

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky



Česká společnost pro osvětlování  
Regionální skupina Ostrava



## Kurz osvětlovací techniky XXVII

**29. září – 1. října 2009**

HOTEL DLOUHÉ STRÁNĚ  
Kouty nad Desnou

**ISBN 978-80-248-2087-3**

# **Partneři akce**

**časopis „SVĚTLO“, FCC Public**

**ČKAIT**

**PTD Muchová, s.r.o.**

**časopis „Elektrotechnika v praxi“, BAEL**

**Slovenská svetelnotechnická spoločnosť**

**SRVO**

# Děkujeme za dotace a sponzorské dary firmám

## **Ministerstvo průmyslu a obchodu**

Na Františku 32, Praha 1, 110 15 – [www.mpo.cz](http://www.mpo.cz)

## **INGE Opava, spol. s r.o.**

Stará silnice 3, Opava, 746 01 – [www.inge.cz](http://www.inge.cz)

## **THORN-LIGHTING CS, s.r.o.**

Na Březince 6/930, Praha 5, 150 00 – [www.thornlight.cz](http://www.thornlight.cz)

## **HORMEN CE, a.s.**

Libušská 8/191, Praha 4, 142 00 – [www.hormen.cz](http://www.hormen.cz)

## **HELUKABEL CZ, s.r.o.**

Areál dolu Max, Libušín okr. Kladno, 273 06 – [www.helukabely.cz](http://www.helukabely.cz)

## **OBO BETTERMANN PRAHA, s.r.o.**

Modletice 81, Říčany u Prahy, 251 01 – [www.obo-bettermann.com](http://www.obo-bettermann.com)

## **ČEZ, a.s.**

Duhová 2/1444, Praha 4, 140 53 – [www.cez.cz](http://www.cez.cz)

## **ELTODO-CITELUM, s.r.o.**

Novodvorská 1010/4, Praha 4, 142 01 – [www.eltodo.cz](http://www.eltodo.cz)

## **Artechnic-Schröder a.s.**

Vinohradská 74, Praha 3, 130 00 – [www.artechnic-schreder.cz](http://www.artechnic-schreder.cz)

## **Philips Česká republika s.r.o. Sektor Lighting**

Šafránkova 1, Praha 5, 155 00 – [www.lighting.philips.com](http://www.lighting.philips.com)



**ENVIsport a.s.**

K Vltavě 679/47, Praha 4, 143 00 - [www.envispot.cz](http://www.envispot.cz)

**OSTRAVSKÉ KOMUNIKACE, a.s.**

Novoveská 25/1266, Ostrava - Mar. Hory, 709 00 – [www.okas.cz](http://www.okas.cz)

**ELSTAV lighting, s.r.o.**

Výstavní 2942/108A, Ostrava – Vítkovice, 703 00 – [www.elstav.cz](http://www.elstav.cz)

**HELLUX ELEKTRA s.r.o.**

Okružní 526, České Budějovice 4, 370 2100 – [www.hellux-elektra.trade.cz](http://www.hellux-elektra.trade.cz)

**AKTÉ, spol. s r.o.**

Kvítková 248, Zlín, 760 01 - [www.akte.cz](http://www.akte.cz)

**METASPORT akciová společnost**

Lešetínská 47, č.p. 614, Ostrava – Kunčice, 719 00 - [www.metasport.cz](http://www.metasport.cz)

**ENERGOTIS, s.r.o.**

Žižkova 5, Šumperk, 787 01 - [www.energotis.cz](http://www.energotis.cz)

Konference Kurz osvětlovací techniky XXVII je tradičním, jak je již z názvu patrné, 27. setkáním všech, kteří se světelnou technikou pracují, mají k ní co říct a mají ji také rádi.

Česká společnost pro osvětlování regionální skupina Ostrava se touto akcí snaží přispět k pravidelné výměně informací a řešení problémů, které se v oblasti osvětlování během roku vyskytnou.

Zaměření konference je tradiční, nicméně jsme se snažili vyzvednout následující, dle našeho názoru, nejaktuálnější témata:

### **ENERGETICKÉ AUDITY BUDOV A SVĚTELNÉ DIODY**

I v rámci tohoto hesla je konference rozdělena do několika odborných sekcí.

- **Hygiena**
- **Vnitřní osvětlení**
- **Venkovní osvětlení**
- **Elektro**
- **Veřejné osvětlení**

Za pořadatele konference přeji všem účastníkům mnoho odborných i společenských zážitků.

Předseda ČSO RS Ostrava  
prof. Ing. Karel Sokanský, CSc.

# Aplikační možnosti jasové analýzy v oblasti světelné techniky

Petr Baxant, Doc. Ing, Ph.D.

Ústav elektroenergetiky, FEKT, Vysoké učení technické v Brně,  
<http://www.ueen.feec.vutbr.cz/~baxant>, email: [baxant@feec.vutbr.cz](mailto:baxant@feec.vutbr.cz)

## Úvodem

Jedním z mnoha problémů, které se ve světelné technice řeší, je otázka objektivního posuzování osvětlení. Tradiční pohledy rozlišují dva základní přístupy k hodnocení a to kvantitativní a kvalitativní. Z hlediska lidského vnímání jsou důležité oba faktory, nicméně praktická měření se omezují téměř výhradně pouze na měření kvantity v podobě intenzity osvětlení a případně vyhodnocení její rovnoměrnosti, což lze považovat za částečné hodnocení kvality. Není třeba vysvětlovat, že lidské oko osvětlenost vnímá zprostředkovaně přes množství odraženého světla směrem k pozorovateli, tudíž jako jasovou distribuci. Oko ale není jen orgánem pro hodnocení jasů, dokáže rozeznat i barvy, přestože jejich jas je stejný. Hovoříme o barevném kontrastu a rozlišení barev. Pro vyhodnocení informací jsou přitom důležité zejména změny veličin, jejich přechody z jedné hodnoty na jinou a velikosti jednotlivých ploch, resp. prostorových úhlů, které tyto plochy zaujímají.

Oko obsahuje okolo 150 mil. senzorů. Při fotopickém vidění se sice uplatňují jen čípy, kterých je asi 6,5 milionu, ale i tak posílají do našeho mozku mnohem více dat, než kolik jsme schopni změřit tradičními metodami – luxmetry a jasoměry. Z funkce lidského zraku z velké části čerpá fotografická technika. Vždyť objektiv, clona, snímač jsou prakticky součástí, které oko obsahuje a používá pro hodnocení vnímané scény. A jelikož fotografii jsme vymysleli hlavně proto, aby zaznamenávala věrné obrazy, můžeme z těchto obrazů rekonstruovat nejen jejich vizuální podání, ale i další informace, které nám tyto data mohou poskytnout. Tento příspěvek obsahuje ukázky aplikací, které by mohla digitální fotografie pokrýt jako objektivní metoda měření jasu, což se z jisté části již děje v některých komerčních aplikacích.

## Stávající stav

Asi většina techniků, kteří provádí praktická měření v terénu, by na otázku praktického měření jasu odpověděla, že taková měření neprovádí, že je prakticky nepotřebují. A mají v podstatě pravdu. Měření jasu nemá normativní opodstatnění tak zřetelné jako měření osvětlenosti. Pokud se budeme bavit o vnitřním osvětlení pracovních prostorů, budeme se řídit normou [1]. Pro každý prostor, resp. činnost je stanovena trojice požadovaných hodnot  $E_m$ , UGR, Ra. Toto jsou výchozí hodnoty pro projekt osvětlení daného prostoru. Ověření správného návrhu by měl provádět pracovník s příslušnou kvalifikací proměřením výsledných hodnot v realizované soustavě. Skutečnost je taková, že pokud se vůbec provádí, tak se měření omezuje na proměření hodnot osvětlenosti, které samozřejmě nemohou korespondovat s  $E_m$  udržovanou osvětleností, neboť soustava se předává jako nová a udržovací činitel stanovený v projektu se přímým měřením ověřit nedá. Je tedy možné pouze změřené hodnoty ponížít o udržovací činitel a porovnat s požadavkem normy. Každý, kdo takové měření prováděl, dobře ví, jak je samotný proces náročný a nemá smysl zde podrobně rozebírat všechny detaily.

Index podání barev Ra lze snadno zjistit jedině pomocí spektrálního analyzátoru, tj. vypočítat ze změřeného spektra světla použitých zdrojů. Je naivní se domnívat, že toto kdy někdo v praxi provádí či prováděl, takže se uvažuje s tím, co uvádí výrobce světelných zdrojů a musí se mu věřit. Zde lze s velkou jistotou říci, že pravděpodobně problémy nebudou, neboť dnešní vícepásmové zářivky splňují požadavky na většinu, né-li všechny pracovní prostory.

Mnohem horší je však situace při ověřování indexu oslnění UGR. Zde se prakticky omezujeme čistě na podklady dodané projektantem. Jam moc je ale vzdálen návrh od reality se dozvíme jen pokud bychom provedli měření veličin, které pro stanovení UGR potřebujeme. Zde je jediným reálným řešením právě jasový analyzátor, který dokáže zaznamenat reálnou distribuci jasu s dostatečnou dynamikou, přesností a rozlišením, aby bylo možné potřebné údaje pro výpočet UGR získat. Z dostupných pramenů však není známo, že by taková technologie existovala v praktickém použití, kromě snad několika výzkumných projektů.

V normě se v souvislosti s jasem setkáme hned s několika doporučeními. Celá kapitola 4.2 se týká problematiky rozložení jasu, nicméně číselné hodnoty zde nenajdeme, definice jsou příliš vágní. Doporučeny jsou pouze účelné rozsahy činitelů odrazu hlavních povrchů místnosti.

Další část se týká kapitoly 4.4.2 Omezení oslnění cloněním. Zde již v tabulce 2 najdeme konkrétní hodnoty jasů zdrojů, tj. tyto jasy je třeba měřit popř. vypočítat.

V kapitole 4.11.2 Mezní jasy svítidel s dolním světelným tokem najdeme tabulku 4, ve které jsou uvedeny mezní jasy svítidel, jež se mohou zrcadlit ve stínítkách zobrazovacích jednotek. I zde by se měly jasy svítidel v příslušných úhlech měřit, pokud bychom chtěli dodržet doporučení normy.

Z uvedeného vyplývá, že měření jasů má své opodstatnění a mělo by být prováděno. Nicméně je pochopitelné, že rozsah měření, která vyplývají z normativních požadavků, je určen pro základní hodnocení kritických míst a je možné jej realizovat prakticky běžným jasoměrem. Výjimku tvoří hodnocení UGR. Tento komplexní ukazatel je prakticky vyloučeno kontrolovat pomocí výpočtu a jasoměru, neboť takové měření by bylo příliš zdlouhavé, náchylné na chyby způsobené nejistotou měření jednotlivých hodnot vstupujících do výpočtu a také vyššími nároky na kvalifikaci personálu.

## **Základní vlastnosti digitální fotografie**

Připomeňme zde v krátkosti možnosti, které nabízí v oblasti měření jasů digitální fotografie, resp. digitální fotoaparáty. Snímač digitálního fotoaparátu obsahuje miliony až desítky milionů světlocitlivých buněk – pixelů – které se skládají z ještě menších buněk – subpixelů. Každý typ subpixelu má svou specifickou spektrální citlivost, čímž je schopen rozlišit barevný vjem dopadajícího světla. Ve většině případů se používá barevný systém RGB, ojediněle i CGMY (cyan, green, magenta, yellow). Vhodnou kalibrací je možné získat citlivostní funkce, které dostatečně přesně popisují, jaká je odezva signálu jednotlivých buněk na dopadající světlo, tj. jsme pak schopni zpětně ze změřeného signálu vypočítat původní jas plochy, kterou zachytil ten či onen pixel. Detaily zde nebudou více rozebírány a je pochopitelné jako u každého fotometrického měření, že i tato metoda přináší určité chyby, resp. nejistoty měření jasů popř. jiných veličin. Cílem článku je ukázat, že bez ohledu na přesnost měření, je možné z digitální fotografie získat data, která jsou signifikantní pro další využití v hodnocení osvětlovacích soustav a jejich význam převyšuje případné nedostatky v oblasti vlastního měření.

Digitální fotografie není nic jiného, než datový záznam obrazu původní scény. Každý obrazový bod má svůj originální vzor v původní scéně. Uvědomíme-li si, s jakou věrností jsou dnes digitální fotografie reprodukovány, je zřejmé, že přesnost měření, resp. přizpůsobení chování lidskému oku, je téměř dokonalé. Prakticky laik rozezná kvalitní a nekvalitní fotografii, tj. fotografii s přirozeným podáním barev, s ostrou kresbou, vysokým obsahem detailů, správnou dynamikou od fotografie, kde tyto ukazatele chybí. Kvalitní fotoaparát tedy pracuje (musí pracovat) jako velmi přesný měřicí přístroj, který dokáže analyzovat a zaznamenat obraz tak, aby byl pro pozorovatele maximálně věrný. Klíč k úspěchu tedy tkví ve správném zpracování naměřených dat. Ve fotometrii nám půjde zejména o získání relevantních hodnot jasů.

Díky precizní geometrické struktuře snímacích čipů a fotografických objektivů přináší digitální fotografie ještě jeden významný faktor z hlediska měření a tím je velice přesný měřič polohy. Jelikož z fotografie není možné přímo určit rozměry, musíme se omezit pouze na úhlové souřadnice, nicméně z hlediska vidění je tato reprezentace výhodnější, neboť umožňuje přímé měření prostorového úhlu nebo měření pozice pro výpočet činitele polohy.

Měření polohy je zatíženo mnohem menšími chybami než měření jasů. Pomocí vhodné kalibrace je možné získat prakticky přesnou transformační funkci, která popisuje zobrazení objektivu. Z digitálního obrazu je pak možné zpětně velmi přesně měřit úhly, pod kterými je daný bod prostoru vidět. Pro představu: digitální fotoaparát NIKON D90 s čipem o rozlišení 4288 x 2848 (12 Mpx) a normálním objektivem ( $f = 50\text{mm}$ ) zaznamená polohu s přesností lepší než 0,01 stupně (0,0062 pro standardní kinofilmový objektiv, 0,0092 pro přepočtený normální objektiv na velikost čipu). Ve vzdálenosti 10 metrů tak můžeme zaznamenat detaily o velikosti cca 2 mm, což je vysoká přesnost, která přesahuje možnosti zraku normálního pozorovatele. Problémem se tak stává spíše výchozí pozice přístroje a jeho směřování, tj. prakticky umístění kontrolního pozorovatele.

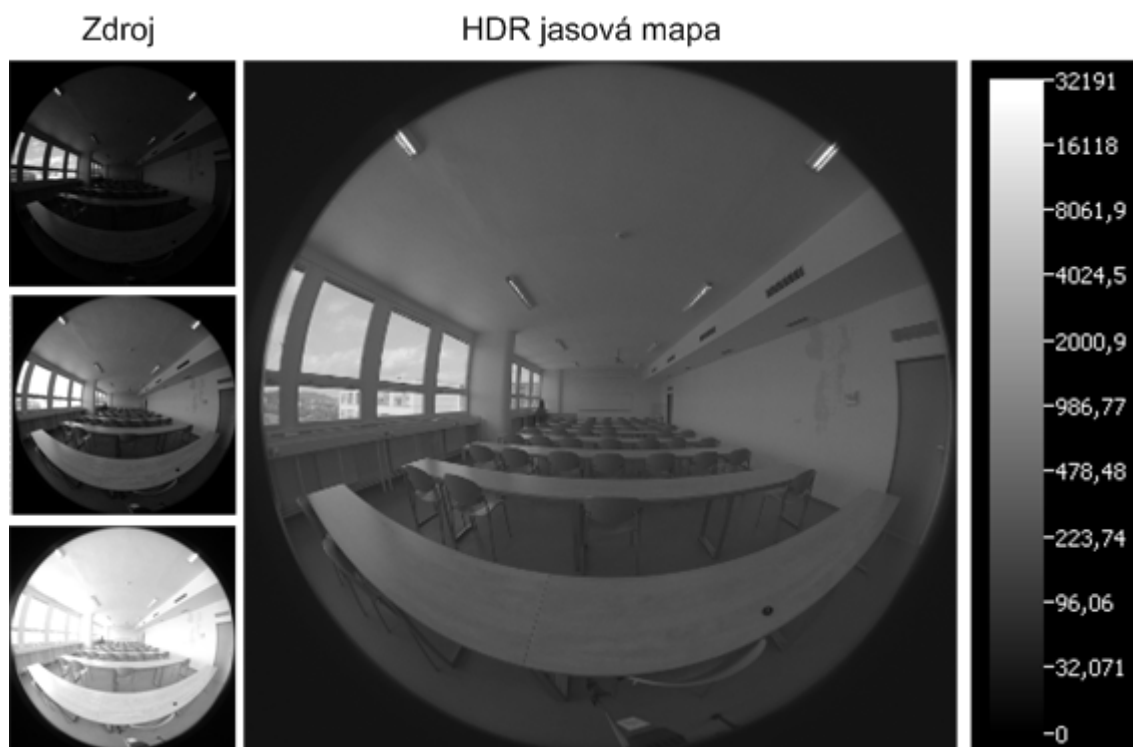
## **Základní úlohy**

### **Fotografie s vysokou dynamikou jasů (HDR)**

Reálné scény velice často obsahují rozložení jasů, které není možné v jediném snímku dobře zaznamenat. Správně bychom měli nastavit takový expoziční režim, abychom zaznamenali nejvyšší hodnotu jasů bez saturace čipu. V případě světelných zdrojů, které mají jasy řádově tisíce až stovky tisíc  $\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$  by okolní jasy prakticky zanikly a výsledkem by byla černá fotografie s několika jasnějšími místy – světelnými zdroji. Obrovskou výhodou digitálních fotoaparátů je fakt, že jejich expoziční režim je možné jednoduše nastavit prakticky ve velmi velkém

rozsahu až několika řádů citlivosti, Je tak možné zaznamenat jak velmi velké, tak velmi malé jasy. U kvalitních objektivů a digitálních fotoaparátů to může být 6-7 řádů!

Díky softwarovému zpracování je možné z několika snímků pořízených různou expozicí vypočítat skutečné hodnoty jasů a ty pak používat pro další výpočty. Podmínkou je, aby se scéna mezi jednotlivými snímky neměnila, aby snímky byly pořízeny prakticky v jednom čase a jedné poloze, tj. ze stativu. Výsledek je patrný z následujícího obrázku, kde jsou uvedeny původní fotografie s různou expozicí a výsledná HDR fotografie zobrazená již jako jasová mapa s vhodným měřítkem a logaritmickým vyjádřením, aby byl obraz vizuálně čitelný (upraveno pro černobílý tisk).

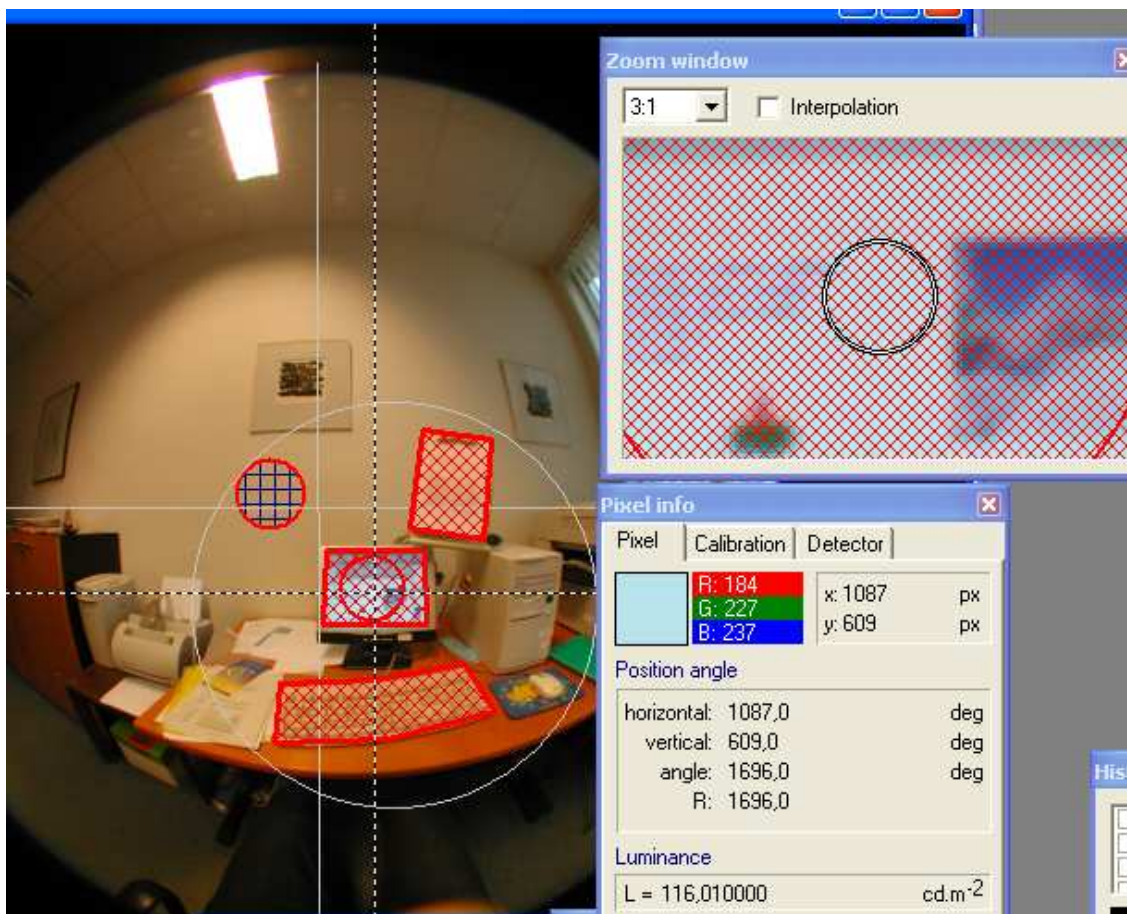


• obrázek 1 Vytvoření HDR snímku z více fotografií s různou expozicí.

