

Projektowanie oświetlenia wnętrza

1. Wstęp

Projektowanie oświetlenia wnętrza jest zagadnieniem złożonym. Z jednej strony konieczne jest spełnienie wymagań normy oświetleniowej, z drugiej zaś znalezienie sprzętu oświetleniowego, który będzie pasował do danego wnętrza zarówno pod kątem design, jak i możliwości montażowych. Często oczekiwania inwestora czy architekta odnośnie wyglądu i rozmieszczenia sprzętu oświetleniowego są trudne do zrealizowania właśnie ze względu na konieczność spełnienia wymagań normatywnych. Norma oświetleniowa powinna być nadrzędna nad pozostałymi wytycznymi, stąd czasami zdarza się, że projektanci próbują obejść wynikające z niej ograniczenia na rozmaite sposoby. W artykule tym pokrótce zostaną omówione wymagania obecnie obowiązującej normy oświetleniowej i najczęstsze błędy popełniane przy projektowaniu oświetlenia.

2. Wymagania normatywne

Przytaczana we wstępie norma oświetleniowa *PN-EN 12464-1:2012 Światło i oświetlenie -- Oświetlenie miejsc pracy -- Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach* określa jakie wymagania oświetleniowe mają zostać spełnione w danych pomieszczeniach. W zależności od rodzaju wykonywanej pracy (np. praca biurowa, różny przemysł ciężki, obiekty medyczne, szkoły itd.) istnieją różne wymagania oświetleniowe, dobrane do specyfiki wykonywanych czynności. Podstawowymi parametrami, które znajdują się w tabelach przypisanych do poszczególnych obiektów i czynności są: minimalne średnie natężenia oświetlenia \bar{E}_m na płaszczyźnie roboczej, minimalna równomierność natężenia oświetlenia U_0 , maksymalny ujednolicony wskaźnik oślnienia UGR_L i minimalny wskaźnik oddawania barw R_a . Ponadto istnieje szereg innych wymagań takich, jak: minimalne średnie natężenie oświetlenia na suficie i ścianach oraz minimalne średnie cylindryczne natężenie oświetlenia wraz z odpowiednimi minimalnymi równomiernościami, maksymalna luminancja oprawy oświetleniowej L_{65} dla pomieszczeń z monitorami czy odpowiedni wskaźnik modelowania.

Wartość natężenia oświetlenia określa się na danej wysokości np. (0,75-0,85 m dla biurek). Jak zostało wspomniane, interesuje nas średnia wartość natężenia oświetlenia na danym obszarze wraz z odpowiednią równomiernością. Równomierność definiuje się jako stosunek minimalnej wartości natężenia oświetlenia do wartości średniej. Jej wartość nie powinna być niższa niż wartość określona w normie (np. 0,6 dla pomieszczeń biurowych).

Wskaźnik oślnienia UGR określa nam jakie jest ryzyko wystąpienia oślnienia dla danej sytuacji oświetleniowej. Wartość wskaźnika oślnienia zależy m.in. od bryły fotometrycznej zastosowanych opraw, ich rozmieszczenia czy luminancji tła. Przykładowo dla biur wartość wskaźnika UGR nie powinna być wyższa niż 19.

Wskaźnik oddawania barw informuje nas o tym, jak dane źródło światła odwzorowuje barwy w porównaniu do źródła wzorcowego. Dla źródeł żarowych wskaźnik oddawania barw osiąga wartość maksymalną (100), w oświetleniu wnętrzym zazwyczaj jest wymagane R_a (lub z ang. CRI) na poziomie minimum 80, co jest już standardem w przypadku większości źródeł LED.

Cylindryczne natężenie oświetlenia jest szczególnie istotne w pomieszczeniach, gdzie ważna jest dobra komunikacja wzrokowa i rozpoznawanie twarzy. Związane jest ono ze składową poziomą natężenia oświetlenia. Zbyt kierunkowe światło padające bezpośrednio z góry może powodować to, że płaszczyzny pionowe (np. twarz człowieka) mogą być niewystarczająco oświetlone. Modelowanie natomiast jest stosunkiem cylindrycznego natężenia oświetlenia do pionowego natężenia oświetlenia w danym punkcie i stanowi miarę tego, czy oświetlenie nie jest zbyt monotonne lub zbyt kierunkowe. Monotonne oświetlenie jest mało stymulujące i może źle wpływać na odbiór pomieszczenia przez jego użytkowników. Podobnie zbyt kierunkowe oświetlenie może powodować powstawanie cieni i również zaburzać odbiór pomieszczenia. Wartości modelowania powinny mieścić się w przedziale 0,3-0,6.

