

Łukasz KOSICKI\*  
Dorota TYPAŃSKA\*

## BADANIE ODKSZTAŁCEŃ PRĄDÓW I NAPIĘĆ GENEROWANYCH PRZEZ OPRAWY Z DIODAMI LED

W artykule przedstawiono wyniki badań oprawy oświetlenia zewnętrznego przeprowadzone z wykorzystaniem analizatora jakości energii elektrycznej Fluke 434/PWR. Wykonano pomiary prądów, napięć, ich przebiegów czasowych, mocy czynnej, biernej i pozornej, współczynnika mocy, wyższych harmonicznych prądów i napięć oraz współczynników odkształceń dla napięcia ( $THD_U$ ) i prądu ( $THD_I$ ). Badania nowoczesnych opraw oświetlenia zewnętrznego wyposażonych w źródła światła LED wykonano w celu sprawdzenia ich wpływu na parametry elektryczne instalacji oświetleniowej. Badaniom poddano oprawę drogową produkcji firmy Fagerhult, serii Evolume 1, zawierającą 4 diody LED dużej mocy. Całkowita moc czynna oprawy wynosi 22 W.

SŁOWA KLUCZOWE: jakość energii elektrycznej, oprawy LED, oświetlenie elektroluminescencyjne, przebiegi odkształcone, współczynnik THD, wyższe harmoniczne

### 1. WSTĘP

Diody LED (ang. *Light Emitting Diode*) emitują światło widzialne poprzez elektroluminescencję. Zjawisko to po raz pierwszy zaobserwowano w 1907 [9]. Polega na przejściu układu z energetycznego stanu wzbudzenia do stanu podstawowego, co określane jest jako zjawisko rekombinacji. W stanie wzbudzenia elektrony w atomach danego materiału zostają przeniesione z pasma walencyjnego (zewnętrznej powłoki) do pasma przewodnictwa, czyli na wyższe stany energetyczne. W stanie podstawowym natomiast elektrony w atomach zajmują najniższe stany energetyczne [12]. W momencie oddziaływania zewnętrznego pola elektrycznego następuje rekombinacja i zmiana stanu energetycznego elektronów, a nadmiar energii zostaje wypromieniowany w postaci światła widzialnego [10].

Pierwszymi wyprodukowanymi diodami LED były barwne diody małej mocy. Natomiast pierwsze elektroluminescencyjne źródła światła białego, nadające się do zastosowań w technice świetlnej, oparte na technologii tzw. diod LED

---

\* Politechnika Poznańska.

dużych mocy, pojawiły się na polskim rynku w 2008 roku [13]. Od tego czasu obserwuje się znaczny wzrost sprzedaży lamp LED. Na tempo tego wzrostu mogły mieć wpływ [11]:

- postęp technologiczny w produkcji oświetlenia LED – dopracowanie technologii wykonywania i uzyskiwania wyższej jakości światła białego oraz zwiększenie skuteczności świetlnej diod LED pozwala na użycie diodowych źródeł światła jako dobrych zamienników tradycyjnych żarówek,
- mniejsze koszty produkcji masowej lamp LED, a co za tym idzie mniejsze ceny sprzedaży tego typu sztucznych źródeł światła,
- rozporządzenie Komisji Europejskiej nr 244/2009 w sprawie wykonania Dyrektywy 2005/32/WE Parlamentu Europejskiego, której celem było wycofanie żarowych źródeł światła z rynku europejskiego.

Oprawy oświetleniowe wyposażone w diody elektroluminescencyjne generują moc bierną pojemnościową, a także pobierają prąd, który jest znacznie odkształcony od sinusoidy. W konsekwencji prowadzi to do pogorszenia współczynnika mocy oraz generowania wyższych harmonicznych prądu. Producenci opraw oświetleniowych stosują indywidualne (często nieodpowiednie lub niewystarczające) metody testowania produktów pod względem generowania zaburzeń do publicznej sieci zasilającej. Może to prowadzić do niewłaściwego działania innych urządzeń zasilanych z tej samej instalacji elektrycznej.

W artykule zajęto się analizą wyników badań odkształceń prądów i napięć generowanych przez drogową oprawę oświetleniową firmy Fagerhult, wyposażoną w źródła światła LED.