Na HDR snímku je patrné, že i obloha, které by normálně vytvořila saturaci pixelů, obsahuje viditelnou oblačnost. Z takového snímku jsme tedy schopni odečítat jasy prakticky kdekoli v prostoru, stejně jako bychom měřili konvenčním jasoměrem. Výhodou tohoto způsobu je možnost provádět „měření“ až následně při zpracování zaznamenaných dat.

### Měření jasů základních ploch

Máme-li takto získaný digitální záznam jasů, můžeme provádět prakticky libovolné měření jasů v libovolné části obrazu. Je potřeba ale uvažovat s tím, že snímek pořízený širokoúhlými objektivy typu rybí oko bude zkreslovat geometrické tvary, takže kruhový detektor na snímku neodpovídá kruhovému detektoru ve skutečnosti. U dostatečně malých detektorů to ale nebude vadit, pokud jas v rámci detektoru nevykazuje příliš velké rozdíly. Program LumiDISP [4] umožňuje vybrat několik typů detektorů a díky zobrazení náhledového okna máme precizní přehled o zaměření detektoru. Určení hodnot jasů je tak snadnější než při konvenčním způsobu měření s jasoměrem.



• obrázek 2 Měření jasu pro prostředí programu LumiDISP – vlevo nahoře okno detailu s detektorem.

## Měření průměrného jasu ploch

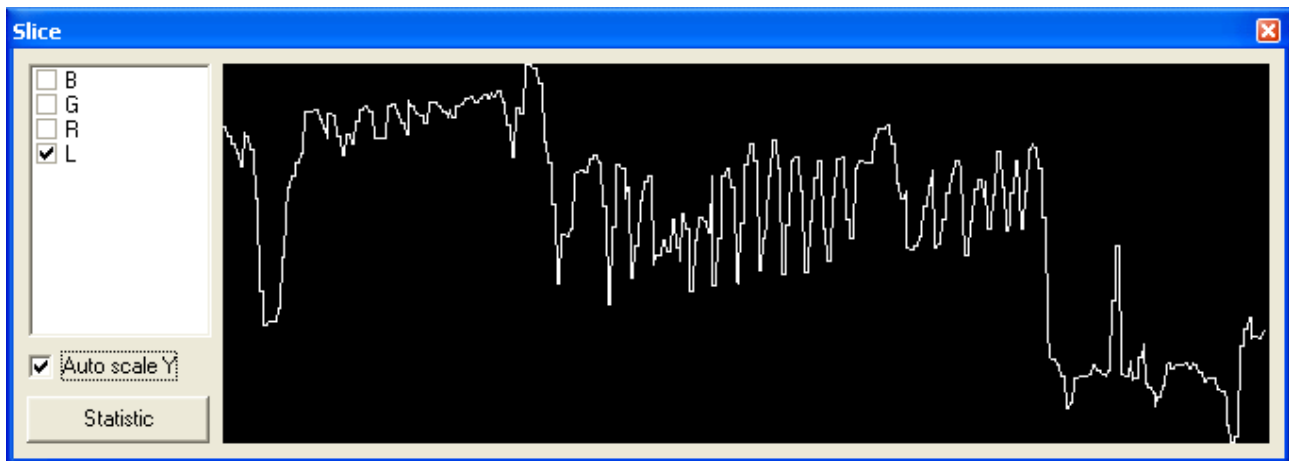
To co s konvenčním jasoměrem nejsme schopni udělat, je měření průměrného jasu vybraných ploch. Pomocí objektů typu polygon můžeme označit libovolnou plochu a program vypočte průměrnou hodnotu jasu, maximální a minimální hodnoty a také si můžeme nechat zobrazit histogram rozložení jasu, tj. průběh četnosti jasových hodnot. v daném výběru.

## Hodnocení minimálních a maximálních hodnot, četnost hodnot jas

Základní statistiku o jasovém rozložení představují minimální a maximální hodnoty, jejich průměr. Podrobnější informace o distribuci jasu nám pak vizualizuje graf četnosti, neboli histogram. Histogram najdeme prakticky u všech digitálních fotoaparátů střední třídy přímo ve výbavě, u některých přístrojů dokonce tzv. živý histogram, který zobrazuje distribuci jasu přímo ze snímané scény. Histogram na ose x jako nezávislou proměnnou uvádí hodnotu jasu a na ose y pak hodnotu četnosti dané hodnoty jasu.

## Jasové průběhy

Dalším významným přínosem softwarového řešení analýzy jasů je možnost vyjádřit průběh jasu prakticky na libovolné křivce. Pokud chceme zjistit, jak se mění jas např. na pracovním stole na určitém řezu, stačí do obrazu vložit vhodný detektor typu čára nebo lomená čára a nechat si zobrazit hodnoty jasu na tomto objektu.



## Hodnocení kontrastu

Kontrast popisuje vzájemný vztah dvou hodnot jasů. Existuje přitom více definic kontrastu a více pohledů na to jak kontrast hodnotit. Obecně známá definice popisuje kontrast jako podíl absolutní hodnoty rozdílu jasu detailu a pozadí a jasu pozadí.

$$K = \frac{|L_a - L_b|}{L_b} \quad (-; \text{cd.m}^{-2}, \text{cd.m}^{-2}) \quad (1)$$

Tento vztah lze použít pouze v případě, že je jas pozadí a jas objektu konstantní nebo s minimální fluktuací. To však ve většině případů vůbec nelze zajistit. Hodnocení kontrastu pomocí digitální fotografie bude vyžadovat další diskuzi, které by měly vyústit v doporučení, jak kontrasty vypočítat. Určitý pohled na možné varianty byl publikován v [3], kde jsou uvedeny další výpočty kontrastu a vliv použití různé velikosti vzorkovacích ploch detektorů na výsledek.

## Měření polohy

Pro výpočet UGR je nutné znát polohu oslňujících zdrojů. Díky vlastnostem digitálních obrazů toto není problém, neboť úhlové souřadnice, ze kterých lze činitel polohy zjistit, se odečítají velice snadno. Pomocí kalibrační funkce popisující převod mezi polohou bodu v obraze a polohou bodu v reálné scéně program LumiDISP zobrazuje přímo horizontální a vertikální úhel odklonu od osy pozorování – osy vidění. Z tohoto úhlu je možné snadno určit požadovaný poměr h/l nebo a/l neboť se jedná o tangenty příslušných úhlů (vertikální a horizontální). Výpočet tangenty lze vložit přímo do výpočtu polohy, takže program pak zobrazuje přímo poměr a/l a h/l.

## Měření prostorového úhlu

Měření prostorového úhlu bylo popsáno v [2]. V podstatě se jedná o měření plochy uvnitř nějakého definovaného obrazce. takto určený prostorový úhel ale není přesný, neboť průběh úhlové souřadnice neodpovídá kosinové funkci, která zajišťuje rovnoměrné rozložení velikosti prostorového úhlu. Pomocí matematické operace je však možné obraz transformovat do nového souřadného systému, který tuto podmínku splní. Toto opět program LumiDISP nabízí, takže je možné poté prostorové úhly měřit prakticky v celém zorném poli i ve snímcích pořízených rybím okem.

## Měření rozměrů

Přímé měření rozměrů není možné, pokud neznáme alespoň jednu referenční délku – např. vzdálenost od objektivu. Je třeba si uvědomit, že z obrazu je možné odečítat přímo pouze úhlové souřadnice a přepočet na lineární rozměry se musí provádět následně. Problematika výpočtu rozměrů sice není příliš náročná, ale vzhledem k rozsahu tohoto článku zde není možné uvést detaily. Integrace těchto možností do programu LumiDISP se předpokládá v nejbližší době, takže nebude problém pomocí softwarových prostředků např. změřit délku svítidla, výšku místnosti apod. Díky možnosti provádět výpočty v 3D prostoru získáme jednoduchý nástroj pro rychlé měření geometrie prostoru, aniž bychom potřebovali zdoluhavě a někdy komplikovaně měřit rozměry ve špatně dostupných částech místnosti.



## **Aplikace v praxi**

V této kapitole pouze stručně popíšeme modelovou situaci, jak by se digitální fotografie mohla používat v praxi.

Nová měřicí aparatura na bázi kvalitního digitálního fotoaparátu a mobilního počítače by mohla nahradit tradiční přístroje a nebo je významně doplnit. Přímou v terénu by již bylo možné provádět vyhodnocení a případné přeměření. Digitální fotoaparát na stativu se propojí přímo s počítačem. Díky možnosti přímo ovládat fotoaparát ze softwaru zbývá pouze nastavit správnou ohniskovou vzdálenost objektivu, pokud nemá motorový zoom, který by se také dal řídit z počítače. Na počítači spustíme obslužný software a můžeme zahájit komunikaci. V programu se nám zobrazí živý náhled přímo z fotoaparátu a stačí tedy stativem vybrat správnou pozici a zaměřit cílový pohled. Stiskem jediného tlačítka proběhne naprogramovaná sekvence příkazů. Provede se předzpracování prvního náhledového snímku, vyhodnotí se rozsah jasů. Pak se automaticky pořídí série fotografií, které pokryjí požadovaný rozsah jasů. Ty se automaticky přenesou do software a spojí v jediný jasový snímek. Ten se vizualizuje a doplní automaticky základními detektory. Vykreslí se základní průběhy jasů provede se přednastavená analýza. Bylo by možné přímo vytvořit tiskovou sestavu pro tiskový výstup vč. všech analyzovaných dat. Během několika minut možná i sekund bychom měli k dispozici kompletní měření.

Ano, možná se tímto degraduje role měřiče na obyčejného pracovníka, který „unese“ měřicí aparaturu. Ale na druhou stranu se tímto objektivizuje nejen vlastní měření, ale i postup. Umístění přístroje do polohy pozorovatele a nastavení vhodného úhlu je jednoduchou záležitostí, na které prakticky není co zkazit. Ostatní zařídí sofistikovaný automat, který vyhodnotí scénu podle obrazových dat a může navrhnout další postup měřiče. To je již možná vzdálená budoucnost, nicméně první reálné výsledky je možné již na pracovišti světelné laboratoře Ústav elektroenergetiky prezentovat.

## **Závěr**

Není možné zde prezentovat detailně všechny schopnosti softwarového řešení pro vyhodnocování jasových poměrů, které představuje program LumiDISP. Zájemci zde však najdou inspiraci, co je možné v realu z digitální fotografie získat. Článek je tedy spíše přehledem ukázek jednotlivých aplikací, než podrobným návodem, jak tu či onu veličinu přesně změřit. Jelikož se o možnostech digitální fotografie píše zejména v souvislosti s měřením jasů, jsou pojednání o dalších aplikacích, jako je měření kontrastu nebo rozměrů a prostorového úhlu, pro čtenáře možná novou informací. Nicméně výčet by mohl pokračovat dále.

Praxe by měla relevantně reagovat na tuto existující technologii jejím postupným využíváním, což by mělo přinést významný prvek do fáze kontroly již realizovaných osvětlovacích soustav. Ověření vlastností soustavy v oblasti oslnění je jistě významným přínosem, ale nabízejí se mnohem zajímavější aplikace, jako je např. hodnocení podílu denního osvětlení v libovolném místě prostoru při různých stavech oblohy a tím např. možné potenciální úspory osvětlení při vhodném regulování soustav. Získáním přesných skenů rozložení jasů denního a sdruženého osvětlení je dokonce možné získat jas prostoru od umělého osvětlení a to pouhým odečtením dvou jasových snímků! Nebude tak nutné čekat na pozdní noční hodiny, aby se dalo měřit umělé osvětlení! To jsou další výhody, které může digitální fotografie pro světelnou techniku přinést.

## **Poděkování**

Tento příspěvek obsahuje výsledky výzkumu financovaného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky v rámci projektu č. MSM0021630516.

## **Literatura a odkazy**

- [1] Česká technická norma: ČSN EN 12646-1, Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 1: Vnitřní pracovní prostory.
- [2] Baxant, P. Use of digital cameras for solid angle measurement. Energyspectrum, 2006, roč. 1, č. 2, s. 37-76. ISSN: 1214-7044.
- [3] Baxant, P. Quality of Lighting Evaluated by Means of Digital Image Processing, Luxeuropa 2009, Istanbul, Turecko 2009, ISBN 978-9755613529, Volume 1, pp. 541-549
- [4] Program LumiDISP, software pro hodnocení jasových poměrů z digitální fotografie. Dostupný z [www.lumidisp.eu](http://www.lumidisp.eu).



# Komfortní ovládání svítidel DALI

Pavel Bílek Ing.

ERCO Lighting GmbH, organizační složka Praha, [www.ercos.com](http://www.ercos.com), [p.bilek@ercos.com](mailto:p.bilek@ercos.com)

Řídicí systém osvětlení firmy ERCO je profesionální systém pro řízení a regulaci osvětlení a scénické stmívání. Tento systém umožňuje dynamicky interpretovat architekturu v souladu s funkčními, estetickými a dramaturgickými požadavky. Inteligentní řídicí systém zvyšuje uživatelský komfort a přináší také úsporu energie. Sled světelných scén je možno definovat časovým nastavením nebo cyklickou sekvencí. Systém je zvláště vhodný pro komplexní řízení a formování scénického osvětlení v prostorech jako jsou vstupní hotelové haly, obchody, restaurace, bary a konferenční místnosti. Systém umožňuje dynamické a uživatelsky srozumitelné ovládání svítidel s RGB technologií.

Systém firmy ERCO představuje pokrokový přístup k řízení osvětlovacích soustav – v kombinaci se softwarem Light Studio sofistikovaně využívá technologii DALI pro individuálně adresovatelná svítidla a tím vytváří integrovaný systém pro scénografické osvětlení. V kombinaci se širokou nabídkou interiérových a exteriérových svítidel DALI včetně lišty pro světlometry DALI jsou scénografické světelné efekty jako světelné scény, sekvence, barevné světlo a jeho dynamický průběh, mnohem snadněji dostupné než kdykoliv předtím.

Logické propojení softwaru a hardwaru umožňuje snadné programování systému s kreativním řízením a velkým rozsahem funkcí a intuitivní uživatelskou obsluhu. Např. programovat RGB svítidla je možno jednoduše a interaktivně pouhým kliknutím myši. Spínací a stmívací funkce integrované do předřadníků svítidel odstraňují omezení běžné elektroinstalace jako jsou jednou dané světelné okruhy a spínací či regulační prvky v rozváděčích. Při prvním připojení systému jsou svítidla ERCO DALI automaticky identifikována řídicí jednotkou Light Server a jednoznačně zobrazena jako tzv. prvky Light Client v softwaru Light Studio. Toto je zajištěno kódováním předřadníků při výrobě svítidel ERCO DALI. Do systému lze také integrovat svítidla DALI ostatních výrobců, a pak je ovládat obdobně jako svítidla ERCO. Jednotka Light Server s 64 adresacemi může být uplatněna pro řízení osvětlení v různých místnostech, obchodech, výlohách, restauracích, foyer či showroomech.

Pro větší instalace přesahující 64 adresací je možno vzájemně propojit sítě ethernet až 12 jednotek Light Server. To umožňuje ovládat až 768 adresací. Aby bylo možno snadno identifikovat jednotlivá svítidla v celém komplexu místností bez přímého vizuálního kontaktu, je na každém ERCO DALI svítidle snadno snímatelná nálepka s jedinečným identifikačním kódem, který je zanesen i do paměti předřadníku svítidla. Při instalaci svítidla se nálepka přelepí do výkresu rozmístění svítidel a následně lze svítidla v systému identifikovat, protože jednotlivé kódy svítidel se zobrazují i v softwaru systému. Systém sestává z hardwarových komponentů Light Server a Light Changer a softwaru Light Studio. Light Server je jednotka DALI pro uchovávání systémových dat a naprogramovaných světelných scén a zajišťuje řídicí funkce. Pro uživatelské ovládání systému slouží nástěnný panel Light Changer s dotykovým displejem, tlačítka či vypínače a dálkové ovládání. Definování světelných scén a dalších komplexních funkcí se děje prostřednictvím softwaru Light Studio a počítače propojeného s jednotkou Light Server přes USB rozhraní nebo při využití sítě ethernet pro více jednotek Light Server pak i přes místní počítačovou síť LAN nebo vzdáleně přes bezdrátovou síť WLAN. Jednotka Light Server využívá DALI protokol pro komunikaci se svítidly prostřednictvím dvou vodičového vedení. S využitím ERCO lišty je možno snadno ovládat také světlometry ERCO DALI.

## Light Studio - software

Software Light Studio (viz obr. 1) je určen pro programování osvětlovacích soustav pracujících s protokolem DALI a k vytváření komplexních funkcí v uživatelsky srozumitelném prostředí. Po naprogramování systému lze počítač se softwarem Light Studio odpojit a systém je ovládán přes ovládací prvky (nástěnné panely, tlačítka, vypínače atd.).

Software sestává ze čtyřech modulů: Light Master, Light Book, Light Timer a Light Sequencer. Světelné scény, které mohou obsahovat barevné efekty a časové průběhy, jsou vytvářeny a upravovány v modulu Light Master. Modul Light Book je určen pro organizaci a pořadání svítidel. Jednotlivé světelné scény mohou být časově aktivovány přes modul Light Timer. Pro vytvoření a uchování sekvencí jednotlivých světelných scén slouží modul Light Sequencer. Rozhraní pro nastavení projekčních světlometů ERCO Emanon Goborotor je integrováno do modulu Light Master. Konfiguraci systému můžeme vytisknout nebo exportovat do formátu PDF.

## Light Master

Základní funkcí modulu Light Master je konfigurace světelných scén. Je zde seznam svítidel a jejich grafické zobrazení. Jejich spínání, stmívání a barvu světla lze interaktivně nastavovat s využitím posuvných jezdců, barevného kruhu, knihovny barev a časových průběhů. Jednotlivá svítidla mohou být řazena do skupin pro synchronní ovládání. Lze vytvořit a individuálně pojmenovat až 1024 světelných scén. Světelné scény jsou pak zobrazeny také na obrazovkách ovládacích panelů Light Changer.

## Light Book

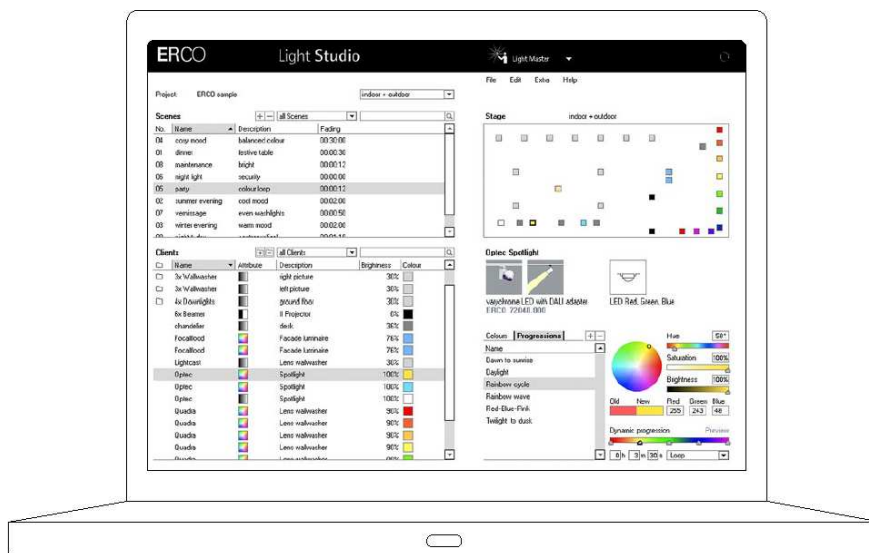
Hlavní funkcí modulu Light Book je vytváření zón (místností) a přiřazení jednotlivých svítidel a ovládacích prvků do těchto zón. Umožňuje popsat jednotlivá svítidla, definovat atributy ke svítidlům ostatních výrobců a relevantní informace uložit do předřadníků svítidel.

