

AUDYT WYDAJNOŚCI ENERGETYCZNEJ OŚWIETLENIA

**ZESPOŁU BUDYNKÓW DOMU POMOCY
SPOŁECZNEJ
W GÓRZE KALWARII PRZY UL. SZPITALNEJ 1
BUDYNEK NR 4**

WYKONAŁ :

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

Warszawa, październik 2015 r

Spis treści:

- MAPA OBIEKTU Z ZAZNACZONYM BUDYNKIEM	3
1. WYMAGANIA OŚWIETLENIOWE DLA BUDYNKÓW UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ.....	4
1.1. Wyjaśnienie podstawowych parametrów oświetleniowych	4
1.2. Inwentaryzacja oświetlenia	4
2. ANALIZA ISTNIEJĄCEJ INSTALACJI OŚWIETLENIA	5
2.1 Zestawienie zbiorcze istniejącego oświetlenia	5
3. OPRACOWANIE STRATEGII PROWADZĄCYCH DO POPRAWY WYDAJNOŚCI ENERGETYCZNEJ OŚWIETLENIA	11
3.1 Wybór i charakterystyka sprzętu oświetleniowego	11
3.2 Wybór systemu konserwacji	11
3.3 Zestawienie zbiorcze oświetlenia po modernizacji	12
4. ANALIZA WYNIKÓW I OCENA EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ	17
4.1 Charakterystyka finansowa wymiany oświetlenia	18
4.2 Wnioski	19
LITERATURA.....	19

1. WYMAGANIA OŚWIETLENIOWE DLA BUDYNKÓW UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ

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

Tabela nr 1.1

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

1.1. Wyjaśnienie podstawowych parametrów oświetleniowych

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

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

Jednostką natężenia oświetlenia jest lux [lx].

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

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

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

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

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

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

2. ANALIZA ISTNIEJĄCEJ INSTALACJI OŚWIETLENIA

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

2.1 Zestawienie wyników istniejącego oświetlenia w budynku nr 4

Tabela nr 2.1 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń **budynek nr 4** (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	Magazyn (39)	Plafon 2x11W	24	2	48	1000	48
2	WC (40)	Plafon 2x11W	24	1	24	1500	36
3	Szatnia personelu (41)	Oprawa 2x18W	40	2	80	1000	80
4	Pokój terapeutyczny (42)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	2500	247,5
5	Pokój terapeutyczny (43)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	2500	247,5
6	Pokój terapii zajęciowej (44)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	2500	247,5
7	Pokój terapii zajęciowej (45)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	2500	247,5
8	WC (46)	Plafon 2x11W	24	1	24	1500	36
9	WC (47)	Plafon 2x11W	24	2	48	1500	72
10	Szatnia pracow (48)	Oprawa 2x18W	40	2	80	1000	80
11	WC (49)	Plafon 2x11W	24	1	24	1500	36
12	Szatnia (50)	Oprawa 2x18W	40	2	80	1000	80
13	Magazyn (51)	Oprawa 2x18W	40	2	80	1000	80
14	Pralnia (52)	Plafon 2x11W	24	4	96	1000	96
15	WC (53)	Plafon 2x11W	24	2	48	1000	48
16	Pom. porząd. (54)	Plafon 2x11W	24	1	24	1000	24
17	Węzeł ciepły (55)	Plafon 2x11W	24	1	24	500	12
18	Pokój terapii zajęciowej (56)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	2500	247,5
19	Fizykoterapia (57)	Oprawa 2x36W	79	6	474	2500	1185
20	Fizykoterapia (58)	Plafon 2x11W	24	5	120	2500	300
21	Zaplecze pokoju Terap. (59)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	2500	247,5
22	Pokój terapeutyczny (60)	Oprawa 2x36W	79	8	632	2500	1580
23	Gabinet Terapeutyczny (61)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	2500	247,5
24	Magazyn Odzieży (62)	Oprawa 2x36W	79	2	158	1000	158
25	Magazyn Odzieży (63)	Oprawa 2x36W	79	2	158	1000	158
26	Pralnia (64)	Plafon 2x11W	24	4	96	1000	96
27	Korytarz (66)	Oprawa 2x36W	79	8	632	4000	2528
28	Korytarz (67)	Oprawa 2x36W	79	7	553	4000	2212
RAZEM :				72	4 196	-	10 677,5

