

AUDYT WYDAJNOŚCI ENERGETYCZNEJ OŚWIETLENIA

**ZESPOŁU BUDYNKÓW DOMU POMOCY
SPOŁECZNEJ
W GÓRZE KALWARII PRZY UL. SZPITALNEJ 1
BUDYNEK NR 5**

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 5

Tabela nr 2.1 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń **budynek nr 5** (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)	Palfon 2x11W	24	2	48	1000	48
2	WC (40)	Palfon 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)	Palfon 2x11W	24	1	24	1500	36
9	WC (47)	Palfon 2x11W	24	2	48	1500	72
10	Szatnia pracow (48)	Oprawa 2x18W	40	2	80	1000	80
11	WC (49)	Palfon 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)	Palfon 2x11W	24	4	96	1000	96
15	WC (53)	Palfon 2x11W	24	2	48	1000	48
16	Pom. porząd. (54)	Palfon 2x11W	24	1	24	1000	24
17	Węzeł ciepły (55)	Palfon 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)	Palfon 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)	Palfon 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 5** (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 (1)	Oprawa 2x36 W	79	5	395	5000	1975
2	Wiatrołap (2)	Palfon 2x11W	24	1	24	5000	120
3	Pokój oddziałowej (3)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
4	Korytarz (4)	Oprawa 2x36 W	79	6	474	5000	2370
5	Pokój mieszkalny (5)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
6	Pokój mieszkalny (6)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
7	Pokój mieszkalny (7)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
8	Kuchnia (8)	Oprawa 2x36 W	79	2	158	2500	395
9	Zmywalnia (9)	Oprawa 2x36 W	79	1	79	2500	197,5
10	Jadalnia- Świetlica (10)	Oprawa 2x36 W	79	4	316	3000	948
11	Pokój socjalny (11)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
12	Pokój mieszkalny (12)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
13	Pokój mieszkalny (13)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
14	Pokój mieszkalny (14)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
15	Klatka schodowa (15)	Oprawa 2x36 W	79	5	395	5000	1975
16	Palarnia (16)	Oprawa 2x36 W	79	2	158	2000	316
17	Łazienka (17)	Palfon 2x11W	24	4	96	3000	288
18	Korytarz (18)	Oprawa 2x36 W	79	5	395	5000	1975
19	Sanitariat (20)	Palfon 2x11W	24	4	96	3000	288
20	Natryski (21)	Palfon 2x11W	24	2	48	3000	144
21	Łazienka (22)	Palfon 2x11W	24	2	48	3000	144
22	Pokój mieszkalny (23)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
23	Pokój mieszkalny (24)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297

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 (25)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
25	Pokój mieszkalny (26)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
26	Przedpokój (27)	Palfon 2x11W	24	1	24	3000	72
27	Łazienka (28)	Palfon 2x11W	24	1	24	3000	72
28	Pokój mieszkalny (29)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
29	Pokój mieszkalny (30)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
30	Pokój mieszkalny (31)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
31	wc personelu (32)	Palfon 2x11W	24	2	48	2000	96
32	Pokój socjalny (33)	Palfon 2x11W	24	2	48	3000	144
33	Pokój mieszkalny (34)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
34	Pokój mieszkalny (35)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
35	Gabinet zabiegowy (36)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
36	Sanitariat (38)	Palfon 2x11W	24	7	168	3000	504
37	Pom. porząd.(39)	Palfon 2x11W	24	1	24	1000	24
RAZEM :				75	4 800	-	17 393,5