## Light Timer

Modul Light Timer slouží pro aktivaci světelných scén v předem definovaných časech. Funkce času a kalendáře poskytují velkou flexibilitu pro automatické scénografické osvětlení, např. zapnutí světelných scén v prodejní době nebo naopak snížení hladiny osvětlení během noční doby.

## Light Sequencer

Pro vytváření a ukládání sledu světelných scén, tj. sekvencí, se využívá modul Light Sequencer. Ve srovnání s dynamickým časovým průběhem pro jednu světelnou scénu v modulu Light Master modul Light Sequencer umožňuje vytvářet sekvence světelných scén s definováním individuální doby trvání jednotlivých scén a jejich přechodového času.



• obrázek 3 – Software Light Studio

## Light Server – řídicí jednotka

Kompaktní tvar řídicí jednotky Light Server (viz obr. 2) usnadňuje výběr místa pro její instalaci. Zadní strana jednotky je uzpůsobena pro upevnění do rozváděče nebo přímo na stěnu. Jednotka ovládá prvky zvané Light Client. Těmito prvky jsou DALI svítidla, resp. další komponenty kompatibilní s protokolem DALI - předřadníky, stmívače, transformátory a stykače. Data pro jednotlivá svítidla, světelné scény, časové programy a definice zón, resp. místností jsou uloženy v jednotce Light Server. Pro nastavení a konfiguraci systému je třeba připojit počítač s nainstalovaným softwarem Light Studio k jednotce Light Server přes USB rozhraní nebo síť ethernet. Samostatná jednotka může obsluhovat až 64 adresací. Přes síť ethernet lze vzájemně propojit až 12 jednotek a tím zvýšit kapacitu systému na 768 adresací. Osm binárních vstupů na každé řídicí jednotce můžeme využít pro připojení ovládacích tlačítek, vypínačů a pohybových senzorů, z toho čtyři vstupy lze alternativně nastavit do analogového režimu pro soumraková čidla pracující s výstupním napětím 0-10 V. Multimediální ovladače lze připojit přes síť ethernet.



• obrázek 2 – Řídící jednotka Light Server

### Light Changer – ovládací panel s displejem

Uložené světelné scény, sekvence a časové programy v jednotce Light Server aktivujeme ovládacím nástěnným panelem Light Changer (viz obr. 3). Je možno postupně zobrazit až 32 světelných scén či sekvencí pro danou zónu, resp. místnost. Stmívatelná svítidla můžeme v každé světelné scéně plynule regulovat. Panel je vybaven dotykovým displejem s navigačním menu a tlačítkem pro vypnutí všech svítidel. Panel může být instalován na povrch stěny nebo zapuštěně do montážního rámečku. Na jednu řídicí jednotku Light Server je možno připojit až 31 ovládacích panelů Light Changer.



• obrázek 3 – Ovládací panel Light Changer

### Další ovládací prvky

Pro zapnutí světelných scén je možno použít i vypínače, tlačítka, pohybové senzory a soumraková čidla. Pro jednodušší instalaci nebo pohodlnější obsluhu můžeme použít bezbateriové dálkové ovládání v kombinaci s přijímačem. Rovněž je možno do systému připojit multimediální ovladače. V místnostech s pohyblivými příčkami lze slučovat funkci ovladačů v závislosti na aktuálním členění prostoru.

#### Vypínače

Zapnutím vypínače se aktivuje přednastavená scéna, vypnutím vypínače se dle naprogramovaného režimu zhasne nebo se přejde do stavu před zapnutím vypínače.

#### Tlačítka

Pomocí tlačítka lze cyklicky přepínat až mezi 30 světelnými scénami. Pokud tlačítku přiřadíme časovou závislost, po uplynutí nastaveného limitu dojde ke zhasnutí či přepnutí na naprogramovanou světelnou scénu; tuto funkci

můžeme využít např. k osvětlení schodiště. Tlačítko může sloužit i pro stmívání či roztmívání nebo zapnutí či vypnutí všech svítidel připojených do systému.

#### Pohybová čidla

V prostorech, kde je vhodné spínat osvětlení automaticky při pohybu osob, je možno využít pro aktivaci příslušné světelné scény pohybové čidlo.

#### Soumraková čidla

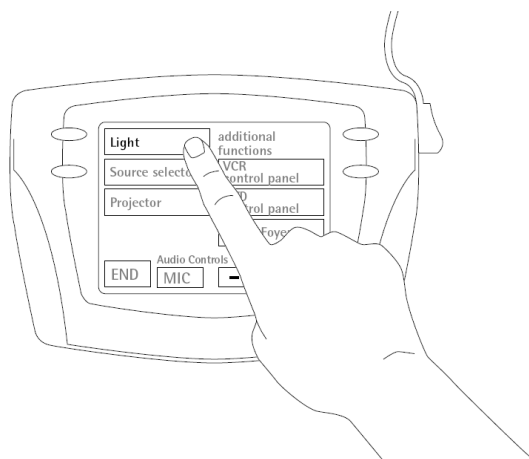
Čtyři z osmi digitálních vstupů na řídicí jednotce Light Server je možno využít pro připojení analogových senzorů. Typickým případem je soumrakové čidlo. V systému lze individuálně nastavit 12 spínacích úrovní pro každé soumrakové čidlo a tím definovat postupné zapínání např. osvětlení fasády či venkovního osvětlení.

#### Dálková ovládání

Pro pohodlnou obsluhu osvětlení můžeme použít 4tlačítkový bezbateriový přenosný nebo nástěnný ovladač. Dosah ovladače cca 30 m. Pracovní frekvence 868 MHz.

#### Multimediální ovladače

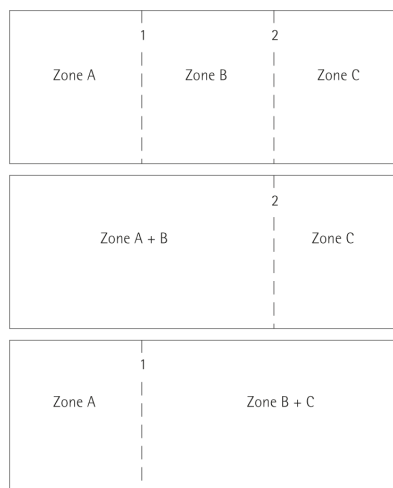
Přes síť ethernet lze připojit do systému multimediální ovladače (viz obr. 4) firmy AMX pro aktivaci naprogramovaných světelných scén.



• obrázek 4 – Příklad multimediálního ovladače

### **Místnosti s pohyblivými příčkami**

Variabilní ovládání osvětlení je nepostradatelné zejména v multifunkčních místnostech s pohyblivými příčkami jako jsou konferenční sály a hotelové salóanky. Systém umožňuje snadno přizpůsobit spínací funkce ovládacích panelů osvětlení, tlačítek či vypínačů dle aktuálního členění prostoru. V jedné místnosti mohou být až čtyři posuvné předěly v různém uspořádání. Příklad prostoru se dvěma posuvnými příčkami pro možnost vytváření až tří samostatných menších místností je uveden na obr. 5. Pokud příčka 1 přepažuje zóny A a B, je i oddělené ovládání osvětlení v obou zónách. Jestliže dojde k odstranění příčky 1, ovládací panely, tlačítka a vypínače v obou zónách A a B pracují souhlasně.



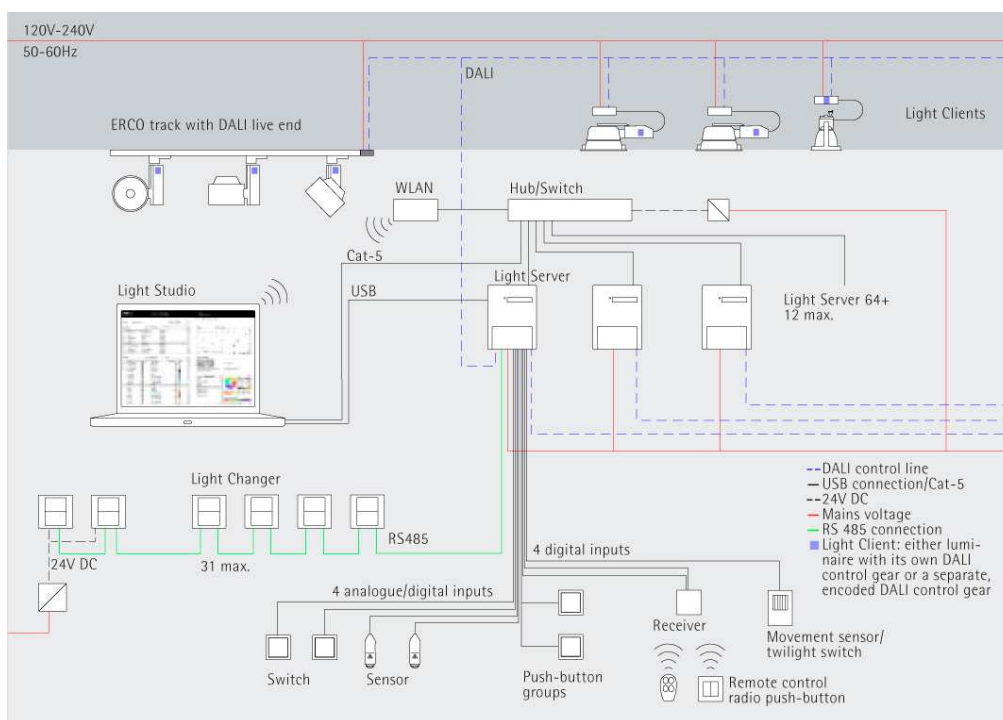
• obrázek 5 – Příklad místnosti se 2 posuvnými příčkami

### Příslušenství pro ovládání světel

DALI stykače, DALI stmívače a DALI transformátory umožňují do systému připojit i svítidla, která nemají možnost přímé adresace, např. svítidla s běžnými předřadníky.

### Přehledové schéma systému ERCO DALI

Schéma (viz obr. 6) ukazuje, že jednotlivé komponenty systému mohou být kombinovány nejenom se svítidly ERCO, ale i se svítidly jiných výrobců a rovněž i s ovládacími prvky jiných výrobců jako např. tlačítka. Nároky na instalaci jsou značně redukovány ve srovnání s technologiemi ostatních systémů. DALI technologie slučuje spínací a stmívací funkce přímo do svítidel nebo jejich předřadníků a dvou vodičové vedení propojuje všechna svítidla v libovolné topologii. Pro signál DALI je možno použít nestíněný kabel 2x1,5 mm<sup>2</sup> s délkou do 300 m. Silové napájení svítidel je trvalé a nezávislé na vedení signálu DALI. Propojení panelu Light Changer s řídicí jednotkou Light Server čtyřžilovým stíněným kabelem IY(St)Y 2x2x0,8 mm.



• obrázek 6 – Přehledové schéma systému ERCO DALI

# Osvětlení stupňovité posluchárny na VŠB-TU Ostrava

Zdeněk Bláha, Bc.

VŠB – TU Ostrava, zdenek.blaha@vsb.cz

Technický pokrok je čím dál rychlejší. Stále jsou objevovány nové technologie, materiály a řešení. Produkty, které jsme si pořídili před několika lety, se nám dnes již zdají zastaralé a nepoužitelné. Tento jev se projevuje také v osvětlovací technice. Výrobci svítidel přicházejí s novými produkty, které mají lepší světelně technické parametry. Je to především účinnost. Jsou používány nízkoztrátové předřadníky a světelné zdroje posouvají hodnoty měrného výkonu k vyšším číslům. Není tedy divu, že se provozovatelé objektů snaží osvětlovací soustavy pravidelně obnovovat za novější.

Tento trend se projevil i na VŠB-TU Ostrava, kdy se v rámci údržby rozhodlo obnovit osvětlovací soustavu ve stupňovitých posluchárnách budovy B.

Původní osvětlovací soustava již byla zastaralá a energeticky nákladná. Byla zde použita přisazená svítidla s opálovým difuzorem o výkonu 4x36W. Při měření osvětlenosti bylo zjištěno, že prostory jsou přesvětleny. Průměrná osvětlenost byla naměřena přibližně 700lx, což vzhledem ke stavu osvětlovací soustavy je téměř pořád více než stanovuje norma. Při návrhu nové osvětlovací soustavy byl nejprve proveden výpočet denního osvětlení. Do místnosti proniká denní světlo bočními osvětlovacími otvory umístěnými v protilehlých stranách místnosti pod stropem. Dle výpočtu je denní osvětlení v celém prostoru vyhovující a splňuje požadavky normy pro denní osvětlení ČSN 73 580-1.



• obrázek 4: Původní osvětlovací soustava



• obrázek 2: Nová osvětlovací soustava

Dalším postupem bylo zvolení nové a vhodnější osvětlovací soustavy. Bylo přihlíženo nejen k zrakové pohodě posluchačů, ale především přednášejícího. Přednášející při výkladu navazuje oční kontakt se studenty. Jelikož jsou však studenti výše než přednášející může dojít k oslnění přednášejícího vlivem velkého kontrastu jasu mezi svítícím svítidlem a pozadím svítidla. Jako nejvhodnější typ osvětlovací soustavy byl zvolen závěsný systém uchycení svítidel svítících do dolního i horního poloprostoru. Díky světelnému toku, který vystupuje do horního poloprostoru a který se rozkládá na světlém povrchu stropu, se kontrast jasu snižuje.

Jako nejvhodnější svítidlo pro osvětlovací soustavu bylo vybráno svítidlo společnosti THORN Lighting s.r.o. nazývající se Sienna. Jelikož výška stropu dosahuje hodnoty 5,5m, bylo nutné vybrat svítidlo s vyšším výkonem světelných zdrojů konkrétně 2x54W. Jak již bylo výše zmíněno, svítidlo je typu direct/indirect. U těchto typů

vyzařování se často setkáváme s problémem vniku prachu do svítidla vlivem horních otvorů určených pro distribuci světelného toku. U svítidla Sienna je však použit polykarbonátový difusor, který brání vniku prachu do svítidla a tím zabraňuje snižování účinnosti svítidla vlivem usazených prachových částic. Optika je vyrobena z velmi čistého hliníkového materiálu Miro v provedení Satinbrite (matné). Díky speciální mřížkové cloně je svítidlo užší a působí v prostoru méně rušivě. Osvětlovací soustava byla také doplněna o čtyři kusy asymetrických svítidel pro osvětlení tabule. Aby bylo dosaženo nízkoenergetické náročnosti byly použity digitálně stmívané elektronické předřadníky.



• obrázek 5: Svítidlo THORN Sienna

K dalším energetickým úsporám dochází použitím ovládacího systému osvětlení od společnosti Schneider Electric. Tato technologie pod označením KNX umožňuje stmívání, scénické osvětlení a individuální nastavení osvětlovací soustavy. Vlivem této možnosti regulace výkonu svítidel dochází ke značným energetickým úsporám, neboť hladina osvětlenosti může být přizpůsobena podmínkám, které panují při výuce.

<b>Energetická bilance</b>				
<b>Osvětlovací soustava</b>	<b>Svítidla</b>	<b>Celkový výkon svítidel</b>	<b>Výkon pro učebnu</b>	<b>Úspora pro učebnu</b>
Původní	27ks svítidel 4x36W	3,888kW	3,888kW	<b>2,160kW</b>
Nová	14ks svítidel 2x54W + 4ks svítidel 1x54W	1,512kW 0,216kW	1,728kW	

• Tabulka: energetické bilance

Jak je patrné z tabulky, došlo po obnově osvětlovací soustavy k více jak polovičním energetickým úsporám. Navíc osvětlovací soustava zajišťuje optimální rozptyl světla v interiéru. Při použití osvětlení direct/indirect je dokonale osvětlen nejen pracovní prostor pod svítidly, ale jsou také příjemně osvětleny stěny a strop. Tímto je eliminován „jeskynní efekt“ (tmavé stěny s strop) tradičního přímého osvětlení.



# Zásady konstrukce svítidel s LED

Jakub Černocho, ing.

Osvětlení Černocho s.r.o., [www.cernoch.cz](http://www.cernoch.cz), [jakub@cernoch.cz](mailto:jakub@cernoch.cz)

## Obsah

1. Popis a vlastnosti vysoce svítivých LED
2. Energetická bilance jednotlivých světelných zdrojů
3. Zásady správné konstrukce svítidel s LED
4. Příklady řešení svítidel s LED

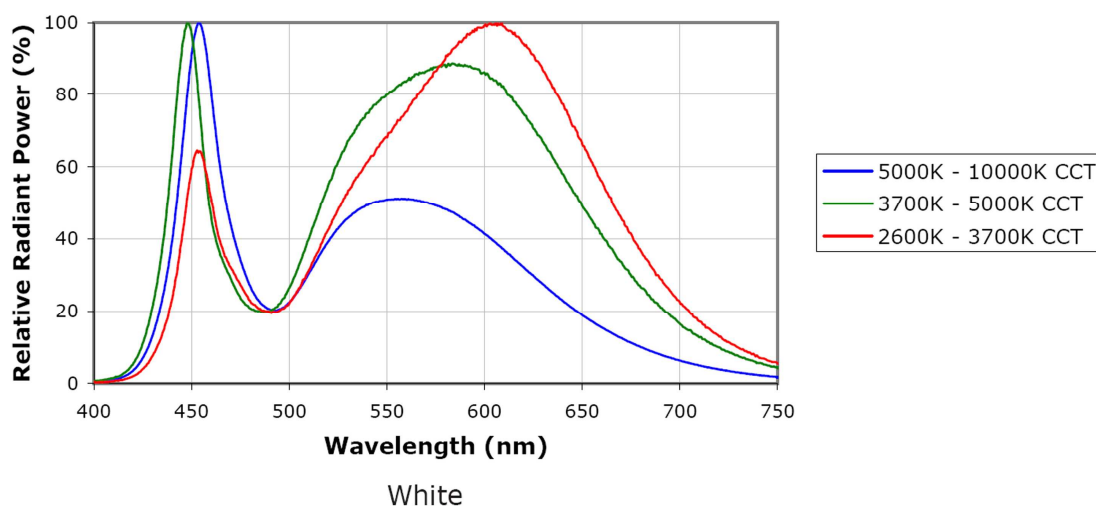
## 1. Popis a vlastnosti vysoce svítivých LED

LED (světlo emitující diody) se v poslední době stávají doslova hitem jak mezi laiky, tak mezi odborníky; bohužel díky neinformovanosti výrobců svítidel i jejich prodejců dochází často při jejich praktickém použití k velkému rozčarování. Cílem této přednášky je seznámení se zásadami použití těchto moderních zdrojů světla tak, aby výsledná svítidla maximálně využila jejich přednosti a potlačila jejich nedostatky.

LED dioda je stejně jako jakákoliv jiná polovodičová dioda tvořena přechodem mezi polovodičovým materiálem obohaceným o elektrony a polovodičovým materiálem o elektrony ochuzeným. Po přivedení napětí na tento přechod dochází k rekombinaci elektronů a děr, v případě LED je takto vzniklá energie vyzařována ve formě světla, jehož barva závisí na materiálu a tloušťce p-n přechodu. Vzniklé světlo je monochromatické a k vytvoření bílého světla se využívají dvě metody:

1. Míchání světla modrých, červených a zelených LED poskytuje vynikající barevný gamut a index podání barev, vyžaduje však poměrně složitou elektroniku a v současné době nemá příliš vysokou účinnost. Používá se především pro podsvícení displejů a jako scénické osvětlení.
2. Použití modrých LED s povlakem luminoforu, který část modrého světla transformuje na žluté. Žluté světlo stimuluje v oku jak červené, tak zelené receptory a napodobuje tak bílé světlo s dobrým indexem podání barev. Tloušťka vrstvy tohoto luminoforu a jeho složení pak určují výslednou barevnou teplotu, která se pohybuje od 2700 do 10 000 K. Tolerance výrobního procesu způsobují kolísání barevné teploty i v rámci jednotlivých výrobních sérií, takže je nutné diody testovat a rozřadit do skupin (binů). Zuzování tolerance binu významně zvyšuje výslednou cenu, proto v prakticky dostupných bincích je rozpětí barevné teploty i několik tisíc K (u vyšších teplot), což jsou rozdíly okem snadno rozeznatelné. Tato konstrukce je v současné době nejpoužívanější, k hlavním výrobcům patří firmy Luxeon (Philips), Cree, Osram a Soul Semiconductors.

