

## **Często zadawane pytania dotyczące bezpieczeństwa zdrowotnego oświetlenia LED**

Wprowadzenie nowych źródeł światła i opraw wykorzystujących oświetlenie LED, które przeprowadzono w wielu państwach po wycofaniu żarówek, niekiedy rodzi pytanie czy charakterystyka spektralna LED jest odpowiednia by zastąpić tradycyjne żarówki. Problem ten został szczegółowo wyjaśniony poniżej.

### **1. Czy oświetlenie LED jest niebezpieczne dla oczu ponieważ wytwarza więcej światła niebieskiego niż inne typy lamp?**

Streszczenie:

Lampy LED nie wytwarzają więcej światła niebieskiego niż inne typy lamp o tej samej temperaturze barwowej. Stwierdzenie, że lampy LED emitują niebezpiecznie wysoki poziom światła niebieskiego jest błędne. Kiedy produkty LED po raz pierwszy pojawiły się na rynku, ich światło miało zwykle chłodniejszą barwę w porównaniu z produktami dzisiejszymi. Zostało to przez niektórych mylnie zinterpretowane jako cecha LED. Dziś źródła LED dostępne są we wszystkich barwach, od ciepłobiałej do zimnej, a ich stosowanie zgodnie z przeznaczeniem jest bezpieczne. Wszystkie produkty wytworzone przez producentów zrzeszonych w LightingEurope spełniają odpowiednie europejskie normy bezpieczeństwa.

Szczegóły techniczne:

Często podnoszony szkodliwy wpływ światła na oko obejmuje problem światła niebieskiego (ryzyko uszkodzenia siatkówki światłem niebieskim, BLH) oraz potencjalnie zwyrodnienie plamki związane z wiekiem (AMD). Typowe, powszechne źródła oświetlenia ogólnego nie stwarzają zagrożenia dla zdrowia. Oprawy, w których są umieszczane, także są bezpieczne dla użytkownika.

Ponieważ technologia LED istnieje od niedawna, a pierwsze lampy LED zwykle świeciły bardziej niebieskim (chłodniejszym) światłem, technologię tę błędnie powiązano z zagrożeniem spowodowanym światłem niebieskim.

Pod względem bezpieczeństwa fotobiologicznego źródła LED nie różnią się znacząco od lamp wykorzystujących technologię tradycyjną, na przykład żarówek lub świetlówek (w tym lamp

CFL). Dla danej temperatury barwowej ilość światła niebieskiego wytwarzana przez typowe LEDy nie jest większa niż ilość światła niebieskiego w lampach wykorzystujących inne technologie.

Bezpieczeństwo optyczne lamp i innych źródeł światła odnosi się do zapobiegania potencjalnym zagrożeniom dla skóry bądź oczu w wyniku działania promieniowania optycznego (promieniowanie elektromagnetyczne o długościach fal od 100 nm do 1 mm).

Kierowanie wzroku bezpośrednio na jasne źródło światła może powodować fotochemiczne uszkodzenie siatkówki (problem światła niebieskiego). Zależy to od natężenia światła, czasu trwania ekspozycji oraz długości fali. Podobne objawy może wywołać patrzenie na słońce. Podczas obserwacji zaćmienia słońca należy założyć odpowiednie okulary ochronne, aby zapobiec uszkodzeniu siatkówki. W słoneczne dni człowiek odruchowo odwraca wzrok od słońca, co chroni oko przed uszkodzeniami. Ponadto promieniowanie UV (ultrafioletowe) może powodować zaćmę lub świetlną zapalenie rogówki; promieniowanie IR (podczerwone) może wywoływać zaćmę podczerwienną (hutniczą); z kolei promieniowanie o każdej długości fali, o bardzo wysokim natężeniu, może powodować oparzenie siatkówki.