## 2. JAKOŚĆ ENERGII W UJĘCIU PRAWA POLSKIEGO

Pojęcie jakości energii elektrycznej zdefiniowane przez *Advisory Committee on Electromagnetic Compatibility* (ACEC), oznacza „zbiór parametrów opisujących właściwości procesu dostarczania energii do użytkownika w normalnych warunkach pracy, określających ciągłość zasilania (długie i krótkie przerwy w zasilaniu) oraz charakteryzujących napięcie zasilania (wartość, niesymetrię, częstotliwość, kształt przebiegu czasowego)” [14].

W celu analizy jakości energii opraw oświetleniowych zawierających diody LED, należy kierować się wymogami zawartymi w dwóch najistotniejszych w tej kwestii Normach Polskiego Komitetu Normalizacyjnego (będących implikacją Norm Europejskich), a mianowicie:

- 1) PN-EN 50160:2010 – „Parametry napięcia zasilającego w publicznych sieciach elektroenergetycznych” [3],
- 2) PN-EN 61000-3-2:2014-10 – „Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Część 3-2. Poziomy dopuszczalne. Poziomy dopuszczalne emisji harmonicznych prądu (fazowy prąd zasilający odbiornika  $\leq 16$  A) [4].

Przy prowadzeniu badań nad jakością energii elektrycznej należy również zwrócić uwagę na zapisy szeregu innych norm. Są to m. in. normy:

- PKN-CLC/TR 50422:2014-05 [2],
- PN-EN 61000-4-7:2007 [5],
- PN-EN 61000-4-13:2007 [6],
- PN-EN 61000-4-30:2015-05 [7],
- PN-EN 61347-2-13:2015-04 [8].

W Normie [3] przedstawiono dopuszczalne wartości poszczególnych wyższych harmonicznych napięcia (od 2 do 40) w odniesieniu do harmonicznej podstawowej oraz podano dopuszczalną wartość udziału wyższych harmonicznych względem pierwszej harmonicznej – wskaźnik  $THD_U$ , dany wzorem (1):

$$THD_U = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^n U_k^2}}{U_1} \quad (1)$$

gdzie:  $THD_U$  – współczynnik zawartości harmonicznych napięcia [%],  $U_k$  – wartość skuteczna k-tej harmonicznej napięcia [V],  $U_1$  – wartość skuteczna podstawowej harmonicznej napięcia [V].

Analogicznie jak dla napięcia, można wyznaczyć współczynnik zawartości wyższych harmonicznych dla prądu ( $THD_I$ ), podstawiając w miejsce wartości skutecznych napięć, odpowiednie wartości prądów.

W tabeli 1 przedstawiono dopuszczalne wartości wyższych harmonicznych napięcia mierzone w przyłączy instalacji oświetleniowej z oprawami LED według wytycznych normy PN-EN 50160:2010.

Tabela 1. Wartości dopuszczalne wyższych harmonicznych napięcia według [3]

Harmoniczne nieparzyste				Harmoniczne parzyste	
Nie będące krotnością 3		Będące krotnością 3			
Rząd h	Wartość względna napięcia	Rząd h	Wartość względna napięcia	Rząd h	Wartość względna napięcia
5	6 %	3	5 %	2	2 %
7	5 %	9	1,5 %	4	1 %
11	3,5 %	15	0,5 %	6..24	0,5 %
13	3 %	21	0,5 %		
17	2 %				
19	1,5 %				
23	1,5 %				
25	1,5 %				

Zgodnie z wymogami normy [3], oprócz wartości dopuszczalnych poszczególnych wyższych harmonicznych napięcia, określa się również dopuszczalną

wartość współczynnika całkowitej zawartości wyższych harmonicznych napięcia  $THD_U$  w przyłączy niskiego napięcia (punkt włączenia obwodów oświetleniowych zawierających źródła światła LED). Nie powinien on przekraczać 8 %.

W normie [4] dokonano podziału wszelkiego sprzętu elektrycznego, pobierającego prąd nie większy niż 16 A, na cztery klasy:

- klasa A – symetryczny sprzęt trójfazowy, sprzęt do zastosowań domowych, z pominięciem przynależnego do klasy D, narzędzia z pominięciem narzędzi przenośnych, ściemniacze do żarówek, sprzęt akustyczny, sprzęt niewyszczególniony w pozostałych trzech klasach,
- klasa B – narzędzia przenośne, nieprofesjonalny sprzęt spawalniczy,
- klasa C – sprzęt oświetleniowy,
- klasa D – komputery osobiste i monitory do tych komputerów, odbiorniki telewizyjne.

