

Piotr CIERZNIEWSKI<sup>1</sup>  
Karolina KURTZ-ORECKA<sup>2</sup>

## WYBRANE ZAGADNIENIA PROJEKTOWANIA EFEKTYWNEGO ENERGETYCZNIE OŚWIETLENIA WBUDOWANEGO W POMIESZCZENIACH BIUROWYCH

Obecnie w krajach członkowskich Unii Europejskiej dąży się do ograniczenia zużycia energii na potrzeby oświetlenia wbudowanego w budynkach użyteczności publicznej. Świadczą o tym wprowadzane regulacje prawne i uzupełniające je normy przedmiotowe. W artykule dokonano analizy aktów prawnych związanych z efektywnym projektowaniem oświetlenia wbudowanego oraz zawartych w nich wymagań jakościowych i ilościowych dotyczących oświetlenia wbudowanego w budynkach użyteczności publicznej – w szczególności biurowych. Do podstawowych parametrów otoczenia świetlnego uwzględniających światło sztuczne i światło dzienne zalicza się: rozkład luminancji i natężenia oświetlenia, kierunkowość światła oraz oświetlenia w przestrzeni wnętrza, zmienność światła (poziomy i barwa światła), oddawanie barw i wygląd barwy światła czy oślnienie. Wskazano wymagania odnoszące się do pomieszczeń biurowych, wprowadzone przez normę PN-EN 12464:2012 [1]. Podano także wymagania energetyczne oświetlenia miejsc pracy w budynkach użyteczności publicznej w odniesieniu do pomieszczeń biurowych na podstawie normy PN-EN 15193:2010 [2] oraz przepisów techniczno-budowlanych. Wymagania te dotyczą: maksymalnej wartości mocy jednostkowej oświetlenia w zależności od klas kryterium oświetlenia, maksymalnej wartości wskaźnika  $\Delta EP_L$  czy kryteriów projektowania oświetlenia w pomieszczeniach biurowych. Zaprezentowano także wyniki otrzymane z symulacji oświetlenia przy zastosowaniu oprawa z źródłami jarzeniowymi i LED-owymi oraz obliczono na ich podstawie parametry charakterystyki energetycznej. W posumowaniu porównano obliczone roczne zapotrzebowanie na energię na potrzeby oświetlenia wbudowanego  $\Delta EP_L$  z granicznymi wartościami określonymi w przepisach.

**Słowa kluczowe:** natężenie oświetlenia, moc jednostkowa opraw oświetleniowych, liczbowy wskaźnik energii na oświetlenie, klasy kryterium oświetlenia

<sup>1</sup> Autor do korespondencji: Piotr Cierzniewski, WE ZUT w Szczecinie, KEiNE, 70-313 Szczecin ul. Sikorskiego 37, telefon: 914494270, e-mail: Piotr.Cierzniewski@zut.edu.pl

<sup>2</sup> Karolina Kurtz-Orecka, WBiA ZUT w Szczecinie, 70-311 Szczecin al. Piastów 50, tel. 608-691-975, karolinakurtz@gmail.com

## **1. Analiza aktów prawnych wiązanych z efektywnym projektowaniem oświetlenia wbudowanego w obiektach użyteczności publicznej**

### **1.1. Wymagania stawiane przez przepisy Unii Europejskiej oświetleniu obiektów budowlanych**

W krajach Unii Europejskiej dąży się między innymi do ograniczenia zużycia energii elektrycznej przez instalacje oświetleniowe i źródła światła. Świadczą o tym regulacje prawne takie jak: Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiająca ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących ekoprojektu dla produktów związanych z energią czy Dyrektywa 2005/32/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 6 lipca 2005 r. określająca ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących ekoprojektu dla produktów wykorzystujących energię oraz zmieniająca dyrektywę Rady 92/42/EWG, Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 96/57/WE i 2000/55/WE, Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (zmieniająca Dyrektywę 2002/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 grudnia 2002 r.). Wymagania dotyczące źródeł światła zawarte są również w rozporządzeniach Komitetu Europejskiego takich jak: Rozporządzenie Komisji (WE) NR 859/2009 z dnia 18 września 2009 r. czy Rozporządzenie Komisji (WE) NR 245/2009 z dnia 18 marca 2009 r. Bezpośrednio z Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE związana jest norma europejska PN-EN 15193: 2010 Charakterystyka energetyczna budynków, wymagania energetyczne dotyczące oświetlenia [2].

