

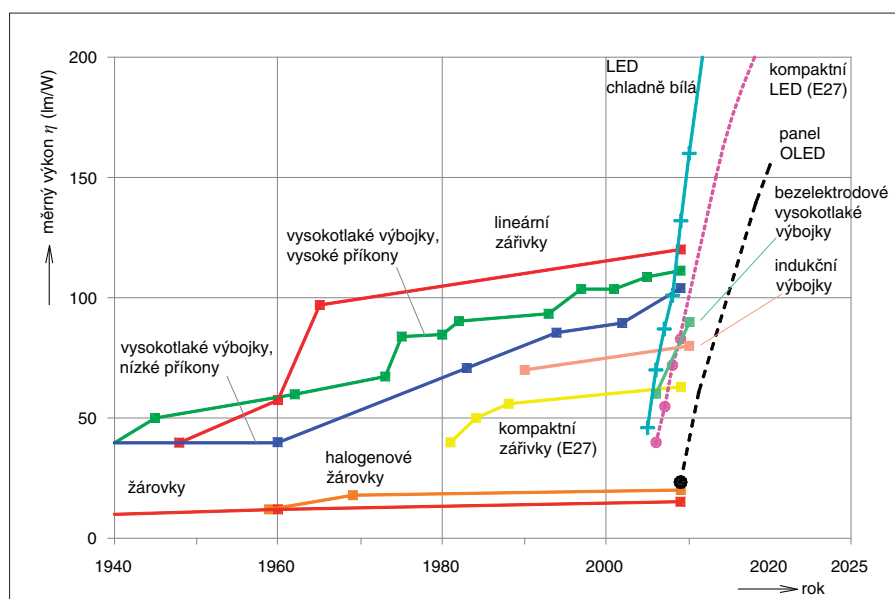
# Trendy ve světelných diodách a svítidlech se světelnými diodami

Ing. Petr Žák, Ph.D, Etna s. r. o.

Oblast světelných zdrojů je v dnešní době jednou z nejdynamičtěji se rozvíjejících oblastí světelné techniky a významně ovlivňuje současnou situaci i na trhu svítidel. Nové výrobní technologie a postupy, vysoce efektivní organizace výroby

vat dosud běžný, minimálně dvouletý cyklus výzkumu, vývoje a výroby nových typů svítidel. Výrazné zkrácení výrobního cyklu neustále inovovaných typů světelných diod naráží na limity trhu se svítidly, který takovou rychlost není schopn

šich zemích přijato několik legislativních opatření obsahujících minimální požadavky na jejich účinnost. Ta se u světelných zdrojů hodnotí měrným výkonem  $\eta$  (lm/W), který uvádí, jaké množství světla v lumenech  $\Phi$  (lm) se získá z jednoho wattu elektrického příkonu  $P$  (W). V rámci Evropské unie byl přijat soubor nařízení, podle kterých budou světelné zdroje s nízkými měrnými výkony postupně stahovány z trhu. V důsledku uvedených nařízení budou do roku 2012 z obchodní sítě úplně staženy žárovky pro všeobecné osvětlování. Jestliže se v relativně krátké době nepodaří výrazně zvýšit měrný výkon halogenových žárovek a vysokotlakých rtuťových výbojek, budou i tyto světelné zdroje staženy z prodeje. Vývoj měrného výkonu běžně používaných světelných zdrojů pro všeobecné osvětlení je znázorněn na obr. 1.



