

Oświetlenie w przemyśle w kontekście energooszczędności

Krzysztof Rajewski, Krzysztof Zaremba

Katedra Optoelektroniki i Techniki Światłowej, Wydział Elektryczny, Politechnika Białostocka

Streszczenie: Wzrost produkcji przemysłowej wiąże się ze wzrostem zapotrzebowania na energię. Jej zmieniające się ceny należą do głównych czynników kształtowania wartości produkcji. Zmniejszenie, tudzież lepsze wykorzystanie pobieranej przez urządzenia mocy może przyczynić się do znacznego ograniczenia kosztów. Dobrze dobrane oświetlenie to uzyskanie odpowiedniego komfortu pracy, spełnienie wymaganych poziomów natężeń oświetlenia, a przede wszystkim wysoka efektywność. Mniej wyprodukowanej energii to mniejsze zanieczyszczenie środowiska. Artykuł przedstawia parametry używanych źródeł światła, przykładowe rozmieszczenie opraw i odpowiadające im zapotrzebowanie mocy w symulowanych obiektach przemysłowych.

Słowa kluczowe: oświetlenie w przemyśle, źródła światła, energooszczędność

1. Wstęp

Rozwój przemysłu, jego rozbudowa i modernizacja przyczyniają się do zwiększonego zużycia energii w jego poszczególnych obszarach. Wzrost efektywności wykorzystania energii to ważny czynnik wpływający na koszty produkcji i konkurencyjność produktów, a co za tym idzie zyski przedsiębiorstw. Nieefektywne wykorzystywanie energii przyczynia się do zwiększonego zużycia surowców energetycznych, będących jej źródłem i może być przyczyną zanieczyszczenia środowiska.

W dniach 8–9 marca 2007 r., podczas szczytu Rady Europejskiej przyjęto plan działań integrujący politykę klimatyczną i energetyczną. Ma ona na celu ograniczenie globalnej temperatury o więcej niż 2 °C powyżej poziomu sprzed okresu uprzemysłowienia. Sformułowane zostały dążenia Unii Europejskiej:

- zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych do 2020 r. co najmniej o 20 % w porównaniu do 1990 r.,
- racjonalizacja wykorzystania energii i w konsekwencji ograniczenie jej zużycia o 20 %,
- zwiększenie do 20 % energii produkowanej z odnawialnych źródeł energii (OZE) do 2020 r.,
- osiągnięcie min. 10 % udziału biopaliw w sprzedaży paliw transportowych w 2020 r. we wszystkich państwach członkowskich.

Dodatkowo, Zielona Księga poświęcona efektywności energetycznej wskazuje, iż najtańszym, najbardziej konkurencyjnym źródłem energii dla Unii Europejskiej jest energia zaoszczędzona [1]. Aspekty te przyczyniają się do osiągnięcia jak najlepszej sprawności energetycznej urządzeń stosowanych w obiektach przemysłowych.

2. Źródła światła

Przechodząc do tematu w kontekście oświetlenia, należy zwrócić uwagę na to, by stosowane oprawy oświetleniowe charakteryzowały się jak najlepszymi parametrami. Idąc dalej, źródła powinny być wydajne, tzn. powinny cechować się jak największym wysyłanym strumieniem świetlnym w stosunku do pobieranej przez nie mocy (η_v, η) [2].

$$\eta = \frac{\Phi}{P} \left[\frac{lm}{W} \right] \quad (1)$$

Światło otrzymuje się w wyniku działania wysokiej temperatury, wyładowań oraz luminescencji. Charakteryzuje się je za pomocą podstawowych parametrów.

2.1. Lampa żarowa – żarówka

Żarówka jest najprostszym i najstarszym elektrycznym źródłem światła, zaliczanym do temperaturowych. Emisja promieniowania jest pod wpływem przepływu prądu przez żarnik. Skutkiem tego jest rozgrzanie żarnika do wysokiej temperatury rzędu 2500–3200 K. Wykonana najczęściej z wolframu skrętka przy tak wysokiej temperaturze odparowuje. Przyczynia się to do zaciemniania bańki oraz zmniejszania średnicy drutu. Im szybciej parują cząsteczki wolframu, tym krótszy jest czas świecenia. Zauważa się, że im większa skuteczność świetlna, tym mniejsza trwałość. W tabeli 1 zgromadzono podstawowe parametry świetlne żarówek głównego szeregu.

