



*Federation of National Manufacturers Association for
Luminaires and Electrotechnical Components for
Luminaires in the European Union*

**„Apples & Pears” - przewodnik CELMA:
Dlaczego ważna jest standaryzacja parametrów sprawności dla opraw LED**

Porównanie sprawności opraw LED według ujednoczonych kryteriów opiera się o udostępnione wartości parametrów początkowych, zgodnych z wymaganiami sprawności IEC/PAS



Członek CELMA w Polsce (www.pollighting.pl)

SPIS TREŚCI

1. WPROWADZENIE	3
2. PARAMETRY JAKOŚCIOWE WYMIENIONE W IEC/PAS	3
3. OZNACZENIA FOTOMETRYCZNE.....	6
4. PARAMETRY JAKOŚCIOWE A UPŁYW CZASU	8
5. UZYSKANIE RZETELNYCH I DOKŁADNYCH INFORMACJI	10
ZAŁĄCZNIK 1 – POJĘCIA ZWIĄZANE Z LED.....	11
ZAŁĄCZNIK 2 – ZESTAWIENIE OBOWIĄZUJĄCYCH NORM IEC I UL/IES.....	12

1. WPROWADZENIE

Rozwój oświetlenia LED przyczynia się do istotnych przemian w branży oświetleniowej. Diody LED umożliwiają uzyskanie bogatej palety barw i dynamicznych efektów świetlnych, którym oświetlenie tradycyjne nie jest w stanie dorównać pod względem projektu, wystroju i kreowania atmosfery. Dzięki miniaturowym rozmiarom i niewielkiemu promieniowaniu cieplnemu można je instalować niemal w każdym miejscu. Ponieważ są to urządzenia cyfrowe, można je programować, co daje nieograniczone możliwości wykorzystania i optymalnego sterowania oświetleniem. Są także bardzo trwałe i na dłuższą metę przynoszą znaczne oszczędności w kosztach zużycia energii oraz konserwacji, co decyduje o ich potencjalnej efektywności.

Są jednak istotne „ale”. W ostatnich latach rynek oświetleniowy został zalany przez dużą liczbę wyrobów nowych i niesprawdzonych producentów. Niektórzy z nich składają mało wiarygodne deklaracje dotyczące sprawności urządzeń, zbyt dobre by uznać je za prawdziwe i nieoparte wynikami badań technicznych. Wszystkie zainteresowane strony, na przykład specyfikatory i projektanci oświetleniowi potrzebują informacji o tym, jak długo dana oprawa LED utrzyma znaczący procent swojej wyjściowej sprawności. W obecnej sytuacji nie jest jednak łatwo wybrać zaufanego i wiarygodnego producenta.

Niniejsza publikacja ma na celu rozwiązanie tego problemu poprzez wprowadzenie uniwersalnej listy parametrów jakościowych, które zostały niedawno opisane w dwóch dokumentach IEC/PAS. Dla użytkownika opraw LED ważne jest, by podczas weryfikacji informacji podawanych przez producenta stosować ten sam zestaw standardowych, a więc porównywalnych kryteriów jakości. Użytkownicy opraw LED powinni zawsze zwracać się o podanie specyfikacji dla opraw LED, według parametrów mierzonych zgodnie z nowymi publikacjami IEC/PAS.

Istnieją trzy elementy podlegające standaryzacji: **definicje techniczne**, **metody pomiarowe** oraz **wartości graniczne**. Dokumenty IEC/PAS zawierające wymagania sprawności podają definicję parametrów jakościowych oraz sposób ich pomiaru.

Pozwala to wszystkim zainteresowanym stronom dokonywać oceny porównawczej parametrów deklarowanych przez oferentów, w oparciu o jednolitą bazę. Tylko w ten sposób jakość produktów może być wiarygodnie oceniona, a korzyści oferowane użytkownikom, specyfikatorom, projektantom rzeczywiście osiągnięte.

