

# Analiza Energetyczna Oświetlenia wg rozporządzenia w sprawie charakterystyki energetycznej budynku.



Mgr inż. Jerzy Żurawski  
Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska



## System wbudowanej instalacji oświetlenia

Metody nie stosuje się do budynków mieszkalnych i lokali mieszkalnych.

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu wbudowanej instalacji oświetlenia  $Q_{k,L}$  wyznacza się według wzoru:

$$Q_{k,L} = \sum_1 Q_{k,L,1}$$

gdzie:

$$Q_{k,L,1} = X_1 \cdot Q_{k,L}$$

$Q_{k,L,1}$	roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla 1-tego podsystemu w systemie wbudowanej instalacji oświetlenia	kWh/rok
$X_1$	udział w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu wbudowanej instalacji oświetlenia zapewniany przez 1-ty podsystem w systemie wbudowanej instalacji oświetlenia (suma udziałów równa jest 1)	-
$Q_{k,L}$	roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu wbudowanej instalacji oświetlenia *)	kWh/rok

Roczne zapotrzebowania na energię końcową dostarczaną do budynku dla wbudowanej instalacji oświetlenia  $Q_{k,L}$  wyznacza się według wzoru:

LENI - liczbowy wskaźnik energii oświetlenia.

$A_L$  powierzchnia pomieszczeń wyposażonych w system wbudowanej instalacji oświetlenia

$$Q_{k,L} = LENI \cdot A_L$$



# Wyznaczanie LENI

$$LENI = \frac{W_t}{A}$$

$W$ -całkowita roczna zużyta energia na oświetlenie obliczona ze wzoru:  $W_t = W_{L,t} + W_{P,t}$

$A$ -całkowite użytkowe pole powierzchni podłogi budynku

Oszacowana energia oświetlenia wymagana do spełnienia funkcji i celów oświetlenia w budynku ( $W_{L,t}$ ), powinna być określona następującym równaniem:

$$W_{L,t} = \Sigma\{ (P_n \times F_c) \times [(t_D \times F_o \times F_D) + (t_N \times F_o)]\} / 1\,000 \text{ [kWh]} \quad (7)$$

Oszacowana energia pasożytnicza ( $W_{P,t}$ ) wymagana do dostarczenia energii ładowania dla oświetlenia awaryjnego i energii czuwania dla sterowania oświetleniem w budynku, powinna być określana następującym równaniem:

$$W_{P,t} = \Sigma\{ \{P_{pc} \times [t_y - (t_D + t_N)]\} + (P_{em} \times t_e) \} / 1\,000 \text{ [kWh]} \quad (8)$$

**UWAGA 1** Całkowita energia oświetlenia może być szacowana dla jakiegokolwiek okresu  $t$  (godzinowego, dziennego, tygodniowego, miesięcznego lub rocznego) zgodnie z interwałem czasu stosowanych czynników zależności.

**UWAGA 2** W przypadku budynków istniejących,  $W_{P,t}$  i  $W_{L,t}$  mogą być określone dokładniej za pomocą bezpośrednich i oddzielnych pomiarów energii zasilającej oświetlenie (patrz Rozdział 5).

**UWAGA 3** Oszacowanie to nie obejmuje mocy zużywanej przez systemy zdalnego sterowania oprawy oświetleniowej i nie pobierające mocy z oprawy. Gdy moce te są znane, powinny być dodane.

**UWAGA 4** Równanie (8) nie obejmuje mocy zużywanej przez centralny system akumulatorów oświetlenia awaryjnego.



### 3.4.1

#### **całkowita energia zużyta do oświetlenia**

**( $W_t$ )**

energia zużyta w okresie  $t$  przez łączną liczbę opraw oświetleniowych w pomieszczeniu lub strefie, gdy lampy działają, plus obciążenia pasożytnicze, gdy lampy nie działają, mierzona w kWh

### 3.4.2

#### **energia zużyta do oświetlenia**

**( $W_{L,t}$ )**

energia zużyta w okresie  $t$  przez oprawy oświetleniowe, gdy lampy działają, do spełnienia funkcji i celów oświetlenia w budynku, mierzona w kWh

### 3.4.3

#### **energia pasożytnicza zużyta przez oprawę oświetleniową**

**( $W_{P,t}$ )**

energia pasożytnicza oprawy oświetleniowej zużyta w okresie  $t$  przez obwód ładowania akumulatorów do oprawy do oświetlenia awaryjnego i przez system czuwania sterowania oprawami oświetleniowymi, gdy lampy nie działają, mierzona w kWh