Według zapisów normy [4], zależnie od znamionowej mocy czynnej opraw, generowane przez nie wyższe harmoniczne prądu nie powinny przekraczać limitów zdefiniowanych dla klasy C (moc czynna lampy LED  $> 25$  W) lub D (moc czynna lampy LED  $\leq 25$  W). Dopuszczalne wartości wyższych harmonicznych prądu dla elektroluminescencyjnych źródeł światła zamieszczono w tabeli 2. Moc badanej oprawy z serii Evolume 1 wynosi 22 W, dlatego zgodnie z normą PN-EN 61000-3-2, wyniki pomiarów wyższych harmonicznych prądu nie powinny przekraczać wartości dopuszczalnych określonych w klasie D.

Tabela 2. Wartości dopuszczalne wyższych harmonicznych prądu dla lamp LED wg [4]

moc czynna lampy LED $> 25$ W (klasa C)		moc czynna lampy LED $\leq 25$ W (klasa D)	
Rząd h	Maksymalny dopuszczalny prąd harmonicznego wyrażony w procentach składowej podstawowej [%]	Rząd h	Maksymalny dopuszczalny prąd harmonicznego w przeliczeniu na wat [mA/W]
2	2	2	–
3	$30\lambda^*$	3	3,4
5	10	5	1,9
9	7	9	1,0
11	5	11	0,5
$13 < n < 39$ (tylko harmoniczne nieparzyste)	3	$13 < n < 39$ (tylko harmoniczne nieparzyste)	$3,85/n$

$\lambda^*$  oznacza współczynnik mocy obwodu

### 3. CHARAKTERYSTYKA BADANEJ OPRAWY OŚWIETLENIOWEJ

Badania jakości energii elektrycznej, których wyniki zaprezentowano w dalszej części pracy, wykonano dla oprawy oświetleniowej Evolume 1 wyprodukowanej przez firmę Fagerhult. Według deklaracji producenta, jest to energooszczędna oprawa oświetleniowa zaprojektowana do pracy w środowisku miejskim – do oświetlania ulic, chodników, ścieżek rowerowych oraz parkingów [1]. Badaną oprawę oświetleniową przedstawiono na rys. 1, natomiast jej podstawowe parametry techniczne zestawiono w tabeli 3.



Rys. 1. Oprawa oświetleniowa Evolume 1 produkcji firmy Fagerhult

Tabela 3. Podstawowe parametry techniczne oprawy Evolume 1 [1]

Napięcie [V]	220–240
Częstotliwość [Hz]	50
Moc [W]	22
Strumień świetlny [lm]	2300
Strumień świetlny przypadający na wat [lm/W]	111
Ilość źródeł światła	4
IP	66

### 4. WYNIKI PRZEPROWADZONYCH BADAŃ

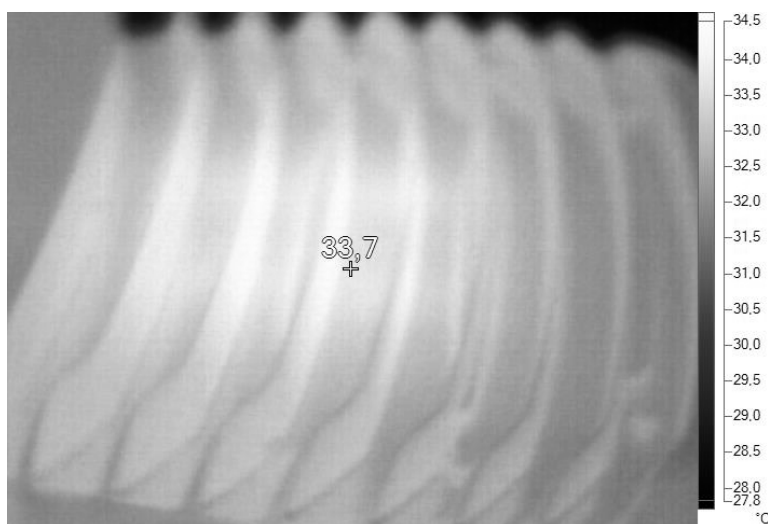
Celem badań oprawy Evolume 1 było sprawdzenie zgodności parametrów jakości energii elektrycznej obwodu zasilania oprawy z limitami podanymi w normach [3 i 4].

