



LED-y na lata '20

Oświetlenie LED-owe przestało być nowością. Stało się standardem nie tylko dla nowych instalacji, ale również jako źródła światła do istniejących opraw. Jest to wynik zarazem mody i uregulowań prawnych, jak też chłodnej kalkulacji. Diody LED to najlepsze i najbardziej pożądane źródło światła, jakie można obecnie swobodnie znaleźć na rynku i jest chętnie stosowane w bardzo wielu, również specjalistycznych aplikacjach. W artykule przybliżamy obecne zastosowania LED-ów i związane z nimi technologie.

Odwiedzając wszelkiego rodzaju targi branżowe związane z rynkiem oświetlenia, łatwo zauważyć, że niemal wszystkie prezentowane wyroby bazują, lub są przeznaczone do pracy z diodami LED. I nie ma w tym nic dziwnego. LED-y są w stanie spełnić właściwie wszystkie wymagania, jakie użytkownicy stawiają przed

źródłami światła. Nadają się tak do zastosowań ogólnych, wewnątrz i na zewnątrz pomieszczeń, jak i do aplikacji specjalistycznych, czy to w maszynach, procesach technologicznych czy na potrzeby dekoracji.

Zalety LED-ów

Technologia LED-owa jest na tyle zaawansowana, że pozwala tworzyć struktury dobrze dopasowane do różnych, specyficznych potrzeb klienta. Ponadto, nawet dosyć uniwersalne LED-owe źródła światła są zazwyczaj na tyle małe, że z powodzeniem można je samodzielnie dopasować do konkretnej aplikacji. Ta elastyczność i bogaty wybór produktów sprawiły, że w ostatnich latach wzrosły też oczekiwania klientów. Na rynku pojawiły się już takie źródła światła, których charakterystykę można samodzielnie dopasować w momencie instalacji. Oczywiście urządzenia o takich funkcjach są znacznie droższe niż zwykłe lampki LED-owe, ale ze względu na niskie ceny komponentów, łączny koszt tego typu instalacji jest dla wielu klientów już akceptowalny.



Fotografia 1. Nowoczesne lampy LED-owe charakteryzują się ciekawym wzornictwem

Tam, gdzie nie są wymagane ani małe wymiary, ani nietypowe kształty źródła światła, LED-y i tak wygrywają kosztami. Oczywiście nie kwotą, którą trzeba wydać podczas zakupu, ale sumarycznymi wydatkami w trakcie użytkowania źródła światła. Producenci LED-ów obiecują długą żywotność swoich wyrobów, a mniejszy pobór energii można szybko zweryfikować nawet samodzielnie. Koszty mają bardzo duże znaczenie właściwie w każdej dziedzinie życia. W przypadku oświetlenia znacznie kosztów w trakcie pracy rośnie z uwagi na wzrost cen energii elektrycznej. Planując instalacje oświetleniowe należy brać to pod uwagę, uwzględniając przy tym spodziewany wzrost cen prądu w przyszłości, bo przecież raz zainstalowane źródła światła powinny pracować przez wiele lat.

LED-y to także źródło światła, którym można swobodnie sterować. Na pojedynczą lampę może składać się wiele małych struktur, połączonych równoległe z oddzielnymi wyłącznikami. Fakt, że diody te pracują z niskimi napięciami oznacza, że do ich zasilania nie trzeba stosować komponentów o wytrzymałości napięciowej adekwatnej do sieci elektrycznej (choć często potrzebne są większe prądy). W konsekwencji, przygotowanie wielu równoległych obwodów dla diod LED jest zwyczajnie znacznie tańsze niż dla klasycznych lamp żarowych lub świetlówek. Zaawansowane systemy oświetleniowe pozwalają więc na efektywne przyciemnianie i częste włączanie lub wyłączanie źródła światła. Warto przy tym zauważyć, że to właśnie włączanie i wyłączanie było najczęstszą przyczyną uszkodzenia źródeł światła poprzednich generacji. Diody LED dobrze sprawdzą się więc tam, gdzie światło potrzebne jest w krótkich, występujących często okresach. Dlatego tak korzystne jest sięganie po nie w miejscach, w których chce się oszczędzać energię elektryczną.

Lepsza jakość

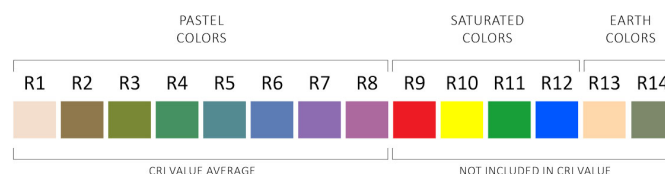
Światło LED-owe, jest lepszej jakości niż światło pochodzące z innych źródeł. Jakość tę można mierzyć na różne sposoby. Podstawowym miernikiem jakości diod LED jest ich sprawność, tj. liczba lumenów generowany z jednego wata mocy. Obecnie nawet powszechnie dostępne zamienniki żarówek, wykonane w technologii LED generują ponad 100 lumenów ciepłego światła z każdego dostarczonego wata mocy. To bardzo ważne, gdyż dzięki temu nawet standardowe, niedrogie LED-y mają wyższą skuteczność świetlną niż świetlówki. Jednakże parametr ten ma znaczenie dla osoby, która pokrywa koszt rachunków za energię elektryczną, potrzebną do oświetlenia obiektów, a dla użytkowników wygenerowanego światła już niekoniecznie. Dla nich istotna będzie przede wszystkim barwa światła. W przypadku białych LED-ów określa się ją w oparciu o temperaturę barwową. W typowych zastosowaniach cenione są lampy o niskiej temperaturze, a więc generujące – wbrew temu co nazwa mogłaby sugerować – światło ciepłe, zbliżone do żarowego. Jeszcze kilka lat temu uzyskanie odpowiedniej temperatury barwowej było problematyczne i takim światłem cechowały się tylko lampy wyższej jakości. Wynika to z faktu, że światło ciepłe zazwyczaj generuje się z niższą skutecznością. Obecnie, gdy na rynku z łatwością można znaleźć wysoce skuteczne LED-y o dowolnej temperaturze barwowej, użytkownicy zwracają uwagę na kolejne parametry, wskazujące na jakość danego źródła światła.

