

Wymagania oświetleniowe pomieszczeń. Norma PN-EN 12 464-1: 2004

Podstawowe pojęcia

Światło, nazywane inaczej promieniowaniem widzialnym, to energia promieniowania o długości fali 380-760 nm, zdolna pobudzić siatkówkę i wywołać wrażenie wzrokowe.

Parametr określający całkowitą moc światła emitowanego z danego źródła to strumień świetlny. Strumieniem świetlnym nazywamy część promieniowania emitowanego przez źródło światła widziana przez oko ludzkie w jednostce czasu. Jednostką strumienia świetlnego jest lumen [lm]. Wielkością określającą ilość światła wychodzącego ze źródła światła lub oprawy w ściśle określonym kierunku jest światłość. Liczona jest ona jako iloraz strumienia świetlnego Φ wysyłanego przez źródło w elementarnym kącie bryłowym ω zawierającym dany kierunek, do wartości tego elementarnego kąta. Jednostką światłości jest kandela [cd]. Natężenie światła to wyrażony w luksach stosunek wielkości strumienia świetlnego padającego na płaszczyznę do jej pola powierzchni. Wynika z tego, że $1lx = 1lm/m^2$

Polska norma PN-EN 12 464-1: 2004

W 2004 roku opublikowana została do normalizacji w Polsce nowa norma, dotycząca oświetlenia wnętrz PN-EN 12464-1: 2004 "Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach". Choć zgodnie z zapisem ustawy o normalizacji stosowanie Polskich Norm jest dobrowolne, to w świetle zapisów rozporządzenia o ogólnych przepisach bezpieczeństwa i higieny pracy oraz rozporządzenia w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy na stanowiskach wyposażonych w monitory ekranowe wymagania normy PN-EN 12464-1:2004 są dla pracodawcy wymaganiami obligatoryjnymi. Norma nie określa wymagań oświetleniowych dla całego pomieszczenia, ale rozważa poszczególne miejsca pracy w pomieszczeniu, również i te, które wiążą się z trasami przejść, transportu wewnętrznego, itp.

Definicje

zadanie wzrokowe - elementy wzrokowe wykonywanej pracy, takie jak wymiary przedmiotu, jego luminacja, kontrast z tłem i czas trwania;

pole zadania - fragment pola w miejscu pracy, gdzie wykonywane jest zadanie wzrokowe. W miejscach, dla których rozmiar i/lub lokalizacja zadania nie jest znana, za pole zadania należy przyjąć pole, w którym zadanie to może być wykonywane

pole bezpośredniego otoczenia - pas o szerokości co najmniej 0,5m, otaczający pole zadania, występujący w polu widzenia

eksploatacyjne natężenie oświetlenia (E_m) - najniższa wartość średniego natężenia oświetlenia, zalecane do utrzymania podczas użytkowania oświetlenia.

Kryteria przy projektowaniu oświetlenia

Do podstawowych parametrów określających otoczenie świetlne w normie zaliczono: natężenie oświetlenia, rozkład luminacji, olśnienie, kierunkowość światła, oddawanie barw i wygląd barwy światła, migotanie.

Natężenie światła

Poziom natężenie oświetlenia i jego rozkład w polu zadania wzrokowego i jego otoczeniu mają zasadniczy wpływ na szybkość i sposób realizacji zadań wzrokowych. Średnie natężenie oświetlenia dla dowolnego zadania wzrokowego nie może być niższe od wartości

eksploatacyjnych podanych w tabelach, niezależnie od wieku i stanu instalacji oświetleniowej. W omawianej normie przyjęto, że wymagane natężenie oświetlenia w celu dostrzeżenia rysów ludzkiej twarzy w normalnych warunkach oświetleniowych, powinno być nie mniejsze niż 20 lx. Przykładowe prace i związane z nimi parametry oświetleniowe w polu zadania wzrokowego zawiera tabela poniżej. Jeśli wykonywana praca jest krótkotrwała lub przedmioty pracy są duże, projektant ma prawo obniżyć wymagania oświetleniowe o jeden stopień wg skali 20 - 30 - 50 - 75 - 100 - 150 - 200 - 300 - 500 - 750 - 1000 - 1 500 - 2 000 - 3 000 - 5000 lx (tj. np. z 500 lx na 300). Projektant może też wartości te podwyższyć, jeśli wykonywana praca wzrokowa jest skrajnie trudna, zdolność widzenia pracowników jest gorsza niż normalna (ludzie starsi) czy też przedmioty pracy wzrokowej mają wyjątkowo małe rozmiary lub małą wartość kontrastu.

