



Oświetlenie stanowisk pracy

Praca w warunkach niedostatecznego oświetlenia wymusza stosowanie sztucznych źródeł światła. Ważne jest właściwe natężenie i barwa światła gwarantujące najlepszy komfort przy wykonywaniu czynności na stanowisku pracy.

Bohdan Szafranski

Z formalnego punktu widzenia pracodawców obowiązuje Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26.09.1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy. W Dziale III (Pomieszczenia pracy) w Rozdziale 2 (Oświetlenie) w §26 podano, że oświetlenieienne na poszczególnych stanowiskach pracy powinno być dostosowane do rodzaju wykonywanych prac i wymaganej dokładności oraz spełniać wymagania określone w Polskiej Normie. To samo dotyczy zapewnienia oświetlenia elektrycznego.

Aktualnie, jeśli chodzi o oświetlenie miejsca pracy, obowiązuje norma PN-EN 12464-1:2012 – wersja polska. Określono w niej wymagania oświetleniowe dla osób w miejscach pracy we wnętrzach. W normie wzięto pod uwagę potrzeby związane z komfortem widzenia i wydolnością wzrokową ludzi normalnie widzących. Uwzględniono też ilościowe i jakościowe cechy oświetlenia oraz podano zalecenia dla dobrych praktyk oświetlenia. Jak zaznaczono, nie przygotowano jej w zakresie wdrożenia Artykułu 153 traktatu WE, chociaż wymagania oświetleniowe zazwyczaj

spełniają potrzeby bezpieczeństwa. Norma nie zaleca konkretnych rozwiązań, a oświetlenie może być wytworzone poprzez światło dzienne, sztuczne lub kombinację obu rodzajów. Nie jest też stosowana do oświetlenia zewnętrznych miejsc pracy i w górnictwie podziemnym oraz do oświetlenia awaryjnego (zewnętrzne miejsca pracy norma EN 12464-2, oświetlenie awaryjne normy EN 1838 i EN 13032-3). Właściwe oświetlenie tworzy środowisko świetlne, w którym możemy efektywnie i bezpiecznie wykonywać pracę. Niewłaściwe nie tylko zmniejsza naszą wydajność i powoduje zmęczenie, ale może pogłębiać wady wzroku. Zapytaliśmy specjalistów zajmujących się problematyką nowoczesnego, właściwego oświetlenia w miejscach pracy, w jaki sposób podchodzić do tego zagadnienia.

Nowoczesne oświetlenie

Zdaniem Macieja Gronerta, projektanta oświetlenia w firmie TRILUX Polska, od kilku lat w praktyce projektowej dostrzegamy coraz wyraźniejszą dominację diodowych źródeł światła. Stały się dziś domyślnym wyborem inwestorów. Znaczenie ma fakt, że jest to modne rozwiązanie, ale przemawiają za nim również wymierne korzyści. Przemysłowe oprawy LED osiągnęły dziś skuteczność świetlną sięgającą 169 lm/W. Na dalsze zwiększenie wydajności pracy ma wpływ kompatybilność z układami sterowania wchodzącymi w skład inteligentnych systemów zarządzania oświetleniem. Optymalizacja pracy w zależności od natężenia światła dziennego oraz intensywności i specyfiki ruchu w zakładzie pozwala zmniejszyć zużycie prądu o kilkadziesiąt procent. Jak dodaje, planując instalację oświetleniową lub jej modernizację, firma TRILUX poświęca szczególną uwagę



Maciej Gronert
projektant oświetlenia,
TRILUX Polska

Bezpieczeństwo i dobre samopoczucie

Właściwe oświetlenie miejsca pracy jest istotne z dwóch przyczyn. Pierwszą z nich jest dosłownie rozumiane bezpieczeństwo. Dobra widoczność zwiększa prawdopodobieństwo zauważenia i uniknięcia zagrożenia. Po drugie, światło o niedostosowanych do specyfiki pracy parametrach może powodować bóle głowy, zmęczenie oczu, zdenerwowanie i pogorszenie koncentracji, skutkujące spadkiem wydajności oraz wzrostem liczby nieobecności ze względu na stan zdrowia.

zgodności parametrów z normami dla określonej przestrzeni oraz dodatkowymi wytycznymi klienta. Natomiast zadaniem projektanta jest dobranie rozwiązań jak najlepiej spełniających wszelkie wymagania przy jak najmniejszych kosztach całkowitych, obejmujących nakłady na inwestycję oraz eksploatację i serwis w kilkuletniej perspektywie, uzupełnia Maciej Gronert.