Tabela nr 2.3 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń **budynek nr 5** (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 (1)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
2	Pokój socjalnej (2)	Palfon 2x11W	24	1	24	3000	72
3	Pokój mieszkalny (4)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
4	Pokój mieszkalny (5)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
5	Pokój mieszkalny (6)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
6	Kuchnia (7)	Oprawa 2x36 W	79	2	158	2500	395
7	Zmywalnia (8)	Oprawa 2x36 W	79	1	79	2500	197,5
8	Jadalnia Świetlica (9)	Oprawa 2x36 W	79	4	316	3000	948
9	Pokój socjalny (10)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
10	Pokój mieszkalny (11)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
11	Pokój mieszkalny (12)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
12	Pokój mieszkalny (13)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
13	Palarnia (15)	Oprawa 2x36 W	79	2	158	2000	316
14	Łazienka (16)	Palfon 2x11W	24	4	96	3000	288
15	Korytarz (17)	Oprawa 2x36 W	79	5	395	5000	1975
16	Sanitariat (19)	Palfon 2x11W	24	4	96	3000	288
17	Natryski (20)	Palfon 2x11W	24	2	48	3000	144
18	Łazienka (21)	Palfon 2x11W	24	2	48	3000	144
19	Pokój mieszkalny (22)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
20	Pokój mieszkalny (23)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
21	Pokój mieszkalny (24)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
22	Pokój mieszkalny (25)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
23	Przedpokój (26)	Palfon 2x11W	24	1	24	3000	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	Łazienka (27)	Palfon 2x11W	24	1	24	3000	72
25	Pokój mieszkalny (28)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
26	Pokój mieszkalny (29)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
27	Pokój mieszkalny (30)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
28	WC personelu (31)	Palfon 2x11W	24	2	48	3000	144
29	Pokój mieszkalny (32)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
30	Pokój mieszkalny (33)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
31	Pokój mieszkalny (34)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
32	Gabinet zabiegowy (35)	Żyrandol 5x18W	99	1	99	3000	297
33	Pom Porządkowe (37)	Palfon 2x11W	24	1	24	1000	24
34	Sanitariat (38)	Palfon 2x11W	24	8	192	3000	576
35	Korytarz (39)	Oprawa 2x36 W	79	6	474	5000	2370
RAZEM :				48	3 197	-	10 104,5

Tabela nr 2.4 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

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 5 po modernizacji oświetlenia

Tabela nr 3.1 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń **BUDYNEK nr 5 (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 personelu (41)	LATTE LED 36W	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 LED 52W	52	1	52	1000	52	205
11	WC (49) (*)	FIBRA LED 19W	19	1	19	900	17,1	203
12	Szatnia (50)	LATTE LED 36W	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 LED 19W	19	5	95	2400	228	121
28	Korytarz (67) (*)	LATTE LED 19W	19	5	95	2400	228	121
RAZEM				64	2 095	-	4 270,8	-

(*) - sterowanie oświetleniem

Tabela nr 3.2 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń **BUDYNEK nr 5** (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 (1) (*)	LATTE LED 36W	36	5	180	3000	540	165
2	Wiatrołap (2) (*)	LATTE LED 19W	19	1	19	3000	57	158
3	Pokój oddziałowej (3)	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	2	54	3000	162	314
4	Korytarz (4) (*)	LATTE LED 19W	19	7	133	3000	399	111
5	Pokój mieszkalny (5)	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	1	40,5	3000	121,5	205
6	Pokój mieszkalny (6)	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	1	40,5	3000	121,5	180
7	Pokój mieszkalny (7)	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	183
8	Kuchnia (8)	LATTE LED 52W	52	2	104	2500	260	523
9	Zmywalnia (9)	LATTE LED 36W	36	1	36	2500	90	213
10	Jadalnia- Świetlica (10)	LATTE LED 36W	36	4	144	3000	432	305
11	Pokój socjalny (11)	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	180
12	Pokój mieszkalny (12)	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	1	40,5	3000	121,5	187
13	Pokój mieszkalny (13)	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	174
14	Pokój mieszkalny (14)	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	1	40,5	3000	121,5	181
15	Klatka schodowa (15) (*)	LATTE LED 36W	36	5	180	3000	540	165
16	Palarnia (16)	LATTE LED 36W	36	1	36	2000	72	241
17	Łazienka (17)(*)	FIBRA LED 36W	36	1	74	1800	133,2	221
		FIBRA LED 19W	19	2				
18	Korytarz (18) (*)	LATTE LED 19W	19	4	76	3000	228	104
19	Sanitariat (20) (*)	FIBRA LED 19W	19	4	76	1800	136,8	222
20	Natryski (21) (*)	FIBRA LED 19W	19	4	76	1800	136,8	201
21	Łazienka (22) (*)	FIBRA LED 44W	44	1	44	1800	79,2	221
22	Pokój mieszkalny (23)	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	175

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								
23	Pokój mieszkalny (24)	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	1	40,5	3000	121,5	203
24	Pokój mieszkalny (25)	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	1	40,5	3000	121,5	203
25	Pokój mieszkalny (26)	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	175
26	Przedpokój (27) (*)	LATTE LED 19W	19	1	19	1800	34,2	156
27	Łazienka (28)(*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1800	64,8	206
28	Pokój mieszkalny (29)	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	178
29	Pokój mieszkalny (30)	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	178
30	Pokój mieszkalny (31)	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	177
31	wc personelu (32) (*)	FIBRA LED 19W	19	2	38	1200	45,6	203
32	Pokój socjalny (33)	LATTE LED 19W	19	1	55	3000	165	315
		LATTE LED 36W	36	1				
33	Pokój mieszkalny (34)	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	2	54	3000	162	180
34	Pokój mieszkalny (35)	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	183
35	Gabinet zabiegowy (36)	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	2	81	3000	243	501
36	Sanitariat (38) (*)	FIBRA LED 36W	36	2	148	1800	266,4	212
		FIBRA LED 19W	19	4				
37	Pom. porząd.(39)	FIBRA LED 19W	19	1	19	1000	19	126
RAZEM				76	2 168	-	5 724	-