Obr. 1. Vývoj měrného výkonu světelných zdrojů pro všeobecné osvětlení

## Světelné diody

Světelné diody (obr. 2) jsou v principu bodové zdroje světla, vhodné hlavně pro směrové osvětlení. Po několika letech rychlého technologického vývoje, kdy byla oblast světelných diod poměrně nepřehledná, se začala v průběhu posledních dvou let stávat čitelnější. Je to dáno jednak postupně přijímanou standardizací a jednak zavedením světelných diod 1 W (350 mA) do nabídky většiny hlavních výrobců. S příchodem světelných diod se velmi významně změnila struktura výrobců světelných zdrojů a jejich počet významně vzrostl. Tím rovněž velmi vyrostla konkurence, což ovlivňuje nejen tempo vývoje nových typů, ale i jejich ceny.

a rychlý přenos informací umožňují uvádět nové typy světelných zdrojů do sériové výroby ve velmi krátkých časových úsecích. Například firma Cree uvedla v listopadu na trh novou řadu světelných diod XM-L, u které byl časový interval mezi specifikováním nového výrobku a zahájením jeho sériové výroby kratší než osm měsíců. To nutí výrobce svítidel zkraco-

přijmout, což s sebou nese mnoho problémů při jejich použití v praxi u konečných zákazníků.

Mezi další aspekty, které významně ovlivňují rozvoj světelných zdrojů, patří požadavky na energetickou účinnost provozu. V posledních několika letech bylo v Evropské unii [5], [6], ve Spojených státech amerických, v Austrálii a v dal-



Obr. 2. Světelná dioda Rebel (Philips LumiLeds)

Tab. 1. Parametry vybraných typů světelných diod 1 W (350 mA)

Barva světla	Výrobce	Typ	Parametry		
			$P_D$ (W)	$\Phi$ (lm)	$\eta$ (lm/W)
chladně bílá	Cree	XM-L	0,91	145	160
	Nichia	Nichia 219	1,05	140	133
	Osram	Golden dragon plus	1,12	130	116
	Philips	Rebel ES	1,00	130	130
neutrálně bílá	Cree	XP-G	1,05	130	124
	Osram	Golden dragon plus	1,12	130	116
	Philips	Rebel ES	1,00	125	125
teple bílá	Cree	XP-G	1,05	107	102
	Nichia	Top Emitting	1,16	95	82
	Osram	Golden dragon plus	1,12	97	87
	Philips	Rebel	1,05	85	81



Obr. 4. Základní konstrukční řešení svítidel s LED pro veřejné osvětlení  
a) Koffer (Philips)  
b) Archilede (iGuzzini)

Měrný výkon světelných diod významně roste každý rok. O rychlosti vývoje LED vypovídá porovnání odhadů vývoje jejich měrných výkonů. V roce 2004 se předpokládalo, že měrného výkonu

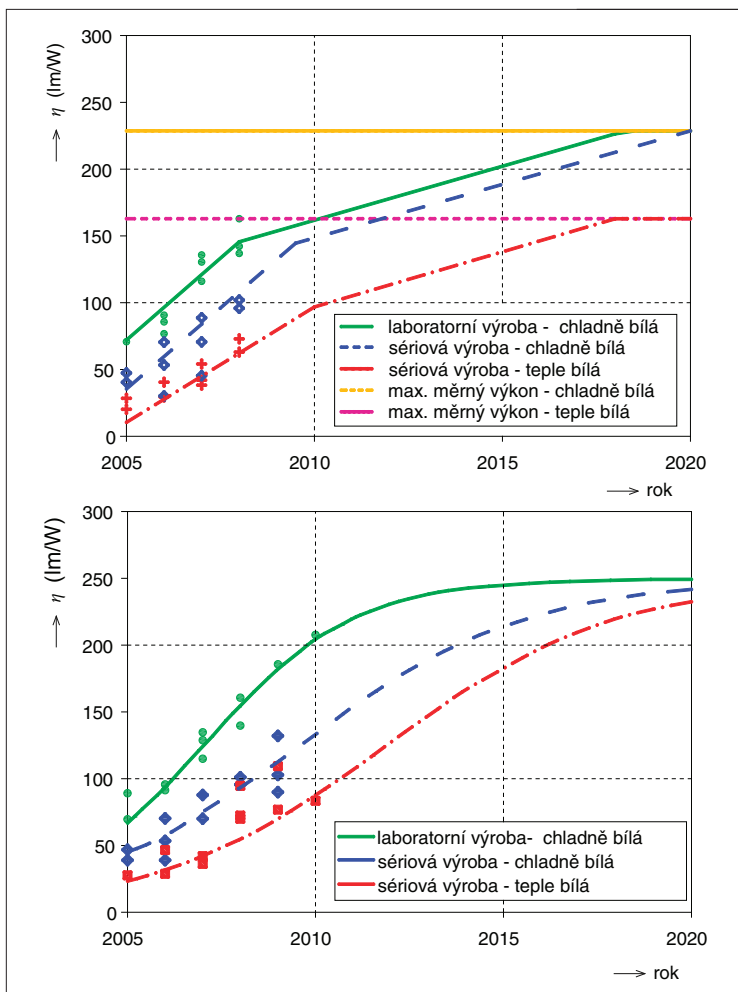
150 lm/W bude u sériově vyráběných bílých LED dosaženo v roce 2012. Ale na podzim letošního roku bylo již dosaženo hranice měrného výkonu 160 lm/W. Dokladem akcelerujícího vývoje je zpráva