### **1.2. Wymagania stawiane przez przepisy Polskie oświetleniu obiektów budowlanych**

W Polsce zagadnienia dotyczące oświetlenia oraz zużywanej energii na potrzeby oświetlenia wbudowanego regulują między innymi: Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [3] oraz wprowadzone przez to rozporządzenie dwie normy: PN-EN 12464: 2012 [1] i PN-EN 15193: 2010 [2].

Zgodnie z normą [1] podstawowymi parametrami otoczenia świetlnego uwzględniającymi światło sztuczne i światło dzienne są:

- rozkład luminancji,
- natężenia oświetlenia,
- kierunkowość światła, oświetlenia w przestrzeni wnętrza,
- zmienność światła (poziomy i barwa światła),
- oddawanie barw i wygląd barwy światła czy olśnienie.

Wprowadzone przez normę [1] wymagania dotyczą parametrów oświetleniowych zalecanego i wymaganego, takich jak:

- poziomu eksploatacyjnego natężenia oświetlenia ( $E_m$ ) oraz jego równomierności ( $U_0$ ) w miejscu pracy, otoczeniu miejsca pracy i tła,
- poziomu natężenia oświetlenia oraz jego równomierności na suficie i ścianach,
- współczynnika oddawania barw ( $R_a$ ) i temperatury barwowej ( $T_{CP}$ ),
- ujednoczonej oceny olśnienia ( $UGR_L$ ).

Ponadto norma [1] zaleca, aby współczynniki odbicia światła od głównych powierzchni rozpraszających we wnętrzu mieściły się w zakresie: od 0,7 do 0,9 w odniesieniu do sufitów, od 0,5 do 0,8 dla ścian, od 0,2 do 0,4 w przypadku podłóg oraz od 0,2 do 0,7 dla głównych przedmiotów w pomieszczeniu, jak meble, maszyny itp.

W normie [2] przedstawiono metody obliczania ilości energii zużywanej do oświetlenia w budynkach oraz sposoby wyznaczania liczbowego wskaźnika energii oświetlenia (LENI). W załącznikach do normy [1] podano: metody pomiaru mocy całkowitej opraw oświetleniowych i związanej z nią mocy pasożytnej, sposoby określania czynnika wykorzystania światła dziennego, sposoby określania czynnika zależności od obecności czy określania czynnika stałego natężenia oświetlenia. Ponadto podano wymagania odnoszące się do gęstości mocy oświetlenia zainstalowanego w budynku i standardowe godziny rocznego działania instalacji oświetleniowych dla różnych typów budynków [5].

### 1.3. Wymagania dotyczące oświetlenia miejsc pracy w budynkach użyteczności publicznej na przykładzie pomieszczeń biurowych

Norma [1] dzieli pomieszczenia ze względu na czynności, jakie w nich są wykonywane na poszczególnych stanowiskach pracy i ustala dla nich minimalne wymagane poziomy, które muszą być przestrzegane przy eksploatacji tych pomieszczeń. W tabelicy 1 zestawiono przykładowe wymagania dotyczące oświetlenia dla typowych czynności wykonywanych w pomieszczeniach biurowych [1].

