

POL Lighting
Zakład Produkcji Lamp
Oświetleniowych
WYMOGI PRAWNE WOBEC OPRAW LED > 25 W / WYNIKI BADAŃ

OPRAWY OŚWIETLENIOWE LED

WYMOGI PRAWNE

Oprawy oświetleniowe LED muszą spełniać wymogi prawne wynikające z normy PN-EN – 61000-3-2 EMC (kompatybilność elektromagnetyczna). Oprawy o mocy > 25 W powinny spełniać parametr obligatoryjny – poziom emisji harmonicznych prądu. Na zlecenie Pol-lighting niezależne laboratorium PCBC S.A. zbadało emisje poziomów harmonicznych prądu w takich oprawach.

CO TO SĄ WYŻSZE HARMONICZNE (PRĄDÓW LUB NAPIĘĆ)

W elektrotechnice „harmoniczna” oznacza składową sinusoidalną przebiegu chwilowego o częstotliwości, która jest krotnością częstotliwości harmonicznej podstawowej (pierwszej harmonicznej). W Polsce i w większości krajów na świecie podstawową częstotliwością jest częstotliwość równa 50 Hz, czyli podstawowa częstotliwość w naszych sieciach elektroenergetycznych, związana z sinusoidą o okresie wynoszącym 20 ms. Pojęcie harmonicznej pochodzi z akustyki i służy do opisu wibracji strun lub kolumny powietrza. W idealnym (niestety teoretycznym) przypadku napięcie zasilające ma kształt czystej sinusoidy. W rzeczywistości kształt napięcia zasilającego i prądu pobieranego z sieci jest w większym lub mniejszym stopniu odkształcony od sinusoidy (przebieg odkształcony). Taki przebieg może być traktowany jako wypadkowa składowych przebiegów sinusoidalnych o różnych częstotliwościach, będących krotnością częstotliwości podstawowej 50 Hz. Za twórcę analizy polegającej na dekompozycji sygnału odkształconego na harmoniczne uznaje się francuskiego matematyka Jana Baptystę Fouriera, który w 1822 roku opublikował pracę pod tytułem *Theorie Analytique de la Chaleur*, w której przedstawił matematyczne podstawy swojej teorii. Do chwili obecnej zasady teorii Fouriera są stosowane w naukach technicznych.

ŹRÓDŁA WYŻSZYCH HARMONICZNYCH

Urządzenia (odbiorniki), które z zasady swojego działania są źródłami wyższych harmonicznych, posiadają nieliniową charakterystykę prądowo-napięciową. Urządzenia te możemy podzielić na trzy grupy.

Pierwszą grupą są urządzenia wyposażone w rdzeń ferromagnetyczny, np. transformatory, silniki elektryczne i inne. Drugą grupą są odbiorniki, których

działanie jest oparte na łuku elektrycznym, np. piece łukowe i wyladowcze źródła światła. Trzecią, najliczniejszą, grupą są urządzenia elektroniczne i energoelektroniczne. Do tej grupy należą powszechne w naszych domach, biurach czy zakładach pracy urządzenia RTV i AGD oraz źródła światła i oprawy oświetleniowe, w tym bardzo popularne lampy i oprawy LED.

NORMA PN-EN 61000-3-2:2014

W celu ochrony jakości energii w sieciach elektroenergetycznych opracowano szereg przepisów i norm, które określają graniczne wartości odkształcenia przebiegów. Przepisy te dotyczą zarówno wytwórców energii, jak i użytkowników. Jedną z podstawowych norm dotyczących tego zagadnienia jest norma PN EN 61000-3-2:2014 *Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) -- Część 3-2: Poziomy dopuszczalne -- Poziomy dopuszczalne emisji harmonicznych prądu (fazowy prąd zasilający odbiornika ≤ 16 A)*. Norma podaje dopuszczalne poziomy emisji harmonicznych prądu określonych dla sprzętu elektrotechnicznego i elektronicznego o prądzie znamionowym nie przekraczającym 16 A. Sprzęt elektroniczny i elektrotechniczny został podzielony na cztery klasy: A, B, C i D. W klasie A zawierają się wszelkiego rodzaju symetryczne odbiorniki trójfazowe oprócz sklasyfikowanych w pozostałych klasach. Klasa B dotyczy narzędzi przenośnych. W klasie C zawarty został sprzęt oświetleniowy wraz ze ściemniaczami. Sprzęt o „specjalnym kształcie przebiegu czasowego” i o mocy czynnej nie większej niż 600 W stanowi klasę D. Norma zawiera również opis metod pomiarów prądów harmonicznych. W tabeli 1 zestawiono dopuszczalne poziomy prądów harmonicznych dla urządzeń oświetleniowych zgodnie z normą PN-EN 61000-3-2:2014



