PORADNIK

elektro.info.pl

Oświetlenie

Partnerzy publikacji

Redakcja

Adres redakcji
ul. Karczewska 18, 04-112 Warszawa
tel. 22 810 65 61
faks 22 810 27 42
redakcja@elektro.info.pl
www.elektro.info.pl

Reklama: Karolina Rosa, krosa@medium.media.pl

Redakcja: Anna Kuziemska, akuziemska@elektro.info.pl

Grupa MEDIUM
Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp.K.
ul. Karczewska 18, 04-112 Warszawa
tel. 22 810 21 24, faks 22 810 27 42
ISBN 978-83-64094-10-1

Spis treści

Energooszczędne źródła światła a jakość energii elektrycznej 4
Wybrane aspekty projektowania instalacji oświetleniowych w budynkach oświatowych 8
Prądy zasilające w instalacjach oświetleniowych ze źródłami światła typu LED 12
Oświetlenie drogowe – przepisy i klasy oświetlenia 16
Uproszczony projekt zasilania oświetlenia ulicznego 18
Oświetlenie boisk piłkarskich zgodnie z wymaganiami klas oświetleniowych definiowanych normą PN-EN 12193 24
Zasady oświetlenia miejsc pracy na zewnątrz 30
Oświetlenie placu budowy 36
Oświetlenie awaryjne – wymagania przepisów techniczno-budowlanych 42
Oświetlenie awaryjne w świetle wymagań normy PN-EN 50172:2005 46
Oświetlenie awaryjne w świetle normy PN-EN 60598-2-22:2015-01 P 50
Nowoczesne oświetlenie – dlaczego warto wybrać taśmy LED do oświetlenia wnętrz? 58
Katalog firm 61

RUSZYŁA SPRZEDAŻ KOMPENDIUM ELEKTRYKA 2020!

„Kompendium elektryka 2020" to publikacja wydawana przez redakcję miesięcznika „elektro.info" przeznaczona dla elektryków i projektantów instalacji elektrycznych. W treści, oprócz czytelnego kalendarium rozmieszczonego w systemie tygodniowym znaleźć można m.in. opisy najważniejszych imprez branżowych, terminy i zasady zdobywania uprawnień kwalifikacyjnych, prowadzenia prawidłowej dokumentacji technicznej, przyjęcia urządzeń elektroenergetycznych do eksploatacji, najważniejszą normalizację i wymagania stawiane instalacjom elektrycznym w budynkach, terminy kontroli pomiarowej instalacji elektrycznych i przyrządów pomiarowych, tabele doboru przekroju przewodów elektroenergetycznych i ich oznakowania. I wiele, wiele innych przydatnych informacji merytorycznych, niezbędnych w pracy projektanta elektryka, do których dzięki terminarzowi będzie miał on dostęp na bieżąco.

Cena regularna: 36 zł

Cena dla prenumeratorów „elektro.info": 20 zł

ZAMÓWIENIA:
Anna Sergel
asergel@medium.media.pl
tel. 662 169 335

energooszczędne źródła światła a jakość energii elektrycznej

mgr inż. Krzysztof Wincencik – DEHN Polska, dr inż. Marcin Jaraczewski – Politechnika Krakowska

Pojawia się wiele publikacji i badań, w których zazwyczaj popiera się wprowadzanie energooszczędnych źródeł światła, bo jest to przeważnie korzystne ekonomicznie dla odbiorcy. W badaniach takich zazwyczaj sprawdza się, czy podawane przez producentów niektóre parametry świetlne i energetyczne są zgodne ze stanem faktycznym. Zatem analizie poddawane są najczęściej takie aspekty jak:

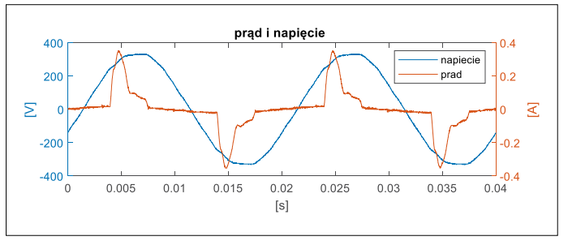
- energooszczędność,
- wpływ zmian napięcia zasilania na skuteczność świetlną,
- proces załączenia,
- wpływ na jakość napięcia,
- współpraca z urządzeniami instalacyjnymi, takimi jak rozłączniki podświetlane i ściemniacze.

streszczenie

Zgodnie z rozporządzeniem Komisji Europejskiej wycofuje się ze sprzedaży żarowe źródła światła. Na ich miejsce wprowadzane jest alternatywne, energooszczędne oświetlenie. Świetlówki kompaktowe i oświetlenie LED, o których mowa w artykule, mają oszczędzać nawet do 80% energii, przy uzyskaniu tego samego strumienia świetlnego co żarówka wolframowa.

Jednak użytkowanie energooszczędnych źródeł światła wiąże się też z pewnymi problemami dla projektantów, instalatorów, a nawet użytkowników. Należy mieć świadomość, że nie są to odbiorniki tzw. liniowe, czyli takie jak rezystor, kondensator czy cewka (lub zbliżone), a są to silnie nieliniowe elementy, głównie za sprawą użytych bardzo prostych układów prostowniczych, wymaganych do zasilania tego rodzaju źródeł światła. Przykładowy przebieg napięcia i prądu takiego nieliniowego odbiornika (prostownika) przedstawiono na **rysunku 1.**

W artykule, na przykładzie kilku energooszczędnych źródeł światła, przedstawiono ich możliwy wpływ na sieć zasilającą oraz możliwe i zaskakujące nieraz odbiorcę sytuacje, których efektem jest nieoczekiwany wzrost kosztów eksploatacji i remontów istniejących instalacji zasilających. Dotyczy to przede wszystkim większych zakładów produkcyjnych lub firm o dużej liczbie źródeł światła, które przestawiają się z tradycyjnego oświetlenia na energooszczędne.



Rys. K. Wincencik, M. Jaraczewski

Rys. 1. Przykładowy przebieg napięcia i prądu zasilania nieliniowego odbiornika (prostownika)

miernik zwykły = 0,064 A (po lewej)

TrueRMS = 0,107 A (po prawej)

Rys. K. Wincencik, M. Jaraczewski

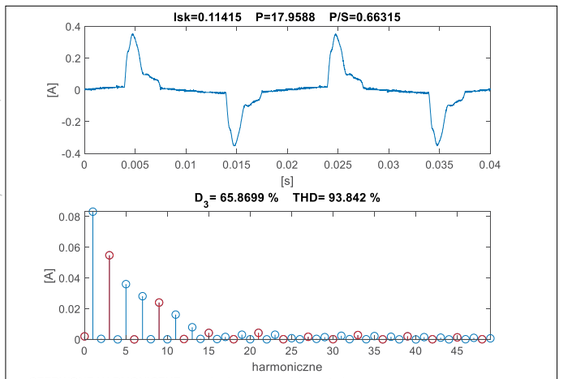
Rys. 2. Żarówka kompaktowa fluorescencyjna – pomiar prądu wykonany miernikami uniwersalnymi

miernik zwykły = 0,053A (po lewej)

TrueRMS = 0,93A (po prawej)

Rys. K. Wincencik, M. Jaraczewski

Rys. 4. Żarówka kompaktowa LED – pomiar prądu wykonany miernikami uniwersalnymi

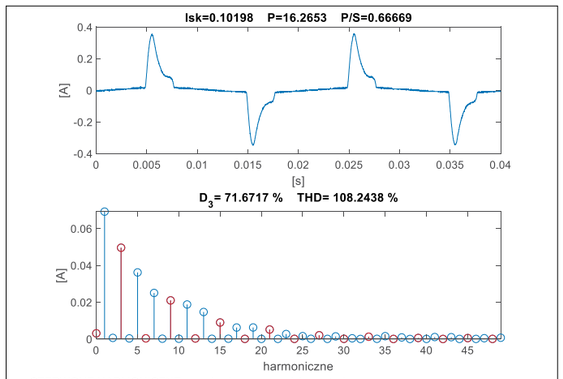


CZERWONE HARMONICZNE sumują się w przewodzie neutralnym zawartość 3. harmonicznej D_3 = 66%, THD = 94%

współczynnik mocy $\frac{P}{U_{sk} I_{sk}} = 0{,}66$

Rys. K. Wincencik, M. Jaraczewski

Rys. 3. Żarówka kompaktowa fluorescencyjna – przebieg prądu i jego harmoniczne. Rejestracja przebiegów kartą pomiarową/oscyloskopem

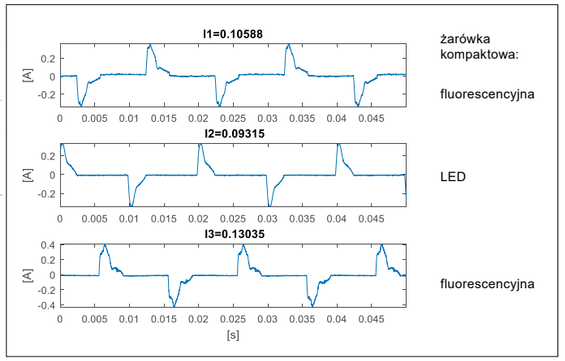


CZERWONE HARMONICZNE sumują się w przewodzie neutralnym zawartość 3. harmonicznej D_3 = 72%, THD = 108%

współczynnik mocy $\frac{P}{U_{sk} I_{sk}} = 0{,}67$

Rys. K. Wincencik, M. Jaraczewski

Rys. 5. Żarówka kompaktowa LED – rejestracja przebiegów kartą pomiarową/oscyloskopem. Przebieg prądu i jego harmoniczne



Rys. K. Wincencik, M. Jaraczewski

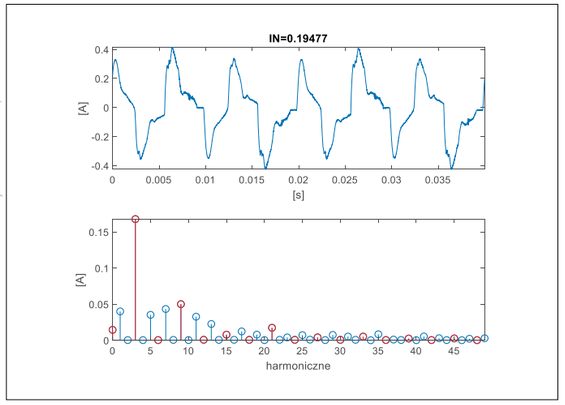
Rys. 6. Przebieg prądu w poszczególnych fazach

miernik zwykły = 0,171 A (po lewej)

TrueRMS = 0,196 A (po prawej)

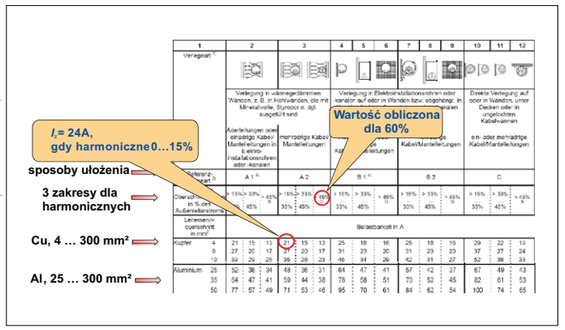
Rys. K. Wincencik, M. Jaraczewski

Rys. 7. Faktyczny prąd w przewodzie neutralnym ≈ 0,2 A



Rys. K. Wincencik, M. Jaraczewski

Rys. 8. Przebieg prądu w przewodzie neutralnym i jego harmoniczne



Rys. K. Wincencik, M. Jaraczewski

Rys. 9. Fragment tabeli z niemieckiego załącznika krajowego nr 3 do normy DIN VDE 0100-520

Udział trzeciej harmonicznej w prądzie przewodu fazowego D_3, w [%]	Współczynnik korekcyjny	
	Dobór przekroju przewodu na podstawie wartości prądu w przewodach fazowych	Dobór przekroju przewodu na podstawie wartości prądu w przewodzie neutralnym
0–15	1,0	–
15–33	0,86	–
33–45	–	0,86
>45	–	1,0

Uwaga! Podobna tabela ze współczynnikami zmniejszającymi pojawiła się w opublikowanej w roku 2015 polskiej edycji normy europejskiej PN-HD 60364-5-52:2011 (złącznik E – Tablica E.52.1)

Tab. 1. Współczynniki korekcyjne dla wyższych harmonicznych prądów w 4- i 5-żyłowych przewodach [2]

Rys. K. Wincencik, M. Jaraczewski

Rys. 10. Szwajcarski kabel dostosowany do prądów wieloharmonicznych

źródła światła – praca w stanie ustalonym

Ze względu na zawartość wyższych harmonicznych pomiar wartości skutecznej prądu powinien odbywać się wyłącznie miernikiem prawdziwej wartości skutecznej (TrueRMS – prawdziwa wartość skuteczna). W przeciwnym przypadku prowadzi to do dużych rozbieżności z rzeczywistą wartością skuteczną prądu sięgających 50%.

oświetlenie energooszczędne 3-fazowe

W przewodzie neutralnym prądy faz nie sumują się do zera, a przewidywany prąd w przewodzie neutralnym 3·prąd jednej fazy.

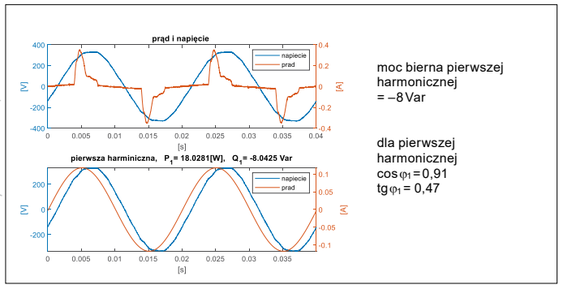
obciążenie długotrwałe – dobór przekroju przewodów wg normy

Z teorii wynika, że przy prądach o dużej zawartości harmonicznych (szczególnie wielokrotności 3) obciążalność przewodów ulega znacznej redukcji (o 29÷46%). Zasady wymiarowania przewodów w obwodach obciążonych prądami zawierającymi wyższe harmoniczne są zawarte w normie PN-IEC 60364-5-523:2001.

Jeżeli zawartość 3. harmonicznej przekracza 15%, to należy zastosować współczynniki korekcyjne przedstawione w **tabeli 1.** Aby uzyskać wymaganą obciążalność przewodu przy przebiegu odkształconym, wartość prądu obciążenia żyły fazowej lub neutralnej należy przedzielić przez określony współczynnik w **tabeli 1.**

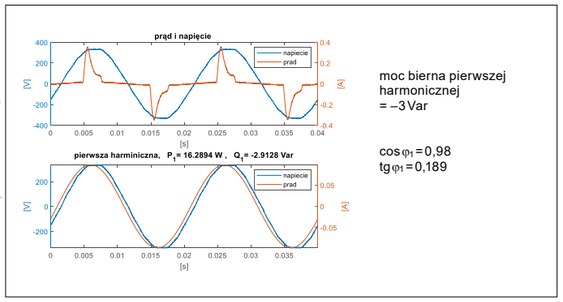
Współczynniki korekcyjne dotyczą tylko przewodów, w których przewód neutralny jest częścią przewodu cztero- lub pięciożyłowego, jest wykonany z tego samego materiału i ma taki sam przekrój jak przewody fazowe.

Wartości współczynników zostały obliczone tylko na podstawie



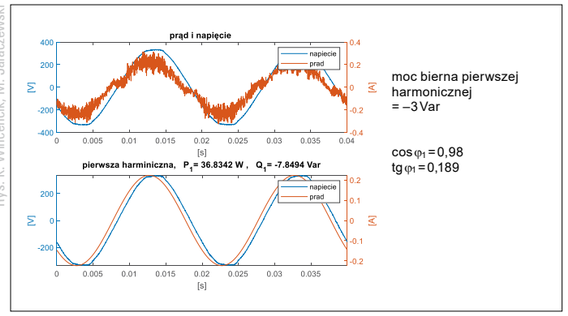
Rys. K. Wincencik, M. Jaraczewski

Rys. 11. Żarówka fluorescencyjna. Przebieg całkowitego napięcia i prądu (powyżej) oraz ich pierwszej harmonicznej (poniżej)



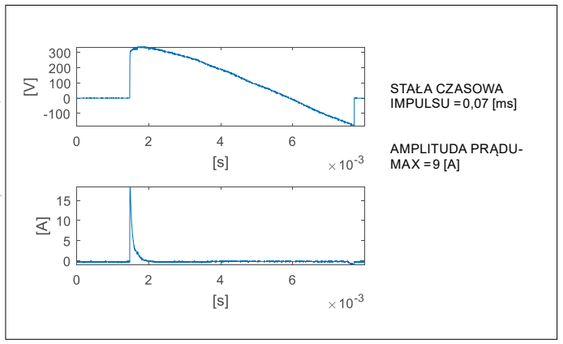
Rys. K. Wincencik, M. Jaraczewski

Rys. 12. Żarówka LED. Przebieg całkowitego napięcia i prądu (powyżej) oraz ich pierwsza harmoniczna **(rys. 13.)**



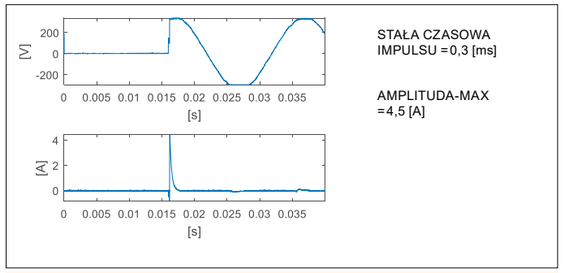
Rys. K. Wincencik, M. Jaraczewski

Rys. 13. Przebieg całkowitego napięcia i prądu (powyżej) oraz ich pierwsza harmoniczna (poniżej) – świetlówki T5



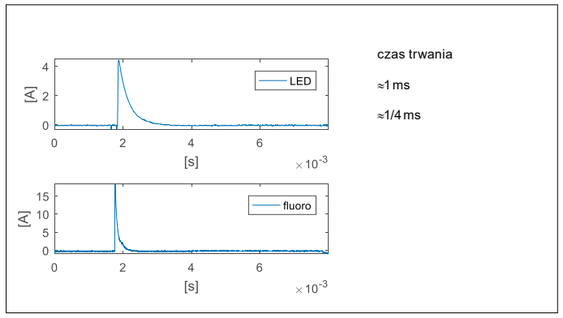
Rys. K. Wincencik, M. Jaraczewski

Rys. 14. Stan nieustalony – załączenie oświetlenia. Żarówka kompaktowa fluorescencyjna. Przebieg napięcia (powyżej) i prądu załączania (poniżej)



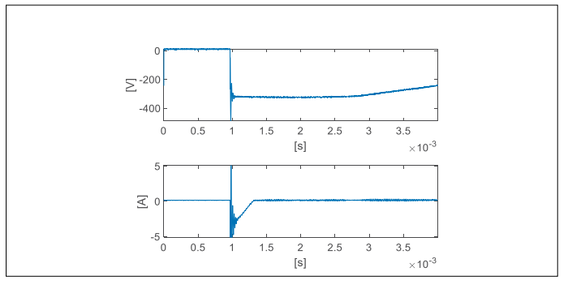
Rys. K. Wincencik, M. Jaraczewski

Rys. 15. Stan nieustalony – załączenie oświetlenia. Żarówka kompaktowa LED. Przebieg napięcia (powyżej) i prądu załączania (poniżej)



Rys. K. Wincencik, M. Jaraczewski

Rys. 16. Porównanie prądów załączania. Przebieg impulsów prądowych załączania



Rys. K. Wincencik, M. Jaraczewski

Rys. 17. Przebieg napięcia (powyżej) i prądu załączania (poniżej) świetlówki T5

zawartości 3. harmonicznej. Jeśli udział pozostałych harmonicznych podzielnych przez 3 może przekraczać poziom 10% harmonicznej podstawowej, to ich udział w obciążeniu przewodu neutralnego również należy uwzględnić.

W przypadku oświetlenia energooszczędnego zawartość 3. harmonicznej może wynosić $D_3 > 45\%$. W Niemczech w celu ułatwienia pracy projektantom i wykonawcom instalacji elektrycznych przygotowano specjalny krajowy załącznik do arkusza normy określającego obciążalność prądową długotrwałą przewodów. Opublikowany w roku 2012 załącznik nr 3 (DIN VDE 0100-520 VDE 0100-520 Beiblatt 3:2012-10) zawiera tabele obciążalności przewodów z uwzględnieniem wpływu zawartości wyższych harmonicznych dla trzech przypadków:

- > 15 … 33%,
- > 33 … 45%,
- > 45%.

Przeliczenia obciążalności przewodów dokonano dla pojedynczego przewodu oraz metod wykonania instalacji A, B, C, D, E, F oraz G przy założeniu, że temperatura żyły wynosi 70°C, a temperatura otoczenia: 25°C w powietrzu oraz 20°C w ziemi.

W celu uniknięcia problemów z koniecznością zwiększania przekroju żyły neutralnej w przewodach wielożyłowych, zaczęto wprowadzać rozwiązania pozwalające na zwiększenie obciążenia żyły neutralnej bez zwiększenia wymiarów samego kabla. Na **rysunku 10.** pokazano rozwiązania techniczne kabla o przewodzie neutralnym miedzianym takiej samej średnicy jak przewody fazowe (aluminiowe) – ekran jako przewód PE.

moc bierna oświetlenia

Tylko pierwsza harmoniczna występuje w napięciu, zatem tylko pierwsza harmoniczna generuje moce, a ponieważ dla tej harmonicznej prąd wyprzedza w fazie napięcie, więc jest to odbiornik pojemnościowej mocy biernej **(rys. 11.** i **12.)**.

Lepiej dopracowane jest zasilanie świetlówki T5, ale i ona daje sporą moc pojemnościową $Q \approx -P/5$ **(rys. 13.)**. Przy rejestrowaniu mocy/energii podawany jest współczynnik mocy dla 1. harmonicznej, cos φ (DPF), który może być nawet 2 × większy od PF (uogólnionego współczynnika mocy).

W przypadku świetlówek kompaktowych:

$$\frac{\cos\varphi_1}{PF} = 1{,}5$$

Zmiana oświetlenia na energooszczędne może wprowadzić też dużą moc pojemnościową do sieci, może to powodować naliczenie opłat za pobieraną moc pojemnościową. W przypadku poboru energii biernej pojemnościowej kara obliczana jest jako:

$$Q_b = k \cdot C_{rk} \cdot B$$

gdzie:

O_b – opłata za nadwyżkę energii biernej, w [zł],

k – ustalona w taryfie krotność ceny C_{rk}. Dla odbiorców zasilanych z niskiego napięcia wynosi ona najczęściej **3**, a dla odbiorców zasilanych średnim napięciem – 1,

C_{rk} – średnia cena sprzedaży energii elektrycznej na rynku konkurencyjnym na dzień zatwierdzenia taryfy operatora,

B – energia bierna pojemnościowa pobrana w okresie rozliczeniowym.

W przypadku kompaktowej żarówki fluorescencyjnej:

$$3 \cdot |Q_1| > P_1$$

zatem możliwe, że więcej zapłacimy kary za energię bierną niż za zużycie energii (czynnej).

Większa ilość załączanych źródeł światła jednocześnie może powodować zadziałanie wyłączników zwarciowych i wpływać niekorzystnie na żywotność wyłączników. Impulsy załączeniowe mają czasy krótsze od znormalizowanego udaru łączeniowego '250/2500' (7,5 ms), ale dłuższe od piorunowego '1,2/50' (0,15 ms) **(rys. 14., 15., 16., 17.)**.

literatura

1. Z. Hanzelka, Jakość energii elektrycznej część 4 – Wyższe harmoniczne napięć i prądów, „Elektroinstalator" 12/2001.
2. PN-IEC 60364-5-523:2001 *Obciążalność prądowa długotrwała przewodów. Załącznik C. Oddziaływanie wyższych harmonicznych prądów w układach trójfazowych obciążonych symetrycznie.*
3. W. Kałat, Modelowanie znormalizowanych udarów prądowych i napięciowych przy użyciu funkcji jednowykładniczej, „Przegląd Elektrotechniczny" (Electrical Review), R. 85 nr 4/2009.
4. DIN VDE 0100-520 VDE 0100-520 Beiblatt 3:2012-10 *Errichten von Niederspannungsanlagen. Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel Teil 520: Kabel- und Leitungsanlagen – Beiblatt 3: Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen in 3-phasigen Verteilungsstromkreisen bei Lastströmen mit Oberschwingungsanteile.*

reklama

wybrane aspekty projektowania instalacji oświetleniowych w budynkach oświatowych

dr inż. Piotr Cierzniewski, dr inż. Tomasz Zarębski – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Projektant oświetlenia jest zmuszony do przestrzegania wymagań następujących aktów prawnych:

- Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011 r. o efektywności energetycznej;
- Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (DzU z 2014 r., nr 0, poz. 1200),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (DzU z 2015 r., poz. 376) [3],
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU z 2002 r., nr 75, poz. 690 z późniejszymi zmianami).

streszczenie

W przepisach prawnych Unii Europejskiej dąży się do ograniczenia zużycia energii na potrzeby oświetlenia wbudowanego w budynkach użyteczności publicznej, do których zalicza się budynki przeznaczone na cele oświatowe. W artykule przedstawiono wymagania prawne jakościowe i ilościowe stawiane instalacjom oświetlenia wbudowanego w budynkach oświatowych. Ponadto przedstawiono sposoby zmniejszenia zużycia energii na potrzeby oświetlenia wbudowanego.

Wymagania jakościowe dotyczące oświetlenia miejsc pracy we wnętrzach określa norma PN-EN 12464-1:2012 *Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach* [1]. Wprowadzone przez normę [1] wymagania dotyczą parametrów oświetleniowych, takich jak:

- poziom eksploatacyjny natężenia oświetlenia (E_m) oraz jego równomierności (U_0) w miejscu pracy, otoczeniu miejsca pracy i tła,
- poziom natężenia oświetlenia oraz jego równomierności na suficie i ścianach,
- współczynnik oddawania barw (R_a),
- temperatura barwowa (T_{CP}),
- ujednolicona ocena olśnienia (UGR_L).

Wymagania oświetleniowe dla pomieszczeń edukacyjnych w zależności od obszarów, zadania lub działalności wykonywanej zgodnie z normą [1] przedstawiono w **tabeli 1.**

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 oraz inne.

Wymagania ilościowe dotyczą energii zużywanej na potrzeby oświetlenia wbudowanego W_t [kWh], która zgodnie z normą PN-EN 15193: 2010 [2] składa się z energii wykorzystywanej przez oprawy oświetleniowe $W_{L,t}$ [kWh] (wytwarzające wymagane oświetlenie) oraz energii „pasożytniczej" $W_{P,t}$ [kWh] – energii zużywanej na ładowanie baterii opraw awaryjnych (gdy źródła światła oprawy są wyłączone), jak i na podtrzymywanie systemów kontroli opraw (gdy źródła światła oprawy są wyłączone). Wyliczana jest według zależności:

$$W_t = W_{L,t} + W_{P,t} \qquad (1)$$

Przy wyznaczaniu W_t uwzględnia się techniki minimalizowania zużycia energii, tj.:

- kontrolowanie stałego poziomu natężenia oświetlenia (na zasadzie zmiennego wykorzystywania przewymiarowanej mocy instalowanej w nowym urządzeniu) – F_C,
- sterowanie i regulacja opraw oświetleniowych (na zasadzie ograniczania czasu świecenia opraw i okresowego obniżania poziomu natężenia oświetlenia) – F_O,
- wykorzystywanie światła naturalnego (przy kontrolowanym doświetlaniu światłem sztucznym w porze dziennej) – F_D.

Obliczanie energii zużywanej przez oprawy $W_{L,t}$ przeprowadza się z uwzględnieniem mnożenia mocy instalowanej przez F_C, czasu świecenia opraw w porze dziennej t_D przez F_O oraz F_D, czasu świecenia opraw w porze poza dzienną t_N przez F_O. W zależności od przypadków, wartości współczynników zależnych są przyjmowane ≤ 1.

Przyjęty sposób obliczania energii wynika z poniżej podanych zależności:

Typ obszaru, zadanie lub działalność	E_m	UGR_L	U_0	R_a
	lx	–		–
Klasy, pokoje do samodzielnej nauki	300	19	0,60	80
Audytorium, sale wykładowe	500	19	0,60	80
Tablice czarne, zielone i białe	500	19	0,70	80
Pokoje do zajęć praktycznych i laboratoria	500	19	0,60	80
Stół demonstracyjny	500	19	0,70	80
Pracownie dydaktyczne	500	19	0,60	80
Pokoje do zajęć komputerowych	300	19	0,60	80
Laboratoria językowe	500	19	0,60	80
Hole wejściowe	200	22	0,40	80
Obszary ruchu, korytarze	100	25	0,40	80
Schody	150	25	0,40	80
Pokoje nauczycielskie	300	19	0,60	80
Biblioteki: półki na książki	200	19	0,60	80
Biblioteki: obszary do czytania	500	19	0,60	80

Tab. 1. Wymagania oświetleniowe dla pomieszczeń edukacyjnych w zależności od obszarów, zadania lub działalności wykonywanej

$$W_{L,t} = \frac{(P_n \cdot F_C)\cdot\left[(t_D \cdot F_O \cdot F_D) + (t_N \cdot F_O)\right]}{1000} \qquad (2)$$

gdzie:

P_n – moc wszystkich opraw oświetleniowych w pomieszczeniu lub strefie, w [W],

t_D – czas funkcjonowania oświetlenia z udziałem światła dziennego (**tab. 2.**), w [h],

t_N – czas funkcjonowania oświetlenia bez udziału światła dziennego (**tab. 2.**), w [h].

Energię pasożytniczą $W_{p,t}$, jeśli nie może być szacunkowo obliczana na podstawie danych deklarowanych, przyjmuje się ryczałtowo. Przy braku dokładnych danych dla pomieszczeń lub stref, w których występują systemy kontroli opraw (5 kWh/(m²rok)) i oświetlenie awaryjne (1 kWh/(m²rok)).

W obliczeniach zapotrzebowania energii na potrzeby oświetlenia wbudowanego brana pod uwagę powierzchnia pomieszczeń może być inna od powierzchni liczonej w bilansie potrzeb cieplnych budynku. Na podstawie określonej rocznej energii W_t wyznacza się (przy jej odniesieniu do całkowitego podłogowego pola A, gdzie zainstalowane jest oświetlenie w budynku) energię jednostkową zużywaną w roku [kWh/(m²rok)]. Za miarę wydajności energetycznej oświetlenia w budynku przyjmuje się liczbowy wskaźnik energii na oświetlenie – LENI (*Lighting Energy Numeric Indicator*) obliczany według zależności:

$$LENI = \frac{W_t}{A} \qquad (3)$$

Wartość wskaźnika LENI jest podstawą do wyznaczenia rocznego zapotrzebowania na energię końcową dostarczaną do budynku dla wbudowanej instalacji oświetlenia $Q_{k,L}$ zgodnie z rozporządzeniem [3] i obliczana jest według zależności:

$$Q_{k,L} = LENI \cdot A \qquad (4)$$

Na postawie energii końcowej $Q_{k,L}$ zgodnie z rozporządzeniem [3] obliczane jest roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną dla systemu wbudowanej instalacji oświetlenia $Q_{p,L}$ według zależności:

$$Q_{p,L} = Q_{k,L} \cdot w_{el} \qquad (5)$$

gdzie:

w_{el} – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie energii elektrycznej. Współczynnik w_{el} dla sposobu zasilania budynku w energię elektryczną z sieci elektroenergetycznej systemowej wynosi 3, natomiast dla zasilania z OZE wynosi 0.

Roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną dla systemu wbudowanej instalacji oświetlenia $Q_{p,L}$ odpowiada wartości wskaźnika ΔEP_L na potrzeby oświetlenia wbudowanego zgodnie z rozporządzeniem [4], który nie powinien przekroczyć wartości podanych w **tabeli 3.** w odniesieniu do budynków użyteczności publicznej nowych lub przebudowywanych.

Typy budynków	Standardowe godziny rocznego działania		
	t_D	t_N	t_0
Budynki na cele edukacyjne	1800	200	2000

Tab. 2. Standardowe godziny rocznego działania w zależności od typu budynku

Rodzaj budynku	Cząstkowe maksymalne wartości wskaźnika ΔEP_L na potrzeby oświetlenia, kWh/(m²rok), w zależności od czasu działania oświetlenia w ciągu roku t_0		
	od 1.01.2014	od 1.01.2017	od 1.01.2021*)
Budynek użyteczności publicznej	Dla $t_0 < 2500$ h/rok $\Delta EPL = 50$	Dla $t_0 < 2500$ h/rok $\Delta EPL = 50$	Dla $t_0 < 2500$ h/rok $\Delta EPL = 25$

*) Od 1.01.2019 r. w przypadku budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością.

Tab. 3. Cząstkowe maksymalne wartości wskaźnika ΔEPL na potrzeby oświetlenia

obliczenia parametrów oświetleniowych i wizualizacja oświetlenia

W celu sprawdzenia wymagań jakościowych, jak i ilościowych dotyczących oświetlenia wbudowanego w budynkach edukacyjnych należy przeprowadzić symulację oświetlenia w pomieszczeniach. Konieczne jest jednak uprzednie przygotowanie aranżacji wnętrza uwzględniającej materiały i kolorystykę przegród oraz mebli, gdyż mają one bezpośredni wpływ na otrzymane wyniki [5, 6, 7, 8]. Na **rysunku 1.** pokazano wizualizację i rozkład natężenia oświetlenia w sali lekcyjnej.

W celu oświetlenia sali lekcyjnej zastosowano: 9 PHILIPS BCS640 W15L125 1xLED24/840 MLO-PC nad ławkami oraz 2 oprawy PHILIPS TCS649 1xTL5-45W HFPA. Wynik symulacji pokazały spełnienie wymagań jakościowych w pomieszczeniu, natomiast jednostkowe zużycie energii na potrzeby oświetlenia wyniosło 7,49 W/m². Na **rysunku 2.** pokazano wizualizację i rozkład natężenia oświetlenia w pracowni informatycznej.

W celu oświetlenia pracowni informatycznej zastosowano: 7 PHILIPS BCS640 W21L125 1xLED24/840 MLO-PC, 6 opraw PHILIPS TCS460 1xTL5-13W HFPA oraz 2 oprawy Thorn 96 547 770 LINE XS WALL 1X14W GRY PF/BLU L840. Wynik symulacji pokazały spełnienie wymagań jakościowych w pomieszczeniu, natomiast jednostkowe zużycie energii na potrzeby oświetlenia wyniosło 6,50 W/m². Na **rysunku 3.** pokazano wizualizację i rozkład natężenia oświetlenia w pracowni informatycznej.

W celu oświetlenia stref komunikacyjnych zastosowano: 33 oprawy PHILIPS BCS640 W15L125 1xLED24/840 LIN-PC. Wyniki symulacji pokazały spełnienie wymagań jakościowych w pomieszczeniu, natomiast jednostkowe zużycie energii na potrzeby oświetlenia wyniosło 5,52 W/m².

Przeprowadzenie symulacji parametrów oświetleniowych uwzględniające: moc, strumień świetlny, sprawność świetlną i energetyczną oraz krzywe rozsyłu opraw oświetleniowych i źródeł, kolorystykę rodzaje materiałów, z jakich wykonane są elementy pomieszczeń i ich wyposażenia poprzez: współczynnik odbicia, prześwitanie, chropowatość i efekt odbicia pozwala wyznaczyć takie parametry jak:

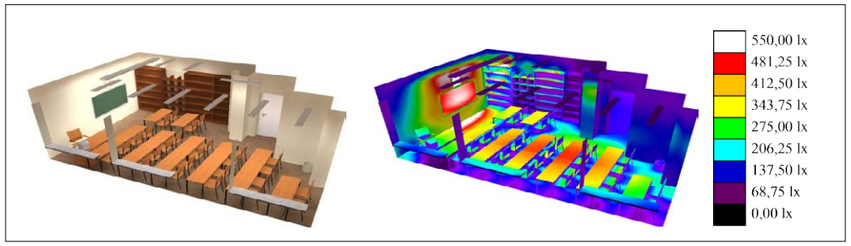
- poziom eksploatacyjnego natężenia oświetlenia (E_m) oraz jego równomierności (U_0) w miejscu pracy, otoczeniu miejsca pracy i tła,
- poziom natężenia oświetlenia oraz jego równomierności na suficie i ścianach,
- ujednoliconą ocenę olśnienia (UGR_L),
- rozmieszczenie opraw oświetleniowych,
- moc jednostkową i zapotrzebowaną na potrzeby oświetlenia wbudowanego,

które pozwalają ocenić dotrzymanie wymagań zawartych w przepisach.