Tablica 1. Wymagania oświetleniowe dla typowych czynności w pomieszczeniach biurowych, na podstawie [1]

Table 1. Lighting requirements for common tasks in offices, based on [1]

Rodzaj wnętrza, zadania lub czynności	$E_m$ , lx	$UGR_L$	$U_0$	$R_a$
Segregowanie	300	19	0,4	80
Pisanie obsługiwane klawiatury, czytanie, przetwarzanie danych	500	19	0,6	80
Pokoje spotkań i konferencji	500	19	0,6	80

#### 1.4. Wymagania energetyczne dotyczące oświetlenia miejsc pracy w pomieszczeniach biurowych

Wymagania energetyczne odnoszące się do oświetlenia wbudowanego w pomieszczeniach biurowych określa norma [2] oraz rozporządzenie [3]. Z przepisów tych wynika, że moc jednostkowa oświetlenia wbudowanego, według klas kryteriów, nie może przekraczać dopuszczalnej wartości przedstawionej w tablicy 2. Rozporządzenie [3], które weszło w życie z dniem 01.01.2014 r., w § 329 wprowadza częściowe maksymalne wartości wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną  $\Delta EP_L$  (tablica 3) na potrzeby oświetlenia wbudowanego w przypadku budynków: użyteczności publicznej, zamieszkania zbiorowego, produkcyjnych, gospodarczych i magazynowych. Wartość wskaźnika  $\Delta EP_L$ , zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną na potrzeby oświetlenia wbudowanego, oblicza się wg przepisów dotyczących metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynków – zgodnie z [4].

Tablica 2. Maksymalna wartość mocy jednostkowej oświetlenia w pomieszczeniach biurowych w zależności od klas kryterium oświetlenia, na podstawie [3]

Table 2. The maximum power density depending on the class design criterion for lighting of office spaces, based on [3]

Typ budynku	Maksymalna wartość mocy jednostkowej, W/m <sup>2</sup>		
	Klasa kryteriów A	B	C
Biura	15	20	25

gdzie klasy kryteriów oznaczają:  
 A – spełnienie kryteriów oświetlenia w stopniu podstawowym;  
 B – spełnienie kryteriów oświetlenia w stopniu rozszerzonym;  
 C – spełnienie kryteriów oświetlenia w stopniu pełnym z uwzględnieniem komunikacji wizualnej

Tablica 3. Częstkowe maksymalne wartości wskaźnika  $\Delta EP_L$  na potrzeby oświetlenia, na podstawie [3]

Table 3. Partial maximum values of  $\Delta EP_L$  for lighting needs, based on [3]

Rodzaj budynku	Częstkowe maksymalne wartości wskaźnika $\Delta EP_L$ na potrzeby oświetlenia, kWh/(m <sup>2</sup> rok), w zależności od czasu działania oświetlenia w ciągu roku $t_0$		
	od 01.01.2014	od 01.01.2017	od 01.01.2021 <sup>*)</sup>
Budynek użyteczności publicznej:	dla $t_0 < 2500$ h/rok $\Delta EP_L = 50$ dla $t_0 \geq 2500$ h/rok $\Delta EP_L = 100$	dla $t_0 < 2500$ h/rok $\Delta EP_L = 50$ dla $t_0 \geq 2500$ h/rok $\Delta EP_L = 100$	dla $t_0 < 2500$ h/rok $\Delta EP_L = 25$ dla $t_0 \geq 2500$ h/rok $\Delta EP_L = 50$

<sup>\*)</sup> Od 01.01.2019 r. w przypadku budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością.

W normie [2] przyjęto, że za miarę wydajności energetycznej oświetlenia w budynku odpowiada „liczbowy wskaźnik energii na oświetlenie”, LENI (*Lighting Energy Numeric Indicator*) [5]. Współczynnik LENI w odniesieniu do rozporządzenia [4] odpowiada energii końcowej  $E_{K,L}$  i w przypadku budynków biurowych nie powinien przekraczać wartości podanych w tabelicy 4.

Tablica 4. Standardowe wartości porównawcze i kryteria projektowania oświetlenia w pomieszczeniach biurowych, na podstawie [2]

Table 4. The standard comparison values and criteria for design of lighting in office rooms, based on [2]

$P_N$ , W/m <sup>2</sup>	$t_D$ , h/rok	$t_N$ , h/rok	$F_C$	$F_0$		$F_D$		LENI, kWh/(m <sup>2</sup> rok)	
				R	A	R	A	R	A
15	2250	250	1	1	0,9	1	0,9	42,1	35,3
20	2250	250	1	1	0,9	1	0,9	54,6	45,5
25	2250	250	1	1	0,9	1	0,9	67,1	55,8