Příklad spektrálního rozložení výkonu LED XR-E od firmy CREE:

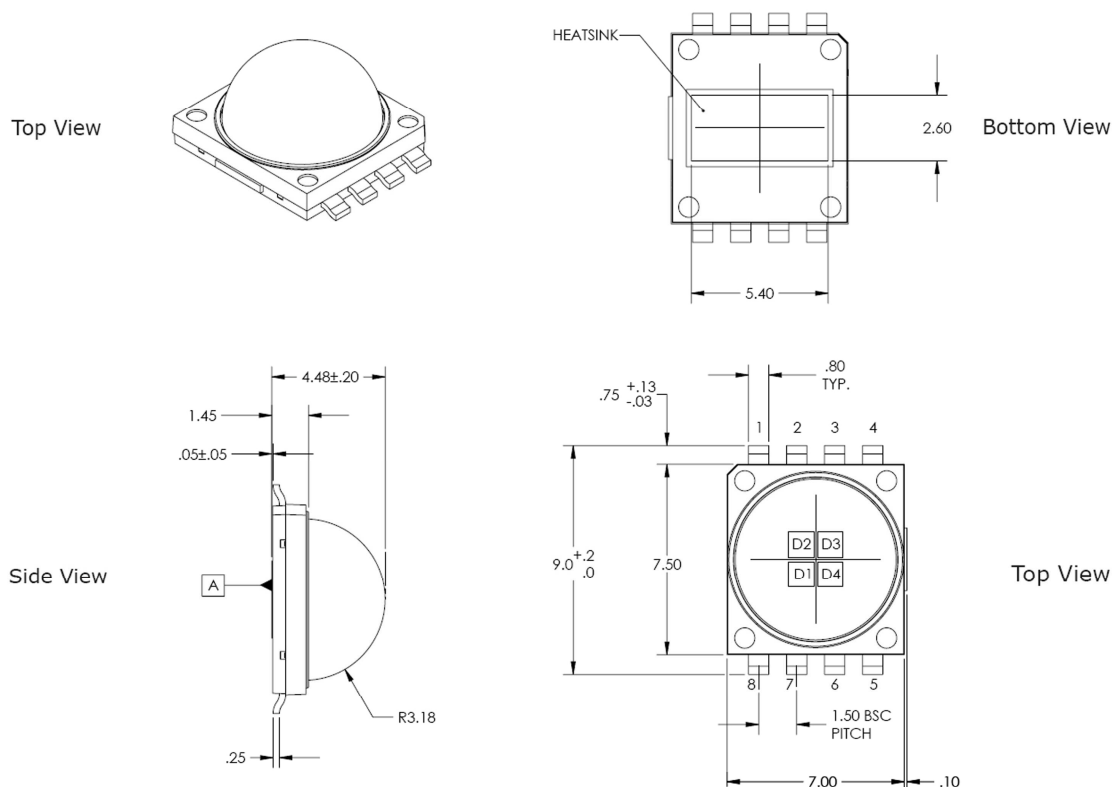




Praktické provedení LED se samozřejmě liší podle jednotlivých výrobců, ale řadu detailů mají všechny výkonové LED shodné. Polovodičový přechod je upevněn na keramické nebo kovové podložce, uzpůsobené jako součástka pro plošnou montáž pájením (SMD). Nosičem tohoto plošného spoje je speciálně upravený hliníkový plech, který je připevněn druhou stranou k chladiči. Díky tomuto uspořádání je výsledný tepelný odpor mezi čipem LED a chladičem velmi malý a dovoluje tak odvést z miniaturní plochy čipu vysoké výkony. Osazování a pájení se provádí u menších sérií ručně s pomocí šablon, u větších sérií pak pomocí automatů. Pájí se obvykle v počítačem řízené pásové peci a při tomto procesu je nutné přesně dodržet postup, stanovený výrobcem.

Polovodičový přechod je krytý obvykle hemisférickou silikonovou krytkou, která zaručuje dlouhodobou propustnost světla. Pozor při manipulaci s LED – při tlaku na krytku dojde velmi snadno k přerušení tenkých zlatých přívodních drátků.

#### Příklad konstrukce LED CREE MC-E



## 2. Energetická bilance jednotlivých světelných zdrojů

Pro srovnání LED s ostatními světelnými zdroji je zapotřebí mít přehled o celkové energetické bilanci jednotlivých zdrojů:

	bílé LED	Zářivka	HMI výbojka	60 W žárovka
Viditelné záření	25%	21%	27%	8%
Infračervené záření	~0%	37%	17%	73%
Ultrafialové záření	0%	~0%	19%	0%
Celková vyzářená energie	25%	58%	63%	81%
Zbývající energie - teplo	75%	42%	37%	19%

Pro srovnání jsem použil poslední typy bílých LED s účinností 100 lm/W, již nyní jsou dostupné LED s účinností až 120 lm/W a v laboratořích již byly úspěšně odzkoušeny typy s účinností 150 lm/W – 200 lm/W. Je nepochybné, že již dnes se LED řadí ke zdrojům s nejvyšší účinností a potenciál k jejímu zvyšování není zdaleka vyčerpán.

Zde jen malá poznámka – účinnost LED je závislá na pracovním proudu a obvykle je nejvyšší v bodě, odpovídajícím 30-40% maximálního přípustného proudu; se zvyšujícím se proudem klesá. Přesto se poměrně velmi často setkávám se svítilny, která používají LED napájené maximálním proudem, ale v katalogu operují s účinností, odpovídající proudu podstatně nižšímu...

Ve srovnání s ostatními zdroji tedy LED:

+ nevyzařují v oblasti infračerveného záření, odpadá problém s ohřevem osvětlovaného předmětu

+ nevyzařují v oblasti ultrafialového záření, odpadá problém s degradací osvětlovaných předmětů, případně s UV filtry

- veškerá energie, která se v LED nepřemění na světlo, se uvolňuje ve formě tepla a je nutné ji odvést a rozptýlit do okolí

### 3. Zásady správné konstrukce svítidel s LED

Svítilna s LED vyžadují v řadě detailů přístup odlišný od dosavadní praxe ve výrobě svítidel, jejich výroba se hodně přibližuje výrobě elektroniky a postupy při výrobě vyžadují s ohledem na miniaturní rozměry LED výrazně vyšší přesnost.

#### A. Napájení

Polovodičový přechod vyžaduje napájení zdrojem konstantního proudu, při napájení ze zdroje konstantního napětí dojde díky proudovému přetížení prakticky okamžitě k destrukci p-n přechodu a přívodů. S ohledem na celkovou účinnost svítilny a na jeho tepelnou bilanci je nezbytné používat spínané zdroje, které v současnosti nabízí řada výrobců. Použití lineárních regulátorů proudu nebo omezovacích odporů degraduje účinnost celého svítilny o desítky procent. Při volbě vhodného zdroje je nutné znát maximální pracovní proud LED v propustném směru a počet LED zapojených v sérii. Použitý napájecí zdroj by měl být schopen dodávat konstantní proud i při napětí o trochu vyšším než je součet maximálních napětí všech LED v propustném směru. Normy dále požadují, aby zdroj konstantního proudu pro napájení LED měl omezení maximálního výstupního napětí při otevřené napájecí smyčce. Je výhodné řadit do série jenom tolik LED, aby napájecí napětí v žádném případě nepřesáhlo 50 V; svítilna s napájecím napětím pod tímto limitem nepodléhá povinnosti schvalování. Napáječ musí dále splňovat požadavky na elektromagnetickou kompatibilitu a bezpečnost a musí být označen v souladu s normami.

#### B. Chlazení

Pro konstrukci svítidel s LED je chlazení naprosto zásadní, protože významně ovlivňuje jak životnost, tak účinnost svítidel. Obecně samozřejmě platí, že čím lépe je LED chlazena, tím delší bude její životnost i účinnost. Praktické provedení chlazení je samozřejmě kompromisem mezi cenou, rozměry a požadovanou životností, z vlastních konstrukcí a dlouhodobých zkoušek považuji za rozumný kompromis chlazení na teplotu přechodu cca 60°C za normálních podmínek. Pokud teplota pouzdra LED (je prakticky shodná s teplotou přechodu díky malému tepelnému odporu pouzdra) přesahuje 70°C, dojde k výraznému snížení životnosti a znatelně se sníží i účinnost.

Mechanické provedení chlazení je oblastí, kde se projevuje schopnost konstruktéra dosáhnout co největší teplosměnné plochy při co nejmenším objemu a zároveň optimálního ofukování nejlépe přirozeným prouděním. Konstrukce využívající nucené proudění např. pomocí ventilátoru považuji za nedomyšlené, protože životnost ventilátorů je podstatně nižší než životnost správně použitých LED, kromě toho tyto konstrukce nemají obvykle ochranu proti přehřátí při výpadku ventilátoru. V některých speciálních aplikacích (automobilové osvětlení) se k odvodu tepla z LED používají též kapalinné chladiče nebo teplosměnné trubice.

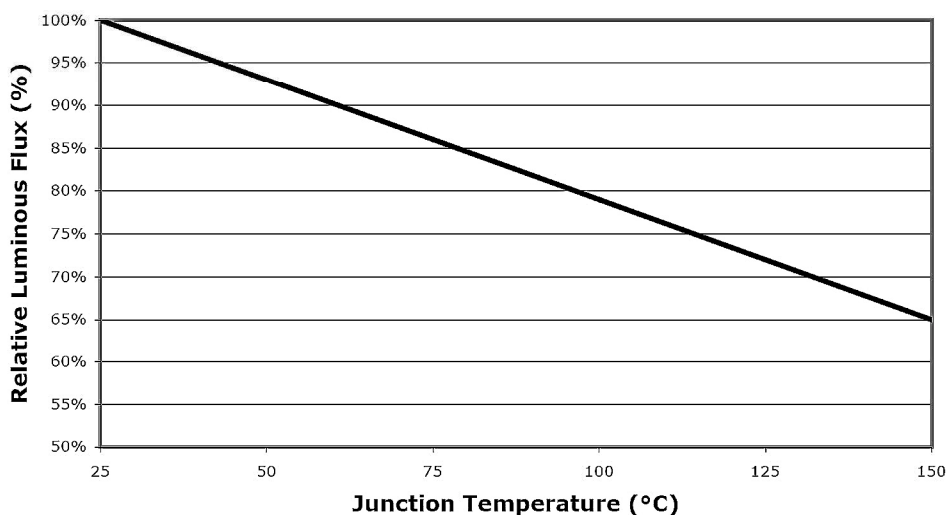
LED je prakticky výhradně připájena na nosnou desku plošných spojů (DPS) s nosnou vrstvou z hliníku pro co nejlepší odvod tepla. Tato deska je pak šrouby nebo svorkami přitisknuta na chladič, který se vyrábí obvykle z tažených žebrovaných Al. profilů. Jako velmi výhodné se jeví prstové hliníkové chladiče, vyráběné buď tlakovým

litím, nebo částečným vytlačováním. Poslední novinkou při výrobě chladičů je lisování ze speciálních tepelně vodivých termoplastů, výhodou této metody je nízká výrobní cena a možnost optimálního tvarování. Mezi DPS a chladič je nutné aplikovat speciální pasty, které významně snižují tepelný odpor přechodu mezi DPS a chladičem. Doporučuje se používat chladiče s černěným povrchem, který vykazuje asi o 20% lepší přestup tepla do vzduchu. Návrh celé sestavy LED-DPS-chladič se obvykle ověřuje modelováním metodou konečných prvků, která umožňuje poměrně věrně simulovat teplotní poměry všech prvků a optimalizovat jejich rozměry.

Světelný tok LED závisí na teplotě přechodu například takto (Cree MC-E):

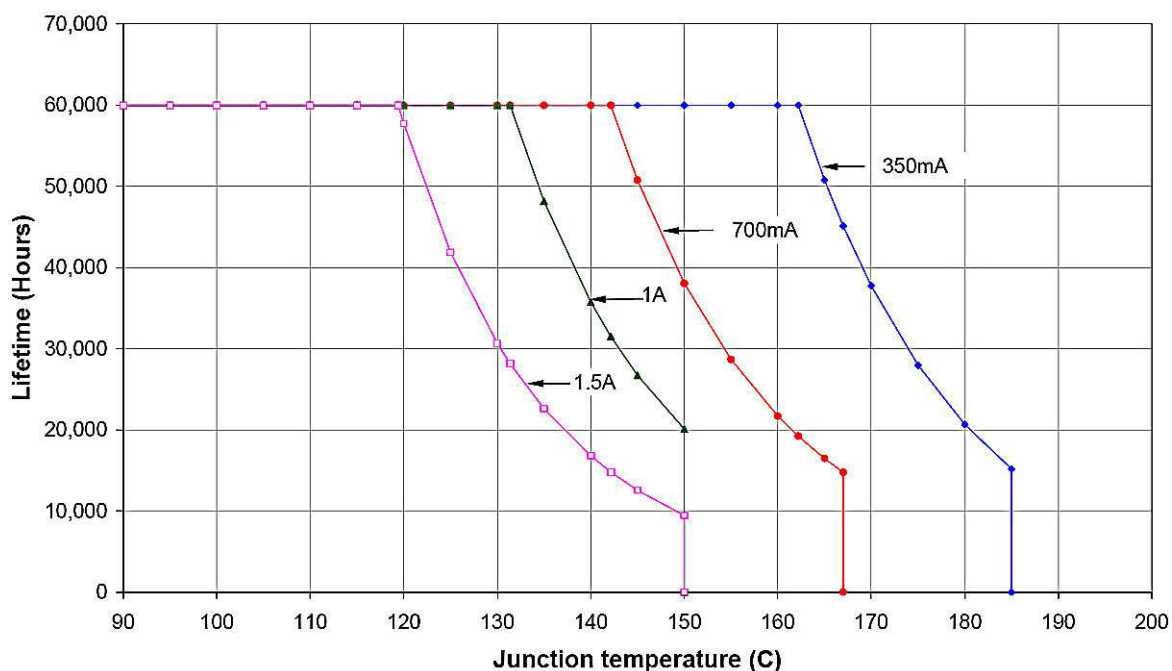
### Relative Flux vs Junction Temperature ( $I_F = 350 \text{ mA}$ )

The following graph represents typical performance of XLamp MC-E LEDs with all four LEDs driven in series at 350 mA.



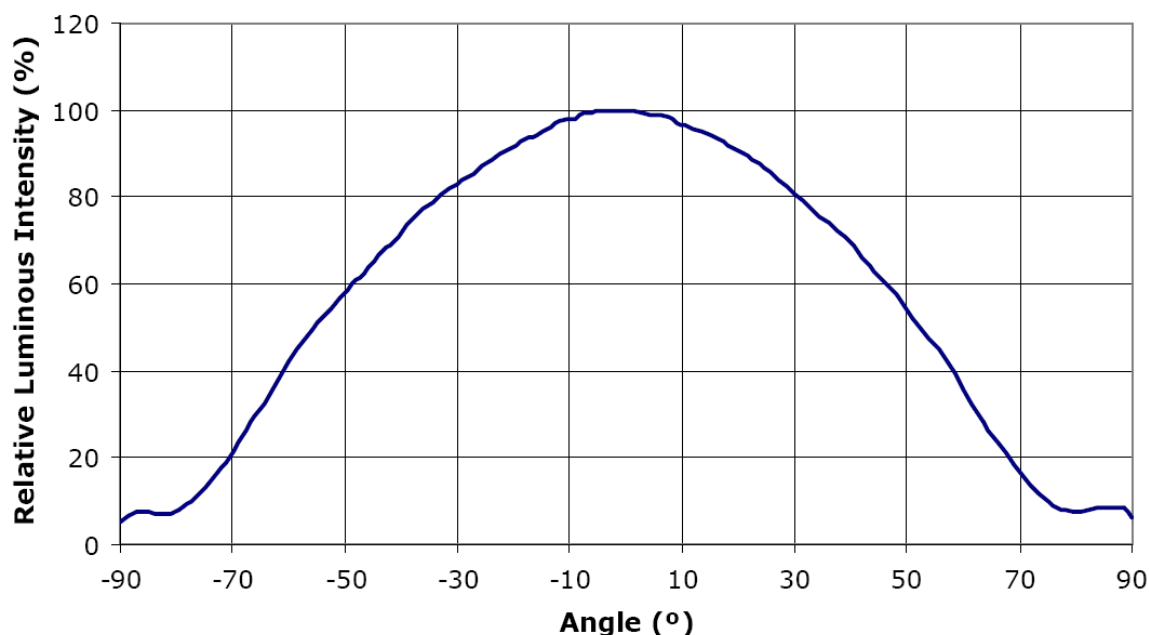
A životnost LED v závislosti na teplotě a pracovním proudu například takto:

### (B50, L70) lifetimes for InGaN Luxeon K2



## C. Optická soustava

Bílé LED pro osvětlovací techniku mají obvykle vyzařovací charakteristiku podobnou této (XR-E Cree):



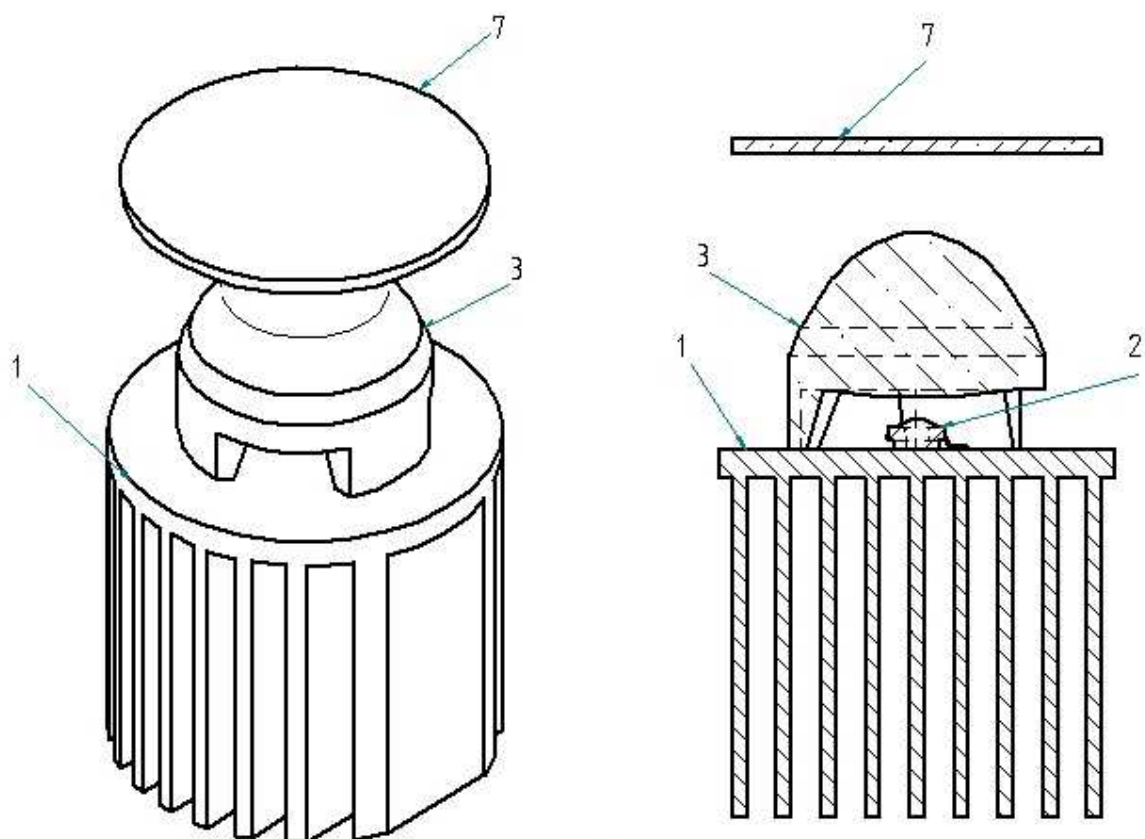
Z vyzařovací charakteristiky je zřejmé, že samotná LED je pro osvětlovací účely nevhodná a vyžaduje optický systém. Ten je možné realizovat řadou způsobů, ale z praktického hlediska (cena, výrobitelnost) má smysl diskutovat o dvou řešeních:

### - Reflektor

Optický systém s reflektorem umístěným za LED umožní částečně ovlivnit okraje vyzařovací charakteristiky, vyzařování světla okolo osy bohužel neovlivní. Optický systém s reflektorem umístěným před LED naráží na problém ztrát stíněním LED a především nezbytným chladičem, navíc vyzařovací charakteristika LED je pro tento systém nepříliš vhodná. Firma Luxeon vyráběla LED s optickým členem, který zajišťoval stranové vyzařování, bohužel jeho účinnost byla nízká a reprodukovatelnost ještě nižší. Systém kombinující světlovod a reflektor je schopen vyřešit problém stínění a nevhodné vyzařovací charakteristiky, jeho účinnost je ale díky světlovodu nižší a konstrukce s ohledem na požadovanou tvarovou přesnost hodně náročná. Protože LED je polovodičová součástka, nesmí být minimálně u vnějšího osvětlení vystavena vlivu prostředí a to znamená, že všechna uvedená řešení s reflektorem musí mít čelní ochranný kryt, který významně sníží účinnost celé optické soustavy. U svítidel pro vnitřní použití by teoreticky bylo možno použít i LED bez krytu, s ohledem na velmi malé rozměry LED a předpokládanou dlouhou životnost je zde velké nebezpečí, že dlouhodobě dojde k usazení prachu na silikonové krytce LED a tím k snížení svítivosti. Z výše uvedených důvodů nepovažuji reflektor pro optický systém LED za optimální řešení.