firmy Cree z ledna tohoto roku, ve které se uvádí, že se v laboratorních podmínkách podařilo dosáhnout měrného výkonu 208 lm/W (1 W, 350 mA, 4 579 K) [4]. Hodnoty měrných výkonů sériově vyráběných bílých diod jsou uvedeny v tab. 1.

Vývoj technických parametrů světelných diod v předchozích letech původně ukazoval na významnou závislost měrného výkonu na náhradní teplotě chromatičnosti vyzařovaného světla. Výsledky výzkumů a teoretických prací publikovaných v průběhu let 2009 a 2010 [1], [3], zaměřených na teoretické maximum světelného účinku záření a v praxi dosažitelnou hodnotu měrného výkonu, však ukázaly, že zmíněná maxima měrných výkonů světelných diod s různými teplotami chromatičnosti vyzařovaného světla se při využití moderních výrobních technologií nemusí významně lišit. Na obr. 3 je porovnání odhadů vývoje měrného výkonu světelných diod v roce 2009 a v roce 2010 [1], [2], ze kterých je zřejmý vliv uvedení odborných prací.

Ukázalo se, že ani všeobecný index podání barev nemusí mít výraznější vliv na měrný výkon. V tab. 2 jsou uvedeny teoretické maximální a v praxi dosažitelné hodnoty měrných výkonů pro světelné diody vyzařující bílé světlo vytvářené míšením tří základních barevných složek (RGB). Hodnota měrného výkonu dosažitelná v praxi související s účinností přeměny elektrické energie na zářivou odpovídá 67 % teoretické hodnoty [1].

Údaje v tab. 2 ukazují, že při teplotách chromatičnosti vyzařovaného světla v rozsahu od 2 700 do 6 500 K se hodnoty v praxi dosažitelných měrných výkonů při stejném indexu podání barev neliší o více než 15 %. Při změnách indexu



podání barev v rozsahu od 70 do 90 se hodnoty v praxi dosažitelných měrných výkonů při stejné teplotě chromatičnosti neliší o více než 5 %. Získává-li se bílé světlo světelných diod transformací záření z oblasti kratších vlnových délek do oblasti delších vlnových délek s využitím luminoforu, odhaduje se, že dosažitelná hodnota měrného výkonu se bude pohybovat okolo 250 lm/W [1].

### Svítlidla se světelnými diodami

V návaznosti na současný stav a předpokládaný vývoj v oblasti světelných zdrojů se rozšiřuje i sortiment svítidel. Nová svítidla se zpravidla vyvíjejí pro takové oblasti použití, kde se uplatní hlavní výhody světelných zdrojů a kde to jejich světelnotechnické parametry umožní. Světelné diody jsou bodové zdroje se směrovým charakterem vyzařování s relativně malým jednotkovým světelným tokem. Proto jednou z prvních oblastí použití, kde se objevila svítidla s LED, bylo orientační a nouzové osvětlení, kde s ohledem na požadované hladiny osvětlenosti postačují světelné zdroje s malým světelným tokem. Následovaly oblasti, kde je třeba světelný tok usměrnit na poměrně přesně vymezenou plochu, jako je tomu např. u směrových svítidel nebo u svítidel k osvětlení pozemních komunikací.

