----------	-----------------	----------------------------	------------------------

				[zł]	
1	SIGMA LED 51W MPRM Tk =4000K	PLEXIFORM	9	583,00	5 247,00
2	SIGMA LED 40W MPRM Tk =4000K	PLEXIFORM	4	411,00	1 644,00
3	LATTE LED 36W Tk =4000K	PLEXIFORM	6	339,00	2 034,00
4	FIBRA LED 36W Tk =4000K	PLEXIFORM	12	309,00	3 708,00
5	FIBRA LED 19W Tk =4000K	PLEXIFORM	1	219,00	219,00
6	LATTE LED 19W Tk =4000K	PLEXIFORM	3	248,00	744,00
7	VIP LED 28W Tk =4000K	PLEXIFORM	2	382,00	764,00
8	Czujnik DUO	OSRAM	4	312,00	936,00
9	Czujnik SLICK JQ-L	KANLUX	4	35,00	140,00
10	Automat schodowy ASM-01	ZAMEL	1	250,00	250,00
11	KOSZT ROBOCIZNY I OKABLOWANIA		37	200	7 400,00
				RAZEM	23 086,00

Tabela 5.4 Charakterystyka finansowa wymiany opraw oświetleniowych **BUDYNEK NR 2**

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]
1	23 086,00	4 862,5	0,595	2 893

Czas zwrotu inwestycji 7,98 roku.

Tabela 5.4 Koszt wymiany opraw oświetleniowych **BUDYNEK NR 3**

L.p.	Typ oprawy oświetleniowej	Producent	Ilość [szt.]	Cena jednostkowa brutto [zł]	Cena całkowita [zł]
------	------------------------------	-----------	-----------------	------------------------------------	------------------------

1	SIGMA LED 51W MPRM Tk =4000K	PLEXIFORM	7	583,00	4 081,00
2	SIGMA LED 40W MPRM Tk =4000K	PLEXIFORM	25	411,00	10 275,00
3	SIGMA LED 27W MPRM Tk =4000K	PLEXIFORM	1	370,00	370,00
4	FIBRA LED 19W Tk =4000K	PLEXIFORM	7	219,00	1 533,00
5	LATTE LED 36W Tk =4000K	PLEXIFORM	31	339,00	10 509,00
6	FIBRA LED 36W Tk =4000K	PLEXIFORM	16	309,00	4 944,00
7	Czujnik DUO	OSRAM	9	312,00	2 808,00
8	Czujnik SLICK JQ-L	KANLUX	10	35,00	350,00
9	Automat schodowy ASM-01	ZAMEL	1	250,00	250,00
10	KOSZT ROBOCIZNY I OKABLOWANIA		87	200	17 400,00
				RAZEM	52 520,00

Tabela 5.5 Charakterystyka finansowa wymiany opraw oświetleniowych **BUDYNEK NR 3**

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]
1	52 520,00	12 292	0,595	7 313

Czas zwrotu inwestycji 7,18 roku.

Tabela 5.6 Koszt wymiany opraw oświetleniowych **BUDYNEK NR 4**

L.p.	Typ oprawy oświetleniowej	Producent	Ilość [szt.]	Cena jednostkowa brutto [zł]	Cena całkowita [zł]
------	------------------------------	-----------	-----------------	------------------------------------	------------------------

1	SIGMA LED 51W MPRM Tk =4000K	PLEXIFORM	5	583,00	2 915,00
2	SIGMA LED 40W MPRM Tk =4000K	PLEXIFORM	36	411,00	14 796,00
3	SIGMA LED 27W MPRM Tk =4000K	PLEXIFORM	8	370,00	2 960,00
4	SIGMA LED 15W MPRM Tk =4000K	PLEXIFORM	3	218,00	654,00
5	FIBRA LED 19W Tk =4000K	PLEXIFORM	18	219,00	3 942,00
6	LATTE LED 36W Tk =4000K	PLEXIFORM	57	339,00	19 323,00
7	FIBRA LED 36W Tk =4000K	PLEXIFORM	46	309,00	14 214,00
8	LATTE LED 19W Tk =4000K	PLEXIFORM	8	248,00	1 984,00
9	BARI LED 14W	PLEXIFORM	3	219	657,00
10	Czujnik DUO	OSRAM	24	312,00	7 488,00
11	Czujnik SLICK JQ-L	KANLUX	30	35,00	1 050,00
12	Automat schodowy ASM-01	ZAMEL	2	250,00	500,00
13	KOSZT ROBOCIZNY I OKABLOWANIA		184	200	36 800,00
				RAZEM	107 283,00

Tabela 5.7 Charakterystyka finansowa wymiany opraw oświetleniowych **BUDYNEK NR 4**

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]
1	107 283	30 147,60	0,595	17 937

Czas zwrotu inwestycji 5,98 roku.

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. Czas zwrotu z inwestycji wynosi od 5,98 roku do 7,98 roku. Zmodernizowane oświetlenie znacząco zwiększa natężenie oświetlenia, poprawia jakość oświetlenia i komfort użytkowania.

Należy również wziąć pod uwagę możliwość zastosowania energii odnawialnej dla instalacji oświetleniowej np. panele fotowoltaiczne. Dla zapewnienia zasilania w energię elektryczną instalacji oświetleniowej o mocy instalowanej $P_i = 4,3$ kW dla budynku nr 1, należałoby zainstalować panele fotowoltaiczne o mocy $P_i = 11$ kW. Dla zapewnienia zasilania w energię elektryczną instalacji oświetleniowej o mocy instalowanej $P_i = 1,4$ kW dla budynku nr 2, należałoby zainstalować panele fotowoltaiczne o mocy $P_i = 3,25$ kW. Dla zapewnienia zasilania w energię elektryczną instalacji oświetleniowej o mocy instalowanej $P_i = 3,2$ kW dla budynku nr 3, należałoby zainstalować panele fotowoltaiczne o mocy $P_i = 8,5$ kW. Dla zapewnienia zasilania w energię elektryczną instalacji oświetleniowej o mocy instalowanej $P_i = 6,2$ kW dla budynku nr 4, należałoby zainstalować panele fotowoltaiczne o mocy $P_i = 15$ kW.

Różnica pomiędzy mocą instalowaną oświetlenia, a mocą instalowaną paneli fotowoltaicznych wynika z faktu, iż z 1 kW mocy instalowanej panelu fotowoltaicznego można maksymalnie uzyskać ok. 1050 kWh/rok energii elektrycznej. System instalacji fotowoltaicznej dla budynku nr 1 składałby się z 44 paneli fotowoltaicznych o mocy 250 W (o wymiarach 1,67m x 1,01 m), dla budynku nr 2 składałby się z 13 paneli fotowoltaicznych o mocy 250 W (o wymiarach 1,67m x 1,01 m), dla budynku nr 3 składałby się z 34 paneli fotowoltaicznych o mocy 250 W (o wymiarach 1,67m x 1,01 m), dla budynku nr 4 składałby się z 60 paneli fotowoltaicznych o mocy 250 W (o wymiarach 1,67m x 1,01 m).

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