2. PARAMETRY JAKOŚCIOWE WYMIENIONE PRZEZ IEC/PAS

IEC opublikowała ostatnio dwie powszechnie dostępne specyfikacje PAS (Public Available Specification), zawierające wymagania w zakresie sprawności:

- IEC/PAS 62717 Wymagania sprawności – moduły LED do oświetlenia ogólnego
- EC/PAS 62722 Wymagania sprawności – oprawy LED do oświetlenia ogólnego

Oba dokumenty opracowano jednocześnie, by zapewnić jak największą zgodność definicji parametrów jakościowych oraz metod pomiarowych. Metody pomiarów są, w miarę możliwości, definiowane w publikacji IEC/PAS dla modułów LED. Ponadto po spełnieniu określonych warunków norma dla opraw IEC/PAS 62722 dopuszcza stosowanie modułów zgodnych z IEC/PAS, co ma na celu zmniejszenie liczby testów opraw LED.

Trwałość opraw LED jest w większości przypadków dużo wyższa niż wskazują na to wyniki testów. W konsekwencji weryfikacja trwałości podanej przez producenta nie może być wykonana w sposób wystarczająco pewny. Dlatego weryfikacja trwałości deklarowanej przez producenta powyżej 25% jej wartości (do 6 tys. godzin pracy) nie została uwzględniona w żadnej publikacji IEC/PAS. W celu potwierdzenia deklarowanej trwałości niezbędna jest ekstrapolacja danych pomiarowych. Ogólna metoda

ekstrapolacji danych pomiarowych poza ramy trwania testów jest obecnie w opracowaniu.

- Obie publikacje IEC/PAS dotyczące wymogów sprawności podają
- definicję zestawu parametrów jakościowych dotyczących początkowej specyfikacji produktu;
 - standardowy opis pomiaru parametrów jakościowych.

Dzięki temu możliwe jest porównanie deklaracji producenta dotyczących początkowych wartości parametrów dla modułów i opraw LED. Należy pamiętać, że weryfikacja wartości deklarowanych przez producenta w zakresie trwałości nie jest uwzględniona.

Publikacje IEC/PAS zalecają następującą listę parametrów jakości, które należy uwzględnić podczas weryfikacji parametrów deklarowanych przez producenta:

- a) Wartość znamionowa mocy wejściowej
- b) Wartość znamionowa strumienia świetlnego
- c) Wydajność energetyczna oprawy LED
- d) Rozkład światłości
- e) Kod fotometryczny
- f) Skorelowana temperatura barwowa (CCT)
- g) Znamionowy współczynnik oddawania barwy (CRI)
- h) Znamionowe wartości współrzędnych chromatyczności, zarówno początkowe jak i długookresowe
- i) Kod wartości zachowania strumienia świetlnego
- j) Trwałość znamionowa (w godz.) modułu LED i odpowiadająca mu znamionowa wartość zachowania strumienia świetlnego (L_x)
- k) Odsetek uszkodzeń (F_y), odpowiadający trwałości znamionowej modułu LED w oprawie
- l) Temperatura otoczenia (t_q) dla danej oprawy

Poniżej przedstawiono krótkie opisy poszczególnych parametrów jakościowych:

a) Znamionowa moc wejściowa

Znamionowa moc wejściowa stanowi ilość energii pochłanianą przez oprawę, w tym jej zasilacz.

Jest wyrażana w watach.

b) Znamionowa wartość strumienia świetlnego

Odpowiada ilości światła emitowanego przez oprawę, wyrażonej w lumenach (jednostka miary strumienia świetlnego).

- W przypadku opraw konwencjonalnych (innych niż LED) zwykle nie dokonuje się pomiaru ani nie udostępnia się znamionowej wartości strumienia świetlnego. Najczęściej parametr ten oblicza się mnożąc wartość strumienia świetlnego lampy przez wartość współczynnika sprawności świetlnej oprawy (LOR);
- W celu dokonania porównania technicznego opraw konwencjonalnych i opraw LED, zaleca się uwzględnienie rzeczywistego zastosowania i porównanie obu projektów oświetleniowych.

c) Wydajność energetyczna oprawy LED

Jest to zmierzona początkowa wartość strumienia świetlnego, podzielona przez zmierzoną początkową moc wejściową danej oprawy LED. Jest wyrażana w lumenach na wat.

d) Rozkład światłości

Rozkład strumienia świetlnego w przestrzeni, przedstawiony graficznie za pomocą krzywej światłości, zwykle na wykresie biegunowym, prezentującym natężenie strumienia świetlnego w funkcji kąta jego padania. Wyrażany jest w $\text{cd} = \text{lm} \times \text{sr}^{-1}$.