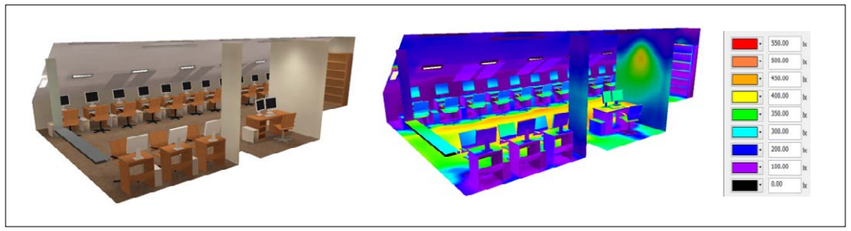
obliczenia parametrów energetycznych

Otrzymane w wyniku symulacji parametry energetyczne takie jak moc jednostkowa P_n oraz moc zapotrzebowana na potrzeby oświetlenia wbudowanego są podstawą do wyznaczenia parametrów energetycznych budynku edukacyjnego zgodnie z rozporządzeniem [3] oraz porównania ich z wymaganiami zawartymi w rozporządzeniu [4] (tabela), których spełnienie jest podstawą do otrzymania pozwolenia na budowę obiektu edukacyjnego.

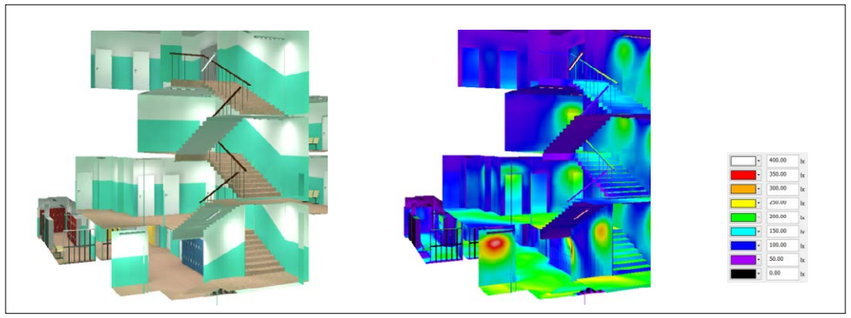
Wyniki obliczeń parametrów energetycznych przykładowego budynku edukacyjnego o powierzchni A = 1069,4 m² przedstawione zostały w **tabeli 4.**, przy założeniu, że instala-



Rys. 1. Wizualizacja i rozkład natężenia oświetlenia w wybranej sali lekcyjnej



Rys. 2. Wizualizacja i rozkład natężenia oświetlenia w pracowni informatycznej



Rys. 3. Wizualizacja i rozkład natężenia w strefach komunikacyjnych szkoły

cja oświetlenia wbudowanego w budynku jest zasilana z sieci elektroenergetycznej publicznej.

Mimo zastosowania głównie do oświetlenia wbudowanego pomieszczeń opraw z LED-owymi źródłami światła charakteryzującymi wysoką skutecznością świetlną (stosunek strumienia świetlnego do mocy oprawy) spełniono wymagania rozporządzenia [4], które obowiązują do 31.12.2018, a nie spełniono wymagań, które będą obowiązywać po tej dacie dla budynków edukacyjnych.

podsumowanie

Projektowanie instalacji oświetlenia wbudowanego w budynkach edukacyjnych wymaga realizacji wielu zaleceń zawartych w przepisach, mających na celu spełnienia wysokich wymagań ilościowych i jakościowych dotyczących oświetlenia wbudowanego, takich jak: eksploatacyjne natężenie oświetlenia, zapotrzebowanie energii na potrzeby oświetlenia wbudowanego, ograniczenie olśnienia, temperatura barwowa źródeł światła czy współczynnik oddawania barw.

W celu stwierdzenia, czy parametry jakościowe i ilościowe zostały dotrzymane, niezbędne jest przeprowadzenie symulacji parametrów oświetlenia wbudowanego. Ważne jest, aby przy przeprowadzaniu symulacji oświetlenia otrzymać jak najwięcej danych dotyczących aranżacji pomieszczeń, gdyż tylko wtedy będzie można zaoszczędzić energię na potrzeby oświetlenia wbudowanego oraz wyniki obliczeń parametrów oświetleniowych zbliżone będą do wyników pomiarów po wykonaniu instalacji oświetleniowej.

W celu ograniczenia zużycia energii na potrzeby oświetlenia wbudowanego należy dążyć przede wszystkim do stosowania w oprawach oświetleniowych źródeł światła charakteryzujących się wysoką skutecznością świetlną. W obecnej chwili najbardziej efektywnymi źródłami dla budynków użyteczności publicznej są źródła LED-owe.

Ostatecznie przy stosowaniu opraw z LED-owymi źródłami światła należy sprawdzić, czy zastosowanie automatyki budynkowej do sterowania oświetleniem jest inwestycją opłacalną pod względem energetycznym i finansowym.

Dla instalacji oświetlenia wbudowanego w budynkach edukacyjnych, które mają uzyskać pozwolenie na budowę po 1.01.2019 roku, nie będzie można korzystać tylko z zasilania z sieci elektroenergetycznej, gdyż nie spełni się wymagań zawartych w rozporządzeniu [4], nawet przy stosowaniu LED-owych źródeł światła. Aby spełnić te wymagania do zasilania instalacji oświetlenia wbudowanego w budynkach edukacyjnych, będzie trzeba stosować odnawialne źródła energii, co podniesie koszty inwestycji i eksploatacji samych budynków.

literatura do artykułu na elektroinfo.pl

abstract

Selected aspects of designing lighting systems in educational buildings

European Union legislation aims to reduce the energy consumption for public lighting that includes buildings for educational purposes. This article presents qualitative and quantitative legal requirements for installation of lighting built into educational buildings. In addition, presents ways to reduce energy consumption for built-in lighting are outlined.

	P_n	LENI	$Q_{k,L}$	$Q_{p,L}$	ΔEP_L
	[W/m²]	[kWh/(m²rok)]	[kWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/(m²rok)]
Budynek edukacyjny	7,58	15,46	16555,1	49614,3	46,39

Tab. 4. Parametry energetyczne instalacji oświetlenia wbudowanego dla budynku edukacyjnego

Producent oświetlenia LED awaryjnego i przemysłowego

intelight
oświetlenie awaryjne i przemysłowe

Suprema

Nowoczesna oprawa oświetlenia awaryjnego o modułowej konstrukcji, z kierunkową płytą rozpraszającą lub bez niej, przeznaczona do montażu pod- lub natynkowego. Obudowa wykonana z PC/ABS, a klosz z PC.

Strumień świetlny w trybie awaryjnym [lm]: 150–650

Czas pracy awaryjnej [h]: 1–3

Stopień ochrony: IP44 lub IP54

Vella

Oprawa oświetlenia awaryjnego, która dzięki wyjątkowej konstrukcji pozwala na montaż np. podtynkowy, natynkowy oraz w obydwóch wersjach z kierunkową płytą rozpraszającą. Przeznaczona jest do stosowania m.in. w strefach otwartych, korytarzach i w wysokich pomieszczeniach. Wyposażona jest w akumulatory LiFePO4 o dużej żywotności.

Strumień świetlny w trybie awaryjnym [lm]: 125–650

Czas pracy awaryjnej [h]: 1–3

Stopień ochrony: IP44 lub IP65

Carina LED

Oprawa oświetleniowa LED o przeznaczeniu dekoracyjnym i użytkowym, wyposażona w moduł awaryjny. Stopień ochrony IP65 pozwala na stosowanie jej w miejscach o wysokim zapyleniu lub wilgotności, a dzięki czujnikowi ruchu sprawdzi się na klatkach schodowych lub korytarzach.

Moc [W]: 15

Strumień świetlny w trybie sieciowo-awaryjnym [lm]: 1148

Czas pracy awaryjnej [h]: 1 lub 3

Stopień ochrony: IP65

Chcesz wiedzieć więcej? Zadzwoń lub napisz!

+48 22 100 35 10 I sprzedaz@intelight.pl I www.intelight.pl

prądy zasilające w instalacjach oświetleniowych ze źródłami światła typu LED

dr inż. Wojciech Mysiński, dr inż. Marek Rejmer, dr inż. Tomasz Sieńko – Politechnika Krakowska

Obecnie coraz większą popularność zyskują źródła światła z diodami LED. Diody LED nie mogą być zasilane bezpośrednio z sieci, wymagany jest specjalny układ zasilacza. Źródła te mogą być stosowane wewnątrz oraz na zewnątrz budynków. Wykazują one szereg zalet, z których najważniejsze to: wysoka wydajność świetlna (do 125 Lm/W), wysoka trwałość, duża niezawodność oraz stosunkowo niska cena.

Są to odbiorniki nieliniowe, tzn. ich prąd odbiega znacząco kształtem od sinusoidy. Oznacza to, że w projektowaniu i eksploatacji takich instalacji oświetleniowych występuje szereg problemów w stosunku do klasycznych źródeł światła (żarówki halogenowe, świetlówki z balastem indukcyjnym). Problemy podobnego charakteru występują w instalacjach ze świetlówkami wyposażonymi w balast elektroniczny [1–8].

zasilanie diod LED

Diody LED dużej mocy stosowane do celów oświetleniowych wymagają specjalnego źródła zasilania. Są to elementy o charakterystyce napięciowo-prądowej nieliniowej; nie można stosować zasilania typu źródło napięciowe. Jednym z najważniejszych parametrów diody LED do celów oświetleniowych, podawanym przez producenta, jest prąd nominalny diody oraz spadek napięcia na diodzie dla tego prądu. Z tego względu źródło zasilania powinno dostarczyć do diody lub diod połączonych w szereg stabilny prąd. Zatem układ zasilający powinien pracować jako źródło prądowe o zadanej wydajności z napięciem wyjściowym zapewniającym sumaryczny spadek napięcia na diodach.

Przy zasilaniu z sieci energetycznej 230 V/50 Hz układ zasilania powinien obniżyć napięcie wyjściowe do zadanego poziomu napięcia DC i stabilizować prąd wyjściowy. Dodatkowo zasilacz może mieć możliwość regulacji tego prądu od wartości zero do wartości maksymalnej. Dzięki temu użytkownik może regulować jasność świecenia diody.

Do takiego zadania można zastosować typowe układy impulsowych zasilaczy napięciowych typu AC/DC, powszechnie stosowane np. w świetlówkach. Należy tylko ustawić taki zasilacz na pracę w trybie źródła prądowego. Najczęstszym rozwiązaniem jest tzw. konfiguracja typu Flyback, zwykle stosowana w zasilaczach impulsowych do mocy około 100 W. Zapewnia ona minimalną liczbę elementów i izolację galwaniczną od sieci energetycznej. Zasilacz taki można zbudować z pojedynczych elementów lub skorzystać z gotowych układów scalonych wraz tranzystorem mocy, które pełni funkcję układu mocy i regulacji. Obecnie jest kilkanaście firm elektronicznych, które oferują takie gotowe układy scalone. Jeden z przykładów przedstawia **rysunek 1.** [9].

Jak można zauważyć, układ ten zawiera prostownik dwupołówkowy na wejściu wraz z kondensatorem wygładzającym. Napięcie DC zasila impulsowy układ stabilizacji prądu wyjściowego. Taki prostownik wraz kondensatorem powodują, że całkowity prąd pobierany przez zasilacz nie jest sinusoidalny, doprowadza to do obniżenia współczynnika mocy $\lambda = P/S$ (lambda, PF) i wprowadzania wyższych harmonicznych prądu do sieci. Aby poprawić współczynnik λ, można zastosować dodatkowy układ mocy, który zapewni λ w przybliżeniu równe 1. Takie rozwiązanie jest przedstawione na kolejnym rysunku i zapewnia uzyskanie wartości λ do 0,98. Zmiana ta oznacza jednak zmniejszenie sprawności źródła światła, zwiększenie masy i ceny.

Spotyka się także proste, tanie układy zasilania z kondensatorem szeregowym (przykład na **rysunku 3.**) lub inne rozwiązania [11].

Jak widać, istnieje duża rozmaitość układów zasilania źródeł światła z diodami LED. Niestety, dla dostępnych w handlu takich źródeł (badanych w Laboratorium Urządzeń Elektrycznych, WIEiK, PK) brak było informacji o wartości współczynnika λ, a na nielicznych widniała informacja o prądzie znamionowym, nie wspominając o pokazaniu zawartości harmonicznych w prądzie zasilania.

prądy wybranych źródeł światła typu LED

Pomiary wykonano w Laboratorium Urządzeń Elektrycznych WIEiK PK. Do pomiarów wykorzystano oscyloskop cyfrowy Tectronix TDS 510A, który w zasadzie pracował jako rejestrator i był wykorzystywany do bieżącej obserwacji przebiegów. Dalszą obróbkę pomiarów przeprowadzono w pakiecie MATLAB. Harmoniczne obliczono za pomocą procedury FFT na podstawie zarejestrowanego przebiegu jednego okresu (dane rejestrowano w przedziale czasu o długości 0,02 s i zarejestrowano 50000 próbek pomiarowych na jeden okres). Za interesujące uznano: P (moc czynną pobieraną), S (moc pozorną), współczynnik mocy cos Ψ (oznaczany jako λ), współczynnik mocy dla pierwszej harmonicznej cos φ_1 (cosinus kąta przesunięcia pomiędzy pierwszą harmoniczną prądu i napięcia) oraz widmo amplitudowo-częstotliwościowe prądu.

Przeprowadzono badania dla kilku źródeł światła. Przykładowe wyniki pokazano na **rysunkach 4–8**. Pokazano na nich przebiegi napięcia zasilania i prądu lampy oraz widmo amplitudowe prądu lampy. Na każdym rysunku pokazano kształt napięcia ze względu na uwidocznienie przesunięć czasowych pomiędzy przebiegiem napięcia i przebiegiem prądu zasilania.

Badane lampy, z uwagi na kształt prądu zasilającego, możemy podzielić na trzy grupy:

1) lampy z klasycznym zasilaczem impulsowym (przebiegi z **rysunków 4.** i **5.**),
2) lampy z zasilaczem impulsowym i układem do korekcji współczynnika mocy (**rys. 8.**),
3) lampy o innej strukturze zasilacza (**rys. 6.** i **7.**).

podsumowanie

Dla badanych przebiegów obliczono:

Wartość skuteczną prądu (I_{sk}):

$$I_{sk} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_{t-T}^{t} i^2 dt} \quad (1)$$

Moc czynną (P):

$$P = \frac{1}{T}\int_{t-T}^{t} u \cdot i dt \quad (2)$$

Moc pozorną (S):

$$S = U_{sk} \cdot I_{sk} \quad (3)$$

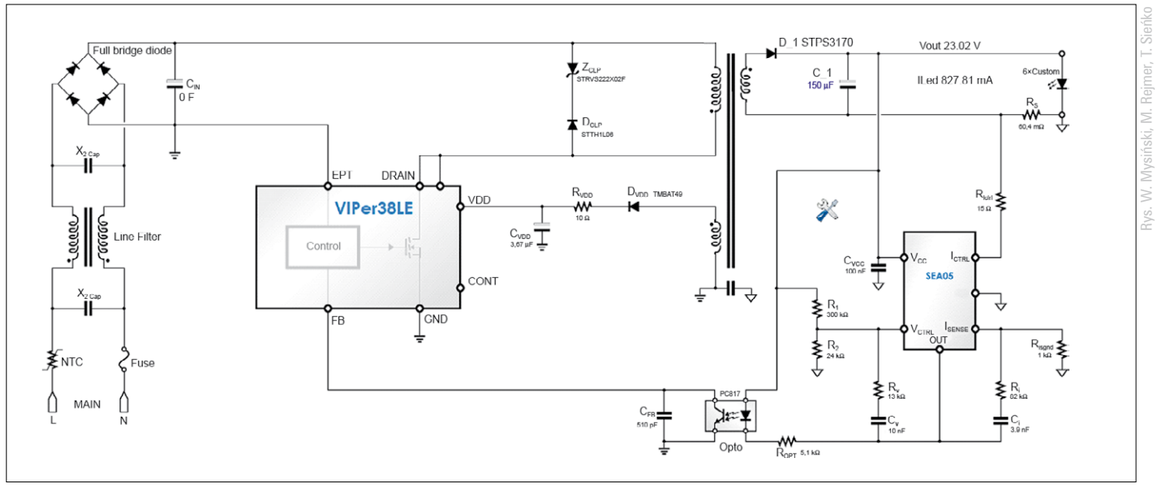
Współczynnik mocy λ (PF):

$$\lambda = \frac{P}{S} \quad (4)$$

Współczynnik odkształcenia prądu THD_I definiuje się jako:

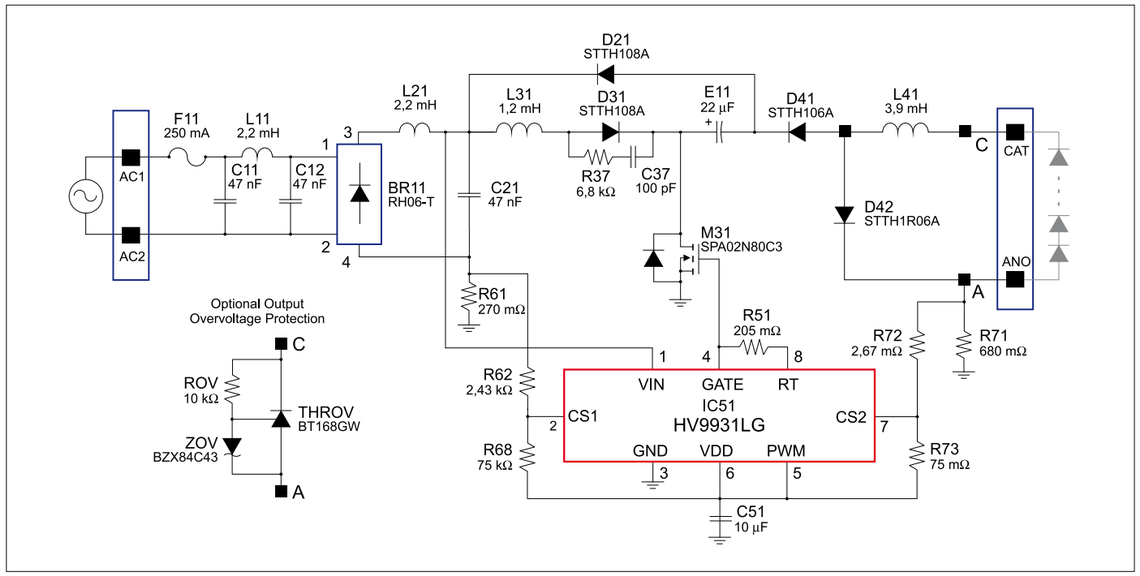
$$THD_I = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{40} I_n}}{I_{sk}} \quad (5)$$

Obliczono kąt przesunięcia pomiędzy pierwszymi harmonicznymi



Rys. W. Mysiński, M. Rejmer, T. Sieńko

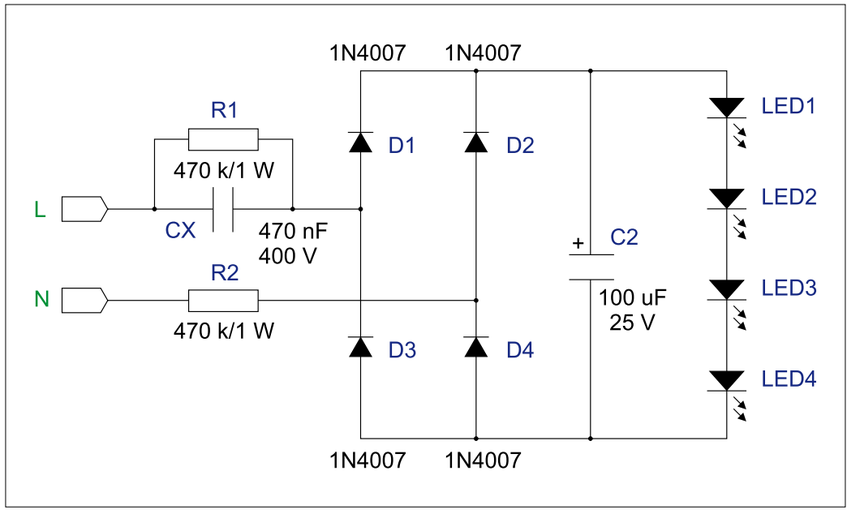
Rys. 1. Układ zasilacza dla 6 diod LED (If = 1 A, Uf = 4 V) zasilanych z sieci 230 V/50 Hz



Rys. 2. Zasilacz dla diod LED zbudowany w konfiguracji obniżającej napięcie wraz z korektorem współczynnika mocy PFC, sprawność 0,83, λ =0,98. Układ firmy Supertex [10]

streszczenie

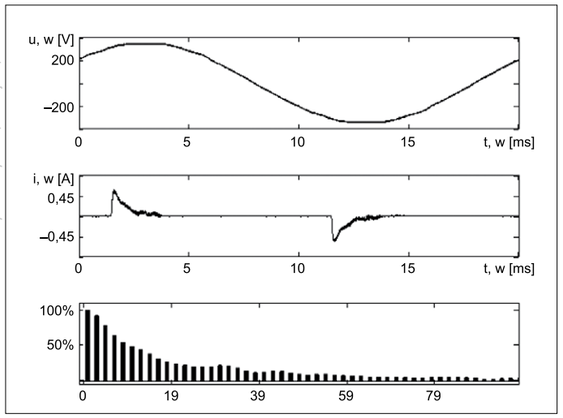
W artykule przedstawiono wyniki badań oraz porównanie kilku powszechnie używanych źródeł światła typu LED, zasilanych z sieci energetycznej 230 V/50 Hz. Wyniki badań pokazują kształt prądu zasilającego w zależności układu zasilacza dla diod LED. Na podstawie pomiarów zostały wyznaczone następujące parametry: wartość skuteczna prądu I_{sk}, współczynnik mocy λ., moc czynna P, współczynnik cos φ i zawartość harmonicznych prądu THD. Badania wykazały, że występują duże rozbieżności w parametrach elektrycznych poszczególnych źródeł światła. Artykuł prezentuje też przykładowe rozwiązania zasilaczy dla ledowych źródeł światła. Znajomość kształtu prądu lampy LED oraz podanych powyżej współczynników jest niezbędna przy projektowaniu dużych instalacji oświetleniowych, hale, supermarkety.



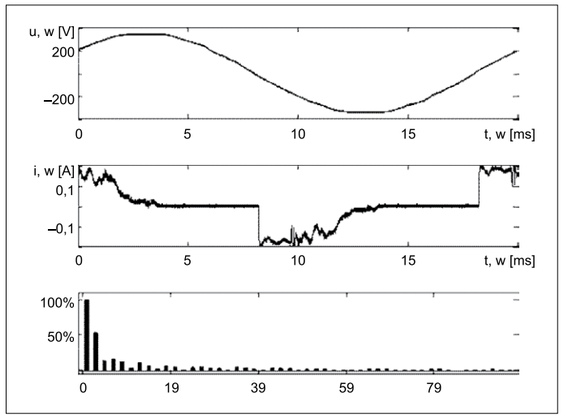
Rys. 3. Prosty układ zasilania diod LED [12]

mi prądu i napięcia. Na tej podstawie wyznaczono współczynnik mocy dla pierwszej harmonicznej $\cos\varphi_1$. Ponadto, obliczono również stosunek wartości skutecznej trzeciej harmonicznej (I_{3ham}) do wartości skutecznej prądu odbiornika oraz THD_I prądu odbiornika. Znajomość tych wielkości jest przydatna w trakcie projektowania i użytkowania instalacji ze źródłami LED. Wyniki zamieszczono w **tabeli 1.**, potwierdzają one podział badanych źródła światła na 3 grupy:

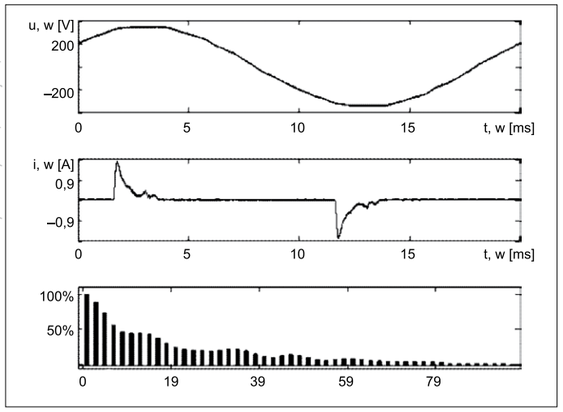
1) lampy z klasycznym zasilaczem impulsowym charakteryzujące się wysokim współczynnikiem $\cos\varphi_1$ i stosunkowo niskim współczynnikiem mocy (λ), wysokim THD_I, i dużym stosunkiem I_{3ham}/I_{sk},



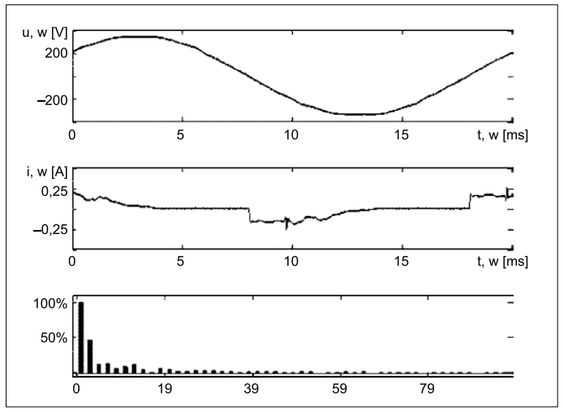
Rys. 4. Przebieg napięcia, prądu zasilającego oraz widmo amplitudowe prądu – lampa 1



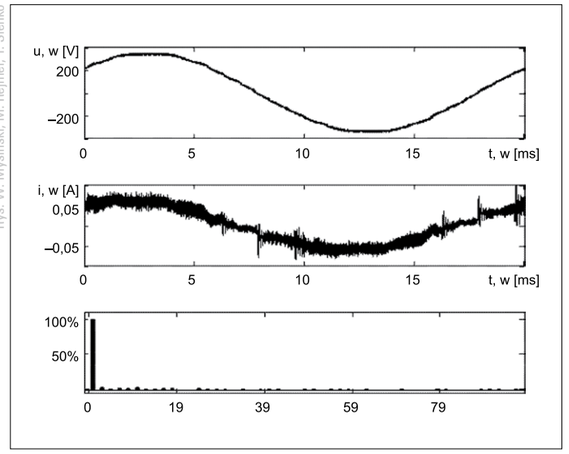
Rys. 6. Przebieg napięcia, prądu zasilającego oraz widmo amplitudowe prądu – lampa 3



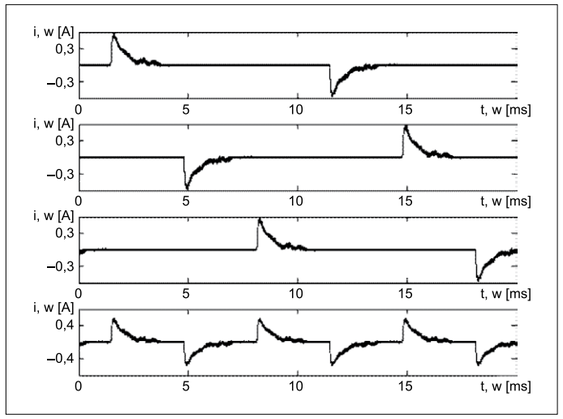
Rys. 5. Przebieg napięcia, prądu zasilającego oraz widmo amplitudowe prądu – lampa 2



Rys. 7. Przebieg napięcia, prądu zasilającego oraz widmo amplitudowe prądu – lampa 4



Rys. 8. Przebieg napięcia, prądu zasilającego oraz widmo amplitudowe prądu – lampa 7



Rys. 9. Ilustracja prądu w przewodzie neutralnym w korelacji z prądami fazowymi w instalacjach z nieliniowymi odbiornikami (odbiornik symetryczny). Trzy górne przebiegi: prądy fazy L_1, L_2 i L_3, przebieg na dole: prąd przewodu neutralnego

2) lampy z układem do korekcji współczynnika mocy (PFC) charakteryzujące się wysokim $\cos\varphi_1$ i λ, niskimi THD_I i I_{3ham}/I_{sk} (lampa 7 i 4),
3) lampy o innej strukturze zasilacza charakteryzujące się niskim $\cos\varphi_1$ i λ oraz umiarkowanymi THD_I i I_{3ham}/I_{sk}.

Uwaga: trzecia grupa lamp charakteryzuje się pojemnościowym przesunięciem pomiędzy pierwszą harmoniczną prądu i napięcia.

Dla lamp należących do 1) i 3) grupy współczynnik mocy jest relatywnie niski. Producent podaje moc czynną lampy, a często pomija informacje o współczynniku λ. Zamiast współczynnika mocy (λ) podawany jest współczynnik $\cos\varphi$ o wartości $\cos\varphi_1$. Przy klasycznym obliczaniu prądów roboczych ze wzoru na moc czynną przyjęcie w miejsce λ wartości $\cos\varphi_1$ prowadzić może nawet do dwukrotnego zaniżenia wartości tych prądów. W konsekwencji powoduje to niedoszacowanie przekroju przewodów fazowych oraz mocy transformatora. Szczególnie jest to ważne w obiektach budowlanych o dużej kubaturze (biurowce, galerie handlowe), gdzie pobór mocy przez oświetlenie ma znaczący udział w mocy zainstalowanej.

	I_{sk}	P	$\cos\varphi_1$	λ	I_{3ham}/I_{sk}	THD_I
	[A]	[W]	[-]	[-]	[-]	%
Lampa 1	0,102	11,3	0,956	0,451	0,610	60,4
Lampa 2	0,285	31,9	0,955	0,458	0.596	60,2
Lampa 3	0,092	12,1	0,622	0,540	0,580	34,3
Lampa 4	0,044	8,64	0,929	0,799	0,544	34,8
Lampa 5	0,096	11,9	0,602	0,507	0,631	37,1
Lampa 6	0,029	2,01	0,305	0,282	0,3445	23,5
Lampa 7	0,043	9,78	0,953	0,930	0,009	1,62

Tab. 1. Obliczone parametry badanych źródeł światła

Większość badanych lamp charakteryzowało się silnie zniekształconym prądem o dużej zawartości harmonicznych; w tym także rzędu 3n, tzn. harmonicznych kolejności zerowej. Te ostatnie, w instalacjach trójfazowych, zamykają przez przewód neutralny, w którym się algebraicznie sumują.

Podsumowując, w przypadku zasilania dużej grupy takich samych odbiorników istotne jest, do jakiej grupy należą (tzn. jaka jest struktura zasilacza) – pozwoli to przynajmniej orientacyjnie zorientować się, ile wynosi ich λ (współczynnik mocy) oraz stosunek I_{3ham}/I_{sk}.

Na bazie λ wyznacza się prąd roboczy odbiornika. Pozwala on na dobranie przekroju przewodów w części jednofazowej instalacji. Dobór przekroju przewodów w części trójfazowej dokonuje się na podstawie wartości skutecznej większego z dwóch prądów; prądu roboczego odbiorników (prądu fazowego) albo prądu przewodu neutralnego. Norma PN-IEC 60364-5-523 (załącznik C) w takim wypadku przewiduje postępowanie uproszczone: najpierw na podstawie współczynnika I_{3ham}/I_{sk} odbiornika należy dokonać wyboru, czy przekrój przewodów jest dokonywany na podstawie prądu fazowego czy prądu w przewodzie neutralnym (I_N). Następnie odczytuje się z normy współczynnik zmniejszający obciążalność dopuszczalną długotrwałą. Dyskusja procedury w [14]. Warto również zauważyć, że w wypadku braku danych potrzebnych do projektowania sztuka inżynierska wymaga analizowania przypadku najgorszego, w tym wypadku założenia niskiego λ i wysokiego I_{3ham}/I_{sk}.

literatura do artykułu na elektroinfo.pl

abstract

Supply currents in lighting systems employing led-based light sources

This article presents results of a series of tests and a comparison of several commonly used LED lights sources fed from the 230V/50Hz mains network. The test results show how current waveforms change depending on the power supply circuit used to power LEDs. Based on the measurements, the following parameters were determined: RMS current I_{sk}, power factor λ, active power P, factor $\cos\varphi$ and total harmonic distortion. The tests have demonstrated that there are significant differences between the electrical parameters of individual light sources. In addition, this article describes example power supply circuits for LED light sources. When designing large-scale lighting systems for facilities such as sports halls and supermarkets it is necessary to have access to information on LED lamp current waveforms and the afore-mentioned factors.

oświetlenie drogowe – przepisy i klasy oświetlenia

mgr inż. Karol Kuczyński

Wprowadzenie energooszczędnej technologii oświetlenia wraz z czujnikami kontrolującymi warunki otoczenia, w tym natężenie ruchu i światła, stanowi pierwszy krok w realizacji koncepcji inteligentnego miasta [1]. Niestety wiele opraw jest eksploatowanych ponad ćwierć wieku. System konserwacji opraw oświetleniowych często pozostawia wiele do życzenia ze względu na oszczędności. W tym kontekście istotne jest przyjrzenie się przepisom dotyczącym oświetlenia drogowego.

przepisy prawne

W zakresie oświetlenia drogowego zastosowanie ma Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (tekst jednolity DzU z 2016 r. poz. 124). W rozdziale 2 tego rozporządzenia (§ 109 pkt 1) zawarte są informacje dotyczące oświetlenia elementów drogi ze względów bezpieczeństwa ruchu drogowego. Punkt 7 § 109 stwierdza, że wymagania dotyczące natężenia oświetlenia i rozmieszczenia punktów świetlnych określa Polska Norma. Polskie normy mogą być powołane w przepisach prawnych, np. w rozporządzeniach, pod warunkiem, że normy są opublikowane w języku polskim (artykuł 5 ust. 4 Ustawy o normalizacji). Z tego względu zastosowanie ma polska seria norm: PN-EN 13201-2:2007 P *Oświetlenie dróg. Część 2: Wymagania oświetleniowe*, PN-EN 13201-3:2007 P *Oświetlenie dróg. Część 3: Obliczenia parametrów oświetleniowych*, PN-EN 13201-4:2007 P *Oświetlenie dróg. Część 4: Metody pomiarów parametrów oświetlenia*. Wymagania podstawowe przedstawione zostały w artykule [2].

streszczenie

Artykuł omawia przepisy prawne oraz wybór klas oświetlenia drogowego.

wytyczne

„Wytyczne organizacji bezpiecznego ruchu pieszych – wytyczne prawidłowego oświetlenia przejść dla pieszych" zostały opracowane na zamówienie Ministerstwa Infrastruktury Sekretariat Krajowej Rady Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego przez konsorcjum: Fundacji Rozwoju Inżynierii Lądowej, Politechniki Gdańskiej, Instytut Badawczy Dróg i Mostów w partnerstwie z Politechniką Warszawską. Potrzeba opracowania tych wytycznych wynika z konieczności uporządkowania obszaru przygotowania inwestycji drogowych, w tym także uporządkowania kwestii oświetlenia przejść dla pieszych. Obecne przepisy techniczno – budowlane nie regulują w należyty sposób kwestii oświetlania przejść dla pieszych jako obszarów konfliktowych między pojazdami i osobami poruszającymi się pieszo. Przedmiotem wytycznych są przejścia dla pieszych położone na drogach publicznych, istniejących lub planowanych. Wytyczne, mimo że są do dobrowolnego stosowania, można stosować także na drogach publicznych lub niepublicznych. Głównym celem wytycznych jest zapewnienie widzialności pieszego na przejściu dla pieszych poprzez ujednolicenie zasad projektowania, instalowania, odbioru i utrzymania instalacji oświetleniowych w obszarze przejść dla pieszych. Wytyczne zawierają: zasady ogólne oświetlania przejść dla pieszych, procedurę projektowania oświetlenia na przejściach dla pieszych, w tym: ustalanie konieczności oświetlania przejść dla pieszych, określanie klasy oświetlenia i zasady doboru rozwiązania oświetleniowego, a także zasady odbioru instalacji oświetleniowych, wymagania dotyczące eksploatacji i monitorowania stanu instalacji oświetleniowych.