Aktualnie chyba największą wagę profesjonalści przywiązują do współczynnika CRI (*Color Rendering Index*), odpowiadającego za zdolność do odwzorowywania barw. Jest to wskaźnik wyrażony liczbą z zakresu od 0 do 100 i mówiący jak dobrze człowiek jest w stanie ocenić barwę obiektów oświetlonych danym światłem. W przypadku światła monochromatycznego, współczynnik ten będzie wynosił 0, gdyż barwy obiektów będą poprawnie uwydatniane. W przypadku światła białego o widmie ciągłym współczynnik ten

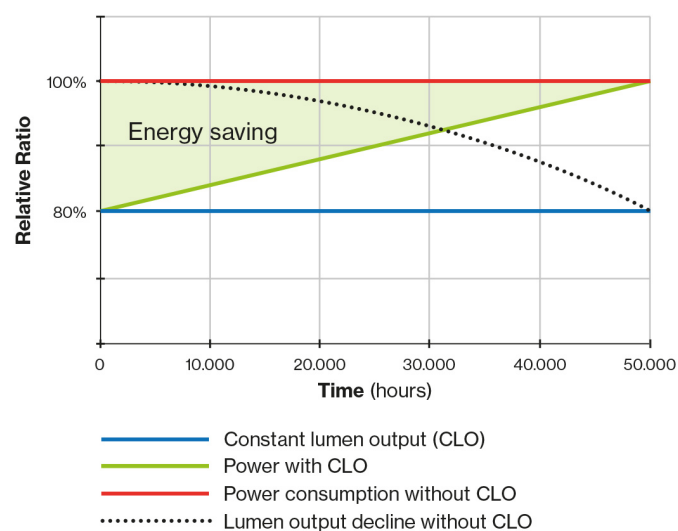
wyniesie 100. Światło słoneczne ma właśnie wysoki współczynnik CRI równy 100.

Gdy na rynku pojawiły się pierwsze konsumenckie LEDowe zamienniki żarówek, ich współczynnik CRI wynosił nieco ponad 80 (i to nie zawsze), co było uznawane za wystarczające, podczas gdy światło żarowe ma współczynnik 100. Obecnie z łatwością można znaleźć lampy o wyższym współczynniku. Warto też zwrócić uwagę na sposób obliczania wartości CRI. W tym celu sięga się po określoną liczbę standardowych próbek obiektów barwnych i testuje na nich zdolność poprawnego odwzorowania ich barw i dla każdej z nich wyznacza wartości R_i , również przyjmujące maksymalną wartość 100. Wartość wynikowa CRI, zapisywana jest jako R_a i stanowi średnią wszystkich R_i .

Sam test CRI prowadzi się w oparciu o 8 próbek, równomiernie oddalonych od siebie na wykresie spektrum barw, cechujących się dosyć niskim nasyceniem. Zostały one opisane w normie z 1995 roku i są oznaczane jako $R_1...R_8$. Niestety, wśród tych barw nie ma wielu kolorów, które są bardzo ważne dla użytkowników, szczególnie specjalistów którzy chcą uzyskać odpowiednie efekty świetlne. Przykładowo, wartość CRI R_a nie uwzględnia intensywnej czerwieni (R_9), ani dwóch popularnych kolorów skóry (R_{13} i R_{15}). Wszystkie trzy



Fotografia 2. Przybliżone barwy wzornika do mierzenia wartości CRI dla poszczególnych barw



Fotografia 3. W lampach CLO podawany prąd rośnie wraz ze zużyciem się struktur LED-owych, by tym samym utrzymać stały strumień świetlny przez cały okres użytkowania



Fotografia 4. Lampy LED-owe można z powodzeniem stosować na zewnątrz budynków

z nich są trudne do poprawnego odwzorowania, co oznacza że sięgając po lampę o wysokim R_a wcale niekoniecznie uzyskamy światło, które pozwoli nam odpowiednio doświetlić np. mocno czerwone obiekty. Z tego względu, część producentów LED-ów podaje dodatkowo wartości współczynników R_g , a czasem też pozostałych R_i , dzięki czemu zaawansowani użytkownicy mogą lepiej dobrać źródła światła.

Dobór i projektowanie

Ułatwieniem ze strony dostawców LED-ów jest pozycjonowanie ich do konkretnych rodzajów często spotykanych aplikacji. np. oferuje się diody specjalnie przystosowane do oświetlania warzyw i owoców, mięsa czy serów, które najlepiej uwypuklają atrakcyjne dla klienta barwy, sprawiając że dany produkt spożywczy wydaje się bardziej atrakcyjny. LED-y to także bardzo ważne narzędzie pracy w sztuce, a przede wszystkim w muzeach. Początkowo kosztowne białe diody o wysokim współczynniku CRI były stosowane właśnie przede wszystkim do oświetlania dzieł sztuki, a w tym głównie obrazów. Podobnie oświetlenie LED-owe ma duże znaczenie w kinematografii i fotografii, gdyż pozwala na bardziej efektowne wyróżnienie barw już na etapie zdjęć, co ułatwia następnie prace w postprodukcji.

Projektowanie systemów oświetlenia zawierających LED-owe źródła światła, pochodzące od jednego producenta jest ułatwione dzięki konfiguratorom. Są to aplikacje internetowe, które pomagają tworzyć małe i duże projekty, dopasowane do różnych zastosowań. Po zakończeniu konfiguracji program przygotowuje listę elementów koniecznych do instalacji.

Trwałość

Kolejną kwestią, która jeszcze kilka lat temu zniechęcała użytkowników do sięgania po lampy diodowe była ich faktyczna trwałość i zdolność do trzymania parametrów katalogowych. Niestety, ale wielu producentów, szczególnie tych dalekowschodnich, którzy wcale nie dbali o swoją markę, albo sprzedawali wybory OEM, które następnie były markowane innymi logotypami, pozwalało sobie na dostarczanie LED-ów nieodpowiadających deklarowanym parametrom. Mowa nie tylko o skuteczności świetlnej, temperaturze barwowej i zdolności odwzorowywania barw, ale też o żywotności.