Promieniowanie optyczne może także wpływać na skórę, powodując oparzenia, a w ciężkich przypadkach także zmiany nowotworowe, w wyniku długotrwałej ekspozycji na światło UV bądź okresowej intensywnej ekspozycji. Istnieje grupa pacjentów, na przykład chorych na toczeń lub fotodermatozę, którzy są szczególnie wrażliwi na działanie promieniowania UV (a niekiedy także na światło niebieskie). Należy pamiętać, że wymienione efekty są przede wszystkim wywoływane przez naturalne światło słoneczne. Niektóre z nich nigdy nie są powodowane przez oświetlenie sztuczne, ze względu na zbyt niską ekspozycję. Niemniej, bezpieczeństwo optyczne najczęściej stosowanych źródeł światła powinno być zapewnione poprzez spełnienie przez producentów oświetlenia odpowiednich norm, opracowanych przez specjalistów i przyjętych w danym państwie lub regionie.

## **Ocena ryzyka fotobiologicznego i wnioski**

Ryzyko uszkodzenia fotochemicznego siatkówki przez światło niebieskie może być ocenione na podstawie wielu norm światowych, które opierają się na tej samej wiedzy naukowej, publikowanej przez różne organizacje.

Zgodnie z zasadami dotyczącymi bezpieczeństwa, zawartymi w dyrektywie 2001/95/WE w sprawie ogólnego bezpieczeństwa produktów oraz dyrektywie niskonapięciowej 2014/35/UE, źródła światła i oprawy nie mogą stwarzać żadnego zagrożenia związanego z promieniowaniem.

W Europie normą bezpieczeństwa produktów dla lamp i systemów lampowych jest EN 62471, która została przyjęta w europejskich dyrektywach dotyczących bezpieczeństwa. Norma EN 62471, która opiera się na międzynarodowej normie IEC 62471, klasyfikuje źródła światła do grup ryzyka 0, 1, 2 i 3 (od 0= brak ryzyka do 3=wysokie ryzyko) i w razie potrzeby określa konieczność umieszczenia ostrzeżenia dla użytkownika. Typowe produkty konsumenckie znajdują się w grupie najniższego ryzyka. Poziom ryzyka określany jest zgodnie z kryteriami oceny, które odzwierciedlają różne scenariusze ekspozycji:

Oświetlenie ogólne oceniane jest w danym miejscu, dla natężenia 500 lx (wartość typowa dla ogólnych celów oświetleniowych). Kryterium 500 lx musi być zastosowane dla lamp przeznaczonych do oświetlenia np. biur, szkół i zakładów produkcyjnych.

Dla wszystkich innych lamp i systemów lampowych, bezpieczeństwo fotobiologiczne oceniane jest dla odległości 200 mm. Odległość tę stosuje się m.in. dla lamp do celów profesjonalnych, stosowanych na przykład w projektorach filmowych, urządzeniach do kopiowania, procesach przemysłowych, dla celów medycznych oraz w reflektorach poszukiwawczych. Należy pamiętać, że jest to odległość przy której dokonywana jest ocena, a użytkownicy mogą podlegać ekspozycji w różnych odległościach. Dla lamp zaklasyfikowanych do grup ryzyka od 0 do 2 zwykle nie jest wymagana dalsza ocena ekspozycji.

Po odpowiedniej ewaluacji za pomocą jednej z metod, źródło światła zostaje zaklasyfikowane do jednej z grup ryzyka (RG), która określa czy źródło to stanowi zagrożenie, a jeśli tak, jakie są wymagania dotyczące oznakowania produktu, zawierającego ostrzeżenie dla użytkownika i jakie inne środki ochronne należy podjąć.

Typowe, powszechne źródła oświetlenia ogólnego nie stanowią zagrożenia. Oprawy, w których są umieszczane, są także bezpieczne dla użytkownika. Klasyfikacja źródła lub oprawy do grupy ryzyka przebiega w następujący sposób:

1. Oprawa wyposażona w źródło określone jako RG0 lub RG1 nie wymaga ostrzeżenia dla użytkownika.
2. Jeśli oprawa wyposażona jest w źródło światła należące do wyższej grupy ryzyka (RG2 lub RG3), informacja produktowa musi wskazać klasę RG oraz zawierać odpowiednie ostrzeżenia.