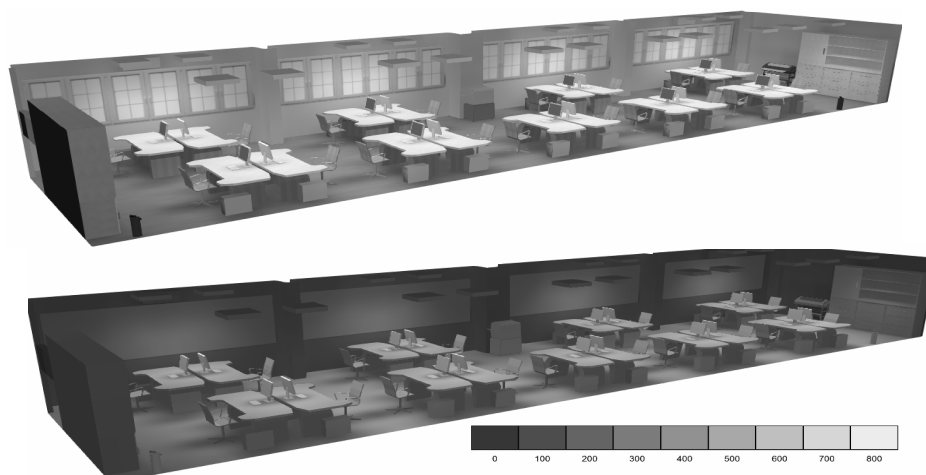
gdzie:  
 $P_N$  – moc jednostkowa opraw oświetlenia wbudowanego w pomieszczeniu  
 $t_D$  – czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia  
 $t_N$  – czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy  
 $F_C$  – współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego  
 $F_0$  – współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy  
 $F_D$  – współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu  
R – ręczne sterowanie oświetleniem wbudowanym w pomieszczeniu  
A – sterowanie automatyczne oświetleniem w pomieszczeniu

## 2. Obliczenia parametrów oświetleniowych i charakterystyki energetycznej w przykładowym budynku biurowym

### 2.1. Wizualizacja i wyniki obliczeń oświetlenia w budynku biurowym

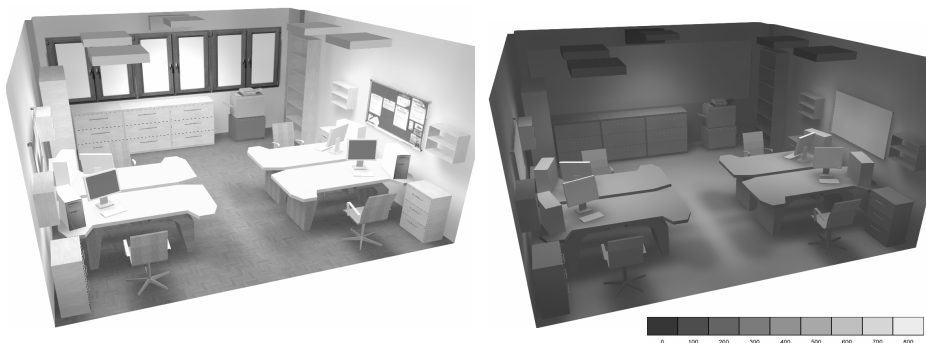
Wymagania podane w tabelicy 1 wymuszają na projektantach oświetlenia wykonanie wizualizacji rozkładu oświetlenia w pomieszczeniu, ponieważ tylko wtedy można ocenić czy prawidłowo zostały dobrane i rozmieszczone oprawy oświetleniowe oraz spełnione zostały wymagane parametry oświetlenia w pomieszczeniu. Wymaga to jednak przygotowania wcześniejszej aranżacji wnętrza przez architekta uwzględniającej: materiały i kolorystykę ścian, sufitów i podłóg oraz mebli, gdyż mają one wpływ na otrzymane wyniki [5, 6].