e) Kod fotometryczny

Sześciocyfrowy kod podający ważne parametry związane z jakością światła: CRI, CCT, współrzędne chromatyczności oraz strumień świetlny.

f) Znamionowy współczynnik oddawania barwy (CRI)

Oddawanie barwy przez moduł LED wytwarzający światło białe odpowiada wrażeniu barwy przedmiotów w porównaniu z wrażeniem barwy tych przedmiotów oświetlonych przez iluminant odniesienia.

g) Skorelowana temperatura barwowa (CCT)

Temperatura barwowa modułu LED wytwarzającego światło białe jest określana poprzez porównanie światła emitowanego przez moduł LED ze światłem emitowanym przez ciało doskonale czarne w danej temperaturze. Jest wyrażana w kelwinach.

h) Znamionowe wartości współrzędnych chromatyczności, zarówno początkowe jak i długookresowe

Współrzędne chromatyczności modułu LED wyrażane są w postaci dwóch wartości pomiarowych – chromatyczności początkowej oraz długookresowej.

i) Kod zachowania strumienia świetlnego

Pomierzona początkowa wartość strumienia świetlnego jest traktowana jako wartość 100% i wykorzystywana jako punkt odniesienia dla trwałości modułu LED. Długookresowa wartość strumienia świetlnego jest mierzona przy 25% trwałości znamionowej, do maksimum 6 tys. godzin, i wyrażana jako procent wartości wyjściowej. Wartość długookresowa stanowi kod zachowania świetlnego (patrz tab. 3).

j) Znamionowa trwałość modułu LED i odpowiadająca jej znamionowa wartość zachowania strumienia świetlnego (L_x)

Okres, w którym testowana grupa modułów LED daje strumień świetlny większy od deklarowanego procentu (x) początkowej wartości strumienia świetlnego, podawany zawsze wraz z odsetkiem uszkodzeń. Wyrażany w godzinach.

k) Współczynnik uszkodzeń (F_y), odpowiadający znamionowej trwałości modułu LED w oprawie.

Jest to odsetek (y) uszkodzonych modułów LED tego samego typu i dla danej trwałości znamionowej. Wskaźnik ten łączy wpływ wszystkich komponentów danego modułu, w tym elementów mechanicznych, na ilość wytwarzanego światła. Dioda LED może wytwarzać mniej światła w porównaniu z deklarowaną wartością lub nie świecić w ogóle.

l) Temperatura otoczenia (t_q) dla oprawy

Temperatura otoczenia w pobliżu oprawy, związana z podaną dla niej sprawnością. Dla danej deklarowanej wartości sprawności temperatura otoczenia (t_q) jest wartością stałą. Możliwe jest określenie deklaracji sprawności przy różnych wartościach temperatury otoczenia. Temperatura otoczenia wyrażana jest w stopniach Celsjusza.

Należy pamiętać, że wartość t_q powinna pozostawać w zgodności z rzeczywistym zastosowaniem oprawy LED.

Podczas oceny deklarowanych wartości sprawności opraw LED pochodzących od różnych producentów istotne jest by:

- porównywać wartości standardowego zestawu parametrów jakościowych;
- parametry jakościowe były mierzone zgodnie z odpowiednią normą.

Producenci opraw LED powinni publikować specyfikacje produktów, które pozostają w zgodności z wymogami sprawności IEC/PAS.

W następnej części przyjrzymy się bliżej bardziej złożonym parametrom jakościowym, wyjaśnimy związki między nimi oraz ich znaczeni

3. OZNACZENIA FOTOMETRYCZNE

Oznaczenie fotometryczne to sześciocyfrowy kod, podający ważne parametry związane z jakością światła:

- początkową wartość CRI oraz CCT;
- początkową i długookresową wartość współrzędnych chromatyczności;
- długookresową wartość strumienia świetlnego.

