

Wpływ nowych technologii w oświetleniu na sieci i instalacje elektryczne

Światowa produkcja energii elektrycznej w roku 1997, związana z oświetleniem, wyniosła 2016 TWh, z czego 28% zużywał sektor mieszkaniowy, 48% sektor usług, 16% sektor przemysłowy, a 8% oświetlenie uliczne i inne zastosowania. Na potrzeby oświetlenia w krajach rozwiniętych zużywa się od 5 do 15% całej produkcji energii elektrycznej, podczas gdy w krajach rozwijających się wielkość ta dochodzi do 86% [1, 2].

W Polsce zużycie energii w gospodarstwach domowych wynosiło w 2003 roku 26 076 GWh, co stanowiło 25,4% całkowitej energii dostarczonej odbiorcom końcowym [3]. Dane co do zużycia energii przeznaczonej na oświetlenie w gospodarstwach domowych w zależności od źródła dosyć mocno się różnią. Wg opracowania Urzędu Regulacji Energii [4] czteroosobowa rodzina, zużywająca rocznie ok. 3,5 tys. kWh, na oświetlenie przeznaczają 34% używanej energii elektrycznej, a wg opracowania *STOEN* [5] szacuje się, że na oświetlenie w gospodarstwach domowych przeznaczają się 25% zużywanej przez nie energii.

Przytoczone powyżej dane świadczą o wadze problemów związanych z oświetleniem i o konieczności ich dokładniejszego analizowania oraz wprowadzania nowych unormowań wraz ze zmianami i rozwojem tej dziedziny elektrotechniki.

Ostatnie lata charakteryzują się dużymi zmianami w sektorze oświetleniowym związanymi z powszechnym wprowadzaniem nowych technologii do technik oświetleniowych w dużym stopniu związanych ze stosowaniem układów elektronicznych w lampach (np. układy zapłonowe w świetłówkach kompaktowych) oraz w indywidualnych (np. ściemniacze) i złożonych (np. sceny oświetleniowe) układach sterowania oświetleniem. Na masowość stosowania nowych źródeł światła zasadniczy wpływ miał wzrost cen energii elektrycznej i konieczność jej oszczędzania, za czym poszły zmiany w przyzwyczajeniach jej odbiorców, powstawanie coraz to bardziej atrakcyjnych wzorów lamp i systemów oświetleniowych. Zmiany te nie pozostały bez wpływu na wielkość zużywanej energii przez oświetlenie oraz na jakość energii przesyłanej przez sieci elektroenergetyczne.

W niniejszym artykule skoncentrowano się na problemach związanych z poborem odkształconych, niesinusoidalnych prądów przez nowe źródła i układy oświetleniowe.

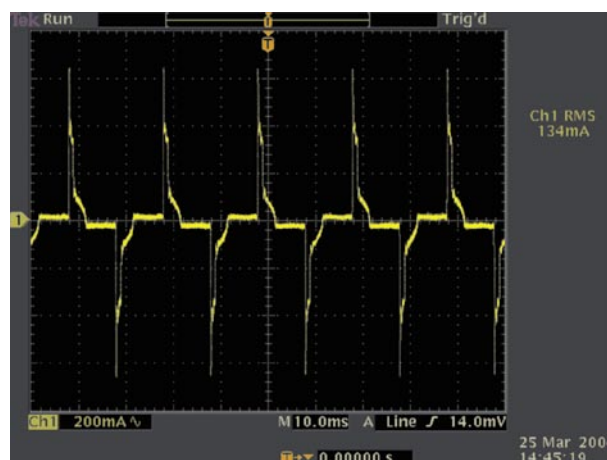
Źródła wyższych harmonicznych

Nowoczesne systemy oświetleniowe są obecnie coraz częściej źródłami wyższych harmonicznych wprowadzanych do sieci energetycznej. Wyższe harmoniczne są generowane w wyniku zastosowania wyładowań elektrycznych, nasycenia transformatorów w systemach niskiego napięcia, działania elektronicznych ściemniaczy i obwodów ograniczających napięcie [7].