Zgodnie z wytycznymi [3] zasady oświetlenia dróg regulują normy i raport techniczny międzynarodowych organizacji oświetleniowych:

- CEN/TR 13201-1:2016-02 E *Oświetlenie dróg. Część 1: Wytyczne dotyczące wyboru klas oświetlenia*,
- PN-EN 13201-2:2016-03 E *Oświetlenie dróg. Część 2: Wymagania eksploatacyjne*,
- PN-EN 13201-3:2016-03 E *Oświetlenie dróg. Część 3: Obliczenia parametrów oświetleniowych*,
- PN-EN 13201-4:2016-03 E *Oświetlenie dróg. Część 4: Metody pomiaru efektywności oświetlenia*,
- PN-EN 13201-5:2016-03 E *Oświetlenie dróg. Część 5: Wskaźniki efektywności energetycznej*.

Wytyczne stanowią uzupełnienie Normy PN-EN 13201:2016 E [3] w zakresie oświetlenia przejść dla pieszych. Raport Techniczny PKN-CEN/TR 13201-1:2016-02 E Oświetlenie dróg [3] nie podaje kryteriów uściślających podjęcie decyzji o wykonaniu oświetlenia drogowego. Dokumenty te precyzują pewne ramy, jednak założono, że każdy kraj UE posiada różne przepisy i uwarunkowania, w szczególności różną strefę klimatyczną i wskazują, że szczegółowe wytyczne powinny być dostosowane do warunków lokalnych.

klasy oświetleniowe

Klasy oświetleniowe reprezentują wymagania wizualne poszczególnych grup uczestników ruchu, gdyż każda grupa uczestników ruchu ma odmienne wymagania wizualne, w zależności od występowania oświetlenia na obszarach: ruchu samochodowego, ruchu pieszego oraz obszarów konfliktowych. Procedura ustalania klasy oświetlenia odcinka drogi, na którym znajduje się analizowane przejście dla pieszych, różni się dla istniejącej i projektowanej drogi. Klasy oświetlenia ustala się w przypadku:

- projektowanej drogi – w zależności od rodzaju użytkowników i obszarów o zwiększonym prawdopodobieństwie kolizji spowodowanych występowaniem różnych uczestników ruchu (tab. 1),
- istniejącej drogi – na podstawie wyników pomiarów terenowych mierząc wielkość luminancji lub natężenia oświetlenia na drodze w obszarze przejścia dla pieszych lub na podstawie istniejącej dokumentacji instalacji oświetleniowej zawierającej aktualne wyniki pomiarów oświetleniowych.

Podział na klasy oświetlenia zawarty jest w normie PN-EN 13201:2016 [3]. Przejścia dla pieszych mogą wystąpić na skrzyżowaniach lub na odcinkach dróg o dużych prędkościach tj. na obiektach, dla których stosuje się odmienne wymagania wizualne. Norma PN-EN 13201:2016 nie obejmuje klas oświetlenia dedykowanych dla rozwiązań oświetleniowych tego rodzaju przejściach dla pieszych. Dlatego oprócz rozwiązań normowych zestawionych w tabeli 1 (klasy M i C), w wytycznych [3] wprowadzono dodatkową klasę oświetleniową PC reprezentującą wymagania wizualne dla oświetlenia dedykowanego przejść dla pieszych.

abstract

Road lighting – regulations and lighting classes

The article discusses the requirements of regulations for road lighting and selection of lighting classes.

Na skrzyżowaniach dróg występują obszary konfliktowe tj. obszary o zwiększonym prawdopodobieństwie kolizji spowodowanych występowaniem różnych uczestników ruchu (pojazdy, piesi, rowerzyści) oraz obszary, na których występuje zmiana geometrii drogi. Podstawowe wymagania wizualne na tych obiektach spełniają parametry oświetlenia ustalone dla klasy oświetleniowej C [3].

Na odcinkach dróg między skrzyżowaniami podstawowe wymagania wizualne przyjmowane są ze względu na kierowców pojazdów silnikowych, którzy poruszają się po drogach ze średnią lub wysoką prędkością. Na tych obiektach wymagania wizualne spełniają parametry oświetlenia ustalone dla klasy oświetleniowej M.

Na przejściach dla pieszych położonych na skrzyżowaniach i odcinkach dróg między skrzyżowaniami podstawowe wymagania wizualne powinny spełniać wymagania stawiane tym obiektom (klasa oświetleniowa C lub M), a także wymagania uzupełniające stawiane dedykowanemu rozwiązaniu oświetleniowemu na przejściach dla pieszych (klasa oświetleniowa PC).

Lp.	Klasa oświetlenia	Zastosowanie klasy
		Klasy oświetlenia zgodne z normą PN-EN 13201
1.	M	Kierowcy pojazdów silnikowych, trasy komunikacyjne, średnie i wysokie prędkości ruchu
2.	C	Obszary konfliktowe: pojazdy, piesi, rowerzyści; obszary wykazujące zmianę geometrii drogi, obszary o zwiększonym prawdopodobieństwie kolizji
3.	P	Piesi i rowerzyści, chodniki i ścieżki rowerowe, kierowcy przy niskich prędkościach – uliczki osiedlowe, obszary niezależne od jezdni
4.	EV	Klasa dodatkowa: gdy musi być zapewniona widoczność powierzchni pionowych
5.	HS	Klasa dodatkowa: piesi, drogi dla pieszych, pasy postojowe, powierzchnie ruchu leżące oddzielnie lub wzdłuż jezdni, drogi osiedlowe, ciągi piesze, parkingi, dziedzińce szkolne – oświetlenie w przestrzeni
6.	SC	Klasy dodatkowe: gdy głównym celem oświetlenia publicznego jest identyfikacja osób, przedmiotów oraz powierzchni drogowych z występującym na nich wyższym niż normalne ryzykiem naruszenia przepisów
		Dodatkowa klasa oświetlenia dla oświetlenia dedykowanego na przejściach dla pieszych
7.	PC	Klasa uzupełniająca: klasa oświetleniowa stworzona do oświetlania przejścia dla pieszych za pomocą rozwiązania, w którym uzyskuje się oświetlenie pionowej sylwetki pieszego poprzez instalację, nisko zawieszonych opraw o asymetrycznym rozsyle strumienia świetlnego. Oprawy instaluje się przed przejściem dla pieszych oddzielnie do każdego z kierunków ruchu

Tab. 1. Zestawienie klas oświetlenia drogowego normowych i dedykowanych dla oświetlenia przejść dla pieszych [3]

Artykuł nie wyczerpuje zagadnienia. Jego celem było zwrócenie uwagi na kwestie przepisów dotyczących opraw oświetlenia drogowego.

literatura

1. W. Pabjańczyk, Inteligentne sieci oświetlenia drogowego jako metoda poprawy bilansu energetycznego w gminach, „elektro.info" 7–8/2013.
2. K. Kuczynski, Oświetlenie drogowe – zagadnienia wybrane, „elektro.info" nr 1–2/2012.
3. K. Jamroz, P. Tomczuk, T. Mackun, M. Chrzanowicz „Wytyczne organizacji bezpiecznego ruchu pieszych – wytyczne prawidłowego oświetlenia przejść dla pieszych", Ministerstwo Infrastruktury – SKR Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego, grudzień 2017.

reklama

uproszczony projekt zasilania oświetlenia ulicznego

mgr inż. Julian Wiatr

W poprzednich dwóch numerach prezentowaliśmy projekt zasilania osiedla domków jednorodzinnych wykonany z wykorzystaniem słupowej stacji transformatorowej, zasilanej kablem układanym w ziemi oraz sieci kablowej nn. Niniejszy artykuł stanowi niejako kontynuację poprzednich części i stanowi przykładowe rozwiązanie zasilania oraz sterowania oświetleniem ulicznym, które jest traktowane jako element bezpieczeństwa. Zgodnie z wymaganiami normy PN-IEC 60364-7-714:2003 obwody zasilania oświetlenia ulicznego nie mogą być zabezpieczane wyłącznikiem różnicowoprądowym. W praktyce bardzo często spotyka się opracowania, gdzie zabezpieczenie jest realizowane przez wyłącznik różnicowoprądowy. Projekt oświetlenia ulicznego zawierający takie rozwiązanie powinien być wycofany i zwrócony do projektanta z żądaniem opracowania zgodnego ze sztuką oraz wymogami norm przedmiotowych.

podstawa opracowania

1. Warunki lokalizacji inwestycji celu publicznego wydane przez Regionalną Dyrekcję Ochrony Przyrody.
2. Projekt stacji transformatorowej (patrz „elektro.info" nr 9/2018) oraz projekt sieci kablowej nn, zasilającej osiedle domków jednorodzinnych (patrz „elektro.info" nr 10/2018).
3. Projekt oświetlenia – pominięty w artykule.
4. N SEP-E 004 *Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.*
5. N SEP-E 001 *Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa.*
6. PN-HD 60364-5-52:2011 *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-52: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprzewodowanie.*
7. PN-IEC 6-364-7-714:2003 *Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część 7-714: Wymagania dotyczące specjalnych inhalacji lub lokalizacji. Instalacje oświetlenia zewnętrznego.*
8. PN-HD 60364-4-41:2009 *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym.*
9. Katalogi producentów przewodów, kabli oraz osprzętu elektrycznego.

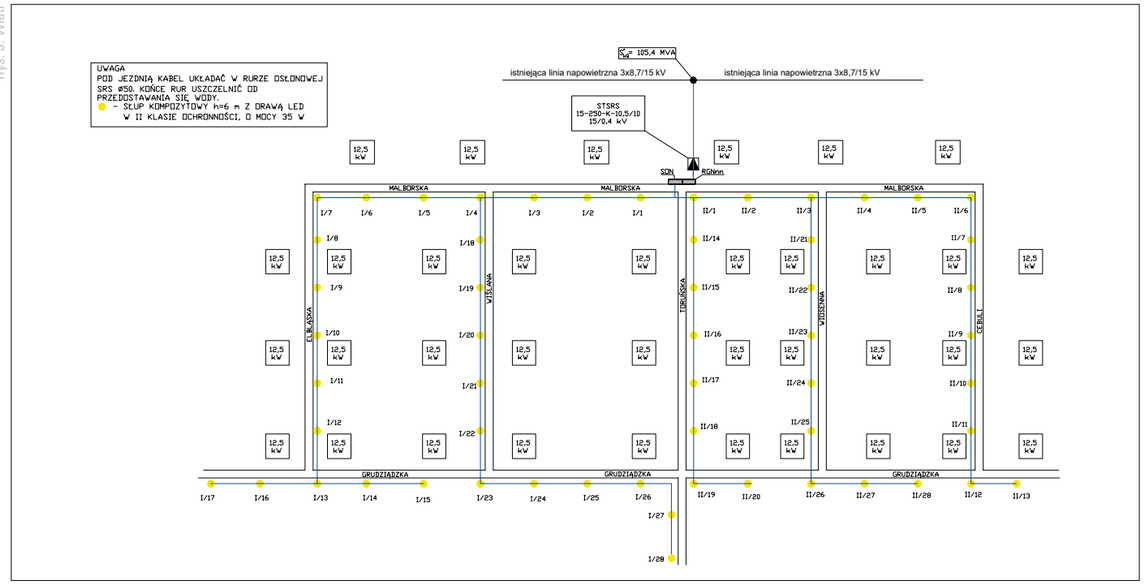
stan istniejący

W rejonie skrzyżowania ul. Malborskiej oraz ul. Toruńskiej zlokalizowana jest słupowa stacja transformatorowa 15/04, kV o mocy 250 kVA, z której zasilane jest osiedle domków jednorodzinnych. W rozdzielnicy nn stacji transformatorowej znajduje się wolne pole odpływowe, umożliwiające przyłączenie szafy Sterowania Oświetleniem Nocnym (SON).

dane wyjściowe

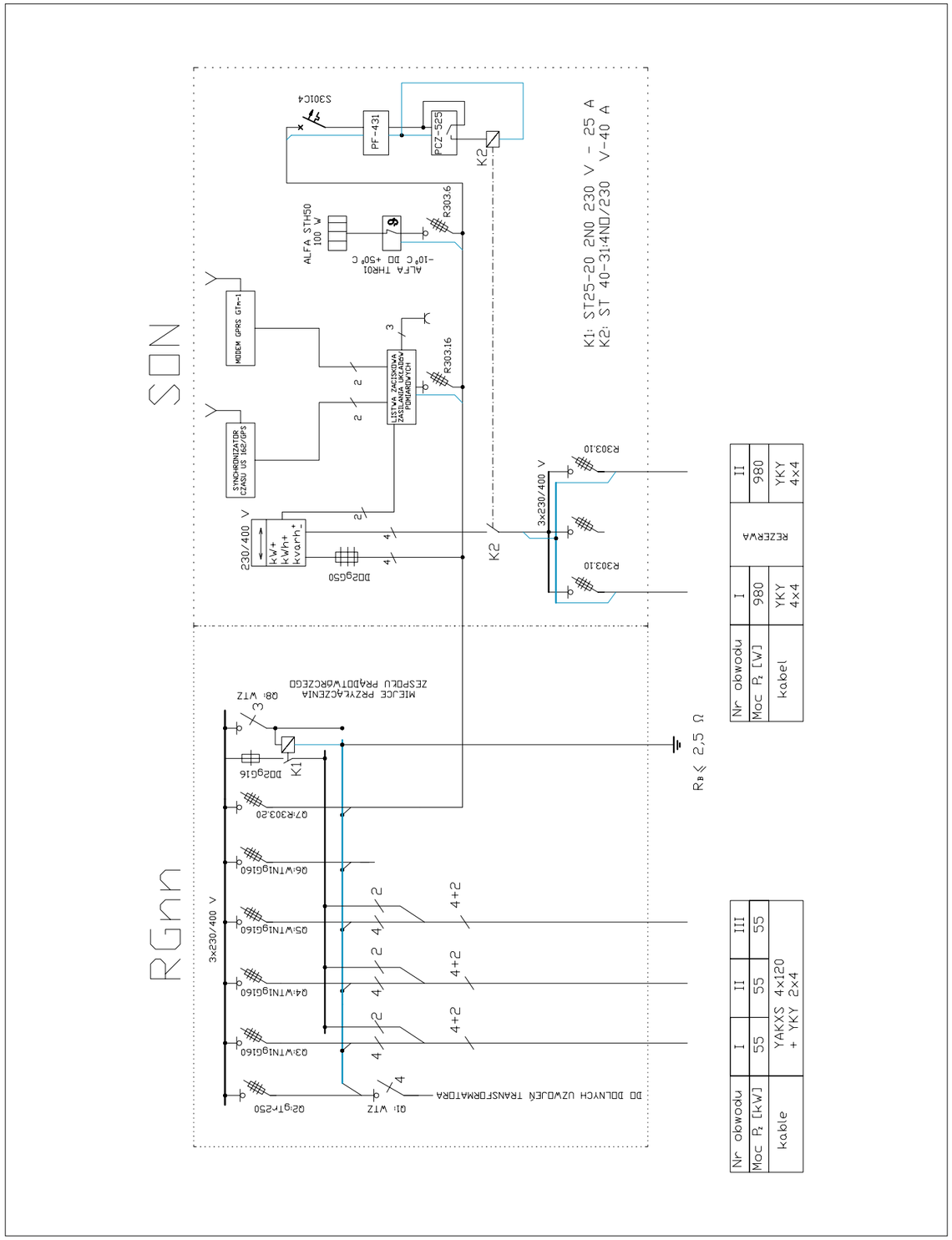
Schemat stacji transformatorowej SN/nn „MALBORSKA" został opublikowany w numerze 9/2018, a schemat sieci kablowej nn zasilającej poszczególne bu-

Rys. J. Wiatr



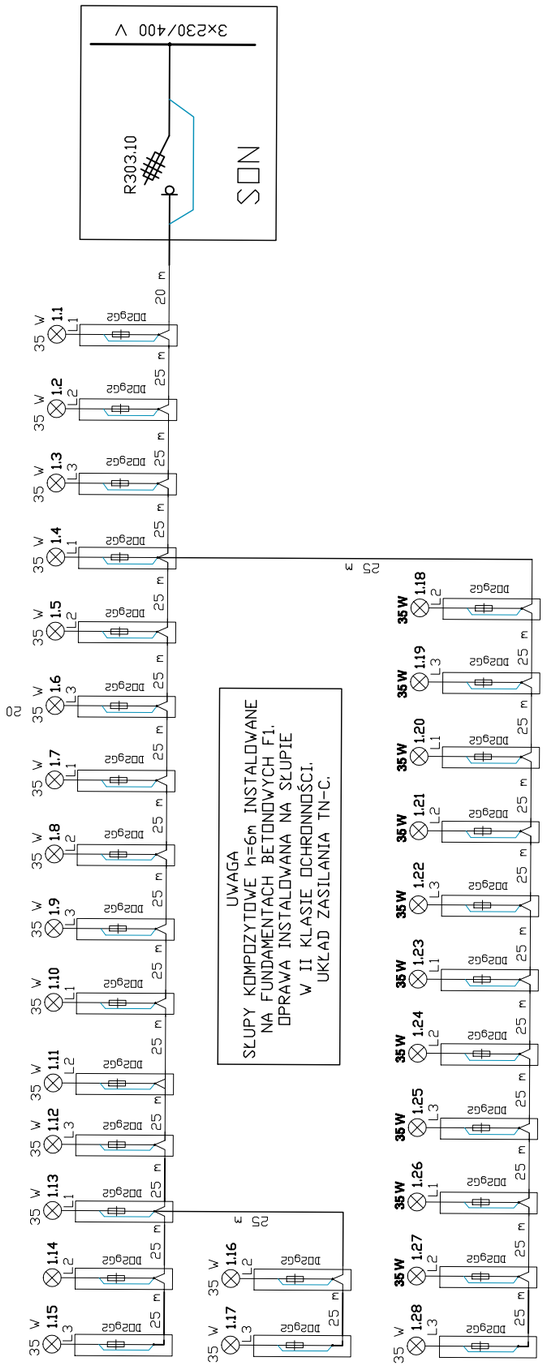
Rys. 1. Plan zasilania oświetlenia ulicznego

Rys. J. Wiatr



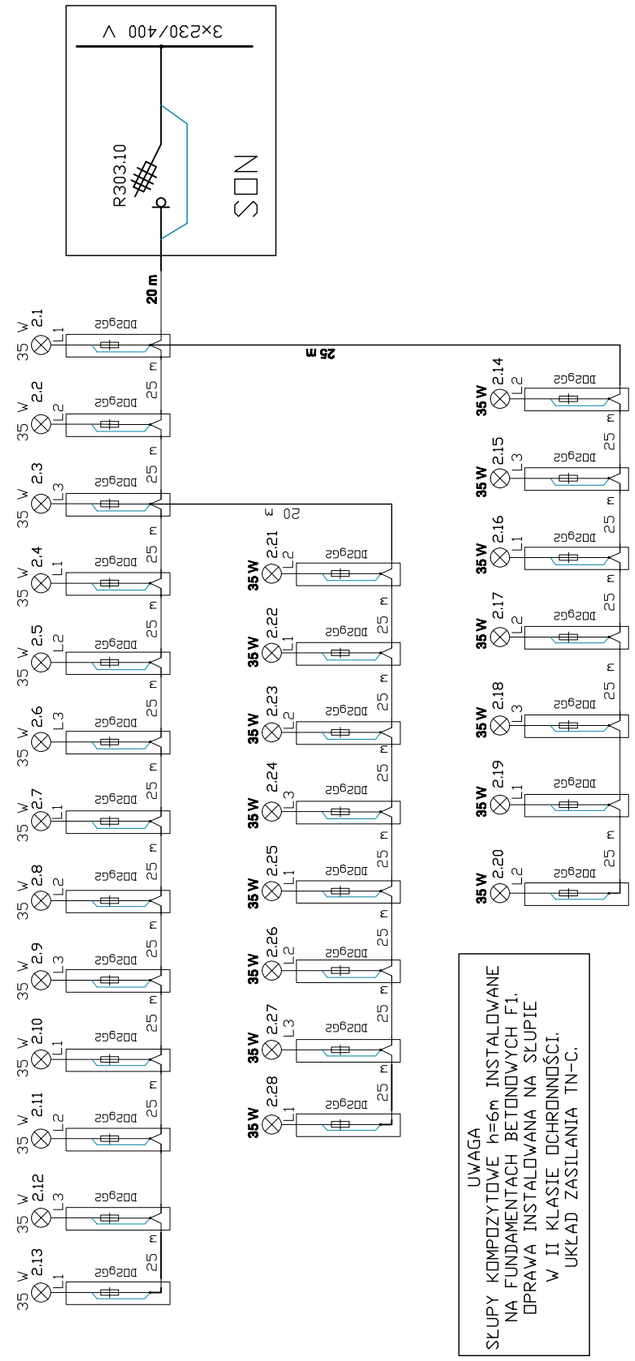
Rys. 2. Schemat ideowy sterowania oświetleniem ulicznym

Rys. J. Wiatr



Rys. 3. Schemat ideowy obwodu I

Rys. J. Wiatr



Rys. 4. Schemat ideowy obwodu II

dynki w numerze 10/2018. Niniejszy artykuł stanowi rozwinięcie wcześniej zaprojektowanych elementów infrastruktury elektrycznej osiedla domków jednorodzinnych.

opis techniczny

W miejscach wskazanych na **rysunku 1.** należy zainstalować słupy kompozytowe o wysokości h = 6 m koloru szarego, ustawione na prefabrykowanych fundamentach F1. Obok rozdzielnicy nn stacji transformatorowej SN/nn „MALBORSKA" należy zainstalować rozdzielnicę SON, której schemat ideowy przedstawia **rysunek 2.** Z rozdzielnicy SON należy wyprowadzić kablem YKY 4×4 dwa obwody zasilające, których schematy ideowe przedstawiają **rysunki 3.** oraz **4**.

Kable zasilające poszczególne słupy należy układać w wykopie o głębokości 80 cm na podsypce piasku grubości 10 cm. Kable po ułożeniu należy zasypać warstwą piasku grubości 10 cm, a następnie warstwą rodzimego gruntu o grubości 15 cm, ułożyć taśmę kablową koloru niebieskiego i zasypać wykop. Na kablach przed zasypaniem w odstępach co 10 m należy założyć opaski kablowe zawierające następujące informacje: typ kabla*długość*rok ułożenia*trasa*symbol wykonawcy.

Wewnątrz słupów należy zainstalować kablowe złącze słupowe, do którego energię elektryczną należy doprowadzić kablem YKY 4×4. Na słupach oświetleniowych należy zainstalować oprawę oświetleniową LED o mocy 35 W wykonaną w II klasie ochronności, zasilaną przewodem YDY 2×1,5 wyprowadzonym ze słupowego złącza kablowego.

W rozdzielnicy SON należy zainstalować układ pomiarowy bezpośredni z możliwością zdalnego odczytu wskazań zużytej energii elektrycznej. Sterowanie załączeniem oświetlenia należy realizować z wykorzystaniem sterownika astronomicznego PCZ-25.

obliczenia

1. Moc czynna zapotrzebowana przez poszczególne obwody oświetleniowe:

$$P_I = P_{II} = n \cdot P_i = 28 \cdot 35 = 980\,W \qquad P_C = 980 + 980 = 1940\,W$$

2. Dobór kabli i przewodów oraz ich zabezpieczeń:

$$I_{BI} = I_{BII} = \frac{1{,}1 \cdot P_I}{3 \cdot U_{nf} \cdot \cos\varphi_z} = \frac{1{,}1 \cdot 980}{3 \cdot 230 \cdot 0{,}8} \approx 1{,}96\,A$$

$$2{,}1 \cdot I_B = 4{,}2\,A \le I_n = 10\,A \le I_z \qquad I_Z \ge \frac{k_2 \cdot I_n}{1{,}45} = \frac{1{,}9 \cdot 10}{1{,}45} \approx 13{,}11\,A$$

Zostanie przyjęty kabel YKY 4×4 oraz zabezpieczenie DO2gG10.

$$I_B = \frac{1{,}1 \cdot P_I}{U_{nf} \cdot \cos\varphi_z} = \frac{1{,}1 \cdot 35}{230 \cdot 0{,}8} \approx 0{,}21\,A$$

$$2{,}1 \cdot I_B = 0{,}44\,A \le I_n = 2\,A \le I_z \qquad I_Z \ge \frac{k_2 \cdot I_n}{1{,}45} = \frac{1{,}9 \cdot 2}{1{,}45} \approx 2{,}63\,A$$

gdzie:
I_B – spodziewane obciążenie pojedynczego obwodu, w [A],
I_n – znamionowy prąd zabezpieczenia obwodu, w [A],
k_2 – współczynnik niedopasowania charakterystyk czasowo-prądowych przewodu i zabezpieczenia, w [-],
n – liczba opraw w obwodzie, w [-],
cosφ – współczynnik mocy, w [-],
U_{nf} – znamionowe napięcie fazowe, w [V],
P_1 – moc pojedynczej oprawy oświetleniowej, w [W],
P_C – moc zapotrzebowana przez oświetlenie, w [W].

Zostanie przyjęty przewód YDY 2×1,5 oraz zabezpieczenie DO2gG2.

3. Sprawdzenie dobranego kabla z warunku spadku napięcia:
   a) obwód I:
   – podobwód zasilany z fazy L1:

$$\Delta U_{L1} = \frac{100}{\gamma \cdot S \cdot U_{nf}^2} \cdot \sum_{i=1}^{n=5} P_i \cdot l_i =$$
$$= \frac{100}{55 \cdot 4 \cdot 230^2} \cdot (280 \cdot 20 + 245 \cdot 75 + 105 \cdot 75 + 70 \cdot 75 + 35 \cdot 75) \approx 0{,}35\% < 5\%$$

   – podoobwód zasilany z fazy L2:

$$\Delta U_{L2} = \frac{100}{\gamma \cdot S \cdot U_{nf}^2} \cdot \sum_{i=1}^{n=7} P_i \cdot l_i =$$
$$= \frac{100}{55 \cdot 4 \cdot 230^2} \cdot (350 \cdot 45 + 315 \cdot 50 + 175 \cdot 25 + 140 \cdot 75 + 105 \cdot 75 + 70 \cdot 50 + 35 \cdot 75) \approx 0{,}52\% < 5\%$$

   – podobowód zasilany z fazy L3:

$$\Delta U_{L3} = \frac{100}{\gamma \cdot S \cdot U_{nf}^2} \cdot \sum_{i=1}^{n=7} P_i \cdot l_i =$$
$$= \frac{100}{55 \cdot 4 \cdot 230^2} \cdot (350 \cdot 70 + 315 \cdot 25 + 175 \cdot 50 + 105 \cdot 75 + 70 \cdot 25 + 35 \cdot 50) \approx 0{,}46\% < 5\%$$

   b) obwód II:
   – podobwód zasilany z fazy L1:

$$\Delta U_{L1} = \frac{100}{\gamma \cdot S \cdot U_{nf}^2} \cdot \sum_{i=1}^{n=5} P_i \cdot l_i =$$

$$= \frac{100}{55 \cdot 4 \cdot 230^2} \cdot (350 \cdot 20 + 345 \cdot 25 + 140 \cdot 50 + 105 \cdot 75 + 70 \cdot 75) \approx 0{,}31\% < 5\%$$

   – podobwód zasilany z fazy L2:

$$U_{L2} = \frac{100}{\gamma \cdot S \cdot U_{nf}^2} \cdot \sum_{i=1}^{n=5} P_i \cdot l_i =$$
$$= \frac{100}{55 \cdot 4 \cdot 230^2} \cdot (350 \cdot 45 + 210 \cdot 25 + 105 \cdot 50 + 70 \cdot 75 + 35 \cdot 75) \approx 0{,}34\% < 5\%$$

   – podobwód zasilany z fazy L3:

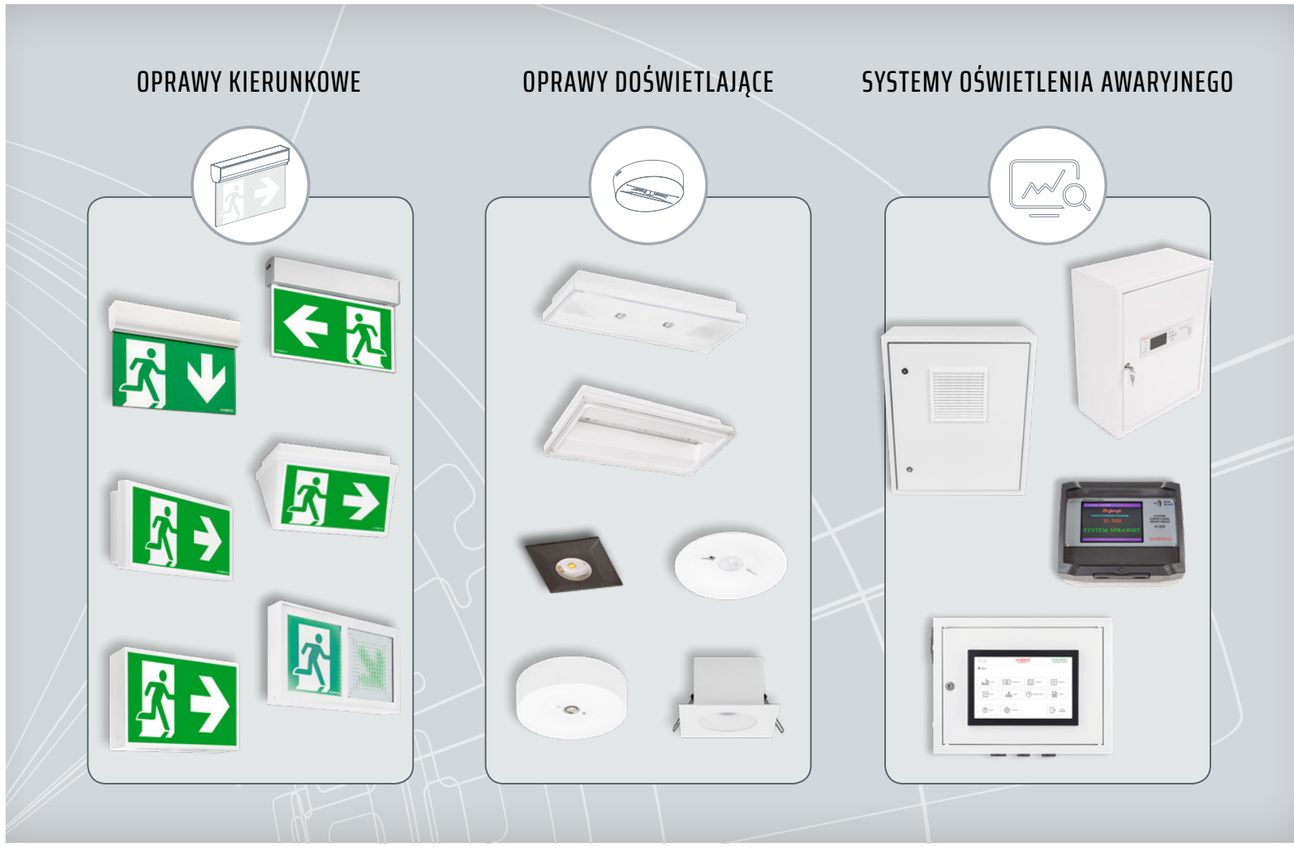
$$\Delta U_{L3} = \frac{100}{\gamma \cdot S \cdot U_{nf}^2} \cdot \sum_{i=1}^{n=4} P_i \cdot l_i =$$
$$= \frac{100}{55 \cdot 4 \cdot 230^2} \cdot (280 \cdot 70 + 105 \cdot 75 + 70 \cdot 75 + 35 \cdot 75) \approx 0{,}31\% < 5\%$$

gdzie:
S – przekrój przewodu, w [mm²],
γ – konduktywność przewodu, w [m/(Ω· mm²)],
l_i – odległości pomiędzy punktami przyłączenia, w [m],
P_i – moc czynna obciążenia w i-tym punkcie przyłączenia, w [kW].

uwagi końcowe

1. Ochrona przeciwporażeniowa – II klasa ochronności.
2. Po wykonaniu prac instalacyjnych należy wykonać próby i pomiary odbiorcze zgodnie z wymaganiami normy PN-HD 60364-6 oraz N SEP-E 004.

HYBRYD
LIGHTING THE WAY TO SAFETY
System zarządzania ISO 9001:2015
TÜVRheinland CERTYFIKOWANO
www.tuv.com ID 9105017689



Siedziba firmy
i linia produkcyjna

HYBRYD sp. z o.o.
PRODUCENT OPRAW, MODUŁÓW
I SYSTEMÓW OŚWIETLENIA AWARYJNEGO

ul. Sikorskiego 28
44-120 Pyskowice
tel.: 32 233 98 83
fax: 32 233 98 84
www.hybryd.com.pl
hybryd@hybryd.com.pl

oświetlenie boisk piłkarskich zgodnie z wymaganiami klas oświetleniowych definiowanych normą PN-EN 12193

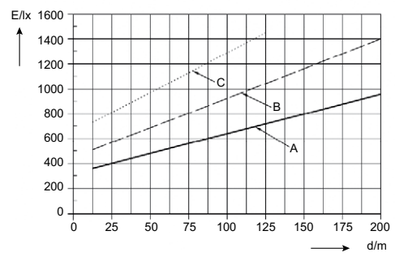
mgr inż. Robert Supronowicz – Politechnika Białostocka

Wraz ze spopularyzowaniem piłki nożnej na świecie powstały różne ligi, turnieje, puchary, które z biegiem czasu przestały być czystym hobby, lecz sposobem na życie dla wielu profesji powiązanych z tymże sportem. Jak w każdej dziedzinie sportu, aby stać się najlepszym, trzeba włożyć w szkolenia oraz treningi ogrom pracy oraz czasu. Jednym z czynników ograniczających możliwość przeprowadzania pełnowartościowego treningu jest brak oświetlenia słonecznego po zmierzchu, bez którego gra jest niemożliwa.

Ze względu na obowiązujący normatywnie wymiar boiska do piłki nożnej w zakresie (100÷110) metrów długości i (64÷75) metrów szerokości, budowa krytych obiektów sportowych jest bardzo kosztowna. Oczywiście zdarzają się sporadyczne przypadki, gdy inwestor decyduje się na realizację wnętrzową boiska treningowego do piłki nożnej, lecz najczęściej w tym przypadku hala jest realizowana nie w pełnym wymiarze. Alternatywą boisk są również hale pneumatyczne, które często są rozkładane, nadmuchiwane i zakotwiczane w miejscu boiska otwartego głównie na okres zimowy. Są one klimatyzowane, wentylowane oraz oświetlone najczęściej z opraw liniowych oraz naświetlaczy. Jednakże, typowe oświetlenie boiska sportowego dotyczy oświetlenia zewnętrznego boiska sportowego przy zastosowaniu słupowej konstrukcji oświetleniowej.

streszczenie

W pracy przedstawiono ilościowe oraz jakościowe wymogi oświetleniowe stawiane boiskom sportowym do piłki nożnej. Wykonano przegląd oraz porównano parametry dostępnych rozwiązań oświetleniowych stosowanych na obiektach sportowych. Zamieszczono praktyczne wskazówki optymalizacji oświetlenia obiektów sportowych wykonanych w I, II oraz III klasie oświetleniowej. Uwzględniono również informacje dotyczące metod ograniczania zanieczyszczenie oświetleniem boiska okolicznych obiektów oraz nieboskłonu.



Rys. 1. Zależność pomiędzy wartościami pionowego natężenia oświetlenia a odległością kamery do prowadzenia transmisji telewizyjnej [1]

wymagania normatywne

Oświetlenie sportowe boiska ma za cel zapewnienie odpowiedniego poziomu oświetlenia powierzchni poziomych, pionowych (przy wyższych klasach rozgrywek) oraz powierzchni szczególnych, określanych w zależności od dyscypliny sportowej. Według normy PN-EN 12193 dla pełnowymiarowych boisk do gry w piłkę nożną rozróżnia się trzy klasy oświetleniowe. Klasa oświetleniowa III posiada najmniejsze wymogi, co do ilości, jak i jakości światła. W tej klasie wystarczy zapewnić wartość poziomego natężenie oświetlenia na poziomie 75 lx. Dopuszczalnym jest stosowanie źródeł o bardzo niskim wskaźniku oddawania barw Ra np. 20. Druga klasa oświetleniowe przy wymaganych 200 lx, nakłada obowiązek stosowania źródeł o lepszym wskaźniku barw, mniejszym olśnieniu zawodników, a także zapewnienie wysokiej równomierności oświetlenia (minimalne do średniego natężenia oświetlenia poziomego) na poziomie minimum 0,6. Dla porównania, równomierność 0,6 w oświetleniu wnętrzowym według normy PN-EN 12-464-1 pojawia się np. przy oświetleniu powierzchni roboczych biur, gdzie wymóg co do wartości natężenia oświetlenia to 500 lx. Jednakże nawet spełnienie wymagań stawianych najwyższej klasie oświetleniowej (norma PN-EN 12193) nie jest wystarczające do realizację transmisji telewizyjnej w rozdzielczości 4K.