Współczynnik oddawania barwy (CRI)

Chociaż barwa różnych źródeł światła może wydawać się jednakowa, nie zawsze oznacza to, że oświetlane nimi barwne przedmioty wyglądają tak samo. Dwa źródła światła, które zdają się dawać światło o porównywalnym odcieniu bieli, mogą różnić się udziałem fal różnej długości. Dlatego barwa oświetlanego przedmiotu może wydawać się inna w zależności od źródła światła, ponieważ jego powierzchnia w różnym stopniu odbija różne fale składające się na strumień świetlny. Oddawanie barwy stanowi zatem ważne kryterium wyboru źródeł światła do zastosowań oświetleniowych.

W nowej technologii LED, charakteryzującej się wąskim widmem, współczynnik CRI nie zawsze daje właściwą informację o oddawaniu barw. Nowe definicje i metody pomiarowe są obecnie w trakcie opracowania przez CIE.

Klasyfikacja początkowej wartości CRI dla celów oznaczenia fotometrycznego może być wykonana w oparciu o następujące przedziały:

kod	zakres CRI	jakość oddawania barwy
6	57 – 66	niska
7	67 – 76	przeciętna
8	77 – 86	dobra
9	87 – 100	bardzo dobra

Tabela 1: Zakresy wartości współczynnika oddawania barw

Skorelowana temperatura barwowa (CCT)

Światło białe jest mieszaniną barw. Nie wszystkie białe źródła światła są takie same, ponieważ różnią się między sobą składem widmowym. Barwa biała o większym udziale czerwieni będzie wydawała się cieplejsza, a barwa biała o większym udziale niebieskiego będzie wydawała się chłodniejsza. Aby sklasyfikować różne rodzaje światła białego stosuje się pojęcie temperatury barwowej, która jest zdefiniowana jako temperatura, jaką musi mieć ciało doskonale czarne, aby emitowało światło o określonym składzie widmowym. Najlepiej wyjaśnić to na przykładzie znanych każdemu termicznych źródeł światła, takich jak włókno żarówki czy kawałek żelaza. Po rozgrzaniu do temperatury 1000 K przyjmą one barwę czerwoną, w temperaturze 2000-3000 K staną się żółtobiałe, przy 4000 K białe, a w temperaturze 5000-7000 K zimno-białe. Innymi słowy, im wyższa temperatura barwowa, tym chłodniejsze staje się światło białe.

Klasyfikacja początkowej wartości CRI dla celów oznaczenia fotometrycznego może być wykonana w oparciu o początkową wartość CCT, podzieloną przez 100.

Współrzędne chromatyczności

W badaniach nad widzeniem barwnym stosuje się elipsy MacAdama, które określają obszary na diagramie chromatyczności wskazujące barwy niemożliwe do odróżnienia przez przeciętne oko ludzkie od barwy znajdującej się w środku elipsy. Kontur elipsy stanowi zatem granicę dostrzeganych przez oko ludzkie różnic chromatyczności. Elipsy MacAdama są często powiększane 3, 5 lub 7 razy względem początkowej wielkości. Określa się je jako 3-, 5- lub 7-krokowe elipsy MacAdama.

Elipsy MacAdama umożliwiają wykazanie różnic między dwoma źródłami światła, a ich powiększenie umożliwia określenie zróżnicowania barwy.

Elipsy MacAdama stosuje się przy wykorzystywaniu pojedynczych źródeł światła. 3-krotne elipsy odpowiadają mniejszemu zróżnicowaniu barwowemu niż 5-krotne elipsy.

Dokonuje się pomiaru początkowych oraz długookresowych (przy 25% znamionowej trwałości, do 6 tys. godz.) wartości współrzędnych chromatyczności.

Przyporządkowanie uzyskanych wartości do kategorii fotometrycznych może być przeprowadzone w oparciu o następujące zakresy:

wielkość elipsy MacAdama, o środku odpowiadającym znamionowej barwie docelowej	kategoria zróżnicowania barwy	
	początkowa	długookresowa
elipsa 3-krotna	3	3
5-krotna	5	5
7-krotna	7	7
>7-krotna	7+	7+

Tabela 2: Kategorie znamionowych wartości współrzędnych chromatyczności

Strumień świetlny

Ponieważ trwałość oprawy LED jest zwykle (bardzo) duża, pomiar rzeczywistego zmniejszenia strumienia świetlnego w okresie użytkowania oprawy (np. L_{70} to okres, w którym moduł LED daje ponad 70% deklarowanej wartości początkowego strumienia świetlnego) jest bardzo czasochłonny. Rzeczywiste wartości utrzymania strumienia świetlnego mogą też znacząco różnić się w zależności od rodzaju diody oraz producenta. Wyrażenie stopnia utrzymania strumienia świetlnego wszystkich LED za pomocą prostych reguł matematycznych nie jest możliwe. Szybki początkowy spadek wartości strumienia świetlnego nie oznacza, że dana dioda LED nie osiągnie swojej znamionowej trwałości.