Tab. 1. Podstawowe parametry świetlne wybranych żarówek głównego szeregu [3]

Tab. 1. Basic parameters of selected main series bulbs [3]

Moc	Strumień świetlny	Skuteczność świetlna
[W]	[lm]	[lm/W]
15	100	6,7
25	220	8,8
40	415	10,4
60	710	11,8
75	935	12,5
100	1340	13,4
200	3040	15,2

Należy podkreślić, iż jedynie 2–5 % energii dostarczonej do żarówki ulega przemianie na światło. Pozostała część tracona jest głównie na ciepło. Źródła żarowe mogą pracować przy zasilaniu prądem przemiennym, jak i stałym. Głównymi zaletami są bardzo dobre oddawanie barw oraz łatwość produkcji.

2.2. Żarówki halogenowe

Są to temperaturowe źródła światła, w których dzięki wprowadzeniu w ich bańkę śladowych ilości pierwiastków z grupy fluorowców (brom, jod) oraz jej odpowiedniego kształtu, inicjowany jest cykl halogenowy. Wyparowany ze skrętki wolfram, dzięki obecności pierwiastków z grupy fluorowców, zamiast osadzać się na bańce, łączy się z jodem. Na żarniku cząsteczka jodku wolframu rozpada się – atomy wolframu osadzają się na żarniku, a atomy jodu przemieszczają się z powrotem w kierunku bańki. Warunkiem cyklu halogenowego jest temperatura bańki rzędu 250 °C. Cykl halogenowy wydłuża trwałość do ok. 2000–4000 h oraz zwiększa skuteczność świetlną. W tabeli 2 przedstawiono podstawowe parametry świetlne źródeł światła.

Tab. 2. Podstawowe parametry świetlne halogenowych źródeł światła [3]

Tab. 2. Basic parameters of light halogen lamp [3]

Moc	Napięcie zasilania	Strumień świetlny	Skuteczność świetlna
[W]	[V]	[lm]	[lm/W]
20	12	320	16
50	12	910	18,2
100	24	2200	22
150	24	3200	21,3

Halogenowe źródła światła, podobnie jak zwykle żarówki, cechują się równie wysokim wskaźnikiem oddawania barw, a wyróżnia je co najmniej dwukrotnie dłuższa trwałość w porównaniu do standardowych żarówek.

2.3. Fluorescencyjne źródła światła – świetlówki

Działanie świetlówki opiera się na wyładowaniu w parach rtęci o niskim ciśnieniu, które wytwarza w głównej mierze promieniowanie nadfioletowe UV. Dopiero pokrywająca wewnętrzną powierzchnię świetlówki biała powłoka, zwana luminoforem, wzbudzona tym promieniowaniem, emituje światło w wyniku fotoluminescencji. Warunkiem koniecznym uzyskania tego procesu jest wstępne podgrzanie elektrod przed zapłonem. Niezbędna jest również obecność układu stabilizującego.

Świetlówki produkowane są w różnych długościach oraz kształtach, choć najczęściej spotykane są źródła o średnicy 16 mm (T5) lub 26 mm (T8). Świetlówki kompaktowe są odmianą tradycyjnych świetlówek. Ich cechą charakterystyczną jest zintegrowany układ zapłonowy, który umożliwia montaż w tradycyjnych oprawkach oświetleniowych z gwintem E14 lub E27. W obiektach użyteczności publicznej stosowane są niekiedy niezintegrowane świetlówki kompaktowe, wymagające zastosowania odpowiedniego układu zasilającego.