Pierwszy etap badań stanowiły oględziny oprawy. Wyciągnięto następujące wnioski:

- oprawę wykonano precyzyjnie oraz z materiałów o wysokiej jakości,
- obudowę oprawy wykonano w całości z metalu uformowanego na kształt radiatora, celem skuteczniejszego odprowadzania ciepła,

- lampa wygląda na masywną, lecz nie jest ciężka i z łatwością mogłaby zostać zamontowana przez jednego montera.

Następny etap badań stanowiło sprawdzenie stopnia nagrzania oprawy podczas długotrwałej pracy. Pomiaru temperatury dokonano przy użyciu kamery termowizyjnej FLUKE TI-32. Przed wykonaniem pomiarów lampa pracowała nieprzerwanie przez około 5 godzin, w celu ustabilizowania temperatury pracy. Obraz termograficzny badanej oprawy Evolume 1 przedstawiono na rys. 2. Badania potwierdziły wcześniej wysunięty wniosek: obudowa jest jednocześnie dużym radiatorem odprowadzającym ciepło z nagrzewających się diod LED. Obudowa najbardziej nagrzewała się w centralnej części tuż nad diodami elektroluminescencyjnymi. Maksymalna temperatura pracy zaobserwowana na ekranie kamery termowizyjnej nie przekraczała 35 °C. Przy takiej temperaturze w każdej chwili można przystąpić do czynności konserwacyjnych bez ryzyka poparzenia ciała.

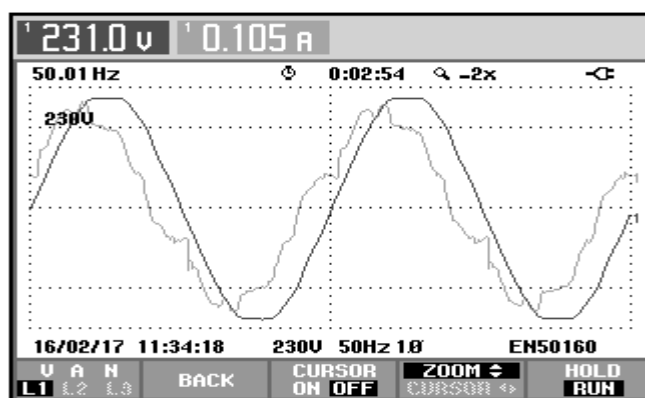


Rys. 2. Obraz termograficzny oprawy Evolume 1 (widok z góry na radiator)

W najważniejszym etapie badań wykonano pomiary parametrów elektrycznych oprawy z diodami elektroluminescencyjnymi. Wyniki zaprezentowano przy użyciu zrzutów ekranu z miernika Fluke 434/PWR Power Quality Analyzer.

Na rys. 3 przedstawiono przebiegi czasowe prądu i napięcia podczas normalnej pracy oprawy oświetleniowej. Przebieg napięcia w niewielkim stopniu jest odkształcony od sinusoidy, co uwidacznia się w postaci spłaszczenia wierzchołków sygnału napięciowego. Świadczy to również o niewielkiej zawartości wyższych harmonicznych napięcia.

W przebiegu czasowym prądu, zauważalne są znacznie większe odkształcenia niż w przypadku napięcia, co będzie się objawiać większą zawartością wyższych harmonicznych prądu. Z rys. 3 wynika również, że sygnał prądu płynącego przez źródło światła wyprzedza w czasie sygnał napięcia zasilającego lampę. Można wysunąć wniosek, że badany odbiornik (lampa Evolume 1) wykazuje charakter rezystancyjno-pojemnościowy.