W celu potwierdzenia deklarowanej trwałości niezbędna jest ekstrapolacja danych pomiarowych. IEC opracowuje obecnie ogólną metodę generalizacji danych pomiarowych poza ramy czasu trwania badań testowych. W USA ekstrapolacja oparta o dane testowe LM-80 zostanie opisana w IES TM-21.

Zamiast weryfikacji czasu trwania całego okresu użytkowania IEC/PAS wybrała stosowanie kodów utrzymania strumienia świetlnego po określonym czasie użytkowania. Kod nie oznacza zatem przewidywanej trwałości. Podane kategorie informują o spadku strumienia świetlnego, zgodnie z informacją od producenta dostępną przed rozpoczęciem testów.

Długookresowa wartość strumienia świetlnego jest mierzona przy 25% trwałości znamionowej, do 6 tys. godz. pracy. Przyporządkowanie wartości do kodów fotometrycznych opiera się o następujące kategorie utrzymania strumienia świetlnego:

współczynnik utrzymania strumienia (%)	kod
≥90	9
≥80	8
≥70	7

Tabela 3: Kategorie utrzymania strumienia świetlnego po określonym czasie użytkowania

Odszyfrujemy informacje zawarte w kodzie fotometrycznym na przykładzie oznaczenia 830/359:

- początkowa wartość CRI 84 – kod 8;
- początkowa wartość CCT 3000K – kod 30;
- początkowy rozrzut współrzędnych chromatyczności dla 3-krotnej elipsy MacAdama – kod 3;
- długookresowy rozrzut współrzędnych chromatyczności dla 5-krotnej elipsy MacAdama – kod 5;
- długookresowy strumień świetlny 91% - kod 9.

Kod fotometryczny modułu LED musi zostać uwidoczniony na opakowaniu produktu oraz na ulotce o produkcie.

4. PARAMETRY JAKOŚCIOWE A UPŁYW CZASU

Czytelnik zauważył już, że większość kryteriów jakościowych IEC/PAS opiera się na początkowych wymogach sprawności dla modułów oraz opraw LED. W przypadku wartości długookresowych testy kontrolne przeprowadza się po 25% okresu trwałości znamionowej (do 6000 godzin). Badania nie są wykonywane po okresie użytkowania dłuższym niż 6000 godzin. Obecnie trwają prace nad metodami pomiarowymi umożliwiającymi dokładniejszy wgląd w spadek strumienia świetlnego w trakcie okresu użytkowania modułu i/lub oprawy LED.

Należy jednak pamiętać, że deklaracje trwałości oparte o utrzymanie strumienia świetlnego oraz trwałość oprawy to dwa bardzo odmienne zagadnienia. Deklaracje trwałości oparte o współczynnik utrzymania strumienia świetlnego określane są poprzez ekstrapolację tego współczynnika dla źródeł LED zintegrowanych z daną oprawą, a więc jest to okres, w którym oprawa LED będzie dostarczać wystarczającej ilości światła w określonym zastosowaniu.

Deklaracje wartości utrzymania strumienia świetlnego

Obecnie wielu producentów opraw LED posługuje się zwykle wynikami testów LM-80 (patrz Zał. 2), podając wartości graniczne utrzymania strumienia świetlnego L_{90} , L_{70} oraz L_{50} opraw LED. Istnieją jednak różnice między wynikami testów LM-80, zwykle wykonywanymi przez producenta LED, a wynikami dla oprawy LED, w przypadku której rzeczywista wydajność może zostać zmieniona np. przez regulację temperatury.