Rodzaj wnętrza, zadania	Em	UGR	Ra	Uwagi
Segregowanie, kopiowanie	300	19	80	
Pisanie ręczne, pisanie na maszynie, czytanie obsługiwanie klawiatury, przetwarzanie danych	500	19	80	odnośnik do rozdziału normy dotyczącego pracy z komputerem
Kreślarnie	750	16	80	
Stanowiska projektowania wspomagane komputerowo	500	19	80	odnośnik do rozdziału normy dotyczącego pracy z komputerem
Sale posiedzeń i konferencyjne	500	19	80	oświetlenie powinno być regulowane

UGR oznacza wartość graniczną ujednoczonego wskaźnika oślnienia

Rodzaj wnętrza, zadania	Em	UGR	Ra
Kucie swobodne	200	25	60
Spawanie	300	25	60
Montaż: zgrubny	200	25	80
średni	300	25	
dokładny	500	22	
precyzyjny	750	19	
Pisanie ręczne, pisanie na maszynie, czytanie obsługiwanie klawiatury, przetwarzanie danych	500	19	80
Wyrób narzędzi, wzorników, szablonów, przyrządów do obróbki, mechanika precyzyjna, mikromechanika	1 000	19	80

UGR oznacza wartość graniczną ujednoczonego wskaźnika oślnienia

Natężenie światła w obszarze otoczenia zadania wzrokowego powinno być zgodne z tabelą.

Obszar zadania [lx]	Obszar bezpośredniego otoczenia zadania wzrokowego [lx]
≥ 750	500
500	300
300	200
≤ 200	E obszaru zadania wzrokowego

Rozkład luminacji

Luminancja to fizyczna miara jaskrawości. Luminacje wszystkich powierzchni można z uproszczeniem określić przy pomocy współczynnika odbicia i natężenia oświetlenia na tej powierzchni. Zaleca się następujące zakresy współczynników odbicia:

- sufit: 0,6 - 0,9
- ściany: 0,3 - 0,8
- podłoga: 0,1 - 0,5
- płaszczyzna pracy: 0,2 - 0,6.

Równomierność

Równomierność natężenia oświetlenia to stosunek natężenia minimalnego do natężenia średniego. W obszarze zadania wzrokowego równomierność powinna być jak najlepsza, ale nie mniejsza niż 0,7. Natomiast równomierność natężenia oświetlenia w polu bezpośredniego otoczenia nie może być niższa od 0,5.

Olśnienie

Olśnienie to warunki widzenia powstałe na skutek niewłaściwego rozkładu, bądź zakresu luminancji, bądź też występowania zbyt dużych kontrastów, powodujące uczucie przykrości i niewygodę lub obniżenie zdolności rozpoznawania szczegółów, lub przedmiotów, lub oba te wrażenia jednocześnie. Norma rozróżnia olśnienie przykre, czyli bezpośrednie, pochodzące bezpośrednio od źródeł światła, i olśnienie przeszkadzające, czyli odbiciowe. Na stanowiskach pracy znajdujących się we wnętrzach najczęstszą przyczyną powstawania olśnienia przykrego są jaskrawe elementy opraw oświetleniowych lub okna. Jeśli spełnione są warunki ograniczenia olśnienia przykrego, olśnienie przeszkadzające nie stanowi zazwyczaj większego problemu. Dlatego w normie przyjęto jako wystarczająco skuteczne ograniczenie olśnienia przykrego, poprzez ograniczenie wartości ujednoczonego wskaźnika olśnienia (UGR) według metody CIE wg wzoru:

$$UGR = 8 \log_{10} \left(\frac{0,25 \sum L^2 \omega}{L_b p^2} \right)$$

gdzie:

L_b – luminancja tła mierzona w cd/m²,

L – luminancja świecących części oprawy w kierunku oka obserwatora, mierzona w cd/m²

ω – kąt bryłowy, w którym oko obserwatora widzi świecące części każdej oprawy

p – wskaźnik położenia uwzględniający położenie każdej oprawy względem linii widzenia.