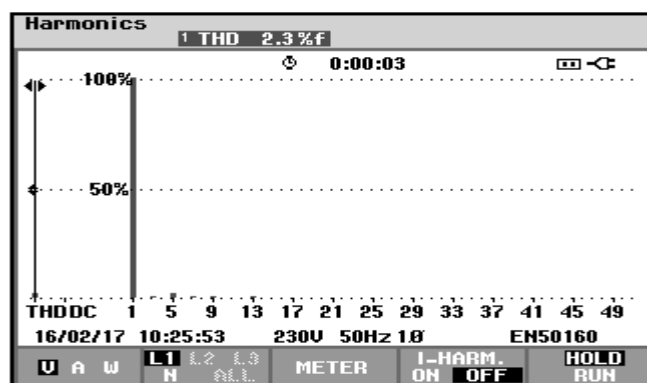
Rys. 3. Przebieg czasowy prądu i napięcia badanej lampy Evolume 1

Wartości poziomu odniesienia dla przebiegu prądu z rys. 3 nie są widoczne. Spowodowane jest to nastawą zakresu pomiarowego w samym mierniku (nastawa na 1A). Zmniejszenie nastawy zmniejszyłoby czytelność przebiegu czasowego. Autorzy uznali za istotniejsze przedstawienie kształtów badanych przebiegów. Mimo to, w dalszym ciągu można odczytać wartości skuteczne napięcia lub prądu (widoczne w górnej części zrzutu ekranu).

W tabeli 4 zestawiono wyniki pomiarów względnych wartości wyższych harmonicznych napięcia, które odczytano z urządzenia pomiarowego. Wartości poszczególnych harmonicznych napięcia przedstawiono również w postaci diagramu słupkowego na rys. 4. Zmierzone wyższe harmoniczne napięcia dla badanej lampy Evolume 1 spełniają wymogi normy [3].

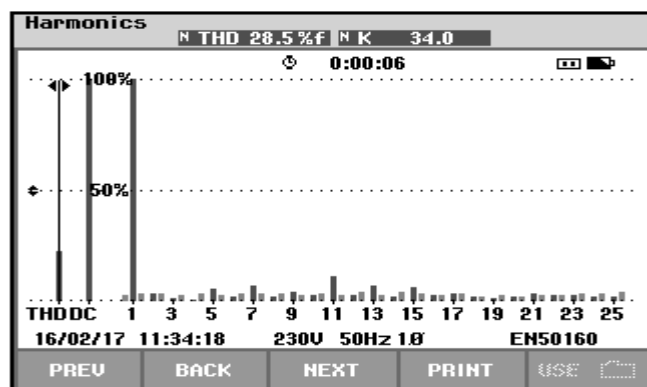
Tabela 4. Względne wartości wyższych harmonicznych napięcia badanej oprawy

Numer harmonicznej	H3	H5	H7	H9	H11	H13
Wartość zmierzona [%]	0,6	1,5	1,0	0,3	0,8	0,3
Badana harmoniczna	H15	H17	H19	H21	H23	H25
Wartość zmierzona [%]	0,4	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0



Rys. 4. Diagram wyższych harmonicznych napięcia dla lampy Evolume 1

Dalsze badania dotyczyły pomiarów wartości wyższych harmonicznych prądu płynącego przez badaną oprawę oświetleniową (rys. 5). Analizator Fluke 434/PWR dokonuje pomiaru procentowego udziału każdej wyższej harmonicznej w odniesieniu do harmonicznej podstawowej (50 Hz). W normie [4] określono natomiast dopuszczalne wartości prądu danej harmonicznej w przeliczeniu na jeden wat mocy czynnej odbiornika (mA/W). Porównanie wartości zmierzonych z wartościami normatywnymi możliwe było po wykonaniu dodatkowych obliczeń.



Rys. 5. Diagram wyższych harmonicznych prądu dla lampy Evolume 1

Dla uzyskania powtarzalności wyników, wykonano trzy serie pomiarowe wyższych harmonicznych prądu. Wyniki zamieszczono w tabeli 5. Następnie dokonano uśrednienia i przeliczenia wartości względnych na wartości wyrażone w mA/W, według wzoru (2):



$$x_i = \frac{I \cdot \left( \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \right)}{P} \quad (2)$$

gdzie:  $x_i$  – wartość przeliczonej wyższej harmonicznej prądu [mA/W],  $I$  – wartość prądu składowej podstawowej [mA],  $y_i$  – wartość względna wyższej harmonicznej prądu [%],  $n$  – liczba serii pomiarowych,  $P$  – moc czynna badanej oprawy oświetleniowej [W].