LM-80 wymaga testowania źródeł światła LED przez 6000 godzin, zalecając wydłużenie tego czasu do 10000 godzin. Zaleca także przeprowadzanie testów dla trzech temperatur powierzchni (55°C , 85°C oraz temperatura określona przez producenta), aby użytkownicy mogli poznać wpływ temperatury na wartość strumienia świetlnego. Określa także dodatkowe warunki testowe, pozwalające otrzymać spójne i porównywalne wyniki.

W praktyce wiarygodni producenci źródeł światła LED testują swoje produkty dla wymaganego minimum 6000 godzin lub 10000 godzin, a następnie stosują metody ekstrapolacji opisane w TM-21 (patrz Zał. 2), wyznaczając wartości L_{90} , L_{70} oraz L_{50} . Producenci opraw przekładają otrzymane zależności na krzywe właściwe dla opraw LED.

Istnieją dwa ograniczenia związane z przełożeniem wyników testów na sprawność opraw LED:

- Uszkodzenia krytyczne pojedynczych diod LED oraz drobniejsze usterki, przyczyniające się do spadku strumienia świetlnego w populacji LED w oprawach LED nie są brane pod uwagę;
- Nie ma sprawdzonej metody przełożenia krzywej utrzymania strumienia świetlnego pojedynczego źródła światła LED na krzywą dla oprawy LED.

Deklaracje trwałości oprawy

Trwałość oprawy związana jest z trwałością jej komponentów, na przykład elementów elektronicznych, materiałów, obudowy, przewodów, złączy, uszczelki itd. Cały układ trwa tak długo, jak długo pracuje krytyczny element o najkrótszej trwałości, czy jest to uszczelka, element optyczny, LED, elektroniczny układ sterujący czy inny komponent. Z tego punktu widzenia źródła światła LED są po prostu jednym z wielu krytycznych elementów – choć są często najbardziej solidnym składnikiem całego układu oświetleniowego.

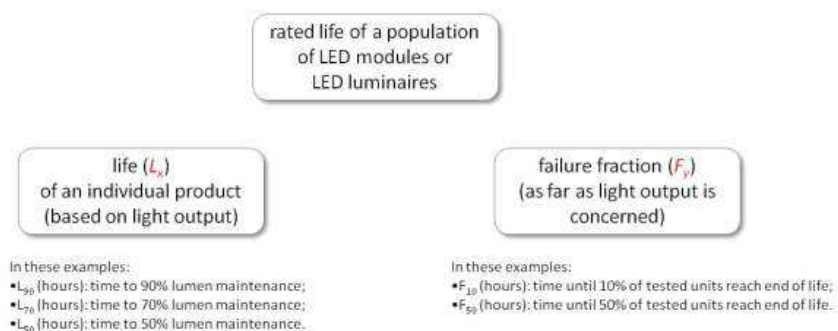
Należy wspomnieć, że jeśli oprawa LED jest wyposażona w wymienny moduł LED, jej trwałość można oddzielić od trwałości modułu LED. Zbliża to trwałość oprawy do jej obecnej definicji dla konwencjonalnych źródeł światła. Na przykład trwałość opraw stosowanych w oświetleniu drogowym wynosi często 30 do 40 lat. Zaleca się jednak, by podawana trwałość modułu LED odpowiadała trwałości oprawy LED.



Ryc. 1: Trwałość oprawy zależy od trwałości układu

Wiarygodni producenci opraw LED poświęcają dużo czasu i wysiłku na zaprojektowanie i opracowanie wszystkich elementów układu oświetleniowego, w tym algorytmów sterujących, układu tablicy, jakości elementów, regulacji temperatury, optyki oraz budowy mechanicznej.

Projekt oprawy LED przechodzi następnie szereg testów laboratoryjnych, mających na celu sprawdzenie, czy spełnia ona przewidywane poziomy sprawności w zakresie rozpraszania ciepła, strumienia świetlnego itd. Ponieważ wszystkie aspekty oprawy LED są od siebie wzajemnie zależne, sprawność robocza może być określona jedynie poprzez testy oprawy pracującej w układzie.



Ryc. 2: Trwałość oprawy LED według IEC

Trwałość oprawy LED zgodnie z IEC/PAS 62722 należy zawsze publikować łącznie z wskaźnikiem utrzymania strumienia (L_x) oraz odsetkiem uszkodzeń (F_y). Odsetek uszkodzeń łączy wpływ stopniowych i nagłych usterek wszystkich, także mechanicznych komponentów oprawy, na ilość emitowanego światła. Oznacza to, że dana oprawa LED może emitować mniej światła niż przewiduje deklarowana wartość, bądź nie świecić w ogóle.