Na rysunkach 1 i 2 przedstawiono przykładowe wizualizacje pomieszczeń oraz wyniki symulacji rozkładu natężenia oświetlenia wraz z rozmieszczeniem opraw w przykładowych pomieszczeniach biurowych. W analizach przyjęto parametry jarzeniowych źródeł światła. Oprawy i ich rozmieszczenie dobrano w taki sposób, aby spełnić wymagania odnoszące się do natężenia oświetlenia w miejscu pracy, otoczeniu miejsca pracy i tle, na ścianach, podłodze i suficie oraz aby zachować odpowiednią równomierność oświetlenia na wymienionych powierzchniach.



Rys. 1. Wizualizacja oraz wyniki symulacji rozkładu natężenia oświetlenia w pracowni komputerowej

Fig. 1. Visualization and simulation results of light intensity distribution in a computer lab



Rys. 2. Wizualizacja oraz wyniki symulacji rozkładu natężenia oświetlenia w pomieszczeniu biurowym

Fig. 2. Visualization and simulation results of light intensity distribution in a office room

W tablicach 5 i 6 przedstawiono otrzymane w wyniku symulacji: wartości eksploatacyjnego natężenia oświetlenia  $E_{\text{mobiczone}}$ , mocy jednostkowej  $P_N$  i równomierności natężenia oświetlenia na płaszczyźnie pracy  $U_{\text{obliczone}}$  w pomieszczeniach o powierzchni  $A_{fj}$  oraz wartości wymagane przez przepisy eksploatacyjnego natężenia oświetlenia  $E_{\text{mwymagane}}$  i równomierności natężenia oświetlenia na płaszczyźnie pracy  $U_{\text{wymagane}}$ . W tablicy 5 przedstawiono wyniki

symulacji przy zastosowaniu jarzeniowych źródeł światła a w tabeli 6 – z zastosowaniem LED-owych źródeł światła.

Tablica 5. Wymagane wartości i wyniki symulacji oświetlenia światłem fluorescencyjnym przestrzeni biurowej

Table 5. Required values and simulation result of lightning with fluorescent light of an office space

Opis	$A_{fj}$ $m^2$	$P_N$ $W/m^2$	$E_{mobiczone}$ lux	$E_{mwymagane}$ lux	$U_{oobliczone}$ -	$U_{owymagane}$ -
Przedsiónek	7,20	8,19	224	100	0,89	0,4
Korytarz	96,92	5,94	238	100	0,73	0,4
Pomieszczenie Socjalne	29,86	12,05	418	200	0,84	0,4
Pracownia projektowa	60,41	8,34	579-623	500	0,68-0,78	0,6
Sala posiedzeń	32,57	12,68	608	500	0,63	0,6
Serwerownia	30,97	10,17	607	500	0,84	0,6
Pracownia komputerowa	125,05	9,57	575-671	500	0,61-0,86	0,6
Administracja	30,10	9,93	536-601	500	0,77-0,80	0,6
BOK	30,39	11,65	581-614	500	0,83	0,6
WC korytarz	3,10	11,62	193	100	0,81	0,4
Łazienki i toalety	10,23	9,19	200	200	0,85	0,4

Tablica 6. Wymagane wartości i wyniki symulacji oświetlenia światłem LED-owym przestrzeni biurowej

Table 6. Required values and simulation result of lightning with LED light of an office space

Opis	$A_{fj}$ $m^2$	$P_N$ $W/m^2$	$E_{mobiczone}$ lux	$E_{mwymagane}$ lux	$U_{oobliczone}$ -	$U_{owymagane}$ -
Przedsiónek	7,20	3,75	130	100	0,88	0,4
Korytarz	96,92	3,71	186	100	0,79	0,4
Pomieszczenie Socjalne	29,86	8,64	282	200	0,93	0,4
Pracownia projektowa	60,41	5,33	505-544	500	0,72-0,79	0,6
Sala posiedzeń	32,57	9,12	554	500	0,71	0,6
Serwerownia	30,97	7,17	584	500	0,80	0,6
Pracownia komputerowa	125,05	6,05	516-600	500	0,61-0,89	0,6
Administracja	30,10	9,40	546-595	500	0,77-0,80	0,6
BOK	30,39	6,38	509-541	500	0,80	0,6
WC korytarz	3,10	11,62	193	100	0,81	0,4
Łazienki i toalety	10,23	9,19	200	200	0,85	0,4