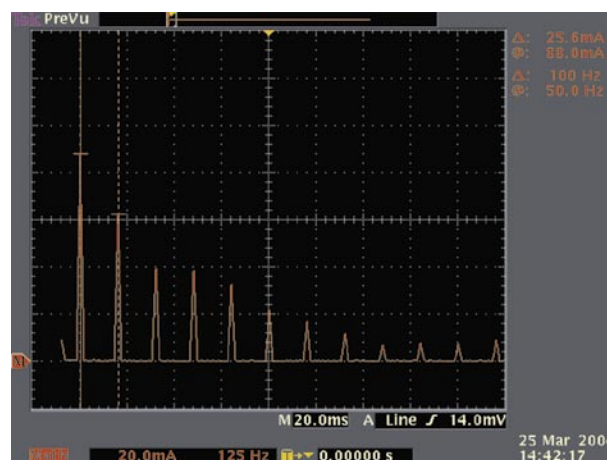
Zapłonniki „wysokiej częstotliwości” do lamp fluorescencyjnych i tzw. transformatory elektroniczne są również źródłami wyższych harmonicznych, jak również wszystkich możliwych zakłóceń typowych dla układów pobierających z sieci prądu niesinusoidalne [6].

Na rysunku 1 przedstawiono przykładowo przebieg prądu zasilającego tzw. świetlówkę kompaktową (świetlówkę energooszczędną), a na rysunku 2 jego spektrum.

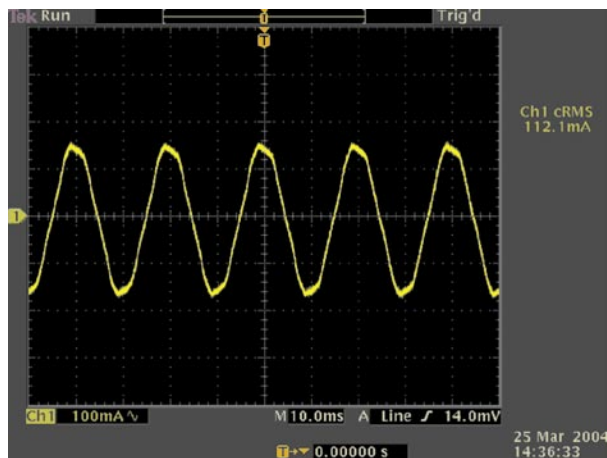
Dla porównania na rysunku 3 przedstawiono przebieg prądu pobieranego przez tradycyjną żarówkę. Rysunki te doskonale ilustrują istotę problemu i choć w przypadku pojedynczych lamp pobierane z sieci prądu są bardzo małe, to ze względu na ilość instalowanych lamp i systemów oświetleniowych zagadnienie to wymaga rozwiązań systemowych, w tym tworzenia nowych norm i zaleceń.



Rys. 1. Przebieg prądu pobieranego przez energooszczędną świetlówkę kompaktową 20 W typu FLE20TBX/827 (GE)



Rys. 2. Spektrum prądu pobieranego przez energooszczędną świetlówkę kompaktową 20 W typu FLE20TBX/827 (GE)



Rys. 3. Prąd pobierany przez tradycyjną żarówkę 20 W

Wpływ nowych źródeł światła na układy zasilania i na inne odbiorniki energii elektrycznej

Jednofazowe przekształtniki są źródłem znacznej zawartości tzw. harmonicznych potrójnych w prądach je zasilających, których wpływ na sieci jest szczególnie istotny, ponieważ harmoniczne te dodają się arytmetycznie w przewodach neutralnych i powodują dodatkowe nagrzewanie kabli. Stąd w przypadku dużych trójfazowych instalacji oświetleniowych nie można zmniejszać o połowę przekrojów tych przewodów, gdyż całkowity prąd w przewodach neutralnych (zwłaszcza w nowoczesnych budynkach biurowych) może osiągać wartości przekraczające nawet 1,7 wartości prądów fazowych [7]. Na podkreślenie zasługuje fakt, że przewody neutralne w budynkach nie są zabezpieczone.

W większości budynków mieszkalnych ten problem nie występuje, jednak dystrybutorzy energii elektrycznej w projektach instalacji zasilających osiedla mieszkaniowe powinni rozważyć, czy opisana wyżej sytuacja nie będzie miała miejsca. Pomocne będzie tu określenie dla każdego domu tzw. wartości ADMD (After Diversity Maximum Demand) – to jest wielkości maksymalnego zdywersyfikowanego zapotrzebowania. Gdy w mieszkaniach są zainstalowane urządzenia znacznej mocy, jak elektryczne podgrzewacze wody czy grzejniki, wpływ wyższych harmonicznych na sieć, generowanych przez nowoczesne układy oświetleniowe będzie relatywnie niewielki [7].