Deklaracje trwałości oparte o utrzymanie strumienia świetlnego i trwałość oprawy to dwa bardzo odmienne zagadnienia:

- Deklaracje trwałości oparte o utrzymanie strumienia świetlnego są określane poprzez ekstrapolację wartości utrzymania strumienia świetlnego dla źródeł światła LED wbudowanych w daną oprawę, podając czas, w którym oprawa LED będzie produkować wystarczającą dla danego zastosowania ilość światła;
- Trwałość oprawy jest związana z trwałością elementów oprawy LED jako układu, a cały układ pracuje tak długo, jak długo działa kluczowy, najmniej trwały element. Z tego punktu widzenia źródła światła LED są po prostu jednym z wielu krytycznych komponentów.

5. UZYSKANIE RZETELNYCH I DOKŁADNYCH INFORMACJI

Wiarygodne dane dotyczące częstości uszkodzeń krytycznych poszczególnych komponentów są trudno dostępne, ze względu na stosunkowo nową technologię jaką jest LED oraz długi oczekiwany czas użytkowania. Ponadto istnieje wspomniany problem braku przejrzystości ujednoliconych wartości utrzymania strumienia świetlnego, zarówno przez producentów źródeł światła jak i opraw LED. Powstaje pytanie w jaki sposób specyfikatorzy, projektanci oświetlenia, inżynierowie techniczni oraz twórcy polityki są w stanie ocenić, czy trwałość oprawy LED lub wartość współczynnika utrzymania strumienia świetlnego podawana przez producenta jest dokładna?

Jak mogliśmy zauważyć, podczas oceny deklaracji sprawności opraw LED różnych producentów istotne jest porównanie standardowego zestawu parametrów jakościowych, zmierzonych zgodnie z odpowiednią normą. Te parametry jakościowe mają na celu powiązanie deklarowanej sprawności z danymi, które można zweryfikować.

Typowe parametry jakościowe, których powinien szukać użytkownik to:

1. Znamionowa moc wejściowa ($w W$);
2. Znamionowa wartość strumienia świetlnego ($w lm$);
3. Wydajność oprawy LED ($w lm/W$);
4. Rozkład światłości;
5. Kod fotometryczny;
6. Skorelowana temperatura barwowa (CCT $w K$);
7. Znamionowy współczynnik oddawania barwy (CRI);
8. Znamionowe wartości współrzędnych chromatyczności (początkowe jak i długookresowe);
9. Długookresowa wartość strumienia świetlnego.
10. Znamionowa trwałość ($w godz.$) modułu LED i związana z nią znamionowa wartość zachowania strumienia świetlnego (Lx);
11. Współczynnik uszkodzeń (Fy), odpowiadający znamionowej trwałości modułu LED w oprawie.
12. Temperatura otoczenia (tq) dla oprawy

W skrócie, należy zawsze szukać wiarygodnego producenta opraw LED, który udostępnia parametry produktów wyznaczone zgodnie z wymogami sprawności IEC/PAS.

Załączniki :

Nr 1 – Definicja LED

Nr.2 - Zestawienie norm IEC& UL/IES - status wrzesień 2011

ZAŁĄCZNIK 1 – POJĘCIA ZWIĄZANE Z LED

W niniejszej publikacji stosowano następujące trzy pojęcia:

Źródło światła LED

Matryca (lub chip) LED, znajdująca się w odpowiedniej obudowie, ułatwiającej podłączenie do zasilania lub montaż z innymi elementami;

Przykłady:



Moduł LED

Matryca (lub chip) LED wraz z komponentami mechanicznymi lub optycznymi, tworzące wymienną jednostkę przeznaczoną do stosowania w oprawie;

Przykłady:



Oprawa LED

Kompletny układ, składający się z źródła światła LED oraz modułu LED, łącznie z elementami elektronicznymi, materiałami, obudową, przewodami, złączami, uszczelkami itd.