Skuteczność świetlna świetlówek zależy od temperatury. Maksymalna skuteczność świetlna występuje zwykle

w temperaturze 20 °C w przypadku świetlówek typu T8 oraz 35 °C w przypadku źródeł T5. Powyżej oraz poniżej tych wartości parametr ten maleje. Świetlówki są również o wiele mniej podatne na zmianę napięcia zasilającego, np. 10 % zmiana napięcia zasilającego powoduje zbliżoną zmianę strumienia świetlnego.

Właściwości oddawania barw oraz ich temperatura barwowa są na bardzo dobrym poziomie. W celu identyfikacji powyższych parametrów stosuje się trzycyfrowe oznaczenie XYX , w którym pierwsza cyfra oznacza wierność oddawania barw, a dwie kolejne oznaczają barwę światła/temperaturę barwową, np. 830 to źródło o wskaźniku oddawania barw R_a między 80...89, oraz temperaturze barwowej 3000 K. Pozostałe, najpowszechniej stosowane oznaczenie tych parametrów przedstawione zostały poniżej.

Pierwsza cyfra:

- 9 – wskaźnik oddawania barw 90...100
- 8 – wskaźnik oddawania barw 80...89
- 7 – wskaźnik oddawania barw 70...79
- 6 – wskaźnik oddawania barw 60...69

Kolejne liczby to temperatura barwowa:

- 27 – 2700 K
- 30 – 3000 K
- 35 – 3500 K
- 40 – 4000 K
- 54 – 5400 K
- 65 – 6500 K
- 80 – 8000 K

2.4. Wysokoprężne lampy wyładowcze

Wysokoprężne lampy wyładowcze działają na zasadzie wyładowania łukowego w parach metali o wysokim ciśnieniu. Wyładowanie elektryczne między elektrodami powoduje świecenie substancji wypełniających jarznik, od których składu zależy jakość uzyskiwanego światła. Z tego też względu lampy wysokoprężne dzielą się na: rtęciowe, sodowe oraz metalohalogenkowe.

Najstarsze i często już wycofywane są wysokoprężne lampy rtęciowe, stosowane do oświetlania ulic, parkingów. Charakteryzuje je skuteczność świetlna rzędu 60 lm/W. Wytwarzają one światło o niskim wskaźniku oddawania barw. Uwydatniają jedynie barwy niebieskie oraz zielone.

Wysokoprężne lampy sodowe są bardziej wydajne, ich skuteczność sięga nawet 140 lm/W. Spowodowane jest to położeniem linii rezonansowej widma sodu (589 nm) w pobliżu długości fali odpowiadającej maksimum czułości oka ludzkiego. Jednak wszystkie oświetlone tą lampą przedmioty mają barwę żółtą bądź pomarańczową. Rozróżnianie innych barw jest niemożliwe. W związku z tym stosuje się je wyłącznie w oświetleniu zewnętrznym, np. drogi.

Lampy metalohalogenkowe to również źródła wyładowcze, w których dzięki dodaniu halogenków pierwiastków ziem rzadkich uzyskuje się skuteczność świetlną rzędu 100 lm/W. Cechą wyróżniającą je spośród opisanych wyżej lamp wyładowczych jest bardzo dobry wskaźnik oddawania barw. Dzięki temu źródła metalohalogenkowe mają bardzo duży zakres stosowania, poczynając od witryn sklepowych, przez oświetlenie zewnętrzne, kończąc na iluminacjach budynków i terenów zewnętrznych.

2.5. Diody świecące LED

Diody świecące LED (*Light Emitting Diode*) to źródła, w których światło wytwarzane jest w wyniku procesu elektroluminescencji. Przepływ prądu przez półprzewodnikowe złącze p-n, powoduje wzbudzenie elektronów, które przechodząc z wyższego, na niższy poziom energetyczny, emitują kwant energii. Jeżeli kwant energii emitowany jest w zakresie widzialnym, dioda emituje światło.

