

# **AUDYT WYDAJNOŚCI ENERGETYCZNEJ OŚWIETLENIA**

**ZESPOŁU BUDYNKÓW DOMU POMOCY  
SPOŁECZNEJ  
W GÓRZE KALWARII PRZY UL. SZPITALNEJ 1  
BUDYNEK NR 3**

**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<br>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<br>POPRAWY WYDAJNOŚCI ENERGETYCZNEJ OŚWIETLENIA ..... | 8  |
| 3.1 Wybór i charakterystyka sprzętu oświetleniowego .....                                      | 8  |
| 3.2 Wybór systemu konserwacji .....                                                            | 8  |
| 3.3 Zestawienie zbiorcze oświetlenia po modernizacji .....                                     | 9  |
| 4. ANALIZA WYNIKÓW I OCENA EFEKTYWNOŚCI<br>ENERGETYCZNEJ .....                                 | 11 |
| 4.1 Charakterystyka finansowa wymiany oświetlenia .....                                        | 12 |
| 4.2 Wnioski .....                                                                              | 13 |
| LITERATURA.....                                                                                | 13 |

# 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] | $UGR_L$ [-] | $R_a$ [-] | $\delta$ (*) [-] |
|---------------------------------------|------------|-------------|-----------|------------------|
| 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  $\delta$**  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 3

Tabela nr 2.1 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń **budynek nr 3** ( 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] |
|----------------|----------------------|----------------|------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>PARTER</b>  |                      |                |                  |                    |                                  |                               |                                         |
| 1              | Palarnia             | Żyrandol 5x18W | 90               | 2                  | 180                              | 1500                          | 270                                     |
| 2              | Pokój mieszkalny(7)  | Żyrandol 5x18W | 90               | 3                  | 270                              | 3000                          | 810                                     |
| 3              | Łazienka             | OPK 2x36W      | 79               | 1                  | 79                               | 2000                          | 158                                     |
| 4              | Pokój socjalny       | Żyrandol 5x18W | 90               | 2                  | 180                              | 3000                          | 540                                     |
| 5              | Pokój mieszkalny(6)  | Żyrandol 5x18W | 90               | 2                  | 180                              | 3000                          | 540                                     |
| 6              | Łazienka             | OPK 2x36W      | 79               | 1                  | 79                               | 2000                          | 158                                     |
| 7              | Pokój mieszkalny(5)  | Żyrandol 5x18W | 90               | 2                  | 180                              | 3000                          | 540                                     |
| 8              | Pokój zabiegowy      | Żyrandol 5x18W | 90               | 2                  | 180                              | 3000                          | 540                                     |
| 9              | Pokój mieszkalny(4)  | Żyrandol 5x18W | 90               | 2                  | 180                              | 3000                          | 540                                     |
| 10             | Pokój mieszkalny(3)  | Żyrandol 5x18W | 90               | 2                  | 180                              | 3000                          | 540                                     |
| 11             | Łazienka             | Plafon 2x24W   | 48               | 1                  | 48                               | 2000                          | 96                                      |
| 12             | Pokój mieszkalny(2)  | Żyrandol 5x18W | 90               | 2                  | 180                              | 3000                          | 540                                     |
| 13             | Magazyn              | OPK 2x36W      | 79               | 1                  | 79                               | 1500                          | 118,5                                   |
| 14             | Pokój mieszkalny(1)  | Żyrandol 5x18W | 90               | 2                  | 180                              | 3000                          | 540                                     |
| 15             | Pokój oddziałowej    | Żyrandol 5x18W | 90               | 1                  | 90                               | 3000                          | 270                                     |
| 16             | Stołówka             | OPK 2x36W      | 79               | 10                 | 790                              | 2000                          | 1580                                    |
| 17             | Zmywalnia            | OPK 2x36W      | 79               | 1                  | 79                               | 2000                          | 158                                     |
| 18             | Kuchnia              | OPK 2x36W      | 79               | 1                  | 79                               | 2000                          | 158                                     |
| 19             | Przedśionek kuchnia  | Plafon 60W     | 60               | 1                  | 60                               | 2000                          | 120                                     |
| 20             | Łazienka             | Plafon 60W     | 60               | 3                  | 180                              | 2000                          | 360                                     |
| 21             | Pokój mieszk. (12)   | Żyrandol 5x18W | 90               | 2                  | 180                              | 3000                          | 540                                     |
| 22             | Klatka schodowa      | OPK 2x36W      | 79               | 4                  | 316                              | 5000                          | 1580                                    |
| 23             | Pokój mieszk. (11)   | Żyrandol 5x18W | 90               | 2                  | 180                              | 3000                          | 540                                     |
| 24             | Łazienka             | OPK 2x36W      | 79               | 1                  | 79                               | 2000                          | 158                                     |
| 25             | Pokój mieszk. (10)   | Żyrandol 5x18W | 90               | 2                  | 180                              | 3000                          | 540                                     |
| 26             | Łazienka             | OPK 2x36W      | 79               | 1                  | 79                               | 2000                          | 158                                     |
| 27             | Klatka schodowa      | OPK 2x36W      | 79               | 4                  | 316                              | 5000                          | 1580                                    |
| 28             | Pokój mieszkalny(9)  | Żyrandol 5x18W | 90               | 2                  | 180                              | 3000                          | 540                                     |
| 29             | Łazienka             | OPK 2x36W      | 79               | 1                  | 79                               | 2000                          | 158                                     |
| 30             | Pokój mieszkalny(8)  | Żyrandol 5x18W | 90               | 2                  | 180                              | 3000                          | 540                                     |
| 31             | Korytarz             | OPK 2x36W      | 79               | 15                 | 1185                             | 5000                          | 5925                                    |
| <b>RAZEM :</b> |                      |                |                  | <b>78</b>          | <b>6 407</b>                     | <b>-</b>                      | <b>20 835,5</b>                         |