(*) - sterowanie oświetleniem

Tabela nr 3.3 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń **BUDYNEK nr 5 (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 (1)	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	1	40,5	3000	121,5	305
2	Pokój socjalnej (2)	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	311
3	Pokój mieszkalny (4)	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	1	40,5	3000	121,5	211
4	Pokój mieszkalny (5)	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	1	40,5	3000	121,5	215
5	Pokój mieszkalny (6)	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	1	40,5	3000	121,5	214
6	Kuchnia (7)	LATTE LED 52W	52	2	104	2500	260	523
7	Zmywalnia (8)	LATTE LED 36W	36	1	36	2500	90	213
8	Jadalnia Świetlica (9)	LATTE LED 36W	36	4	144	3000	432	305
9	Pokój socjalny (10)	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	180
10	Pokój mieszkalny (11)	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	1	40,5	3000	121,5	187
11	Pokój mieszkalny (12)	PARABOLIC LED 2x13,5W	40,5	1	40,5	3000	121,5	189
12	Pokój mieszkalny (13)	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	1	40,5	3000	121,5	181
13	Palarnia (15)	LATTE LED 36W	36	1	36	2000	72	241
14	Łazienka (16) (*)	FIBRA LED 36W	36	2	91	1800	163,8	223
		FIBRA LED 19W	19	1				
15	Korytarz (17) (*)	LATTE LED 19W	19	4	76	3000	228	104
16	Sanitariat (19) (*)	FIBRA LED 19W	19	4	76	1800	136,8	222
17	Natryski (20) (*)	FIBRA LED 19W	19	4	76	1800	136,8	201
18	Łazienka (21) (*)	FIBRA LED 44W	44	1	44	1800	79,2	221
19	Pokój mieszkalny (22)	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	175
20	Pokój mieszkalny (23)	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	1	40,5	3000	121,5	203
21	Pokój mieszkalny (24)	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	1	40,5	3000	121,5	203
22	Pokój mieszkalny (25)	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	175

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								
23	Przedpokój (26) (*)	LATTE LED 19W	19	1	19	1800	34,2	156
24	Łazienka (27) (*)	FIBRA LED 36W	36	1	36	1800	64,8	206
25	Pokój mieszkalny (28)	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	178
26	Pokój mieszkalny (29)	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	178
27	Pokój mieszkalny (30)	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	177
28	WC personelu (31) (*)	FIBRA LED 19W	19	2	38	1800	68,4	201
29	Pokój mieszkalny (32)	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	2	54	3000	162	180
30	Pokój mieszkalny (33)	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	183
31	Pokój mieszkalny (34)	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	3000	81	183
32	Gabinet zabiegowy (35)	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	2	81	3000	243	501
33	Pom Porządkowe (37)	FIBRA LED 19W	19	1	19	1000	19	126
34	Sanitariat (38) (*)	FIBRA LED 36W	36	2	129	1800	232,2	212
		FIBRA LED 19W	19	3				
35	Korytarz (39) (*)	LATTE LED 19W	19	7	133	3000	399	111
RAZEM				63	1 800	-	4 644	-

(*) - sterowanie oświetleniem

3.4 Zestawienie zbiorcze oświetlenia w budynku nr 5 po modernizacji oświetlenia

Tabela nr 3.4 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 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	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

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]	12 193,00	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

Jak wynika z tabeli 4.1 wymiana opraw oświetleniowych oraz zastosowanie lokalnego sterowania oświetleniem zapewnia oszczędności energii elektrycznej w wysokości 23 537 kWh w stosunku rocznym co stanowi 61,65% zużywanej energii elektrycznej na potrzeby istniejącego oświetlenia. Wymiana opraw oświetleniowych zmniejszy o 14 004,52 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	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 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	112 225,00	23 537,00	0,595	14 004,52	8,01

Czas zwrotu inwestycji 8,01 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 8,01 roku, a roczny rachunek za energię elektryczną zmniejszy się o 14 004 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