Pionowe natężenie oświetlenia ze szczegółowo wypunktowanymi wymogami jest określone dla transmisji telewizyjnej, im wyższa jest rozdzielczość obrazu transmisji, tym wymóg, co do wartości pionowego natężenia oświetlenia oraz jego równomierności jest wyższy. Wymagana wartość pionowego natężenia oświetlenia zawodników jest istotna również ze względu na odległość, z jakiej wydarzenie obserwują kibice. Zależność wymaganego minimalnego poziomu natężenia oświetlenia pionowego przy transmisji telewizyjnej zależy od szybkości akcji odbywających się w polu gry. Na **rysunku 1.** zilustrowano tę zależność według kategorii od A do C, tj. rozpoczynając od sportów wolniejszych do szybszych.

Dane zawarte na **rysunku 1.** wskazują, iż wraz ze wzrostem szybkości rozgrywki, wymagany jest drastyczny wzrost oświetlenia zawodników, lub zmniejszenie odległości kamery względem miejsca gdzie ma miejsce nagła akcja np. stosując kamerę SpiderCam, która porusza się ponad głowami zawodników. Jeżeli w transmisji telewizyjnej pokazywane są regularnie powtórki w zwolnionym tempie to wymagania oświetleniowe wzrastają ponad wartości wyspecyfikowane na wykresie z **rysunku 1**.

Piłka nożna	Obszar objaśnienia		Liczba punktów pomiarowych	
	Długość, w [m]	Szerokość, w [m]	Długość, w [m]	Szerokość, w [m]
Pole gry	100 – 110	64 – 75	19 – 21	13 – 15
Pole murawy	108 – 118	72 – 83	21	13 – 15
Klasa oświetleniowa	**Poziome natężenie oświetlenia**		**Wskaźnik olśnienia GR, w [-]**	**Wskaźnik oddawania barw, w [-]**
	$E_{śr}$, w [lx]	$E_{min}/E_{śr}$, w [-]		
I	500	0,7	50	60
II	200	0,6	50	60
III	75	0,5	55	20

Tab. 1. Wymogi stawiane wobec pełnowymiarowych boisk do gry w piłkę nożną według normy PN-EN 12193

Typ oświetlenie sportowego	Zdjęcie oprawy	Początkowy strumień świetlny oprawy Φ, w [lm]	Temperatura barwowa najbliższa Tcb, w [K]	Wskaźnik oddawania barw Ra, w [-]	Znamionowa skuteczność świetlna oprawy η, w [lm/W]	Moc oprawy z układem zasilającym P, w [W]	Powierzchnia czołowa oprawy [1] s, w [m²]	Stosunek strumienia świetlnego do powierzchni czołowej oprawy, w [klm/m²]
Naświetlacz sportowy wyposażony w źródło metalohalogenkowe o wysokiej skuteczności		176 000	4200	80	83	2123	0,35	506,49
Naświetlacz sportowy wyposażony w źródło metalohalogenkowe o wysokim wskaźniku oddawania barw		150 100	5600	90	71	2123	0,35	431,95
Naświetlacz sportowy wyposażony w wysokoprężną lampę sodową		102 700	2000	25	101	1020	0,35	295,55
Zintegrowana oprawa sportowa LED		186 000	5700	70	112	1314	0,44	425,28

Tab. 2. Zestawienie parametrów opraw oświetleniowych jednego z producentów oświetlenia sportowego cz. 1 [3]

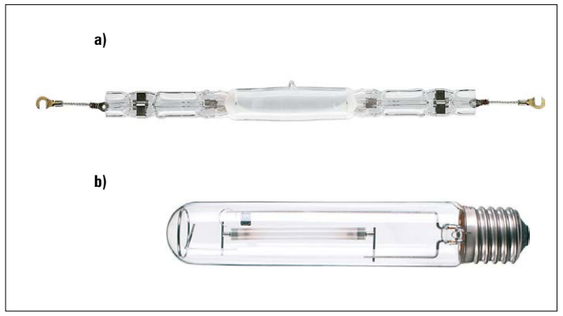
Typ oświetlenie sportowego	Zdjęcie oprawy	Masa m, w [kg]	Trwałość źródeł		Czas do osiągnięcia 90% Φ początkowego [2], w [min]	Czas ponownego zapłonu [2], w [min]	
			Trwałość do 50% uszkodzeń, w [h]	Utrzymanie strumienia świetlnego Φ, w [%]			
Naświetlacz sportowy wyposażony w źródło metalohalogenkowe o wysokiej skuteczności		17,2	13 000	63 (przy 10 tys. h)	2 – 15	5 – 20	1. Efektywna powierzchnia oprawy jest zawsze równa lub mniejsza, ze względu na kąt pochylenia oprawy sportowej 2. Bez uwzględnienia dodatkowego osprzętu do „gorącego zapłonu" 3. Prognozowana trwałość strumienia świetlnego źródeł LED oparta na ekstrapolacji zbadanych źródeł zgodnie ze standardem IESNA LM-80-08 oraz prognozowanych na podstawie np. standardu IES TM-21-11
Naświetlacz sportowy wyposażony w źródło metalohalogenkowe o wysokim wskaźniku oddawania barw		17,2	13 000	63 (przy 10 tys. h)	2 – 15	5 – 20	
Naświetlacz sportowy wyposażony w wysokoprężną lampę sodową		17,2	20 000	90 (przy 10 tys. h)	< 6	Brak danych	
Zintegrowana oprawa sportowa LED		34	Nie dotyczy	80 (przy 100 tys. h [3])	< 0,1	< 0,1	

Tab. 3. Zestawienie parametrów opraw oświetleniowych jednego z producentów oświetlenia sportowego cz. 2 [3]

źródła stosowane w oświetlaniu boisk do gry w piłkę nożną

W oświetleniu sportowym zastosowanie znalazły źródła światła, które charakteryzują się spełnieniem w wystarczającym stopniu wybrane parametry:

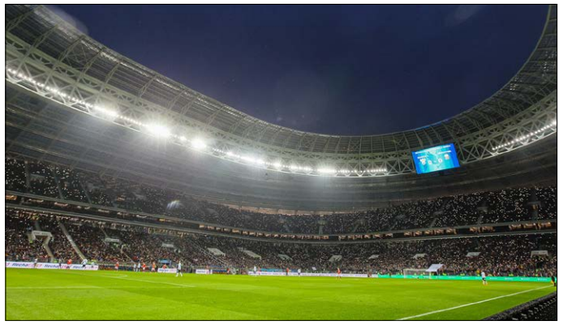
- wysoka skutecznością świetlną η [lm/W] z uwzględnieniem układu zasilającego,
- małą objętością części świetlnej, upraszczającą tym samym tworzenie układów optycznych o zróżnicowanych rozsyłachświatłości opraw sportowych,
- wysoka wartość wskaźnika oddawania barw Ra,
- szeroki wybór temperatury barwowej najbliżej T_{cb} światła,
- stabilność barwy światła przez cały okres eksploatacji,



Rys. 2. Przykładowy wygląd: **a)** lampy metalohalogenkowej, **b)** wysokoprężnej lampy sodowej [3]

- wysoka trwałość eksploatacyjna źródła,
- bezpieczeństwo użytkowania przez ludzi,
- koszt produkcji,
- dowolność pozycji pracy źródła, przekładająca się na możliwość nakierowania oprawy w dowolnym kierunku,
- krótki czas do ponownego załączenia źródła światła, w przypadku awaryjnego zaniku zasilania,
- osiągnięcie parametrów znamionowych światła w minimalnym czasie,
- brak w składzie pierwiastków szkodliwych lub łatwość ich utylizacji,
- ograniczona ilość generowanego ciepła (unikanie chłodzenia aktywnego oprawy sportowej),
- wysoką stabilnością strumienia świetlnego na przestrzeni czasu eksploatacji, jak największy zakres dozwolonych pozycji pracy źródła w oprawie sportowej, któ-ra (niektóre źródła posiadają położenia źródła powodujące przegrzanie, oraz błyskawiczną degradację źródła)
- ograniczonym gabarytem produktu finalnego, jakim jest oprawa sportowa z układem optycznym w postaci reflektora, soczewki lub połączenia obydwu rozwiązań (konstrukcje wsporcze muszą wytrzymywać nie tylko ciężar, ale również siłę parcia wiatru na powierzchnię czołową/boczną opraw sportowych),

Najbliższym spełnieniu powyższych wymogów źródłem światła są lampy metalohalogenkowe MH **(rys. 2.)** produkowane do celów oświetlenia sportowego w wykonaniu 400 W, 1000 W oraz 2000 W. Ze względu na swoje liczne zalety, są one najczęściej stosowane w oświetleniu obiektów sportowych. Do oświetlenia boisk sportowych o niskiej klasie oświetleniowej, wymogi co do wskaźnika oddawania barw są również niskie (zalecana wartość Ra wynosi bowiem 20 przy E_m równym 75 lx). Powoduje to, że akceptowanymi staja się w tego rodzaju aplikacjach również wysokoprężne lampy sodowe **(rys. 2.)**.



Rys. 3. Stadion Luzhniki w Moskwie – stadion oświetlony w technologii LED na Mistrzostwa Świata w piłce nożnej 2018 (obiekt został przystosowany do transmisji telewizyjnej w rozdzielczości 4K) [2]

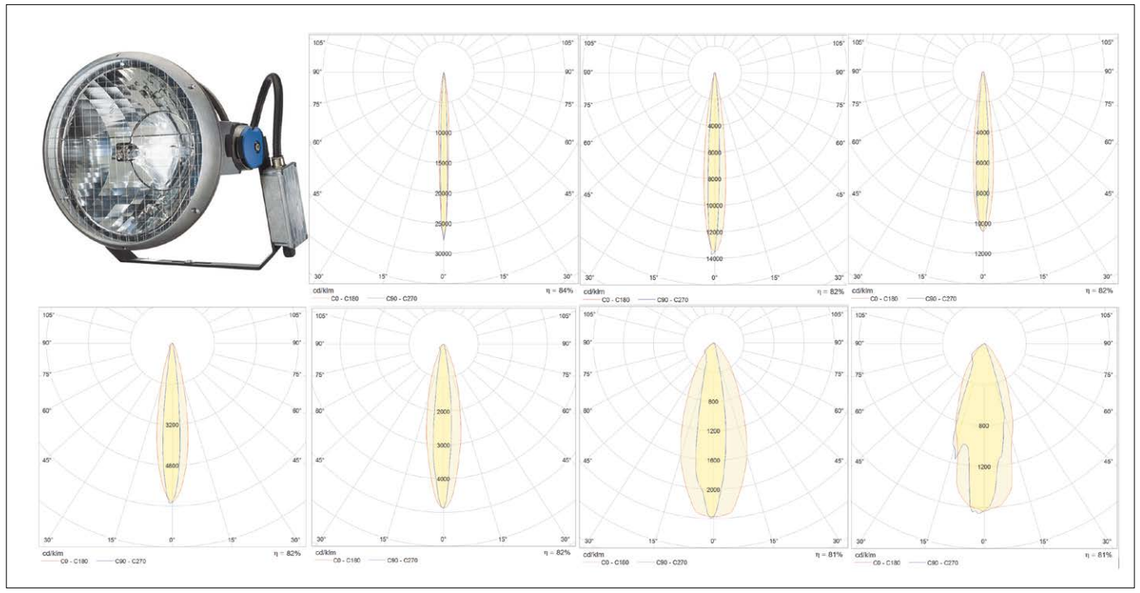
Wraz z rozwojem technologii LED (diody LED), znalazły też zastosowanie w oświetleniu sportowym, ze względu na ciągle polepszające się parametry, tj. skuteczność świetlna, jakość barwy światła, trwałość, małe wymiary źródeł pozwalające na tworzeniu optyk rozsyłu światła od wąskostrumieniowych po bardzo szerokostrumieniowe. Rozwiązania sportowe w technologii LED na obecną chwilę powodują zwiększenie kosztów początkowych inwestycji w zakresie oświetlenia około 3÷5-krotnie, względem rozwiązań na źródłach metalohalogenkowych. Nieco wyższa skuteczność świetlna, oraz brak konieczności wymiany źródeł światła co kilka tysięcy godzin, powoduje znaczące zmniejszenie kosztów eksploatacji opraw sportowych LED względem konkurencyjnych rozwiązań technologicznych. Wadą tego rozwiązania jest większa powierzchnia czołowa opraw LED względem opraw MH o równoważnym strumieniu świetlnym oraz rozsyle światła, co skutkuje koniecznością projektowania mocniejszych konstrukcji wsporczych, większych fundamentów (w przypadku rozwiązań masztowych i wieżowych), generujących dodatkowy koszt inwestycji, która powinna być rozpatrywana jako całość. Na **rysunku 3.** przedstawiono stadion nocą, przystosowany do transmisji telewizyjnej w rozdzielczości 4K.

Przed przystąpieniem do projektowania obiektów sportowych, konieczne jest rozeznanie w dostępnych handlowo technologiach oświetleniowych oraz oferowanych komercyjnie zestawach lamp. W **tabeli 2.** i **3.** zestawiono oprawy oświetleniowe stosowane przy oświetleniu obiektów sportowych. Aby porównanie wartości strumieni świetlnych było miarodajne, uwzględniono oprawy oświetleniowe charakteryzujące się zbliżonym rozsyłem światłości (krzywymi światłości).

Zgodnie z informacjami zawartymi w **tabelach 2.** i **3.**, źródła MH długo się wygrzewają (nawet do 15 minut w przypadku niestosowania dodatkowego osprzętu zapewniającego gorący zapłon) do momentu osiągnięcia nominalnego strumienia świetlnego. A także, przed ponownym zapłonem konieczne jest odczekanie do parunastu minut przed ponownym uruchomieniem instalacji oświetleniowej, ze względu na konieczność schłodzenia lampy łukowej znajdującej się w środku źródła MH. O ile w przypadku obiektów zaprojektowanych do niższych klas oświetleniowych typu treningi, taki stan jest akceptowalny, o tyle przy rozgrywkach wyższych lig oraz pucharów, taki stan rzeczy jest niedopuszczalny. Stosowanie urządzeń zapewniających zapłon impulsowy (gorący zapłon), oprócz skrócenia przerwy w oświetleniu obiektu w sytuacjach chwilowego, awaryjnego braku oświetlenia, wpływa również pozytywnie na żywotność źródeł metalohalogenkowych, których trwałość zależy również od liczby załączeń.

Stosowanie opraw sportowych wyposażonych w źródła MH z gorącym zapłonem, oprócz aspektów stricte komfortowych, wpływa pozytywnie na nieuniknione zjawisko zmiany barwy światła emitowanego ze źródeł na skutek eksploatacji źródeł, a także sama strata strumienia w czasie oraz awaryjność źródła maleje.

Podejmując się projektowania oświetlenia na obiekcie sportowym, konieczne są konsultacje z innymi branżami. Poniżej została zilustrowana kolejność prac, które należy przeprowadzić od strony konstrukcyjnej oraz oświetleniowej, z którą muszą się zmierzyć projektanci oświetlenia na obiektach sportowych. Aspekt elektryczno-energetyczny, typu moc przyłącza, kompensacja mocy biernej, rozmieszczenie rozdzielnic oświetleniowych oraz dobór materiału i przekroju kabli ze względu na spadki napięcia, zabezpieczenia nadprądowe oraz inne zostały celowo pominięte ze względu na ograniczenie zagadnienia do części konstrukcyjnej oraz oświetleniowej.



Rys. 4. Widok oprawy oraz dostępnych krzywych rozsyłu światłości przedstawionych w postaci wykresów biegunowych, dostępne w ramach jednego typu opraw reflektorowych, sportowych przystosowanych do pracy ze źródłem MH o mocy 2000 W [3]

Aby projekt mógł zostać uznany za opracowany w duchu Value Engineering, należy przeanalizować dostępne informacje szczegółowe na temat lokalizacji obiektu, pod względem kategorii wiatrowej, badań gruntów, na którym będą montowane maszty bądź wieże oświetleniowe posadowione na fundamencie. Podstawowym wymogiem jest spełnienie oczekiwanej przez Inwestora funkcjonalności obiektu.

Znając wymaganą klasę oświetleniową **(tab. 1.)** projektant jest w stanie wstępnie określić minimalną liczbę opraw oświetleniowych zapewniających wymagany strumień świetlny przy określonym współczynniku konserwacji instalacji oświetleniowej. Weryfikację ilościową co do wymaganej ilości strumienia świetlnego można w prosty sposób uzyskać, znając pozycję masztów oświetleniowych.

Projektant oświetlenia posiada bardzo szeroki wachlarz optyk do wyboru. Dla przykładu oprawa MVF403 **(rys. 4.)** wartość maksymalna światłości w przypadku pierwszej optyki przekracza 27000 cd/klm, a dla ostatniej zaś jest powyżej 1600 cd/klm. W dolnym, prawym rogu każdego wykresu znajduje się informacja o sprawności układu optycznego danej oprawy. Na podstawie **rysunku 4.** można stwierdzić, iż sprawność maleje wraz ze wzrostem szerokości rozsyłu wiązki świetlnej.

Wymagania oświetleniowe pełnowymiarowego boiska do gry w piłkę nożną dotyczące wartości średniego natężenia oświetlenia wskazują, iż powinno być ono nie mniejsze, niż $E_{śr} = 500$ lx oraz równomierność powinna wynosić $E_{śr}/E_{min} \geq 0{,}7$. W związku z czym, celem zapewnia normatywnego poziomu natężenia oświetlenia oraz równomierności, projektant powinien rozważać zastosowanie jedynie zastosowanie czterech ostatnich optyk omawianej oprawy MH.

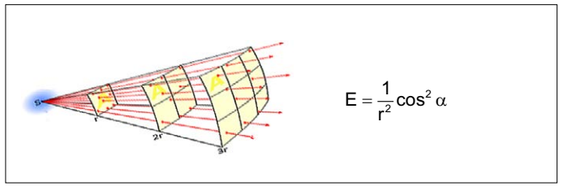
Kolejnym bardzo istotnym czynnikiem przy oświetleniu boiska jest kąt nakierowania opraw. Ze względu na dopuszczalną pozycję pracy źródła, zawsze przed podjęciem prac projektowo-symulacyjnych należy sprawdzić, w jakim zakresie kątowym może pracować oprawa oświetleniowa.

Stosując zasady Value Engineering, należy ograniczyć energochłonność obiektu. Wartość natężenia oświetlenia (zal. 1) na powierzchni zależy proporcjonalnie liniowo od światłości I źródła, natomiast w kwadracie od cosinusa kąta padania wektora światłości, a odwrotnie proporcjonalnie do kwadratu odległości r między powierzchnią oświetlaną a źródłem **(rys. 5.)**.

Analizując zależność (1), otrzymujemy wskazówkę, iż skracając drogę optyczną, którą musi pokonać wyemitowane światło, otrzymamy takie samo natężenie oświetlenia, co przy zastosowaniu większej światłości na obszary dalej oddalone względem źródła.

Na obiektach o pierwszej klasie oświetleniowej, jest możliwe zastosowanie oświetlania boiska z czterech masztów oświetleniowych, gdzie oprawy z jednego masztu są skierowane wyłącznie w najbliższą ćwiartkę boiska, ograniczając drogę optyczną światła. Podejście to jest możliwe, ze względu na brak wymagań szczegółowych w zakresie wartości pionowego natężenia oświetlenia oraz jego równomierności.

Stosowanie tej metody, niesie ze sobą jeszcze jeden bardzo korzystny element. Ze względu na skierowanie opraw w pobliskie obszary boiska, kąt ochronny przyjmuje niższe wartości, niżeli byśmy nakierowali oprawy na inne ćwiartki boiska. Dzięki temu zabiegowi, można zastosować oprawy o wyższej wartości światłości maksymalnej, a także zmniejszyć ich wysokość montażu. Dzięki zmniejszeniu wysokości montażu, siła parcia wiatru działająca na oprawy jest przenoszona na konstrukcję masztu w postaci mniejszego momentu zginającego, co za tym idzie maszt może być wykonany z cieńszego materiału (najczęściej blachy ocynkowanej), a także wielkość fundamentu może się zmniejszyć prowadząc, do spełnienia podstawowych zasad Value Engineering,



Rys. 5. Graficzne przedstawienie prawa odwrotności kwadratów [4]

Rys. 6. Przykład realizacji oświetlenia boiska piłki nożnej w I klasie oświetleniowej ulokowanego niżej niż pobliska infrastruktura [fot. R. Supronowicz]

jakim jest ograniczanie kosztów, bez umniejszania wartości dla klienta.

Niestety, spotykany jest też negatywny proceder, przy którym ze względu na źle dobrane optyki opraw oświetleniowych lub zbyt niską wysokość montażu opraw sportowych, projektanci manipulują wynikami obliczeń wskaźnika olśnienia GR. Według obowiązującej normy PN-EN 12193 obliczenia należy wykonywać dla obserwatora, którego wzrok (główna oś optyczna) jest skierowana 2 stopnie poniżej poziomu horyzontu. Do nadużycia dochodzi poprzez zwiększenie tego kąta poprzez stosowanie kierunku patrzenia „pod nogi", co jest oczywistym nadużyciem, próbą zamaskowania niepra-

Rys. 7. Element dodatkowy oprawy sportowej, ograniczający zanieczyszczenie światłem otoczenia oraz olśnienie obserwatorów [3]

widłowości projektowych, prowadzących do olśnienia uciążliwego lub nawet olśnienia przykrego dramatycznie obniżającego komfort użytkowania obiektu sportowego. Sytuacja ta dodatkowo sprawia zagrożenie w ruchu drogowym, powodując nawet olśnienie przykre wobec uczestników ruchu.

zanieczyszczenie światłem

Prawidłowo oświetlony obiekt sportowy powinien spełnić wymagania normatywne dotyczące wartości natężenia oświetlenia, jego równomierności, wskaźnika oddawania barw a także ograniczenia olśnienia. Jedynie wtedy będzie on umożliwiał komfortową rozgrywkę zarówno dla graczy i sędziów oraz kibiców. Oświetlenie obiektu sportowego nie powinno oślepiać kibiców, przechodniów, osób zmotoryzowanych, oraz pobliskich gospodarstw domowych. Przy poprawnej realizacji oświetlenia obiektu sportowego **(rys. 6.)** światło w bardzo ograniczonym stopniu przedostaje się na pobliską jezdnię oraz chodnik. Jednakże na efekt zanieczyszczenia światłem wpływa też emisja strumienia świetlnego z obiektu sportowego w kierunku nieboskłonu, tj. pionowa emisja światła [5]. Wpływa to na wyższy koszt początkowy inwestycji jak i jej eksploatacji. Oświetlenie nieboskłonu pogarsza również warunki przeprowadzania obserwacji astronomicznych, powoduje także konieczność stosowania mocniejszych opraw oświetleniowych architektonicznych w pobliskim otoczeniu do zachowania założonego efektu świetlnego. Dodatkowo udowodniono naukowo, iż zanieczyszczenie światłem wpływa negatywnie na funkcjonowanie licznych zwierząt oraz owadów, co odbija się na lokalnym ekosystemie. Ograniczyć zanieczyszczenie oświetlenia można na wiele sposobów. Podstawowym jest dobieranie odpowiedniego kąta nachylenia oraz bryły światłości adekwatnej do wysokości montażu oprawy sportowej. Innym, wspomagającym jest stosowanie opraw oświetleniowych, które ograniczają emisję światła w górną półprzestrzeń, do niektórych modeli opraw są to po prostu półpierścienie doczepiane do przedniej części oprawy sportowej **(rys. 7.)**. Zabudowa stadionowa, nieprzepuszczająca światło jest kolejnym skutecznym sposobem ograniczania zanieczyszczenia światłem. Ograniczenie oddziaływania światła na okoliczne obiekty można uzyskać budując kompleksy sportowe w miejscach położonych niżej, niż pobliska infrastruktura oraz budynki.

podsumowanie

Dobrze wykonany projekt oświetleniowy od części konstrukcyjnej, projektu elektrycznego, projektu fotometrycznego, aż po realizację, oraz wykonanie pomiarów fotometrycznych wymaga przyłożenia bardzo dużej skrupulatności wszystkich uczestników na każdym etapie inwestycji. Nie można pominąć również samego użytkownika obiektu, na którym spoczywa obowiązek przeprowadzania regularnych oględzin instalacji elektrycznej, czyszczenia opraw oświetleniowych z częstotliwością określoną przez projektanta, a także wymianę elementów eksploatacyjnych takich jak źródła metalohalogenkowe. Zalecane jest by po każdorazowej wymianie źródła, dokonać weryfikacji obiektu pod względem fotometrycznym. Nowe źródło charakteryzuje się po około 100 godzinach pracy swoimi znamionowymi parametrami świetlnymi. Wymiana pojedynczego źródła na nowe, spowoduje wzrost natężenia oświetlenia w sektorze oświetlanym przez oprawę, prowadząc do wzrostu średniego natężenia oświetlenia poziomowego, wymiana taka może skutkować pogorszeniem się równomierności oświetlenia płyty boiska.

* * *

Artykuł został zrealizowany w Katedrze Elektroenergetyki Fotoniki i Techniki Świetlnej Politechniki Białostockiej w ramach pracy MB/WE/6/2018 finansowanej ze środków MNiSW.

literatura

1. PN-EN-12193 *Światło i oświetlenie. Oświetlenie w sporcie.*
2. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/39/Luzhniki_2017.jpg/800px-Luzhniki_2017.jpg
3. http://www.lighting.philips.com/prof
4. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Radioactivity_and_radiation.png
5. CIE 150 "Guide on the Limitation of the Effects of Obtrusive Light from Outdoor Lighting Installations"

abstract

Lighting of football pitches in accordance with the requirements of lighting classes defined by the PN-EN 12193 standard

The paper presents quantitative and qualitative lighting requirements for football sports fields. A review of available lighting solutions was carried out and its parameters were compared. Additionally in that paper there are practical tips to optimize the lighting of sports facilities made in the first, second and third lighting class. Information on methods of limitation by sport facility light pollution also taken into account.

ELEKTRO•INFO

Specjaliści dla specjalistów

Niewyczerpane źródło fachowej wiedzy na temat zagadnień związanych z elektrotechniką i elektroenergetyką

elektro.info.pl

GROMADZIMY

TWORZYMY

DOSTARCZAMY

rzetelne informacje

Wydawca: **GRUPA MEDIUM Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp. k.,** ul. Karczewska 18, 04-112 Warszawa, tel. 22 810 65 61, faks 22 810 27 42

zasady oświetlenia miejsc pracy na zewnątrz

dr inż. Zbigniew Turlej – Instytut Elektrotechniki w Warszawie

W artykule opisano kryteria projektowania oświetlenia miejsc pracy na zewnątrz, podano też przykłady wymagań oświetleniowych oraz procedurę weryfikacji projektu oświetlenia. Ujęto również zalecenia wynikające z dobrej praktyki oświetlania. Dodatkowo podano parametry oświetlenia miejsc pracy na zewnątrz z uwzględnieniem czynników bezpieczeństwa i ochrony. Na końcu umieszczono słownik z kluczowymi pojęciami. Podstawowym źródłem opracowania jest EN 12464-2:2007 *Lighting of work places. Part 2: Outdoor work places.* Informacje przedstawione w artykule nie mogą jednak zastępować treści podawanych w stosownych normach EN.

kryteria projektowania oświetlenia miejsc pracy na zewnątrz

Kryteria projektowania oświetlenia miejsc pracy na zewnątrz można podzielić na dwie grupy, w zależności od ich roli w kształtowaniu środowiska świetlnego, tj. na kryteria bezpośrednie i pośrednie projektowania otoczenia świetlnego.

kryteria bezpośrednie projektowania otoczenia świetlnego

Otoczenie świetlne jest oświetleniem rozważanym w aspekcie jego fizjologicznych i psychologicznych skutków. Podstawowe kryteria bezpośrednie otoczenia świetlnego są następujące: rozkład luminancji, natężenie oświetlenia na polu zadania i w otoczeniu, równomierność i zróżnicowanie natężenia oświetlenia, olśnienie bezpośrednie, odbicia dekontrastujące i olśnienie odbiciowe, światło przeszkadzające, oświetlenie kierunkowe: modelowanie i kierunkowe oświetlenie zadań wzrokowych, aspekty barwy: wygląd barwy i oddawanie barw, migotanie i efekty stroboskopowe oraz oświetlenie awaryjne.

Rozkład luminancji

Rozkład luminancji w polu widzenia oddziałuje na poziom adaptacji oczu, który wpływa na widzialność zdania. Właściwie dobrana (zrównoważona) luminancja jest niezbędna, aby zapewnić wzrost:

- ostrości widzenia,
- czułości kontrastowej (rozróżnianie małych względnych różnic luminancji),
- sprawności funkcji ocznych (takich jak akomodacja, konwergencja, zwężenie źrenic, ruchy oczu).

Rozkład luminancji w polu widzenia wpływa również na wygodę widzenia. Aby ją zapewnić, zalecane jest unikanie nagłych zmian luminancji.

Natężenia oświetlenia w polu zadania, w [lx]	Natężenia oświetlenia w polu otaczającym, w [lx]
>500	100
300	75
200	50
150	30
$50 \leq \bar{E}_m \leq 100$	20
<50	brak wymagań

Tab. 1. Natężenia oświetlenia na polu zadania i polu otaczającym

Natężenie oświetlenia na polu zadania i w otoczeniu

Natężenie oświetlenia i jego rozkład na polu zadania i w jego otoczeniu mają wpływ na to, jak szybko, bezpiecznie i wygodnie osoba spostrzega i wykonuje zadanie wzrokowe. Wszystkie wymagane wartości natężenia oświetlenia są eksploatacyjnymi wartościami natężenia oświetlenia, które zapewniają wygodę widzenia, potrzeby wydolności widzenia i bezpieczeństwa. Średnie natężenie oświetlenia w obrębie pola zadania, na płaszczyźnie odniesienia, która może być pozioma, pionowa lub pochyła, powinno być nie mniejsze niż wartość wymagana, niezależnie od wieku i stanu instalacji. Wartości wymagane natężenia oświetlenia, podane w **tabeli 3.**, ustalono dla normalnych warunków widzenia z uwzględnieniem następujących czynników:

- psychofizjologicznych aspektów, takich jak wygoda widzenia i dobre samopoczucie,
- wymagań dotyczących zadań wzrokowych,
- ergonomii widzenia,
- doświadczeń praktycznych,
- bezpieczeństwa,
- ekonomii.

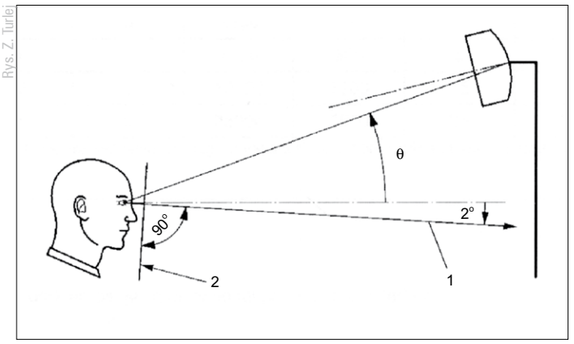
Ustalona wartość natężenia oświetlenia może być dostosowana, ze zmianą co najmniej o jeden stopień na skali stopniowania natężeń oświetlenia (patrz niżej), jeśli warunki widzenia odbiegają od normalnie zakładanych. Około półtorakrotna zmiana wartości natężenia oświetlenia powoduje odczucie najmniejszej znaczącej zmiany w oświetleniu. Zalecana skala stopniowania natężeń oświetlenia jest następująca (w lx): 5-10-15-20-30-50-75-100-150-200-300-500-75 0-1000-1500-2000. Wymagane eksploatacyjne natężenie oświetlenia powinno być zwiększone, gdy:

- praca wzrokowa jest krytyczna,
- zadanie wzrokowe lub pracownik są w ruchu,
- naprawa błędów jest kosztowna,
- duże znaczenie ma dokładność lub wysoka wydajność pracy,
- zdolność wzrokowa pracownika jest poniżej normy,
- szczegóły zadania mają niezwykle małe wymiary lub mały kontrast,
- zadanie wykonywane jest w niezwykle długim czasie.

Wymagane eksploatacyjne natężenie oświetlenia może być zmniejszone, gdy: szczegóły zadania mają duże wymiary lub duży kontrast, a także, gdy zadanie wykonywanie jest w niezwykle krótkim czasie lub przy rzadkich okazjach.

Natężenie oświetlenia na otaczającym polu zadania powinno być odnoszone do natężenia oświetlenia na polu zadania i zapewniać dobrze zrównoważony rozkład luminancji w otoczeniu. Duże przestrzenne zmiany w natężeniach oświetlenia wokół pola zadania mogą prowadzić do stresu wzrokowego i niewygody widzenia. Natężenia oświetlenia na polach otaczających mogą być niższe niż na polu

Rys. Z. Turlej



Rys. 1. Kąt θ między linią wzroku obserwatora i kierunkiem światła padającego od indywidualnej oprawy, gdzie: **1** – linia wzroku, **2** – płaszczyzna E_{oko}

Fot. Z. Turlej

Fot. 1. Dom Studencki „Riviera" w Warszawie stwarza zagrożenie dla zdrowia studentów. W dzień brakuje światła naturalnego, natomiast nocą światło sztuczne z zewnątrz zakłóca sen

Strefa środowiska	Światło na nieruchomościach		Światłość oprawy oświetleniowej		Światło w górę	Luminancja	
	E_V, w [lx]		I, w [cd]		U_{LR}, w [%]	L_b, w [cd/m^{-2}]	L_s, w [cd/m^{-2}]
	Przed czasookresem	Po czasookresie	Przed czasookresem	Po czasookresie	–	Fasada budynku	Znaki
E1	2	0	2500	0	0	0	50
E2	5	1	7500	500	5	5	400
E3	10	2	10 000	1000	15	10	800
E4	25	5	25 000	2500	25	25	1000

Uwaga! W przypadku braku ustaleń czasookresu, wyższe wartości nie powinny być przekraczane, a niższe powinny być uwzględniane jako granice preferowane.

Objaśnienia: E1 – oznacza całkowicie ciemne strefy, tj. parki narodowe i miejsca chronione, **E2** – oznacza strefy o niskiej jaskrawości, tj. przemysłowe lub wiejskie tereny zamieszkałe, **E3** – oznacza strefy o średniej jaskrawości, tj. przemysłowe lub tereny podmiejskie zamieszkałe, **E4** – oznacza strefy o wysokiej jaskrawości, tj. centra miast i strefy komercyjne, **EV** – maksymalna wartość pionowego natężenia oświetlenia w obrębie nieruchomości, w [lx], **I** – światłość każdego źródła światła w potencjalnie przeszkadzającym kierunku, w [cd], U_{LR} – proporcja, określona w [%], strumienia świetlnego oprawy (opraw), która jest emitowana powyżej horyzontu, gdy oprawa (oprawy) są montowane w przewidzianej do instalacji pozycji i pochyleniu, L_b – maksymalna średnia luminancja fasady budynku, w [cd/m^{-2}], L_s – maksymalna średnia luminancja znaków, w [cd/m^{-2}].