Tabela 1. Poziomy dopuszczalne dla sprzętu klasy C według PN-EN 61000-3-2:2014

Rząd harmonicznej n	Maksymalny dopuszczalny prąd harmonicznej wyrażony w procentach składowej podstawowej prądu wejściowego [%]
2	2
3	$30 \cdot n^{-1}$
5	10
7	7
9	5
$11 \leq n \leq 39$ (tylko harmoniczne nieparzyste)	3

BADANIA OPRAW LED PRZEPROWADZONE PRZEZ LABORATORIUM PCBC S.A.

Pol-lighting w ramach Programu Monitorowania Jakości powołał Radę Programową, która wytypowała 32 sztuki opraw oświetleniowych LED o mocy > 25 W (16 typów) do badania w przedmiocie poziomów emisji harmonicznych prądu zgodnie z normą PN-EN 61000-3-2 EMC. Badanie wykonało niezależne laboratorium PCBC S.A.

Badania pokazały, że spośród 16 typów opraw aż 7 (43% przebadanych) opraw LED o mocy > 25 W nie spełniało wymagań normy EN – 61000-3-2 EMC. W przypadku 6 typów opraw (12 sztuk) poziomy emisji harmonicznych były przekroczone od 109% do 681% (średnia przekroczeń: ok. 300%). W przypadku jednej oprawy wprowadzającej deklarował moc 40W, zaś po badaniu okazało się, że oprawa ma moc ok. 15W (tzw. błąd w cechowaniu)! Laboratorium zbadało oprawy oświetleniowe LED pięciu firm wprowadzających tego typu produkty oświetleniowe na rynek RP.

- firma [1]: 83% spośród przebadanych opraw oświetleniowych LED o mocy > 25 W nie spełniało wymagań normy EMC na poziomy harmoniczne prądu (parametr obligatoryjny). Rekordzista po badaniu wykazywał przekroczenie w 5 harmonicznej o 681%!
- firma [2]: 50% przebadanych opraw nie spełniało wymagań Normy EMC. Dla pozostałych trzech firm przebadane zostały 4 typy opraw (8 sztuk). Badanie nie wykazało przekroczeń emisji harmonicznych prądu.

WYMOGI PRAWNE I WYNIKI BADAŃ UKE

Organ nadzoru Urząd Komunikacji Elektronicznej (UKE) przeprowadził kontrolę urządzeń LED w okresie od 1 stycznia 2014 r. do 31 grudnia 2015 r. Pełny raport jest dostępny na stronach UKE [2].

Badania prowadzone były zgodnie z normą PN-EN 55015:2007+ A1:2007 p.4.3.1 tab. 2a oraz PN-EN 55015:2007+ A1:2007+ A2:2009 p.4.3.1 tab. 2a. Jak podano we wprowadzeniu do raportu [2]:

Wyroby LED (ang. Light-Emitting Diode), ze względu na swoje cechy, m.in. niższe zużycie energii od standardowych żarówek wycofanych już z rynku, stanowią bardzo popularne i szeroko dostępne źródło światła. Penetrując rynek urządzeń oświetleniowych zauważyć można, iż różne rodzaje tych urządzeń znajdują zastosowanie w każdym środowisku, począwszy od taśm LED mogących służyć

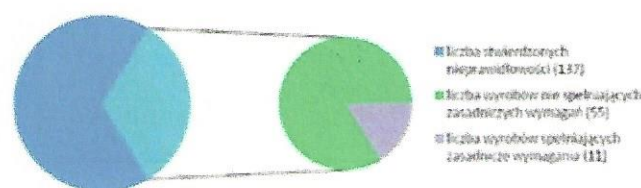
jako podświetlenia blatów kuchennych, poprzez żarówki LED – technicznie zwane lampami LED – aż po lampy ogrodowe i naświetlacze stanowiące elementy oświetlenia posesji.