Tabela nr 2.2 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń **budynek nr 3** ( 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] |
|-----------------|----------------------|----------------|------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>I PIĘTRO</b> |                      |                |                  |                    |                                  |                               |                                         |
| 1               | Palarnia             | Żyrandol 5x18W | 90               | 2                  | 180                              | 1500                          | 270                                     |
| 2               | Pokój mieszk. (10)   | Żyrandol 5x18W | 90               | 2                  | 180                              | 3000                          | 540                                     |
| 3               | Łazienka             | OPK 2x36W      | 79               | 1                  | 79                               | 2000                          | 158                                     |
| 4               | Pokój socjalny       | Żyrandol 5x18W | 90               | 2                  | 180                              | 3000                          | 540                                     |
| 5               | Pokój mieszk. (9)    | Żyrandol 5x18W | 90               | 2                  | 180                              | 3000                          | 540                                     |
| 6               | Łazienka             | OPK 2x36W      | 79               | 1                  | 79                               | 2000                          | 158                                     |
| 7               | Pokój mieszk. (7)    | Żyrandol 5x18W | 90               | 2                  | 180                              | 3000                          | 540                                     |
| 8               | Pokój zabiegowy      | Żyrandol 5x18W | 90               | 2                  | 180                              | 3000                          | 540                                     |
| 9               | Pokój mieszk. (6)    | Żyrandol 5x18W | 90               | 2                  | 180                              | 3000                          | 540                                     |
| 10              | Pokój mieszkalny (4) | Żyrandol 5x18W | 90               | 2                  | 180                              | 3000                          | 540                                     |
| 11              | Łazienka             | Plafon 2x24W   | 48               | 1                  | 48                               | 2000                          | 96                                      |
| 12              | Pokój mieszk. (3)    | Żyrandol 5x18W | 90               | 2                  | 180                              | 3000                          | 540                                     |
| 13              | Magazyn              | OPK 2x36W      | 79               | 1                  | 79                               | 1500                          | 118,5                                   |
| 14              | Pokój mieszk. (1)    | Żyrandol 5x18W | 90               | 2                  | 180                              | 3000                          | 540                                     |
| 15              | Pokój oddziałowej    | Żyrandol 5x18W | 90               | 1                  | 90                               | 3000                          | 270                                     |
| 16              | Stołówka             | OPK 2x36W      | 79               | 10                 | 790                              | 2000                          | 1580                                    |
| 17              | Zmywalnia            | OPK 2x58W      | 129              | 1                  | 129                              | 2000                          | 258                                     |
| 18              | Kuchnia              | OPK 2x58W      | 129              | 1                  | 129                              | 2000                          | 258                                     |
| 19              | Przedsionek kuchnia  | Plafon 60W     | 60               | 1                  | 60                               | 2000                          | 120                                     |
| 20              | Łazienka             | Plafon 60W     | 60               | 3                  | 180                              | 2000                          | 360                                     |
| 21              | Pokój mieszk. (2)    | Żyrandol 5x18W | 90               | 2                  | 180                              | 3000                          | 540                                     |
| 22              | Pokój mieszk. (5)    | Żyrandol 5x18W | 90               | 2                  | 180                              | 3000                          | 540                                     |
| 23              | Łazienka             | OPK 2x36W      | 79               | 1                  | 79                               | 2000                          | 158                                     |
| 24              | Pokój mieszk. (8)    | Żyrandol 5x18W | 90               | 2                  | 180                              | 3000                          | 540                                     |
| 25              | Łazienka             | OPK 2x36W      | 79               | 1                  | 79                               | 2000                          | 158                                     |
| 26              | Pokój mieszk. (11)   | Żyrandol 5x18W | 90               | 2                  | 180                              | 3000                          | 540                                     |
| 27              | Łazienka             | OPK 2x36W      | 79               | 1                  | 79                               | 2000                          | 158                                     |
| 28              | Pokój mieszk. (12)   | Żyrandol 5x18W | 90               | 2                  | 180                              | 3000                          | 540                                     |
| 29              | Korytarz             | OPK 2x36W      | 79               | 15                 | 1185                             | 5000                          | 5925                                    |
| <b>RAZEM :</b>  |                      |                |                  | <b>69</b>          | <b>5 785</b>                     | <b>-</b>                      | <b>17 605,5</b>                         |