Wyższe harmoniczne w prądach mogą być przyczyną różnego rodzaju uszkodzeń i awarii. Najczęściej będą to uszkodzenia kondensatorów powstałe w wyniku przegrzania przepływającymi przez nie zwiększonymi prądami wyższej częstotliwości. Przekształtniki energoelektroniczne mogą ulegać uszkodzeniom na skutek wadliwego przełączania, a uzwojenia transformatorów i silników mogą być przegrzewane prądami harmonicznymi i prądami wirowymi. W przewodach zasilających mogą występować dodatkowe straty zwiększające spadki napięć, będące wynikiem naskórkowości związanej z prądami wyższych harmonicznych. W systemach telekomunikacyjnych i systemach przesyłu danych najczęstszym problemem wywoływanym przez wyższe harmoniczne jest przesłuch. Wyższe harmoniczne mogą mieć również wpływ na poprawność działania urządzeń pomiarowych i sterujących, a w mieszkaniach mogą być przyczyną wadliwego działania zdalnego sterowania urządzeniami przy pomocy pilota [7].

W mieszkaniach, w których nie używa się urządzeń elektrycznych do gotowania, ogrzewania i podgrzewania wody oświetlenie będzie miało zasadniczy wpływ na wielkość ADMD. Wprowadzenie w tych mieszkaniach świetlówek kompaktowych (energooszczędnych) spowoduje istotny wzrost wyższych harmonicznych w sieciach zasilających. Skutkiem tego będzie konieczność jego uwzględnienia przy przeliczaniu transformatorów.

Według [7] w typowych instalacjach z dużą liczbą świetlówek kompaktowych moc małego transformatora zasilającego lub wartość jego pełnego prądu obciążenia powinny być obniżone do 88% jego parametrów znamionowych. Będzie to mieć wpływ również na określenie efektywności oświetlenia energooszczędnego. Dzięki zastosowaniu świetlówek kompaktowych w miejsce tradycyjnych żarówek, następuje zmniejszenie obciążenia o 80% (np. ze 100 W dla tradycyjnej żarówki do 20 W dla świetlówki energooszczędnej), ale w związku z koniecznością przeliczenia transformatora rzeczywiste zmniejszenie obciążenia wyniesie tylko $0,88 \times 0,8 = 0,72$, czyli 72%. Transformator będzie więc w stanie przy pomocy świetlówek kompaktowych zasilac 3,5 razy więcej punktów oświetleniowych niż przy pomocy tradycyjnych żarówek.

Standardy i rekomendacje

Standard IEC

Limity emisji wyższych harmonicznych dla urządzeń oświetleniowych zostały pierwotnie określone w normie IEC 1000-3-2, zatytułowanej „Harmonic limits for low voltage apparatus <16A” (Limity wyższych harmonicznych dla aparatów niskiego napięcia <16A), gdzie urządzenia oświetleniowe zaliczono do „klasy C”.

Miedzynarodowa Komisja Elektrotechniki (International Electrotechnical Commission IEC) ustanowiła limity dla wyższych harmonicznych w prądach urządzeń jedno- i trójfazowych małej mocy, niższych od 16 A na fazę w normie Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (IEC 61000-3-2). Ostatnia wersja tej normy to [IEC 61000-3-2 Ed. 3.0 b:2005](#) [10].

Standard CENELEC

Tekst normy IEC został zaaprobowany przez CENELEC (Comité Européen de Normalisation Electrotechnique – Europejski Komitet Standaryzacji Elektrotechnicznej) jako standard europejski EN 61000-3-2 pt. „Limits for harmonic current emissions (equipment input current up to and including 16A per phase)”.