Przykłady:



ZAŁĄCZNIK 2 – ZESTAWIENIE OBOWIĄZUJĄCYCH NORM IEC I UL/IES

Poniżej przedstawiono zestawienie najistotniejszych norm IEC dotyczących LED w zakresie bezpieczeństwa i sprawności, również tych, które są obecnie w opracowaniu.

rodzaj produktu	norma bezpieczeństwa	norma sprawności
układ sterujący LED	IEC 61347-2-13 publikacja w r. 2006	IEC 62384 publikacja w r. 2006
lampy LED	IEC 62560 edycja 1 publikacja w r. 2010 (spodziewana)	IEC/PAS 62612 specyfikacja powszechnie dostępna
moduły LED	IEC 62031 edycja 1 publikacja w r. 2008	IEC/PAS 62717 wyd. 1 specyfikacja powszechnie dostępna
oprawy LED	IEC 60598 edycja 1 i 2 publikacja w r. 2008	IEC/PAS 62722-2-1 specyfikacja powszechnie dostępna
wyroby LED	IEC TS 62504 edycja 1 Pojęcia i definicje dla diod i modułów LED w oświetleniu ogólnym.	

Tabela A1: Zestawienie norm IEC dotyczących LED

Obszerny załącznik B IEC/PAS 62722 wyjaśnia obecne opinie na temat zalecanych sposobów pomiaru trwałości dotyczące opraw LED. Ostatecznym celem jest opracowanie powszechnie uznawanej normy międzynarodowej.

Dodatkowe normy, które mogą być uwzględniane:

rodzaj produktu	norma bezpieczeństwa	norma sprawności
diody LED	n/d	IES LM-80-08 oraz IES TM-21-11
układ sterujący LED	UL 1012 (UL klasa 1) oraz UL 1310 (UL klasa 2)	
lampy LED	UL 8750	
moduły LED	UL 8750	
oprawy LED	UL 8750	IES LM-79-08
wyroby LED	ANSI / IESNA RP-16-10 Nazewnictwo i definicje w inżynierii oświetleniowej	

Tabela A2: Zestawienie norm UL oraz IES dotyczących LED

IES LM-79-08. *Approved Method: Electrical and Photometric Measurements of Solid-State Lighting Products* [Pomiary elektryczne i fotometryczne w oświetleniu półprzewodnikowym – zatwierdzona metoda] – Illuminating Engineering Society of North America, 2008

LM-79 zaleca stosowanie jednakowych metod testowych, w kontrolowanych warunkach, dla sprawności

fotometrycznej i kolorymetrycznej, oraz w pomiarze zużycia energii dla opraw LED. Może być to wykorzystane do pomiaru początkowych parametrów elektrycznych i fotometrycznych oprawy LED.

IES LM-80-08. *Approved method: Measuring Lumen Maintenance of LED-Light Sources* [Pomiar utrzymania strumienia świetlnego dla źródeł światła LED – zatwierdzona metoda] – Illuminating Engineering Society of North America, 2008

LM-80 dotyczy pomiaru utrzymania strumienia świetlnego źródeł światła LED w postaci matrycy (array) oraz w obudowie (package). Obejmuje pomiar rzeczywisty przez pierwsze 6000 godzin oraz ekstrapolację do końca okresu użytkowania. Wielu producentów opraw przekłada krzywą utrzymania strumienia źródła światła LED na krzywą utrzymania strumienia dla oprawy LED, zgodnie z zaleceniami TM-21.

Istnieją tu dwa ograniczenia:

- Uszkodzenia krytyczne pojedynczych diod LED oraz inne usterki, które przyczyniają się do spadku strumienia świetlnego w populacji LED w oprawach LED, nie są brane pod uwagę;
- Nie ma sprawdzonej metody przełożenia krzywej utrzymania strumienia świetlnego pojedynczego źródła światła LED na krzywą dla oprawy LED.

IES LM-21-11. *Projecting Long Term Lumen Maintenance of LED Packages* [Prognoza długookresowego utrzymania strumienia świetlnego diod LED typu package] – Illuminating Engineering Society of North America, 2011

TM-21 podaje zalecenia dotyczące przewidywania długookresowego utrzymania strumienia świetlnego diod LED typu package za pomocą danych otrzymanych podczas testowania zgodnie z IES LM-80-08.