

Existují plnohodnotné náhrady žárovek?

Ing. Jan Šumpich, Ing. Tomáš Novák, Ph.D.,
VŠB-TU Ostrava

1. Legislativa

V poslední době je stále více pozornosti věnováno problematice klasických žárovek, ukončení jejich výroby a hledání kvalitních náhrad. Evropská unie vydala nařízení, podle kterého je omezena distribuce klasických žárovek pro domácnosti. Důležitou roli hraje správné označování světelných zdrojů a jejich správné zařazování do energetických tříd. Vhodnou náhradu za tepelné zdroje lze vybrat podle kvantitativních a kvalitativních parametrů světelných zdrojů. Za ukončením výroby klasických žárovek stojí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2005/32/ES ze 6. července 2005, o stanovení rámce pro určení požadavků na ekodesign energetických spotřebičů, která byla později změněna směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2008/28/ES z 11. března 2008. Ekodesignem se rozumí to, že navržený a realizovaný výrobek co nejvíce omezuje negativní vlivy na životní prostředí po celou dobu jeho života. Za samozřejmost se pokládá, že si inovovaný výrobek zachová, popř. zlepší funkční vlastnosti pro spotřebitele [1].

Jednou ze sledovaných kategorií jsou i nesměrové světelné zdroje, které jsou uvedeny v nařízení komise (ES) č. 244/2009 ze 18. března 2009, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2005/32/ES. Toto nařízení stanovuje postupné vyřazování standardních klasických žárovek a halogenových žárovek,

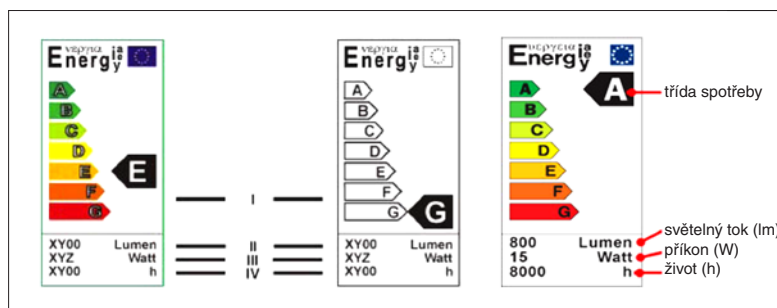
které spadají do energetických tříd horších než C, D atd. Harmonogram postupného vyřazování žárovek je znázorněn v tab. 1

Evropská komise navrhla do dvou let úplně přestat prodávat klasické žárovky. Důvodem je snaha snížit spotřebu elektrické energie, a tím omezit produkci skleníkových plynů. Toto nařízení platí pro všechny členské státy EU. Pro zrušení klasických žárovek hovoří i skutečnost, že jejich obrovskou nevýhodou je nízký měrný výkon. Na světlo se totiž přemění asi 8 % energie, zbylých 92 % se přemění na teplo.

try světelných zdrojů a také na informace, které musí výrobce udávat na obalu výrobku nebo na volně přístupných stránkách internetu [1], [2].

2. Označování světelných zdrojů energetickými štítky

Podrobnosti o označování energetických spotřebičů energetickými štítky a o zpracování technické dokumentace upravuje vyhláška č. 442/2004. Podle vyhlášky se povinnost označování týká elek-



Obr. 1. Údaje energetického štítku

Prodej žárovek však nezakazuje samotná legislativa, ale normy stanovující hodnoty účinnosti světelných zdrojů, které klasické a někdy ani halogenové žárovky nespĺňují. Nezakazuje ani doproděj zásob, nebo dokonce i jejich používání v domácnostech. Zakazuje však uvedení těchto produktů na trh po stanoveném datu. Nařízení obsahuje i požadavky na kvalitativní param-

trických zdrojů světla napájených z elektrické sítě, mezi které patří jak žárovky a kompaktní zářivky (s integrovaným předřadníkem), tak i zářivky pro domácnosti, včetně lineárních a kompaktních zářivek s vnějším předřadníkem. Tato vyhláška se nevztahuje na světelné zdroje se světelným tokem vyšším než 6 500 lm, světelné zdroje s příkonem nižším než 4 W,

Tab. 1. Postupné vyřazování elektrických světelných zdrojů pro domácnosti [8]