Tab. 2. Maksymalne dopuszczalne światło przeszkadzające przy zewnętrznych instalacjach oświetleniowych

Parametr techniczny światła	Klasa oświetlenia drogi [a)]			
	Oświetlenie niedrogowe	ME5	ME4/ME3	ME2/ME1
Wzrost progowy (TI) [b) c) d)]	15 % przy luminancji adaptacji 0,1 cd/m^{-2}	15 % przy luminancji adaptacji 1 cd/m^{-2}	15 % przy luminancji adaptacji 2 cd/m^{-2}	15 % przy luminancji adaptacji 5 cd/m^{-2}

Objaśnienia: [a)] Klasy oświetlenia drogowego podano w EN 13201-2, [b)] obliczenia TI podano w EN 13201-3, [c)] granice stosuje się tam, gdzie użytkownicy systemów transportowych są przedmiotem redukcji zdolności widzenia istotnych informacji. Wartości te podano dla właściwych pozycji i kierunków widzenia na trasie podróży, [d)] tablica 5.2 w publikacji CIE 150203 określa stosowne wartości dla luminancji dekontrastującej L_v.

Tab. 3. Maksymalne wartości progowego wzrostu z niedrogowych instalacji oświetleniowych

Wygląd barwy	Temperatura barwowa najbliższa T_{CP}, w [K]
Ciepły	Poniżej 3300
Pośredni	Od 3300 do 5300
Zimny	Powyżej 5300

Tab. 4. Wygląd barwy lampy

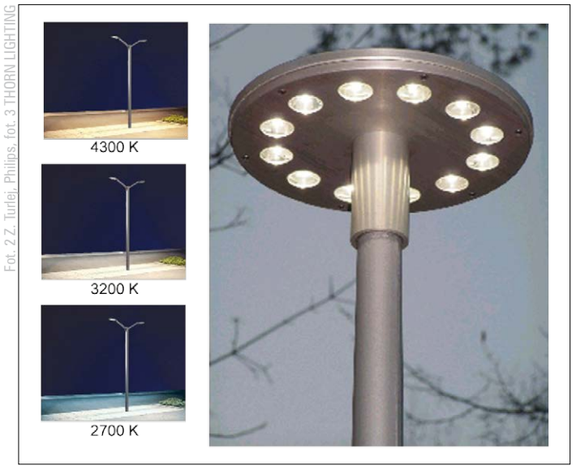
Numer referencyjny	Typ strefy zadania lub czynności	$\bar{E}_m$ lx	U_o –	GR_L –	R_a –	Uwagi
5.1	Drogi wyłącznie dla pieszych	5	0,25	50	20	
5.2	Strefy ruchu dla wolno poruszających się pojazdów (maks. 10 km/godz.), np. rowery, samochody ciężarowe i koparki	10	0,40	50	20	
5.3	Normalny ruch pojazdów (maks. 40 km/godz.)	20	0,40	45	20	W stoczniach i dokach GR_L może wynosić 50
5.4	Przejścia dla pieszych, zawracanie pojazdów, punkty załadunku i rozładunku	50	0,40	50	20	

Tab. 5. Ruch ogólny w strefach przy miejscach pracy na zewnątrz

Numer referencyjny	Typ strefy, zadania lub czynności	$\bar{E}m$ lx	U_o –	GR_L –	R_a –	Uwagi
6.1	Krótkoterminowe operowanie dużymi jednostkami i surowymi materiałami, ładowanie i rozładowywanie stałych towarów luzem	20	0,25	55	20	–
6.2	Ciągłe operowanie dużymi jednostkami i surowymi materiałami, ładowanie i rozładowywanie ładunku, tory pracy dla suwnic i dźwigów, otwarte ładowanie platform	50	0,40	50	20	–
6.3	Czytanie adresów, zamknięte ładowanie platform, stosowanie narzędzi, zwykłe zbrojenia i wlewanie betonu	100	0,50	45	60	–
6.4	Wymagające prace elektryczne, instalacje maszynowe i rurociągowe, inspekcja	200	0,50	45	60	Stosować oświetlenie miejscowe

Tab. 6. Minimalne wartości wskaźnika oddawania barw dla terenów przemysłowych i placów magazynowych

Fot. 2.,3. Turlej, Philips, fot. 3 THORN LIGHTING



Fot. 2. Przykład opraw ze źródłami światła LED. Z lewej, oprawa CityWing (Philips) o zmiennej temperaturze barwowej (od 2700 K do 4300 K). Z prawej, oprawa Ecoled (Instytut Elektrotechniki)

Fot. 3. Asymetryczny projektor Troika (Thorn) jest efektywnym urządzeniem do oświetlania rozległych terenów zewnętrznych. Przystosowany jest do lamp wyładowczych 250 - 600 W, znajdujących się na ruchomej oprawce, co umożliwia zmiany w rozkładzie światła. Płaski kosz ogranicza zanieczyszczenia światłem

zadania, jednak nie mogą być mniejsze od wartości podanych w **tabeli 1**.

Równomierność i zróżnicowanie natężenia oświetlenia

Pole zadania powinno być możliwie najrównomierniej oświetlone. Równomierność natężenia oświetlenia na polu zadania nie powinna być mniejsza od wartości podanych w dalszej części artykułu. Równomierność na polach otaczających nie powinna być mniejsza od 0,10. W pewnych przypadkach, np. przy torach kolejowych, zróżnicowanie natężenia oświetlenia może być także ważnym kryterium jakości oświetlenia.

Ocena olśnienia bezpośredniego

Olśnienie jest doznaniem spowodowanym jaskrawymi powierzchniami w obrębie pola widzenia i może być doświadczane jako olśnienie przykre lub przeszkadzające. Ważne jest ograniczanie olśnienia, aby użytkownicy unikali błędów, zmęczenia i wypadków. Szczególna uwaga jest potrzebna, aby unikać olśnienia, gdy kierunek patrzenia jest powyżej horyzontu. Olśnienie bezpośrednie od opraw oświetleniowych w zewnętrznej instalacji oświetleniowej powinno być określane za pomocą metody oceny olśnienia CIE, opartej na wzorze:

$$GR = 27 + 24\log_{10}\left(\frac{L_{vl}}{L_{ve}^{0.9}}\right)$$

gdzie:

L_{vl} – jest całkowitą luminancją dekontrastującą, w [cd/m^{-2}], wywołaną przez instalację oświetleniową i sumą luminancji dekontrastujących wytworzonych przez każdą indywidualną oprawę oświetleniową ($L_{vl}=L_{v1}+L_{v2}+\ldots L_{vn}$). Luminancja dekontrastująca indywidualnych opraw oświetleniowych obliczana jest jako $L_v=10(E_{eye}\Theta^2)$, gdzie E_{eye} jest natężeniem oświetlenia przy oku obserwatora w płaszczyźnie prostopadłej do linii wzroku (2° poniżej horyzontu – **rys. 1.**) i Θ jest kątem między linią wzroku obserwatora i kierunkiem światła padającego od indywidualnej oprawy,

L_{ve} – jest ekwiwalentem luminancji dekontrastującej środowiska, w [cd/m^{-2}]. Przy założeniu, że odbicie środowiska jest całkowicie rozproszone, ekwiwalent odbicia dekontrastującego ze środowiska może być obliczony jako $L_{ve}=0{,}035\ \rho\ E_{hav}\ \pi^{-1}$, gdzie ρ jest średnim współczynnikiem odbicia i E_{hav} jest średnim horyzontalnym natężeniem oświetlenia w strefie.

Ocena olśnienia (GR) powinna być obliczana przy usytuowaniu siatki jak określono w punkcie „Siatki natężeń oświetlenia", przy 45° odstępach promieniowych wokół punktów siatkowych z kierunkiem 0° przyjętym jako równoległy do dłuższego boku pola zadania. Wszystkie założenia przyjęte przy określaniu oceny olśnienia powinny być podane w dokumentacji projektu. Wartość oceny olśnienia dla projektu instalacji oświetleniowej (GL) nie powinna przekraczać wartości granicznej GRL podanych w **tabelach 5.**, **6.** i **7**.

Odbicia dekontrastujące i olśnienie odbiciowe

Olśnienie spowodowane odbiciami od błyszczących powierzchni jest zazwyczaj znane jako odbicia dekontrastujące i olśnienie odbiciowe. Odbicia światła o dużej jaskrawości na zadaniu wzrokowym mogą zmienić widzialność zadania, zazwyczaj istotnie. Zjawiska te można ograniczyć lub zredukować poprzez:

- odpowiednie usytuowanie opraw i miejsc pracy,
- wykończenie powierzchni (np. na matowe),
- ograniczenie luminancji opraw,
- wzrost świecącej powierzchni oprawy.

Światło przeszkadzające

Aby ochraniać i wzmacniać środowisko pory nocnej, konieczne staje się ograniczanie światła przeszkadzającego (znanego także jako światło zanieczyszczające), które może stwarzać fizjologiczne i ekologiczne problemy dla otoczenia i ludzi (**fot. 1.**). Granice przeszkadzającego światła od zewnętrznej instalacji oświetleniowej, w celu zminimalizowania niewłaściwego oddziaływania tego światła na ludzi, rośliny i zwierzęta, podano w **tabeli 2.**, a dla użytkowników dróg – w **tabeli 3**.

Oświetlenie kierunkowe: modelowanie i kierunkowe oświetlenie zadań wzrokowych

Oświetlenie kierunkowe może być użyte w celu intensywnego oświetlenia obiektów, podkreślenia faktury i poprawienia wyglądu ludzi. Takie oświetlanie określa się terminem „modelowanie". Modelowanie jest uzyskiwaniem równowagi miedzy światłem rozproszonym a kierunkowym. Równowaga ta jest obowiązującym kryterium jakości oświetlenia niemal we wszystkich zastosowaniach. Osoby i obiekty powinny być oświetlone w taki sposób, aby formy i faktury były widoczne wyraziście z odczuciem przyjemności. Dzieje się to wtedy, gdy światło pada głównie z jednego kierunku; wówczas cienie, istotne dla dobrego modelowania, są tworzone bez powodowania dezorientacji. Zaleca się, aby oświetlenie nie było nadmiernie kierunkowe, gdyż wtedy powstają zbyt ostre cienie.

Oświetlenie z określonego kierunku może podkreślać szczegóły w obrębie zadania wzrokowego, zwiększając ich widzialność, i może ułatwiać wykonywanie zadania. Zaleca się unikanie olśnień dekontrastujących i odbiciowych.

Aspekty barwy: wygląd barwy i oddawanie barw

Jakości barwy „blisko białego" światła lampy są określane dwiema cechami: wyglądem barwy samej lampy i zdolnością do oddawania barw, wpływającą na wygląd barw obiektów i osób oświetlonych przez lampę. Te dwie cechy należy rozważać oddzielnie.

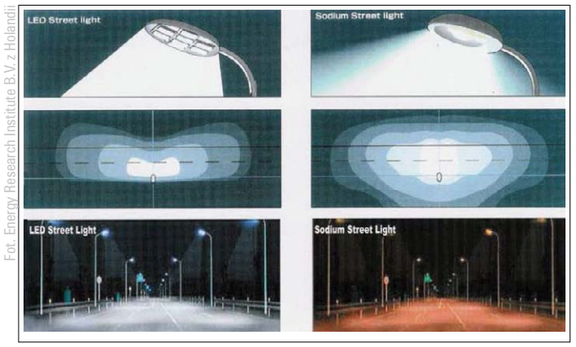
„Wygląd barwy" lampy odnosi się do widocznej barwy (chromatyczności) światła emitowanego. Jest on określany liczbowo przez temperaturę barwową najbliższą (TCP). Wygląd barwy może być także opisany w sposób podany w **tabeli 4**. Wybór wyglądu barwy jest kwestią psychologii, estetyki i tego, co może być rozważane jako naturalność. Oprawy zewnętrzne z różnobarwnymi źródłami LED, oferują szerszy zakres wyglądu barwy, niż oprawy tradycyjne (**fot. 2.**).

Dla wydolności wzrokowej, odczuć wygody i dobrego samopoczucia ważne jest, aby barwy w otoczeniu, barwy obiektów i ludzkiej skóry były oddawane naturalnie, właściwie i w taki sposób, który powoduje, że ludzie wyglądają atrakcyjnie i zdrowo. W celu obiektywnego określenia właściwości oddawania barw źródła światła wprowadzono ogólny wskaźnik oddawania barw R_a. Maksymalna wartość R_a wynosi 100. Liczba ta maleje wraz ze spadkiem jakości oddawania barw. Barwy bezpieczeństwa powinny być zawsze rozpoznawalne jako takie i dlatego źródła światła powinny mieć wskaźnik oddawania barw >20. Minimalne wartości wskaźnika oddawania barw dla wyodrębnionych stref, zadań i czynności podano w **tabelach 5.**, **6.** i **7**.

Migotanie i efekty stroboskopowe

Migotanie powoduje dekoncentrację i może wywoływać fizjologiczne skutki, takie jak na przykład ból głowy. Efekty stroboskopowe mogą wywoływać niebezpieczne sytuacje w wyniku zmian w postrzeganiu maszynowych ruchów obrotowych lub postępowo-zwrotnych. Systemy oświetleniowe powinny być tak projektowane, aby unikać migotania i efektów stroboskopowych. Zazwyczaj można to osiągnąć za pomocą środków technicznych poprzez wybór typu lampy (np. lampy wyładowcze, które działają przy wysokich częstotliwościach).

Fot. Energy Research Institute B.V. z Holandii



Fot. 4. Energy Research Institute B.V. z Holandii opracowuje systemy oświetlenia LED dla ulic, konkurujące z oświetleniem sodowym

Numer referencyjny	Typ strefy, zadania lub czynności	$\bar{E}_m$ lx	U_o –	GR_L –	R_a –	Uwagi
7.1	Małe natężenie ruchu, np. parkingi przy sklepach, domach mieszkalnych, parkingi rowerowe	5	0,25	55	20	–
7.2	Średnie natężenie ruchu, np. parkingi przy domach towarowych, budynki biurowe, fabryki, sport i wielofunkcjonalne kompleksy	10	0,25	50	20	–
7.3	Duże natężenie ruchu, np. parkingi przed szkołami, kościoły, główne centra zakupów, główne obiekty sportowe i wielofunkcjonalne kompleksy budowlane	20	0,25	50	20	–

Tab. 7. Minimalne wartości wskaźnika oddawania barw dla parkingów

Poziom ryzyka	$\bar{E}_m$ Lx	U_o –	GR_L –	R_a –	Uwagi
Bardzo niskie ryzyko, np. ■ strefy magazynowe z okazjonalnym ruchem na placach przemysłowych, ■ pola węglowe w elektrowniach, ■ magazyny drewna, pola z trocinami i tanim drewnem w tartakach, ■ okazjonalnie użytkowane przejścia serwisowe i schody, oczyszczanie wody odpływowej i komory napowietrzające, filtry i komory fermentacyjne osadu w wodnych i ściekowych instalacjach	5	0,25	55	20	–
Niskie ryzyko, np. ■ oświetlenie ogólne w portach, ■ powierzchnie z wolnymi od ryzyka procesami i okazjonalnie użytkowane platformy i schody w petrochemii i innych niebezpiecznych przemysłach, ■ strefy magazynowe zakrzywionego drewna w tartakach	10	0,40	50	20	W portach U_o może wynosić 0,25
Średnie ryzyko, np. ■ strefy magazynowe pojazdów i terminale kontenerowe z częstym ruchem w portach, place przemysłowe i strefy magazynowe, ■ strefy magazynowe pojazdów i przenośników taśmowych w petrochemii i innych niebezpiecznych przemysłach, ■ magazyny oleju w elektrowniach, ■ oświetlenie ogólne i strefy magazynowe dla prefabrykowanych towarów w stoczniach i dokach, ■ stale użytkowane schody, baseny i filtry do urządzeń czystej wody w wodnych i ściekowych instalacjach	20	0,40	50	20	W stoczniach i dokach U_o może wynosić 0,25
Wysokie ryzyko, np. ■ elementy formy, magazynowanie drewna i stali, wykop fundamentowy budynku i miejsca pracy na bokach wykopu na terenach budowy, ■ strefy zagrożone ogniem, eksplozją, trucizną i promieniowaniem w portach, przemysłowe place i strefy magazynowe, ■ magazyny oleju, wieże chłodnicze, bojlery, kompresory, pompownie, zawory, rurociągi, działające platformy, normalnie użytkowane schody, punkty skrzyżowań taśmociągów, miejsca z elektrycznymi przełącznikami w petrochemii i w innych niebezpiecznych przemysłach, ■ miejsca przełączników w elektrowniach, ■ punkty skrzyżowań taśmociągów, strefy zagrożenia ogniem w tartakach	50	0,40	45	20	Przy terenach budowy i w tartakach GR_L może wynosić 50

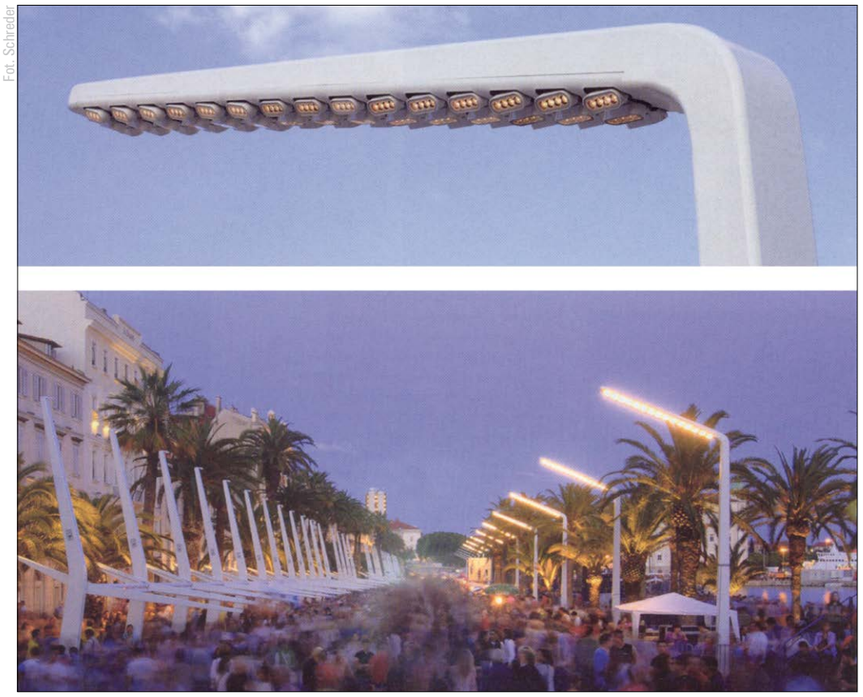
Tab. 8. Oświetlenie miejsc pracy na zewnątrz z uwzględnieniem czynników bezpieczeństwa i ochrony

Fot. 5.-6 PHILIPS

Fot. 5. Trasy komunikacyjne w okolicy Mostu Pionierów w Szczecinie

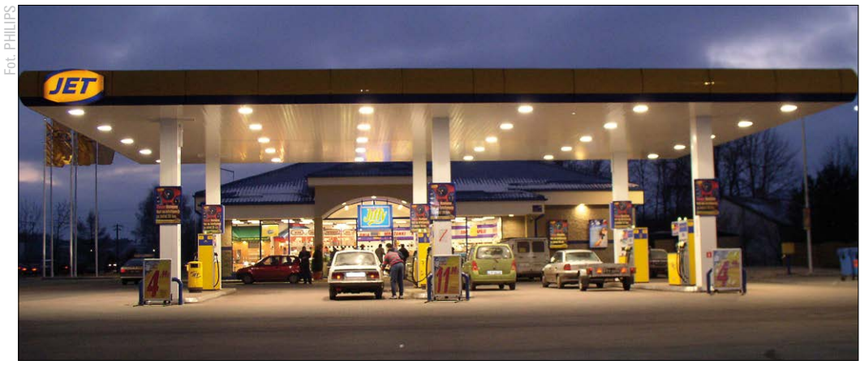
Fot. 6. Rondo Zesłańców Syberyjskich w Warszawie

Fot. Schreder



Fot. 7. Przykład efektywnego oświetlenia promenady w Splicie (Chorwacja) za pomocą innowacyjnych opraw LED „Riva" (Schreder)

Fot. PHILIPS



Fot. 8. Stacja paliw w miejscowości Urzut k. Janek

Oświetlenie awaryjne

Oświetlenie awaryjne powinno być zapewnione, aby funkcjonować w sytuacji uszkodzenia zasilania podstawowego systemu oświetleniowego.

kryteria pośrednie projektowania otoczenia świetlnego

Kryteria pośrednie projektowania nie kształtują bezpośrednio otoczenia świetlnego, jednak są niezbędne do stworzenia pełnej postaci projektu oświetlenia. Przyjmujemy, że kryteria pośrednie to: siatka natężeń oświetlenia, współczynnik utrzymania, względy energetyczne i utrzymywalność.

Siatka natężeń oświetlenia

Na polach zadania i w otoczeniu należy tworzyć system siatkowy w celu wskazania punktów, dla których oblicza się wartości natężeń oświetlenia oraz przeprowadza się weryfikację. Zaleca się tworzenie siatek zbliżonych do kwadratu o oczkach, w których stosunek długości do szerokości mieści się między 0,5 i 2. Maksymalny wymiar siatki powinien wynosić:

$$p=0{,}2\cdot 5^{\log d}$$

gdzie:

d – jest dłuższym wymiarem pola, w [m], gdy stosunek dłuższego do krótszego boku jest mniejszy od 2, gdy tak nie jest, d jest krótszym wymiarem powierzchni,

p – jest maksymalnym wymiarem oczka siatki, w [m].

Wartość p powinna być taka, aby $p<10$ m.

Współczynnik utrzymania

Zaleca się, aby projekt oświetlenia był opracowany z uwzględnieniem współczynnika utrzymania o wartości obliczonej dla wybranego sprzętu oświetleniowego, warunków środowiska i przyjętego planu konserwacji, jak określono w CIE 154:2003. Wartość współczynnika utrzymania zależy od charakterystyk eksploatacyjnych lamp i urządzeń zasilających, opraw oświetleniowych, środowiska i planu konserwacji. Projektant powinien:

- ustalić współczynnik utrzymania i podać wszystkie założenia uzasadniające jego wartość,
- określić sprzęt oświetleniowy odpowiedni dla warunków środowiska,
- przygotować wyczerpujący plan konserwacji oświetlenia, zawierający częstotliwości wymiany lamp i czyszczenia opraw oraz metodę czyszczenia.

Względy energetyczne

Zaleca się, aby instalacja oświetleniowa spełniała wymagania oświetleniowe dla danej strefy bez marnotrawienia energii. Jednakże istotne jest, aby zużycia energii elektrycznej nie ograniczać kosztem obniżenia wymaganych cech oświetlenia. Stąd wynika konieczność rozważania trafności systemu oświetlenia, sprzętu i sterowania. Na **fotografiach 3.**, **4.** i **7.** przedstawiono przykłady efektywnego oświetlenia zewnętrznego ze szczególnym uwzględnieniem systemów LED.

Utrzymywalność

Konieczne jest rozważenie utrzymywalności instalacji oświetleniowej stosownie do warunków środowiska. Wybrany sprzęt oświetleniowy powinien uwzględniać ten cel.

przykłady wymagań oświetleniowych

Przyjęto, że wymagania oświetleniowe dla miejsc pracy na zewnątrz obejmują 15 wyodrębnionych kategorii przestrzeni zewnętrznych. Oto one:

- ruch ogólny w strefach przy miejscach pracy na zewnątrz,
- porty lotnicze,
- place budowy,
- kanały, śluzy i porty,
- gospodarstwa rolne,
- stacje napełniania paliw,
- tereny przemysłowe i place magazynowe,
- struktury gazowe i naftowe oddalone od brzegu,
- parkingi,
- petrochemia i inne niebezpieczne przemysły,
- siłownie, elektrownie, gazownie i ciepłownie,
- koleje i linie tramwajowe,
- tartaki,
- stocznie i doki,
- instalacje wodne i oczyszczalnie.

Wymagania oświetleniowe dla każdej wyodrębnionej kategorii przestrzeni ujęto za pomocą tablic z siedmioma kolumnami opisanymi niżej:

1 – zawiera numer referencyjny sytuacji,

2 – wyszczególnia strefy, zadania lub czynności, dla których podano określone wymagania; gdy dana strefa, zadanie lub czynność nie są wyszczególnione, wówczas należy przyjmować wartości dla sytuacji podobnych,

3 – podaje utrzymywane średnie natężenie oświetlenia E_m na płaszczyźnie odniesieniowej dla sytuacji określonych w kolumnie 2.,

4 – podaje minimalną równomierność natężenia oświetlenia U_o na płaszczyźnie odniesieniowej dla sytuacji określonych w kolumnie 2.,

5 – podaje granice oceny olśnienia (GR_L) dla sytuacji określonych w kolumnie 2.,

6 – podaje minimalne wskaźniki oddawania barw (R_a) dla sytuacji określonych w kolumnie 2.,

7 – zawiera porady i uwagi dla wyjątkowych i specjalnych zastosowań w sytuacjach określonych w kolumnie 2.

W **tabelach 5.**, **6.** i **7.** przedstawiono przykłady wymagań oświetleniowych dla wybranych miejsc pracy na zewnątrz.

Słownik pojęć

Czasookres – czas, w jakim obowiązują ścisłe wymagania (w zakresie ograniczeń światła przeszkadzającego), często warunki stosowania oświetlenia są ustalane i kontrolowane przez władze rządowe, zazwyczaj władze lokalne.

Eksploatacyjne natężenie oświetlenia – wartość, poniżej której średnie natężenie oświetlenia na określonej powierzchni nie może być niższe. Jest to średnie natężenie oświetlenia, które w czasie eksploatacji powinno być utrzymywane.

Granica ocen olśnienia – górna granica określona przez system CIE ocen olśnienia.

Pole otaczające – pas otaczający pole zadania w obrębie pola widzenia. Szerokość tego pasa powinna wynosić co najmniej 2 m.

Pole zadania – część pola w miejscu pracy, w którym zadanie wzrokowe jest wykonywane. W miejscach, gdzie wymiar i/lub położenie pola zadania nie są znane, pole, gdzie zadanie może się zdarzyć, jest polem zadania.

Równomierność natężenia oświetlenia – stosunek minimalnego natężenia oświetlenia do średniego natężenia oświetlenia na powierzchni.

Stanowisko pracy – kombinacja i przestrzenna aranżacja narzędzi pracy, otoczona przez środowisko pracy w warunkach ustalonych przez zadania pracy.

Światło przeszkadzające – światło niepożądane z powodu niewłaściwych w danej sytuacji cech ilościowych, kierunkowych lub spektralnych, powoduje irytację, niewygodę widzenia, odwracanie uwagi lub redukcję zdolności widzenia istotnych informacji.

Światło niepożądane – światło emitowane przez instalację oświetleniową, które pada poza granice nieruchomości, dla której instalacja została zaprojektowana.

Współczynnik światła w górę – proporcja strumienia oprawy oświetleniowej, który jest emitowany powyżej horyzontu, gdy oprawa jest zamontowana we właściwej pozycji i postawie.

Zadanie wzrokowe – wzrokowe elementy wykonywanej pracy.

Zróżnicowanie – stosunek minimalnego natężenia oświetlenia do maksymalnego natężenia oświetlenia na powierzchni.

weryfikacja projektu oświetlenia

Weryfikacja instalacji oświetleniowej powinna być wykonana poprzez pomiar, obliczenia lub sprawdzenie danych. Podstawowymi przedmiotami weryfikacji projektu są: natężenie i równomierność oświetlenia, ocena olśnienia, wskaźnik oddawania barw i światło przeszkadzające.

Natężenie i równomierność oświetlenia

Weryfikacja natężeń i równomierności oświetlenia, które odnoszą się do danych zadań, powinna odbywać się za pomocą pomiarów w płaszczyźnie zadania, a punkty pomiarowe powinny być zgodne z punktami projektowymi lub siatkowymi. Gdy weryfikujemy natężenie oświetlenia, należy zwrócić uwagę na kalibrację zastosowanych mierników światła, zgodność lamp i opraw z opublikowanymi danymi fotometrycznymi oraz założenia projektowe dotyczące współczynników odbicia światła od powierzchni, itp., w porównaniu z wartościami rzeczywistymi. Średnie natężenie oświetlenia i równomierność powinny być nie mniejsze niż wartości podane w **tabeli 1.** oraz w **tabelach 5.**, **6.** i **7.**

Ocena olśnienia

Weryfikacja oceny olśnienia powinna być wykonana poprzez sprawdzenie danych projektowych i parametrów przyjętych na planie projektu. Wszystkie założenia powinny być zadeklarowane.

Wskaźnik oddawania barw

Autentyczność danych R_a dla lamp wybranych w projekcie powinna być potwierdzona przez producenta. Lampy te powinny spełniać wymagania i powinny być takie, jak określono w projekcie.

Światło przeszkadzające

Obliczone wartości E_v, I, ULR, L_b, L_s i TI powinny być podane przez projektanta. Weryfikacja E_v, L_b i L_s powinna być wykonana przez pomiary, biorąc pod uwagę wszystkie założenia projektowe.

oświetlenie placu budowy

mgr inż. Dariusz Kamiński

Plac budowy, teren budowy, jest to wydzielone, i najczęściej ogrodzone miejsce, przeznaczone do prowadzenia robót budowlanych, czyli budowy, odbudowy, rozbudowy, nadbudowy, a także prac polegających na przebudowie, montażu, remoncie lub rozbiórce obiektu budowlanego, wraz z przestrzenią zajmowaną przez urządzenia zaplecza budowy.

Na tym terenie znajdują się zarówno budowane obiekty, jak i wszystkie elementy tymczasowe: budynki administracyjne i socjalne, składy materiałów, drogi tymczasowe, warsztaty, tory szynowe dla żurawia itd.

W przypadku dużych budów teren placu budowy dzieli się na strefy oddzielne dla wszystkich podwykonawców (w przypadku odrębnych firm). Dla dobrej organizacji budowy i zagospodarowania placu budowy sporządza się tzw. plan zagospodarowania placu budowy. Projekt zagospodarowania placu budowy (ZPB) określa:

- rodzaj i rozmieszczenie budynków tymczasowych (administracja budowy, obiekty socjalne, warsztatowe i magazynowe),
- powierzchnię i rozmieszczenie składowisk materiałów budowlanych,
- lokalizację stanowisk urządzeń budowlanych (np. dźwigi, dawniej – węzeł produkcji masy betonowej),
- doprowadzenie instalacji wodociągowej, kanalizacyjnej, elektrycznej itd.,
- szlaki dróg dojazdowych i wewnętrznych,
- rozmieszczenie sprzętu przeciwpożarowego,
- obrysy ogrodzenia.

Plac budowy jest MIEJSCEM PRACY i nie ma znaczenia, czy praca ma charakter stały, czy tymczasowy lub okresowy i musi spełniać:

- 1. ogólne wymogi bezpieczeństwa i higieny pracy zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (DzU nr 169, poz. 1650, z późn. zm.),

Fot. www.triplepundit.com

Budynek New Karolinska Solna University Hospital w Szwecji budowany przez SKANSKA

- 2. Wymagania szczegółowe, dotyczące wykonywania robót budowlanych oraz okresu przed ich rozpoczęciem i w trakcie zagospodarowywania terenu budowy, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (DzU z 2003 r., nr 47, poz. 401).

Wymagania, które stawiają powyżej przywołane przepisy dotyczą m.in.:

- oświetlenia stanowisk pracy, pomieszczeń i dróg komunikacji światłem dziennym, a jeżeli światło naturalne jest niewystarczające do wykonywania robót, sztucznym światłem elektrycznym dostosowanym do rodzaju wykonywanych prac i ich dokładności,
- oświetlenia awaryjnego na drogach ewakuacyjnych wymagających oświetlenia i w miejscach pracy, w których w razie awarii oświetlenia podstawowego mogą wystąpić zagrożenia dla życia lub zdrowia pracowników.

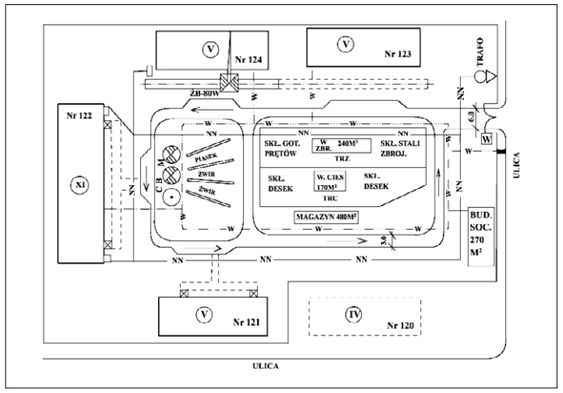
Zatem oświetlenie placu budowy jest złożonym tematem, ze względu na występowanie wielu różnych stref pracy wymagających złożonych sytuacji wzrokowych w obrębie jednej przestrzeni.

streszczenie

W artykule omówiono oświetlenie placu budowy. Zdefiniowano pojęcie placu budowy, przedstawiono wymagania normatywne dotyczące oświetlenia podstawowego oraz awaryjnego. Podano wymagane wartości w sposób tabelaryczny i opisowy. Dla zobrazowania sytuacji przedstawiono schematy graficzne.

Fot. www.usace.army.mil

Budowa mostu na Florydzie



http://zasoby.open.agh.edu.pl/

Plan zagospodarowania placu budowy osiedla mieszkaniowego

oświetlenie podstawowe

Oświetlenie placu budowy jest regulowane przez normę PN-EN 12464-2:2008 *Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 2: Miejsca pracy na zewnątrz.* Norma ta jest wiernym tłumaczeniem Normy Europejskiej EN 12464-2:2007 wydanej przez Europejski Komitet Normalizacyjny (CEN – *Comité Européen de Normalisation*).

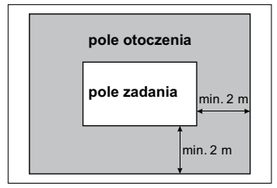
Aby prace budowlane mogły przebiegać sprawnie i dokładnie, szczególnie w porze nocnej, należy zapewnić odpowiednie oświetlenie. Z rodzaju czynności wzrokowych oraz z czasu ich trwania wynika wymagany stopień widzialności i komfort widzenia.

Aby dobrze zrozumieć specyfikę pracy na placach budów i dobrze dobrać obszary zadań wzrokowych, należy zdefiniować następujące pojęcia:

- 1. **miejsce pracy** – miejsce przeznaczone na stanowiska pracy, na którym wykonywane są czynności, i/lub teren zewnętrzny zakładu pracy, jak również każde inne miejsce w tych obszarach, do którego pracownik ma dostęp podczas wykonywania pracy,
- 2. **stanowisko pracy** – jest to kombinacja i przestrzenne rozmieszczenie wyposażenia stanowiska w otoczeniu środowiska pracy określające właściwe warunki do wykonania zadania,
- 3. **pole zadania** – część pola w miejscu pracy, w którym jest wykonywane zadanie wzrokowe. W miejscach, gdzie wymiar i/lub położenie pola zadania nie są znane, jako pole zadania, należy przyjąć pole, na którym zadanie może być wykonywane,
- 4. **zadanie wzrokowe** – elementy wzrokowe wykonywanej pracy.