Rafał Manowiecki z firmy KRULEN Technika Świetlna, która od 27 lat dostarcza rozwiązania oświetleniowe, zwraca uwagę, że projektowanie oświetlenia i dobór opraw oświetleniowych, można porównać do wyboru odpowiedniego narzędzia do wykonania danej pracy. Jeśli wybierzemy złe narzędzie, to pomimo tego, iż wykonamy założoną pracę, zrobimy to z pewnością mniej efektywnie i w dłuższym czasie. Tak samo jest w przypadku oświetlenia linii produkcyjnych – nie istnieje jedna oprawa oświetleniowa zdolna zapewnić odpowiednie warunki pracy w każdym zakładzie przemysłowym. Jak podkreśla, ważny jest dobór odpowiedniego sprzętu oświetleniowego, o parametrach dostosowanych do określonych warunków pracy. Dlatego należy wziąć pod uwagę: wymiary pomieszczenia, możliwości rozmieszczenia oraz montażu opraw oświetleniowych, funkcje pomieszczeń i priorytety w oświetle-



Źródło: ATM Lighting

niu, zapewnienie wymagań obowiązujących norm oświetleniowych, zapewnienie konstrukcji opraw o odpowiednim stopniu szczelności IP oraz stopniu ochrony przed uderzeniami IK i możliwości zastosowania systemu sterowania oświetleniem. Projekt oświetlenia poparty winien być również weryfikacją efektywności energetycznej przyjętego rozwiązania.

Firma KRULEN korzysta z wiedzy i doświadczenia swojego partnera – firmy NORKA, producenta opraw oświetleniowych przystosowanych do pracy w najtrudniejszych warunkach oświetleniowych. Oprawy przemysłowe LED firmy NORKA z autorskiego programu „Światło na Punkt” umożliwiają dopasowanie pakietu strumienia świetlnego do wymogów danego zadania oświetleniowego.

Cechą charakterystyczną oświetlenia LED jest możliwość jego łatwego sterowania. Wysokiej klasy oprawy LED nie są podatne na liczbę włączeń oraz uzyskują 100% strumienia świetlnego natychmiast w momencie włączenia. Firma ta ma też w ofercie autorski system sterowania oświetleniem – XARA. Jak uzupełnia Rafał Manowiecki, projekt oświetlenia powinien być poparty również weryfikacją efek-



Źródło: Trilux

tywności energetycznej przyjętego rozwiązania. Najbardziej wiarygodnym parametrem do oceny efektywności energetycznej już na etapie projektu, będzie określenie mocy skorygowanej oświetlenia. Jego zdaniem, nieodłącznym elementem projektu, w przypadku modernizacji oświetlenia, jest także analiza ekonomiczna TCO (Total Cost of Ownership).

Z kolei Radosław Fabisiak, Product Marketeer, Controls & Systems w firmie Philips Lighting, przy projektowaniu i modernizacji oświetlenia radzi wybierać rozwiązania minimalizujące zabiegi konserwacyjne i ingerencje w instalację oświetleniową. Im mniej jest wymagająca, tym lepiej. Technologia LED eliminuje konieczność wymiany źródeł światła, a inteligentne systemy sterowania i kontroli pozwalają nimi zdalnie zarządzać. W praktyce oznacza to, że konserwator nie musi wykonywać bezpośrednich inspekcji, aby sprawdzić, czy oprawa działa i spełnia swoją funkcję. Może to zrobić zdalnie, bez potrzeby udawania się na halę produkcyjną. To korzystne rozwiązanie także dla firm działających w modelu rozproszonym. Jeśli zakłady produkcyjne znajdują się w różnych częściach kraju, ich oświetleniem można zarządzać z jednej lokalizacji.

Lepsze oświetlenie – lepsza praca

Im wyższa szczegółowość wykonywanej pracy wzrokowej, tym wymagane wyższe poziomy natężenia oświetlenia oraz równomierności, a także bardziej restrykcyjne wymagania związane ze zjawiskiem olśnienia. Dobre oświetlenie, zaprojektowane w zgodzie z wymaganiami, pozwoli uniknąć błędów popełnianych przez pracowników, a więc zniwelować starty materialne oraz przede wszystkim zagrożenie zdrowia i życia ludzkiego. Co więcej, dobre oświetlenie wpływa na poprawę dokładności i wydajności wykonywanej pracy, a także odczuwanie komfortu widzenia nawet przy długim czasie pracy.