### - Čočka

- Optický systém s předsazenou asférickou čočkou je schopen teoreticky zajistit libovolnou vyzařovací charakteristiku. Čočka je s ohledem na rozměry LED přijatelně malá a díky pokroku ve výpočetních metodách asférických čoček a technologii jejich výroby lisováním ze skla i plastů je toto řešení dostupné i finančně, byť vyžaduje vyšší přesnost osazování a montáže. Standardní provedení takto řešené optické soustavy je založeno na použití plastových čoček, nabízených obvykle přímo výrobcí LED, viz. Obr. 1.



Obr. 1

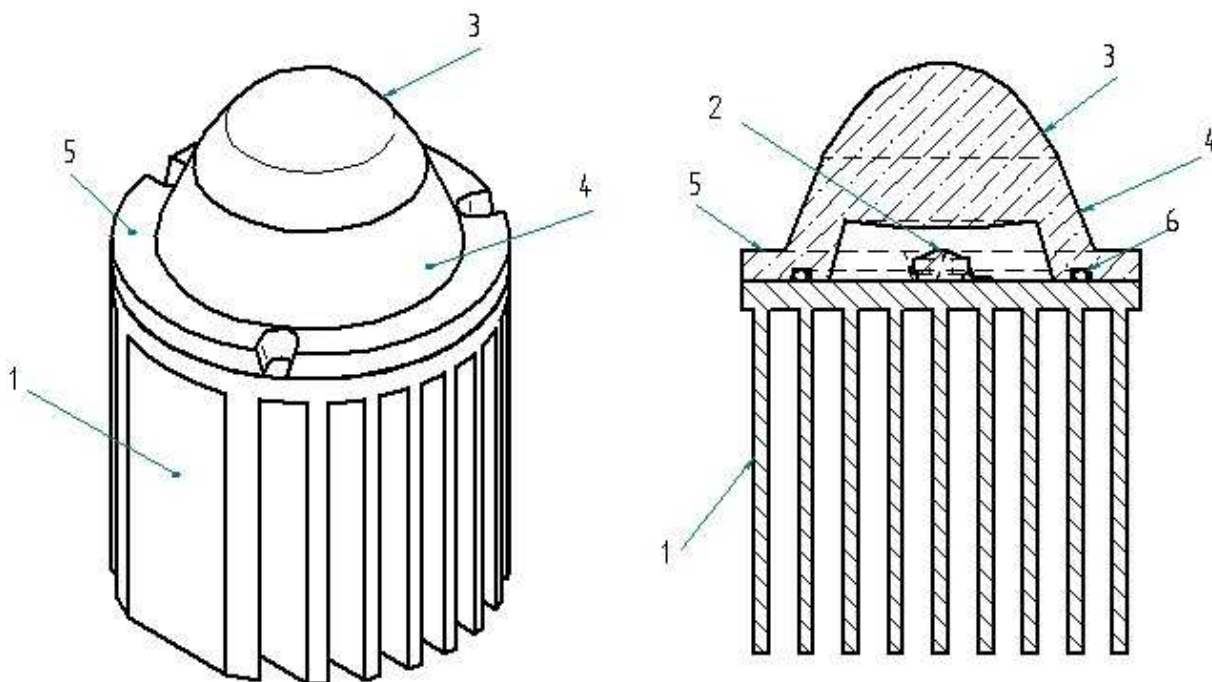
Legenda

- 1 – chladič s DPS
- 2 - LED
- 3 – asférická plastová čočka
- 7- krycí sklo

Toto řešení má dvě zásadní nevýhody:

- pro ochranu LED před atmosférickými vlivy je nutné použít ochranné čelní sklo, které výrazně sníží účinnost soustavy
- plastové čočky i přes použití UV stabilizátorů a velmi kvalitních plastů poměrně rychle stárnou a degradují, což je v přímém rozporu s očekávanou dlouhou dobou života LED.

Jako výhodnější se jeví konstrukce, kdy čočka zároveň tvoří kryt LED, čímž odpadá nutnost použít krycí sklo. Pokud je takováto čočka vyrobena ze skla, zaručuje i dlouhodobou životnost optické soustavy, převyšující životnost LED. Praktické uspořádání takto řešené optické soustavy je vidět na Obr. 2.



Obr. 2

Legenda

- 1 – chladič
- 2 – LED
- 3 – vlastní čočka
- 4 – část čočky tvořící kryt LED
- 5 – část čočky tvořící dosedací plochu pro těsnění
- 6 – těsnění

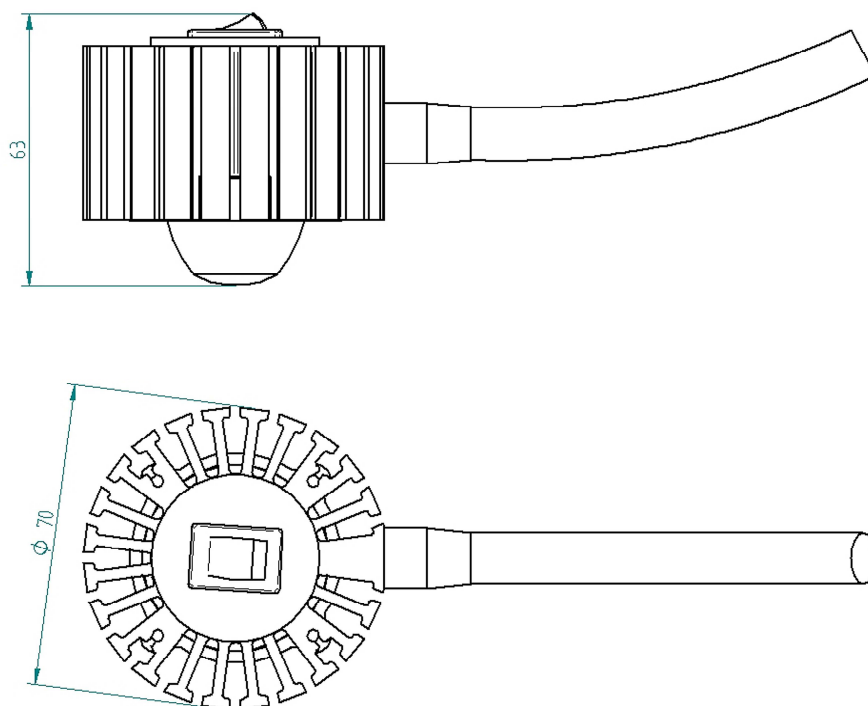
Protože výkon jednotlivých LED je u typů s nejvyšší účinností omezen na 3-9W, je nutné pro větší výkony použít často i desítky LED. Zde se samozřejmě nabízí možnost modelovat vyzařovací diagram svítidla naklápěním jednotlivých optických systémů, bohužel zde narazíme na následující problémy:

- Barevná teplota jednotlivých kusů LED i ze stejné výrobní série a binu se liší a pokud osvětlíme plochu tak, že vedle sebe poskládáme plošky osvětlené jednotlivými LED, bude výsledek velmi rušivý.
- U nakloněných LED nastane velmi obtížně řešitelný problém s oslněním
- Slušné rovnoměrnosti osvětlení nelze v tomto případě dosáhnout s jednoducho optikou a už v žádném případě bez ní jen s krycím sklem
- Přesné směřování jednotlivých LED je obtížně řešitelné, protože vyžaduje extrémní přesnost osazování LED, výroby čoček i jejich montáže.

Osobně považuji na základě řady vlastních pokusů i na základě studia konkurenčních výrobků tuto cestu za nevhodnou; výrazně vhodnější se mi jeví princip, kdy každá LED má optický systém se stejnou vyzařovací charakteristikou a je orientována stejným směrem. Pak se výsledný světelný tok prostě sčítá a nepřesnosti jak barevné teploty, tak jednotlivých optických systémů se ve výsledném součtu výrazně neprojeví.

#### 4. Příklady řešení svítidel s LED

Prvním příkladem je jednoduché svítidlo na stůl (Obr. 3), osazené LED firmy Cree typ MC-E s příkonem 9W. Těleso svítidla je tvořeno extrudovaným hliníkovým profilem, uvnitř tělesa je prostor pro napájecí elektroniku, který se využívá při napájení svítidla nízkým napětím 24 V např. ve strojírenství. Pokud je svítidlo napájeno ze sítě 230 V, je celý napájecí zdroj včetně obvodu konstantního proudu v adaptéru do zásuvky. Na čelní straně svítidla je pomocí přitlačného kroužku upevněna asférická skleněná čočka, která zajišťuje rovnoměrné osvětlení plochy v rozsahu úhlů  $\pm 30^\circ$ . Svítidlo plně nahradí halogenová stolní svítidla o příkonu 50 W a má krytí IP67, jeho příkon včetně ztrát napájecího zdroje je 11-13 W.



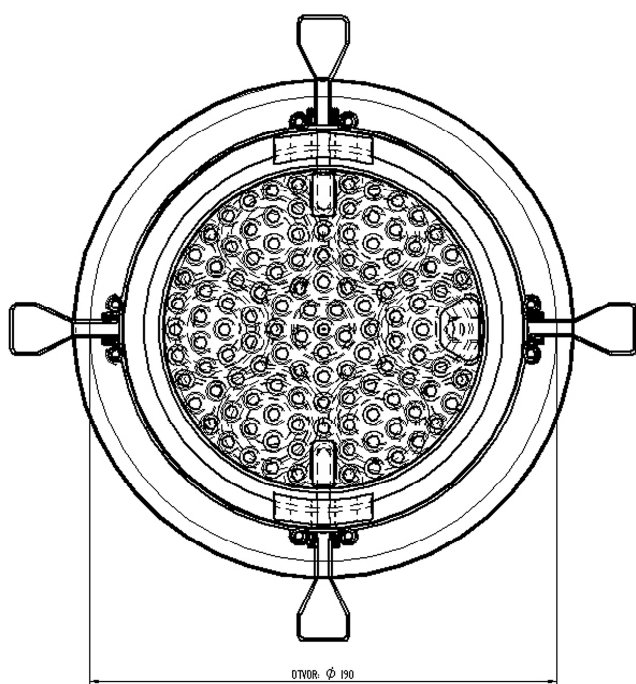
Obr. 3

Druhým příkladem je svítidlo do podhledu (obr. 4 a Obr. 5) s osazením 6x LED firmy Cree typ XR-E s příkonem 6x3 W (celkový příkon včetně ztrát napájecího zdroje cca 24W). Základem svítidla je prstový chladič, odlitý tlakově ze slitiny hliníku. Na něm je přimontována DPS se šesti rovnoměrně umístěnými LED, přesné umístění asférických čoček vymezuje plastový přitlačný a krycí kruh, která zároveň slouží ke stažení celé sestavy. Toto svítidlo je k dispozici ve třech variantách upevnění:

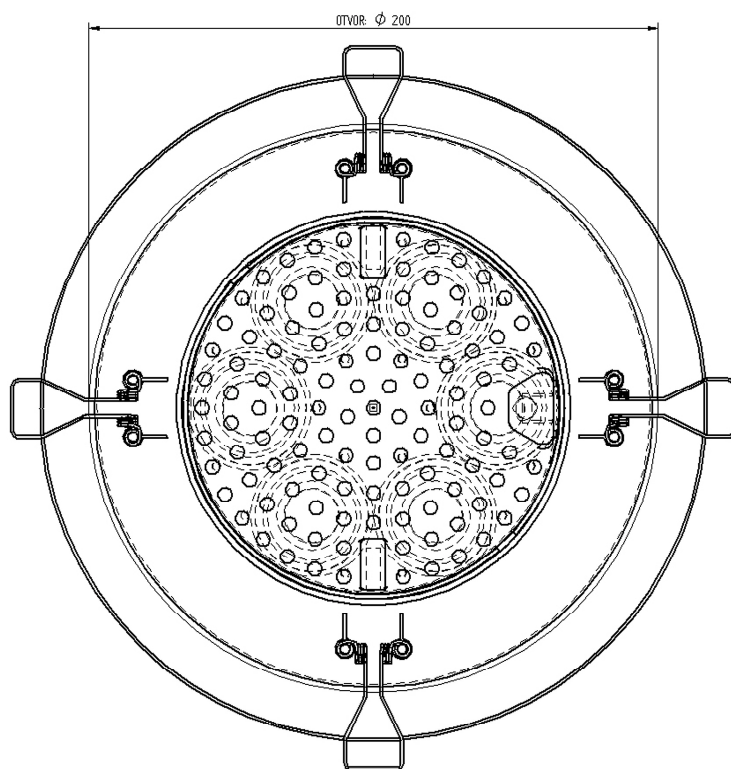
- Samostatné svítidlo, nahrazující halogenové reflektory o výkonu do 150 W (strojírenství, medicína). Napájecí zdroj 24 nebo 230 V je umístěn mimo svítidlo, obvykle v rozvaděči.
- Otočné a výklopné svítidlo do podhledu, napájecí zdroj 230 V je umístěn vedle svítidla volně na podhledu.
- Zapuštěné svítidlo do podhledu (bez možnosti otáčení a naklápění), napájecí zdroj 230 V je umístěn vedle svítidla volně na podhledu.

S ohledem na různé možnosti využití je toto svítidlo osazováno asférickými čočkami s úhlem  $+8^\circ$ ,  $+20^\circ$  a  $+30^\circ$ . Použité LED mají účinnost 50 lm/W, přesto svítidlo při porovnání s obdobným svítidlem osazeným 35W výbojkou HMI (příkon 44W) vykazuje lepší osvětlení stejné plochy, což je dáno vysokou účinností optické soustavy. Připravuje se osazení 3 ks 9W LED MC-E s účinností 80 lm/W a se šesticí LED XP-G s účinností 100 lm/W.

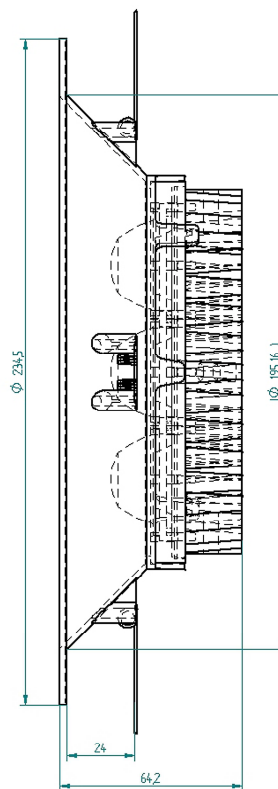
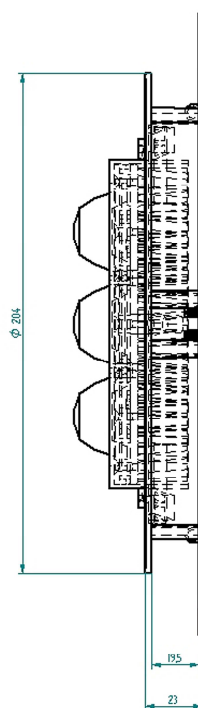




Obr.4

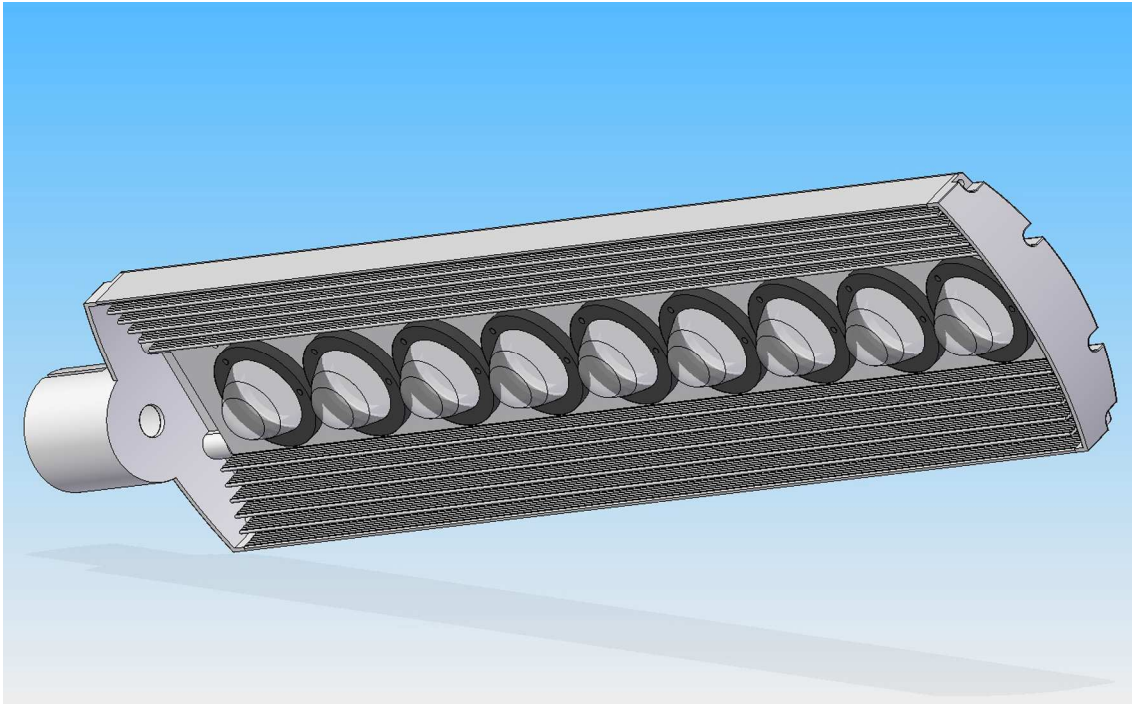


Obr. 5





Posledním příkladem je svítidlo pro vnější osvětlení, založené opět na použití asférických čoček (Obr. 6). Těleso svítidla tvoří tažený hliníkový profil, chladicí žebra jsou v tomto případě umístěna směrem dolů, aby nedocházelo k zanášení prostoru mezi žebry nečistotou. Ve střední části profilu je umístěna DPS s počtem systémů LED typu MC-E, odpovídajícímu požadovanému světelnému výkonu (3, 6, 9 nebo 12). Asférické čočky jsou přitaženy k profilu samostatnými přitlačnými kroužky. Čela svítidla jsou tvořena polykarbonátovými výlisky, přišroubovanými přímo do drážek profilu. Z prvních testů svítidla vyplynulo, že čočky pro takto koncipované veřejné osvětlení musí být navrženy jinak než čočky pro osvětlení interiérů, na jejich výpočtech a přípravě výroby se v současné době intenzivně pracuje.



#### Literatura

- [1] Firemní materiál firmy Cree „Cree XLamp MC-E LED Data Sheet
- [2] Firemní materiál firmy Cree „Cree XLamp Long-Term Lumen Maintenance“
- [3] Firemní materiál firmy Luxeon „Understanding power LED lifetime analysis“
- [4] Užiténý vzor CZ19871 U1

# Jas okna v noci

Stanislav Darula\*, Peter Oberman\*\*

Ústav stavebníctva a architektury SAV, Bratislava,  
e-mail: \* usarsdar@savba.sk, \*\* oberman@zoznam.sk

## Úvod

Keď pred niekoľkými storočiami stačila pre ľudské aktivity denná doba od východu po západ Slnka, dnes sa práca, oddych a odpočinok presúvajú čoraz častejšie do nočných hodín. To vyvoláva potrebu osvetľovania vnútorných i vonkajších priestorov umelým svetlom. V prípade využívania priestorov pre zrakové práce to indikuje potrebu osvetliť pracovnú rovinu na normou stanovenú úroveň osvetlenosti (STN EN 12464-1, ČSN EN 12464-1). Väčšina týchto miestností má okná, ktorými sa počas dňa zabezpečuje splnenie požiadaviek na denné osvetlenie (STN 73 0580, ČSN 73 0580). Svetlo oknami do interiérov nielen vstupuje, ale v noci z nich aj uniká. Nadmerné vonkajšie osvetlenie v nočných hodinách pôsobí rušivo na človeka i živé organizmy, preto je snaha znižovať vyžarovanie umelého svetla do vonkajšieho priestoru (Leccese a Tuoni 2005, Sokanský a Dostál 2006).

Najviac publikovaných štúdií sa v súčasnosti venuje vplyvom svetla na živé organizmy v nočných hodinách (CIE 150:2003), modelovaniu i meraniu vonkajšieho umelého osvetlenia od rôznych zdrojov svetla (Kocifaj a Darula 2006, Kocifaj 2007, Kráncz, Kolláth a Gyutai 2008, Novák a Dostál 2008).



• obrázok 6 Bytový dom č. 1, Pohľad z hora



• obrázok 2 Bytový dom č. 1, Pohľad z doľa



• obrázok 3 Karosérie automobilov pod pouličným osvetlením odrážajú svetlo do horného polpriestoru

## Umelé zdroje svetla v noci

Najviac svetelných zdrojov sa v noci vyskytuje v mestách. Možno ich zatriediť do štyroch hlavných skupín:

1. Svetelné zdroje stabilné s nemennou svietivosťou. Vyznačujú sa polohou, ktorá sa v priestore nemení a intenzitou svetla, ktorá je dlhodobo konštantná. Takéto charakteristiky vykazuje pouličné osvetlenie, osvetlenie verejných priestranstiev, billboardy, iluminácia fasád objektov a stavebných konštrukcií.