Tabela nr 2.2 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń **budynek nr 4** (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	Oprawa 2x36 W	79	5	395	5000	1975
2	Wiatrołap	Plafon 2x11W	24	1	24	5000	120
3	Pokój oddziałowej	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
4	Korytarz	Oprawa 2x36 W	79	6	474	5000	2370
5	Pokój mieszkalny nr 3	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
6	Łazienka nr 3	Plafon 2x11W	24	1	24	1500	36
7	Magazyn	Plafon 2x11W	24	1	24	1000	24
8	Pokój mieszkalny nr 4	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
9	Łazienka nr 4	Plafon 2x11W	24	1	24	1500	36
10	Kuchnia	Oprawa 2x36 W	79	2	158	3000	474
11	Zmywalnia	Oprawa 2x36 W	79	1	79	3000	237
12	Jadalnia- Świetlica	Oprawa 2x36 W	79	4	316	3000	948
13	Pokój mieszkalny nr 9	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
14	Łazienka nr 9	Plafon 2x11W	24	2	48	1500	72
15	Pokój mieszkalny nr11	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
16	Łazienka nr 11	Plafon 2x11W	24	1	24	1500	36
17	Klatka schodowa (15)	Oprawa 2x36 W	79	5	395	5000	1975
18	Magazyn	Oprawa 2x36 W	79	2	158	1000	158
19	Pokój mieszkalny nr13	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
20	Łazienka nr 13	Plafon 2x11W	24	1	24	1500	36
21	Korytarz	Oprawa 2x36W	79	5	395	5000	1975
22	Łazienka	Plafon 2x11W	24	2	48	1500	72
23	Magazyn	Plafon 2x11W	24	1	24	1000	24

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							
24	Pokój mieszkalny nr12	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
25	Łazienka nr 12	Plafon 2x11W	24	2	48	1500	72
26	Pokój mieszkalny nr10	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
27	Łazienka nr 10	Plafon 2x11W	24	1	24	1500	36
28	Łazienka	Plafon 2x11W	24	2	48	1500	72
29	Pokój zabiegowy	Oprawa 2x36 W	79	3	237	3000	711
30	Pokój mieszkalny nr 8	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
31	Pokój mieszkalny nr 7	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
32	Przedpokój	Plafon 2x11W	24	1	24	3000	72
33	Łazienka	Plafon 2x11W	24	1	24	1500	36
34	Pokój mieszkalny nr 6	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
35	Pokój mieszkalny nr 5	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
36	Przedpokój	Plafon 2x11W	24	1	24	3000	72
37	Łazienka	Plafon 2x11W	24	2	48	1500	72
38	Pokój mieszkalny nr 2	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
39	Pokój mieszkalny nr 1	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
40	Przedpokój	Plafon 2x11W	24	1	24	3000	72
41	Łazienka	Plafon 2x11W	24	2	48	3000	144
42	Pokój socjalny	Żyrandol 5x18W	99	1	99	2000	198
RAZEM :				72	4 668	-	16 283,0

Tabela nr 2.3 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń **budynek nr 4** (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 oddziałowej	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
2	Pokój socjalnej	Plafon 2x11W	24	1	24	3000	72
3	Korytarz	Oprawa 2x36 W	79	6	474	5000	2370
4	Pokój mieszkalny nr 6	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
5	Łazienka nr 6	Plafon 2x11W	24	1	24	1500	36
6	Magazyn	Plafon 2x11W	24	1	24	1000	24
7	Pokój mieszkalny nr 10	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
8	Łazienka nr 10	Plafon 2x11W	24	1	24	1500	36
9	Kuchnia	Oprawa 2x36 W	79	2	158	3000	474
10	Zmywalnia	Oprawa 2x36 W	79	1	79	3000	237
11	Jadalnia- Świetlica	Oprawa 2x36 W	79	4	316	3000	948
12	Pokój mieszkalny nr 14	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
13	Łazienka nr 14	Plafon 2x11W	24	2	48	1500	72
14	Pokój mieszkalny nr18	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
15	Łazienka nr 18	Plafon 2x11W	24	1	24	1500	36
16	Magazyn	Oprawa 2x36 W	79	2	158	1000	158
17	Pokój mieszkalny nr22	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
18	Łazienka nr 22	Plafon 2x11W	24	1	24	1500	36
19	Korytarz	Oprawa 2x36 W	79	5	395	5000	1975
20	Łazienka	Plafon 2x11W	24	2	48	1500	72
21	Magazyn	Plafon 2x11W	24	1	24	1000	24
22	Pokój mieszkalny nr19	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
23	Łazienka nr 19	Plafon 2x11W	24	2	48	1500	72