Porównując otrzymane wartości w tablicach 5 i 6 można zauważyć, że zastosowanie LED-owych źródeł światła przy zachowaniu wymaganych parametrów oświetleniowych powoduje zmniejszenie mocy zainstalowanej na potrzeby oświetlenia wbudowanego w budynku o 32,3% w odniesieniu do jarzeniowych źródeł światła, jednak koszty LED-owych źródeł światła w porównaniu do ich odpowiedników jarzeniowych są kilkadziesiąt razy wyższe.

## 2.2. Wyniki obliczeń parametrów charakterystyki energetycznej na potrzeby oświetlenia wbudowanego w budynku biurowym

Na podstawie określonych w tablicach 5 i 6 mocy jednostkowych  $P_N$  oraz rozporządzenia [4] wyznaczono parametry charakterystyki energetycznej budynku związane z oświetleniem wbudowanym – roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną na potrzeby oświetlenia wbudowanego  $\Delta EP_L$ . W tablicy 7 przedstawiono wyniki obliczeń wskaźnika rocznego jednostkowego zapotrzebowania na energię pierwotną na potrzeby oświetlenia wbudowanego dla budynków biurowych przy wartościach maksymalnych mocy jednostkowej opraw oświetleniowych w odniesieniu do różnych klas kryteriów projektowania oświetlenia.

Tablica 7. Parametry charakterystyki energetycznej oświetlenia wbudowanego dla różnych rozwiązań oświetlenia

Table 7. Parameters of the energy performance of the built-in lighting for a variety of lighting solutions

Sposób wykonania oświetlenia/wymagania	$A_f$ m <sup>2</sup>	$P_N$ W/m <sup>2</sup>	$t_D$ h	$t_N$ h	$E_{K,L}+E_{el,pom.L}$ kWh/(m <sup>2</sup> rok)	$\Delta EP_L$ kWh/(m <sup>2</sup> rok)
Budynek z oświetleniem jarzeniowym	456,8	9,2	2250	250	23,25	69,25
Budynek z oświetleniem LEDowym	456,8	6,2	2250	250	15,82	47,46
Budynek wg WT 15	456,8	15	2250	250	37,50	112,50
Budynek wg WT 20	456,8	20	2250	250	50,00	150,00
Budynek wg WT 25	456,8	25	2250	250	62,50	187,50

$A_f$  – powierzchnia użytkowa budynku  
 $P_N$  – moc jednostkowa opraw oświetlenia wbudowanego w pomieszczeniu  
 $t_D$  – czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia  
 $t_N$  – czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy  
 $E_{K,L}+E_{el,pom.L}$  – energia końcowa i energia pomocnicza na potrzeby oświetlenia wbudowanego  
 $\Delta EP_L$  – wskaźnik rocznego jednostkowego zapotrzebowania na energię pierwotną na potrzeby oświetlenia wbudowanego

### 3. Podsumowanie

Obowiązująca norma PN-EN 12464: 2012 [1] wprowadziła wysokie wymagania ilościowe dotyczące oświetlenia wbudowanego, takie jak: eksploatacyjne natężenie oświetlenia oraz jakościowe: ograniczenie olśnienia, temperatura barwowa źródeł światła czy współczynnik oddawania barw. Stawia ona również wymagania ilościowe w odniesieniu do oświetlenia powierzchni pomieszczenia – ścian, sufitów i podłóg. Wprowadza również zalecenia określające wartości współczynników odbicia (kolorów) ścian, podłóg, sufitów czy mebli. Sprawdzenie czy wybrane oprawy oświetleniowe i ich rozmieszczenie spełniają kryteria ilościowe i jakościowe wymaga wykonania symulacji rozkładu oświetlenia. Symulacja pozwala również ocenić dotrzymanie wymagań energetycznych dotyczących oświetlenia zgodnych z normą PN-EN 15193: 2010 [2].