W ten sposób, jeśli istnieje potencjalne ryzyko, końcowy produkt zostaje odpowiednio oznakowany.

Ocena ryzyka związanego ze światłem niebieskim wskazuje, że interpretacja normy nie jest jednoznaczna, co mogło prowadzić do różnic w klasyfikacji produktów. Opublikowana została norma uproszczona, IEC 62778. Ocena ryzyka uszkodzenia siatkówki światłem niebieskim zawsze wykonywana jest dla odległości 200 mm.

Ponieważ natężenie oświetlenia nie może być zwiększone przez komponenty takie jak elementy optyczne lub reflektory, źródło stanowi najwyższe możliwe ryzyko i dlatego jego klasyfikacja może być przyjęta także dla oprawy.

W przypadku produktów zaliczonych do grupy RG 2, schemat zawarty w normie IEC 62778 określa jak bardzo należy zwiększyć odległość między użytkownikiem a oprawą (źródłem światła), by wartość graniczna dla natężenia oświetlenia nie była przekroczona, a produkt odpowiadał klasie RG1. W załączniku do normy IEC 62778 znajdują się tabele, przedstawiające wartość graniczną dla luminancji i natężenia źródła światła lub oprawy dla danej temperatury barwowej. Tabele te umożliwiają klasyfikację produktu bez konieczności pomiarów. Należy jednak zauważyć, że metoda oceny wg IEC 62778 może być dużo bardziej restrykcyjna niż metoda oparta o wartość 500 lx wg EN

62471.

Normy wspomagają implementację wymogów prawnych. Dotyczy to także ewaluacji ryzyka związanego ze światłem niebieskim. Włączenie odpowiednich wymogów do regulacji dotyczących bezpieczeństwa produktu eliminuje konieczność stosowania EN 62471. Pomiar i oznakowanie źródeł światła i opraw oświetleniowych mogą być pominięte lub ograniczone do niezbędnego minimum. Dla celów ewaluacji ryzyka związanego ze światłem niebieskim, dla opraw można przyjąć procedurę taką jak dla źródeł światła, ponieważ ryzyko nie może być podwyższone przez oprawę.

### **Porównanie lamp LED z innymi źródłami światła**

Ponieważ technologia LED istnieje od niedawna, a pierwsze lampy LED zwykle świeciły bardziej niebieskim (chłodniejszym) światłem, technologię tę błędnie powiązano z zagrożeniem spowodowanym światłem niebieskim.

**Pod względem bezpieczeństwa fotobiologicznego źródła LED nie różnią się znacząco od lamp wykorzystujących technologię tradycyjną, na przykład żarówek i świetlówek (w tym CFL).** Dla danej temperatury barwowej udział światła niebieskiego emitowanego przez typowe LEDy nie jest większy niż udział światła niebieskiego w lampach wykorzystujących inne technologie. Zestawienie produktów zamiennych LED lub CFL z produktami, które zastępują (np. LED MR16 w porównaniu z Halogen MR16, lub lampa LED zamienna z gwintem w porównaniu z żarówką matową) daje podobną klasyfikację do grup ryzyka.

Ilość energii przypadająca na niebieską część widma różni się między lampami, jednak udział światła niebieskiego nie różni się zauważalnie pod względem efektów fotobiologicznych, ponieważ równania stosowane do określenia ryzyka w odpowiedni sposób uwzględniają rozkład mocy spektralnej takich źródeł.