Pod względem emitowanej mocy, diody można podzielić na diody typowe, małej mocy (50–150 mW) oraz diody dużej mocy (1–5 W). Diody LED małej mocy mają skuteczność świetlną rzędu 10–40 lm/W. Ich strumień świetlny spada do 50 % po czasie 5–8 tys. godzin. Natomiast diody LED o dużej mocy charakteryzuje zdecydowanie większa trwałość, rzędu 50–100 tys. godzin. Należy jednak pamiętać o fakcie, że diody wysokiej mocy powinny być montowane na podłożach odprowadzających ciepło, w celu ich prawidłowej i długiej eksploatacji. Poza tym diody LED dużej mocy są punktowymi źródłami o dużej jasności, co ogranicza ich zastosowanie wewnątrz pomieszczeń.

3. Obliczenia oświetlenia przykładowego obiektu przemysłowego

W celu sprawdzenia zużycia energii elektrycznej obiektu przemysłowego, wykonane zostały symulacje dwóch rodzajów pomieszczeń przemysłowych. Są to hale magazynowe dwóch typów:

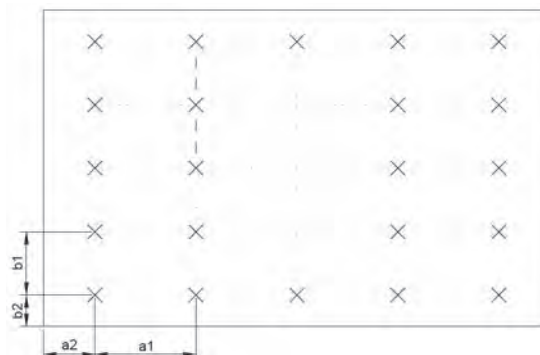
- Obiekt 1 – wymiary 100 × 50 × 10 m; współczynniki odbić – 30/30/20 (sufit/ściana/podłoga) [%]
- Obiekt 2 – wymiary 60 × 40 × 6 m; współczynniki odbić – 30/30/20 (sufit/ściana/podłoga) [%]

Wymagana wartość eksploatacyjnego natężenia oświetlenia hali magazynowej, w której obecni są ludzie, to zgodnie z pozycją [4] 200 lx oraz wskaźnik oddawania barw R_a nie mniejszy niż 60.

Rozsądnym podejściem do tak postawionego zadania jest użycie źródeł światła o jak najmniejszym zużyciu energii – dających jak najwięcej strumienia świetlnego w przeliczeniu na ich moc. W związku z tym prawidłowe wydaje się użycie lamp sodowych, których współczynnik ten sięga 140 lm/W. Jednak ze względu na wskaźnik oddawania barw ≤ 25 rozwiązanie to nie może być zaakceptowane. Zgodnie z zasadą jak najlepszego wykorzystania energii, zastosowanie źródeł świetłokowych oraz metalohalogenkowych jest najlepszym rozwiązaniem – skuteczność świetlna źródeł rzędu 100 lm/W. Zgodnie z powyższymi wytycznymi normatywnymi, dokonano obliczeń, przy użyciu opraw świetłokowych, następnie tych samych opraw z wewnętrznym odbłyśnikiem ukierunkowującym światło. Kolejno użyte zostały tzw. oprawy kulek z poliwęglanową szybą oraz kloszami: ryflowanym i płaskimi z wąskim rozsyłem światła. Użyte do obliczeń oprawy prezentuje tabela 3.

Różne konfiguracje opraw użyte zostały w celu ukazania zapotrzebowania na ilość opraw spełniających wymagania oświetleniowe. Na rysunku 1 przedstawiono rozmieszczenie opraw celem uzyskania odpowiednich wymagań natężenia oświetlenia.