Datum platnosti	1. 9. 2009	1. 9. 2010	1. 9. 2011	1. 9. 2012	1. 9. 2013	1. 9. 2014	1. 9. 2015	1. 9. 2016
Běžné číré žárovky (W)	15	15	15	15	nebudou povoleny			
	25	25	25	25				
	40	40	40	40				
	60	60	60	60				
	75	75	75	75				
	100	100	100	100				
Matné žárovky	nejsou povoleny							
Reflektorové žárovky	bude upřesněno směrnicí EU							
Číré halogenové žárovky na síťové napětí (lm)	<60	<60	<60	<60	Pouze třída A, B nebo C		pouze třída A a B	
	60	60	60	60				
	450	450	450	450				
	725	725	725	725				
	950	950	950	950				
Matné halogenové žárovky na síťové napětí	nejsou povoleny							
Číré halogenové žárovky na malé napětí							pouze třída A a B	
Reflektorové halogenové žárovky na malé i síťové napětí	bude upřesněno směrnicí EU							

Tab. 2. Přehled náhrad za klasickou žárovku z pohledu odpovídajícího světelného toku

Světelný zdroj	Příkon (W)					
klasická žárovka	15	25	40	60	75	100
halogenová žárovka	-	18	28	42	51	70
kompaktní zářivka	4 až 5	5 až 7	8 až 10	14 až 15	18	23
kompaktní LED zdroj	3 až 4	6 až 7	7 až 8	12	-	-
indukční výbojky	-	-	-	15	-	23
světelný tok (lm)	90	200	400	700	900	1 300

Tab. 3. Porovnání naměřených a udávaných parametrů světelných zdrojů

Světelný zdroj	Doba života	Napájecí napětí	Index podání barev		Světelný tok		Teplota chromatičnosti	
	t (h)	U (V)	R _a (-)		Φ (lm)		T _{cp} (K)	
	udávaná	udávané	udávaný	naměřený	udávaný	naměřený	udávaná	naměřená
klasická žárovka	1 000	230	100	99,73	390	378	2 700	2 552
kompaktní zářivka	15 000	230 až 240	82	80,20	432	390	2 700	2 796
LED	25 000	230	80	79,63	400	416	2 700	2 672
halogenová žárovka	2 000	230 až 240	100	99,43	346	356	2 800	2 548

reflektorové žárovky a světelné zdroje pro použití s jinými zdroji energie (např. bateriemi).

2.1 Štítky a základní údaje

Energetické štítky musí obsahovat tyto čtyři základní údaje (obr. 1):

- I. třída energetické účinnosti světelného zdroje,
- II. světelný tok světelného zdroje – je-li tento údaj jinde na obalu světelného zdroje, může být na štítku vypuštěn,
- III. příkon světelného zdroje (ve wattch) – je-li tento údaj jinde na obalu světelného zdroje může být na štítku vypuštěn,
- IV. jmenovitá střední doba života světelného zdroje – je-li tento údaj jinde na obalu světelného zdroje, může být na štítku vypuštěn.

Pro racionalizaci používání světelných zdrojů je velmi důležité určení třídy energetické účinnosti světelných zdrojů. Třída energetické účinnosti se vypočítává; výpočty jsou uvedeny ve vyhlášce č. 442 [4].

3. Kvalitativní a kvantitativní parametry žárovek

Pro hledání odpovídajících náhrad žárovek je nutné znát parametry světelných zdrojů, které určují jejich vlastnosti a které lze je rozdělit na kvantitativní a kvalitativní.

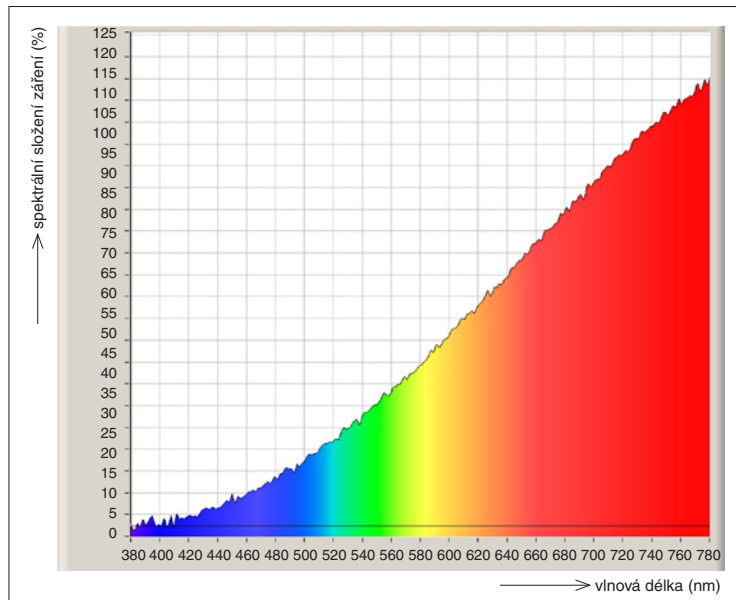
Do dvou kategorií kvantitativních parametrů patří vyzařovaný světelný tok Φ (lm) a elektrický příkon P (W). Pro vzájemné porovnání světelných zdrojů je velmi důležitou veličinou měrný výkon η, který se u žárovek pohybuje mezi 9 a 14 lm·W⁻¹ (např. pro obyčejnou žárovku 100 W udává výrobce Philips světelný tok 1 340 lm). Tyto parametry jsou důležité zejména pro uživatele a projektanty,