Z uwagi na fakt, iż urządzenia oświetleniowe wykorzystujące technologię LED mogą wywoływać zaburzenia elektromagnetyczne i zakłócać przy tym pracę innych urządzeń oraz komunikację radiową, jak również mogą być podatne na takie zaburzenia, są one jednym z rodzajów urządzeń kontrolowanych przez Prezesa Urzędu Komunikacji Elektronicznej, w ramach rocznego planu kontroli wyrobów w obszarze Dyrektywy EMC 2004/108/EC. Emisja zaburzeń może polegać na wysyłaniu krótkich i niepożądanych impulsów elektrycznych lub elektromagnetycznych lub na pojawianiu się przepięć, czyli gwałtownych skoków napięcia i natężenia. Natomiast myśląc o odporności na zaburzenia, należy mieć na myśli odporność m.in. na przedostające się do sieci niskiego napięcia (sieci energetycznej w domu) zakłócenia wygenerowanego na przykład poprzez uderzenie pioruna w sieć wysokiego napięcia. Z odpornością na zaburzenia będziemy mieć również do czynienia w sytuacji, kiedy nastąpi utrata, zmiana lub zanik napięcia, a także w sytuacji, kiedy na skutek elektryzowania się urządzeń nastąpi wyładowanie elektrostatyczne. Działania takie, w przypadku braku odporności, mogą prowadzić do zakłócenia funkcji urządzeń lub ich uszkodzenia.

Łącznie skontrolowano 341 wyrobów oświetleniowych LED:

- w 137 przypadkach stwierdzone zostały nieprawidłowości wymagające wyjaśnienia (co stanowi 40 % wszystkich skontrolowanych wyrobów LED);
- w 66 przypadkach, w ramach prowadzonego postępowania wyjaśniającego, wyroby zostały poddane badaniom w Centralnym Laboratorium Badań Technicznych (centralne laboratorium UKE) w zakresie spełniania wymagań zasadniczych kompatybilności elektromagnetycznej (co stanowi 48% spraw prowadzonych w ramach postępowania wyjaśniającego);
- w 55 przypadkach badania wykazały, że wyroby nie spełniają wymagań zasadniczych (co stanowi 84% wyrobów poddanych badaniom).

Liczba stwierdzonych nieprawidłowości



Rys. 1. Liczba nieprawidłowości stwierdzonych podczas badań UKE

SANKCJE/KARY PIENIĘŻNE

Jeżeli stwierdzono, że wyrób np. oświetleniowy (oprawa LED) nie spełnia wymagań, a strona postępowania (stronami są Prezes UKE i wprowadzający) nie przedstawiła dowodów potwierdzających usunięcie niezgodności wyrobu z wymaganiami, wycofanie wyrobu z obrotu lub użytku, odzyskanie wyrobu, zniszczenie wyrobu lub powiadomienie użytkowników o stwierdzonych niezgodnościach, organ nadzoru rynku prowadzący postępowanie może, w drodze decyzji:

1. nakazać usunięcie niezgodności;
2. nakazać wycofanie wyrobu z obrotu lub użytku;

3. zakazać udostępniania wyrobu;
4. nakazać odzyskanie wyrobu;
5. nakazać zniszczenie wyrobu;
6. nakazać powiadomienie konsumentów lub innych użytkowników o stwierdzonych niezgodnościach z wymaganiami, określając termin i sposób powiadomienia.

Prezes UKE – zgodnie z art. 88 ustawy z dnia 13 kwietnia 2016 r. o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku (Dz.U. 2016 poz. 542) – ma prawo nakładać, na wprowadzającego produkt niespełniający wymagań kary pieniężne w drodze decyzji administracyjnej w wysokości od 5 000 do 100 000 PLN.