## **1a. Czy zużycie produktu LED powoduje, że staje się niebezpieczny, ze względu na starzenie się żółtego fosforu?**

Streszczenie:

Europejskie normy dotyczące bezpieczeństwa klasyfikują produkty do kategorii ryzyka. Typowe produkty konsumenckie znajdują się w grupie najniższego ryzyka. Klasyfikacja do grup ryzyka nie zmienia się w okresie użytkowania produktu. Ponadto, chociaż żółty fosfor ulega degradacji, ilość światła niebieskiego emitowana przez produkt LED nie zmienia się.

**Nie ma podstaw do twierdzenia, że bezwzględna ilość światła niebieskiego emitowanego przez LED zwiększy się z powodu degradacji żółtego fosforu. Ryzyko fotobiologiczne nie zwiększy się ponad ryzyko określone na początku okresu użytkowania produktu.**

## 1b. Czy w wyniku starzenia się fosforu lampa LED może wytwarzać więcej światła niebieskiego?

Streszczenie:

Fosfor stosowany w lampach LED ulega rozpadowi w czasie, jednak bezwzględny udział światła niebieskiego nie zwiększa się.

Szczegóły techniczne:

Teoretycznie - tak, jeśli fosfor ulega blaknięciu w wyniku rozpadu, czyli spada jego skuteczność pochłaniania światła niebieskiego.

**W praktyce - nie: jedyna postać fosforu w lampach LED, która blaknie to fosfor organiczny, który jednak w praktyce nie jest stosowany, a na pewno nie bezpośrednio w lampie LED.**

Istnieją oczywiście mechanizmy degradacji, w których względny udział światła niebieskiego wzrasta, np. podczas rozpadu lustra srebrowego, jednak nigdy nie jest obserwowany bezwzględny wzrost.

## 1c. Czy światło niebieskie jest szczególnie szkodliwe dla oczu dzieci?

Streszczenie:

Oko dziecka jest bardziej wrażliwe od oka osoby dorosłej. Jednak urządzenia oświetleniowe stosowane w domach, biurach, sklepach i szkołach nie emitują wysokich ani szkodliwych ilości światła niebieskiego. To samo można powiedzieć o lampach i oprawach pracujących w różnych technologiach - LED, fluorescencyjnej (światłówki kompaktowe i liniowe), bądź halogenowej.

Szczegóły techniczne:

Soczewka oka dziecka zatrzymuje światło niebieskie mniej skutecznie niż soczewka oka osoby dorosłej. Dlatego dzieci są bardziej wrażliwe na zagrożenie światłem niebieskim.

**Nie ma jednak konieczności unikania stosowania LED (czy ogólnie światła niebieskiego) w miejscach, gdzie obecne są dzieci, ponieważ produkty przeznaczone dla oświetlenia ogólnego stosowane w domach, biurach, sklepach i szkołach nie wytwarzają dużych ilości światła niebieskiego. Ponieważ takie zastosowania odznaczają się niską jasnością powierzchniową (intensywnością), nawet "czyste" niebieskie światło jest w pełni nieszkodliwe, niezależnie od tego, czy emitowane jest przez lampę LED czy inne źródła, powszechnie stosowane w pomieszczeniach mieszkalnych, bądź światło niebieskie odbite przez niebo.**

(Upraszczając, światło niebieskie wytwarzane przez niebieską lampę LED w lampce choinkowej nie jest bardziej szkodliwe niż światło niebieskie wytworzone przez mniej

wydajną niebieską żarówkę choinkową). W porównaniu z osobami dorosłymi, dzieci odbierają jednak światło niebieskie jako znacznie jaśniejsze, co może powodować dyskomfort i stres. Dlatego instalacje zawierające niebieskie lampy LED, szczególnie w postaci małych źródeł (wysokie natężenie), powinny być poddane ocenie pod kątem zwiększonej przenikalności światła niebieskiego do siatkówki.