- široký interval přípustných provozních teplot,
- okamžitý start bez blikání a téměř okamžité ustálení světelného toku po připojení napájecího napětí.

Zásadním nedostatkem všech žárovek je malý měrný výkon a jejich doba života, která je pouze 1 000 h. Z hlediska přeměny elektrické energie na světelnou je většina žárovek zařazena do energetické třídy E [5], [6].

4. Srovnání světelných zdrojů a jejich parametrů s klasickou žárovkou

S rozvojem světelné techniky se objevují stále nové světelné zdroje využívající moderní principy generování světla, které ovlivňují současnou situaci na trhu svítidel. S rychlým nástupem moderních polovodičových zdrojů se na místo teplotních a výbojových světelných zdrojů dostávají světelné zdroje na bázi LED.



Obr. 2. Spektrální složení záření obyčejné žárovky

kteří potřebují znát celkový příkon osvětlovací soustavy.

Kvalitativní parametry žárovek jsou posuzovány podle doby jejich života, který je 1 000 h, podle indexu podání barev, který má hodnotu 100, a podle spektra, které je spojitě (obr. 2). Jejich teplota chromatičnosti je přibližně 2 700 až 2 900 K. Hodnoty odpovídají teplému odstínu, který tyto zdroje předurčuje pro použití v prostorech, v nichž je preferována zraková pohoda před zrakovým výkonem (byty, společenské prostory).

Mezi důležité vlastnosti patří:

- geometrické rozměry: u standardních žárovek od 15 do 100 W je průměr baňky 60 mm, celková délka 105 mm,
- plnění převážně inertním plynem,
- provozní napětí (120, 220, 230, 240 V),
- možnost stmívat světelný tok (0 až 100 %),

V tab. 2 jsou porovnány příkony potenciálních náhrad klasické žárovky při obdobném světelném toku.

V tab. 3 a v tab. 4 jsou uvedeny naměřené hodnoty a ty jsou následně porovnány s hodnotami udávanými výrobcem. Parametry byly měřeny na světelných zdrojích firmy Philips. Světelné zdroje byly vybrány podle přibližně stejných světelných toků. Některé udávané a naměřené parametry se mohou značně lišit, např. počet sepnutí, stmívání, doba života, ale i zařazení do energetické třídy. Je to způsobeno konkrétním typem světelného zdroje.

4.1 Halogenové a klasické žárovky

Halogenové žárovky jsou zdokonalením klasické žárovky. Princip jejich funkce je podobný fungování klasické žárovky. V baňce jsou místo argonu nebo dusíku