W Polsce norma ta obowiązuje od 1 kwietnia 2004 r. (wejście Polski do UE) pod nazwą PN-EN-61000-3-2 „Kompatybilność elektromagnetyczna – dopuszczalne poziomy. Ograniczanie wahań napięcia i migotania światła powodowanych przez odbiorniki o prądzie znamionowym $< \text{lub} = 16 \text{ A}$ w sieciach zasilających niskiego napięcia” i określa dopuszczalną emisję harmonicznych prądu do sieci energetycznej. Dotyczy ona urządzeń zasilanych z sieci jedno- lub trójfazowej pobierającej prąd nie większy niż 16 A dla każdej z faz zasilania o całkowitej mocy ciągłej zawierającej się w pewnym przedziale.

Wszystkie urządzenia znajdujące się poza tym przedziałem nie podlegają ograniczeniom normy. Urządzenia podlegające normie podzielono na cztery klasy.

Zgodnie z tą normą dla urządzeń oświetleniowych całkowita zawartość wyższych harmonicznych w prądzie (THD – total harmonic distortion) nie powinna przekraczać 33%, a współczynnik mocy powinien być wyższy od 0,95.

Dla urządzeń pobierających prądy >16A i <75A na fazę stosuje się normę IEC/TS 61000-3-12, a standardy dla pomiarów wyższych harmonicznych określa norma IEC 61000-4-7.

Dyrektywa EMC Unii Europejskiej

Dyrektywa EMC Unii Europejskiej (EU's Electromagnetic Compatibility EMC Directive) także dotyczy poziomów emisji wyższych harmonicznych, ale nie określa poziomów emisji podając raczej ogólne zalecenia. W przypadku urządzeń oświetleniowych producenci powinni wykazać ich zgodność z dyrektywą EMC poprzez odniesienie do innych standardów określonych w oficjalnym dzienniku Unii.

Standardy ANSI/IEEE

(American National Standards Institute/Institute of Electrical and Electronics Engineers)

Normy amerykańskie nie określają żadnych limitów emisji dla urządzeń. IEEE Standard 519-1992 „Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems” podaje jedynie zalecenia co do dopuszczalnych zawartości wyższych harmonicznych w prądach, wprowadzanych do sieci przez indywidualnych użytkowników (w tym przez oświetlenie).

IEEE Single Phase Harmonics Task Force (P1495) jest propozycją normy dla jednofazowych obciążeń mniejszych od 40 A. Stale jednak nie ma zgody na to, jakie powinny być limity i czy w ogóle są potrzebne. Większość prac IEEE dotyczących normalizacji w zakresie harmonicznych sprowadza się do modyfikacji normy IEEE Standard 519-1992 [13]. Standard ten zaleca limity poziomów harmonicznych w punkcie wspólnego połączenia pomiędzy odbiorcą i systemem elektroenergetycznym (tzn. tam, skąd inni odbiorcy mogą być zasilani). Zalecany limit dla odkształcenia napięcia w tym punkcie wynosi 5% dla THD i 3% dla pojedynczych harmonicznych.

Rozważane jest wprowadzenie poprawek do Standardu 519 podnoszących limity i uzależniających je od częstotliwości. Limity określone przez IEC dla systemów niskonapięciowych dopuszczają 8% THD i określają je również dla pojedynczych harmonicznych. Norma znana jako IEEE Standard P1531 zawiera poradnik projektowania filtrów wyższych harmonicznych.

Szereg różnic pomiędzy europejskimi i amerykańskimi systemami elektroenergetycznymi [17] sugeruje, że limity dla wyższych harmonicznych powinny być w nich różne.

Limity dla prądów wyższych harmonicznych

Standardy Europejskie

IEC, która określa standardy w Unii Europejskiej uważa, że producenci powinni ograniczyć zawartość wyższych harmonicznych w prądach pobieranych przez ich produkty zgodnie z normą IEC 61000-3-2 [10], mającą zastosowanie do wszystkich jedno- i trójfazowych odbiorników o prądach znamionowych mniejszych od 16 A na fazę.

Zgodnie z tą normą odbiorniki energii elektrycznej zostały podzielone na cztery grupy. W tabeli 1 pokazano tę klasyfikację w odniesieniu do urządzeń oświetleniowych.