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							
24	Pokój mieszkalny nr17	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
25	Łazienka nr 17	Plafon 2x11W	24	1	24	1500	36
26	Łazienka	Plafon 2x11W	24	2	48	1500	72
27	Pokój zabiegowy	Oprawa 2x36 W	79	3	237	3000	711
28	Pokój mieszkalny nr 13	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
29	Pokój mieszkalny nr 11	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
30	Przedpokój	Plafon 2x11W	24	1	24	3000	72
31	Łazienka	Plafon 2x11W	24	1	24	1500	36
32	Pokój mieszkalny nr 9	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
33	Pokój mieszkalny nr 7	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
34	Przedpokój	Plafon 2x11W	24	1	24	3000	72
35	Łazienka	Plafon 2x11W	24	2	48	1500	72
36	Pokój mieszkalny nr 5	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
37	Pokój mieszkalny nr 3	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
38	Przedpokój	Plafon 2x11W	24	1	24	3000	72
39	Łazienka	Plafon 2x11W	24	2	48	3000	144
40	Pokój socjalny	Żyrandol 5x18W	99	1	99	2000	198
RAZEM :				62	3 779	-	11 988,0

Tabela nr 2.4 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

3. OPRACOWANIE STRATEGII PROWADZĄCYCH DO POPRAWY WYDAJNOŚCI ENERGETYCZNEJ OŚWIETLENIA

3.1 Wybór i charakterystyka sprzętu oświetleniowego

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

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

3.2 Wybór systemu konserwacji

Przyjęty system konserwacji przewiduje :

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

Współczynnik konserwacji $k = 0,80$

3.3 Zestawienie wyników oświetlenia w budynku nr 4 po modernizacji oświetlenia

Tabela nr 3.1 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń **BUDYNEK nr 4 (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	Magazyn (39)	FIBRA LED 19W	19	2	38	1000	38	112
2	WC (40)(*)	FIBRA LED 19W	19	1	19	900	17,1	224
3	Szatnia perso (41)	LATTE LED36W	36	1	36	1000	36	221
4	Pokój terapeutyczny (42)	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	2	81	2500	202,5	360
5	Pokój terapeutyczny (43)	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	3	121,5	2500	303,75	352
6	Pokój terapii zajęciowej (44)	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	2	54	2500	135	356
7	Pokój terapii zajęciowej (45)	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	3	121,5	2500	303,75	335
8	WC (46)(*)	FIBRA LED 19W	19	1	19	900	17,1	201
9	WC (47)(*)	FIBRA LED 19W	19	2	38	900	34,2	226
10	Szatnia pracow (48)	LATTE LED52W	52	1	52	1000	52	205
11	WC (49)(*)	FIBRA LED 19W	19	1	19	900	17,1	203
12	Szatnia (50)	LATTE LED36W	36	1	36	1000	36	221
13	Magazyn (51)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1000	36	111
14	Pralnia (52)	FIBRA LED 44W	44	2	88	1000	88	201
15	WC (53)(*)	FIBRA LED 19W	19	2	38	600	22,8	200
16	Pom. porząd. (54)	FIBRA LED 19W	19	1	19	1000	19	200
17	Węzeł cieplny (55)	FIBRA LED 19W	19	1	19	500	9,5	200
18	Pokój terapii zajęciowej (56)	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	2	81	2500	202,5	385
19	Fizykoterapia (57)	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	4	162	2500	405	501
20	Fizykoterapia (58)	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	4	162	2500	405	525
21	Zaplecze pokoju Terap. (59)	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	2500	67,5	200
22	Pokój terapeutyczny (60)	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	10	405	2500	1012,5	502
23	Gabinet Terapeutyczny (61)	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	2	81	2500	202,5	501
24	Mag. Odzieży (62)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1000	36	105
25	Mag. Odzieży (63)	FIBRA LED 44W	44	1	44	1000	44	112
26	Pralnia (64)	FIBRA LED 36W	36	2	72	1000	72	203
27	Korytarz (66)(*)	LATTE LED19W	19	5	95	2400	228	121
28	Korytarz (67)(*)	LATTE LED19W	19	5	95	2400	228	121
RAZEM				64	2095	-	4270,8	-