Tab. 4. Porovnání naměřených a udávaných parametrů světelných zdrojů

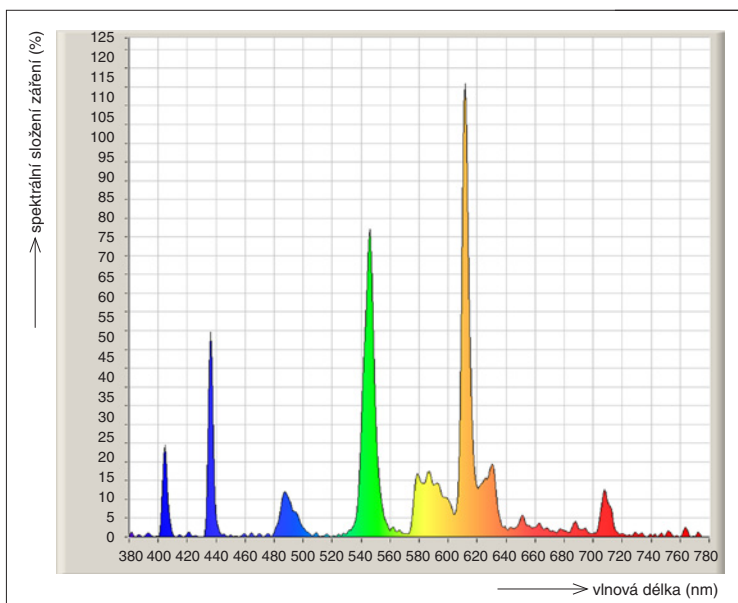
Světelný zdroj	Spínání	Stmívání	Energetická třída	Jmenovitý příkon		Účinnost	Proud	Doba náběhu
	počet cyklů	(%)		P (W)				
	udávané	udávané	udávaná	udávaný	naměřený	naměřený	naměřený	udávaná
klasická žárovka	-	100	E	40	36,6	0,99	0,15	0
kompaktní zářivka	20 000	0	A	8	8,20	0,58	0,06	do 120
LED	20 000	100	A	7	6,60	0,99	0,04	0
halogenová žárovka	8 000	100	D	28	28,30	0,99	0,12	0

(dříve vakuum) plyny halogenu, které napomáhají zpětnému navrácení wolframu na vlákno. Teplota chromatičnosti je mírně vyšší – přibližně 3 000 K. Baňky pro náhradu klasických žárovek se vyrábějí v klasickém tvaru baňky nebo ve tvaru svíčkovém se závity E27 a E14. Energetická třída odpovídající halogenovým žárovkám je C a D při dvojnásobné době života ($T = 2\,000$ h) oproti klasické žárovce. Mezi hlavní nevýhody patří vyšší cena, než je cena klasické

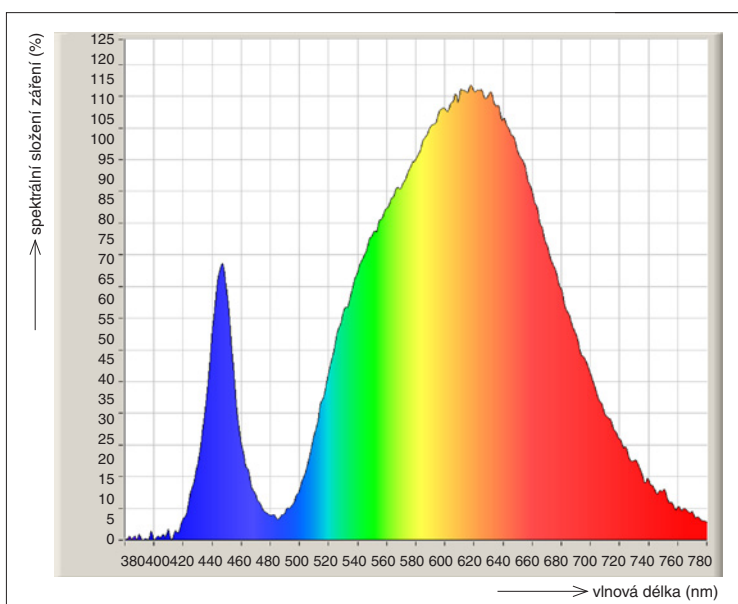
žárovky. Za výhody lze považovat příkon o 25 až 30 % menší než u klasické žárovky. Měrný výkon halogenových náhrad žárovek je asi 12 až 18 $\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$. Možnosti úplného stmívání, okamžitý start, velmi kvalitní podání barev R_a o hodnotě 100 jsou obdobné jako u standardní žárovky. Spektrum klasické žárovky na obr. 2 se liší převážně v oblasti modrého světla, které má u halogenových žárovek větší zastoupení. Jinak jsou spektra téměř totožná.