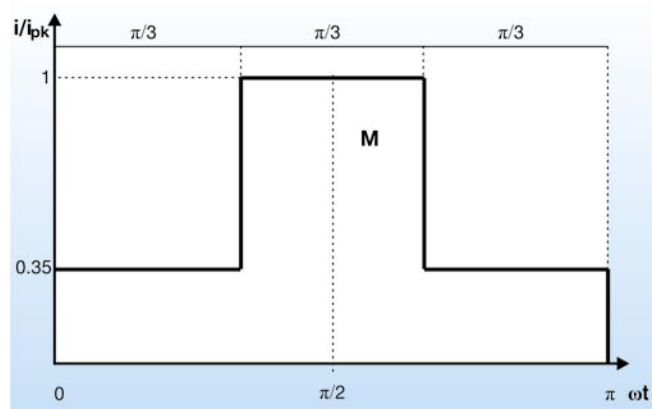
Tabela 1

Klasyfikacja urządzeń (oświetlenie) wg EN 61000-3-2

Klasyfikacja (oryginalna)	Klasyfikacja zgodna z poprawką A14
<p>Klasa A: Sprzęt 3-fazowy o obciążeniu symetrycznym, sprzęt 1-fazowy nie wymieniony w innych klasach</p>	<p>Klasa A: Sprzęt 3-fazowy o obciążeniu symetrycznym, sprzęt do zastosowań domowych z wyjątkiem wymienionego w klasie D, narzędzia (bez przenośnych), ściemniacze do tradycyjnych żarówek (bez innego sprzętu oświetleniowego), sprzęt audio, inny nigdzie indziej nie sklasyfikowany</p>
<p>Klasa C: Sprzęt oświetleniowy o mocy powyżej 25 W</p>	<p>Klasa C: Cały sprzęt oświetleniowy z wyjątkiem ściemniaczy do tradycyjnych żarówek</p>

Pierwotnie stosowano klasyfikację pokazaną w lewej części tabeli wraz z określeniem kształtu prądu pokazanym na rysunku 4.

Prąd zgodnie z tą normą powinien się mieścić w pokazanej obwiedni w każdej połowie cyklu przez 95% czasu.



Rys. 4. Obwiednia ograniczająca kształt prądu

Po negocjacjach z producentami sprzeciwiającymi się wprowadzeniu ograniczeń została opracowana poprawka A14, obowiązująca od 1 stycznia 2004 roku. Klasyfikację urządzeń zgodną z tą poprawką podano w prawej części tabeli 1 [9, 12].

Limity określono dla wyższych harmonicznych prądów, nie specyfikując THD. Limity te podano w tabelach 2 i 3.

Inną istotną zmianą wprowadzoną do normy w listopadzie 2005 roku jest to, że pomiary harmonicznych prądu należy prowadzić w przewodzie fazowym, a nie neutralnym.

Tabela 2

Limity harmonicznych dla urządzeń klasy A [10, 11]

Nr harmonicznej n	Maksymalny dopuszczalny prąd w.h. (A)
Harmoniczne nieparzyste	
3	2,30
5	1,14
7	0,77
9	0,40
11	0,33
13	0,21
$15 \leq n \leq 39$	$2,25/n$
Harmoniczne parzyste	
2	1,08
4	0,43
6	0,3
$8 \leq n \leq 40$	$1,84/n$

Tabela 3

Limity harmonicznych dla urządzeń klasy C [10, 11]

Nr harmonicznej n	Maksymalny dopuszczalny prąd w.h. (% harmonicznej podstawowej)
2	2
3	30 x współczynnik mocy obwodu
5	10
7	7
9	5
$11 \leq n \leq 39$	3

Zalecenia amerykańskie

IEEE opracowało szkic zaleceń określających, jak ograniczyć harmoniczne prądów pobieranych przez obciążenia jednofazowe na napięcie poniżej 600 V i prądzie znamionowym mniejszym od 40 A [17], [18].

Ten szkic dzieli obciążenia na dwie klasy.

1. „Nieliniowe odbiorniki większej mocy, jak pompy ciepła, ładowarki akumulatorów dla pojazdów elektrycznych, jak również duże koncentracje urządzeń mniejszej mocy, jak komputerowe stacje robocze i elektroniczne układy zasilone w typowych biurach i urzędach [17]”. Maksymalne zalecane poziomy odkształcenia prądu dopuszczone dla tych zastosowań przedstawiono w tabeli 4. Sugerowana jest również minimalna wartość współczynnika mocy równa 0,95 dla tych obciążeń, maksymalna wartość THD równa 15% i maksymalna wartość 3. harmonicznej prądu równa 10%.
2. „Nieliniowe odbiorniki mniejszej mocy nie skoncentrowane na małej przestrzeni [17]”. W tabeli 4 podano zalecane limity. Dla tych obciążeń maksymalna wartość THD nie powinna przekraczać 30%, a maksymalna wartość 3. harmonicznej prądu 20%.