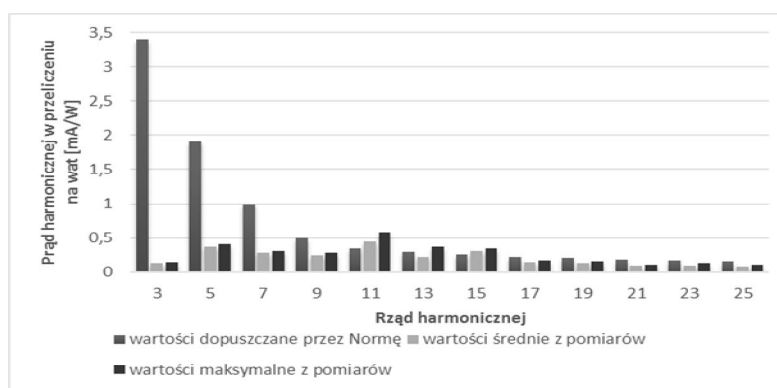
Tabela 5. Względne wartości wyższych harmonicznych prądu badanej oprawy

Lp.	Harmoniczna	Wartości zmierzone			Wartość średnia	Wartość maksymalna
		Pomiar 1	Pomiar 2	Pomiar 3		
[-]	[-]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
1	3	2,5	3,1	2,8	2,8	3,1
2	5	8,5	6,4	8,3	7,7	8,5
3	7	5,7	6,4	5,5	5,9	6,4
4	9	4,4	5,3	6	5,2	6,0
5	11	12,4	8,8	7	9,4	12,4
6	13	7,9	2,6	3,6	4,7	7,9
7	15	7,2	7,1	5	6,4	7,2
8	17	2,0	3,4	3,6	3,0	3,6
9	19	2,5	3,3	2,3	2,7	3,3
10	21	2,1	1,9	2,4	2,1	2,4
11	23	1,5	2,7	1,9	2,0	2,7
12	25	2,4	1,8	1,1	1,8	2,4

Otrzymane wyniki obliczeń zestawiono i porównano z wartościami dopuszczalnymi dla sprzętu klasy D według normy [4] (tabela 6). Dokonano również graficznego porównania tych wartości (rys. 6). Analizując tabelę 6 można zauważyć, że 11 i 15 wyższa harmoniczna prądu przekracza wartości dopuszczalne, zarówno dla wartości średniej jak i maksymalnej. Dla jednej z trzech serii pomiarowych 13 harmoniczna także przekracza dopuszczalne limity.

Tabela 6. Porównanie wyższych harmonicznych prądu z limitami normy [4]

Lp.	Harmoniczna	Wartości obliczone		Wartości dopuszczane wg normy [4]
		średnie	maksymalne	
[-]	[-]	[mA/W]	[mA/W]	[mA/W]
1	3	0,13	0,15	3,40
2	5	0,37	0,40	1,90
3	7	0,28	0,30	1,00
4	9	0,25	0,28	0,50
5	11	0,44	0,59	0,35
6	13	0,22	0,37	0,30
7	15	0,30	0,34	0,26
8	17	0,14	0,17	0,23
9	19	0,13	0,16	0,20
10	21	0,10	0,11	0,18
11	23	0,10	0,13	0,17
12	25	0,08	0,11	0,15



Rys. 6. Porównanie graficzne wartości wyższych harmonicznych prądu otrzymanych podczas badań oprawy Evolume 1 z wartościami dopuszczalnymi w normie [4]

Podstawowe parametry elektryczne badanej oprawy oświetleniowej zaprezentowano na rys. 7. Moc czynna lampy jest zgodna z mocą deklarowaną przez producenta. Warto zwrócić uwagę na rezystancyjno-pojemnościowy charakter odbiornika, o którym świadczy pobierana moc bierna pojemnościowa.

Power & Energy		
FUND		0:00:04
L1		Total
W	21.7	21.7
VA	24.5	24.5
VAR	± 11.4	± 11.4
PF	0.88	0.88
Cosφ	0.89	
Arms	0.107	
L1		
U rms	229.9	
28/11/16 10:53:02		230V 50Hz 1Ø EN50160
PREV	BACK	NEXT PRINT USE

Rys. 7. Podstawowe parametry elektryczne badanej lampy Evolume 1 firmy Fagerhult

## 5. PODSUMOWANIE

Włączanie do instalacji elektrycznych coraz większej liczby opraw oświetleniowych wykonanych w technologii LED powoduje w instalacjach domowych, oświetlenia drogowego, biurowych, itp. zmianę globalnego charakteru odbiorników (dotychczas w większości indukcyjnych na pojemnościowe). Implikuje to problemy związane z kompensacją mocy biernej.