Rafał Manowiecki
KRULEN Technika
Świetlna



Źródło: Trilux

Istotna jest także funkcjonalność systemu, która obejmuje nie tylko dostarczanie alertów o usterkach. To także możliwość bieżącego śledzenia poziomu zużycia energii. Korzystając z takiego rozwiązania, firma może z wyprzedzeniem zaplanować terminy niezbędnych zabiegów konserwacyjnych oraz dostosować instalację oświetleniową do wymogów obowiązujących na terenie każdej z fabryk. Jak dodaje Radosław Fabisiak, można obniżyć wydatki na energię elektryczną nawet o 60% dzięki zastosowaniu rozwiązań LED i optymalnemu zarządzaniu oświetleniem.

Natomiast jak mówi mgr inż. Paweł Biernacki, kierownik działu handlowego w firmie ATM Lighting, w realizacjach firmy chętnie wykorzystywane są źródła światła dziennego (np. świetliki dachowe) współpracujące z czujnikami natężenia oświetlenia rozmieszczonymi w oświetlanym pomieszczeniu. Pozwala to częściowo zredukować koszty energii przy zachowaniu wymagań opisanych w przepisach prawa. Skorzystanie z inteligentnych rozwiązań takich jak BMS (Building Management System) lub autono-

micznych mikrofalowych czujników obecności oraz ruchu pozwala na programowanie pracy oświetlenia i na przykład ściemniania do 10% wartości strumienia znamionowego opraw w obrębie, których nie znajdują się w danej chwili ludzie. W przypadku, gdy do pomieszczenia wchodzi pracownik, oprawa rozjaśnia się do 100%. Podobne rozwiązania stosuje się także w parkach i przejściach podziemnych, gdzie sztuczne światło potrzebne jest tylko w określonych przedziałach godzinowych. Jednocześnie firma nie poleca rozwiązania „światło na punkt”, chyba że jako oświetlenie stanowiskowe, z zachowaniem odpowiedniej gradacji natężenia światła, a mianowicie na przykład „obszar zadania” 500 lx, a „obszar bezpośredniego otoczenia” poziom niższy, czyli 300 lx.

Jak dodaje Paweł Biernacki, poza oprawami LED w ofercie firmy znajdują się jeszcze przemysłowe oprawy oświetleniowe ze źródłami konwencjonalnymi, natomiast zdecydowana większość rozwiązań proponowanych inwestorom jest z wykorzystaniem najnowszej generacji modułów i zasilaczy LED. Niestety technologia LED ma także pewne ograniczenia – jednym z mankamentów są trudności w doborze odpowiednich opraw oświetleniowych z modułami LED do pomieszczeń, w których panuje wysoka temperatura otoczenia.

Jeśli chodzi o projektowanie i modernizację oświetlenia, to Paweł Biernacki zauważa, że wykonując audyt oświetleniowy, poprzedzający opracowanie projektu, zwraca się uwagę na bardzo wiele czynników. Najważniejsze, to poznać budowę obiektu, jego przeznaczenie oraz charakterystykę pracy, która będzie w nim wykonywana. Jest to szczególnie istotne przy doborze odpowiedniego natężenia i równomierności oświetlenia zgodnego z normą PN-EN 12464-1. Przy realizacji projektu oświetleniowego projektanci muszą zmierzyć się między innymi



Mgr inż. Paweł Biernacki
kierownik działu handlowego,
ATM Lighting

Dofinansowanie państwa

Instytucje państwowe (m.in. ZUS) chętnie dofinansowują projekty inwestycyjne związane z prewencją wypadkową w firmach, do których zalicza się między innymi czynniki uciążliwe (takie jak niewłaściwe oświetlenie miejsca pracy). Obowiązujące normy nakazują stosowanie odpowiednich parametrów oświetlenia zależnie od stanowiska pracy i przydzielonych zadań (na przykład inne w hali magazynu wysokiego składowania i inne na stanowiska montażu precyzyjnego), co przekłada się na wyższą wydajność i ergonomię w miejscu pracy.

z parametrem oślnienia przykrego (UGRL), który może realnie wpływać na bezpieczeństwo pracowników. Zwraca się też uwagę na dobór odpowiedniej temperatury barwowej źródła światła – standardowo jest to 4000 K i powyżej, ale w zależności od specyfiki oświetlanego pomieszczenia można manipulować tą wartością, aby uzyskać zimne, pobudzające światło lub ciepłe „przytulne”. Dobór temperatury barwowej bezpośrednio wpływa na samopoczucie ludzi znajdujących się w oświetlanym pomieszczeniu. Dodatkowymi czynnikami brany pod uwagę są: wskaźnik oddawania barw Ra, który liczy się np. przy projektach oświetlenia lakierni, sklepów mięsnych itp., współczynnik odbicia od ścian, sufitów i podłóg, współczynnik utrzymania (zapasu) oraz harmonogram prac konserwacyjnych, żywotność źródła światła – w przypadku opraw oświetleniowych firmy ATM Lighting ze źródłami LED jest to powyżej 50 000 godz. Kolejne czynniki brane pod uwagę to eliminacja efektu stroboskopowego przy pracy w otoczeniu wirujących maszyn – ten efekt eliminuje zastosowanie elektronicznego statecznika, wydajność lm/W, która de facto wiąże się z czasem zwrotu kosztów inwestycji oraz rodzaje zapyień i środowisk agresywnych chemicznie, jeżeli występują.