Tabela nr 2.3 Zbiorcze zestawienie oświetlenia pomieszczeń w **budynku nr 3** przed modernizacją.

| L.p. | Rodzaj pomieszczenia | Moc całkowita instalowana Pi [W] | Zużycie energii całkowite/rok [kWh/rok] | Cena energii za 1 kWh [zł] | Koszt energii elektryczne za oświetlenie na rok [zł/rok] | Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia LENI [kWh/m <sup>2</sup> ·rok] | Powierzchnia pomieszczeń wyposażonych w system instalacji oświetlenia A <sub>L</sub> [m <sup>2</sup> ] |
|------|----------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | Parter               | 6 407                            | 20 835,5                                | 0,595 zł                   | 12 397,12 zł                                             | 31,95                                                                | 652,16                                                                                                 |
| 2    | I Piętro             | 5 785                            | 17 605,5                                | 0,595 zł                   | 10 475,27 zł                                             | 31,05                                                                | 567,04                                                                                                 |
|      | <b>RAZEM :</b>       | <b>12 192</b>                    | <b>38 441,0</b>                         | <b>-</b>                   | <b>22 872,40 zł</b>                                      | <b>31,53</b>                                                         | <b>1 219,20</b>                                                                                        |

### 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 3 po modernizacji oświetlenia

Tabela nr 3.1 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń **budynek nr 3 (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] |
|---------------|----------------------|-----------------------|------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>PARTER</b> |                      |                       |                  |                    |                                  |                          |                                         |                                      |
| 1             | Palarnia             | LATTE LED 36W         | 36               | 1                  | 36                               | 1500                     | 54                                      | 203                                  |
| 2             | Pokój mieszk. (7)    | PARABOLIC LED 3x13,5W | 40,5             | 1                  | 40,5                             | 3000                     | 121,5                                   | 201                                  |
| 3             | Łazienka (*)         | FIBRA LED 36W         | 36               | 1                  | 36                               | 1200                     | 43,2                                    | 225                                  |
| 4             | Pokój socjalny       | PARABOLIC LED 3x13,5W | 40,5             | 2                  | 81                               | 3000                     | 243                                     | 302                                  |
| 5             | Pokój mieszk. (6)    | PARABOLIC LED 3x13,5W | 40,5             | 1                  | 40,5                             | 3000                     | 121,5                                   | 201                                  |
| 6             | Łazienka (*)         | FIBRA LED 36W         | 36               | 1                  | 36                               | 1200                     | 43,2                                    | 225                                  |
| 7             | Pokój mieszk. (5)    | PARABOLIC LED 3x13,5W | 40,5             | 1                  | 40,5                             | 3000                     | 121,5                                   | 201                                  |
| 8             | Pokój zabiegowy      | PARABOLIC LED 3x13,5W | 40,5             | 2                  | 81                               | 3000                     | 243                                     | 501                                  |
| 9             | Pokój mieszk. (4)    | PARABOLIC LED 3x13,5W | 40,5             | 1                  | 40,5                             | 3000                     | 121,5                                   | 201                                  |
| 10            | Pokój mieszk. (3)    | PARABOLIC LED 3x13,5W | 40,5             | 1                  | 40,5                             | 3000                     | 121,5                                   | 201                                  |
| 11            | Łazienka (*)         | FIBRA LED 36W         | 36               | 1                  | 36                               | 1200                     | 43,2                                    | 225                                  |