2. Svetelné zdroje stabilné s premenlivou svietivosťou. Tieto zdroje svetla sa vyznačujú polohou, ktorá sa nemení a intenzitou svetla, ktorá sa mení v krátkych časových intervaloch. Do tejto

skupiny možno zaradiť okenné otvory vo fasádach budov (obrázok 3 a obrázok 3), svetelné reklamy.

3. Pohyblivé svetelné zdroje. Určujúcimi znakmi týchto zdrojov svetla je zmena ich polohy v krátkom časovom intervale a zmena smerových charakteristík svietivosti. Typickými predstaviteľmi tejto skupiny zdrojov svetla sú pohybujúce sa dopravné prostriedky, napr. osobné automobily, autobusy.

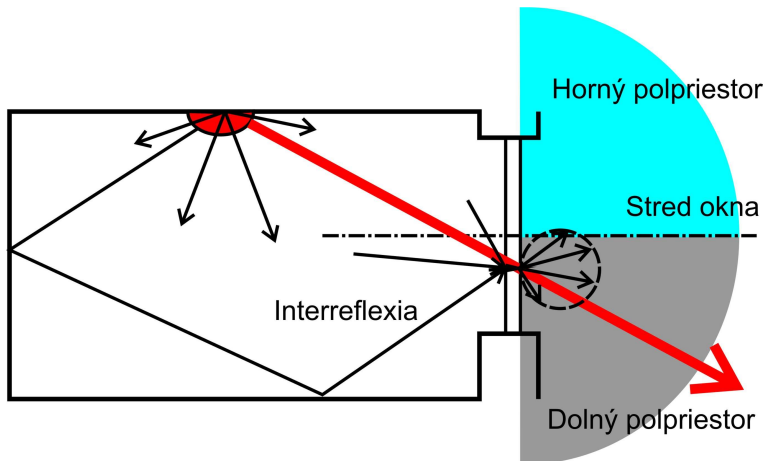
4. Špeciálnu skupinu tvoria sekundárne zdroje svetla. Sú to plochy osvetľované hlavne pouličným osvetlením, napr. lesklé karosérie automobilov (obrázok 3), dlažby, drobná architektúra alebo umelecké diela. Odrasom od

týchto plôch sa môže zvýšiť vonkajšia osvetlenosť v uliciach miest a zvýšiť svetelný tok smerujúci do horného polpriestoru

### Šírenie sa svetla cez okná v noci

Na obrázkoch 1 a 2 možno postrehnúť rôzny jas okenných tabúľ osvetľovaných z vnútra miestnosti. Výslednú svietivosť okna smerom do exteriéru určuje niekoľko faktorov, napríklad:

- typ použitej osvetľovacej sústavy v miestnosti,

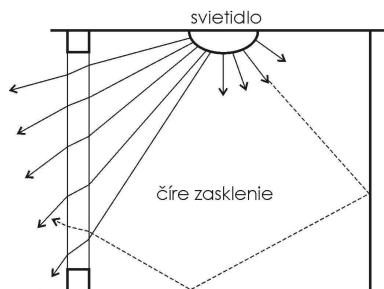


- poloha svietidiel na strope, bočných stenách, na vodorovnej pracovnej rovine,
- povrchová úprava vnútorných stien,
- rozmiestnenie nábytku a jeho povrchová úprava,
- prítomnosť doplnkového osvetlenia, napr. stolnej lampy pod oknom,
- použitie záclon, roliet,
- použitie žalúzií (na vnútornej strane okna, v priestore medzi sklami, na vonkajšej strane okna).

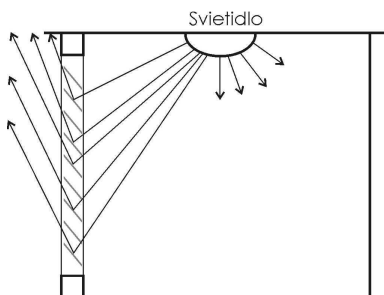
Kránicz, Kolláth a Gyutai (2008) meraniami jasov okien a fasád budov vo Veszpréme pomocou jasovej kamery TechnoTeam LMK2000-DXP2250 zistili jas

• obrázok 4 Schéma šírenia sa svetla z miestnosti

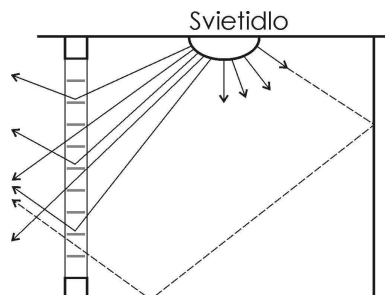
nezatieneného okna v úrovni  $L_w = 107 \text{ cd.m}^{-2}$  a zatieneného v úrovni  $L_w = 1.2 \text{ cd.m}^{-2}$ . Hodnoty jasov fasád v mestách vykazujú značnú variabilitu. Osvetlené svetlé povrchy môžu mať jas až  $L_w = 569 \text{ cd.m}^{-2}$ , bežne  $L_w = 18 \text{ cd.m}^{-2}$  pričom u neosvetlených stien budov je to len  $L_w = 0,2 \text{ cd.m}^{-2}$ . Z obrázkov 1 a 2 je zjavné, že svetlo z okien sa šíri do horného polpriestoru s inou smerovou charakteristikou ako do dolného polpriestoru. Bežne sa svietidlá osadzujú v miestnostiach na strop. Tieto osvetľujú okolité steny, podlahu a porovnávaciú rovinu zhora (obrázok 4). Možno predpokladať, že svetelný tok z okien smerovaný do dolného polpriestoru bude väčší ako do horného polpriestoru, za predpokladu, že okná nebudú tienené a v okenných



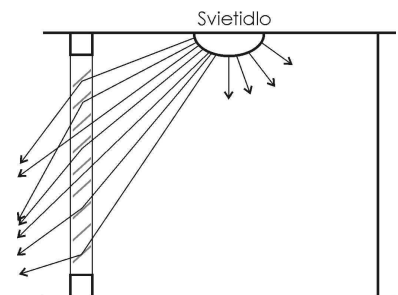
• obrázok 5 Prestup svetla čírym zasklením



• obrázok 6 Presmerovanie svetla do horného polpriestoru



• obrázok 7 Prestup svetla pri vodorovne natočených žalúziách

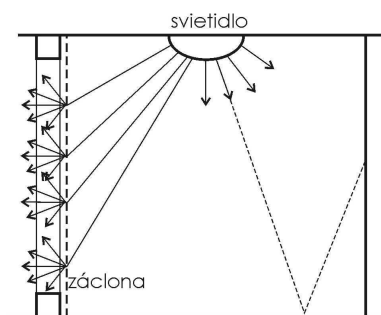


• obrázok 8 Presmerovanie svetla do dolného polpriestoru

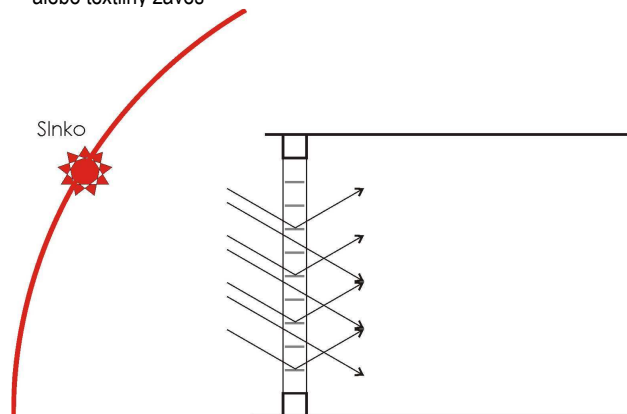
rámoch bude osadené číre tabuľové sklo (obrázok 5). V tomto prípade výsledná krivka svietivosti elementu okna sa skladá z príspevku priameho svetla od svietidla a príspevku difúzneho svetla, ktoré vzniká v dôsledku interreflexie, (obrázok 4). Tým, že miestnosti v reálnej prevádzke zvyčajne nie sú prázdne, ale vyskytuje sa v nich nábytok, zariadenie bytu, a majú rôzne farebné povrchy stien, dochádza k nerovnomernému prestupu difúzneho svetla cez plochu zasklenia. Presné modelovanie prestupu svetla by sa v takom prípade malo robiť pre každý element okna.

Komplikovanejšia situácia nastane, keď sú v oknách osadené žalúzie. V závislosti od toho, ako užívateľ miestnosti natočí lamely, je svetelný tok presmerovaný viac buď do horného alebo dolného polpriestoru.

Schémy na obrázkoch 6 až 8 ukazujú príklad okna so žalúziou osadenou medzi sklami. V závislosti od natočenia lamiel žalúzie, svetelný tok vychádzajúci z okna môže byť nasmerovaný smerom k terénu alebo aj smerom



• obrázok 9 Prestup svetla cez záclonu, alebo textilný záves



• obrázok 10

k oblohe. Najnepriaznivejšia situácia nastane, keď je svetlo z miestnosti presmerované smerom k oblohe, ako je to ukázané na obrázku 6. Možno predpokladať, že krivka svietivosti tohto okna bude výrazne pretiahnutá v hornej časti polpriestoru. Menšie úrovne jasov okien možno očakávať v prípadoch, keď budú v oknách zatiahnuté záclony alebo textilné závesy. Farba prenikajúceho svetla jeho množstvo tiež závisia od farby použitých vzorov tieniacich prvkov. Svetlo dopadajúce na tieto prvky z vnútorného priestoru je rozptyľované do vonkajšieho priestoru (obrázok 9). Okná so záclonami budú mať pravidelnejšiu krivku svietivosti, podobnú krivke rovnomerného rozptylu svetla (tzv. izotropný rozplyl).

Modelovanie prestupu svetla žalúziami je pomerne dobre opísané pre prípady šírenie sa svetla z exteriéru do interiéru a pre zdroj svetla – Slnko s paralelnými lúčmi (obrázok 10). Umelé svetelné zdroje používané pre osvetľovanie interiérov v noci vyžarujú svetlo rôznej intenzity a v rôznom smere, obrázky 6 až 9. Z tohto dôvodu aplikovanie modelov pre popisovanie prestupu slnečného svetla cez žalúzie na vyjadrenie prestupu svetla žalúziami od umelých svetelných zdrojov v noci môže viesť ku skresleným výsledkom.

Podobne ako pri riešení úloh denného osvetlenia vnútorných priestorov budov, je výhodné vyhodnocovať svietivosť okien pomocou kriviek svietivosti s delením na horný a dolný polpriestor s tým, že deliacia čiara bude prechádzať stredom okna v kolmom smere na zasklenie, ako je znázornené na obrázku 4.



• obrázok 11 Bytový dom č. 2, pohľad zhora



• obrázok 12 Bytový dom č. 2, pohľad zdola

### Jas okna v noci

Množstvo svetla v exteriéri, ktoré v noci pôsobí na živé organizmy rušivo, vytvárajú všetky umelé svetelné zdroje. Jedným z týchto zdrojov sú i svietiace okná. V súčasnosti je veľmi málo informácií o svetelných charakteristikách týchto zdrojov, napr. o jase a svietivosti.

Jas okien v noci sa dá zmerať jasomermi alebo jasovými kamerami. Dôležitý je pritom smer merania jasov. Pokiaľ sa bude merať len zo zemského povrchu, budú chýbať informácie o vyžarovaní svetla smerom k oblohe. Za predpokladu, že svietivosť okien je rotačne symetrická, je možnosť merať jasy okien i z horného smeru, napr. z oproti stojacej výškovej budovy. Takéto merania jasov okien sa uskutočnili dňa 19. 7. 2009 na fasáde bytového domu č. 2, ktorý stojí na sídlisku Petržalka v Bratislave. Tohto dňa bola jasná noc bez mesačného svetla a tiež

Súradnica		Rozmer okna	Jas okna		Popis
x	y	Šírka x výška	Lm	Lw	
		m	cd.m <sup>2</sup>		
9	4	0.9x1.5	3,5	5,01	bez záclony
9	6	0.9x1.5	1,2	1,67	záclona
9	7	0.9x1.5	2,6	3,59	polovica okna záclona
9	9	0.9x1.5	24,2	32,97	žiarivky v kuchyni
1	7	2.4x1.5	1,6	1,99	oranžové záclony
1	3	2.4x1.5	1,2	1,49	biele záclony
7	3	2.4x1.5	1,6	1,99	záclona
5	3	2.4x1.5	0,4	0,50	žalúzie

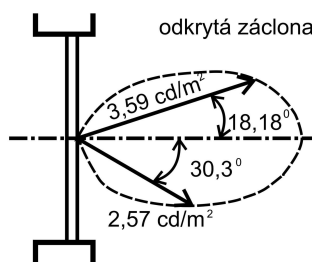
\* Tabuľka 1: Jasy okien v bytovom dome č. 2 merané z horného polpriestoru

Súradnica		Rozmer okna	Jas okna		Popis
x	y	Šírka x výška	Lm	Lw	
		m	cd.m <sup>2</sup>		
9	4	0.9x1.5	1,2	1,72	bez záclony
9	6	0.9x1.5	1,1	1,63	Záclona
9	7	0.9x1.5	1,7	2,57	polovica okna záclona
5	10	2.4x1.5	0,8	0,99	
5	7	2.4x1.5	2,7	3,35	
1	8	2.4x1.5	6,0	7,45	vidno svetidlo cez žalúzie
2	8	0.9x1.5	4,8	7,34	vidno svetidlo cez žalúzie
5	3	2.4x1.5	0,5	0,62	Žalúzie
9	9	0.9x1.5	12,4	19,64	žiarivky v kuchyni
7	4	2.4x1.5	3,5	4,35	

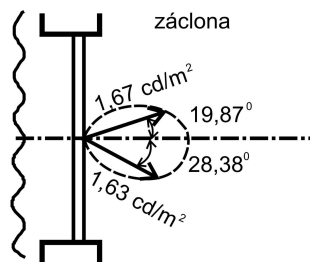
\* Tabuľka 2: Jasy okien v bytovom dome č. 2 merané z dolného polpriestoru

s viditeľnými hviezdami na oblohe, Vonkajšia teplota sa pohybovala okolo 20°C. Na obrázku 11 je zobrazený pohľad na bytový dom č. 2 zhora, zo strechy oproti stojacej budovy,

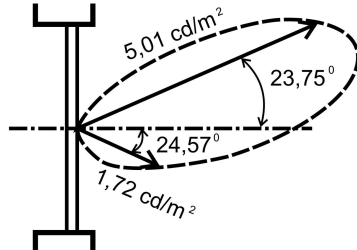
Okno 9,7



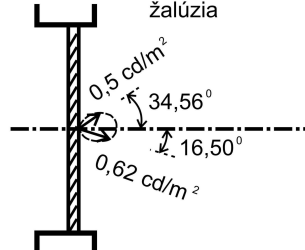
Okno 9,6



Okno 9,4



Okno 5,3



• obrázok 13 Zmerané jasy okien v bytovom dome č. 2

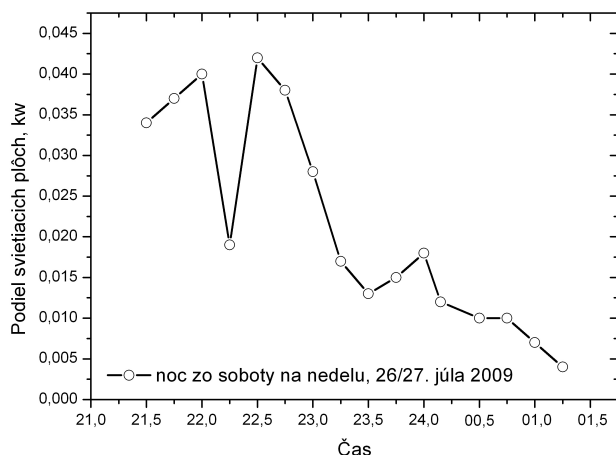
a na obrázku 12 je vidieť svietiace okná v tej istej fasáde, ale z pozície na zemi. Osi x a y na obrázku 11 slúžia ako indikátor pre lokalizovanie okien na fasáde domu. Hodnoty jasov namerané jasomerom Minolta 1° zo strechy oproti stojacej budovy a z úrovne terénu sú dokumentované v tabuľkách 1 a 2. Vzďialenosť medzi bytovým domom č. 2 a oproti stojacou budovou bola 54 m. Pri týchto vzdialenostiach šírka okna 0.9 m je menšia, ako priemer plochy, ktorú snímal použitý jasomer. V tomto prípade sa výsledný jas okien Lw vypočítal ako váhovaný priemer z jasov snímanej plochy okna Lm a jasov doplnkovej plochy fasády budovy. Vo výpočtoch bola použitá hodnota

0.05 cd.m<sup>-2</sup> pre jas fasády. Nie u všetkých okien sa podarilo zmerať ich jasy z horného aj dolného smeru, nakoľko

užívateľia bytov vypínajú osvetlenie pri vychádzaní z miestností. V štyroch prípadoch, u okien 9,6; 9,7; 9,4 a 5,3 sa podarilo zmerať jasy z oboch smerov. Hodnoty v tabuľkách 1 a 2 a tiež na obrázku 13 ukazujú veľké rozdiely v uhlovej distribúcii svetla smerujúceho z interiéru do nočného exteriéru. Najviac svetla prenikajúceho do horného polpriestoru možno očakávať u miestností, ktoré sú osvetľované žiarivkami (okno 9,9), ďalej z miestností s nezatičenými oknami (bez záclon alebo žalúzií) a z miestností, v ktorých sa pri okne nachádza stolná alebo stojatá lampka. Záclony rozptyľujú svetlo rovnomernejšie do celého priestoru (okno 9,6), žalúzie zase svetlo presmerujú viac do horného alebo dolného polpriestoru v závislosti od sklonu lamiel. V miestnostiach s vypnutým osvetlením a zapnutým televízorom, boli úrovně jasov okien pod prahom merateľnosti.

### Zmeny jasů fasády bytového domu v noci

Už prvé nočné merania jasů okien odкрыli značnú časovú premenlivosť jasovej vzorky fasády bytových domov. Skutočnosť, že užívateľia bytov sa nachádzajú v miestnostiach nepravidelne a v rôzne dlhých časových intervaloch spôsobuje, že vo fasádach bytových domov svieti v určitom čase len určitý počet okien. Pre výpočty rušivého svetla



\* obrázok 14 Zmeny pomeru svietiacich plôch okien a celkovej plochy západnej fasády bytového domu č. 2

je dôležité poznať jas a veľkosť svietiacich plôch, ktoré môžu prispievať k zvyšovaniu vonkajšej osvetlenosti v nočných hodinách. Pre vyjadrenie podielu svietiacej plochy  $S_w$  ku ploche celej fasády budovy  $S$  sa zaviedol koeficient  $kw$ :

$$kw = \frac{\sum_i^n S_{w,i}}{S} \quad (2)$$

kde  $S_{w,i}$  – plocha  $i$ -tého okna.  
 $S$  – plocha celej fasády budovy.

V noci z 25. na 26. júla 2009 (zo soboty na nedeľu) od 21:30 miestneho času sa zisťovali v 15-minútových intervaloch zmeny koeficientu  $kw$  na západnej fasáde bytového domu č. 1 s trojizbovými bytmi (obrázok 2). Celková sledovaná plocha fasády bola  $S = 2244,78 \text{ m}^2$ . Vypočítané hodnoty koeficientu  $kw$  sú dokumentované v tabuľke 3. Logicky sa predpokladá, že hodnota  $kw$  sa bude s pribúdajúcim časom

znižovať. Tento predpoklad potvrdili merania vykonané po 22:30, pričom treba počítať s miernymi výkyvmi cca do 2:00 hod. (obrázok 14). Vyskytlo sa len niekoľko bytov, v ktorých naraz svietili okná všetkých miestností bytu. Najvyššia hodnota

Čas	Plocha okien	kw
	m <sup>2</sup>	-
21:30	75,60	0,034
21:45	83,70	0,037
22:00	90,00	0,040
22:15	42,30	0,019
22:30	93,60	0,042
22:45	84,60	0,038
23:00	62,10	0,028
23:15	38,70	0,017
23:30	29,70	0,013
23:45	33,30	0,015
24:00	41,40	0,018
0:15	26,10	0,012
0:30	23,40	0,010
0:45	22,50	0,010
1:00	15,30	0,007
1:15	9,90	0,004

\* Tabuľka 3: Zmeny koeficientu  $kw$ , fasáda bytového domu č. 1



$kw = 0.042$  sa zistila o 22:30, čo zodpovedá svietiacej ploche 4.2% z celkovej plochy fasády. V obytných budovách s viacizbovými bytmi možno predpokladať, že v noci v letnom období nebude svietiť viac ako 10% fasády obytného domu. V zimnom období možno očakávať mierny nárast hodnoty  $kw$  v čase od 18:00 do 20:00, kedy je najvyššia sledovanosť televízie a tiež príprava a konzumácia jedál počas večere.