Z pohledu použití světelných diod ve svítlidlech existují v současné době dvě základní konstrukční řešení. Poměrně dobře lze rozdíl mezi nimi popsat u svítidel pro veřejné osvětlení. V prvním případě tvoří světelné diody modul, který se chová jako běžný světelný zdroj; pro usměrnění světelného toku do požadovaných směrů se používá optický systém svítlidla (obr. 4a). Ve druhém případě mají světelné diody vlastní optický systém, zpravidla čoč-



Obr. 5. Podhledové svítidlo pro LED Panos Infinity (Zumtobel)



Obr. 6. Směrové svítidlo Primopiano (iGuzzini)

tidel dosahuje až asi 65 %. Světelné diody jako směrové zdroje jsou velmi vhodné právě pro zmíněné použití a uvedená svítidla s nimi dosahují účinnosti přesahující 90 %. V současné době svítidla tohoto typu osazená světelnými diodami o příkonu okolo 30 W dosahují srovná-

### Literatura a odkazy:

- [1] Bardsley Consulting, Navigant Consulting, Inc., Radcliffe Advisors, Inc. SB Consulting a Solid State Lighting Consulting Inc., Solid-State Lighting Research and Development: Multi-Year Program Plan, March 2010.
- [2] Navigant Consulting, Inc., Radcliffe Advisors, a SSLC Inc., Solid-State Lighting Research and Development, March 2009.
- [3] OHNO, Y.: *Improving the color spectrum to increase LED efficacy*. In: 2010 DOE SSL Transformations in Lighting Workshop, Raleigh, NC, February 2. – 4., 2010.
- [4] [www.osvetle.cz](http://www.osvetle.cz)
- [5] Evropská směrnice 244/2009.
- [6] Evropská směrnice 245/2009.

Tab. 2. Teoretické a v praxi dosažitelné měrné výkony  $\eta$  (lm/W) LED v závislosti na teplotě chromatičnosti  $T_{cn}$  a indexu podání barev  $R_a$  [1]

$T_{cn}$ (K)	Teoretická hodnota $\eta$ (lm/W)			V praxi dosažitelná hodnota $\eta$ (lm/W)		
	$R_a$ (-)			$R_a$ (-)		
	70	80	90	70	80	90
2 700	433	424	416	290	284	279
4 100	408	399	390	261	267	261
6 500	366	358	349	245	240	234

ky, který usměrňuje jejich světelný tok požadovaným způsobem (obr. 4b).

V letošním roce se na trhu objevila první přímá svítidla (tzv. downlight) osazená světelnými diodami. Tento typ svítidel, nejčastěji s kompaktními zářivkami (18, 26 W), se používá např. k osvětlování konferenčních sálů nebo vnitřních komunikací. Světelný tok kompaktních zářivek není v těchto svítlidlech efektivně využit, a jejich účinnost se proto běžně pohybuje mezi 40 a 50 %, u kvalitních svi-

telných světelnotechnických parametrů jako svítidla s kompaktními zářivkami 2x 26 W (obr. 5).

Dalším typem svítidel, kde se začínají používat světelné diody, jsou směrová svítidla pro akcentové osvětlení, jež jsou určena např. k osvětlování výstavních prostor nebo obchodů (obr. 6). Nyní jsou tato svítidla s LED schopna nahradit svítidla s halogenovými žárovkami přibližně do 100 W nebo s halogenidovými výbojkami do 20 W.

**etna**  
**iGuzzini**

ETNA s. r. o.  
Mečislavova 2, 140 00 Praha 4  
tel.: +420 257 320 595,  
+420 257 320 597  
fax: +420 257 310 604  
brána gsm: 724 912 091  
e-mail: [etna@etna.cz](mailto:etna@etna.cz), [www.etna.cz](http://www.etna.cz)