W odróżnieniu od lamp żarowych, na lampę LED-ową składa się wiele komponentów, których trwałość wpływa na żywotność całego

produktu. Często znacznie szybciej od samej struktury diody półprzewodnikowej, emitującej światło, uszkodzeniu ulegają obwody ją zasilające. Parametry tych komponentów nierzadko w ogóle nie są ujmowane w jakiegokolwiek dokumentacji i przez to produkt o nawet niezłych właściwościach w odniesieniu do jakości generowanego światła, może być sterowany podzespołami o niskiej jakości, a najczęściej po prostu pracujących na granicy swoich możliwości. Dużym wyzwaniem jest zapewnienie odpowiedniego odprowadzania ciepła. Praca w wysokich temperaturach powoduje szybkie skrócenie żywotności diod LED oraz przyspiesza starzenie innych obwodów elektronicznych. Bardzo podatne na uszkodzenia są kondensatory elektrolityczne, które najczęściej znajdują się wśród podzespołów umieszczonych w obudowie lamp LED-owych. Natomiast by wydłużyć żywotność źródła światła należy użyć odpowiednio dużych radiatorów, które naturalnie są nie tylko droższe, ale i zwiększają masę gotowego produktu.

Na szczęście, rynek LED-ów już dojrzał na tyle, że można wskazać firmy, które dbają o swoją renomę, oferują wydłużoną gwarancję i w efekcie dostarczają produkty znacznie lepiej trzymające deklarowane parametry. Dzięki temu klienci przestali obawiać się diod LED jako nowej, niepewnej technologii i chętnie stosują ją w niemal wszystkich nowych aplikacjach.



Fotografia 5. Typowy LED-owy zamiennik żarówki



Fotografia 6. LED-owy zamiennik żarówki samochodowej



Fotografia 7. Choć mogłoby się wydawać, że taka lampa jest modułowa i że za pomocą wkrętaka można zamienić jej strukturę LED-ową, w praktyce czynność ta może być wykonywana przez wyspecjalizowany serwis, choćby z uwagi na brak uniwersalnych modułów świecących do takich lamp



Fotografia 8. Różne zintegrowane lampy LED-owe do zastosowań domowych. Zużycie się źródeł światła w tych lampach wymaga wymiany całego żyrandola

Jak rozpoznać czy lampa LED miga?

Wiele niedrogich LED-owych źródeł światła zbudowane jest z użyciem bardzo prostych obwodów zasilających, co sprawia że podawany do struktur półprzewodnikowych prąd nie jest odpowiednio stabilizowany. Skutkuje to szybkim miganiem światła, ledwo widocznym dla ludzkiego oka. Niestety, długotrwałe przebywanie w pomieszczeniach oświetlonych w ten sposób jest męczące dla wzroku, mimo że na pierwszy rzut oka nie widać różnicy pomiędzy lampą migającą a źródłem światła wyższej klasy. Wygodnym sposobem sprawdzenia czy dane źródło światła miga jest skierowanie na nie obiektywu smartfona, ustawionego w tryb nagrywania wideo w zwolnionym tempie. Czasem wystarczy już samo spojrzenie na ekran telefonu, by zobaczyć, że dane źródło miga. Jeśli posiadany model smartfona nie pozwala na taką ocenę, należy wykonać kilkusekundowe nagranie, na którym z łatwością dostrzeżemy, czy natężenie światła jest stabilne.

Zamienniki do opraw a lampy zintegrowane

Dla przeciętnego „Kowalskiego”, który nie buduje ani nie remontuje akurat domu, oświetlenie LED-owe kojarzy się głównie z zamiennikami żarówek. Początkowo, gdy LED-y pojawiały się na rynku, były oferowane niemal jedynie właśnie w postaci zamienników klasycznych żarówek, a więc wykonane tak, by pasowały do standardowych uchwytych. Niestety, budowa odpowiednio trwałej lampy o kształcie idealnie odwzorowującym wygląd żarówek wolframowych była bardzo trudna, dlatego wiele LED-ów nie pasowało do kształtu użytkowanych kloszy. Z czasem technologia poszła na tyle do przodu, że liczba formatów LED-owych źródeł światła przekroczyła już liczbę standardowych uchwytych lamp. Obecnie rosnącą popularnością cieszą się zintegrowane źródła światła. Ich zaletą jest kształt, którego nie można byłoby uzyskać, gdyby w lampach źródła łatwe do wymiany przez zwykłego użytkownika.

Niestety ma to też negatywne konsekwencje, o których obecnie się jeszcze nie mówi. Zakup gotowej, zintegrowanej lampy oznacza, że w momencie uszkodzenia jej elektroniki konieczna będzie wymiana całości, podczas gdy w klasycznych konstrukcjach przepalenie się żarówki wymagało wydania jedynie kilku, a maksymalnie kilkunastu złotych na nową. Usprawiedliwia to znacznie wyższą żywotność diod LED, ale i tak – koniec końców – to nowatorskie podejście spowoduje wzrost ilości elektrośmieci.

Co więcej, znaczenie może mieć też sposób, w jaki diody LED ulegają uszkodzeniu. O ile mogą oczywiście się przepalić, to nawet podczas normalnej, bezawaryjnej pracy, stopniowo tracą na jasności (a zarazem skuteczności świetlnej). To właśnie czas, po którym w trakcie normalnego użytkowania jasność diody LED spadnie o połowę (bywa że podawany jest czas spadku jasności do 80%), jest nazywany przewidywanym czasem pracy danego źródła światła. W efekcie, zintegrowane oświetlenie LED-owe, adekwatne do danego zastosowania – czy to pomieszczenia, czy obiektu zewnętrznego, z czasem będzie stawało się coraz ciemniejsze i trudno będzie to dostrzec bez przeprowadzenia dokładnych pomiarów. Jest to największy problem dla biur, w których wymagane jest zapewnienie adekwatnych warunków oświetleniowych. Pracownicy nie mając świadomości, że lampy

wyglądające na sprawne, faktycznie nie generują odpowiednio dużej ilości światła, będą pracowali w warunkach niedostatecznego oświetlenia. Wyjątkiem są lampy **CLO** (*Constant Light Output*), projektowane tak, by z czasem prąd zasilający diody rósł, kompensując tym samym spadek skuteczności świetlnej. Oczywiście oznacza to, że z czasem sprawność takich lamp maleje, ale można mieć pewność, że gdy działają, cały czas pracują ze swoją nominalną jasnością.