Art. 88. *Producent albo importer albo instalator, który wprowadza do obrotu lub oddaje do użytku wyrób niezgodny z wymaganiami, podlega karze pieniężnej w wysokości do 100 000 zł.*

OBOWIĄZKI DYSTRYBUTORA, IMPORTERA, PRODUCENTA

Dystrybutor ma obowiązek:

1. nie udostępniać na rynku wyrobu, co do którego istnieją uzasadnione wątpliwości w zakresie spełniania wymagań;
2. działać z należytą starannością przy udostępnianiu wyrobu na rynku.

Oznacza to, że zarówno sklepy wielkopowierzchniowe, jak i hurtownie sprzedające produkty oświetleniowe, otrzymując informacje w postaci wyników badań prowadzonych przez niezależne laboratoria o produktach niespełniających wymagań, powinny natychmiast poinformować importera czy producenta o nieprawidłowościach. Należy pamiętać, że podmioty te są przedsiębiorcami i powinny działać z należytą starannością, tj. wprowadzać do sprzedaży tylko produkty oświetleniowe spełniające wymagania. Działalność hurtowni i sklepów wielkopowierzchniowych jest prowadzona w sposób zorganizowany i zgodnie z prawem podmioty te uznawane są za profesjonalistów mających wiedzę na temat wprowadzanych na rynek produktów. Dystrybutor ponadto musi zapewnić bezzwłoczne podjęcie działań w celu doprowadzenia do zgodności wyrobu, jego wycofania z obrotu

lub odzyskania, w przypadku zaistnienia uzasadnionego podejrzenia, że wyrób jest niezgodny z wymaganiami. Takim podejrzeniem jest m. in. wiadomość potwierdzona dokumentami, wynikami badań od osób trzecich.

Importer ma obowiązek:

1. wprowadzać do obrotu wyłącznie wyrób, który spełnia wymagania;
2. nie wprowadzać do obrotu ani nie oddawać do użytku wyrobu, co do którego istnieje uzasadniona wątpliwość w zakresie spełniania wymagań.

Podobnie jak w przypadku dystrybutora, importer ma obowiązek niezwłocznie podjąć działania w celu zapewnienia zgodności wyrobu, jego wycofania z obrotu lub odzyskania, w przypadku zaistnienia uzasadnionego podejrzenia, że jest on niezgodny z wymaganiami na podstawie informacji przekazanych w postaci wyników badań od osób trzecich.

Producent ma obowiązek:

1. zapewnić, żeby wyrób został zaprojektowany i wytworzony zgodnie z wymaganiami;
2. sporządzić dokumentację techniczną wyrobu;

3. przeprowadzić lub zlecić przeprowadzenie procedury oceny zgodności;
4. sporządzić deklarację zgodności i umieścić oznakowanie CE, a w przypadkach określonych w przepisach szczególnych inne oznakowanie, zgodnie z wymaganiami;
5. zapewnić stosowanie procedur mających na celu utrzymanie zgodności produkcji seryjnej z wymaganiami, z uwzględnieniem zmian w projekcie lub cechach charakterystycznych wyrobu oraz w innych dokumentach, w odniesieniu do których jest deklarowana jego zgodność;
6. przechowywać przez 10 lat od dnia wprowadzenia wyrobu do obrotu dokumentację techniczną, deklarację zgodności oraz dokumentację niezbędną do wykazania zgodności wyrobu z wymaganiami;
7. umieścić na wyrobie, a w przypadkach określonych w przepisach szczególnych na opakowaniu, w załączonym dokumencie lub na etykiecie, informacje umożliwiające identyfikację wyrobu;
8. umieścić na wyrobie, a w przypadkach określonych w przepisach szczególnych na opakowaniu, w załączonym dokumencie lub na etykiecie, swoją nazwę, zarejestrowany znak towarowy, o ile taki posiada, i adres; dane te podaje się w języku polskim;
9. dołączyć do wyrobu instrukcje, informacje, w tym dotyczące bezpieczeństwa użytkowania oraz, jeżeli jest to wymagane, kopie deklaracji zgodności i etykiety, sporządzone w języku polskim w sposób jasny, zrozumiały i czytelny;
10. prowadzić i analizować ewidencje skarg dotyczących wyrobów, wyrobów niezgodnych z wymaganiami i przypadków odzyskania wyrobów;
11. badać w uzasadnionych przypadkach próbki wyrobów udostępnionych na rynku, w szczególności z uwagi na zagrożenie stwarzane przez wyrób;
12. informować dystrybutorów o działaniach, o których mowa w pkt 10 i 11;
13. niezwłocznie podjąć działania w celu zapewnienia zgodności wyrobu, jego wycofania z obrotu lub odzyskania – w przypadku zaistnienia uzasadnionego podejrzenia, że jest on niezgodny z wymaganiami;
14. niezwłocznie informować właściwy organ nadzoru rynku, o którym mowa w art. 58 ust. 3, oraz właściwe organy nadzoru rynku państw członkowskich Unii Europejskiej, a także państw członkowskich Europejskiego Porozumienia o Wolnym Handlu (EFTA) – stron umowy o Europejskim Obszarze Gospodarczym, w których wyrób został udostępniony, o stwarzanym przez niego zagrożeniu, podając szczegółowe informacje, dotyczące w szczególności niezgodności z wymaganiami i podjętych działań;
15. udzielać na uzasadnione żądanie organu nadzoru rynku, o którym mowa w art. 58 ust. 2 i 3, informacji i udostępnić dokumentację w języku polskim, w postaci papierowej lub elektronicznej, w celu wykazania zgodności wyrobu z wymaganiami;
16. na żądanie organu nadzoru rynku, o którym mowa w art. 58 ust. 2 i 3, współpracować w celu usunięcia zagrożenia, jakie stwarza wyrób wprowadzony przez niego do obrotu.