4.2 Kompaktní zářivky a klasické žárovky

Kompaktní zářivky byly vyvinuty jako náhrada klasických žárovek. Princip funkce je stejný jako u lineárních zářivek. Lze je instalovat do svítidel se závitem E27 a E14. Do všech svítidel se však nevejdou pro své rozměry a implementovaný předřadník. Lze ale vybírat z mnoha tvarů a provedení. Jejich značnou výhodou je o 60 až 80 % nižší spotřeba energie oproti klasické žárovce, a proto jsou zařazovány do energetické třídy A. Jejich doba života je asi šest- až dvacetkrát delší než život klasické žárovky, a to zhruba 6 000 až 15 000 h. Měrný výkon dosahuje hodnoty 50 až 80 $\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$, což je v porovnání se žárovkou také několikanásobně vyšší hodnota. Je možné vybírat i z různých barev světla. Nejrozšířenější náhradní teplota chromatičnosti je 2 700 K, která se nejvíce podobá klasické žárovce. Mezi hlavní nevýhody těchto zdrojů patří jejich pořizovací cena. Další nevýhodou je doba náběhu na plný světelný tok – řádově desítky sekund. Kompaktní zářivky standardně nelze stmívat. Velmi důležitá je i zmíněná teplotní závislost těchto zdrojů, tzn. že zejména při nízkých teplotách okolí velmi ostře klesá jejich světelný tok.



Obr. 3. Spektrální složení záření kompaktní zářivky 8 W/827 s R_a větším než 80 a náhradní teplotou chromatičnosti 2 700 K



Obr. 4. Spektrální složení záření LED 7 W/ 2 700 K

4.3 Indukční výbojky a klasické žárovky

Indukční výbojky patří mezi světelné zdroje, které neobsahují žádná vlákna ani elektrody. Princip fungování těchto výbojek je podobný jako u zářivek. K jejím kladům patří dlouhá doba života v řádech desetitisíců hodin (nepalují se elektrody), nízká teplotní závislost, malý příkon (až o 80 % menší oproti žárovkám) a minimální pokles světelného toku během doby života. Patří do energetické třídy A. Měrný výkon je zhruba 70 až 90 $\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$. Indukční výbojky mají dobré podání barev $R_a = 80$ a více, okamžitý start bez blikání a nejsou závislé na počtu sepnutí. Jako náhrada žárovky jsou tyto světelné zdroje dostupné s patičkami E27 a E40 se zabudovaným předřadníkem. Teplota chromatičnosti je 2 700 K. Z tohoto pohledu mají široké použití. Největší jejich nevýhodou je vysoká cena a oproti ostatním alternativám ke klasické žárovce též rozměry.

4.4 LED a klasické žárovky

Světelné diody (LED) jsou světelné zdroje založené na principu vzniku světla v P-N přechodu. Náhrady – kompaktní zdroje LED – jsou kompatibilní se závitů E27 a E14. Technika kompaktních zdrojů LED, nazývaných také LED žárovky, je poměrně nová a zatím existuje pouze náhrada za žárovky do 60 W (problém s chlazením). Měrný výkon LED náhrad žárovek neustále roste a v současné době je asi 40 až 60 lm·W⁻¹. Výhodou je dlouhá doba života, a to v řádech desetitisíců hodin. Jsou velmi odolné proti mechanickým vlivům, neobsahují jedovaté látky a náběh do plného světelného výkonu je okamžitý. Hlavními nevýhodami jsou pořizovací cena, hmotnost a rozměry vlivem integrovaného chladiče. Dalšími nepříznivými parametry jsou horší podání barev ($R_a = 80$), problém s překonáním hygienického minima pro trvalý pobyt osob, navíc jsou většinou chladné barvy [1], [3], [7].

Závěr

Díky Evropské unii, která postupně zakazuje prodej klasických žárovek, je třeba nalézt vhodný alternativní světelný zdroj. Vhodná náhrada světelných zdrojů pro domácnosti záleží na typu osvětlovaných prostor a v nich vykonávané činnosti. Pro prostory s častým spínáním jsou nejvhodnější náhradou halogenové žárovky a LED zdroje s velmi rychlým náběhem světelného toku. Pro prostory s trvalým pobytem osob jsou vhodnou náhradou kompaktní zářivky a indukční výbojky. Dále je třeba brát ohled na to, jaké budou v daném prostoru vykonávány činnosti. Podle toho je třeba vybírat vhodnou teplotu chromatičnosti a index podání barev daného světelného zdroje. Stále nejvíce oblíbenou náhradou za klasické žárovky jsou kompaktní zářivky. Do budoucna lze ovšem počítat s postupným nástupem používání diod LED, jejichž parametry jsou stále zlepšovány.