Gdy spadek jasności lampy zostanie dostrzeżony, koszt wymiany takich niemal sprawnych lamp na nowe będzie znacznie większy, niż gdyby wymieniano się tylko same struktury emitujące światło. Choć problem żywotności zintegrowanych lamp bardzo negatywnie wpływa na ekologię, LED-y są postrzegane właśnie jako rozwiązanie bardzo ekologiczne. Wiele firm i instytucji sięga po nowoczesne źródła światła nie tylko dla oszczędności, czy zapewnienia odpowiednich wrażeń estetycznych, ale też po to by podkreślić swoją nowoczesność i proekologiczne nastawienie.

Zasilanie

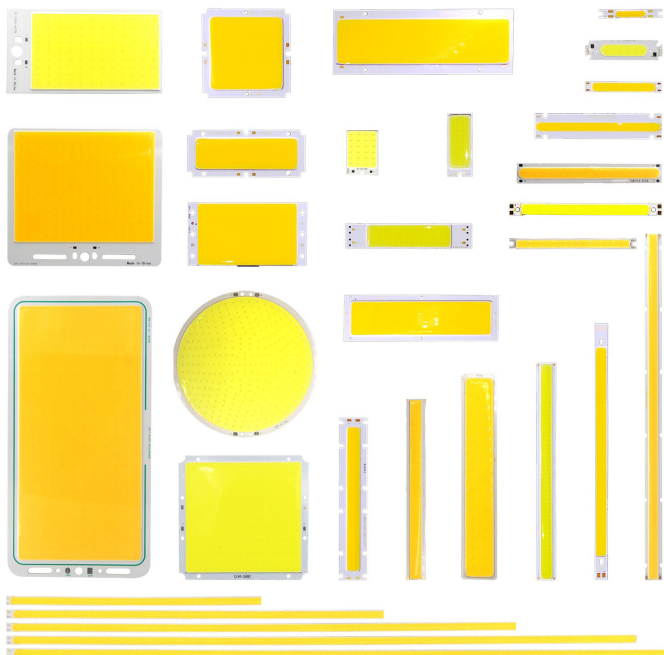
Nieodzowną częścią rynku LED-ów są systemy zasilające. Wynika to ze specyfiki struktur półprzewodnikowych emitujących światło. Zazwyczaj należy je spolaryzować niskim napięciem stałym, pilnując by przepływający prąd był jak najbardziej stabilny. To właśnie od niego zależy stabilność jasności lampy LED-owej. W najtańszych konstrukcjach sięga się, wbrew sztuce, po źródła napięciowe, albo co gorsza, w ogóle ignoruje się tętnienia pochodzące z sieci energetycznej. Tak zbudowane lampy migają bardzo szybko, a jedynie dzięki bezwładności czułości ludzkiego oka, emitowane światło wydaje się stałe. [Patrz ramka „Jak rozpoznać czy lampa LED miga”]

Diody COB

Od pewnego czasu widoczny jest trend, w ramach którego dawniej używane rodzaje struktur LED-owych zastępuje się diodami **COB** (*Chip On Board*). Skrót ten odnosi się do nłaskiego komponentu, zawierającego wiele elementarnych diod umieszczonych bezpośrednio na laminacie aluminiowym. Emitery są połączone w grupy szeregowo-równoległe i współpracują ze wspólnym dla całości luminoforem. Są to wydajne źródła o szerokim kącie emisji światła. Największą zaletą diod COB jest generowanie strumienia światła o bardzo dużej mocy, dzięki czemu element ten zastępuje źródła halogenowe i rtęciowe w reflektorach. Emitery typu *chip on board* są łączone w całość z układami optycznymi i układami zasilania, co zapewnia wyjątkową prostotę implementacji w przypadku oświetlenia stosowanego np. do hal magazynowych, czyli typu *high bay*. Konstrukcja w postaci macierzy emitatorów pozwala na precyzyjną regulację kształtu strumienia świetlnego, co upraszcza budowę opraw światła punktowego stosowanego w oświetleniu architektonicznym. Diody COB są też coraz częściej stosowane w innych oprawach. Zyskują na popularności także dlatego, że zawierają wiele elementarnych



Fotografia 9. Dioda COB w obudowie



Fotografia 10. Różne struktury COB

małych struktur, dzięki czemu ich konstrukcja jest optymalna kosztowo, gdyż uzysk produkcyjny dla takich chipów jest wysoki, obudowa jest jedna, tak samo jak luminofor – to też są oszczędności. Napięcie zasilające taki element jest relatywnie wysokie (kilkadziesiąt woltów), dzięki czemu system zasilania pracuje przy mniejszym natężeniu prądu i tym samym stratach mocy na przewodzenie. Nie wielkie wymiary emiterów COB upraszczają także konstrukcję systemów optycznych i chłodzących.

Szybko poszerza się oferta dostępnych gotowych modułów oświetleniowych, gdzie na laminacie aluminiowym zamontowane są diody i system zasilania. Kiedyś większość z nich była wykonywana na zamówienie, obecnie wiele podstawowych typów można kupić od ręki. Zmiany dotyczą też zawartego na modułach zasilacza, który nie tylko zasilą i reguluje jasność, ale coraz częściej ma opcję komunikacji bezprzewodowej lub pracuje w sieci.

Taśmy LED

Nowym obszarem zastosowań, w których LED-y stanowią jedyne rozwiązanie są wszystkie aplikacje bazujące na źródłach światła w postaci taśm. Dawniej LED-owe taśmy były dostępne w postaci dosyć standardowych konstrukcji. Obecnie wybierając taśmę LED-ową można swobodnie dobierać już nie tylko temperaturę barwową



Fotografia 11. Taśma LED wysokiej klasy, zawierająca po dwie różnobarwne diody, ułożone obok siebie

i strumień świetlny w przeliczeniu na metr, ale też rodzaj zastosowanych diod, ich sposób ustawienia oraz napięcie zasilania i odporność na zachłapanie. Najbardziej powszechnie stosowane są taśmy zasilane napięciem 12 V z diodami ustawionymi prosto. Bywa jednak, że by uzyskać odpowiedni efekt konieczne staje się użycie diod ustawionych pod kątem 90 stopni, albo np. cechujących się mniejszą mocą, ale gęściej rozmieszczonych.

Nowe systemy elastycznych taśm LED ułatwiają realizowanie najbardziej wymagających projektów oświetleniowych. Obejmują bardzo bogate i wszechstronne systemy komponentów, które spełniają różnorodne potrzeby projektantów profesjonalnego oświetlenia.