SKUTKI WYSTĘPOWANIA WYŻSZYCH HARMONICZNYCH

Każdy odbiornik, który z zasady swojego działania pobiera z sieci prąd o kształcie sinusoidalnym, wywołuje w niej skutki mogące oddziaływać na inne odbiorniki zasilane z tej samej sieci. Jest to konsekwencją tego, że okształcony od sinusoidy prąd powoduje spadki napięć (również okształcone) na elementach systemu elektroenergetycznego, takich jak np. transformatory, linie elektroenergetyczne, przewody instalacji elektrycznej itp. Zgodnie z prawami elektrotechniki dodają się one do napięcia zasilającego (inne odbiorniki) powodując lub zwiększając jego okształcenie. Oba zjawiska

(odkształcenia prądów i napięć w różnych punktach sieci (węzłach) są przyczyną kolejnych wielu niekorzystnych zjawisk wpływających na cały system elektroenergetyczny i zasilane odbiorniki.

Wyższe harmoniczne są przyczyną zwiększenia strat mocy w uzwojeniach i rdzeniach maszyn elektrycznych i transformatorów. Wywołują dodatkowe momenty harmoniczne w generatorach i silnikach, które wywołują oscylacje mechaniczne. Powodują również zwiększenie poziomu zakłóceń akustycznych. W przypadku kondensatorów przyspieszają procesy starzeniowe w izolacji oraz skracają czas jego eksploatacji.



Rys.2. Przykładowe awarie kondensatorów z powodów przekroczeń harmonicznych

JAK LAMPY I OPRAWY LED ODDZIAŁUJĄ NA SIĘĆ ZASILAJĄCĄ

Urządzenia oświetleniowe należą do bardzo powszechnie stosowanych odbiorników energii elektrycznej, co wynika z potrzeby zapewnienia oświetlenia w budynkach i na terenach zewnętrznych. Stąd ich oddziaływanie na sieć zasilającą jest poważnym problemem, jeżeli nie spełniają standardów związanych z ograniczeniem generacji zaburzeń (harmonicznych) do sieci. Z drugiej strony, generowane przez nie odkształcenia przebiegów w sieci zasadą sprzężenia zwrotnego mogą oddziaływać na ich pracę (migotanie światła, efekt stroboskopowy, znaczne zmniejszenie poziomu świecenia, itp.), trwałość (częstsze zakupy nowych lamp LED, czyli znów wydatek, stracony czas i często niepotrzebne emocje) i jakość emitowanego światła.