## 1d. Czy osoby o wysokiej wrażliwości na światło niebieskie powinny otrzymać specjalne zalecenia?

Streszczenie:

Lampy LED nie wytwarzają więcej światła niebieskiego niż inne typy lamp o tej samej temperaturze barwowej. Osoby o nadwrażliwości na światło niebieskie (na przykład chorujące na toczeń) powinny poprosić lekarza o specjalne zalecenia dotyczące oświetlenia.

Szczegóły techniczne:

Wcześniejsze uwagi dotyczyły osób zdrowych przebywających w miejscach publicznych. Jednak osobom, u których zdiagnozowano nadwrażliwość skóry lub oczu na światło niebieskie, zaleca się rozważenie alternatywnych źródeł światła, wykorzystujących określony zakres promieniowania. Osoby o nadwrażliwości na światło niebieskie (na przykład chorujące na toczeń) powinny poprosić lekarza o specjalne zalecenia dotyczące oświetlenia.

## 2. Czy oko może ucierpieć na skutek patrzenia na lampę LED?

Streszczenie:

Typowe produkty konsumenckie, źródła światła i oprawy zaliczane są do najniższej kategorii ryzyka wg europejskiej dyrektywy w sprawie bezpieczeństwa produktów. Podczas normalnego użytkowania nie stwarzają więc zagrożenia innego niż związane z technologią danego produktu (LED, fluorescencyjną, halogenową).

Szczegóły techniczne:

Jak opisano szczegółowo w p. 1, raport techniczny IEC 62778 opracowano w celu oceny ryzyka stosowania LED związanego ze światłem niebieskim w przypadku patrzenia na źródło światła. **Raport ten podaje informacje i wyjaśnienia dotyczące oceny działania światła niebieskiego źródeł światła (np. komponentów, lamp, opraw) i ocenia, że w grupie ryzyka 1, zgodnie z normą IEC 62471, lampy i systemy lampowe spełniają wymogi dotyczące bezpieczeństwa fotobiologicznego.**

W ocenie ryzyka fotobiologicznego należy uwzględnić poważniejszy przypadek patrzenia bezpośrednio na źródło światła. W sytuacjach codziennych zdarza się to rzadko. Jednak norma EN 62471 została pierwotnie opracowana w celu ochrony pracowników w szczególności w branży oświetleniowej, np. instalatorów

oświetleniowych. Osoby takie mogą sporadycznie, kilka razy dziennie spoglądać na źródła światła, przez co ekspozycja kumuluje się do kilku sekund. W tej sytuacji promieniowanie niebieskie (a precyzyjniej niebieska część widma źródła światła) jest czynnikiem krytycznym dla zagrożenia światłem niebieskim (im większy udział promieniowania niebieskiego w widmie, tym wyższe prawdopodobieństwo, że światło (o wystarczającej energii) dotrze do barwników światłoczułych i uszkodzi je).

### **3. Czy oświetlenie LED powoduje migotanie i efekt stroboskopowy o negatywnym działaniu na samopoczucie?**

Streszczenie:

Produkty oświetleniowe, zarówno LED jak i fluorescencyjne, które dają efekt migotania lub efekt stroboskopowy, nie są uznawane za oświetlenie dobrej jakości. Obecne normy nie określają jednak maksymalnego dopuszczalnego poziomu tych efektów. Organizacja LightingEurope opublikowała niedawno stanowisko, w którym wsparła badania mające określić kryteria dopuszczalności w różnych zastosowaniach, umożliwiające prawidłową klasyfikację produktów.

Szczegóły techniczne:

Stanowisko dotyczące migotania i efektów stroboskopowych znajduje się na stronie internetowej LightingEurope.

**Kontakt:**

Michał Waloch – Dyrektor Generalny „Pol-lighting

[michal.waloch@pollighting.pl](mailto:michal.waloch@pollighting.pl)

Axel Baschnagel, LightingEurope, communication consultant,

[axel.baschnagel@lightingeurope.org](mailto:axel.baschnagel@lightingeurope.org)