Oświetlenie fluorescencyjne – zaptłonniki powinny spełniać następujące wymagania [18]:

- minimalny współczynnik mocy 98%,
- maksymalna wartość THD 20%,
- maksymalny udział 3. harmonicznej 10%,

i powinny być zgodne z zaleceniami Federalnej Komisji Komunikacyjnej: FCC Regulations (Federal Communications Commission) Part 15, Subpart J for Electromagnetic Interference.

Tabela 4

Zalecane limity prądów obciążenia dla urządzeń

Urządzenie	Limit, % THD
Całe oświetlenie, napędy i inny sprzęt mające wspólne szyny lub tablice rozdzielcze z czułymi elektronicznymi obciążeniami	15
Całe oświetlenie fluorescencyjne, w tym kompaktowe lampy fluorescencyjne	30

Ograniczanie wyższych harmonicznych

Fazy wyższych harmonicznych w prądach pobieranych przez świetlówki kompaktowe różnych producentów nieco się różnią, stąd całkowity udział tych harmonicznych w sieciach zasilających może być niższy od spodziewanego, jeżeli w danej instalacji występuje duża różnorodność tych świetlówek. Efekt ograniczenia jest niewielki i trudny do oszacowania, stąd może być traktowany jako swego rodzaju premia przy określaniu zawartości wyższych harmonicznych w sieci [7], [9].

W szeregu urządzeń instalowane są filtry ograniczające wielkości wyższych harmonicznych wprowadzanych do sieci zasilającej. Filtry zbudowane zwykle z kondensatorów i dławików ograniczają prądy wyższych harmonicznych o częstotliwości rezonansowej. Prądy wyższych harmonicznych generowane gdziekolwiek w systemie będą płynąć przez filtr, który jest dołączony do tego systemu. W rezultacie filtr jednego użytkownika może filtrować prądy wyższych harmonicznych generowane przez innego.

W przypadku zastosowania filtrów w małych urządzeniach, jakimi są świetlówki kompaktowe filtry również byłyby niewielkie. W tym przypadku dołączenie świetlówek do „zanieczyszczonego” systemu będą próbowały filtrować harmoniczne wytwarzane przez innych użytkowników i w konsekwencji będą ulegały przegrzaniu powodując niesprawne działanie świetlówek [7].

Podsumowanie

Coraz szersze wykorzystanie nowych technologii w sektorze oświetleniowym, w tym instalowanie energooszczędnych źródeł światła oraz innego sprzętu zawierającego układy elektroniczne, nie pozostało bez wpływu na sieci zasilające i innych odbiorców energii elektrycznej w budynkach. Wpływ ten nie może być pomijany.

Właściwa ocena skali wynikłych problemów nie jest łatwa i wymaga kompleksowej oceny zmian związanych z zawartością wyższych harmonicznych w sieciach elektroenergetycznych i zmian współczynnika mocy. Dopiero na tej podstawie można próbować określać środki ograniczające niekorzystne efekty, do których należy zaliczyć opracowania nowych konstrukcji energooszczędnych lamp, nowych konstrukcji układów zasilania oświetlenia i innych odbiorów w budynkach oraz opracowanie nowych norm i rekomendacji. W tym ostatnim przypadku konieczne jest uzyskanie akceptacji dla podejmowanych działań przez producentów sprzętu oświetleniowego, co jak wykazały przedstawione wyżej rozważania nie jest łatwe.

Przedstawione problemy znajdują zrozumienie w organizacjach międzynarodowych, w tym w Międzynarodowej Agencji Energii (IEA International Energy Agency), której Komitet Wykonawczy ECBCS (Energy Conservation in Buildings and Community Systems) zatwierdził w 2004 roku realizację zadania nr 45 (Annex 45) pt. „Energooszczędne oświetlenie elektryczne w budynkach” [23], podejmującego między innymi zaprezentowane zagadnienia.