W zależności od użytego typu opraw oświetleniowych oraz ich dystrybucji światła, w oparciu o wymaganą wartość natę-



Rys. 1. Przykład rozmieszczenia opraw oświetleniowych
Fig. 1. Example of luminaires layout spacing

żenia oświetlenia uzyskuje się wyniki dotyczące ich ilości oraz rozmieszczenia. Otrzymanie wymaganej wartości natężenia oświetlenia to jednak nie wszystko. W danym obszarze należy również zapewnić odpowiednią równomierność, definiowaną jako iloraz wartości minimalnej do średniej. Tak podany parametr nie powinien mieć wartości mniejszej niż 0,5. Jak widać z tabeli 5, w przypadkach 5 i 6, otrzymano wymagane natężenie oświetlenia, jednak za małą równomierność. W tym celu należałoby odpowiednio zwiększyć ilość opraw i dokonać kolejnych obliczeń celem weryfikacji otrzymanych wartości. Proponowane oprawy odznaczają się niekorzystnym rozsyłem strumienia świetlnego – jest on zbyt wąski. Zwiększenie ich ilości przełoży się na wzrost natężenia oświetlenia, jednak wpłynie niekorzystnie na pobór mocy – doprowadzi do jej zwiększenia. Na podstawie otrzymanych wartości obliczana jest moc jednostkowa danej powierzchni. Łatwo zauważyć, iż najkorzystniejsze pod względem energetycznym rozwiązanie to takie, które zapewnia jak najmniejszą moc na jednostkę powierzchni obiektu – najmniejsze zużycie energii elektrycznej. Mimo tego niekiedy już na etapie wykonywania bardziej istotną rolę odgrywa nie energooszczędność, a ilość, według zasady mniej = taniej. To już jednak inna kwestia.

4. Wnioski

Analizując otrzymane wyniki, przy rozpatrywaniu skrajnych przypadków dla obu typów pomieszczeń od razu można zauważyć, iż zastosowanie właściwie dobranych typów opraw oświetleniowych jest pożądanym rozwiązaniem. Odpowiedni układ optyczny gwarantuje wymagany rozsył światła, a co za tym idzie zapewnia otrzymanie pożądaných wartości normatywnych. Różnice w zużyciu mocy przedstawia tabela 6.