Luminancja L_{65} jest to luminancja oprawy oświetleniowej powyżej kąta 65 stopni. Zbyt wysokie wartości luminancji opraw oświetleniowych mogą powodować trudność w pracy z monitorami komputerowymi. Istnieje ryzyko, że światło z oprawy oświetleniowej będzie zbyt intensywnie odbijać się od powierzchni ekranu powodując jego mniejszą czytelność. Należy zadbać, żeby wartość luminancji L_{65} nie przekraczała wartości 3000 cd/m^2 , a w szczególnych przypadkach (np. praca na ciemnym tle z jasnymi znakami) nawet 1000 cd/m^2 .

3. Błędy popełniane przy projektowaniu oświetlenia

Pomimo dość jasnych i precyzyjnych wytycznych zawartych w normie oświetleniowej nietrudno o popełnienie błędów przy projektowaniu oświetlenia. Mogą one wynikać z niewiedzy projektanta związanej ze specyfiką danego pomieszczenia, nieuwzględnieniem wszystkich wymagań normatywnych czy celowego działania w celu uzyskania satysfakcjonujących wyników.

Warto jeszcze raz powtórzyć, że wymagane natężenie oświetlenia powinno być zapewnione na płaszczyźnie roboczej. Często wszędzie z rozpędu przyjmuje się wysokość 0,75-0,85 m. Jednak w przypadku pomieszczeń takich jak, na przykład strefy ruchu, natężenie oświetlenia powinno być wyznaczane na podłodze, a w pomieszczeniach magazynowych - na półkach (na płaszczyźnie pionowej). Błędne określenie umiejscowienia płaszczyzny roboczej może skutkować niedoświetleniem właściwego miejsca pracy.

Natężenie oświetlenia wyznacza się w danym punkcie. Od tego, jak wiele takich punktów będzie na płaszczyźnie pomiarowej zależy dokładność obliczeń. Norma oświetleniowa precyzyjnie definiuje jakie może być maksymalne oczko siatki pomiarowej (zależy ono od wielkości pomieszczenia). Zbyt rzadkie rozmieszczenie

punktów obliczeniowych skutkuje zazwyczaj uzyskaniem lepszych wyników zarówno jeśli chodzi o natężenie oświetlenia, jak i o równomierność. Oczywiście wyniki te są lepsze tylko wirtualnie, w rzeczywistości wymagania normy mogą nie zostać spełnione.

Współczynniki odbicia głównych powierzchni w pomieszczeniu (ściany, sufit, podłoga, znaczące elementy wyposażenia wnętrza) są bardzo istotne dla uzyskanych wyników. Nierzadko zdarza się, że światło odbite (składowa pośrednia) odpowiada za ponad połowę uzyskanej wartości natężenia oświetlenia na płaszczyźnie roboczej. Do obliczeń zazwyczaj przyjmuje się standardowe wartości współczynników odbicia (ściana – 50%; sufit – 70%, podłoga – 20%). Jeśli mamy jednak do czynienia, np. ze ścianami w ciemnej tonacji lub z dużą powierzchnią przeszkleń, koniecznie powinno zostać to uwzględnione w obliczeniach.

Często zdarza się, że projektant oświetlenia nie posiada wiedzy na temat rozmieszczenia miejsc pracy wewnątrz pomieszczenia (np. blatów roboczych w biurze). Na etapie projektu oświetlenia może jeszcze nie być znana aranżacja wnętrza, stąd zakłada się rozwiązanie w postaci oświetlenia ogólnego. Posługując się dalej przykładem pomieszczenia biurowego natężenie oświetlenia powinno wynosić co najmniej 500 lx z równomiernością 0,6. Oznacza to, że najniższa dopuszczalna wartość natężenia oświetlenia w pomieszczeniu może wynosić 300 lx. Właśnie te niższe wartości występują zazwyczaj przy ścianach czy w rogach pomieszczenia. Jeśli na etapie aranżacji pomieszczenia w takim miejscu umieścimy stanowisko pracy to będzie ono niedoświetlone i wymagania normy nie będą już wówczas spełnione. Miejsce takie należałoby dodatkowo doświetlić. Dlatego też lepszym podejściem jest zaprojektowanie oświetlenia zlokalizowanego, które ma na celu doświetlenie samych miejsc pracy. Wówczas w pozostałej części biura natężenie oświetlenia, zgodnie z normą, może wynosić 300 lx z równomiernością 0,4 a 500 lx jest wymagane tylko na samych biurkach. Jest to również rozwiązanie bardziej energooszczędne. Ma natomiast tę wadę, że zmiana położenia miejsc pracy wymaga często przeprojektowania oświetlenia.