Zatem strefy na placach budowy, które należy oświetlić, są dosyć dużymi, rozległymi terenami, gdyż w prawie każdym miejscu mogą być wykonywane zadania, które wymagają oświetlenia. Czynnikami wpływającymi na komfort widzenia w miejscu pracy są:

- 1. **natężenie oświetlenia w polu zadania** – od parametru określającego ilość światła w polu zadania w dużej mierze zależy, jak szybko, bezpiecznie i komfortowo pracownik postrzega i wykonuje zadanie wzrokowe. Parametr ten dotyczy natężenia oświetlenia części pola w miejscu pracy, w którym jest wykonywane zadanie wzrokowe,
- 2. **natężenie oświetlenia w polu otoczenia** – jest to parametr dotyczący ilości światła w pasie otaczającym pole zadania w obrębie pola widzenia. Zaleca się, by pas ten był nie mniejszy niż 2 m,
- 3. **równomierność oświetlenia** – jest to stosunek minimalnego natężenia oświetlenia (bądź luminancji) do średniego natężenia oświetlenia(luminancji) na powierzchni,
- 4. **rozkład luminancji** – rozkład luminancji w polu widzenia oddziałuje na poziom adaptacji oczu, a to wpływa na widzialność zadania i komfort widzenia,
- 5. **aspekty barwy** – cechy jakościowe światła są określane wyglądem barwy światła oraz oddawaniem barw (Ra) wpływające na wygląd barw obiektów i osób oświetlonych,



Schemat graficzny wyznaczenia otoczenia pola zadania

Fot. D. Kamiński

Oświetlenie placu budowy bulwarów wiślanych – Warszawa

- 6. **olśnienie** – jest to zjawisko polegające na występowaniu uczucia niewygody, irytacji lub zmniejszenia zdolności rozpo-

Lp.	Typ strefy, zadania lub czynności	$\bar{E}m$ (lx)	U_0	GR_L	Ra
1.	Drogi wyłącznie dla pieszych	5	0,25	50	20
2.	Strefy ruchu dla wolno poruszających się pojazdów (maks. 10 km/h), np. rowery, samochody ciężarowe i koparki	10	0,40	50	20
3.	Normalny ruch pojazdów (maks. 40 km/h)	20	0,40	45	20
4.	Przejścia dla pieszych, zawracanie pojazdów, punkty załadunku i rozładunku pojazdów	50	0,40	50	20

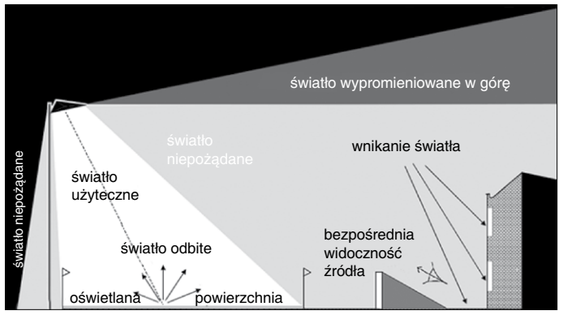
Tab. 1. Ogólne strefy ruchu w miejscach pracy na zewnątrz

Lp.	Typ strefy, zadania lub czynności	$\bar{E}m$ (lx)	U_0	GR_L	Ra
1.	Dozór, wykopy i ładowanie	20	0,25	55	20
2.	Strefy konstrukcji, montaż rur drenażowych, transport, zadania magazynowe i dodatkowe	50	0,40	50	20
3.	Montaż elementów konstrukcyjnych, lekkie prace zbrojeniowe, montaż form drewnianych i konstrukcji, prowadzenie kabli i kanałów elektrycznych	100	0,40	45	40
4.	Elementy łączeniowe, złożone prace elektryczne, montaż maszyn i rurociągów	200	0,50	45	40

Tab. 2. Place budowy

Lp.	Typ strefy, zadania lub czynności	$\bar{E}m$ (lx)	U_0	GR_L	Ra
1.	Krótkoterminowe operowanie dużymi jednostkami i surowymi materiałami, ładowanie i rozładowywanie stałych towarów luzem	20	0,25	55	20
2.	Ciągłe operowanie dużymi jednostkami i surowymi materiałami, ładowanie i rozładowywanie ładunku, strefy podnoszenia i opuszczania dźwigów, otwarte ładowanie platform	50	0,40	50	20
3.	Czytanie adresów, zamknięte ładowanie platform, stosowanie narzędzi, zwykłe zbrojenia i wlewanie betonu	100	0,50	45	20
4.	Prace wymagające maszyn, instalacji elektrycznych i rurociągowych, inspekcja	200	0,50	45	60

Tab. 3. Tereny przemysłowe i place magazynowe



Zakres oddziaływania instalacji oświetleniowych

znawania przedmiotów, wywołane występowaniem wysokiej wartości luminancji (jaskrawości), nierównomiernego jej rozkładu w polu widzenia lub nadmiernych kontrastów w przestrzeni lub w czasie. Ograniczenie olśnienia jest ważne dla użytkowników, aby unikać zmęczenia, błędów i wypadków przy pracy.

W tabelach określono szczegółowe wymagania oświetleniowe dla oświetlenia ogólnego stref ruchu w miejscach pracy na zewnątrz, terenów przemysłowych i placów magazynowych, placów budowy oraz stref związanych z bezpieczeństwem i ochroną zgodnie z PN-EN 12464-2:2008.

W tabelach określono średnie eksploatacyjne natężenie oświetlenia na polu zadania. Aby zapewnić zrównoważony rozkład luminancji w polu widzenia, natężenie oświetlenia na otaczających polach powinny być odnoszone do natężenia oświetlenia w polu zadania. Duże zmiany natężenia oświetlenia w przestrzeni wokół pola zadania wzrokowego mogą prowadzić do niewygody widzenia. Natężenia oświetlenia na polach otaczających mogą być niższe niż na polu zadania, jednak nie powinny być niższe niż wartości podane w **tabeli 5.**

Na polach zadania i polach otaczających należy tworzyć siatkowy system w celu wskazania punktów, dla których oblicza się wartości natężeń oświetlenia oraz przeprowadza weryfikację. Wielkość oczka ustala się ze wzoru podanego w normie, Należy dążyć do tego, by oczko siatki było zbliżone do kwadratu, którego stosunek boków mieści się w przedziale 0,5 a 2, oraz maksymalny wymiar oczka nie przekraczał 10 m.

Wszystkie podane w normie wartości średniego natężenia oświetlenia dotyczą EKSPLOATACYJNEGO natężenia oświetlenia, czyli najniższej wartości średniego natężenia oświetlenia, która powinna być utrzymana na określonej powierzchni ze względu na procesy starzenia i brudzenia układów oświetleniowych. Wartości te ustalono dla normalnych warunków widzenia z uwzględnieniem m.in. wymagań dotyczących zadań wzrokowych, ergonomii widzenia, ekonomii. Wartości podawane przez normę mogą być dostosowane ze zmianą o co najmniej jeden stopień, jeśli warunki widzenia odbiegają od normalnych.

Główne przyczyny powodujące zmiany strumienia świetlnego docierającego do powierzchni zadań wzrokowych w czasie to:

- zmiany temperatury otoczenia oraz parametrów sieci zasilającej,
- zmiany wywołane starzeniem się opraw oświetleniowych,
- zmiany spowodowane starzeniem się źródeł światła i ich wygasanie,
- zabrudzanie opraw, źródeł światła oraz oświetlanych pomieszczeń.

By zachować natężenie oświetlenia na odpowiednim poziomie, należy opracować projekt oświetlenia z uwzględnieniem współczynnika utrzymania (MF) i podać wszystkie założenia uzasadniające jego wartość. Należy również przygotować wyczerpujący plan konserwacji oświetlenia, obejmujący częstotliwość wymiany lamp, czyszczenia opraw. Zaleca się, by przy ustaleniu współczynnika utrzymania posługiwać się metodologią podaną w CIE 154:2003 *The Maintenance of Outdoor Lighting Systems.*

By system oświetleniowy nie zaśmiecał środowiska światłem, należy w możliwie maksymalnym stopniu ograniczyć następujące zjawiska:

- 1. **światło niepożądane** – to światło emitowane przez instalację oświetleniową, które pada poza granice terenu, dla którego została zaprojektowana,
- 2. **światło przeszkadzające** – to światło, które z powodu niewłaściwych w danej sytuacji cech ilościowych, kierunkowych lub spektralnych powoduje irytację, niewygodę widzenia, odwracanie uwagi lub redukcję zdolności widzenia istotnych informacji.
- 3. **współczynnik światła wypromieniowanego w górę** (ULR) – część strumienia opraw oświetleniowych, który jest emitowany powyżej linii horyzontu, gdy oprawy są zamontowane we właściwej pozycji i położeniu.

Przy projektowaniu oświetlenia placów budów warto posłużyć się wydawnictwem CIE 150:2003 *Guide on the Limitation of the Effects of Obtrusive Light from Outdoor Lighting Installations*, które definiuje i podaje wymagania dotyczące ograniczenia światła przeszkadzającego.

Lp.	Poziom ryzyka	$\bar{E}m$ (lx)	U_0	GR_L	Ra
1.	Bardzo niskie ryzyko, np. ▪ strefy magazynowe z okazjonalnym ruchem na placach przemysłowych	5	0,25	55	20
2.	Niskie ryzyko, np. ▪ powierzchnie wykorzystywane do procesów wolnych od ryzyka i okazjonalnie użytkowane platformy i schody w przemyśle petrochemicznym i innych niebezpiecznych przemysłach	10	0,40	50	20
3.	Średnie ryzyko, np. ▪ strefy przechowywania pojazdów i terminale kontenerowe z częstym ruchem w portach, placach przemysłowych i strefach magazynowych, ▪ oświetlenie ogólne i strefy magazynowe dla prefabrykowanych towarów w stoczniach	20	0,40	50	20
4.	Wysokie ryzyko, np. ▪ elementy formy, magazynowanie drewna i stali, wykop fundamentowy budynku i miejsca pracy na bokach wykopu na terenach budowy, ▪ strefy zagrożone ogniem, eksplozją, trucizną i promieniowaniem w portach, na placach przemysłowych i w strefach magazynowych, ▪ miejsca z elektrycznymi przełącznikami w przemyśle petrochemicznym i innych niebezpiecznych przemysłach	50	0,50	45	20

Objaśnienia: $\bar{E}m$ – średnie eksploatacyjne natężenie oświetlenia na polu zadania, U_0 – równomierność oświetlenia liczona jako iloraz $E_{min}/\bar{E}m$, GR_L – górna granica olśnienia określona przez system ocen olśnienia CIE (GR), **Ra** – współczynnik oddawania barw

Tab. 4. Wymagania oświetleniowe związane z bezpieczeństwem i ochroną

Natężenie oświetlenia na polu zadania, w [lx]	Natężenie oświetlenia na polu otaczającym, w [lx]	Równomierność oświetlenia na polu otaczającym
200	50	≥0,10
150	30	≥0,10
50≤$\bar{E}m$≤100	20	≥0,10
< 50	Brak wymagań	≥0,10

Tab. 5. Wartości natężenia oświetlenia na polach otaczających

oświetlenie awaryjne

Ogólnym celem awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego jest zapewnienie bezpiecznego wyjścia z miejsca pobytu podczas zaniku normalnego zasilania podstawowego. Oświetlenie awaryjne określają normy:

- PN-EN 1838:2005 *Zastosowanie oświetlenia. Oświetlenie awaryjne,*
- PN-EN 50172:2005 *Systemy awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego.*

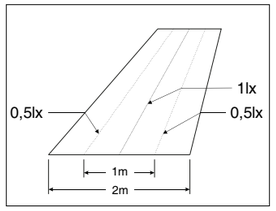
Celem **awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego** jest zapewnienie oświetlenia określonej strefy, dostarczonego niezwłocznie, automatycznie i na wystarczający czas, gdy zawiedzie zasilanie oświetlenia podstawowego. Instalacja awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego powinna spełniać następujące funkcje:

- oświetlać znaki drogi ewakuacyjnej,
- wytwarzać natężenie oświetlenia na drogach ewakuacyjnych i wzdłuż dróg ewakuacyjnych w taki sposób, aby możliwy był bezpieczny ruch w kierunku wyjścia do bezpiecznego miejsca,
- zapewniać, aby punkty alarmu pożarowego i sprzętu przeciwpożarowego rozmieszczone wzdłuż dróg ewakuacyjnych mogły być łatwo zlokalizowane i użyte,
- umożliwiać działania związane ze środkami bezpieczeństwa.

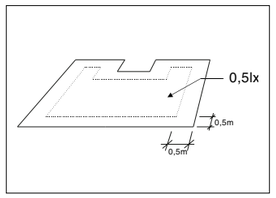
Awaryjne oświetlenie ewakuacyjne należy uruchamiać nie tylko w przypadku całkowitego uszkodzenia zasilania oświetlenia podstawowego, ale również w przypadku lokalnego uszkodzenia. Awaryjne oświetlenie ewakuacyjne nie jest zaprojektowane w celu umożliwienia kontynuowania normalnych działań po zaniku oświetlenia podstawowego lub zapasowego. Celem **oświetlenia awaryjnego stref wysokiego ryzyka** jest zapewnienie bezpieczeństwa ludziom zaangażowanym w potencjalnie niebezpieczny proces lub sytuację i umożliwienie im właściwego zakończenia procedur ze względu na bezpieczeństwo innych osób przebywających na terenie obiektu.

Zdjęcie autora

Oświetlenie terenu budowy metra w Warszawie



Schemat drogi ewakuacyjnej

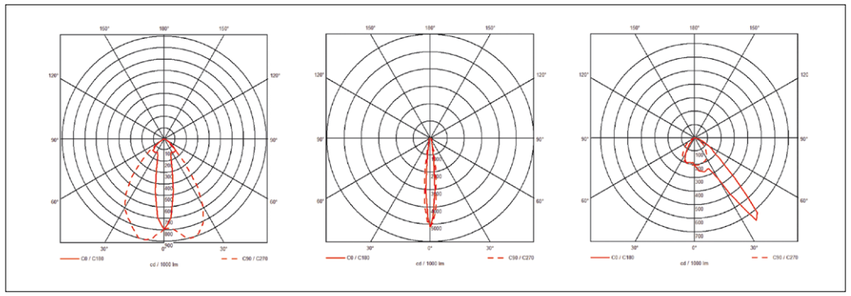


Schemat wyznaczania strefy otwartej

Katalog produktów SBP

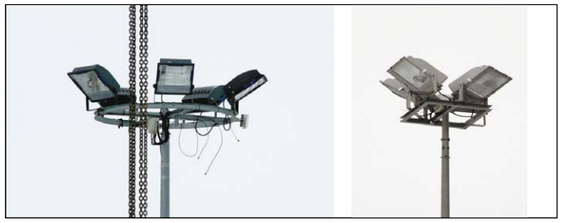
Wygląd przykładowej rodziny opraw z różnymi układami optycznymi

www.inzynierbudownictwa.pl/technika,materiały_i_technologie,artykul,oswietlenie_placu_budowy_w_teorii_i_praktyce



Wykres krzywych światłości rodziny opraw

Fot. D. Kamiński



Zdjęcie głowic z naświetlaczami asymetrycznymi

wymagania dotyczące oświetlenia awaryjnego

Na drogach ewakuacji o szerokości do 2 m średnie natężenie oświetlenia na centralnej linii drogi ewakuacyjnej nie może być mniejsze niż 1 lx, a na centralnym pasie drogi, obejmującym co najmniej połowę szerokości drogi, natężenie oświetlenia powinno stanowić nie mniej niż połowę podanej wartości. Szersze drogi ewakuacyjne należy traktować jako kilka dróg o szerokości 2 m lub jako strefę otwartą. Stosunek maksymalnego do minimalnego natężenia oświetlenia wzdłuż centralnej linii drogi ewakuacyjnej nie powinien być większy niż 1:40.

W strefie otwartej natężenie oświetlenia awaryjnego nie powinno być mniejsze niż 0,5 lx na poziomie podłogi, na niezabudowanym polu czynnym strefy otwartej, z wyjątkiem wyodrębnionego pasa obwodowego o szerokości 0,5 m. Stosunek maksymalnego do minimalnego natężenia oświetlenia w strefie otwartej nie powinien być większy niż 1:40.

W strefach wysokiego ryzyka eksploatacyjne natężenie oświetlenia na płaszczyźnie pracy nie powinno być mniejsze niż 10% wymaganego dla danej czynności, jednak nie mniej niż 15 lx. Należy również wyeliminować efekt stroboskopowy. Należy pamiętać, by projektując oświetlenie awaryjne przyjąć odpowiedni współczynnik utrzymania i do obliczeń przyjmować tylko składową bezpośrednią oświetlenia. Należy zadbać również, by ze względu na rozpoznawanie barw bezpieczeństwa minimalna wartość wskaźnika Ra nie była mniejsza niż 40. Projekt oświetlenia awaryjnego, zgodnie z Prawem budowlanym, należy uzgodnić z rzeczoznawcą ds. zabezpieczeń ppoż.

procedury weryfikacyjne

Po zainstalowaniu oświetlenia wykonawca obowiązany jest zweryfikować instalację oświetleniową na zgodność z założeniami projektowymi. W szczególności ma przeprowadzić weryfikację:

- natężenia oświetlenia – w punktach pomiarowych zgodnych z punktami obliczeniowymi, na płaszczyźnie zadania wzrokowego. Średnie natężenia oświetlenia i równomierności powinny zostać obliczone i nie powinny być mniejsze niż wartości założone. Zaleca się uwzględnić wzorcowanie zastosowanych mierników światła,
- ujednoliconą ocenę olśnienia,
- oddawanie barw i wygląd barwy światła,
- luminancje opraw,
- plan konserwacji.

oprawy oświetleniowe

Do oświetlania placów budowy zazwyczaj stosuje się naświetlacze na wyładowcze źródła światła. Tam, gdzie potrzebne jest dobre postrzeganie barw, zazwyczaj stosuje się oprawy na metalohalogenkowe źródła światła posiadające Ra > 60 i skuteczności świetlne na poziomie 70–100 lm/W, a tam, gdzie ważna jest wydajność, zazwyczaj stosuje się źródła sodowe, dla których wskaźnik oddawania barw jest nie mniejszy niż 25, ale skuteczność świetlna źródeł jest na poziomie 140 lm/W.

W oświetleniu placów budowy możemy wykorzystać oprawy o rozsyle światłości symetrycznym, obrotowo-symetrycznym lub asymetrycznym.

Oprawy przeznaczone do stosowania na zewnątrz powinny posiadać ochronę przed wnikaniem cząstek stałych i wody do wnętrza oprawy, zwaną stopniem IP (*Ingress Protection*) na poziomie nie mniej niż IP65. Oprawy należy tak umieścić, by zapewnić nie tylko bezpieczną pracę, ale również, by systemy oświetleniowe same nie stały się zagrożeniem zdrowia czy życia pracowników.

Rozmieszczając oprawy oświetleniowe należy zwrócić szczególną uwagę na oświetlenie wszelkiego rodzaju przejść i przejazdów, oświetlenie stref szczególnie niebezpiecznych, takich jak wykopy, zewnętrzne windy towarowe, schody, podesty i zewnętrzne rusztowania, które mogą stanowić miejsca pracy. Należy zapewnić oświetlenie w taki sposób, by możliwe było odczytanie tablic i znaków ostrzegawczych oraz znaków sygnalizacji ruchu.

Słupy i maszty powinny być tak ustawione, by nie kolidowały z innymi sieciami znajdującymi się bądź planowanymi na terenie budowy, planowanymi pracami ziemnymi, drogami dojazdowymi, ścieżkami komunikacyjnymi, a zarazem, by ustawienie pozwalało na łatwy dostęp w celach konserwacyjnych.

Zabrania się instalowania dodatkowych lamp oświetleniowych na konstrukcji żurawi. Dźwigi i żurawie, usytuowane w miejscach, gdzie stanowią przeszkodę lotniczą, muszą mieć specjalne oznakowanie (Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 25 czerwca 2003 r., DzU nr 130, poz. 1193.

wymagania a rzeczywistość...

Ze względu na tymczasowość, czyli stosunkowo krótki czas użytkowania, niejednokrotnie oświetlenie to traktowane jest po macoszemu, bez przywiązywania większej wagi, do rozwiązań zapewniających bezpieczeństwo oraz podnoszących komfort pracy. Pomija się występowanie znacznych olśnień w obrębie miejsc pracy wzrokowej, pomija się spełnienie wymagań równomierności natężenia oświetlenia, a niejednokrotnie oprawy są rozmieszczane całkowicie bez projektu, na zasadzie uznania. Jeżeli nawet powstanie projekt oświetlenia, to często oprawy oświetleniowe będące głównym czynnikiem tworzącym cenę, podlegają „optymalizacji kosztów". Oprawy z projektu zastępuje się wówczas tańszymi na zasadzie sztuka za sztukę, gdzie głównym kryterium zamiany jest wygląd zewnętrzny i cena, a parametry oświetleniowe mają drugorzędne znaczenie .

Niska świadomość znaczenia oświetlenia dla bezpieczeństwa i jakości wykonywanej pracy, a także dążenie do minimalizacji kosztów sprawia, że oświetlenie na terenach budowy jest marginalizowane. Pośród wykonawców budowlanych tylko nieliczni mogą się pochwalić procedurami wewnętrznymi określającymi wymagania i sposób oświetlenia placów budowy, tak by zachować założenia bezpieczeństwa i higieny pracy, wymagania wynikające z norm polskich oraz wewnętrznych uregulowań. Do stosowania ich zobligowani są wszyscy pracownicy danej firmy. Takie podejście do zagadnień pozwala, by firmy rozwijając się stawały się liderami w swoich dziedzinach, były wzorem dla innych oraz by były postrzegane jako dobry kontrahent i dobry pracodawca.

literatura do artykułu na elektro.info.pl

W naszej księgarni znajdziecie Państwo książki z dziedziny:

.e .i .b
elektrotechnika
instalacje
budownictwo

- budownictwa
- chłodnictwa
- ciepłownictwa i ogrzewnictwa
- gazownictwa
- instalacji sanitarnych
- ochrony środowiska
- wentylacji i klimatyzacji
- instalacji elektrycznych
- informatyki
- oraz programy, słowniki, poradniki

ksiegarniatechniczna.com.pl

Księgarnia Techniczna
Grupa MEDIUM
ul. Karczewska 18
04-112 Warszawa
tel.: 22 810 21 24
faks 22 810 27 42
e-mail: eib@ksiegarniatechniczna.com.pl
www.ksiegarniatechniczna.com.pl

oświetlenie awaryjne – wymagania przepisów techniczno-budowlanych

mgr inż. Karol Kuczyński

Powtarzające się awarie energii elektrycznej związane z gwałtownymi zjawiskami pogodowymi w kontekście coraz większej urbanizacji przestrzenno-architektonicznej oraz zwiększenia gęstości zabudowy powodują konieczność zapewnienia bezpieczeństwa przez oświetlenie ewakuacyjne i zapasowe. Zanik oświetlenia podstawowego nie jest najczęściej spowodowany zwykłą awarią zasilania czy wyłączeniem u dostawcy energii elektrycznej, a dodatkowymi czynnikami, np. pożarem czy atakiem terrorystycznym.

Przepisy prawne, w tym ustawy, rozporządzenia i przywołane w nich polskie normy są wytycznymi dla projektantów określającymi właściwe oświetlenie awaryjne w obiektach budowlanych w zależności od jego przeznaczenia i miejsca zainstalowania.

Fot. Elektrometal

Fot. 1. Przykład oprawy oświetlenia awaryjnego w wykonaniu przeciwwybuchowym

wymagania prawne

Na podstawie ustawy z dnia 26 czerwca 1974 r. – Kodeks pracy (DzU z 1998 r. nr 21, poz. 94, z późn. zmianami) wydane zostało rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (tekst jednolity DzU z 2003 r. nr 169, poz. 1650; z 2007 r. nr 49, poz. 330 z późn. zmianami), który w dziale III – Pomieszczenia pracy, rozdział 2 – Oświetlenie, w § 28 wymaga, aby w pomieszczeniach i miejscach pracy, w których w razie awarii oświetlenia mogą wystąpić zagrożenia życia i zdrowia pracowników, zapewnione było oświetlenie awaryjne spełniające wymagania określone w odrębnych przepisach i Polskich Normach.

Pamiętać należy, że zgodnie z art. 7 ust. 1 Ustawy Prawa budowlanego (DzU z 2018 r. poz. 1202 z późniejszymi zmianami) [1], do przepisów techniczno-budowlanych zalicza się Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [2], którego należy bezwzględnie przestrzegać.

streszczenie

W artykule omówiono wymagania przepisów techniczno-budowlanych dla oświetlenia awaryjnego.

Art. 9. ust. 1 Prawa budowlanego [1] w przypadkach szczególnie uzasadnionych dopuszcza odstępstwo od przepisów techniczno-budowlanych. Odstępstwo nie może jednak powodować zagrożenia życia ludzi lub bezpieczeństwa mienia, a w stosunku do obiektów publicznych i wielorodzinnych budynków mieszkaniowych ograniczenia dostępności dla osób niepełnosprawnych, w tym osób starszych oraz nie powinno powodować pogorszenia warunków zdrowotno-sanitarnych i użytkowych, a także stanu środowiska, po spełnieniu określonych warunków zamiennych.

Zgodnie z art. 9. ust. 2. Prawa budowlanego organ administracji architektoniczno-budowlanej, po uzyskaniu upoważnienia ministra, który ustanowił przepisy techniczno-budowlane, w drodze postanowienia, udziela bądź odmawia zgody na odstępstwo. Należy pamiętać, że Minister może uzależnić upoważnienie do wyrażenia zgody na odstępstwo od spełnienia dodatkowych warunków (Art. 9 ust. 4 Prawa budowlanego [1]).

Dodatkowo zgodnie z art. 9 ust. 3 Prawa budowlanego [1] wniosek do ministra w sprawie upoważnienia do udzielenia zgody na odstępstwo organ administracji architektoniczno-budowlanej składa przed wydaniem decyzji o pozwoleniu na budowę.

Wniosek powinien zawierać:

1) charakterystykę obiektu oraz, w miarę potrzeby, projekt zagospodarowania działki lub terenu, a jeżeli odstępstwo mogłoby mieć wpływ na środowisko lub nieruchomości sąsiednie – również projekty zagospodarowania tych nieruchomości, z uwzględnieniem istniejącej i projektowanej zabudowy;
2) szczegółowe uzasadnienie konieczności wprowadzenia odstępstwa;
3) propozycje rozwiązań zamiennych;
4) pozytywną opinię wojewódzkiego konserwatora zabytków w odniesieniu do obiektów budowlanych wpisanych do rejestru zabytków oraz innych obiektów budowlanych usytuowanych na obszarach objętych ochroną konserwatorską;
5) w zależności od potrzeb – pozytywną opinię innych zainteresowanych organów.

rozporządzenie ministra infrastruktury

Wymagania stawiane instalacjom oświetlenia awaryjnego precyzuje Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tekst jednolity DzU z 2015r. poz. 1422 z późn. zmianami). Zgodnie z § 181 ust. 1 [2] budynek, w którym zanik napięcia w elektroenergetycznej sieci zasilającej może spowodować zagrożenie życia lub zdrowia ludzi oraz poważne zagrożenie środowiska, a także znaczne straty materialne, należy zasilać co najmniej z dwóch niezależnych, samoczynnie załączających się źródeł energii elektrycznej. Dodatkowo należy wyposażać je w samoczynnie załączające się oświetlenie awaryjne (zapasowe lub ewakuacyjne).

Zgodnie z § 181 ust 2 [2] awaryjne oświetlenie zapasowe należy stosować w pomieszczeniach, w których po zaniku oświetlenia podstawowego istnieje konieczność kontynuowania czynności w niezmieniony sposób lub ich bezpiecznego zakończenia, przy czym czas działania tego oświetlenia powinien być dostosowany do uwarunkowań wynikających z wykonywanych czynności oraz warunków występujących w pomieszczeniu.

Awaryjne oświetlenie ewakuacyjne powinno działać przez co najmniej 1 godzinę od zaniku oświetlenia podstawowego (§ 181 ust. 5). Nie jest ono wymagane w pomieszczeniach, w których awaryjne oświetlenie zapasowe zapewnia oświetlenie przez co najmniej 1 godzinę od zaniku oświetlenia podstawowego(§ 181 ust. 4). Natomiast w pomieszczeniu, które jest użytkowane przy wyłączonym oświetleniu podstawowym, należy stosować oświetlenie dodatkowe, zasilane napięciem nieprzekraczającym napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale, służące uwidocznieniu przeszkód wynikających z układu budynku, dróg komunikacji ogólnej lub sposobu jego użytkowania, a także podświetlane znaki wskazujące kierunki ewakuacji (§ 181 ust. 6) [3].

Zgodnie z § 181. ust. 7. (DzU z 2017 r., poz. 2285) oświetlenie awaryjne należy wykonywać zgodnie z polskimi normami dotyczącymi wymagań w tym zakresie tj. PN-EN 1838:2005 *Zastosowania oświetlenia. Oświetlenie awaryjne*, PN-EN 50172:2005 *Systemy awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego*, PN-IEC 60364-5-56:2010 *Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Instalacje bezpieczeństwa.* Z informacji zawartych na stronie PKN wynika, że niestety taka norma nie istnieje i powinno być wpisane PN-HD 60364-5-56:2010 P – wersja polska pod tym samym tytułem.

Fot. 2. Przykład oświetlenia drogi ewakuacyjnej

stosowanie norm

Należy wskazać, że Ustawa z dnia 3 kwietnia 1993 r. o normalizacji (w brzmieniu DzU z 1993, nr 55, poz. 251) w art. 19 ust. 1, wprowadzała dobrowolność stosowania norm z zastrzeżeniem ust. 2 i 3. Ust. 2 tej ustawy stwierdzał, że obowiązek stosowania norm może być wprowadzony na podstawie rozporządzenia odpowiedniego ministra, gdy dotyczą one kwestii ochrony życia, zdrowia i mienia oraz bezpieczeństwa pracy i użytkowania. Natomiast ust. 3 stwierdzał obowiązkowość stosowania polskich norm gdy, powołane są one w ustawie.

Zaznaczyć należy, że Ustawa z dnia 3 kwietnia 1993 r. o normalizacji (DzU z 1993 r., nr 55, poz. 251, z późniejszymi zmianami) obowiązywała do końca 2002 r. Kolejna edycja ustawy o normalizacji z 12 września 2002 r., obowiązująca od 1 stycznia 2003 r. (DzU z 2002 r., nr 169, poz. 1386) [3], wprowadziła całkowitą dobrowolność stosowania norm (art. 5 ust. 3 [4]). Pozostała jednak sentencja, że polskie normy mogą być powoływane w przepisach prawnych po ich opublikowaniu w języku polskim (art. 5 ust. 4 Ustawy o normalizacji [4]).

W związku z powyższym stosowanie polskich norm przywołanych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU z 2002r., nr 75, poz. 690, z późn. zm.), jest obowiązkowe – zgodnie z ustawą o normalizacji w brzmieniu obowiązującym w 2002 r.

Ustawa z 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (wraz z późniejszymi zmianami), a w szczególności przepis wykonawczy do ustawy – Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie – przywołuje w wielu miejscach Polskie Normy, których zastosowanie w określonych warunkach pozwala na domniemanie spełnienia wymagań podstawowych obiektu budowlanego. Nie są jednak określone inne drogi spełnienia wymagań podstawowych, przez co w tych zapisach jest ukryty obowiązek stosowania aktualnie dobrowolnych norm. Ma to miejsce wtedy, gdy polskie normy są powołane w przepisach prawnych, np. w rozporządzeniach. Jest to zgodne z artykułem 5 ust. 4, ale pod warunkiem, że powoływane polskie normy są opublikowane w języku polskim [4, 5].

W świetle zapisów zawartych w przytoczonych rozporządzeniach oświetlenie awaryjne należy wykonywać zgodnie z polskimi normami dotyczącymi wymagań w tym zakresie. W związku z tym wymagania zawarte w podstawowej normie dotyczącej oświetlenia awaryjnego PN-EN 1838: 2005 są obligatoryjne. Norma ta jest tłumaczeniem normy EN 1838 z 1999 r. Zawarte są w niej wymagania, które określają wartości minimalne, jakie muszą spełniać systemy oświetlenia awaryjnego. Zgodnie z zaleceniami unijnymi, Prezes PKN zatwierdził dnia 25 listopada 2013 r. jako normę polską znowelizowaną wersję normy europejskiej PN-EN 1838 z dnia 15 czerwca 2013 r. [3]. Polska, podobnie jak inne kraje członkowskie, miała na to czas do końca stycznia 2014 r. Jednak jest to tzw. norma okładkowa – przetłumaczono tylko jej tytuł, a cała treść jest w języku angielskim [4]. W związku z tym faktem, zgodnie z ustawą o normalizacji [4], obecnie nie może być ona normą obligatoryjną.

dopuszczenie do użytkowania

Na podstawie art. 7 ust. 14 ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochro-

nie przeciwpożarowej (DzU z 2002r., nr 147, poz. 1229, z późn. zm.) Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania zostało znowelizowane Rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 27 kwietnia 2010 r. (DzU z 2010 nr 85, poz. 553). Nowelizacja ta wprowadziła w załączniku do rozporządzenia obowiązek uzyskania dopuszczenia do użytkowania oraz wymagania techniczno-użytkowe w odniesieniu do: znaków bezpieczeństwa, w tym ewakuacyjnych oraz opraw oświetleniowych do oświetlenia awaryjnego. Obowiązek ten dotyczy również opraw oświetlenia podstawowego podłączonych do baterii centralnej oraz opraw oświetlenia podstawowego z modułem awaryjnym. Znaki ewakuacyjne stosowane do oznaczania drogi ewakuacyjnej oraz czynności związanych z ewakuacją muszą spełniać wymagania zawarte w PN-N-01256/02 lub PN-ISO 7010. Oznaczenie dźwigów powinno być zgodne z normą PN-EN 81-73 w zakresie wzoru i kolorystyki znaku. Znak ten powinien spełniać wymagania normy PN-N-01256-4 według punktu 2.2 i 2.3 tej normy.

Natomiast oprawy oświetlenia awaryjnego powinny spełniać wymagania PN-EN 60598-2-22 *Oprawy oświetleniowe. Część 2-22: Wymagania szczegółowe. Oprawy oświetleniowe do oświetlenia awaryjnego.*

Na podstawie art. 7 ust. 13 ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (DzU z 2009 r., nr 178, poz. 1380 z późn. zm.) wydane zostało rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie szczegółowych czynności wykonywanych podczas procesu dopuszczenia, zmiany i kontroli dopuszczenia wyrobów, opłat pobieranych przez jednostkę uprawnioną oraz sposobu ustalania wysokości opłat za te czynności (DzU Nr 143, poz. 1001). Zgodnie z tym rozporządzeniem (§ 5 pkt 3) jedynym podmiotem uprawnionym do wydawania dopuszczenia (certyfikatu) jest Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego w Józefowie (CNBOP) [6].

Każda instalowana oprawa awaryjna musi posiadać dopuszczenie CNBOP. Bez tego certyfikatu osoba uprawniona nie odbierze i nie podpisze odbioru instalacji awaryjnej w obiekcie. Warto więc wybrać takie oprawy, które ten certyfikat posiadają. Niestety na rynku można jeszcze znaleźć takie oprawy awaryjne, które tego certyfikatu nie mają.

Natomiast na podstawie art. 7 ust. 14 ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (DzU z 2009 r., nr 178, poz. 1380 z późn. zm.) wydane zostało rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (DzU Nr 143, poz. 1002), które zostało znowelizowane Rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 27 kwietnia 2010 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (DzU z 2010, nr 85, poz. 553) [6].

proces dopuszczenia

Podmiotem uprawnionym do wydawania, zmiany lub odmowy wydania świadectw dopuszczenia jest jednostka dopuszczająca – Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowy Instytut Badawczy w Józefowie. CNBOP-PIB dopuszcza oprawy oświetlenia awaryjnego (kompletny wyrób), a nie elementy składowe wyrobu, takie jak moduł awaryjny, tory awaryjne i inne. Każde świadectwo dopuszczenia wydawane przez CNBOP-PIB posiada dwie lub więcej stron. Świadectwa dopuszczenia wydawane są na jednoznacznie zidentyfikowany wyrób/odmiany wyrobu zakwalifikowane do grupy i/lub rodziny wyrobu. Świadectwo dopuszczenia nie ma charakteru otwartego. Świadectwo dopuszczenia może być wykorzystywane wyłącznie w odniesieniu do opraw oświetlenia awaryjnego i ich odmian wymienionych w świadectwie dopuszczenia, które produkowane są przez wskazany na świadectwie zakład produkcyjny (również podany na świadectwie dopuszczenia. Wydane świadectwo dopuszczenia dotyczy tylko opraw oświetlenia awaryjnego wymienionych na tym świadectwie [6].

Zmiany materiałowe, konstrukcyjne lub technologiczne mogące mieć wpływ na właściwości użytkowe wyrobu lub rozszerzenie zakresu jego stosowania w okresie ważności dopuszczenia mogą być dokonywane wyłącznie za zgodą jednostki dopuszczającej tj. CNBOP-PIB.