Literatura:

- [1] *Energeticky úsporné osvětlování domácností: Praktické informace, rady a tipy*. SEVEN, 2010, 1, s. 1–33.
- [2] *Klasické žárovky postupně skončí* [online]. 2010 [cit. 2011-01-15]. Lepebydlet.cz. Dostupné z WWW: <http://www.lepebydlet.cz/interier/osvetleni/klasicke-zarovky-postupne-skonci/>.
- [3] HABEL, J. – ŽÁK, P.: *Vývojové tendence ve světelných zdrojích a světidlech*. In: Sborník Kurz osvětlovací techniky XXVIII, 2010, 12213132132, s. 26–34, ISBN 978-80-248-2307-2.
- [4] Vyhláška č. 442 ze dne 8. července 2004: *Označování spotřebičů energetickými štítky a zpracování technické dokumentace*. Sbírka zákonů, 2004, 146, s. 8446–8525.
- [5] SOKANSKÝ, K. a kol.: *Dominantní vlivy ovlivňující spotřebu elektrické energie osvětlovacích soustav*. Ostrava, 2007, 122 s.
- [6] DVOŘÁČEK, V.: *Světelné zdroje – obyčejné žárovky*. Světlo, 2008, 4, s. 38–39.
- [7] *LVD Osvětlení – profesionální indukční světla* [online]. 2010 [cit. 2011-01-15]. LVDosvetleni.cz. Dostupné z www: <http://www.lvdosvetleni.cz/Vybojky/Venus/>.
- [8] *Ledsvetla* [online]. 2011 [cit. 2011-01-15]. Žárovky v EU končí. Dostupné z www: <<http://www.ledsvetla.cz/clanky/6-Zarovky-v-EU-konci>>.

Olomouc připravuje Festival světla a videomappingu

Jediný soutěžní festival videomappingu v Evropě a zároveň oslava všech podob světla se chystá v Olomouci. Přípravy prvního ročníku jsou v plném proudu a ARTnative se společností Philips Česká republika jako organizátoři festivalu oznámili termín konání akce.

Festival světla a videomappingu se bude konat v **Olomouci od 27. září do 1. října 2011**. V soutěžní části programu budou diváci moci sledovat originální videomappingové projekce na historické budovy v centru Olomouce, připraveny jsou i koncerty, workshopy, konference a zajímavá výstava. Součástí festivalu bude speciálně připravené interaktivní osvětlení budov na Horním náměstí.

„Videomapping je vizuální umění, které využívá projekci ve volném prostoru, například na fasády domů nebo interiéry budov,“ říká ředitel Festivalu světla a videomappingu Kamil Zajíček. „V rámci festivalu bu-

dou soutěžní projekce vytvořeny na míru fasádám vybraných historických paláců v Olomouci. Budovy tak ožijou animacemi a 3D modely spojí reálné kulisy domu s virtuálním



Obr. 1. První ročník Festivalu světla se konal v loňském roce v Jablonci nad Nisou (Foto: Ing. Jakub Wittlich)

dějem připomínajícím krátký film,“ dodává. Soutěžní část festivalu bude probíhat po setmění ve večerních hodinách a nedílnou součástí každé projekce bude i podkreslující hudba a zvuky doplňující obrazový výjev.

Spoluorganizátorem festivalu světla je společnost Philips Česká republika, která

převzala zástitu nad částí věnovanou vytváření příjemného prostředí našich měst a obcí za pomoci světla. V rámci festivalu se uskuteční také odborná konference na téma **Světlo pro naše města**. „Pro návštěvníky chystáme ojedinělé umělecké světelné instalace, které v průběhu festivalu ožijí olomoucké Horní náměstí,“ říká Arno Kraus, generální ředitel společnosti Philips Lighting, a dodává, „Pro studenty připravíme workshopy a pro odbornou veřejnost mezinárodní konferenci, na které budou zástupci akademické obce, obchodníci, architekti i představitelé měst a obcí hledat nové cesty pro kvalitnější života obyvatel ve městech a obcích pomocí osvětlení.“

Pro více informací kontaktujte:

ARTnative
Kamil Zajíček
 ředitel Festivalu světla a videomappingu
 Masarykova tř. 39
 772 00 Olomouc
 tel.: +420 587 207 111
 fax: +420 587 208 222
 e-mail: info@artnative.cz

Fleishman-Hillard
Zoltán Straňovský
 Lomnického 9
 140 00 Praha 4
 tel.: +420 234 669 509
 e-mail: stranovsky@fleishman.com