**czynnik wykorzystania światła dziennego****( $F_D$ )**

czynnik dotyczący zużycia całkowitej zainstalowanej mocy, zależny od dostępności światła dziennego w pomieszczeniu lub strefie

**3.7.2****czynnik zależności od obecności****( $F_O$ )**

czynnik dotyczący zużycia całkowitej zainstalowanej mocy oświetleniowej, zależny od okresu obecności osób w pomieszczeniu lub strefie

**3.7.3****czynnik nieobecności****( $F_A$ )**

czynnik dotyczący okresu nieobecności użytkowników

**3.7.4****czynnik stałego natężenia oświetlenia****( $F_C$ )**

czynnik dotyczący zużycia całkowitej zainstalowanej mocy, gdy działa sterowanie utrzymujące stały poziom natężenia w pomieszczeniu lub w strefie

**3.8****czynnik utrzymania****( $MF$ )<sup>N2</sup>**

stosunek średniego natężenia oświetlenia na płaszczyźnie pracy po pewnym okresie użytkowania instalacji oświetleniowej do początkowego średniego natężenia oświetlenia uzyskanego w tych samych warunkach instalacji



### 3.3.3.1

#### **moc pasożytnicza oprawy oświetleniowej**

$(P_{pi})$

moc elektryczna z sieci zasilającej, zużywana przez obwód ładowania w oprawach oświetlenia awaryjnego i moc czuwania dla automatycznych sterowań w oprawie, gdy lampy nie działają, mierzona w watach

$$P_{pi} = P_{ci} + P_{ei} \text{ [W]} \quad (2)$$

### 3.3.3.2

#### **moc pasożytnicza sterowania, gdy lampy są wyłączone $(P_{ci})$**

moc czuwania dla jakiegokolwiek sterowania i/lub jakiegokolwiek mocy akumulatora ładującego, zużyta przez system oświetlenia awaryjnego, gdy oprawa oświetleniowa jest wyłączona, mierzona w watach

### 3.3.3.3

#### **moc ładowania akumulatorów oświetlenia awaryjnego**

$(P_{ei})$

moc wejściowa do obwodu ładowania opraw oświetleniowych do oświetlenia awaryjnego, gdy lampy nie działają, mierzona w watach

### 3.3.4

#### **całkowita zainstalowana moc pasożytnicza urządzeń sterujących w pomieszczeniu lub strefie**

$(P_{pc})$

moc wejściowa wszystkich systemów sterujących w oprawach oświetleniowych w pomieszczeniu lub strefie, gdy lampy nie działają, mierzona w watach

$$P_{pc} = \sum_i P_{ci} \text{ [W]} \quad (3)$$



### 3.3.5

#### całkowita zainstalowana moc ładowania akumulatorów do opraw do oświetlenia awaryjnego w pomieszczeniu lub strefie

( $P_{em}$ )

moc wejściowa ładowania wszystkich opraw do oświetlenia awaryjnego w pomieszczeniu lub strefie, mierzona w watach

$$P_{em} = \sum_i P_{oi} \text{ [W]} \quad (4)$$

## B.12 Założona energia pasożytnicza istniejących instalacji oświetleniowych

W budynkach istniejących, gdy zużyta energia pasożytnicza nie jest znana, roczna energia może być estymowana, jako 1 kWh/(m<sup>2</sup> × rok) dla oświetlenia awaryjnego i 5 kWh/(m<sup>2</sup> × rok) dla automatycznego sterowania oświetleniem, gdy jest ono stosowane (ogółem  $W_p = 6 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \times \text{rok})$ ).

## E.2 Wskaźnik mocy dla czynnika stałego natężenia oświetlenia

Wskaźnik mocy dla czynnika stałego natężenia oświetlenia jest stosunkiem rzeczywistej mocy wejściowej w danym czasie do początkowej zainstalowanej mocy wejściowej do oprawy.

## E.3 Czynniki stałego natężenia oświetlenia ( $F_C$ )

Czynnik stałego natężenia oświetlenia jest stosunkiem średniej mocy wejściowej w danym czasie do początkowej zainstalowanej mocy wejściowej do oprawy. Zwykle przyjmuje się, że czas ten odpowiada okresowi jednego pełnego cyklu utrzymania.

Dlatego:

$$F_C = (1 + MF)/2 \quad (E.1)$$

gdzie

$MF$  – czynnik utrzymania dla projektu.



Roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia LENI oblicza się na podstawie wzoru:

(48)

$$\text{LENI} = \{F_C \cdot P_N / 1000 \cdot [(t_D \cdot F_O \cdot F_D) + (t_N \cdot F_O)]\} + m + n \cdot \{5 / t_y \cdot [t_y - (t_D + t_N)]\} \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2\text{rok})]$$

gdzie:

$P_N$	jednostkowa moc opraw oświetlenia podstawowego w budynku obliczana na podstawie wzoru (50)	$W / m^2$
$t_D$	czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia, zgodnie z tabelą 25.	h / rok
$t_N$	czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy, zgodnie z tabelą 25.	h / rok
$t_O$	czas użytkowania oświetlenia będący sumą czasów $t_D$ i $t_N$ , zgodnie z tabelą 25.	h / rok
$t_y$	liczba godzin w roku, 8760 h	h
$F_D$	współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu, zgodnie z tabelą 26.	–
$F_O$	współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy, zgodnie z tabelą 27.	–
$F_C$	współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego, obliczany na podstawie wzoru 49	–
$m = 1$	gdy stosowane jest oświetlenie awaryjne; w przeciwnym razie $m=0$	–
$n = 1$	gdy stosowane jest sterowanie opraw; w przeciwnym razie $n=0$	–





## Określanie czynnika stałego natężenia oświetlenia $F_C$

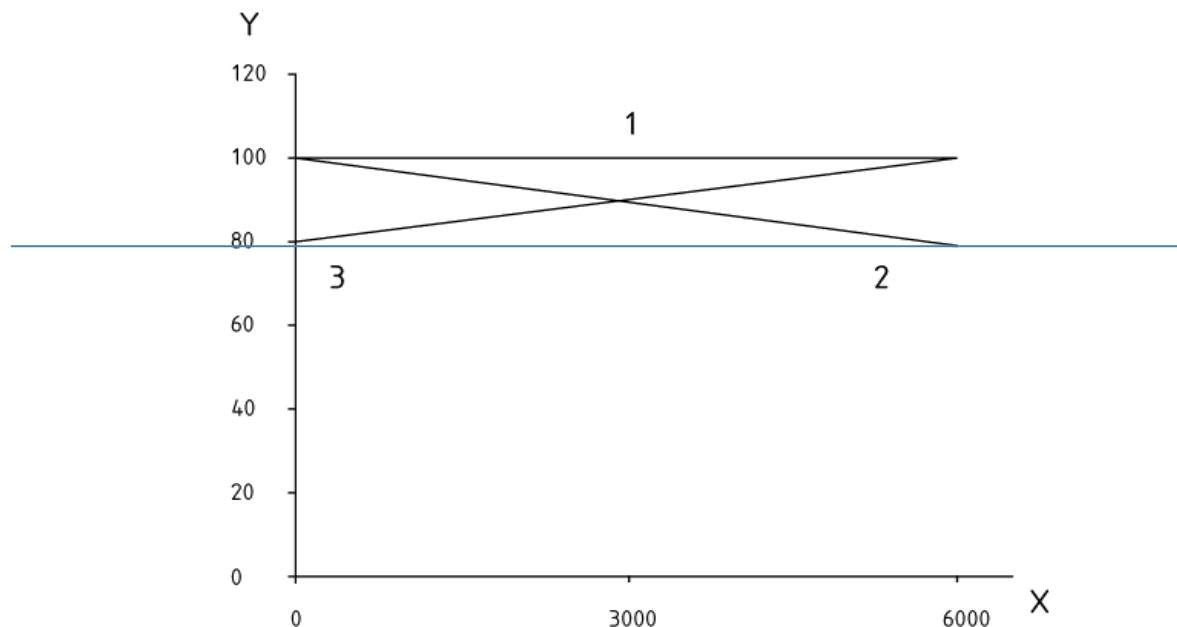
### E.1 Wprowadzenie

Wszystkie instalacje oświetleniowe od chwili ich zainstalowania zużywają się i zmniejszają emisję światła. Przy projektowaniu oświetlenia zużycie to jest szacowane i stosowane w obliczeniach jako czynnik utrzymania ( $MF$ ). Czynnik ten jest stosunkiem między utrzymywaniem natężeniem oświetlenia i początkowym natężeniem oświetlenia.

Natężenie oświetlenia na zadaniu wzrokowym jest określane jako „utrzymywane natężenie oświetlenia” i aby zapewnić wyższe początkowe natężenie oświetlenia należy utrzymywane natężenie oświetlenia pomnożyć przez współczynnik  $1/MF$ . Czynnik  $MF$  powstaje jako iloczyn czynników takich jak  $LLMF$ ,  $LMF$  i  $RSMF$ . Wszystkie szczegóły dotyczące  $MF$  podano w IEC 97.