Jak ocenić oświetlenie w miejscu pracy?

Na pewno powinna ona uwzględniać takie aspekty jak: adekwatność naturalnego i sztucznego oświetlenia, w szczególności w miejscach, gdzie są używane urządzenia robocze, procedury pomiaru poziomów oświetlenia, obecność blasku w różnych formach, skuteczność rozkładu światła, urządzenia do konserwacji i czyszczenia oświetlenia oraz oświetlenie awaryjne. Na pewno nowoczesne oświetlenie musi być dopasowane do wymagań i potrzeb użytkowników. Powinno też być spójne z przestrzenią, w której funkcjonuje i mieć ciekawy design. Na przykład firma LUG – jeden ze znaczących europejskich producentów profesjonalnych rozwiązań oświetleniowych – otrzymała w tym roku nagrodę Red Dot Design Award 2017 w prestiżowym konkursie wzorniczym za oprawę oświetleniową CRUISER 2 LED.

Jakie są obecnie tendencje wyznaczające kierunki dla nowoczesnych systemów oświetlenia miejsc pracy i nie tylko? Na pewno inteligentne systemy, które automatycznie dostosowują się do potrzeb i preferencji użytkowników. System oświetlenia może „wiedzieć”, że dany pracownik potrzebuje więcej światła niż jego młodszy kolega pracujący na sąsiednim stanowisku. Podaje się, że pracownik w wieku około 40 lat potrzebuje nawet dwukrotnie więcej światła, by widzieć tak samo, jak osoba w wieku 20 lat. Jak się okazuje, wydajność pracowników rośnie nawet o jedną trzecią lub więcej, jeśli tylko zwiększy się natężenie oświetlenia w miejscu pracy ze średnio 500 luksów do 1500 luksów. Ponieważ w pracy spędzamy dziś dużo czasu, to dąży się, by oświetlenie było dostosowane do naturalnego rytmu



Źródło: Trilux

około dobowego z niższym poziomem światła w godzinach popołudniowych i jaśniejszym chłodniejszym światłem w godzinach porannych. Na pewno jest to przyszłość oświetlenia biurowego. Nowoczesne systemy oświetleniowe to nie tylko zastosowanie diod LED, ale technologie takie jak Li-Fi. W systemach Wi-Fi rozsyła się dane z wykorzystaniem fal radiowych, a w tym przypadku razem ze światłem poprzez modulowanie światła z diod LED w sposób niewidoczny dla ludzkiego oka, ale który może być odbierane przez odbiornik podłączony do komputera. Otrzymujemy w rezultacie bardzo szybkie połączenie bezprzewodowe. Taką technologię stara się skomercjalizować firma PureLiFi z Edynburga. Podobne techniki wykorzystuje się też budowy dokładnych systemów pozycjonowania we wnętrzach. Coraz częściej w oprawach oświetleniowych LED pojawiają się różnego rodzaju czujniki wykorzystywane w rozwiązaniach IoT – internetu rzeczy. ■

Technologia LED wypada zdecydowanie lepiej

W przypadku projektów przemysłowych istnieje kilka składników ilościowych i jakościowych oświetlenia, które mają istotny wpływ na wydajność i bezpieczeństwo pracy. Składniki ilościowe światła to np. jego natężenie, równomierność, współczynnik tętnień czy oślnienie. Zbliżoną rolę mogą odgrywać czynniki jakościowe, w tym współczynnik oddawania barw, temperatura barwowa światła lub rozkład luminancji w pomieszczeniu. Zmniejszając uczucie zmęczenia pracownika, stymulują jego wydajność. Porównując dostępne na rynku technologie pod kątem spełniania przez nie norm i dostarczania wysokich wskaźników jakościowych i ilościowych, technologia LED wypada zdecydowanie lepiej niż rozwiązania konwencjonalne. O prawidłowe doświetlenie stanowisk pracy dbają także systemy sterowania oświetleniem oparte na detekcji światła dziennego.



Radosław Fabisiak
Product Marketeer,
Controls & Systems,
Philips Lighting