(*) - sterowanie oświetleniem

Tabela nr 3.2 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń **BUDYNEK nr 4** (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 (*)	LATTE LED 36W	36	5	180	3000	540	165
2	Wiatrołap (*)	LATTE LED 19W	19	1	19	3000	57	158
3	Pokój oddziałowej	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	2	54	3000	162	314
4	Korytarz (*)	LATTE LED 19W	19	7	133	3000	399	111
5	Pokój mieszkalny nr 3	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	180
6	Łazienka nr 3 (*)	FIBRA LED 19W	19	1	19	900	17,1	201
7	Magazyn	FIBRA LED 19W	19	1	19	1000	19	203
8	Pokój mieszkalny nr 4	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	180
9	Łazienka nr 4 (*)	FIBRA LED 19W	19	1	19	900	17,1	201
10	Kuchnia	LATTE LED 52W	52	2	104	3000	312	523
11	Zmywalnia	LATTE LED 36W	36	1	36	3000	108	213
12	Jadalnia- Świetlica	LATTE LED 36W	36	4	144	3000	432	305
13	Pokój mieszkalny nr 9	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	2	54	3000	162	212
14	Łazienka nr 9 (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	900	32,4	223
15	Pokój mieszkalny nr11	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	178
16	Łazienka nr 11 (*)	FIBRA LED 19W	19	1	19	900	17,1	215
17	Klatka schodowa (15) (*)	LATTE LED 36W	36	5	180	3000	540	165
18	Magazyn	FIBRA LED 19W	19	1	19	1000	19	170
19	Pokój mieszkalny nr13	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	212
20	Łazienka nr 13 (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	900	32,4	223
21	Korytarz (*)	LATTE LED 19W	19	4	76	3000	228	104
22	Łazienka (*)	FIBRA LED 19W	19	2	38	900	34,2	221
23	Magazyn	FIBRA LED 19W	19	1	19	1000	19	220

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								
24	Pokój mieszkalny nr12	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	2	54	3000	162	203
25	Łazienka nr 12 (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	900	32,4	221
26	Pokój mieszkalny nr10	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	175
27	Łazienka nr 10 (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	900	32,4	221
28	Łazienka (*)	FIBRA LED 19W	19	1	19	900	17,1	201
29	Pokój socjalny	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	2	81	3000	243	352
30	Pokój mieszkalny nr 8	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	180
31	Pokój mieszkalny nr 7	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	185
32	Przedpokój (*)	LATTE LED 19W	19	1	19	1800	34,2	135
33	Łazienka (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	900	32,4	221
34	Pokój mieszkalny nr 6	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	201
35	Pokój mieszkalny nr 5	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	185
36	Przedpokój (*)	LATTE LED 19W	19	1	19	1800	34,2	135
37	Łazienka (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	900	32,4	221
38	Pokój mieszkalny nr 2	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	180
39	Pokój mieszkalny nr 1	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	201
40	Przedpokój (*)	LATTE LED 19W	19	1	19	1800	34,2	135
41	Łazienka(*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1800	64,8	221
42	Pokój socjalny	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	1	40,5	2000	81	301
RAZEM				68	1932,5	-	4838,4	-

(*) - sterowanie oświetleniem

Tabela nr 3.3 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń **BUDYNEK nr 4** (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 oddziałowej	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	1	40,5	3000	121,5	305
2	Pokój socjalnej	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	311
3	Korytarz (*)	LATTE LED 19W	19	7	133	3000	399	111
4	Pokój mieszkalny nr 6	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	180
5	Łazienka nr 6 (*)	FIBRA LED 19W	19	1	19	900	17,1	201
6	Magazyn	FIBRA LED 19W	19	1	19	1000	19	203
7	Pokój mieszkalny nr 10	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	180
8	Łazienka nr 10 (*)	FIBRA LED 19W	19	1	19	900	17,1	201
9	Kuchnia	LATTE LED 52W	52	2	104	3000	312	523
10	Zmywalnia	LATTE LED 36W	36	1	36	3000	108	213
11	Jadalnia- Świetlica	LATTE LED 36W	36	4	144	3000	432	305
12	Pokój mieszkalny nr 14	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	2	54	3000	162	212
13	Łazienka nr 14 (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	900	32,4	223
14	Pokój mieszkalny nr18	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	178
15	Łazienka nr 18 (*)	FIBRA LED 19W	19	1	19	1500	28,5	215
16	Magazyn	FIBRA LED 19W	19	1	19	1000	19	170
17	Pokój mieszkalny nr22	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	212
18	Łazienka nr 22 (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	900	32,4	223
19	Korytarz (*)	LATTE LED 19W	19	4	76	3000	228	104
20	Łazienka (*)	FIBRA LED 19W	19	2	38	900	34,2	221
21	Magazyn	FIBRA LED 19W	19	1	19	1000	19	220
22	Pokój mieszkalny nr19	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	2	54	3000	162	203
23	Łazienka nr 19 (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	900	32,4	221