### Jasy zaparkovaných automobilov v noci

Modely a metodiky hodnotenia vplyvu verejného osvetlenia na vznik rušivého svetla sledujú šírenie sa svetla zo svietidiel do horného a dolného polpriestoru. Je snahou navrhovať svietidlá verejného osvetlenia tak, aby sa do horného polpriestoru dostávalo čo najmenej svetla a čo najviac svetla bolo rovnomerne roz distribuovaného na povrchu vozoviek, parkovísk a chodníkov. Málo pozornosti sa venuje skutočnosti, že zaparkované automobily v mestských uliciach majú lesklé povrchy a väčšinu dopadajúceho svetla odrážajú do horného polpriestoru. Jas kapoty alebo strechy môže dosahovať v závislosti od vzdialenosti uličného svietidla viac ako  $5 \text{ cd.m}^{-2}$ . V tabuľke 4 sú uvedené dva príklady zameraných jasov striech automobilov zo strechy domu v Petržalke v Bratislave počas jasnej noci bez mesačného svitu.

Automobil	Jas
	$L_w$
	$\text{cd.m}^{-2}$
Biely	3,23
Pod lampou	6,46

\* Tabuľka 4: Jasy striech automobilov zaparkovaných na ulici v noci

### Záver

Krivka svietivosti vonkajších umelých svetelných zdrojov je jedným z hlavných parametrov potrebných pre hodnotenie rušivého svetla. V celomestskom rozsahu je výsledná krivka svietivosti vybraného územia formovaná všetkými parciálnymi zdrojmi svetla. Hoci v mestských aglomeráciách je týchto zdrojov veľa, hlavnú pozornosť je stále sústredená na verejné osvetlenie. Ukazuje sa, že aj okná a osvetlené fasády budov môžu zvyšovať úroveň vonkajšej osvetlenosti. Jasy okien môžu v noci dosahovať hodnoty vyššie ako  $100 \text{ cd.m}^{-2}$ , v závislosti od spôsobu tienenia zasklenia. Pri vyhodnocovaní jasov okien treba zohľadniť ich rozdielne vyžarovacie charakteristiky, teda množstvo svetla smerujúceho do horného a do dolného polpriestoru ako i spôsob tienenia ich zasklení.

Zaujímavé by bolo vyhodnotiť vplyv svetla odrazeného od súvislého radu zaparkovaných automobilov na zvýšenie rušivého svetla vo vybranej ulici pri rôznych typoch verejného osvetlenia.

**PodĎakovanie:** Tento príspevok vznikol za podpory projektu SK-CZ projektu SK-CZ-0019-07.

### Literatura a odkazy

KRÁNICZ, B., KOLLÁTH, Z., GYUTAI, V. Measuring Light Pollution. CD Proc. Conf. Lumen V4, Szczyrk 2008.

CIE 150:2003. Guide on the limitation of the effects of obstructive light from outdoor lighting. CIE Central Bureau Vienna

ČSN EN 12464-1 Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory

ČSN 73 0580 Denní osvětlení budov

KOCIFAJ, M., DARULA, S. Výskum celoročných zmien slnečných a svetelných dostupností pre počítačové posudzovanie trvalo udržateľných budov. Model výpočtu spektrálnej žiary/jasu oblohy od terestriálnych svetelných zdrojov. VEGA 2/5093/26 R 2006. 2, Správa, ÚSTAR CH SAV, Bratislava 2006, 19p

KOCIFAJ, M., Light pollution model for cloudy and cloudless night skies with ground-based light sources, Applied. Optics. 46, 2007, 3013-3022

LECCSE, F., TUONI, G. Lighting requirements and other energy and safety aspects in urban areas. Proc. Conf. Lux Europa 2005, Berlin, p. 535-538.

NOVÁK, T., DOSTÁL, F. Měření rušivého světla. Przeglad Elektrotechniczny, LXXXIV, 2008, 8, p. 50-53.

SOKANSKÝ, K., DOSTÁL, F. Jasové poměry na noční obloze. Proc. Kurz osvětlovací techniky XXV, Kouty nad Desnou, VŠB TU Ostrava 2006, p. 241-249.

STN EN 12464-1 Svetlo a osvetlenie. Osvetlenie pracovních miest. Časť 1: Vnútorne pracovné miesta

STN 73 0580 Denné osvetlenie budov

# Město a jeho vliv na hodnoty osvětlení v nočních hodinách

Ing. František Dostál , Ing. Tomáš Novák, Ph.D., prof. Ing. Karel Sokanský, CSc.  
VŠB-TU Ostrava, Fakulta elektrotechniky a informatiky, 17. listopadu 15, Ostrava-Poruba 708 33

## Úvod

Během několika posledních let se objevují silné snahy o regulaci osvětlení. Ať už se jedná o veřejné osvětlení, či nasvětlení architektur nebo obchodních komplexů, tak iniciátory bohužel nejsou pouze odborníci a provozovatelé osvětlovacích soustav, ale také lidé, kteří nemají vzdělání v oboru osvětlování. Tudíž jejich požadavky často odporují zásadám správného osvětlování a v některých případech mohou v konečném důsledku vést až k ohrožení zdraví, života či majetku. Tato snaha vychází zejména ze zvýšení závojových jasů oblohy a tím pádem nemožnosti pozorování noční oblohy astronomy a jinými milovníky hvězdného nebe v okolí velkých aglomerací.

K tomu, abychom mohli posuzovat vliv venkovních osvětlovacích soustav na zvýšení jasu oblohy (zvýšení osvětlenosti pod noční oblohou), je nejprve nutné provést kvantifikaci těchto vlivů při různých meteorologických podmínkách a v různých oblastech výskytu umělého osvětlení.

## Získání dlouhodobých informací o noční obloze pomocí měření osvětlenosti

Vyhodnocování osvětlenosti je v podstatě nejjednodušší metoda vyhodnocování, která umožňuje integrování parametrů celé oblohy pomocí dostatečně citlivého standardního čidla s kosinovým nastavcem. Ostatní metody, které pracují s vyhodnocováním jasů oblohy, eventuálně s vyhodnocováním spekter světelného toku nelze v současné době k dlouhodobému měření použít. Rozpracování metody vyhodnocování osvětlenosti a ukázky dosud dosažených výsledků bude dále hlavní náplní tohoto příspěvku.

Možností, jak získat informace o noční obloze je hned několik:

- dlouhodobé měření osvětlenosti pod noční oblohou v prostředí, o kterém lze předpokládat, že je ovlivněno rušivým světlem generovaným umělými zdroji světla
- dlouhodobé měření osvětlenosti pod noční oblohou v prostředí, o kterém lze předpokládat, že není ovlivněno rušivým světlem generovaným umělými zdroji světla
- dlouhodobé měření osvětlenosti pod noční oblohou v prostředí, o kterém lze předpokládat, že je ovlivněno rušivým světlem generovaným umělými zdroji světla a současně v prostředí, o kterém lze předpokládat, že není ovlivněno rušivým světlem generovaným umělými zdroji světla. Tato měření musí být v malé zeměpisné vzdálenosti tak, aby bylo možno při malé dynamice změn oblačnosti získat z hodnot obou těchto měření pouze umělou složku osvětlenosti, kterou je ovlivněna první měřená oblast
- dlouhodobé měření doplnit o vyzařování definovaného světelného toku do horního poloprostoru tak, abychom mohli získávat hodnoty osvětlenosti s odraženým tokem včetně tohoto definovaného světelného toku a těsně po odpojení světelného zdroje odečíst hodnotu osvětlenosti bez námi definovaného rušivého zdroje světla. Tímto způsobem chceme získat základní informace o odrazných vlastnostech různých druhů noční oblohy
- současně s měřením osvětlenosti je nutné vyhodnocování stavu oblačnosti a povětrnostních podmínek vůbec. Protože osvětlenosti může výrazným způsobem ovlivňovat i měsíc při jasné obloze, je nutné sledovat i tento faktor. Meteorologická a astronomická data jsou získávána z institucí k tomu určených. Tedy z ČHMI a z planetária Johanna Palisy.



## Přístrojové vybavení

K dlouhodobému měření osvětlenosti bylo třeba vyspecifikovat požadavky na měřicí techniku. Vzhledem k tomu že, jsme předpokládali hodnoty osvětlenosti v oblasti desetin a setin luxů bylo nutné provést nákup přístrojů (mobilních), které jsou schopné měřit i v oblasti mililuxů. Malý problém nastal v tom, že veškeré typy přístrojů jsou kalibrovány na křivku citlivosti lidského oka pro fotopické vidění  $V(\lambda)$  nikoliv na křivku citlivosti lidského oka pro skotopické vidění  $V'(\lambda)$ . Po vzájemné dohodě jsme se rozhodli, že budeme dále měřit a vyhodnocovat data s přístroji kalibrovanými křivkou citlivosti lidského oka pro fotopické vidění  $V(\lambda)$ , protože tento problém se netýká pouze luxmetrů, ale také jasoměrů. Nezbytnou součástí luxmetrů (mililuxmetrů) je také výstup kterým lze načítat a dále zpracovávat naměřené hodnoty. Pro naše potřeby jsme nakoupili 2 identické, stejně kalibrované přístroje MINILUX. Tyto přístroje jsou schopny měřit mililuxy a zároveň mají napěťový výstup v rozsahu 0 – 0,2 V.

Další zpracování naměřených dat je prováděno v aplikaci naprogramované pomocí softwaru LabVIEW a 12-ti bitové, 16-ti kanálové měřicí karty od firmy NATIONAL INSTRUMENTS. Tato kombinace umožňuje velkou variabilitu v rámci dlouhodobého měření dalších parametrů oblohy (nejen světelně-technických), ale také například v přidávání a řízení zdrojů rušivého světla.



Obr. 1 Luxmetr MINI-LUX

## Popis měřicí aparatury

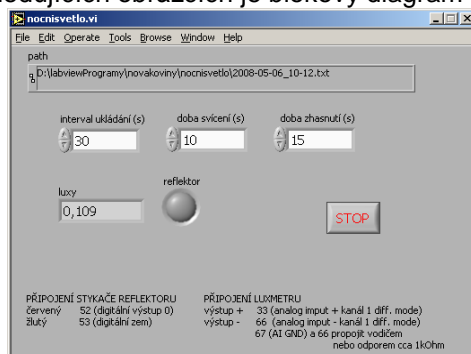
K měření intenzity osvětlení byl použit luxmetr MINI-LUX od německé firmy MX-Electronic. Luxmetr se skládá z křemíkového fotosnímače s kosinovou a  $V(\lambda)$  korekcí odpovídající normě DIN 5032. Jeho citlivost je přibližně  $2\text{nA/lx}$ . Dále luxmetr obsahuje zesilovač s OZ s přepínatelnými rozsahy a DA převodník s displejem. Luxmetr má šest manuálně přepínatelných rozsahů od  $2\text{lx}$  do  $200\text{klx}$ . Má také výstup signálu 0-200mV pro připojení záznamového zařízení. Bylo ověřeno, že výstupní napětí může dosáhnout i vyšší hodnoty než 200mV, aniž by docházelo ke zkreslení. Na rozsahu  $2\text{lx}$  lze měřit až do  $5\text{lx}$  (to odpovídá 500mV) bez znatelného zkreslení výstupního signálu.

K zaznamenávání naměřených hodnot bylo použito počítače vybaveného multifunkční kartou s analogovými vstupy, a digitálními vstupy a výstupy. Rozlišení analogových vstupů karty je 16 bitů (u mobilního provedení s notebookem 12 bitů). Jeden analogový vstup byl využit ke snímání výstupního napětí z luxmetru a jeden digitální výstup byl použit ke spínání svítidla mířícího na oblohu.

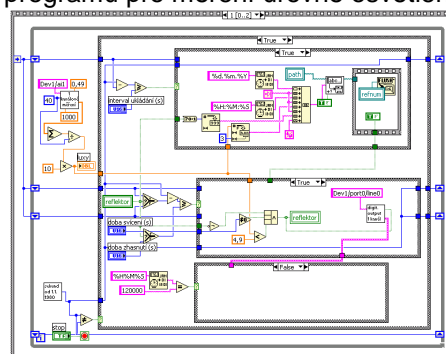
## Popis software

Software k ovládání měřicí aparatury byl vytvořen v systému LabVIEW. Tento systém umožňuje rychlé programování aplikací pro měření a zpracování naměřených dat. Obsahuje rozsáhlé knihovny funkcí pro tuto oblast. Umožňuje také jednoduché programování a modifikaci vytvořeného programu, protože programování se provádí graficky (propojováním ikoněk na obrazovce).

Na následujících obrázcích je blokový diagram a čelní panel programu pro měření úrovně osvětlenosti.



Obr. 2 Čelní panel programu pro měření osvětlenosti



Obr. 3 Blokový diagram aplikace pro měření osvětlenosti

Program je navržen pro dlouhodobé měření, to znamená týdny až měsíce chodu, pokud možno bez zásahu obsluhy.

Pokud je osvětlenost menší než 5lx, předpokládá se, že je noc a v zadaných intervalech (řádově jednotky až desítky minut) program zapíná a vypíná reflektor.

V zadaných časových intervalech program ukládá naměřené hodnoty osvětlenosti do souboru. Ukládá se aktuální čas, hodnota osvětlenosti a informace o tom, zda svítidlo právě svítilo, nebo ne.

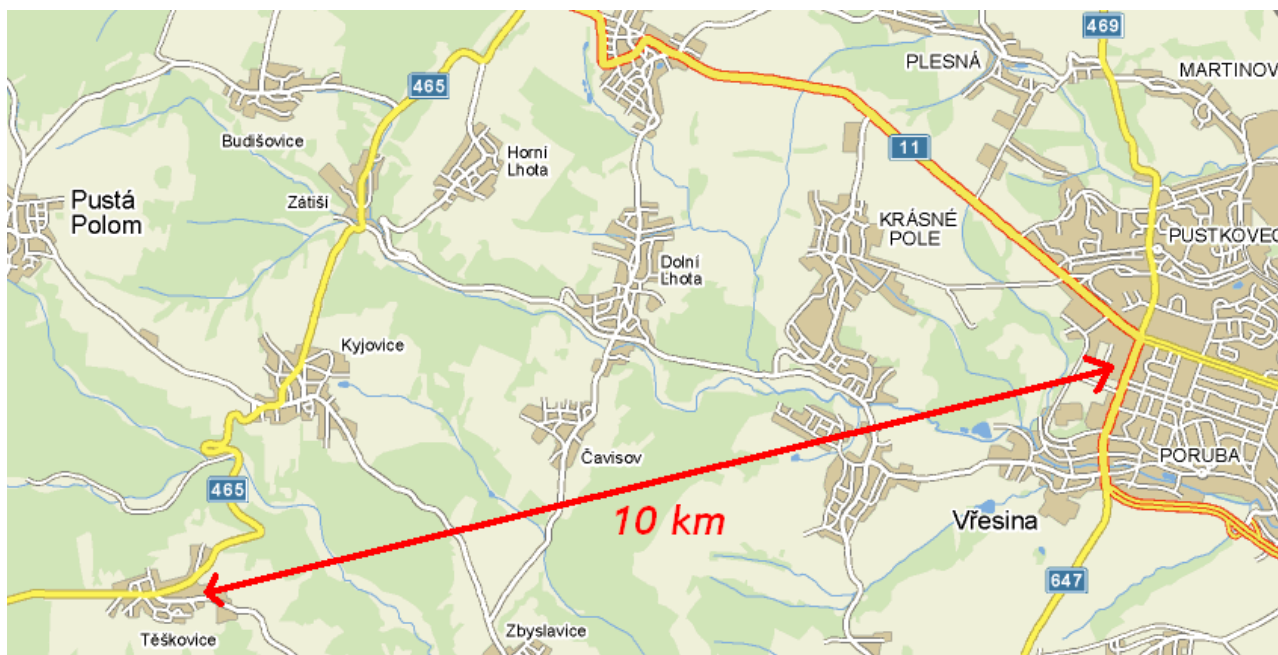
V případě, že osvětlenost je vyšší než 5lx, je měřená hodnota omezena na 5lx (kvůli rozsahu měřicí karty a nemožnosti automatické změny rozsahu luxmetru). Tato situace se s výhodou využívá pro stanovení začátku a konce noci. Každé poledne se založí nový soubor pro ukládání dat z noci. To znamená, že naměřená data z každé noci jsou pak uložena ve zvláštním souboru. Aby byl program schopen dlouhodobého měření bez zásahu obsluhy, bylo také nutné vyřešit samočinné spuštění programu po výpadku napájecího napětí. Proto je v počítači nastaveno v položce „po spuštění“ (systém Windows XP) spuštění tohoto programu. Také v BIOS počítače musí být takové nastavení, aby se počítač po výpadku napájení opět samočinně spustil.

Kompletní měřicí aparatura, která je umístěna na střeše budovy NK v areálu VŠB-TU Ostrava je znázorněna na následujících obrázcích.



Obr. 4 a 5 Měřicí aparatura pro dlouhodobá měření osvětleností pod noční oblohou

Druhá měřicí aparatura umístěná v obci Těškovice je využita pro měření v zeměpisně blízké oblasti Ostravy, která není ovlivněna (minimálně ovlivněna) rušivým světlem z blízkých aglomerací.



Obr. 6 Situační schéma obou měřících aparatur

## Ukázka výsledků dlouhodobých měření

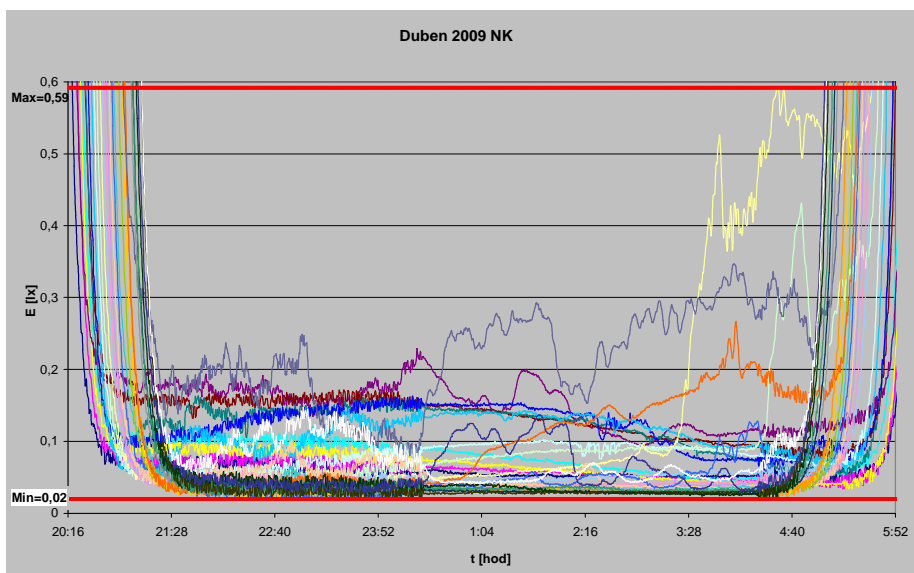
Na základě výše popsaných situací, při kterých lze měřit osvětlení pod noční oblohou jsme provedli zkrácenou ukázkou možných situací ve smyslu různých meteorologických jevů, oblačností, fází Měsíce a stavu svítidla. Ukázka (viz. Tab.1) obsahuje několik řádků, zatímco měřicí zařízení naměří každou noc cca 1700 takovýchto řádků.