Aktualny na 9 stycznia 2019 r. wykaz wydanych świadectw dopuszczenia znajduje się na stronie internetowej Instytutu, pod adresem https://www.cnbop.pl/uslugi/wydane-dokumenty/09.01.19/1_09_01_2019_sd_wazne.pdf.

właściwości użytkowe wyrobów budowlanych

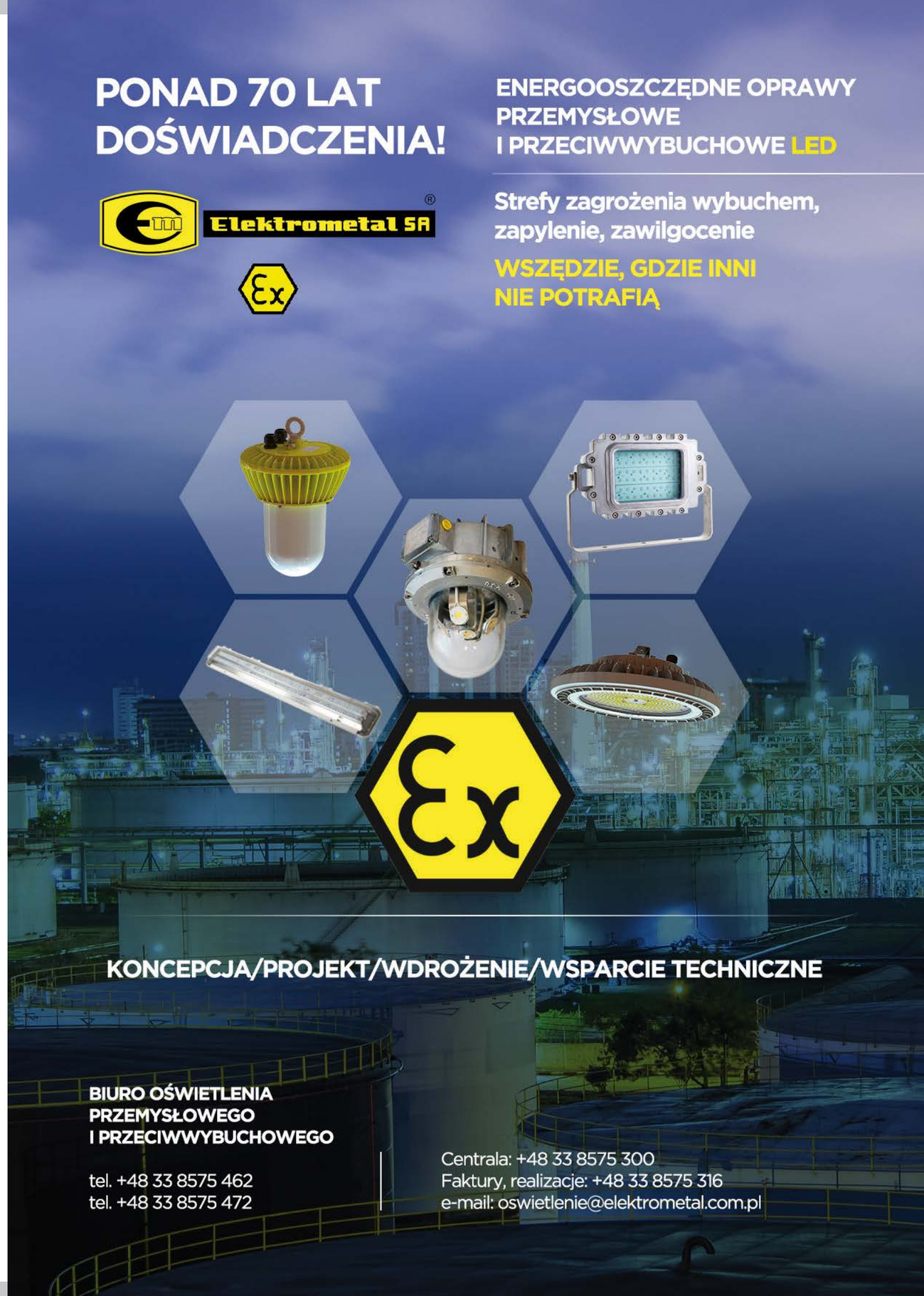
Na podstawie art. 8 ust. 8 ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (tekst jednolity DzU z 2016 r. poz. 1570) zostało wydane Rozporządzenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 13 czerwca 2018 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym, które zostało opublikowane 26 czerwca 2018 r. w DzU z 2018r., poz. 1233.

W Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (DzU z 2016 r., poz. 1966) wprowadzone zostały zmiany, w tym w odniesieniu do wyrobów budowlanych wymienionych w załączniku nr 1 tego rozporządzenia w punktach 2, 10, 12, 23 i 33, które przed dniem wejścia w życie niniejszego rozporządzenia nie były objęte obowiązkiem znakowania znakiem budowlanym. Producent tych wyrobów budowlanego nie jest obowiązany do dnia 30 czerwca 2019 r. sporządzać krajowej deklaracji przy wprowadzaniu do obrotu lub udostępnianiu na rynku krajowym tego wyrobu budowlanego [7]. Dotyczy to w szczególności urządzeń wymienionych w punkcie 10 tego załącznika: zestawów systemów ewakuacyjnych: systemy awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego, systemy zarządzania otwarciem wyjść na drogach ewakuacyjnych, zestawy do ewakuacji; elementów składowych systemów ewakuacyjnych: urządzenia sterujące i sygnalizujące, źródła zasilania, urządzenia wykonawcze, interfejsy przejść kontrolowanych, oprawy oświetleniowe do dynamicznego oświetlenia ewakuacyjnego, panele obsługi dla straży pożarnej, rękawy ratownicze; systemów integrujących urządzenia przeciwpożarowe – zestawy: systemów do wizualizacji i/lub sterowania; przeciwpożarowych wyłączników prądu – zestawów; elementów składowych przeciwpożarowych wyłączników prądu obejmujących: urządzenia uruchamiające, urządzenia sygnalizujące, urządzenia wykonawcze.

literatura do artykułu na elektroinfo.pl

abstract

Emergency lighting – the requirements of technical and construction regulations
The article discusses the requirements of technical and construction regulations for emergency lighting.



oświetlenie awaryjne w świetle wymagań normy PN-EN 50172:2005 *Systemy awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego*

mgr inż. Dariusz Kamiński

Oświetlenie awaryjne służy do umożliwienia bezpiecznej ewakuacji z pomieszczeń podczas awarii oświetlenia podstawowego przez wywołanie odpowiednich warunków wizualnych do znalezienia kierunku ewakuacji, a także umożliwienie zlokalizowania i użycia sprzętu przeciwpożarowego.

Norma PN-EN 50172 *Systemy awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego* – mówi nam o oświetleniu dróg ewakuacyjnych i znaków bezpieczeństwa odnośnie wymiarów, typu i przeznaczenia nieruchomości. Norma ta dotyczy oświetlenia ewakuacyjnego we wszelkich miejscach pracy i nieruchomościach publicznych.

Norma nie dotyczy prywatnych domów mieszkalnych, jednak wymagania zawarte dotyczą ogólnodostępnych korytarzy i dróg w obrębie mieszkalnych domów wielopiętrowych. Do zrozumienia całości normy niezbędne jest poznanie norm powiązanych, dla których w przypadku powołań datowanych ma zastosowanie wyłącznie wydanie cytowane. W przypadku powołań niedatowanych stosuje się ostatnie wydanie dokumentu powołanego (łącznie ze zmianami). W **tabeli 1.** podano aktualne normy i ich aktualizacje wydane przez PKN.

Mimo że istnieje wydana przez Polski Komitet Normalizacyjny Norma PN-EN 1838:2013-11 w języku angielskim, to Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 14 listopada 2017 r., zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU z 2017 r. poz. 2285), które obowiązuje od daty wejścia w życie czyli 2018-01-01, przywołuje w § 181 ust. 7 normę PN-EN 1838 *Zastosowania oświetlenia. Oświetlenie awaryjne* z roku 2005!

Zatem obowiązującą normą oświetlenia awaryjnego jest poprzednia, wycofana przez Polski Komitet Normalizacyjny norma PN-EN 1838:2005.

Zgodnie z PN-EN 50172 *Systemy awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego* oświetlenie ewakuacyjne powinno być dostarczone niezwłocznie, automatycznie oraz na odpowiedni czas gdy zawiedzie zasilanie oświetlenia podstawowego. Awaryjne oświetlenie powinno być uruchamiane nie tylko w przypadku całkowitego uszkodzenia zasilania czy pożaru, ale powinno działać w przypadku uszkodzenia jakiejkolwiek części zasilania oświetlenia podstawowego. Oświetlenie ewakuacyjne nie ma na celu kontynuowania prac, a jedynie bezpieczne opuszczenie zajmowanych pomieszczeń. Zadania oświetlenia ewakuacyjnego:

- oświetlić znaki drogi ewakuacyjnej,
- wytworzyć na drogach ewakuacyjnych odpowiedniego natężenia, by ruch ludzi w kierunku wyjścia do bezpiecznego miejsca był bezpieczny,
- zapewnić, by punkty alarmu pożarowego i sprzętu przeciwpożarowego rozmieszczonego wzdłuż dróg ewakuacyjnych mogły być łatwo zlokalizowane i użyte,
- umożliwić działania związane ze środkami bezpieczeństwa.

PN-EN 81-20:2014-10 – wersja angielska	*Przepisy bezpieczeństwa dotyczące budowy i instalowania dźwigów -- Dźwigi przeznaczone do transportu osób i towarów. Część 20: Dźwigi osobowe i dźwigi towarowo-osobowe*
PN-EN 1838:2013-11	*Zastosowania oświetlenia. Oświetlenie awaryjne*
PN-EN 13032 (norma wieloczęściowa)	*Światło i oświetlenie. Pomiar i prezentacja danych fotometrycznych lamp i opraw oświetleniowych*
PN-EN 50171	*Centralne układy zasilania*
PN-EN 50272-2	*Wymagania dotyczące bezpieczeństwa baterii wtórnych i instalacji baterii. Część 2: Baterie stacjonarne*
PN-EN 60529	*Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP)*
PN-EN 60598-2-22:2015-01	*Oprawy oświetleniowe. Część 2-22: Wymagania szczegółowe. Oprawy oświetleniowe do oświetlenia awaryjnego*
PN-EN 62034:2012	*Systemy automatycznego testowania awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego zasilanego z akumulatorów*
PN-HD 60364 (dokument wieloczęściowy)	*Instalacje elektryczne niskiego napięcia*
ISO 8528-12	*Zespoły prądotwórcze prądu przemiennego napędzane silnikiem spalinowym tłokowym. Awaryjne zasilanie dla zapewnienia bezpieczeństwa obsługi*

Tab. 1. Aktualne normy i ich aktualizacje wydane przez PKN

PN-EN 1838:2005	Zastosowania oświetlenia – Oświetlenie awaryjne
PN-EN 50172:2005	Systemy awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego
PN-IEC 60364-5-56:2010	Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 5-56: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Instalacje bezpieczeństwa

Tab. 2. Normy przywołane RMIiB z dnia 14.11.2017

streszczenie

W artykule opisano wymagania dla oświetlenia awaryjnego miejsc pracy w nieruchomościach publicznych oraz w ogólnodostępnych korytarzach i drogach w obrębie wielopiętrowych domów mieszkalnych przedstawionych w normie PN-EN 50172:2005 Systemy awaryjnego oświetlenia. Artykuł opisuje zadania oświetlenia ewakuacyjnego, wymagania dotyczące oświetlenia wyjść ewakuacyjnych oraz ogólne zasady rozmieszczania znaków ewakuacyjnych. Znajdziemy również informacje na temat wymagań budynkowych odnośnie dokumentacji oświetlenia awaryjnego, jak również wymagania i sposoby przeprowadzania testów oraz rejestrowania wyników testów w dzienniku. Artykuł omawia również niejasności dotyczące stosowania normy PN-EN 1838.

Dla skutecznej ewakuacji ludzi z obiektu ważne jest zapewnienie wysokiej niezawodności awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego. Dlatego oświetlenie poszczególnych odcinków drogi ewakuacyjnej powinno być realizowane z zastosowaniem dwu lub większej liczby opraw. W razie uszkodzenia jednej opraw awaryjnych droga ewakuacji nie znajdzie się w zupełnej ciemności. To samo tyczy się opraw ewakuacyjnych. W przypadku gdy w jednej przestrzeni o znacznej powierzchni lub długości znajduje się tylko jedna oprawa, która ulegnie awarii wówczas rozpoznanie kierunku ewakuacji będzie nie możliwe. Dlatego też w każdej strefie otwartej (zapobiegającej panice) powinny być zastosowane minimum dwie oprawy lub więcej.

Problemem jest również awaria oświetlenia podstawowego w windach, ponieważ ludzie zamknięci w ciemnej i małej przestrzeni, zwłaszcza jeżeli są nerwowi lub cierpiący na klaustrofobię, mogą mieć problemy stanowiące zagrożenie zdrowia lub życia dla nich samych. Dlatego windy osobowe powinny być wyposażone w oświetlenie awaryjne przewidziane dla stref otwartych (zapobiegających panice) wg EN 1838.

Komisja Europejska w dokumencie nr 95/216/EC skierowanym do państw członkowskich UE zaleciła wyposażyć kabiny windowe w oświetlenie awaryjne, które działa w przypadku odcięcia źródła zasilania. Czas pracy oświetlenia awaryjnego w kabinie windy powinien być wystarczająco długi, by zdążyły interweniować służby ratownicze. Instalacja ta powinna również umożliwiać działanie systemu alarmowego. Również zewnętrzna przestrzeń w bliskim otoczeniu wyjść końcowych powinna być oświetlona zgodnie z poziomem oświetlenia przewidzianym dla dróg ewakuacyjnych wg EN 1838. Pozwoli to na łatwiejsze rozproszenie się ewakuowanych ludzi w miejscu bezpiecznym.

Kierunkowy znak ewakuacyjny lub kilka takich znaków wg PN-EN 50172:2005 należy zastosować wtedy gdy bezpośrednio nie widać wyjścia lub mogą być wątpliwości co do tego, do którego wyjścia należy się kierować podczas ewakuacji. Wyjściowy lub kierunkowy znak ewakuacyjny należy tak umieścić, by był widoczny ze wszystkich punktów wzdłuż drogi ewakuacyjnej. Gdy osoby przebywające w środku mogą nie znać dobrze budynku, lub przebywać tam sporadyczni zaleca się brać pod uwagę stosowanie znaków zasilanych ciągle. Jednak sposób działania oraz czas działania oświetlenia znaków ewakuacyjnych regulują oddzielne, krajowe przepisy. W Polsce czas działania oświetlenia awaryjnego nie może być krótszy niż 1 godzina.

Fot. AWEX

Fot. 1. Przykład oprawy oznaczającej wyjście ewakuacyjne

Fot. AWEX

Fot. 2. Przykład umieszczenia opraw na drodze ewakuacyjnej

wymogi dotyczące opraw

Znaki oznaczające wyjścia i drogi ewakuacyjne powinny być równomierne w barwie i formacie. Luminancja tych znaków powinna być zgodna z EN 1838. Oprawy do awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego powinny być projektowane i konstruowane zgodnie z EN 60598-2-22.

Oprawy ewakuacyjne stosowane w strefach zagrożonych wybuchem, powinny być zgodne z odpowiednimi normami i dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady Europy 2014/34/UE w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej.

Centralne systemy zasilania, tzw. baterie centralne, powinny być projektowane i konstruowane zgodnie z EN 50171, a wymagania dotyczące bezpieczeństwa akumulatorów powinny być zgodne z EN 50272-2.

Zestawy generatorów prądu zmiennego napędzane silnikami tłokowymi z wewnętrznym spalaniem oraz awaryjne zasilanie urządzeń bezpieczeństwa powinny być konstruowane zgodnie z ISO 8528-12.

wymagania budynkowe

Przed rozpoczęciem projektowania systemu należy opracować plany

Fot. JT

Fot. 3. Przykład oprawy ewakuacyjnej dwustronnej z piktogramem

ukazujące rozkład budynku, istniejące i proponowane drogi ewakuacji, punkty alarmu pożarowego, miejsca ze sprzętem przeciwpożarowym oraz wszystkie inne miejsca, które ze względu na strukturę obiektu mogą stanowić przeszkody przy ewakuacji.

Rysunki instalacji awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego powinny być wykonane wg 514.5.1 HD 384,5 i powinny być przechowywane na terenie obiektu. Na rysunkach powinny być wymienione wszystkie oprawy oraz wszystkie elementy, np. centralna bateria czy centralka monitorująca. Rysunki te należy aktualizować stosownie do zmian w systemie.

Rysunki powinny być podpisane przez kompetentną osobę weryfikującą projekt pod kątem wymagań zawartych w normach. W Polsce przez rzeczoznawcę do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych.

Dodatkowo należy prowadzić dziennik i przechowywać go na terenie nieruchomości. Dziennik służy do zapisywania informacji o uszkodzeniach, informacji o zmianach w systemie, wyników testów. Zapisy te powinny być zapisywane ręcznie lub jako wydruk z automatycznie testującego urządzenia. Zapisy te powinny być łatwe do kontroli przez osoby upoważnione. Minimalne informacje które powinny się znaleźć w dzienniku to:

- data zamówienia systemu, łącznie ze świadectwem określającym zmiany,
- data każdego okresowego sprawdzenia i testu,
- data i opis każdego serwisu i sprawdzenia lub przeprowadzonego testu,
- data i opis każdego uszkodzenia oraz przeprowadzonych napraw,
- data i zwięźle opisane szczegóły każdej zmiany w instalacji oświetlenia awaryjnego,
- gdy stosowane jest jakiekolwiek urządzenie testujące automatycznie, wówczas powinny być opisane podstawowe charakterystyki i sposób działania urządzenia.

Jeżeli zastosowane jest automatyczne urządzenie testujące, zarządca obiektu powinien wyznaczyć kompetentną osobę do nadzoru serwisowania systemu. Informacje dziennika należy rejestrować co miesiąc.

Ze względu na możliwość awarii oświetlenia podstawowego w krótkim czasie po testowaniu systemu oświetlenia awaryjnego, testy, które wymagają pełnego czasu trwania, powinny być podejmowane w okresach gdy obiekt jest najmniej użytkowany, oraz gdy ewentualny zanik oświetlenia nie doprowadzi do szkód. Np. dla biurowców dogodnym terminem jest pora dzienna soboty lub niedzieli gdy w obiekcie przebywa dużo mniej osób niż w ciągu tygodnia.

W obiekcie wyposażonym w oświetlenie awaryjne należy przeprowadzać testy, a ich wyniki rejestrować w dzienniku:

- test codzienny:
  - w systemach z zasilaniem centralnym należy sprawdzić czy system pracuje bezbłędnie,
- test comiesięczny:
  - włączyć każdą oprawę oświetlenia awaryjnego i każdy znak ewakuacyjny oświetlony wewnętrznie poprzez symulację uszkodzenia zasilania podstawowego tak, by upewnić się, że każda lampa świeci prawidłowo,
  - po przywróceniu zasilania oświetlenia podstawowego należy sprawdzić lampki kontrolne każdej lampy by upewnić się, że wskazują one na przywrócenie zasilania. W przypadku systemów centralnych akumulatorów dodatkowo należy sprawdzić prawidłowość działania systemu monitorowania,
- test coroczny:
  - należy przeprowadzać test comiesięczny oraz następujące dodatkowe testy:
  - każdą oprawę oświetleniową i znak oświetlony wewnętrznie należy testować przez czas zgodny z zaprojektowanym minimalnym czasem, jednakże w przypadku pełnego znamionowego czasu trwania – zgodnie z informacją producenta opraw,
  - należy również sprawdzić poprawność działania układu ładowania,
  - w dzienniku należy zapisać datę testu i jego wyniki.

Dla automatycznych urządzeń testujących należy rejestrować wyniki pełnych znamionowych testów czasu trwania.

Należy zawsze pamiętać, że proces projektowania oświetlenia awaryjnego jest procesem wielowątkowym. Projektant musi ze sobą połączyć wymagania techniczne zawarte w różnych normach i rozporządzeniach, ograniczenia architektoniczne i estetyczne niekiedy wymagające skomplikowanych rozwiązań, a na końcu musi pamiętać o tym, by zapewnić osobom ewakuowanym **skuteczną** ewakuację.

Fot. JT

Fot. 4. Przykład oprawy awaryjnej z widoczną kontrolką stanu

literatura do artykułu na elektro.info.pl

abstract

Emergency lighting in the light of the requirements of the standard PN-EN 50172:2005 Emergency escape lighting systems

The article describes the requirements for emergency lighting of workplaces in public buildings and in generally accessible corridors and roads within multi-storey residential houses as presented in PN-EN 50172: 2005 Emergency lighting systems. The article describes the tasks of evacuation lighting, lighting requirements for emergency exits and general rules for the placement of escape signs. It gives us information on building requirements for emergency lighting documentation also requirements and methods of testing and recording test results. The article also discusses ambiguities regarding the application of the PN-EN 1838 standard.

ELEKTRO•INFO

Specjaliści dla specjalistów

Niewyczerpane źródło fachowej wiedzy na temat zagadnień związanych z elektrotechniką i elektroenergetyką

elektro.info.pl

GROMADZIMY

TWORZYMY

DOSTARCZAMY

rzetelne informacje

Wydawca: **GRUPA MEDIUM Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp. k.,** ul. Karczewska 18, 04-112 Warszawa, tel. 22 810 65 61, faks 22 810 27 42

oświetlenie awaryjne w świetle normy PN-EN 60598-2-22:2015-01 P

klasyfikacja opraw i wybrane badania (część 1)

mgr inż. Karol Kuczyński

Wymagania stawiane instalacjom oświetlenia awaryjnego precyzuje Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tekst jednolity DzU z 2015 r., poz. 1422). Zgodnie z § 181 ust. 7 oraz załącznikiem nr 1 do rozporządzenia oprawy oświetleniowe oraz instalacje oświetlenia awaryjnego należy konstruować i wykonywać zgodnie z Polskimi Normami [1, 2], tj. PN-EN 1838:2005 P *Zastosowania oświetlenia. Oświetlenie awaryjne, PN-EN 50172:2005 P *Systemy awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego*, PN-IEC 60364-5-56:1999 P zastąpionej PN-HD 60364-5-56:2010P *Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Instalacje bezpieczeństwa.***

W normie PN-EN 1838:2005 P podano postanowienia dotyczące oświetlenia dróg ewakuacyjnych i znaków bezpieczeństwa w miejscach lub obiektach, gdzie takie systemy są wymagane. Określono minimalne postanowienia dla tego rodzaju oświetlenia awaryjnego stosownie do wielkości, typu i przeznaczenia budynku. Postanowienia tej normy odnoszą się do awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego we wszystkich miejscach pracy i budynkach użyteczności publicznej oraz do ogólnie dostępnych dróg w wysokich i wysokościowych budynkach mieszkalnych. Postanowienia dotyczą także oświetlenia zapasowego stosowanego jako awaryjne oświetlenie ewakuacyjne [2, 4].

Norma PN-EN 50172:2005 P zawiera wytyczne dotyczące oświetlenia dróg ewakuacyjnych i znaków bezpieczeństwa w przypadku, gdy zawiedzie normalne zasilanie. Zawiera minimalne wymagania dla tego rodzaju oświetlenia awaryjnego stosownie do wielkości, typu i przeznaczenia budynku. Postanowienia normy odnoszą się do awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego we wszystkich miejscach pracy oraz budynkach otwartych dla publiczności, a także do ogólnie dostępnych dróg w wielopiętrowych budynkach mieszkalnych. Odnosi się to również do oświetlenia zapasowego stosowanego jako awaryjne oświetlenie ewakuacyjne [2, 5].

Norma PN-EN 50172 nie precyzuje wymagań dotyczących testów automatycznych, lecz stwierdza „Automatyczne systemy testowania oświetlenia awaryjnego powinny być projektowane, konstruowane i instalowane zgodnie z wymaganiami krajowych norm i przepisów" [5]. Wynika stąd konieczność stosowania polskich norm, w tym normy PN-EN 60598-2-22:2015 P *Oprawy oświetleniowe. Część 2-22: Wymagania szczegółowe. Oprawy oświetleniowe do oświetlenia awaryjnego*

norma PN-EN 60598-2-22:2015-01 P

Norma PN-EN 60598-2-22:2015-01 P opisuje wymagania dotyczące opraw oświetleniowych do oświetlenia awaryjnego, z lampami elektrycznymi zasilanymi z awaryjnych źródeł zasilania o napięciu nieprzekraczającym 1000 V. Norma nie obejmuje skutków nieawaryjnego obniżenia napięcia w oprawach oświetleniowych z wysokoprężnymi lampami wyładowczymi. W normie podano ogólne wymagania dla urządzeń do oświetlenia awaryjnego. W niniejszej części nadal używa się terminu „lampa", który obejmuje także „źródło(-a) światła" w stosownych przypadkach.

Norma PN-EN 60598-2-22:2015-01 P podaje definicje różnych typów opraw oświetlenia awaryjnego [3]:

- **oprawa awaryjna zasilana ciągle** – oprawa oświetleniowa, w której lampy oświetlenia awaryjnego są zasilane przez cały czas gdy wymagane jest stosowanie oświetlenia podstawowego lub awaryjnego,
- **oprawa awaryjna zasilana nieciągle** – oprawa oświetleniowa, w której lampy oświetlenia awaryjnego są zasilane tylko podczas awarii zasilania oświetlenia podstawowego,
- **oprawa awaryjna zespolona –** oprawa oświetleniowa zawierająca dwa źródła światła lub więcej, z których co najmniej jedno jest zasilane ze źródła zasilania awaryjnego, a pozostałe ze źródła oświetlenia podstawowego. Oprawa awaryjna zespolona może być zasilana ciągle lub nieciągle.
- **oprawa awaryjna z własnym zasilaniem** – oprawa oświetleniowa zasilana ciągle lub nieciągle, której wszystkie elementy, takie jak akumulator, źródło światła, moduł sterujący oraz urządzenia testujące i monitorujące, jeśli występują, znajdują się wewnątrz oprawy oświetleniowej lub w jej bezpośrednim sąsiedztwie (to jest w odległości do 1 m długości przewodu elektrycznego),
- **oprawa awaryjna zasilana centralnie** – oprawa oświetleniowa zasilana ciągle lub nieciągle z centralnego awaryjnego źródła zasilania znajdującego się poza oprawą,
- **oprawa awaryjna z własnym zasilaniem, sprzężona** – oprawa awaryjna z własnym zasilaniem zasilana ciągle lub nieciągle, a także zapewniająca zasilanie awaryjne oprawie peryferyjnej,
- **oprawa awaryjna peryferyjna** – oprawa oświetleniowa zasilana ciągle lub nieciągłe, której zasilanie awaryjne pochodzi z powiązanej oprawy awaryjnej z własnym zasilaniem, sprzężonej,
- **przenośna oprawa awaryjna z własnym zasilaniem** – przenośna oprawa oświetleniowa zapewniająca oświetlenie awaryjne, której wszystkie elementy, takie jak akumulator, źródło(-a) światła, moduł sterujący, przełącznik manualny do włączania lub wyłączania jednej lampy lub większej liczby lamp, a także urządzenia testujące i monitorujące, jeśli występują, znajdują się wewnątrz oprawy oświetleniowej, która może być odłączona od jej modułu bazowego do wykorzystania w trybie awaryjnym,
- **znak bezpieczeństwa podświetlony wewnętrznie** – oprawa awaryjna z własnym zasilaniem lub zasilana centralnie przewidziana do przekazywania określonego komunikatu dotyczącego bezpieczeństwa uzyskiwanego przez kombinację barw i kształtów geometrycznych – szczegóły podane są w ISO 3864-1 i ISO 3864-4.
- **oprawa awaryjna montowana na oświetleniowym systemie szynoprzewodowym** – oprawa oświetlenia awaryjnego zaprojektowana specjalnie do stosowania w systemach szynoprzewodów opraw oświetleniowych,
- **zdalna skrzynka awaryjna** – skrzynka spełniająca te same wymagania co oprawy awaryjne. Jej celem jest, aby zawierała każdy z komponentów, np. akumulator, urządzenie sterujące itp., które nie będą zamontowane w oprawie awaryjnej.

Dodatkowo zdefiniowanych jest szereg parametrów [3], w tym:

- **tryb zdalnej blokady** – stan oprawy awaryjnej z własnym zasilaniem, w którym podczas obecności zasilania podstawowego jest ona zablokowana przez zdalne urządzenie i w którym, w przypadku awarii zasilania podstawowego, oprawa oświetleniowa nie przełącza się na tryb awaryjny
- **praktyczny awaryjny strumień lampy (PELF)** – minimalny strumień świetlny lampy zaobserwowany podczas znamionowego czasu trwania trybu awaryjnego.

$$PELF = LDL \times EBLF$$

gdzie LDL jest znamionowym strumieniem świetlnym źródła światła i dla wyładowczych źródeł światła jest traktowany jako liczba lumenów przy początkowych obliczeniach oświetlenia po 100 h.

- **współczynnik awaryjnego strumienia świetlnego (EBLF)** – stosunek awaryjnego strumienia świetlnego lampy zasilanej przez urządzenie awaryjne do strumienia świetlnego z tej samej lampy pracującej z odpowiednim statecznikiem odniesienia przy napięciu znamionowym i częstotliwości znamionowej. Współczynnik awaryjnego strumienia świetlnego jest najmniejszą wartością spośród wartości mierzonych w sposób ciągły, w czasie od wystąpienia awarii zasilania podstawowego aż do końca znamionowego czasu pracy awaryjnej.

wymagania ogólne dotyczące badań

Norma PN-EN 60598-2-22:2015-01 P [3] odwołuje się do postanowień IEC 60598-1 w dziale 0. Badania opisane w każdym odpowiednim dziale IEC 60598-1 powinny być przeprowadzane w kolejności podanej w części IEC 60598-2. Gdy oprawy awaryjne zespolone są badane zgodnie z wymaganiami niniejszej części normy, badania powinny obejmować te części oprawy oświetleniowej, które są związane z zapewnieniem oświetlenia awaryjnego, przy czym bierze się pod uwagę wpływ wszystkich innych części i komponentów oprawy. Komponenty i części opraw zaprojektowane do wytwarzania tylko oświetlenia podstawowego należy poddać badaniom zgodnie z wymaganiami odpowiedniej części IEC 60598-2 (na przykład, jeśli oprawa oświetleniowa jest wbudowywana, to należy ją badać zgodnie z wymaganiami części dotyczącej opraw wbudowywanych). Jeśli niektóre elementy oprawy awaryjnej sąsiadują z główną częścią oprawy (w promieniu 1 m długości kabla), to wszystkie elementy oprawy, łącznie ze środkami wzajemnych połączeń, powinny spełniać odpowiednie wymagania niniejszego dokumentu.

Dodatkowe wymagania dotyczące przenośnych opraw awaryjnych z własnym zasilaniem podane są w załączniku normatywnym E.

Podczas projektowania systemu instalacji oświetlenia awaryjnego zaleca się stosować współczynniki zmniejszające dane znamionowe, odpowiednie dla zastosowania. Współczynniki te są zazwyczaj określone przez odpowiednią normę dotyczącą danego zastosowania.

W odniesieniu do danych fotometrycznych producent powinien udostępnić dane dotyczące przestrzennego rozsyłu światłości niezbędne do obliczania instalacji oświetlenia awaryjnego zgodnie z ISO 30061. Dane rozsyłu światłości w trybie awaryjnym mogą być podane w kandelach lub w wartościach względnych cd/1000 lm. Jeżeli wartości są deklarowane w kandelach, producent powinien podać znamionowy strumień świetlny oprawy awaryjnej pochodzący z tabeli rozsyłu światłości. Jeżeli wartości są zadeklarowane w cd/1000 lm, producent powinien również podać praktyczny awaryjny strumień lampy. Jeżeli nie określono inaczej, praktyczny awaryjny strumień lampy PELF jest znamionowym strumieniem świetlnym lampy pomnożonym przez EBLF skojarzonego statecznika awaryjnego.

Oprawy awaryjne, podczas pracy w trybie awaryjnym powinny zapewniać co najmniej 50% poziomu deklarowanych przez producenta danych fotometrycznych w czasie 5 s po awarii zasilania podstawowego i pełne znamionowe wartości fotometryczne po 60 s oraz utrzymywać je nieprzerwanie do końca znamionowego czasu pracy awaryjnej. Oprawy awaryjne przeznaczone do oświetlenia stref wysokiego ryzyka powinny zapewniać 100% zadeklarowanych danych fotometrycznych w czasie 0,5 s po awarii zasilania podstawowego i utrzymywać je nieprzerwanie do końca znamionowego czasu pracy awaryjnej. Zgodność sprawdza się przez pomiar, uwzględniając niezbędne obliczenia tam, gdzie jest to wymagane, oraz następujące warunki badania:

1) dla opraw oświetleniowych z własnym zasilaniem w trybie awaryjnym podczas pracy z wewnętrznych akumulatorów po ich ładowaniu 24 h przy wartości 0,9 minimalnego napięcia znamionowego;

2) dla opraw zasilanych centralnie pomiary dla 5 s i 60 s powin-

streszczenie

Artykuł przybliża wybrane wymagania dla oświetlenia awaryjnego, które znajdują się w normie PN-EN 60598-2-22:2015-01 P.

*) Dostępna jest norma PN-EN 1838:2013-11 wersja angielska, która zastępuje normę PN-EN 1838:2005P. Zgodnie z Ustawą o normalizacji nie jest przeznaczona do obowiązkowego stosowania. W przepisach prawnych, w tym w rozporządzeniach, może być przywołana wyłącznie norma opublikowana w języku polskim, która w takim przypadku staje się normą do obowiązkowego stosowania.

ny być wykonane przy maksymalnym napięciu zasilającym i wszystkie inne pomiary przy wartości 0,9 minimalnego znamionowego napięcia zasilającego, po osiągnięciu stabilnych warunków fotometrycznych. Pomiary dla opraw awaryjnych z własnym zasilaniem i opraw awaryjnych zasilanych centralnie powinny zostać przeprowadzone z użyciem nowych lamp, poddanych starzeniu zgodnie z odpowiednią normą dotyczącą lamp w odniesieniu do pomiarów początkowego strumienia świetlnego. Pomiary fotometryczne należy wykonać zgodnie z wymaganiami CIE 121 SP1, biorąc pod uwagę określony rodzaj źródła światła oprawy.

pomiary luminancji

Zgodnie z normatywnym załącznikiem C normy PN-EN 60598-2-22:2015-01 P [3] luminancje są mierzone w kierunku prostopadłym do powierzchni na polu o średnicy 10 mm dla każdej barwnej powierzchni znaku. Minimalna i maksymalna luminancja jest mierzona na powierzchniach, dla każdej barwy barwnego tła jest wyłączona z pomiarów zewnętrzna krawędź o szerokości 10 mm. Aby określić stosunek luminancji dwóch sąsiadujących barw, pomiary luminancji należy wykonywać w odległości 15 mm od granicy przylegania dwóch barw i po obu stronach tej granicy. Jeżeli średnica barwnego obszaru jest mniejsza niż 30 mm, średnica plamy świetlnej powinna być zmniejszona proporcjonalnie. Rozmiar plamy świetlnej powinien być dobrany do wybranego obszaru i pomiar powinien być wykonywany z jednym rozmiarem plamy świetlnej/szerokością od granicy obszaru do krawędzi plamy.

Wszystkie pomiary natężenia oświetlenia i wszystkie pomiary fotometryczne należy wykonać miernikami skorygowanymi do fotopowej czułości V_λ. Pomiary powinny być przeprowadzone zgodnie z załącznikiem C normy ISO 3864-4:2011. Przez cały czas mierzone wartości nie powinny być mniejsze niż wartości określone w niniejszej normie.

klasyfikacja opraw oświetleniowych

Oprawy awaryjne powinny być klasyfikowane zgodnie z działem 2 normy IEC 60598-1, z takim wyjątkiem, że wszystkie oprawy awaryjne powinny być klasyfikowane jako odpowiednie do bezpośredniego montażu na powierzchniach normalnie palnych. Oprawy awaryjne powinny być również klasyfikowane zgodnie z załącznikiem normatywnym B normy PN-EN 60598-2-22:2015-01 P [3].