W instalacjach, w których stosuje się ściemniany system oświetlenia, możliwe jest automatyczne sterowanie i redukcja początkowego wypromieniowania światła z oprawy do wymaganego utrzymywanego natężenia oświetlenia. Takie rozwiązania są znane jako systemy „sterowania stałym poziomem natężenia oświetlenia”. Są korzystne z powodu ograniczenia zużycia energii i zapotrzebowania na moc. Ponieważ wypromieniowanie światła zmniejsza się z czasem, sterowanie podnosi moc wejściową do oprawy w celu kompensacji. Gdy moc wymagana staje się równa mocy zainstalowanej systemu oświetleniowego, konieczna staje się konserwacja taka jak czyszczenie opraw, wymiana lamp i czyszczenie powierzchni w pomieszczeniu. Na Rysunku E.1 przedstawiono wpływ zmian mocy zasilania na kompensację spadającego czynnika utrzymania w celu zachowania stałego utrzymywanego natężenia oświetlenia w jednym cyklu konserwacji.





### Objaśnienia

- 1 natężenia oświetlenia
- 2 czynnik utrzymania
- 3 moc
- X czas użytkowania (godziny)
- Y % wartość względna

**Tabela 27.** Uwzględnienie wpływu obecności pracowników w miejscu pracy

Lp.	Typ budynku	Rodzaj regulacji <sup>1)</sup>	F <sub>o</sub>
1	Biura, szkoły	Ręczna	1.0
2		Automatyczna	0.9
3	Budynki sportowo-rekreacyjne,	Ręczna	1.0
4	Szpitala	Ręczna (częściowo automat.)	0.8

<sup>1)</sup> W przypadku automatycznej regulacji, co najmniej jeden czujnik obecności powinien być zainstalowany w pomieszczeniu a w pomieszczeniach dużych, co najmniej jednym czujnik obecności na 30 m<sup>2</sup>. Założono, że w przypadku automatycznej regulacji, co najmniej 60 % instalowanej mocy elektrycznej jest sterowane.



**Tabela 25.** Roczne uśrednione czasy użytkowania oświetlenia w budynkach

Lp.	Typ budynku	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu roku, h/a		
		$t_D$	$t_N$	$t_O$
1	Biura	2250	250	2500
2	Szkoły	1800	200	2000
3	Szpitala	3000	2000	5000
4	Sportowo-rekreacyjne	2000	2000	4000

**Tabela 26.** Uwzględnienie wpływu światła dziennego w budynkach

Lp.	Typ budynku	Rodzaj regulacji	$F_D$
1	Biura, budynki sportowo-rekreacyjne	Ręczna	1.0
2		Regulacja światła z uwzględnieniem światła dziennego	0.9
3	Szkoły, szpitale	Ręczna	1.0
4		Regulacja światła z uwzględnieniem światła dziennego	0.8

Uwaga – Założono, że co najmniej 60 % instalowanej mocy elektrycznej jest sterowane.



Roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia LENI oblicza się na podstawie wzoru:

(48)

$$\text{LENI} = \{F_C \cdot P_N / 1000 \cdot [(t_D \cdot F_O \cdot F_D) + (t_N \cdot F_O)]\} + m + n \cdot \{5 / t_y \cdot [t_y - (t_D + t_N)]\} \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2\text{rok})]$$

gdzie:

$P_N$	jednostkowa moc opraw oświetlenia podstawowego w budynku obliczana na podstawie wzoru (50)	$W / m^2$
$t_D$	czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia, zgodnie z tabelą 25.	h / rok
$t_N$	czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy, zgodnie z tabelą 25.	h / rok
$t_O$	czas użytkowania oświetlenia będący sumą czasów $t_D$ i $t_N$ , zgodnie z tabelą 25.	h / rok
$t_y$	liczba godzin w roku, 8760 h	h
$F_D$	współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu, zgodnie z tabelą 26.	–
$F_O$	współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy, zgodnie z tabelą 27.	–
$F_C$	współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego, obliczany na podstawie wzoru 49	–
$m = 1$	gdy stosowane jest oświetlenie awaryjne; w przeciwnym razie $m=0$	–
$n = 1$	gdy stosowane jest sterowanie opraw; w przeciwnym razie $n=0$	–