Porównując roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną na potrzeby oświetlenia wbudowanego  $\Delta EP_L$  wyznaczone zgodnie z rozporządzeniem [4] (tablica 7) w przypadku dopuszczalnej wartości maksymalnej mocy jednostkowej oświetlenia, zgodnej z § 180a rozporządzenia [3] (tablica 2) oraz normy [2] (tablica 4), można zauważyć, że nie spełnia wymagań zawartych w § 329 rozporządzenia [3]. Zgodnie z obowiązującą metodyką obliczeń charakterystyki energetycznej budynku [4] bezpodstawne stają się wymagania stawiane w § 180a przepisów techniczno-budowlanych [3], mimo że wynikają one z normy europejskiej [2] powiązanej z dyrektywą dotyczącą eko-projektowania przy zasilaniu obiektu budowlanego z sieci elektroenergetycznej.

Zmniejszenie wartości współczynnika  $\Delta EP_L$  w projektowanych budynkach można osiągnąć między innymi poprzez zastosowanie automatyki budynkowej do sterowania oświetleniem, jednak wpływa to na podniesienie kosztów inwestycyjnych. Stopa zwrotu nakładów takiej inwestycji kształtuje się najczęściej w granicach od kilku do kilkunastu lat.

Spełnienie wymagań dotyczących nieprzekroczenia wskaźnika zapotrzebowania na energię pierwotną na potrzeby oświetlenia budowlanego  $\Delta EP_L$ , zawartych w przepisach techniczno-budowlanych [3] (tablica 3) w przypadku budynków, w których moc jednostkowa na potrzeby oświetlenia wbudowanego przekracza  $15 \text{ W/m}^2$  wydaje się możliwe jedynie w przypadku, gdy do zasilania instalacji oświetleniowych, bądź jej części, wykorzystane zostaną odnawialne źródła energii.

### Literatura

- [1] PN-EN 12464:2012 Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy – część 1.
- [2] PN-EN 15193:2010 Charakterystyka energetyczna budynków. Wymagania energetyczne dotyczące oświetlenia.

- [3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2002 nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami).
- [4] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz. U. 2008 nr 201 poz. 1240 z późniejszymi zmianami).
- [5] Bąk J.: Wydajne energetycznie oświetlenie wnętrz. Wybrane zagadnienia. COSiW. Warszawa 2009.
- [6] Cierzniewski P., Kudła J., Paplicki P., Wardach M.: Wybrane aspekty efektywnego projektowania instalacji oświetleniowych w obiektach użyteczności publicznej. Przegląd Elektrotechniczny. - R. 88, nr 12a, 2012, s. 197-199.

## SELECTED PROBLEMS OF ENERGY EFFICIENT LIGHTING DESIGN BUILT IN OFFICE ROOMS

### Summary

Currently the member states of the European Union seek to reduce energy consumption for lighting purposes incorporated in public buildings testify to the regulations introduced. The article analyzes the legal acts linked with effective lighting design built-in utilities and published quantitative and qualitative requirements relating to the built-in lighting in public buildings. The basic parameters that are taken into account ambient light, artificial light and daylight are as follow: luminance distribution, illumination, directionality of light, lighting in the interior space, variability of light (light levels and color), color rendering and color appearance of the light or glare. The article presents some analysis of built-in light system of office space done in according with the standard PN -EN 12464:2012 [1]. There is also presented a lists of the energy requirements of workplace lighting in public buildings on the example of office space on the basis of the building regulations and the standard PN-EN 15193:2010 [2]. These requirements relate to: the maximum value of the power unit lighting, depending on the class criterion lighting; maximum values of  $\Delta EP_L$  or lighting design criteria in offices. It also contains the results obtained from the simulation using lighting luminaries with fluorescent and LED sources, and calculated on the basis of their energy performance parameters. In the summary compared the calculated annual energy demand for lighting purposes the built-in  $\Delta EP_L$  with the required values by the rules.

**Keywords:** illuminance, power density luminaries, lighting energy numeric indicator, class design criterion

DOI:10.7862/rb.2014.76

*Przesłano do redakcji: 11.12.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 18.12.2014 r.*