Można wybierać komponenty z zabezpieczeniem lub bez, z możliwością ściemniania, w kilku temperaturach barwowych (od nieco ponad 2000 K do ponad 6000 K) i współczynnikiem oddawania barw (CRI) R_a oraz strumieniu świetlnym z zakresu ok. 300 do 2000 lm/m. Taśmy elastyczne, nawet jeśli pochodzą od jednego producenta, mogą być oferowane w różnych kategoriach cenowych. Różnią się wtedy trwałością oraz okresem udzielanej gwarancji.

Taśmy najniższej klasy to uniwersalne rozwiązanie, zazwyczaj cechujące się dobrym stosunkiem jakości do ceny, przeznaczone do podstawowych instalacji oświetleniowych. Mają niższy współczynnik odwzorowania barw i krótszą trwałość. Nie oznacza to, że nie można ich dostać w wersjach o wysokim stopniu ochronności. Jest on uzyskiwany zazwyczaj w sposób niezależny od tego, jakie diody LED zostały zainstalowane na taśmie.

Taśmy wyższej kategorii nierzadko mają dodatkowe certyfikaty, np. potwierdzające wyższą trwałość. Bywa też, że są dostarczane w wersjach o wyższym stopniu ochronności. Są polecane do aplikacji profesjonalnych i komercyjnych, w których koszt wymiany po kilku latach jest jednym z czynników jawnie uwzględnianych w decyzjach zakupowych.

Taśmy najwyższej klasy mają najczęściej bardzo wysoki współczynnik odwzorowywania barw i częściej składają się z gęściej rozmieszczonych, mniejszych diod – nawet 140 na metr. Pozwala to zapewnić jednorodny strumień światła i równomierną emisję na całej długości. Wykonywane są z najwyższymi stopniami ochronności, ponieważ dlatego, że zapewnienie bardzo wysokiej szczelności jest kosztowne i ma uzasadnienie cenowe głównie w rozwiązaniach wyższej klasy. Niemniej, to właśnie takie taśmy poleca się do instalacji w trudnych warunkach, np. na zewnątrz budynków i w zakurzonych, wilgotnych pomieszczeniach. Najwyższej klasy taśmy LED-owe są objęte długą gwarancją i mają najwyższą trwałość, potwierdzoną adekwatnymi certyfikatami.

Proces montażu większości taśm jest łatwy i szybki. Oferowane są w zoptymalizowanych długościach i często mają wstępnie podłączone przewody po obu stronach – można je łatwo i dowolnie skracać. Alternatywnie można użyć nakładanych końcówek, które mają przyłutowane przewody.

Taśmy LED można stosować nie tylko w celach dekoracyjnych. Wbrew obiegowym opiniom, są bardzo wszechstronne. Sprawdzają się tak przy oświetlaniu prywatnych mieszkań, jak i centrów handlowych. Przykładowo paski LED o strumieniu świetlnym od 1000 lm/m do 2000 lm/m oraz barwie zbliżonej do światła dziennego (6500 K) zapewniają oświetlenie ogólne bardzo wysokiej jakości w dużych biurach, zwiększając wydajność i motywację do pracy. Wersje o strumieniu światła od 600 lm/m do 1000 lm/m oraz temperaturze barwowej 4000 K stanowią doskonałe rozwiązanie do oświetlania małych sal konferencyjnych, a paski LED o strumieniu świetlnym od 300 lm/m do 600 lm/m oferują światło akcentujące do fasad budynków, uzupełniając kompletną profesjonalną instalację oświetleniową.

Dostawcy LED-ów

Na polskim rynku działa bardzo wielu dostawców LED-owych źródeł światła. Można zaobserwować, że wiele firm krytykuje poczynania swoich konkurentów. To co jedni dystrybutorzy najczęściej zarzucają innym to wprowadzanie na rynek wyrobów słabej jakości,



Fotografia 12. Dużą popularnością cieszą się taśmy LED RGB, w których można wybierać kolor świecenia taśmy

pochodzących z Dalekiego Wschodu. Twierdzi się, że często produkty te wcale nie spełniają norm. Część zatwierdzeń jest wymagana ustawowo, a niektóre mają znaczenie tylko dla odbiorców profesjonalnych. Dla klientów najczęściej kluczowa jest cena oraz dostępność produktu, a w dalszej kolejności certyfikaty, przez to klienci rzadziej sięgają po światło lepszej jakości. Produkty niskiej jakości zwykle szybko ulegają uszkodzeniu, skutkując niezadowolaniem klienta i jednoczesnym psuciem rynku.

Rozmawiając z dostawcami oferującymi LED-owe źródła światła można się dowiedzieć, że klienci często wybierają nie tyle produkt, który najbardziej odpowiada im parametrami lub ceną, co wyrób dostępny tu i teraz. Ma to znaczenie również w sytuacjach, gdy potrzebna jest większa liczba danych lamp.

Mimo to ostatnie lata stanowią okres bardzo dobry dla dostawców oświetlenia LED-owego. Popyt na oświetlenie tego typu tworzy wiele czynników rynkowych, a klienci znajdują się praktycznie w każdej branży techniki. Sprzedaż jest na tyle duża, że nawet po podzieleniu na wielu dostawców, firmy są w stanie utrzymać się z takiej działalności, zwłaszcza jeśli koncentrują się na aplikacjach profesjonalnych. Obszar konsumencki niekoniecznie musi do tego pasować, tak samo jak zastosowania infrastrukturalne (np. oświetlenie zewnętrzne), bo na skutek silnej konkurencji, presji cenowej w przetargach, zarabianie tam jest trudniejsze.

Pozytywne jest coraz większe zainteresowanie tematyką inteligentnych miast, których LED-y – jako ekologiczny symbol nowoczesności – stanowią nieodzowną część.

Typowe aplikacje w obiektach handlowych

LED-y używane są obecnie już nie tylko jako sposób na zwiększenie jasności pomieszczenia, ale by uzyskać odpowiednie wrażenia użytkowe – przy czym priorytety są różne, w zależności od branży. Bardzo duże znaczenie ma stosowanie oświetlenia LED-owego w sklepach, a najbardziej w branży detalicznej. Trudno o przemysł, w którym aż tak łatwo można oszczędzać energię używaną do oświetlania. Dotyczy to wszystkich obszarów działalności – od dyskontów, przez sklepy odzieżowe i meblowe po sklepy dla majsterkowiczów czy centra ogrodnicze. Ale dobre światło w sklepie to nie tylko rozwiązania energooszczędne, lecz także takie produkty, które wyeksponują towar w najlepszy możliwy sposób, stworzą relaksującą i komfortową atmosferę i będą prowadziły klienta pomiędzy sklepowymi półkami.