Aktualnie praca z komputerem, a ściślej mówiąc z monitorem komputerowym, jest obecna nie tylko w biurach. Ekrany pojawiają się w kasach marketów, kin, aptek, pomieszczeniach ochrony i wielu innych. Zapewnienie komfortu pracy wpływa na zwiększenie wydolności wzrokowej i redukcję zmęczenia wzroku pracowników. Aby oświetlenie nie wpływało niekorzystnie na użytkowników stanowisk pracy z monitorami komputerowymi należy stosować oprawy oświetleniowe z ograniczeniem luminancji dla kątów powyżej 65 stopni. Jest to również wymaganie normatywne, które niestety często jest pomijane przy projektowaniu oświetlenia wnętrza.

Kolejnym istotnym parametrem wpływającym na komfort pracy wzrokowej jest ujednolicony wskaźnik olśnienia UGR. W każdym projekcie oświetleniowym konieczne jest obliczenie wartości UGR dla różnych położzeń obserwatorów. Odpowiednie rozmieszczenie i zorientowanie obserwatorów wynikające z konkretnej

pozycji pracy pozwala na rzetelne oszacowanie wartości wskaźnika UGR. Wielu producentów oświetlenia oznacza swoje oprawy biurowe jako spełniające „UGR<19”. Warto jednak przypomnieć, że UGR zależy nie tylko od samych opraw, ale także od ich rozmieszczenia czy luminancji tła, więc to, że spełnienie warunku ograniczenia oślnienia dla danej oprawy jest możliwe nie oznacza jednocześnie, że będzie tak w każdych warunkach. Stąd istnieje konieczność obliczania UGR dla każdego projektu oświetleniowego.

Sekcjonowanie oświetlenia jest bardzo dobrym rozwiązaniem. Nie zawsze istnieje konieczność, aby oświetlenie było bez przerwy włączone w całym pomieszczeniu. Wykorzystanie np. czujników ruchu czy czujników obecności pozwala na wymierne oszczędności związane ze zużyciem energii elektrycznej. Trzeba jednak pamiętać o tym, że projektując oświetlenie należy również wziąć pod uwagę podział na sekcje tak, aby na danym obszarze spełnione zostały wymagania normy oświetleniowej niezależnie od tego czy oświetlenie jest włączone w pozostałych obszarach, czy nie.

Odpowiednie natężenie oświetlenia na ścianach i suficie decyduje o odbiorze pomieszczenia przez użytkowników. Niedoświetlony sufit czy zbyt ciemne ściany nie wpływają korzystnie na samopoczucie osób przebywających w takim pomieszczeniu przez dłuższy czas. Pomieszczenie takie optycznie staje się mniejsze, mniej stymulujące. Niestety w projektach oświetlenia pomijany jest ten aspekt i mało kto sprawdza czy te wymagania zostały spełnione.

Podobnie jest w przypadku modelowania czy cylindrycznego natężenia oświetlenia. W dobie opraw LED, które mogą mieć bardzo wąskie optyki i świecić bezpośrednio w dolną półprzestrzeń może brakować składowej poziomej oświetlenia i, na przykład twarze osób przebywających w pomieszczeniu będą niedoświetlone, a przez to trudniej rozpoznawalne.

4. Podsumowanie

Wybór i montaż oświetlenia jest zazwyczaj jednym z końcowych etapów inwestycji. Niestety jest to także czasami ten etap, kiedy szuka się oszczędności. „Optymalizowanie” projektów oświetleniowych często odbywa się kosztem jakości zarówno samego sprzętu oświetleniowego, jak i projektu. Źle dobrany sprzęt oświetleniowy, niezapewniający spełnienia wszystkich wymagań normy oświetleniowej może skutkować wieloma negatywnymi skutkami dla osób, które przy takim oświetleniu pracują. Szybsze zmęczenie wzroku, bóle głowy, złe samopoczucie zmniejszają efektywność pracy, co w konsekwencji długofalowej może generować znacznie wyższe koszty niż sam koszt inwestycji w dobre oświetlenie.