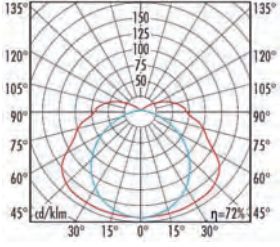

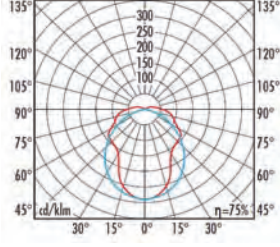

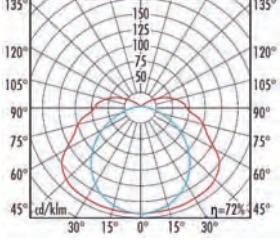

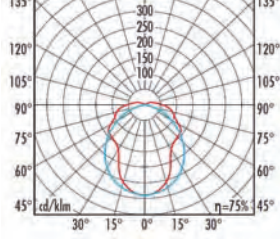

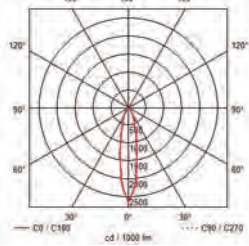

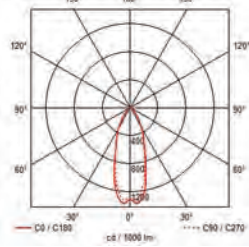
$$P_C = n \cdot P_0 \quad (1)$$

$$\Delta P = P_{C_{\max}} - P_{C_{\min}} \quad (2)$$


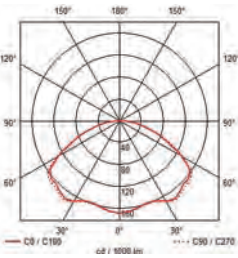

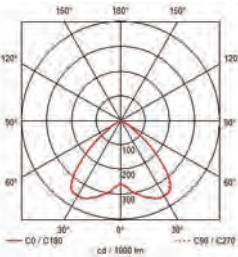

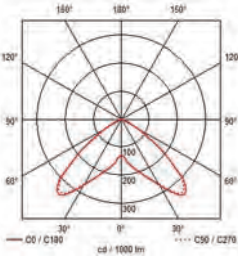

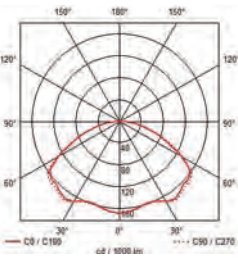

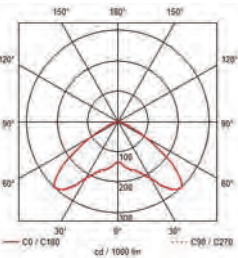

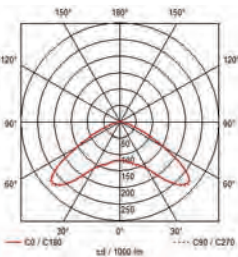

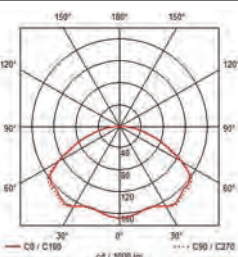
$$\Delta P_{\%} = \frac{\Delta P}{P_{C_{\max}}} \cdot 100[\%] = \frac{P_{C_{\max}} - P_{C_{\min}}}{P_{C_{\max}}} \cdot 100[\%] \quad (3)$$

Przedstawione wyniki wyraźnie ukazują, iż użycie odpowiednich lamp to oszczędność mocy (a co za tym – i energii) rzędu 43 % w pierwszym oraz 50 % w drugim przypadku. Mniej zużytej energii to mniejsze koszty.

Tab. 3. Rodzaje użytych opraw oświetleniowych
Tab. 3. Types of used luminaires

L.p.	Typ oprawy	Opis oprawy	Rysunek oprawy	Krzywa światłości
1	O1	Oprawa hermetyczna 2 × 36 W; 1280 × 140 × 100 [mm] [5]		
2	O2	Oprawa hermetyczna 2 × 36 W z odbłyśnikiem aluminiowym; 1280 × 140 × 100 [mm] [5]		
3	O3	Oprawa hermetyczna 2 × 58 W; 1580 × 140 × 100 [mm] [5]		
4	O4	Oprawa hermetyczna 2 × 58 W z odbłyśnikiem aluminiowym; 1580 × 140 × 100 [mm] [5]		
5	O5	Lampa metalohalogenkowa 150 W, klosz pryzmatyczny, przeźroczysta szyba d = 470 mm, h = 576 mm [6]		
6	O6	Lampa metalohalogenkowa 150 W, klosz pryzmatyczny, przeźroczysta szyba d = 470 mm, h = 576 mm [6]		

dokończenie tab. 3

7	O7	Lampa metalohalogenkowa 150 W, klosz ryflowany. d = 570 mm, h = 670 mm [6]		
8	O8	Lampa metalohalogenkowa 250 W, klosz pryzmatyczny, przezroczysta szyba. d = 470 mm, h = 576 mm [6]		
9	O9	Lampa metalohalogenkowa 250 W, klosz pryzmatyczny, przezroczysta szyba. d = 470 mm, h = 576 mm [6]		
10	O10	Lampa metalohalogenkowa 250 W, klosz ryflowany, d = 570 mm, h = 670 mm [6]		
11	O11	Lampa metalohalogenkowa 400 W, klosz pryzmatyczny, przezroczysta szyba. d = 470 mm, h = 576 mm [6]		
12	O12	Lampa metalohalogenkowa 400 W, klosz pryzmatyczny, przezroczysta szyba. d = 470 mm, h = 576 mm [6]		
13	O13	Lampa metalohalogenkowa 400 W, klosz ryflowany, poliwęglanowa szyba. d = 570 mm, h = 670 mm [6]		

Tab. 4. Typy, rozmieszczenie oraz wyniki natężenia oświetlenia hali magazynowej nr 1