| 12            | Pokój mieszk. (2)    | PARABOLIC LED 3x13,5W | 40,5             | 1                  | 40,5                             | 3000                     | 121,5                                   | 201                                  |
| 13            | Magazyn              | FIBRA LED 36W         | 36               | 1                  | 36                               | 1500                     | 54                                      | 132                                  |
| 14            | Pokój mieszk. (1)    | PARABOLIC LED 3x13,5W | 40,5             | 1                  | 40,5                             | 3000                     | 121,5                                   | 180                                  |
| 15            | Pokój oddziałowej    | PARABOLIC LED 2x13,5W | 27               | 2                  | 54                               | 3000                     | 162                                     | 324                                  |
| 16            | Stołówka             | LATTE LED 36W         | 36               | 6                  | 216                              | 2000                     | 432                                     | 301                                  |
| 17            | Zmywalnia            | FIBRA LED 44W         | 44               | 1                  | 44                               | 2000                     | 88                                      | 302                                  |
| 18            | Kuchnia              | FIBRA LED 44W         | 44               | 1                  | 44                               | 2000                     | 88                                      | 352                                  |
| 19            | Przedśionek kuchnia  | FIBRA LED 36W         | 36               | 1                  | 36                               | 2000                     | 72                                      | 152                                  |
| 20            | Łazienka (*)         | FIBRA LED 36W         | 36               | 2                  | 72                               | 1200                     | 86,4                                    | 201                                  |
| 21            | Pokój mieszk. (12)   | PARABOLIC LED 3x13,5W | 40,5             | 1                  | 40,5                             | 3000                     | 121,5                                   | 175                                  |
| 22            | Klatka schodowa (*)  | LATTE LED 36W         | 36               | 4                  | 144                              | 3000                     | 432                                     | 165                                  |
| 23            | Pokój mieszk. (11)   | PARABOLIC LED 3x13,5W | 40,5             | 2                  | 81                               | 3000                     | 243                                     | 201                                  |
| 24            | Łazienka (*)         | FIBRA LED 36W         | 36               | 1                  | 36                               | 1200                     | 43,2                                    | 225                                  |
| 25            | Pokój mieszk. (10)   | PARABOLIC LED 3x13,5W | 40,5             | 2                  | 81                               | 3000                     | 243                                     | 201                                  |
| 26            | Łazienka (*)         | FIBRA LED 36W         | 36               | 1                  | 36                               | 1200                     | 43,2                                    | 225                                  |
| 27            | Klatka schodowa (*)  | LATTE LED 36W         | 36               | 4                  | 144                              | 3000                     | 432                                     | 165                                  |
| 28            | Pokój mieszk. (9)    | PARABOLIC LED 3x13,5W | 40,5             | 2                  | 81                               | 3000                     | 243                                     | 225                                  |
| 29            | Łazienka (*)         | FIBRA LED 36W         | 36               | 1                  | 36                               | 1200                     | 43,2                                    | 225                                  |
| 30            | Pokój mieszk. (8)    | PARABOLIC LED 3x13,5W | 40,5             | 1                  | 40,5                             | 3000                     | 121,5                                   | 201                                  |
| 31            | Korytarz (*)         | LATTE LED 36W         | 36               | 8                  | 288                              | 3000                     | 864                                     | 126                                  |
| <b>RAZEM</b>  |                      |                       |                  | <b>56</b>          | <b>2 100</b>                     | <b>-</b>                 | <b>5 332,1</b>                          | <b>-</b>                             |