Dużym powodzeniem w oświetleniu sklepów cieszą się reflektory punktowe, często montowane na szynach trójfazowych. Mają różną moc, zawierają wbudowane obwody sterujące oraz mają regulowane odbłyśniki. Redukują też oślnienie i cechują się wysokim

REKLAMA

Lampy High Bay

LEDy do profesjonalnych zastosowań

Lampy Grow Light

Naświetlacze LED

μ's
MICROS

www.micros.com.pl



Fotografia 13. Oświetlenie LED pozwala zwiększyć wizualną atrakcyjność warzyw i owoców

współczynnikiem odwzorowania barw, zazwyczaj przekraczającym 90.

Większe powierzchnie można oświetlać za pomocą opraw mocowanych do sufitu, stanowiących bezpośrednie zamienniki opraw świetlówkowych typu *downlight*. Najnowocześniejsze tego typu konstrukcje są często wyposażane właśnie w funkcję regulacji barwy światła – służy do tego mały przełącznik, jaki umieszcza się z tyłu oprawy. Natomiast zastosowanie zacisków do szybkiego łączenia pozwala oszczędzić czas podczas instalacji. Tego typu oprawy przynoszą bardzo wymierne korzyści w postaci oszczędności w rachunkach za energię elektryczną. Ponadto często są wykonywane w obudowach o niemałej klasie ochronności, dzięki czemu można je stosować w łazienkach, kuchniach, i zadaszonych strefach zewnętrznych.

Typowe aplikacje w biurach

Oprócz redukcji kosztów eksploatacji, system oświetleniowy dla biur musi spełniać przede wszystkim liczne normy, dyrektywy i przepisy BHP. Kluczowe wymagania obejmują przede wszystkim eliminację oślnienia do pracy na stanowiskach z monitorami, wysoką równomierność oświetlenia i odpowiednie jego natężenie. Nowe oprawy LED idealnie nadają się do tych specyficznych wymagań. Mogą być skonfigurowane np. tak, że kierują 70% światła bezpośrednio w miejsce pracy i 30% światła pośrednio na potrzeby oświetlenia ogólnego. Oprawy tego typu mają niewielką grubość, cechują się nowoczesnym designem, często wykończone



Fotografia 15. Polecana do biur oprawa LED-owa



Fotografia 16. Polecana do zakładów przemysłowych oprawa LED-owa, dobrze zastępująca tradycyjne świetlówki

aluminiowymi ramkami. Mikropryzmatyczna obudowa z wysokiej jakości tworzywa PMMA pozwala zapewnić niski wskaźnik oślnienia. Oczywiście skuteczność świetlna takich lamp jest również wysoka i wynosi często ponad 100 czy nawet 110 lm/W. Co ważne, renomowani producenci podają w tym przypadku żywotność liczoną w inny sposób, niż wielu tanich, dalekowschodnich dostawców. Mówi się o **czasie pracy L80**, a więc okresie, po jakim natężenie emitowanego światła spada o 20% względem nominalnego. Dzięki temu nabywca będzie mógł łatwiej przewidzieć czas, po którym nastąpi potrzeba wymiany systemu oświetlenia, by spełniało ono parametry wymagane przepisami.

Warto dodać, że wysoka jakość światła emitowanego przez niektóre nowatorskie konstrukcje LED-owe wynika ze specjalnego układu optycznego, składającego się z małych struktur półprzewodnikowych. Fakt, że każda pojedyncza dioda ma swoją własną soczewkę i odbłyśnik, oznacza bardzo dobre, wolne od oślnienia oświetlenie o małym wskaźniku UGR, a także lepszy rozsył światła. Co więcej, duża liczba elementów optycznych nadaje oprawom atrakcyjny, modny obecnie wygląd. Rosnącą popularnością w biurach cieszą się oprawy w wersjach z czujnikami światła dziennego lub obecności, z interfejsem DALI albo z funkcją oświetlenia awaryjnego.



Fotografia 14. Różne wrażenia wizualne w przypadku produktów spożywczych oświetlonych różnymi diodami LED marki Samsung



Fotografia 17. Sterownik LED-ów z interfejsem DALI



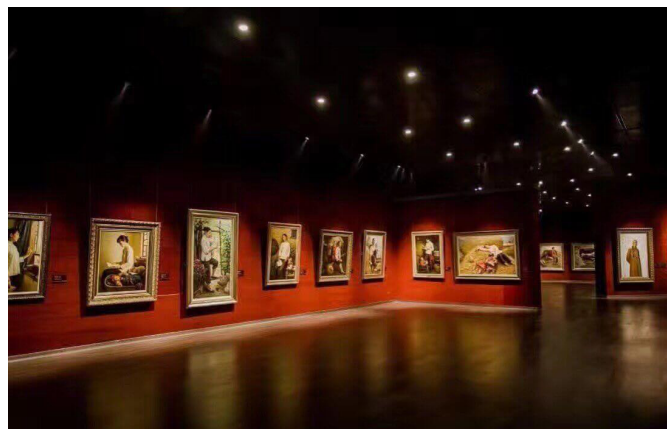
Fotografia 18. Lampa w kształcie żarówki, sterowana zdalnie ze smartfona, poprzez interfejs Wi-Fi

Typowe aplikacje w fabrykach

W zakładach przemysłowych oświetlenie ma zasadnicze znaczenie dla bezpieczeństwa i wydajności pracowników. Odpowiednio dobrane oprawy pomagają zwiększyć ich koncentrację, wyeliminować błędy i poprawić efektywność. Ale ten sektor stawia przed oświetleniem również inne wyzwania. Oprawy w takich obiektach muszą działać niezawodnie nawet w najtrudniejszych warunkach i spełniać najwyższe wymagania, jeśli chodzi o energooszczędność.

W wysokich pomieszczeniach, takich jak magazyny, fabryki i centra logistyczne sprawdzają się inteligentne oprawy *High Bay* z obsługą interfejsu DALI. Można je połączyć z zewnętrznymi czujnikami obecności osób i światła. Produkty najwyższej klasy są dostarczane z **deklaracją żywotności L100**, co oznacza że wytwarzają stały strumień świetlny przez cały okres eksploatacji (lampy CLO).