Tab. 4. Types, layout spacing and maintained illuminance warehouse 1

L.p.	Typ oprawy	Źródła światła	Moc	Moc jednostkowa	Liczba opraw	a1	a2	b1	b2	Em	Emin	Emax	u
	[-]	[-]	[W]	[W/m ²]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[lx]	[lx]	[lx]	[-]
1	O3	T8	2x58	6,61	285	5,26	2,63	3,33	1,67	209	123	239	0,59
2	O4	T8	2x58	5,92	255	5,88	2,94	3,33	1,67	209	120	238	0,57
3	O5	MH	150	5,40	180	6,67	3,33	4,17	2,08	219	144	385	0,66
4	O6	MH	150	5,46	182	7,14	3,57	3,85	1,92	228	133	286	0,58
5	O7	MH	150	5,85	195	6,67	3,33	3,85	1,92	222	115	256	0,52
6	O8	MH	250	5,00	100	10	5	5	2,50	241	121	277	0,50
7	O9	MH	250	6,00	120	8,50	4,25	5,20	2,60	210	106	235	0,50
8	O10	MH	250	7,15	143	7,69	3,85	4,55	2,27	224	116	259	0,52
9	O11	MH	400	5,76	72	11,11	5,56	6,50	3,25	224	114	267	0,51
10	O12	MH	400	5,76	72	11,33	5,67	6,50	3,25	216	115	251	0,53
11	O13	MH	400	7,04	88	9,09	4,55	6,25	3,13	225	116	262	0,52

Tab. 5. Typy, rozmieszczenie oraz wyniki natężenia oświetlenia hali magazynowej nr 2

Tab. 5. Types, layout spacing and maintained illuminance warehouse 2

L.p.	Typ oprawy	Źródła światła	Moc	Moc jednostkowa	Liczba opraw	a1	a2	b1	b2	Em	Emin	Emax	u
	[-]	[-]	[W]	[W/m ²]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[lx]	[lx]	[lx]	[-]
1	O1	T8	2x36	5,94	198	2,73	1,36	4,44	2,22	211	127	236	0,60
2	O2	T8	2x36	5,40	180	3,00	1,50	4,44	2,22	212	135	238	0,64
3	O3	T8	2x58	6,09	126	3,33	1,67	5,71	2,86	208	125	233	0,60
4	O4	T8	2x58	5,41	112	3,75	1,88	5,71	2,86	206	126	246	0,61
5	O5	MH	150	4,81	77	5,45	2,73	5,71	2,86	208	64	955	0,31
6	O6	MH	150	4,81	77	5,45	2,73	5,71	2,86	214	90	532	0,42
7	O7	MH	150	5,50	88	5,45	2,73	5,00	2,50	221	124	248	0,56
8	O8	MH	250	4,38	42	8,57	4,29	6,67	3,33	226	119	304	0,53
9	O9	MH	250	5,83	56	7,50	3,75	5,71	2,86	221	125	275	0,57
10	O10	MH	250	6,56	63	6,67	3,33	5,71	2,86	219	122	252	0,56
11	O11	MH	400	5,33	32	7,50	3,75	10	5	228	131	313	0,57
12	O12	MH	400	5,33	32	7,50	3,75	10	5	222	127	273	0,57
13	O13	MH	400	5,00	30	7,50	3,75	8	4	230	122	284	0,53

Tab. 6. Porównanie zużycia mocy obiektów w zależności od zastosowanego rozwiązania oświetleniowego

Tab. 6. Comparison of power consumption in buildings depending on used lighting solutions

L.p.	Typ oprawy	Moc oprawy P _O	Moc jednostkowa	Liczba opraw n	Moc całkowita obiektu P _C	Różnica poboru mocy ΔP	Różnica poboru mocy ΔP _%
	[-]	[W]	[W/m ²]	[-]	[kW]	[kW]	[%]
1	O8	250	5,00	100	25	10,75	43
2	O10	250	7,15	143	35,75		
3	O8	250	4,38	42	10,5	5,25	50
4	O10	250	6,56	63	15,75		

Ponadto do sposobów oszczędności energii w instalacjach elektrycznych zaliczyć można:

- wdrażanie systemów monitoringu oraz zarządzania zużyciem energii,
- opracowanie audytów energetycznych,
- opracowanie długoterminowych planów działań prowadzących do zmniejszenia zużycia energii,
- modernizacja istniejących rozwiązań.