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								
24	Pokój mieszkalny nr17	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	175
25	Łazienka nr 17 (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	900	32,4	221
26	Łazienka (*)	FIBRA LED 19W	19	1	19	900	17,1	201
27	Pokój zabiegowy	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	3	121,5	3000	364,5	501
28	Pokój mieszkalny nr 13	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	180
29	Pokój mieszkalny nr 11	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	185
30	Przedpokój (*)	LATTE LED 19W	19	1	19	1800	34,2	135
31	Łazienka (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	900	32,4	221
32	Pokój mieszkalny nr 9	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	201
33	Pokój mieszkalny nr 7	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	185
34	Przedpokój (*)	LATTE LED 19W	19	1	19	1800	34,2	135
35	Łazienka (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	900	32,4	221
36	Pokój mieszkalny nr 5	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	180
37	Pokój mieszkalny nr 3	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	201
38	Przedpokój (*)	LATTE LED 19W	19	1	19	1800	34,2	135
39	Łazienka (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1800	64,8	221
40	Pokój socjalny	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	1	40,5	2000	81	301
RAZEM				58	1607,5	-	3874,8	-

(*) - sterowanie oświetleniem

3.4 Zestawienie zbiorcze oświetlenia w budynku nr 4 po modernizacji oświetlenia

Tabela nr 3.4 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 elektrycznej za oświetlenie na rok [zł/rok]	Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia LENI [kWh/m ² ·rok]	Powierzchnia pomieszczeń wyposażonych w system instalacji oświetlenia A _L [m ²]
1	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	0,595 zł	7 725,48 zł	5,96	2 179,86

4. ANALIZA WYNIKÓW I OCENA EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

Tabela 4.1 Zestawienie wyników istniejącej instalacji oświetleniowej oraz po modernizacji oświetlenia

Wybrany sposób oświetlenia	Oświetlenie stan istniejący	Oświetlenie po modernizacji	Oszczędność energii elektrycznej po modernizacji	Oszczędność energii elektrycznej po modernizacji oświetlenia [%]	Oszczędność finansowa po modernizacji oświetlenia [zł/rok]
Moc całkowita Pi [W]	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

Jak wynika z tabeli 4.1 wymiana opraw oświetleniowych oraz zastosowanie lokalnego sterowania oświetleniem zapewnia oszczędności energii elektrycznej w wysokości 25 964,5 kWh w stosunku rocznym co stanowi 66,66% zużywanej energii elektrycznej na potrzeby istniejącego oświetlenia. Wymiana opraw oświetleniowych zmniejszy o 15 448,88 zł roczne koszty energii elektrycznej.

4.1 Charakterystyka finansowa wymiany oświetlenia

Tabela 4.2 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	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		190	200,00	38 000,00
			RAZEM		105 737,00

Tabela 4.3 Charakterystyka finansowa wymiany opraw oświetleniowych

L.p.	Koszt modernizacji oświetlenia [zł]	Ilość zaoszczędzonej energii/rok [kWh/rok]	Cena energii elektrycznej za 1 kWh [zł]	Kwota oszczędności na energii elektrycznej/rok [zł]	Czas zwrotu z inwestycji t [rok]
1	105 737,00	25 964,50	0,595	15 448,88	6,84

Czas zwrotu inwestycji 6,84 roku.

4.2. Wnioski

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

W audycie wykazano korzyści wynikające z modernizacji istniejącego oświetlenia przy jednoczesnym spełnieniu wymagań normatywnych. Jak wykazano, należy modernizować nieefektywne oświetlenie, co przyczynia się do dużych oszczędności. Koszt wymiany oświetlenia zwróci się już po 6,84 roku, a roczny rachunek za energię elektryczną zmniejszy się o 15 448 zł.

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

Zmodernizowane oświetlenie poprawia jakość oświetlenia i komfort użytkowania. Poprzez zastosowanie systemów sterowania oświetleniem ułatwia użytkowanie instalacji oświetleniowej. Zmodernizowane oświetlenie cechuje 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