W fabrykach, przemyśle spożywczym czy w kuchniach niezbędne jest zastosowanie opraw odpornych na wilgoć i unoszące się w powietrzu pozostałości oleju, gazów, pyłu i detergentów. Warto wtedy sięgnąć po oprawy o klasie ochronności IP69K, które



Fotografia 19. Oświetlenie LED-owe zastosowane w muzeum

można czyścić nawet przy użyciu myjki wysokociśnieniowej. Konstrukcje tego typu osiągają skuteczność świetlną na poziomie 150 lm/W. Szczególnie godne polecenia są te najprostsze w instalacji, które nie wymagają użycia narzędzi do montażu. Instaluje się je za pomocą prostych zacisków.

Jeśli potrzebne jest oświetlenie dużej powierzchni w sposób jednolity, np. w halach produkcyjnych czy magazynowych, warto zainteresować się systemami opraw opartymi o szyny montażowe, w których źródła światła montuje się za pomocą zatrzasków. Pozwala to tworzyć ciągle lub przerywane linie świetlne. W ramach danego systemu można dostać oprawy o różnych kątach rozsyłu światła, a więc adekwatne tak do niskich pomieszczeń, jak np. warsztatów, czy do magazynów wysokiego składowania.



Fotografia 20. Popularna w ostatnich latach „żarówka” typu Edison LED filament



Fotografia 21. Przykład ozdobnej lampy, jaka pojawiła się w sprzedaży w ubiegłym roku



Fotografia 22. Różne lampy dekoracyjne, popularne w ostatnim czasie

Typowe aplikacje w hotelach

Oświetlenie LED-owe jest też bardzo ważne dla hoteli. Dobre oświetlenie wpływa na nastrój i ma istotne znaczenie dla komfortu gości oraz personelu w przestrzeniach hotelowych. Ale oświetlenie w sektorze hotelarskim musi spełniać jeszcze więcej wymagań. Musi także zużywać niewiele energii, być w stanie elastycznie integrować się z istniejącymi systemami zarządzania oświetleniem i zapewniać oświetlenie awaryjne w razie potrzeby.

Duże znaczenie w hotelach ma aspekt dekoracyjny oświetlenia. Dlatego producenci zwracają na tę kwestię uwagę nawet podczas projektowania bezpośrednich zamienników innych lamp i reflektorów.

LED-y mogą także posłużyć do realizacji oświetlenia awaryjnego. W nagłych przypadkach oświetlenie może zapewniać zarówno orientację w otoczeniu, jak i bezpieczeństwo. Adekwatne oprawy charakteryzują się wysokim strumieniem świetlnym i zoptymalizowanym rozsyłem światła. Okrągłe wersje ze zintegrowanym akumulatorem i sterownikiem, a także kilkogodzinnym czasem pracy w przypadku awarii zasilania, idealnie nadają się do ważnych zastosowań, takich jak oświetlenie dróg ewakuacyjnych i strefy otwartej. Ważne jest, by soczewki w oprawach zostały dostosowane do wymogów bezpieczeństwa. Produkty tego typu powinny charakteryzować się również dobrą odpornością, tak na uderzenia, jak na pył.

Nowoczesne oprawy do oświetlenia awaryjnego mają funkcje wyboru automatycznego lub ręcznego testowania sprzętu oraz przełączania pracy ciągłej lub działania w trybie gotowości. Takie oprawy można również przekształcać w podświetlany znak bezpieczeństwa w kilku prostych krokach. Bywają dostarczane w zestawach z samoprzylepnymi znakami ewakuacyjnymi. Czas pracy w modelu z automatycznym testowaniem można ustawić na określoną liczbę godzin.

Niektórzy producenci, oprócz nowego asortymentu opraw do oświetlenia awaryjnego oferują swoim profesjonalnym klientom możliwość modernizacji dawniejszych opraw. Przejście z panelowych lamp, opraw typu *downlight* i opraw odpornych na wilgoć na rozwiązania oświetlenia awaryjnego jest możliwe dzięki nowym komponentom ze zintegrowanym sterownikiem i baterią.

Skuteczność świetlna

Nowoczesne diody LED cechują się dosyć dużą skutecznością świetlną. Skąd wiadomo, że jest duża i czy może rosnąć w nieskończoność? Żeby odpowiedzieć na to pytanie trzeba mieć porównanie do innych źródeł oraz wykonać kilka obliczeń.

Skuteczność świetlna, tak jak definiowana jest obecnie, nie może przekroczyć 683 lm/W, gdyż monochromatyczne, widzialne światło o strumieniu świetlnym równym 683 lm niesie ze sobą dokładnie 1 wat mocy. Zgodnie z zasadą zachowania energii, podczas pracy ciągłej takiego źródła światła nie możemy wypromieniować większej mocy w postaci światła, niż jej dostarczamy. Dlatego, choć na co dzień korzystamy się raczej z oznaczenia skuteczności świetlnej w postaci lumenów na wat, można by też postugiwać się sprawnością wyrażoną w procentach, gdzie 683 lm/W odpowiadają 100-procentowej sprawności.

Żarówki wolframowe mają strumień świetlny w zakresie mniej więcej od 8 do 14 lm/W, co odpowiada nawet 2-procentowej sprawności. To i tak dużo lepiej niż w przypadku świec, których skuteczność świetlna wynosi około 0,1 lm/W, czyli 0,014%.

Lampy halogenowe cechują się wyższą skutecznością, wynoszącą od ok 17 do 35 lm/W, a więc do 5%.

Lampy wyładowcze z luminoforem mają skuteczność świetlną na poziomie od 45 do 105 lm/W, czyli nawet do ok. 16%, przy czym tzw. świetłówki kompaktowe plasują się przy dolnych zakresach tych wartości.

Diody LED stosowane w różnego rodzaju oprawach oświetleniowych mają obecnie skuteczność świetlną w zakresie od około 100 do 200 lm/W, a więc od 15% do 30%. Szacuje się jednak, że jeśli białe światło będzie powstawało poprzez mieszanie barw, nie będzie ono mogło przekroczyć skuteczności na poziomie 300 lm/W, a więc ok. 44% sprawności.