Odnosnie instalacji oświetleniowych racjonalne jest wykorzystanie, w miejscach, w których jest to możliwe, sterowanie czujnikami ruchu celem uniknięcia oświetlenia pustych przestrzeni. Wykorzystywanie wyłączników czasowych i zmierzchowych to kolejny krok ograniczający zużycie energii. Wraz z upływem czasu zanieczyszczeniu ulegają elementy opraw oświetleniowych – należy pamiętać o procesie ich konserwacji określanym już na etapie projektu. W miejscach, w których to możliwe, należy pamiętać o wykorzystaniu oświetlenia naturalnego. Znając wcześniej funkcje, które będzie spełniać pomieszczenie, oraz charakter wykonywanej pracy, można dokonać podziału instalacji na sekcje oświetleniowe.

Bibliografia

1. *Raport dotyczący kluczowych polskich energochłonnych przemysłów, z identyfikacją ograniczeń we wdrażaniu efektywności energetycznej w zakładach oraz opracowaniem rozwiązań dla tych przemysłów*, Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A., Warszawa, grudzień 2008 r.
2. PN-E-01005:1990/Ap1:2004 – *Technika Świetlna – Terminologia*.
3. www.osram.com
4. PN-EN 12464-1:2004 – *Światło i oświetlenie. Świetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach*.
5. www.apin.cz
6. www.gewiss.com ■

Industrial lighting in the context of the energy efficiency

Abstract: The increase in production in industries related to an increase in energy demand. The changing prices are one of the main factors affecting the value of production. Reducing, indeed better use of power consumed by the device may help to significantly reduce costs. Well-chosen lighting is to obtain adequate working comfort, meeting the required levels of illumination intensity and above all high efficiency. Less produced energy is less pollution. The article presents the basic parameters of light sources, example of luminary's layout spacing and the corresponding fittings power demand in simulated industrial facilities.

Keywords: lighting in industry, light sources, energy efficiency

mgr inż. Krzysztof Rajewski

W 2008 r. uzyskał dyplom mgr. inż. na Wydziale Elektrycznym Politechniki Białostockiej. Zajmuje się oświetleniem, poczynając od projektowania, aż do procesu realizacji. Jego zainteresowania obejmują wybrane dziedziny techniki świetlnej.

e-mail: krzysztof.rajewski@gmail.com




dr inż. Krzysztof Zaremba

Adiunkt w Katedrze Optoelektroniki i Techniki Świetlnej Wydziału Elektrycznego Politechniki Białostockiej. W swoich badaniach zajmuje się metodami obliczeń świetlnych i projektowaniem układów świetlnooptycznych. Prowadzi również pomiary fotometryczne opraw oświetleniowych.

e-mail: k.zaremba@pb.edu.pl



REKLAMA ▼



Ponad 2000 podwykonawców z całego świata

[katalog firm]

[giełda pracy]

NEW [giełda materiałów]

[giełda maszyn]

[wydarzenia]

[aktualności]

[media]

[video]

PONAD 2000 FIRM Z CAŁEGO ŚWIATA
PODZIELONYCH NA KATEGORIE

OGŁOSZENIA PRACOWNIKÓW
I PRACODAWCÓW Z BRANŻY

OGŁOSZENIA KUPNA I SPRZEDAŻY, SZCZEGÓLOWO
PODZIELONE NA GATUNKI I KSZTAŁTY MATERIAŁÓW








PONAD 2300 AKTUALNYCH OGŁOSZEN
KUPNA I SPRZEDAŻY

LISTA TARGÓW I IMPREZ BRANŻOWYCH
ZE ŚWIATA

TECHNOLOGIE, WYWIADY, SPRAWOZDANIA,
WSZYSTKO CZEGO POTRZEBUJESZ

INFORMACJE O CZASOPISMACH
BRANŻOWYCH Z CAŁEGO ŚWIATA

RELACJE, WYWIADY,
PREZENTACJE

GET THE MEMBERSHIP