Kolejnym problemem wynikającym z wypierania żarowych źródeł światła na rzecz lamp LED jest generowanie przez te układy wyższych harmonicznych prądów i napięć. Dla badanej oprawy oświetleniowej wyższe harmoniczne prądu H11, H13 i H15 nie spełniają wymogów normy [4] i powinny zostać odfiltrowane. Mogą bowiem wpływać negatywnie na działanie innych odbiorników podłączonych do instalacji elektrycznej.

## LITERATURA

- [1] Karta katalogowa oprawy Fagerhult Evolume 1.
- [2] Norma PKN-CLC/TR 50422:2014-05 – „Przewodnik stosowania Normy Europejskiej EN 50160”.
- [3] Norma PN-EN 50160:2010 – „Parametry napięcia zasilającego w publicznych sieciach elektroenergetycznych”.
- [4] Norma PN-EN 61000-3-2:2014-10 – „Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Część 3-2. Poziomy dopuszczalne. Poziomy dopuszczalne emisji harmonicznych prądu (fazowy prąd zasilający odbiornika < lub = 16 A)”.
- [5] Norma PN-EN 61000-4-7:2007 – „Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Część 4-7: Metody badań i pomiarów. Ogólny przewodnik dotyczący pomiarów harmonicznych i interharmonicznych oraz przyrządów pomiarowych, dla sieci zasilających i przyłączonych do nich urządzeń”.

- [6] Norma PN-EN 61000-4-13:2007 – „Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Część 4-13: Metody badań i pomiarów. Harmoniczne i interharmoniczne wraz z sygnałami sieciowymi w przyłączu zasilającym prądu przemiennego. Badania odporności na zaburzenia małej częstotliwości”.
- [7] Norma PN-EN 61000-4-30:2015-05 – „Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Część 4-30: Metody badań i pomiarów. Metody pomiaru jakości energii”.
- [8] Norma PN-EN 61347-2-13:2015-04 – „Urządzenia do lamp. Część 2-13: Wymagania szczegółowe dotyczące elektronicznych urządzeń sterujących zasilanych prądem stałym lub prądem przemiennym do modułów LED”.
- [9] Pieniążek S.: „Drogowe oprawy oświetleniowe ze źródłami światła LED – postęp w efektywności i jakości”, Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej, Nr 27, s. 85-89, Gdańsk 2010.
- [10] Putz Ł.: „Generowanie wyższych harmonicznych przez półprzewodnikowe źródła światła (LED) stosowane w gospodarstwach domowych”, Prace Instytutu Elektrotechniki, Zeszyt 247, s. 63-72, Warszawa 2010.
- [11] Putz Ł., Kurzawa M.: „Stanowisko do badania jakości energii elektrycznej w oświetleniowych instalacjach elektrycznych ze źródłami typu LED – pomiary”, Poznan University of Technology Academic Journals.Electrical Engineering, Zeszyt 88, s. 375-385, Poznań 2016.
- [12] <http://www.instalacjebudowlane.pl/4017-29-62-led-knowhow--czesc-1-elektrolu-minescencja.html>, dostęp: 17.02.2017 r., godz. 18:52.
- [13] <http://www.oswietlenieled.c0.pl/?p=43#more=43>, dostęp: 17.02.2017 r., godz. 18:55.
- [14] [http://www.twelvee.com.pl/pdf/Hanzelka/cz\\_1\\_pelna.pdf](http://www.twelvee.com.pl/pdf/Hanzelka/cz_1_pelna.pdf), dostęp: 17.02.2017 r., godz. 18:57.

#### **THE RESEARCH OF CURRENT AND VOLTAGE DISTORTIONS GENERATED BY LUMINARIES WITH THE LIGHT EMMITING DIODES**

In the article has been presented the results of research the external luminaries with use Fluke 434/PWR Power Quality Analyzer. The measurements of voltage value and current value, their waveforms, active, reactive and apparent power, power factor and THD ratio for voltage and current was performed. The authors focused mainly on checking the contents of higher harmonics in current and voltage. The tests were performed to determine the impact of modern outdoor lighting fixtures equipped in LEDs on the electrical lighting installation. The study was based on Evolume 1 luminaire, produced by Fagerhult, fitted in four power LED. The total active power of luminaire is equal 22 W.

*(Received: 03. 02. 2017, revised: 15. 02. 2017)*