Forma oznaczenia opraw oświetlenia awaryjnego jest następująca:

a)	b)	c)	d)

Segmenty i pozycje powinny być wypełnione literami i cyframi wskazującymi konstrukcje zgodnie z przeznaczeniem, jak określono w poniższym wykazie:

a) pierwszy segment zawierający jeden znak: Typ:
   X – z własnym zasilaniem,
   Z – zasilana centralnie.
b) drugi segment zawierający jedną cyfrę: Tryb pracy:
   0 – zasilana nieciągle,
   1 – zasilana ciągle,
   2 – zespolona zasilana nieciągle,
   3 – zespolona zasilana ciągle,
   4 – sprzężona zasilana nieciągle,
   5 – sprzężona zasilana ciągle,
   6 – peryferyjna.
c) trzeci segment zawierający możliwych pięć znaków dotyczących urządzenia. Do uzupełnienia tam, gdzie ma to zastosowanie w czasie instalacji.
   A – zawiera urządzenie testujące,
   B – zawiera zdalny tryb spoczynkowy,
   C – zawiera tryb blokady,
   D – oprawa oświetleniowa do stref wysokiego ryzyka,
   E – z niewymienialną(-ymi) lampą(-ami) i/lub akumulatorem,
   F – urządzenie automatycznego testowania zgodne z IEC 61347-2-7, oznaczane EL-T,
   G – wewnętrznie podświetlany znak bezpieczeństwa.
d) czwarty segment zawierający do trzech cyfr: Dla opraw z własnym zasilaniem, aby wskazać minimalny czas pracy awaryjnej, wyrażony w minutach, np.:
   10 – aby wskazać czas 10 min,
   60 – aby wskazać czas 1 h,
   120 – aby wskazać czas 2 h,
   180 – aby wskazać czas 3 h.

W odniesieniu do szczegółowych wymagań dotyczących cechowania opraw norma PN-EN 60598-2-22:2015-01 P odnosi się do postanowień działu 3 normy IEC 60598-1 oraz zawiera 20 wymagań, które będą tematem kolejnego artykułu.

podsumowanie

Artykuł przybliża tylko kilka wymagań, które znajdują się w normie PN-EN 60598-2-22:2015-01 P. Zgodnie z informacyjnym załącznikiem D do normy PN-EN 60598-2-22:2015-01 P zaleca się, aby zabezpieczenie przed przerwaniem oprzewodowania zdalnego sterowania było zapewnione przez właściwą instalację zgodnie z odpowiednimi zasadami jej prowadzenia zawartych w normie IEC 60364-5-56 dotyczącej instalacji bezpieczeństwa. Zaleca się, aby obwody instalacji bezpieczeństwa były niezależne od innych obwodów. Oznacza to, że uszkodzenie elektryczne lub jakakolwiek interwencja lub modyfikacja w jednym systemie nie zakłócą prawidłowego działania żadnego z innych obwodów. Może okazać się konieczna separacja obwodów za pomocą przegród ognioodpornych, poprowadzenia ich różnymi drogami lub zastosowaniem specjalnych obudów. Dodatkowo zaleca się, aby obwody instalacji bezpieczeństwa nie przechodziły przez miejsca narażone na ryzyko pożaru, jeśli nie są one ognioodporne. Zaleca się, aby w żadnym przypadku obwody nie przechodziły przez strefy narażone na ryzyko wybuchu.

Warto także zwrócić uwagę na kwestie obiektów inżynierskich, w tym tuneli pod kątem zastosowania oświetlenia awaryjnego. W Rozporządzeniu Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 16 maja 2012 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (DzU z 2012 r. poz. 608) wprowadzono § 287a stwierdzający, że tunel, który wymaga zastosowania oświetlenia sztucznego, powinien być również wyposażony w:

1) awaryjne oświetlenie zapasowe zapewniające użytkownikom tunelu minimalną widoczność niezbędną do opuszczenia tunelu w ich pojazdach w przypadku awarii zasilania podstawowego,

2) awaryjne oświetlenie ewakuacyjne, takie jak lampy oblicowania ścian tunelu, umieszczone na wysokości nie większej niż 1,5 m, prowadzące w sytuacji zagrożenia poruszających się pieszo użytkowników tunelu do wyjść awaryjnych.

literatura

1. J. Wiatr, Oświetlenie awaryjne w budynkach – wymagania i zasady zasilania. Zeszyty dla elektryków – nr 2. wyd. 2, Dom Wydawniczy Medium, Warszawa 2012.
2. K. Kuczyński, Oświetlenie awaryjne – wymagania przy „modernizacji", „elektro.info" 10/2017 r.
3. Norma PN-EN 60598-2-22:2015-01 P
4. Norma PN-EN 1838:2005 P
5. Norma PN-EN 50172:2005 P

abstract

Emergency lighting in the standard PN-EN 60598-2-22: 2015-01 P – classification of luminaires and selected tests. 1
The article gives an overview of the requirements for emergency lighting that are included in PN-EN 60598-2-22: 2015-01 P.

W naszej księgarni znajdziecie Państwo książki z dziedziny:

.e .i .b
elektrotechnika
instalacje
budownictwo

- budownictwa
- chłodnictwa
- ciepłownictwa i ogrzewnictwa
- gazownictwa
- instalacji sanitarnych
- ochrony środowiska
- wentylacji i klimatyzacji
- instalacji elektrycznych
- informatyki
- oraz programy, słowniki, poradniki

ksiegarniatechniczna.com.pl

Księgarnia Techniczna
Grupa MEDIUM
ul. Karczewska 18
04-112 Warszawa
tel.: 22 810 21 24
faks 22 810 27 42
e-mail: eib@ksiegarniatechniczna.com.pl
www.ksiegarniatechniczna.com.pl

oświetlenie awaryjne w świetle normy PN-EN 60598-2-22:2015-01 P

cechowanie opraw i wybrane badania (część 2)

mgr inż. Karol Kuczyński

Wymagania stawiane instalacjom oświetlenia awaryjnego precyzuje Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tekst jednolity DzU z 2015 r., poz. 1422 z późn. zm.). Z dniem 1 stycznia 2018 r. zacznie obowiązywać Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 14 listopada 2017 r., zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU z 2017 r., poz. 2285), w którym postanowienia § 181 nie uległy zmianie. Zgodnie z § 181 ust. 1 [1] budynek, w którym zanik napięcia w elektroenergetycznej sieci zasilającej może spowodować zagrożenie życia lub zdrowia ludzi oraz poważne zagrożenie środowiska, a także znaczne straty materialne, należy zasilać co najmniej z dwóch niezależnych, samoczynnie załączających się źródeł energii elektrycznej. Dodatkowo należy wyposażać je w samoczynnie załączające się oświetlenie awaryjne (zapasowe lub ewakuacyjne).

Zgodnie z § 181 ust. 2 [1] awaryjne oświetlenie zapasowe należy stosować w pomieszczeniach, w których po zaniku oświetlenia podstawowego istnieje konieczność kontynuowania czynności w niezmieniony sposób lub ich bezpiecznego zakończenia, przy czym czas działania tego oświetlenia powinien być dostosowany do uwarunkowań wynikających z wykonywanych czynności oraz warunków występujących w pomieszczeniu.

streszczenie

Artykuł przybliża wybrane wymagania dla oświetlenia awaryjnego, które znajdują się w normie PN-EN 60598-2-22:2015-01 P.

Awaryjne oświetlenie ewakuacyjne należy stosować w pomieszczeniach (§ 181 ust. 3 pkt 1 [1]):

- widowni kin, teatrów i filharmonii oraz innych sal widowiskowych,
- audytoriów, sal konferencyjnych, czytelni, lokali rozrywkowych oraz sal sportowych, przeznaczonych dla ponad 200 osób,
- wystawowych w muzeach,
- o powierzchni netto ponad 1000 m² w garażach oświetlonych wyłącznie światłem sztucznym,
- o powierzchni netto ponad 2000 m² w budynkach użyteczności publicznej, budynkach zamieszkania zbiorowego oraz w budynkach produkcyjnych i magazynowych.

Dotyczy to również dróg ewakuacyjnych (§ 181 ust. 3 pkt 2 [1]):

- z pomieszczeń wymienionych powyżej,
- oświetlonych wyłącznie światłem sztucznym,
- w szpitalach i innych budynkach przeznaczonych przede wszystkim do użytku osób o ograniczonej zdolności poruszania się,
- w wysokich i wysokościowych budynkach użyteczności publicznej i zamieszkania zbiorowego.

Awaryjne oświetlenie ewakuacyjne powinno działać przez co najmniej 1 godzinę od zaniku oświetlenia podstawowego (§ 181 ust. 5). Nie jest ono wymagane w pomieszczeniach, w których awaryjne oświetlenie zapasowe zapewnia oświetlenie przez co najmniej 1 godzinę od zaniku oświetlenia podstawowego (§ 181 ust. 4). Natomiast w pomieszczeniu, które jest użytkowane przy wyłączonym oświetleniu podstawowym, należy stosować oświetlenie dodatkowe, zasilane napięciem nieprzekraczającym napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale, służące uwidocznieniu przeszkód wynikających z układu budynku, dróg komunikacji ogólnej lub sposobu jego użytkowania, a także podświetlane znaki wskazujące kierunki ewakuacji (§ 181 ust. 6).

Zgodnie z § 181 ust. 7 wraz z załącznikiem, oprawy oświetleniowe oraz instalacje oświetlenia awaryjnego należy konstruować i wykonywać zgodnie z Polskimi Normami, tj. PN-EN 1838:2005 P *Zastosowania oświetlenia. Oświetlenie awaryjne*, PN-EN 50172:2005 P *Systemy awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego*, PN-IEC 60364-5-56:1999 P zastąpionej PN-HD 60364-5-56:2010 P *Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Instalacje bezpieczeństwa* – choć w DzU z 2017 r., poz. 2285, jest wskazana PN-IEC 60364-5-56:2010.

W postanowieniach ogólnych norma PN-EN 1838:2005 P wskazuje, że w celu zapewnienia właściwej widzialności umożliwiającej ewakuację wymaga się, aby były oświetlone strefy przestrzeni. Z wymagania tego wynika wskazanie umieszczania opraw oświetleniowych co najmniej 2 m nad podłogą. Znaki przy wszystkich wyjściach awaryjnych i wzdłuż dróg ewakuacyjnych powinny być tak oświetlone, aby jednoznacznie wskazywały drogę ewakuacji do bezpiecznego miejsca. Gdy nie jest możliwe bezpośrednie dostrzeżenie wyjścia awaryjnego, to w celu jego wskazania powinien być umieszczony oświetlony znak kierunkowy (lub szereg znaków).

W celu zapewnienia odpowiedniego natężenia oświetlenia, oprawy oświetleniowe do oświetlenia ewakuacyjnego, zgodne z EN 60598-2-22, powinny być usytuowane w pobliżu (w obrębie 2 m mierzonych w poziomie) każdych drzwi wyjściowych oraz w takich miejscach, gdy to konieczne, aby zwrócić uwagę na potencjalne niebezpieczeństwo lub umieszczony sprzęt bezpieczeństwa. Zatem oprawy powinny być umieszczane:

- przy każdych drzwiach wyjściowych przeznaczonych do wyjścia ewakuacyjnego,
- w obrębie 2 m mierzonych w poziomie schodów, tak by każdy stopień był oświetlony bezpośrednio,
- w obrębie 2 m mierzonych w poziomie każdej zmiany poziomu,
- obowiązkowo przy wyjściach ewakuacyjnych i znakach bezpieczeństwa,
- przy każdej zmianie kierunku,
- przy każdym skrzyżowaniu korytarzy,
- na zewnątrz i w pobliżu każdego wyjścia końcowego,
- w obrębie 2 m mierzonych w poziomie każdego punktu pierwszej pomocy,
- w obrębie 2 m mierzonych w poziomie każdego urządzenia przeciwpożarowego i przycisku alarmowego.

Jeśli punkty pierwszej pomocy lub urządzenia przeciwpożarowe i przyciski alarmowe nie znajdują się na drodze ewakuacyjnej ani w strefie otwartej, to powinny one być tak oświetlone, aby natężenie oświetlenia na podłodze w ich pobliżu wynosiło co najmniej 5 lx.

Wynika stąd konieczność stosowania polskich norm, w tym normy PN-EN 60598-2-22:2015 P *Oprawy oświetleniowe. Część 2-22: Wymagania szczegółowe. Oprawy oświetleniowe do oświetlenia awaryjnego.*

Fot. 1. Przykład oprawy awaryjnej z piktogramem

cechowanie opraw oświetleniowych wg PN-EN 60598-2-22:2015-01 P

Norma PN-EN 60598-2-22:2015-01 P opisuje wymagania dotyczące opraw oświetleniowych do oświetlenia awaryjnego, z lampami elektrycznymi zasilanymi ze źródeł zasilania awaryjnego o napięciu nieprzekraczającym 1000 V. W normie podano ogólne wymagania dla urządzeń do oświetlenia awaryjnego. W niniejszej części ww. normy nadal używa się terminu „lampa", który obejmuje także „źródło(-a) światła" w stosownych przypadkach.

Zgodnie z PN-EN 60598-2-22:2015-01 P [5] oprawy awaryjne powinny być oznaczane (cechowane) według postanowień IEC 60598-1, Dział 3, łącznie z poniższymi wymaganiami. Oprawy oświetleniowe powinny być czytelnie cechowane z podaniem znamionowego napięcia zasilania lub zakresem(-ami) znamionowego napięcia zasilania. Oprawy oświetleniowe powinny być czytelnie cechowane szczegółowymi informacjami o ich klasyfikacji, zgodnie z normatywnym załącznikiem B normy PN-EN 60598-2-22:2015-01P [3]. Wszystkie te informacje powinny znajdować się w miejscu widocznym po zainstalowaniu oprawy oświetleniowej. Natomiast w przypadku oprawy oświetleniowej z wymienialnymi lampami (źródłami światła) powinny być czytelnie cechowane szczegółowymi informacjami o właściwej lampie zamiennej (źródle zamiennym), w miejscu widocznym podczas jej wymiany. Gwarantuje to, że znamionowy strumień świetlny opraw awaryjnych może być osiągnięty. Informacje dotyczące prawidłowej lampy zamiennej (źródła zamiennego) mogą obejmować: numer, typ, napięcie znamionowe, moc znamionową itp.

Tam, gdzie to uzasadnione, dodatkowo do oznakowania t_a, w oznakowaniu lub w ulotce informacyjnej dołączonej do oprawy oświetleniowej, powinien być podany zakres temperatury otoczenia.

Oprawy awaryjne, w których zastosowano wymienialne bezpieczniki i/lub wymienialne lampki kontrolne, powinny być oznaczane (w sposób widoczny podczas konserwacji) ze szczegółowymi informacjami o danych tych bezpieczników i/lub lampek kontrolnych. W przypadku testowania ręcznego, urządzenia testujące stosowane do symulacji awarii zasilania podstawowego, tam, gdzie ma to zastosowanie, powinny być czytelnie oznakowane w taki sposób, aby oznakowanie było widoczne podczas kontroli rutynowej.

Oprawy awaryjne z własnym zasilaniem powinny być czytelnie cechowane informacjami niezbędnymi do prawidłowej wymiany akumulatora (powinny być widoczne podczas konserwacji), obejmującymi technologię akumulatora (np. NiMH), napięcie znamionowe, pojemność, zakres temperatur, klasyfikację temperaturową i system ładowania. Natomiast oprawy zawierające niewymienialny(-e) akumulator(-y) powinny być oznaczane w taki sposób, aby informacje mogły być widoczne po zainstalowaniu oprawy oświetleniowej, w celu wskazania, że akumulator jest niewymienialny.

W ulotce informacyjnej dołączonej do oprawy oświetleniowej producent powinien określić, czy źródła światła lub akumulator są niewymienialne. Akumulatory w oprawach awaryjnych z własnym zasilaniem powinny być cechowane przez podanie roku i miesiąca lub roku i tygodnia produkcji. W oprawach awaryjnych z własnym zasilaniem z wymienialnymi akumulatorami należy pozostawić miejsce na etykiecie akumulatora w celu umożliwienia oznakowania, przez instalatora lub technika odbierającego, daty włączenia akumulatora do eksploatacji. W przypadku opraw oświetleniowych z niewymienialnymi akumulatorami na akumulatorze lub na etykiecie akumulatora należy przewidzieć miejsce do oznakowania datą włączenia do eksploatacji, w celu przestrzegania podczas konserwacji.

Oprawy awaryjne zespolone (oprawa oświetleniowa zawierająca dwa źródła światła lub więcej, z których co najmniej jedno jest zasilane ze źródła zasilania awaryjnego, a pozostałe ze źródła oświetlenia podstawowego) powinny być cechowane (w sposób widoczny podczas konserwacji) szczegółowymi informacjami dotyczącymi właściwych lamp zamiennych dla wszystkich lamp. Jeżeli lampy użyte w obwodzie awaryjnym i obwodzie zasilania podstawowego różnią się, to ich typy powinny być łatwo identyfikowalne. Oprawki do lamp oświetlenia awaryjnego w oprawach zespolonych powinny być wyróżnione zieloną kropką, o średnicy co najmniej 5 mm, która powinna być widoczna podczas wymiany lampy.

Dla opraw wbudowywanych informacje dotyczące elementów, które podlegają konserwacji mogą być umieszczone wewnątrz oprawy, tak aby mogły być widoczne po odjęciu elementu optycznego.

W ulotce informacyjnej dołączonej do oprawy awaryjnej z własnym zasilaniem producent powinien zamieścić informację o konieczności wymiany akumulatora lub całej oprawy (jeśli ma niewymienialną(-e) lampę(-y) i/lub akumulator), gdy

oprawa nie utrzymuje już swojego znamionowego czasu pracy po odpowiednim okresie ładowania.

W ulotce informacyjnej dołączonej do oprawy oświetleniowej producent powinien podać szczegółowe informacje o urządzeniach testujących umieszczonych w oprawie lub stosowne instrukcje, jeżeli urządzenia testujące są dostarczane oddzielnie. Instrukcje powinny zawierać szczegóły procedur testujących.

W ulotce informacyjnej dołączonej do oprawy oświetleniowej producent powinien podać szczegółowe informacje o przewodach łączeniowych, które mogą być użyte pomiędzy oprawą z własnym zasilaniem, sprzężoną (oprawa awaryjna z własnym zasilaniem zasilana ciągle lub nieciągłe, a także zapewniająca zasilanie awaryjne oprawie peryferyjnej) a połączoną z nią oprawą awaryjną peryferyjną (oprawa oświetleniowa zasilana ciągle lub nieciągłe, której zasilanie awaryjne pochodzi z powiązanej oprawy awaryjnej z własnym zasilaniem, sprzężonej). Powinna być określona maksymalna długość przewodów ograniczająca spadek napięcia do 3%.

W ulotce informacyjnej dołączonej do opraw awaryjnych z własnym zasilaniem producent powinien podać szczegółowe informacje o każdym urządzeniu, które zmienia tryb pracy. Producent powinien udostępnić dane fotometryczne opisane w artykule [3]. Procedura normalnego przygotowania oprawy oświetleniowej do użytkowania powinna być podana w instrukcjach instalacji producenta.

Instrukcje montażu opraw oświetleniowych przeznaczonych do połączeń typu zewnętrzna wtyczka i gniazdo wtyczkowe, bez zabezpieczeń zapobiegających przypadkowemu rozłączeniu, powinny być dostarczane wraz z ostrzeżeniem: „Oprawa ta przeznaczona jest wyłącznie do montażu w miejscach, gdzie wtyczka i gniazdo wtyczkowe są chronione przed niekontrolowanym rozłączeniem".

Oprawy awaryjne montowane na oświetleniowych systemach szynoprzewodowych powinny być oznaczane w taki sposób, aby informacje mogły być widoczne po zainstalowaniu oprawy oświetleniowej i wskazywały, że są to oprawy awaryjne i nie powinny być regulowane przez osoby nieupoważnione. W ulotce informacyjnej dołączonej do regulowanej oprawy awaryjnej montowanej na oświetleniowym systemie szynoprzewodowym producent powinien dostarczyć dane fotometryczne.

odporność na ciepło, ogień i prądy pełzające

Zgodnie z PN-EN 60598-2-22:2015-01 P [5] należy stosować postanowienia IEC 60598-1, Dział 13, łącznie z poniższymi wymaganiami. W przypadku opraw awaryjnych zawierających akumulator, każda część lub komponent oprawy, która może się przemieścić i zetknąć z akumulatorem, lub wyprowadzenia z ładowarki do akumulatora, lub obwód ładowania, powinny przejść z wynikiem pozytywnym próbę rozżarzonym drutem według IEC 60598-1 rozdział 13.3.2 w temperaturze probierczej wynoszącej 850°C. Nie wymaga się poddawania tej próbie w 850°C innych części oprawy, które nie spełniają funkcji ochronnej. Tam, gdzie ruchoma skrzynka sterująca w odległości 1 m nie zawiera akumulatorów ani przewodów ładowania, nie jest wymagany specjalny przewód. Nie wymaga się poddawania tej próbie w 850°C innych części oprawy, które nie spełniają funkcji ochronnej. Tam, gdzie ruchoma skrzynka sterująca w odległości 1 m nie zawiera akumulatorów ani przewodów ładowania, nie jest wymagany specjalny przewód. Zaleca się, aby w przypadku zdalnej skrzynki sterowania z przewodem przyłączeniowym krótszym niż 1 m, zawierającej akumulator lub przewody ładowania, przewody te umieszczać w osłonie spełniającej wymaganie rozżarzonego drutu w temperaturze 850°C lub by były to kable ognioodporne. W tym przypadku zgodność sprawdza się za pomocą badania opisanego w IEC 60598-1 rozdział 13.3.2.

praca w wysokiej temperaturze

Jak wynika z PN-EN 60598-2-22:2015-01 P [5] oprawy awaryjne powinny być zdolne do zadowalającej pracy w trybie awaryjnym w temperaturze otoczenia wynoszącej 70°C co najmniej przez połowę znamionowego czasu tego trybu. Zgodność sprawdza się przez przeprowadzenie z wynikiem pozytywnym poniższej próby. Należy porównać względne strumienie świetlne oprawy oświetleniowej pracującej w trybie awaryjnym w temperaturze otoczenia wynoszącej 25°C i 70°C. Akumulator powinien być ładowany przez 24 godziny przy znamionowym napięciu zasilającym. Następnie oprawa awaryjna powinna być umieszczona w komorze probierczej mającej miernik światła zdalnie sterowany o stałej geometrii w stosunku do oprawy oświetleniowej. Po ustaleniu się temperatury we wnętrzu komory oprawę oświetleniową należy odłączyć od zasilania i zmierzyć względny strumień świetlny po upływie 60 s od momentu przerwania zasilania. Oprawa oświetleniowa powinna być usunięta z komory, a akumulator, po całkowitym rozładowaniu, jest ładowany przez 24 godziny przy znamionowym napięciu zasilającym. Wnętrze komory probierczej powinno być podgrzane do temperatury otoczenia wewnątrz, wynoszącej 70°C. Następnie oprawa awaryjna powinna być ponownie umieszczona w tej samej pozycji co w poprzednim badaniu. Po 1 godzinie oprawę oświetleniową należy uruchomić ze źródeł zasilania awaryjnego. Obserwowany względny strumień świetlny nie powinien spaść poniżej 50% wartości początkowej po 60 s od momentu przełączenia na źródło zasilania awaryjnego oraz w dowolnym czasie dłuższym od 60 s do połowy znamionowego czasu trwania trybu awaryjnego. W przypadku systemów baterii centralnej napięcie uważa się za stałe i akumulator może być zastąpiony zasilaczem. Napięciem probierczym jest znamionowe napięcie oprawy awaryjnej.

Miernik światła może mieć głowicę fotometryczną poza obudową, a zatem nie ma wpływu na nią temperatura otoczenia. Można to osiągnąć przez zastosowanie okna z przezroczystego szkła, światłowodów itp.

podsumowanie

Artykuł przybliża tylko kilka wymagań, które znajdują się w normie PN-EN 60598-2-22:2015-01 P. W kolejnym artykule przyjrzymy się wymaganiom stawianym akumulatorom instalowanym wewnątrz opraw awaryjnych.

literatura

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tekst jednolity DzU z 2015 r., poz. 1422 z późn. zm.).
2. J. Wiatr, Oświetlenie awaryjne w budynkach – wymagania i zasady zasilania. Zeszyty dla elektryków – nr 2. wyd. 2, Dom Wydawniczy MEDIUM, Warszawa 2012.
3. K. Kuczyński, Oświetlenie awaryjne w świetle normy PN-EN 60598-2-22:2015-01 P Klasyfikacja opraw i wybrane badania (część 1.), „elektro.info" 10/2017.
4. PN-EN 1838:2005 P.
5. Norma PN-EN 60598-2-22:2015-01 P.

abstract

Emergency lighting in the standard PN-EN 60598-2-22: 2015-01 P – classification of luminaires and selected tests. Part 2

The article gives an overview of the requirements for emergency lighting that are included in PN-EN 60598-2-22: 2015-01 P.

RUSZYŁA SPRZEDAŻ KOMPENDIUM ELEKTRYKA 2020!

„Kompendium elektryka 2020" to publikacja wydawana przez redakcję miesięcznika „elektro.info" przeznaczona dla elektryków i projektantów instalacji elektrycznych. W treści, oprócz czytelnego kalendarium rozmieszczonego w systemie tygodniowym znaleźć można m.in. opisy najważniejszych imprez branżowych, terminy i zasady zdobywania uprawnień kwalifikacyjnych, prowadzenia prawidłowej dokumentacji technicznej, przyjęcia urządzeń elektroenergetycznych do eksploatacji, najważniejszą normalizację i wymagania stawiane instalacjom elektrycznym w budynkach, terminy kontroli pomiarowej instalacji elektrycznych i przyrządów pomiarowych, tabele doboru przekroju przewodów elektroenergetycznych i ich oznakowania. I wiele, wiele innych przydatnych informacji merytorycznych, niezbędnych w pracy projektanta elektryka, do których dzięki terminarzowi będzie miał on dostęp na bieżąco.

Cena regularna: 36 zł

Cena dla prenumeratorów „elektro.info": 20 zł

ZAMÓWIENIA:

Anna Sergel
asergel@medium.media.pl
tel. 662 169 335

nowoczesne oświetlenie

dlaczego warto wybrać taśmy LED do oświetlenia wnętrz?

Neonica Polska

Podczas remontu mieszkania, domu, pokoju czy biura lub w trakcie planowania od samego początku ważnej dla nas przestrzeni, najczęściej w głowie mamy już przygotowaną wizję lub koncepcję. Plany te dotyczą zarówno układu mebli, wykorzystanych materiałów czy koloru ścian. Jednak przede wszystkim warto dokładnie i z uwagą podjąć decyzje związane z wyborem odpowiedniego oświetlenia.

Wiele już napisano na temat oświetlenia LED w architekturze wnętrz. Jednym z ciekawszych trendów w tej dziedzinie jest zastosowanie taśm LED, aby osiągnąć różne rodzaje efektów, np. jako oświetlenie dekoracyjne lub jako oświetlenie główne. Taśmy LED mają wiele korzyści pozytywnie wpływających na aspekty przestrzenne związane z atmosferą i klimatem scenerii oraz samopoczuciem i kryją nieograniczone możliwości dające piękne oświetlenie dekoracyjne i funkcjonalne. Jeśli chcesz uzyskać dokładne, jednorodne, o wysokim kontraście światło w swoim salonie, to taśma LED będzie idealnym rozwiązaniem. Dzięki temu, że jest to liniowe źródło światła, możesz subtelnie podkreślić dolną część salonu, na przykład przy listwie, lub oświetlić sufit, tak jak na realizacjach pokazanych na **fotografii 1.**:

Fot. 1.

Przestrzenie, które widzisz na **fotografii 1.**, oświetlają źródła LED o barwie ciepłej. Według najczęściej stosowanych praktyk podczas aranżacji salonu lub innego miejsca, którego celem będzie wypoczynek, należy użyć właśnie tej barwy światła. Jest ona delikatna i przyjemna dla oczu, przez co zarówno my, jak i nasz wzrok nie męczymy się i możemy spokojnie zrelaksować się po intensywnym i pracowitym dniu.

Fot. 2.

Fot. 3.

Taśmy LED rozpraszając światło w sposób ciągły i dokładny, mogą stanowić także oświetlenie ogólne większych pomieszczeń, często i długotrwale użytkowanych, takich jak biura, sale konferencyjne, korytarze, recepcje itp. Jeśli chcesz uzyskać najlepsze warunki świetlne dla siebie lub swoich pracowników, warto zdecydować się więc na zmieszczenie diodowego źródła światła o barwie światła dziennego. Taka temperatura barwowa ma zimniejszy kolor, stymuluje aktywność naszego mózgu i sprawia, że wykonujemy pracę bardziej efektywnie i w większym skupieniu, dlatego też warto nią doświetlić pomieszczenia firmowe i biurowe. Taki rodzaj oświetlenia zastosowano we wnętrzach dwóch biur pokazanych na **fotografii 2.**

W ofercie naszego sklepu fabrycznego w Łodzi możesz znaleźć pełny asortyment wysokiej jakości taśm LED, profili i akcesoriów do realizacji wymarzonych projektów oświetleniowych.

barwa światła i współczynnik CRI, czyli na co zwrócić uwagę przy wyborze taśmy LED?

Czym tak właściwie jest temperatura barwowa?

W bardzo dużym „skrócie myślowym" temperatura barwowa określa, jak ciepły jest strumień światła emitowany przez źródło (żarówka, LED, świetlówka itp.) i pozwala na stworzenie spójnej relacji między przestrzenią a oświetleniem, oddając atmosferę i przeznaczenie danego miejsca. Temperatura barwowa mierzona jest w kelwinach. Definicję temperatury barwowej idealnie ilustruje **fotografia 3.**

Fot. 4.

Zgodnie z rozmieszczeniem liczby kelwinów pod barwą światła, można zauważyć, że im kolor światła jest cieplejszy, tym więcej dana barwa ma kelwinów. Zatem jeśli szukasz taśmy LED do salonu, sypialni lub innego miejsca, w którym zależy Ci na spokojnej i ciepłej atmosferze, najlepiej wybrać taśmę, której temperatura barwowa znajduje się w przedziale od 2200 do 4000 kelwinów, najczęściej jednak wybiera się taśmy LED o temperaturach 3000 lub 4000 kelwinów. Takie taśmy znajdziesz w sklepie fabrycznym Neonica Polska. Dzięki temu uzyskasz przyjemny, ciepły i przytulny klimat wnętrza, który możesz dostrzec na realizacjach pokazanych na **fotografii 4.**

Fot. 5.

Liczba kelwinów taśmy LED jest zatem istotną informacją, nie tylko dla projektanta wnętrz, ale dla każdej osoby chcącej samodzielnie zaaranżować przestrzeń. Można jednak nie decydować się na jedną barwę światła i do swojego wnętrza wybrać znajdującą się również w ofercie Neonica Polska taśmę ze zmienną temperaturą barwową.

Jeśli chcesz uzyskać taki, lub podobny charakter wnętrza (**fot. 5.**), wybierz taśmy LED o temperaturze 4000 K. Takie również znajdziesz w Sklepie Fabrycznym Neonica Polska.

Fot. 6.

Oczywiście wspomniane zastosowania barw światła są jedynie wskazówkami, które mają pomóc w stworzeniu spójnej relacji między światłem a przestrzenią, mając na uwadze nasze samopoczucie oraz stopień aktywności. Można oczywiście stosować barwę światła w zależności od preferencji. A jeśli jesteś niezdecydowany, podczas pro-

Fot. 7.

jektowania salonu, kuchni lub biura możesz skontaktować się z doradcami i specjalistami firmy Neonica.

Wybierając taśmy LED do swojego domu lub firmy należy również zwrócić uwagę na współczynnik oddawania barw (CRI). Od niego zależy bowiem, jak autentycznie i realnie przedstawione zostaną kolory poszczególnych przedmiotów, które współtworzą całokształt przestrzeni. Innymi słowy, współczynnik CRI to ilościowa miara zdolności światła do wiernego odwzorowywania kolorów obiektów oraz elementów, które znajdują się w danym pomieszczeniu. Indeks oddawania barw (CRI) jest określany na podstawie skali od 0 do 100 procent. Wskazuje on, w jaki sposób dokładność źródła światła jest porównywalna do światła dziennego. Im wyższy współczynnik CRI, tym lepiej lampa wyświetla kolory. Lampy o współczynniku CRI pomiędzy 80 a 89 dają wysokie odwzorowanie kolorów, natomiast źródła światła o CRI powyżej 90 najlepiej oddają faktyczne barwy przedmiotów. Są one potrzebne do wykonywania najbardziej precyzyjnych zadań, które wymagają idealnego oddania barw, dlatego wykorzystuje się je np. w kabinach lakierniczych czy w witrynach sklepowych.

Warto również zaznaczyć, iż współczynnik CRI oraz temperatura barwowa są od siebie niezależne. Temperatura barwowa światła tworzy atmosferę przestrzeni, ale nie wpływa na wyświetlanie kolorów. Dzięki temu, że taśmy LED posiadają CRI nawet powyżej 90 procent, są one godnym zastępcą tradycyjnych żarówek. CRI powyżej 80 lub 90 mają między innymi taśmy Neonica Polska.

zaskocz wyobraźnię i zrealizuj swoją koncepcję świetlną

Jak można wywnioskować ze wcześniejszych akapitów, taśmy LED pozwalają na tworzenie wyjątkowo klimatycznej kuchni, salonu lub sypialni, ale także świetnie sprawdzą się jako oświetlenie biura czy sali konferencyjnej.

Nie musisz oświetlać całego sufitu, możesz „narysować" światłem pas lub wykonać oryginalne przejście w korytarzu (**fot. 6.**), tak jak zrobiono to w tych realizacjach pokazanych na **fotografii 7.**

Na rynku znajdziesz również taśmy, które możesz użyć w jeszcze węższym kontekście aranżacyjnym, tworząc samodzielnie różne kształty. Taką taśmę w swojej ofercie ma także Neonica Polska. LED Neon Flex, można wyginać w każdą stronę, i dzięki temu puszczać wodzę fantazji np. możesz wykonać napisy świetlne, litery świetlne czy wszelkiego rodzaju kształty, takie jak koła, stożki, trapezy czy inne hybrydy i wariacje geometryczne (**fot. 8.**).

Wykorzystując taśmę Neon Flex możesz podświetlić także część danej powierzchni, wykonując świetlną ramkę tablicy, biurka lub wyróżniając światłem książkowy regał. Wszystko zależy od koncepcji oraz pomysłu. LED Neon Flex można także wykorzystywać wielokrotnie, zmieniając co jakiś czas jej kształt. Jeśli skorzystasz z tego rodzaju rozwiązań LED, zamiast szklanego, wypełnionego gazem neonu, zagwarantujesz sobie nie tylko piękne wnętrze o wyższym standardzie, ale także wyższy stopień bezpieczeństwa.

Jak sam zauważyłeś po ukazanych realizacjach, oświetlenie w technologii LED sprawia, że z łatwością można wykreować wymarzoną aranżację świetlną w domu, biurze, firmie lub w sklepie. Dobór najwyższej jakości źródła światła jest jednym z kluczowych elementów, który należy wziąć pod uwagę podczas aranżacji i projektowania wnętrz. Taśmy LED Neonica spełniają te oczekiwania. Są one produkowane w Łodzi przy wykorzystaniu wiedzy i doświadczenia polskich inżynierów oraz najlepszych komponentów i rozwiązań technologicznych dostępne aktualnie na rynku.

reklama

NEONICA POLSKA Sp. z o.o.

Neonica Polska Sp. z o.o.
93-228 Łódź
ul. Ferdynanda Ossendowskiego 6A
tel. 42 630 52 25
faks 42 630 43 27
pomoc@neonica.pl
www.neonica.pl

Fot. 8.

ELEKTROMETAL SA
43-400 Cieszyn, ul. Stawowa 71
tel. 33 85 75 462, 33 85 75 472
faks 33 85 75 205
oswietlenie@elektrometal.com.pl
www.elektrometal.eu

INTELIGHT Sp. z o.o.
01-793 Warszawa, ul. Rydygiera 8
tel. 22 100 35 10, faks 22 568 22 58
biuro@intelight.pl
www.intelight.pl

Hybryd Sp. z o.o.
44-120 Pyskowice, ul. Sikorskiego 28
tel. 32 233 98 83, faks 32 233 98 84
hybryd@hybryd.com.pl
www.hybryd.com.pl

Neonica Polska Sp. z o.o.
93-228 Łódź
ul. Ferdynanda Ossendowskiego 6A
tel. 42 630 52 25
faks 42 630 43 27
pomoc@neonica.pl
www.neonica.pl

Redakcja elektro.info
04-112 Warszawa, ul. Karczewska 18
tel. 22 810 65 61, faks 22 810 27 42
redakcja@elektro.info.pl
www.elektro.info.pl

elektro info