Norma uznaje, że jeśli projekt wykonany jest w taki sposób, by wartości UGR dla dowolnego naturalnego położenia użytkownika pomieszczenia nie przekroczyły wartości określonej w normie, to instalacja oświetleniowa jest wystarczająco zabezpieczona nie tylko przed groźbą wystąpienia olśnienia przykrego, ale także przed olśnieniem przeszkadzającym. Przykładowe maksymalne wartości UGR zawierają tabele powyżej.

Środki ochrony przed olśnieniem bezpośrednim:

- Stosowanie elementów konstrukcyjnych opraw osłaniających źródła światła
- Użycie żaluzji i rolet.
- Minimalny kąt ochrony dostosowany do luminancji źródeł światła

Środki ochrony przed olśnieniem dekontrastującym i odbiciowym:

- właściwie rozmieszczanie opraw oświetleniowych i stanowisk pracy
- preferowanie matowych powierzchni
- ograniczanie luminancji opraw
- zwiększanie powierzchni świecących opraw
- malowanie na jasno sufitów i ścian.

Oświetlenie kierunkowe

Oświetlenie z wybranych kierunków można stosować w celu ułatwienia wykonywania zadań wzrokowych. Uwidocznia ono szczegóły zadania wzrokowego. Należy unikać odbić dekontrastujących i olśnienia odbiciowego, zgodnie z przedstawionymi zasadami.

Aspekty barwne

Cechy barwne źródeł światła emitujących światło o barwie bliskiej do białej, opisane są za pomocą dwóch niezależnych właściwości:

- barwy światła emitowanej przez samo źródło (barwa postrzegana) określanej przez temperaturę barwową wyrażaną w Kelwinach (K). Przyjęto następujące zakresy temperatury barwowej:
 - ciepła, poniżej 3 300 K
 - pośrednia, od 3 300 do 5 300 K
 - chłodna (zimna), powyżej 5 300 K.
- zdolności oddawania barw – wpływu na wygląd przedmiotów oświetlanych przez to źródło wyrażanej przez wskaźnik oddawania barw – Ra. Wartością maksymalną Ra jest 100, co odpowiada barwie światła naturalnego. Wartość Ra maleje wraz ze spadkiem jakości oddawania barw. Do oświetlenia wnętrz, w których człowiek przebywa przez cały czas pracy, należy stosować źródła światła zapewniające oddawanie w sposób naturalny i wierny barw przedmiotów i skóry ludzkiej, czyli o wskaźniku oddawania barw nie niższym niż 80. Minimalne wartości Ra na wybranych stanowiskach zawierają tabele powyżej

Tętnienie i efekty stroboskopowe

Tętnienie (inaczej migotanie) to zmiana natężenia źródła światła spowodowana zmianami prądu przemiennego. Zjawisko to jest z reguły niedostrzegalne gołym okiem, ale powoduje zmęczenie narządu wzroku. Skutkiem tętnienia jest także efekt stroboskopowy polegający na uzyskaniu efektu pozornego bezruchu elementów ruchomych np. skrzydeł wentylatora. W PN-EN podano, że należy unikać efektów stroboskopowych, np. przez stosowanie zasilania żarówek prądem stałym lub zasilania żarowych lub wyładowczych źródeł światła napięciem o wysokiej częstotliwości (około 30 kHz).

Literatura:

PN-EN 12464-1:2003 Technika świetlna. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy wewnątrz pomieszczeń

Pawlak W., 2004, Oświetlenie miejsc pracy we wnętrzach – nowa norma oświetleniowa, w: Bezpieczeństwo Pracy, 10, 6-10

<http://www.swiatlo.tak.pl/>