(\*) - sterowanie oświetleniem



Tabela nr 3.2 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń **budynek nr 3 ( 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] |
|-----------------|----------------------|-----------------------|------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>I PIĘTRO</b> |                      |                       |                  |                    |                                  |                          |                                         |                                      |
| 1               | Palarnia             | LATTE LED 36W         | 36               | 1                  | 36                               | 1500                     | 54                                      | 203                                  |
| 2               | Pokój mieszk. (10)   | PARABOLIC LED 3x13,5W | 40,5             | 1                  | 40,5                             | 3000                     | 121,5                                   | 201                                  |
| 3               | Łazienka (*)         | FIBRA LED 36W         | 36               | 1                  | 36                               | 1200                     | 43,2                                    | 225                                  |
| 4               | Pokój socjalny       | PARABOLIC LED 3x13,5W | 40,5             | 2                  | 81                               | 3000                     | 243                                     | 302                                  |
| 5               | Pokój mieszk. (9)    | PARABOLIC LED 3x13,5W | 40,5             | 1                  | 40,5                             | 3000                     | 121,5                                   | 201                                  |
| 6               | Łazienka (*)         | FIBRA LED 36W         | 36               | 1                  | 36                               | 1200                     | 43,2                                    | 225                                  |
| 7               | Pokój mieszk. (7)    | PARABOLIC LED 3x13,5W | 40,5             | 1                  | 40,5                             | 3000                     | 121,5                                   | 201                                  |
| 8               | Pokój zabiegowy      | PARABOLIC LED 3x13,5W | 40,5             | 2                  | 81                               | 3000                     | 243                                     | 501                                  |
| 9               | Pokój mieszk. (6)    | PARABOLIC LED 3x13,5W | 40,5             | 1                  | 40,5                             | 3000                     | 121,5                                   | 201                                  |
| 10              | Pokój mieszk. (4)    | PARABOLIC LED 3x13,5W | 40,5             | 1                  | 40,5                             | 3000                     | 121,5                                   | 201                                  |
| 11              | Łazienka (*)         | FIBRA LED 36W         | 36               | 1                  | 36                               | 1200                     | 43,2                                    | 225                                  |
| 12              | Pokój mieszk. (3)    | PARABOLIC LED 3x13,5W | 40,5             | 1                  | 40,5                             | 3000                     | 121,5                                   | 201                                  |
| 13              | Magazyn              | FIBRA LED 36W         | 36               | 1                  | 36                               | 1500                     | 54                                      | 132                                  |
| 14              | Pokój mieszk. (1)    | PARABOLIC LED 3x13,5W | 40,5             | 1                  | 40,5                             | 3000                     | 121,5                                   | 180                                  |
| 15              | Pokój oddziałowej    | PARABOLIC LED 2x13,5W | 27               | 2                  | 54                               | 3000                     | 162                                     | 324                                  |
| 16              | Stołówka             | LATTE LED 36W         | 36               | 6                  | 216                              | 2000                     | 432                                     | 301                                  |
| 17              | Zmywalnia            | FIBRA LED 44W         | 44               | 1                  | 44                               | 2000                     | 88                                      | 302                                  |
| 18              | Kuchnia              | FIBRA LED 44W         | 44               | 1                  | 44                               | 2000                     | 88                                      | 352                                  |
| 19              | Przedśionek kuchnia  | FIBRA LED 36W         | 36               | 1                  | 36                               | 2000                     | 72                                      | 152                                  |
| 20              | Łazienka (*)         | FIBRA LED 36W         | 36               | 2                  | 72                               | 1200                     | 86,4                                    | 201                                  |
| 21              | Pokój mieszk. (2)    | PARABOLIC LED 3x13,5W | 40,5             | 1                  | 40,5                             | 3000                     | 121,5                                   | 175                                  |
| 22              | Pokój mieszk. (5)    | PARABOLIC LED 3x13,5W | 40,5             | 2                  | 81                               | 3000                     | 243                                     | 201                                  |
| 23              | Łazienka (*)         | FIBRA LED 36W         | 36               | 1                  | 36                               | 1200                     | 43,2                                    | 225                                  |
| 24              | Pokój mieszk. (8)    | PARABOLIC LED 3x13,5W | 40,5             | 2                  | 81                               | 3000                     | 243                                     | 201                                  |
| 25              | Łazienka (*)         | FIBRA LED 36W         | 36               | 1                  | 36                               | 1200                     | 43,2                                    | 225                                  |
| 26              | Pokój mieszk. (11)   | PARABOLIC LED 3x13,5W | 40,5             | 2                  | 81                               | 3000                     | 243                                     | 225                                  |
| 27              | Łazienka (*)         | FIBRA LED 36W         | 36               | 1                  | 36                               | 1200                     | 43,2                                    | 225                                  |
| 28              | Pokój mieszk. (12)   | PARABOLIC LED 3x13,5W | 40,5             | 1                  | 40,5                             | 3000                     | 121,5                                   | 201                                  |
| 29              | Korytarz (*)         | LATTE LED 36W         | 36               | 8                  | 288                              | 3000                     | 864                                     | 126                                  |
| <b>RAZEM</b>    |                      |                       |                  | <b>48</b>          | <b>1 812</b>                     | <b>-</b>                 | <b>4 468,1</b>                          | <b>-</b>                             |