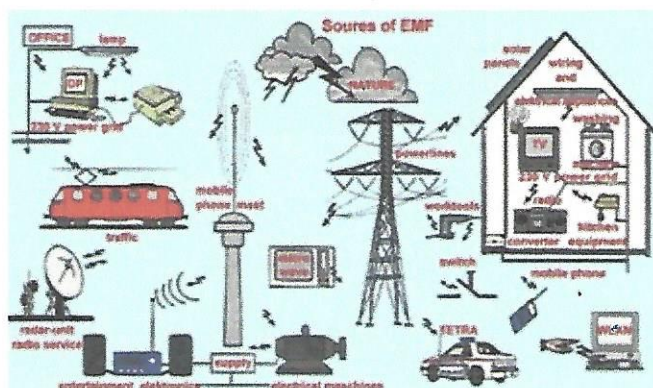
Dla urządzeń oświetleniowych opracowanych jest szereg przepisów i norm dotyczących wymagań związanych z bezpieczeństwem i funkcjonowaniem. Są to również odbiorniki elektryczne, więc odnosząc się do nich ww. podane zagadnienia. Podstawowym wymaganiem jest zapewnienie tzw. bezpieczeństwa oświetlenia.

Bezpieczeństwo oświetlenia zapewniające przez urządzenia oświetleniowe może być rozpatrywane w szerokim zakresie jako :

- ☐ bezpieczeństwo wyrobów oświetleniowych (tzw. ogólne bezpieczeństwo techniczne i bezpieczeństwo funkcjonalne),
- ☐ bezpieczeństwo fotobiologiczne związane z emitowanym promieniowaniem,
- ☐ bezpieczeństwo systemów oświetleniowych wraz z oddziaływaniem na sieć zasilającą (tzw. bezpieczeństwo funkcjonalno-energetyczne),
- ☐ bezpieczeństwo ekologiczne.

Każdy z ww rodzajów bezpieczeństwa regulowany jest odrębnymi przepisami prawnymi i normami.

W zakresie oddziaływania na sieć zasilającą, urządzenia oświetleniowe mogą w sposób istotny pogorszyć jakość energii elektrycznej. Należy zwracać uwagę na deklarowane przez producentów parametry np. THD i współczynnika mocy. Dynamiczny rozwój techniki LED spowodował, że ich parametry świetlne są coraz lepsze i trwalsze, gwarantujące ich stabilność w trakcie eksploatacji. Oprawy LED wyposażone w impulsowe zasilacze, mogą powodować silne odkształcenia prądu popieranego z sieci, zwiększać straty w transformatorach zasilających oraz zakłócać pracę innych odbiorników energii elektrycznej zasilanej z tej samej stacji. Jeżeli zasilacz impulsowy w oprawach LED posiada układy PFC, ich wpływ może być znacznie ograniczony. Jeżeli zasilacze takich układów nie posiadają, skutki znacznego pogorszenia jakości energii są szybko odczuwalne.



Rys. 3. Wzajemne oddziaływania sieci zasilającej i urządzeń.

Autor dziękuje za wsparcie merytoryczne przy opracowaniu artykułu pracownikom naukowym Politechniki Łódzkiej: dr. inż. Wiesławie Pabjańczyk, dr. inż. Przemysławowi Markiewiczowi oraz dr. inż. Romanowi Skorze.

LITERATURA

- [1] PN-EN 61000-3-2:2014 Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) -- Część 3-2: Poziomy dopuszczalne -- Poziomy dopuszczalne emisji harmonicznych prądu (fazowy prąd zasilający odbiornika ≤ 16 A).
- [2] Ustawa z dnia 13 kwietnia 2016 r. o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku (Dz.U. 2016 poz. 542).
- [3] Wyniki kontroli urządzeń LED. Podsumowanie kontroli urządzeń LED przeprowadzonych w okresie od 1 stycznia 2014 r. do 31 grudnia 2015 r. <https://www.uke.gov.pl/wyniki-kontroli-urzadzen-led-19213>. Dostęp 29.11.2017.

AUTOR



mgr
Michał Waloch

Prawnik. Dyrektor Generalny Związku Producentów Sprzętu Oświetleniowego „Pol-lighting”.