Warto przy tym zaznaczyć, że wysoka skuteczność świetlna ma bardzo duże znaczenie także ze względu na wydzielane ciepło, które przecież powoduje wzrost temperatury, przyspieszające starzenie się diod LED i obwodów je zasilających.

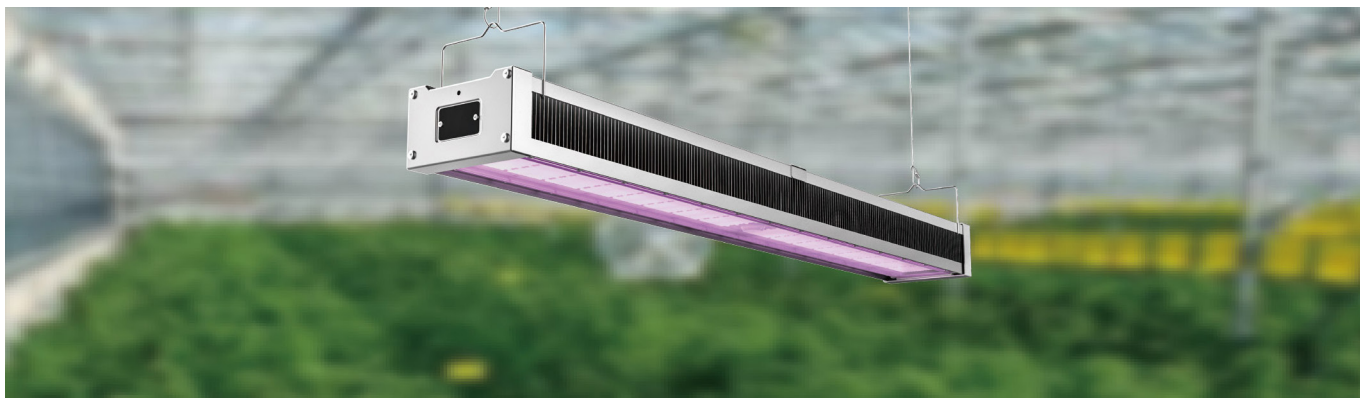
Inteligentne sterowanie

Przeglądając oferty producentów oświetlenia należy zauważyć, że dostarczają oni nie tylko źródła światła, ale też całe systemy sterowania. Są one oparte o różne technologie, przy czym do najbardziej popularnych należą interfejsy DALI, ZigBee, a w przypadku rozwiązań nieprofesjonalnych, ZigBee i Bluetooth. Bardziej zaawansowane systemy łączą możliwość sterowania za pomocą różnych interfejsów, co pozwala tańszym kosztem modernizować instalacje wyposażone w różnorodne oprawy.

Ciekawymi rozwiązaniami są inteligentne przełączniki światła, które zostały opracowane tak, aby w łatwy sposób wykorzystać biologiczne działanie światła, szczególnie w salach konferencyjnych i strefach pracy zespołowej. Przełącznik automatycznie dostosowuje sztuczne światło zgodnie z poziomem naturalnego światła dziennego.



Fotografia 23. LED-y można stosować także do przyspieszenia wzrostu roślin. Lampy tego typu mają specyficzną charakterystykę świecenia



Fotografia 24. Przykład lampy przeznaczonej do instalacji w profesjonalnych uprawach

Dzięki intuicyjnemu interfejsowi użytkownika możliwe jest również ręczne ustawianie różnych trybów pracy oświetlenia w celu dostosowania do indywidualnych wymagań, jak na przykład tryb wspomagania pracy twórczej.

Podsumowanie

Na targach poświęconych oświetleniu, bardzo dużą rolę odgrywają wszelkiego rodzaju lampy ozdobne. Często stosuje się tam diody filamentowe, które mają kształt pręcików. W 2018 roku modne były wykonane z nich tzw. lampy Edisona, czyli siermiężnie wyglądające, żarzące się źródła światła, które pozwalają wytworzyć w pomieszczeniu odpowiednią, kameralną atmosferę. W 2019 roku, o ile jeszcze nie hitem sprzedaży, to istotną nowością były lampy z lustrzanymi

powłokami, które nie tyle oświetlają, co stanowią dekorację. Pojawiły się też elastyczne tuby diodowe, które można układać w podobny sposób jak tworzy się znaki neonowe.

Czego możemy się spodziewać w latach 20. XXI wieku? Bardzo wiele zależy od kreatywności inżynierów – w tym polskich. Diody LED stanowią niezwykle elastyczne komponenty, które mogą posłużyć nie tylko do oświetlenia, ale i do sygnalizacji, prezentacji informacji czy choćby do prowadzenia procesów przemysłowych, a w tym np. do przyspieszania wzrostu roślin. Nie wątpię, że w najbliższych latach pojawi się немало nowych zastosowań, o jakich dotąd jeszcze nie myśleliśmy.

Marcin Karbowniczek, EP

REKLAMA

ADELS
contact

PRODUKT
ROKU 2018

AC 166

AC 166

- system złącz i przewodów do szybkiej budowy instalacji
- do zastosowania w biurach, handlu i wystawiennictwie

AC 164

- „mniejszy brat” inspirowany AC 166®
- 16 A w znacznie mniejszych wymiarach
- idealny do zastosowań w ograniczonej przestrzeni
- podłączenie przewodów od 0,5 do 1,5 mm²

*LCS 75 – NOWOŚĆ

- ochrona IP66 – bezpieczeństwo pierwszej klasy
- prąd znamionowy 16 A przy napięciu 450 V
- przycisk zwalniający do szybkiego podłączenia przewodów elastycznych
- przewody zewnętrzne: 0,5 do 2,5 mm² (druć lub linka)
- montaż w standardowych otworach M20

AC 162 LED

- złącza i przewody do systemów niskonapięciowych

SMDflat345/SMDflat545

- złącza do listew LED
- SMDflat345 – wysokość tylko 3,45 mm, do 6 A
- SMDflat545 – do 2,5 mm², do 16 A

LK980

- rodzina złącz do opraw oświetleniowych
- połączenie samozaciskające
- dźwignia zwalniająca

SMDflat

AC 164

AC 162

LK 980

LCS 75



www.contrans.pl



wejdź i kup on-line

CONTRANS TI Sp. z o.o. ul. Polanowicka 66, 51-180 Wrocław

✉ adels@contrans.pl ☎ +48 71 325 26 21...24 📠 +48 71 325 44 39

CONTRANS TI