(\*) - sterowanie oświetleniem

### 3.4 Zestawienie zbiorcze oświetlenia w budynku nr 3 po modernizacji oświetlenia

Tabela nr 3.3 Zbiorcze zestawienie oświetlenia pomieszczeń w **budynku nr 3** po modernizacji.

| L.p. | Rodzaj pomieszczenia | Moc całkowita instalowana Pi [W] | Zużycie energii całkowite/rok [kWh/rok] | Cena energii za 1 kWh [zł] | Koszt energii elektrycznej za oświetlenie na rok [zł/rok] | Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia LENI [kWh/m <sup>2</sup> ·rok] | Powierzchnia pomieszczeń wyposażonych w system instalacji oświetlenia A <sub>L</sub> [m <sup>2</sup> ] |
|------|----------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | Parter               | 2 100                            | 5 332,1                                 | 0,595 zł                   | 3 172,60 zł                                               | 8,18                                                                 | 652,16                                                                                                 |
| 2    | I Piętro             | 1 812                            | 4 468,1                                 | 0,595 zł                   | 2 658,52 zł                                               | 7,88                                                                 | 567,04                                                                                                 |
|      | <b>RAZEM :</b>       | <b>3 911</b>                     | <b>9 800,2</b>                          | <b>-</b>                   | <b>5 831,12 zł</b>                                        | <b>8,04</b>                                                          | <b>1 219,20</b>                                                                                        |

## 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]                    | 12 192,00                   | 3 911,00                    | <b>8 281,00</b>                                  | <b>67,92%</b>                                                    | -                                                          |
| Zużycie energii całkowite/rok [kWh/rok] | 38 441,00                   | 9 800,20                    | <b>28 640,80</b>                                 | <b>74,51%</b>                                                    | <b>17 041,28 zł</b>                                        |

Jak wynika z tabeli 4.1 wymiana opraw oświetleniowych oraz zastosowanie lokalnego sterowania oświetleniem zapewnia oszczędności energii elektrycznej w wysokości 28 640 kWh w stosunku rocznym co stanowi 74,51% zużywanej energii elektrycznej na potrzeby istniejącego oświetlenia. Wymiana opraw oświetleniowych zmniejszy o 17 041,28 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 3x13,5W         | PLEXIFORM | 38     | 453,00                  | 17 214,00      |
| 2    | FIBRA LED 36W                 | PLEXIFORM | 20     | 309,00                  | 6 180,00       |
| 3    | PARABOLIC LED 2x13,5W         | PLEXIFORM | 4      | 398,00                  | 1 592,00       |
| 4    | LATTE LED 36W                 | PLEXIFORM | 38     | 339,00                  | 12 882,00      |
| 5    | FIBRA LED 44W                 | PLEXIFORM | 4      | 374,00                  | 1 496,00       |
| 6    | Czujnik DUO                   | OSRAM     | 4      | 312,00                  | 1 248,00       |
| 7    | Czujnik SLICK JQ-L            | KANLUX    | 14     | 35,00                   | 490,00         |
| 8    | Automat schodowy ASM-01       | ZAMEL     | 2      | 45,00                   | 90,00          |
| 9    | KOSZT ROBOCIZNY I OKABLOWANIA |           | 104    | 200,00                  | 20 800,00      |
|      |                               |           | RAZEM  |                         | 61 992,00      |

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

**Czas zwrotu inwestycji 3,64 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 3,64 roku, a roczny rachunek za energię elektryczną zmniejszy się o 17 041 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