LITERATURA

- [1] Mills E. 2002. Why we're here: The \$320-billion global energy bill. Right Light 5, Nicea, Francja. Str. 369-385
- [2] Annex 45 Energy Efficient Electric Lighting for Buildings. E3Light Newsletter 1/2005. Str. 2-4
- [3] Statystyka elektroenergetyczna Polski w 2003 r. <http://www.mojaenergia.pl/strony/1/i/234.php>
- [4] Urząd Regulacji Energii (2006) http://www.ure.gov.pl/index_wai.php?dzial=297&id=1903
- [5] STOEN (2006). <http://www.stoen.pl/index.php?id=225>
- [6] Armstrong K.: REO A Practical Guide for EN 61000-3-2. www.reo.co.uk
- [7] Henderson R.: Harmonics of Compact Fluorescent Lamps in the Home. Domestic Use of Electrical Energy Conference 1999. www.itech.ac.za/conf/duo/documents/Rhenderson.doc
- [8] Thallam R. S.: Harmonics - Application of Standards. National Workshop on Electric Power Quality, Nov 10, 2004, Indian Institute of Technology, Kanpur, India
- [9] Power Quality and Lighting. IAEEL (International Association for Energy-Efficient Lighting) newsletter 3-4/95. www.iaeel.org/iaeel/news/1995/trefyra1995/LiTech_a_3_4_95.html - 11k
- [10] IEC 61000-3-2 Ed. 3.0 b:2005 Third edition 2005-11. Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits - Limits for harmonic current emissions (equipment input current <= 16A per phase)
- [11] Muhamad Nazarudin Zainal Abidin: IEC 61000-3-2 Harmonics Standards Overview. Schaffner EMC Inc., Edison, NJ, USA. www.schaffner.com/corporate/pdf/current/ts_de.pdf
- [12] Fenical G.: EN 61000-3-2 and EN 61000-3-3: Harmony at Last? Evaluation Engineering, 2000.
- [13] McGranaghan M.: Power: Quality Standards: An Industry Update, 2001, http://www.powerquality.com/mag/power_power_quality_standards/index.html
- [14] IEEE Standard 519-1992. IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Power Systems. www.pacificpower.net/File/File22467.pdf
- [15] IEEE 519-1992. IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems. Institute of Electrical and Electronics Engineers. 01-May-1992
- [16] Borg N., Gothelf N.: Lighting power Quality Standards - A Brief International Overview. IAEEL newsletter 3-4/95
- [17] Draft Guide for Harmonic Limits for Single-Phase Equipment, P1495/D3, Sponsored by the Transmission and Distribution Committee of the IEEE Power Engineering Society, January 26, 2002
- [18] Electrical Standards – 16500 Lighting Systems. May 2006. www.indiana.edu/~uao/16500e-s.pdf
- [19] Enlightening the workspace. Glossary of terms. <http://www.lightcorp.com/glossary.cfm>
- [20] Harmonic Emission Limits—Related Power Quality Requirements for Lighting Equipment. www.nema.org/stds/c82-77.cfm - 24k
- [21] Dugan R.C., Santoso S., McGranaghan M.F., Beaty H.W.: Electrical Power Systems Quality. 2nd Edn. McGraw-Hill., 2003
- [22] Jewell W., Ward D.J.: Single Phase Harmonic Limits. PSERC EMI, Power Quality, and Safety Workshop April 18-19, 2002
- [23] <http://www.lightinglab.fi/IEAAnnex45>

informedia
POLSKA

14-15 czerwca 2007
Le Royal Meridien Bristol
Warszawa

Zmiany
od 1 lipca 2007

Konferencja

Nowelizacja Prawa Energetycznego – ostateczne postanowienia

**Kogeneracja, czerwone certyfikaty, weryfikacja
i sprawozdania, zasady rozliczania w 2007 roku**

Patronat medialny

Czysta Energia

CIRE.PL
Centrum Informacji o Ryнку Energii

Energetyka

Więcej informacji: Informedia Polska, ul. Prądzyńskiego 12/14, 01-222 Warszawa
tel. 022-256 72 00, fax 022-256 70 20, e-mail: info@informedia-polska.pl, www.informedia-polska.pl