Tab.1 - Ukázka tabulky naměřených hodnot

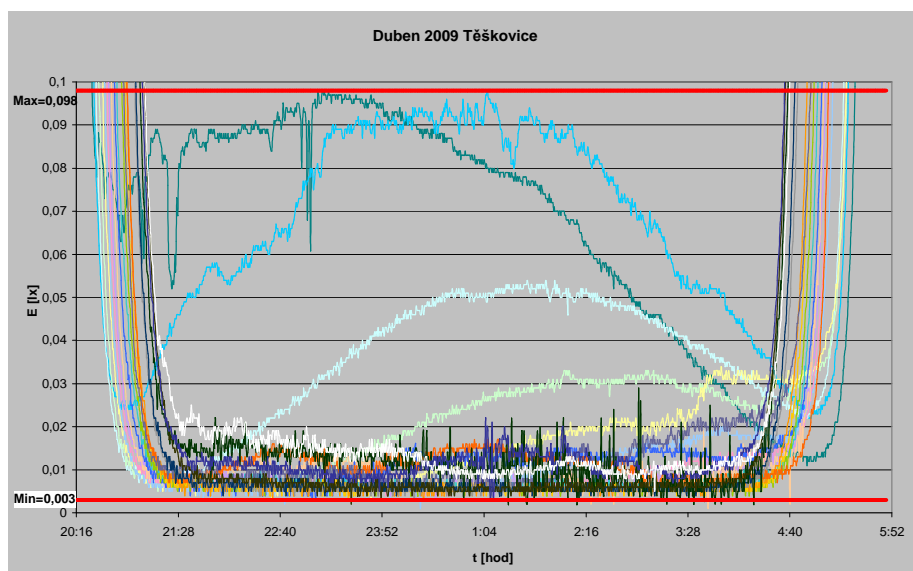
Meteorologický jev		Oblačnost Poruba	Oblačnost Mošnov	Měsíc		Datum	Čas	Luxmetr	Světlomet
Název	Intenzita	0/10-10/10	0/8-8/8		Fáze	[dd.mm.mrrr]	[hh:mm:ss]	[lx]	0-vyp,1-zap
DE	0	10	7	ANO	Úplněk	6.12.2006	23:31:19	0,4	1
KO	0	8	8	ANO	C	10.12.2006	22:19:10	0,094	0
KO	0-1	10	2	NE	C	12.12.2006	22:13:40	0,153	0
DE KO	0i 1-2	10	8	NE	Nov	17.12.2006	19:18:40	0,294	0
		0	1	NE	D	28.12.2006	1:06:10	0,064	0
KOSN	00-1	10	2	ANO	D	28.12.2006	21:19:40	0,987	1
		8	1	ANO	D	31.12.2006	0:55:40	0,142	0

První dva sloupce popisují meteorologické jevy, přičemž v Tab 1 jsou uvedeny zkratky těchto jevů (DE – déšť, KO – kouřmo, DE KO – déšť a kouřmo, KO SN – kouřmo se sněžením). Druhé dva sloupce tabulky Tab.1 popisují oblačnost dle již výše uvedené specifikace. Dva sloupce v oblasti Měsíce popisují, zda je měsíc nad obzorem (ANO) a v jaké se právě nachází fázi (dle výše uvedeného popisu). Dva sloupce s datem a časem není třeba rozebírat. Předposlední sloupec konečně uvádí naměřenou hodnotu osvětlenosti. Poslední sloupec tabulky udává pomocí Z a V (Zapnuto - Vypnuto), zda je noční obloha ovlivňována uměle generovaným rušivým světelným tokem ze světlometu o známých hodnotách.

Na Obr. 7 jsou znázorněny průběhy jednotlivých nocí v měsíci dubnu 2009 měřené z budovy Nové knihovny v areálu VŠB-TU v Ostravě. Zatímco na Obr. 8 je tentýž měsíc, ale zaznamenávaný z obce Těškovice, vzdálené od prvního stanoviště cca 10 km. Z obou grafů si můžeme všimnout, že maximální hodnota osvětleností je v obci Těškovice zhruba 6x nižší než v Ostravě.



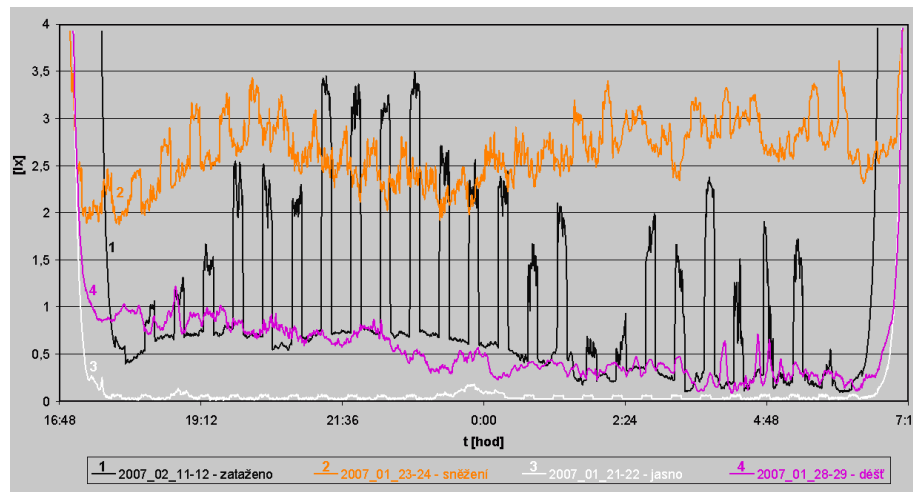
Obr. 7 Závislost nočních osvětleností na čase – Duben 2009 budova NK



Obr. 8 Závislost nočních osvětleností na čase – Duben 2009 Těškovice

Vybrané naměřené výsledky jsou vyneseny na obr.9. Skoky na obr.9 jsou způsobeny pravidelným spínáním svítidla, které vyzařuje světelný tok do horního poloprostoru a jeho odražená složka je zpětně snímána vyhodnocovacím zařízením (mililuxmetrem). Velikost změny odražené osvětlenosti závisí na stavu oblohy a jejím vyhodnocováním se budeme ještě dále zabývat. Velikost změny odražené osvětlenosti závisí na stavu oblohy a jejím vyhodnocováním se budeme ještě dále zabývat.

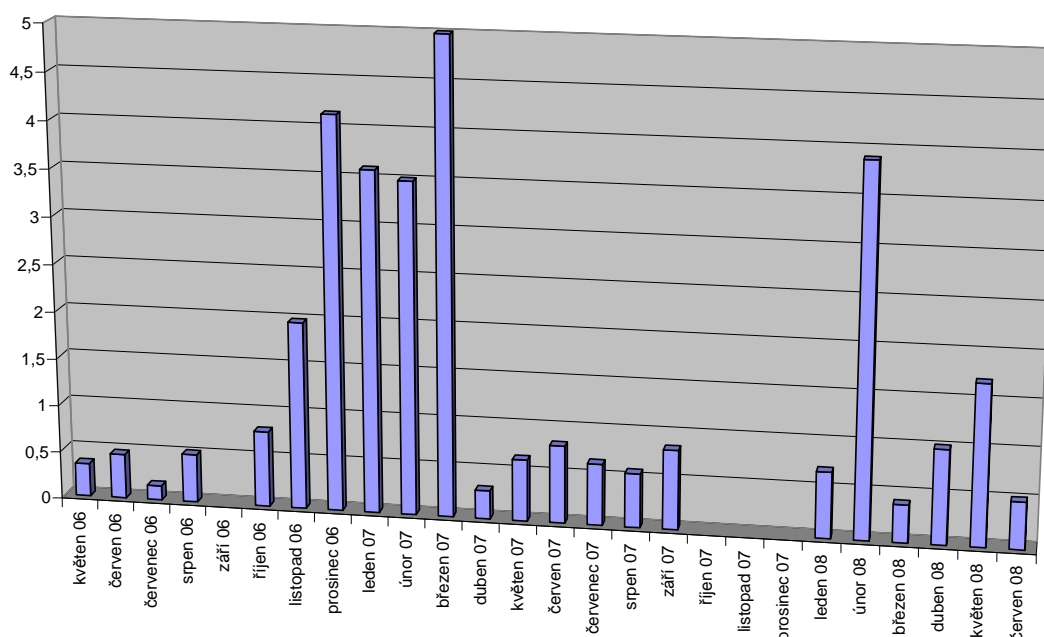
Z obr. 9 lze také vyčíst další velmi zajímavé informace, z nichž nejvíce zřetelná je ostrá změna chování osvětleností vždy ve 24 h a 4 h. Pokles osvětlení si vysvětlujeme regulací VO v ulici Okružní, která je od měřícího místa v průměru vzdálena cca 600 m a v areálu Vědecko – technologického parku vzdáleného od měřícího místa cca 900 m. V těchto časech totiž dochází ve výše zmíněných lokalitách k regulaci VO.



Obr. 9 Graf vybraných nocí z naměřených dat

Na Obr. 10 jsou vyneseny jednotlivé maximální hodnoty osvětleností tak jak byly v průběhu tří let zaznamenány. Je zde vidět, že nejjasnějším měsícem byl červenec z roku 2006, kdy se maximální hodnota pohybovala na hodnotě 0,15 lx zatímco nejvyšší hodnota naměřený osvětleností byla zaznamenána v březnu 2007. V grafu jsou uvedeny i měsíce bez záznamů (září 2006, říjen – prosinec 2007), v těchto měsících byla měřící aparatura na kalibraci.





Obr. 10 Graf naměřených maxim osvětleností příslušných měsíců.

V Tab. 2 jsou vyneseny minimální a maximální hodnoty osvětlení příslušných měsíců. Z porovnání dílčích měření tedy vyplývá, že měsíce s nejvyšší naměřenou osvětleností jsou měsíce zimní a to především prosinec, leden a únor, kdy dosahujeme osvětleností i kolem **5 lx**, zatímco nejmenší naměřené hodnoty mají měsíce letní tj. červenec, srpen a září, kdy nejvyšší hodnoty se pohybují kolem **0,15 lx**.

Tab. 2 - Tabulka srovnávající maximální a minimální hodnoty jednotlivých zaznamenaných měsíců

Rok	Měsíc	maximum	minimum
[-]	[-]	[lx]	[lx]
2006	Květen	0,35	0,017
2006	Červen	0,47	0,024
2006	Červenec	0,15	0,02
2006	Srpen	0,51	0,02
2006	Říjen	0,8	0,03
2006	Listopad	1,98	0,03
2006	Prosinec	4,15	0,01
2007	Leden	3,6	0,01
2007	Únor	3,5	0,05
2007	Březen	5	0,03
2007	Duben	0,3	0,02
2007	Květen	0,65	0,01
2007	Červen	0,82	0,01
2007	Červenec	0,65	0,01
2007	Srpen	0,57	0,01
2007	Září	0,84	0,012
2008	Leden	0,7	0,001
2008	Únor	3,9	0,001
2008	Březen	0,4	0,019
2008	Duben	1	0,021
2008	Květen	1,7	0,015
2008	Červen	0,5	0,016

## **Závěr**

V získávání informací o stavu noční oblohy a následném zpracovávání má smysl stále pokračovat. Dalším krokem, který bude následovat je porovnávání naměřených dat získaných z Ostravy s daty získanými z Těšovic.

Současné výstupy budou použity pro fyzikální modelování vlastností noční oblohy, aby bylo možné pomocí výpočetní techniky studovat vliv jednotlivých světelných bodů, popřípadě celých aglomerací na rušivé světlo, eventuelně jas noční oblohy při různých meteorologických podmínkách.

**Tento článek vznikl za podpory – MMR – MR4515011 „Výzkum emisí světelného rušení vyvolaného veřejným osvětlením za účelem jeho omezení v dopravě měst a obcí“.**

## **Literatura**

- [1] Novák, T., Dostál, F.: Měření světelných parametrů pod noční oblohou, Kurz osvětlovací techniky XXV, 2006
- [2] Sokanský, K., a kol: Zpráva o řešení projektu „Výzkum emisí světelného rušení vyvolaného veřejným osvětlením za účelem jeho omezení v dopravě měst a obcí“, MR4515011, MMR, 2006, Ostrava
- [3] Sokanský, K. a kol. 26TH SESSION OF THE CIE, 4 JULY - 11 JULY 2007, Beijing
- [4] Novák, T., Dostál, F.: Měření rušivého světla v areálu VŠB – TU Ostrava - pokračování, mezinárodní konference SVĚTLO 2007, Ostrava, 2007
- [5] Sokanský, K., Maixner, T., Novák, T.: Rušivé světlo v ČR, mezinárodní konference SVĚTLO 2007, Ostrava, 2007
- [6] Dostál, F., Sokanský, K., Novák, T.: Long-term measurement of obtrusive light in campus VŠB-TUO. Ve sborníku EPE 2009, Ostrava, 2009, ISBN 978-80-248-1947-1
- [7] Dostál, F., Novák, T., Sokanský, K.: MĚŘENÍ RUŠIVÉHO SVĚTLA V AREÁLU VŠB-TUO. In sborníku EEE 2009, 27.-29.5.2009. Bratislava, 2009, ISBN 978-80-89402-08-3
- [8] Novák, T., Sokanský, K., Závada Petr, Dostál, F.: Měření rušivého osvětlení. In XLI. sešit katedry elektrotechniky, 17.6.2009, Ostrava:VŠB-TU Ostrava, 2009, 113-116, 160, 978-80-248-2020-0
- [9] Novák, T., Závada Petr, Dostál, F., Sokanský, K.: Rušivé světlo v podmínkách Slovenské a České republiky. In EEE 2009, 27.-29.5.2009, Bratislava, 2009, ISBN 978-80-89402-08-3

# Simulace zkratových poměrů v sítích nn

Jan Dudek, Ing., Ph.D.

Kat 452 – Katedra Elektrotechniky, FEI, VŠB-TU Ostrava, 17. Listopadu 15, 708 33 Ostrava,  
email: jan.dudek@vsb.cz

**Anotace:** Příspěvek si klade za cíl porovnat jednotnost výpočtu při simulacích zkratových poměrů v sítích nn a porovnat tyto hodnoty s výpočtem podle metodiky současně platné ČSN EN 60909-0. V příspěvku jsou rovněž uvedeny prameny, kde lze získat relevantní data pro výpočet zkratových proudů bez nutnosti kompletního obstarání dokumentace použitých komponent.

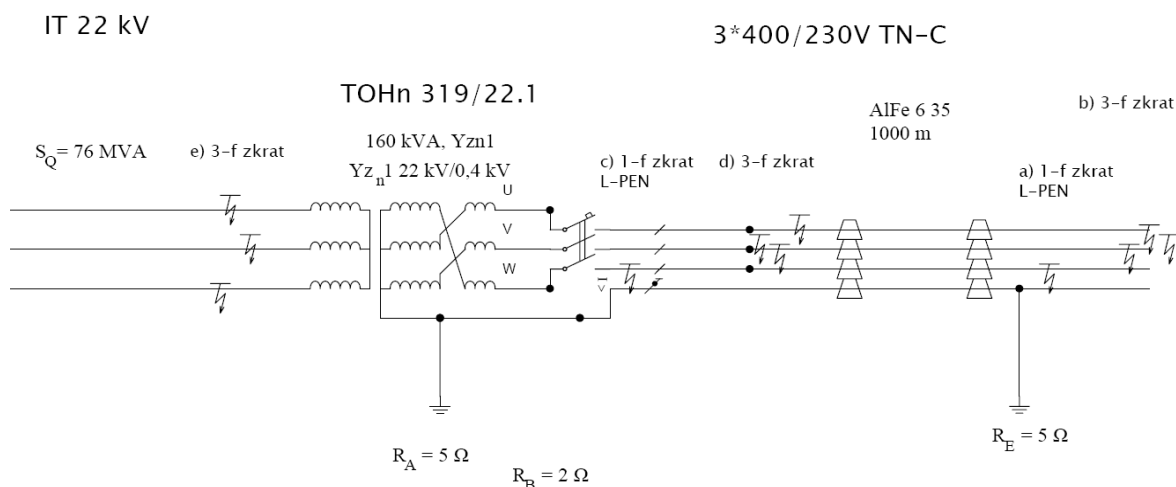
## 1. Úvod

V současné době existují programy, jež jsou schopny pomoci projektantovi při projektování elektrických zařízení. Tyto programy v mnohých případech jsou bezplatné a jsou od renomovaných výrobců elektrických přístrojů. Některé se zaměřují spíše na automatický návrh sítí z hlediska úbytků napětí a návrhu průřezů (např. Ecodial, spol. Schneider Electric), některé zase naopak ze zadaných průřezů ověřují velikost úbytků napětí a zkratových proudů pro správnou volbu jisticích prvků (např. Sichr společnosti OEZ). Výkonným, i když ne až tak zcela automatizovaným nástrojem pro určení úbytků napětí, impedancí a chování při zkratech mohou být programy pro simulaci elektrických obvodů. Tyto ovšem jednak nejsou bezplatné, jednak jsou často primárně zaměřené na simulaci elektronických obvodů (PSPICE spol. OrCad). Výjimkou je produkt EMTP-ATP, jenž je licencován GNU licencí (pro nekomerční užívání zdarma), který je stavěn primárně na simulace elektrických sítí.

Cílem tohoto příspěvku je porovnat hodnoty simulací zkratových proudů pro jednofázový a trojfázový zkrat v síti TN 3P+PEN 3\*400/230 V, vypočtenými v programech Sichr7.0 a EMTP-ATP společně s výpočtem podle metodiky ČSN EN 60909-0. Cílem je rovněž uvést zdroje relevantních pramenů pro získání dodatečných informací nutných pro výpočet (data typických kabelů, vedení, motorů, transformátorů).

## 2. Zadání

Pro zadání jsem zvolil simulaci zkratových poměrů v síti 3\*400/230 V napájených z rozvodné soustavy vn 3\*22 kV (IT). Nadřazená síť vn má zkratový výkon  $S_Q = 76$  MVA, distribuční transformátor je typ TOHn 319/22.1 (BEZ), síť 400/230 V TN-C je vedena a) venkovním vedením AlFe 6-35 mm<sup>2</sup> na izolátorech délkou 1000 m, b) kabelem CYKY 4\*35 mm<sup>2</sup> uloženém v zemi. Určím zkratové proudy  $I_{K3}''$ ,  $I_{K1}''$ , a nárazový zkratový proud  $i_p$ , pro jednofázový resp. trojfázový zkrat a) a b) na konci vedení, c) resp. d) na vývodu distribučního transformátoru, e) na přívodu distribučního transformátoru a porovnáám simulované a vypočtené hodnoty.



Obr. 2 - Schéma napájecí sítě a poruchy

Pozn. Délka vedení a kabelů byla zcela záměrně volena vysoká a průřezy nižší, aby se ve výpočtech zkratů na konci vedení uplatnil vliv zejména vedení, vliv transformátoru je zjištěn pro zkrat na sekundárních svorkách.

### 3. Vstupní data pro výpočty a simulace

#### Použité prameny, literatura, podklady pro metodiku výpočtu

Pro prvotní výpočet (ověření shody simulačního programu a výpočtů), lze využít lit. [1] ČSN EN 60909-0 – Zkratové proudy v trojfázových soustavách, část 0 – výpočet proudů, pro některé metodiky, a údaje pak z lit. [2] ČSN 33 3020 – Výpočet poměrů při zkratech v třífázové elektrizační soustavě, pro data pak [3] ČSN IEC 909-2 – Data pro výpočty zkratových proudů v souladu s IEC 909. Pro přesnější vstupní data zejména pak transformátorů lze využít katalogové listy výrobce, některá data týkající se vedení lze nalézt v odborné literatuře. Pro lana AIFe jsem našel data např. v lit. [4] nebo [5]

Pro simulaci poruch v síti lze s úspěchem využít program ATP, který disponuje součástkami (komponenty) pro simulace elektrických sítí. S výhodou využijeme model síťového transformátoru (BCtran), model venkovního vedení (LCC), které nám značně zjednoduší práci. Jejich ovládání bude popsáno v sekci sestavení simulačního modelu. Jako ověření správnosti simulace poslouží jednak výše uvedené výpočty, jednak výstup z programu Sichr.

#### Nadřazená síť vn

Síť vn 22 kV/ 50 Hz má deklarovaný zkratový výkon  $S_{Q=}$  76 MVA. Je tedy nutné spočítat impedanci sítě. Zkratový proud sítě určíme ze vztahu (1).

$$I_{kQ}'' = \frac{c \cdot S_Q}{\sqrt{3} \cdot U_{nQ}} \quad (1)$$

kde  $c$  je napěťový součinitel pro výpočet maximálních resp. minimálních zkratových proudů pro vn síť koeficient  $c$  nabývá hodnot 1,1 pro maximální zkratové proudy a 1,0 pro minimální. V tomto případě řešíme zkratový proud jako ověření správnosti simulace, tedy za koeficient  $c$  dosazujeme hodnotu 1. Zkratový proud sítě vn v místě připojení transformátoru je  $I_{K3}'' = 2$  kA. Impedanci sítě vn určíme ze vztahu (2).

$$Z_Q = \frac{c \cdot U_{nQ}}{\sqrt{3} I_{K3}''} \quad (2)$$

Hodnota impedance  $Z_Q$  vychází 6,35  $\tilde{\Omega}$  Pro další výpočty je nutno znát reaktanci  $X_Q$  a odpor  $R_Q$  sítě. V některých případech (nejhorší případ) se uvede reaktance  $X_Q$  rovna impedanci  $Z_Q$  (sítě vvn), pro kabelové sítě nn se někdy uvádí jen odpor  $R_Q$ . V lit. [2] nalezneme pro síť 22 kV  $X_Q = 0,987 Z_Q$  a  $R_Q = 0,16 X_Q$ . Impedance sítě je tedy  $Z_Q = 1,003 + 6,268j \Omega$ . Lit. [1] uvádí koeficienty  $X_Q = 0,995 Z_Q$  a  $R_Q = 0,1 X_Q$ . Zvolíme koeficienty a výpočet dle lit. [2]

Pro potřeby numerického výpočtu (nikoliv simulace) je nutné impedanci sítě přepočítat na hladinu nízkého napětí tj. 3\* 400 V. Přepočet se provede kvadrátem převodového poměru transformátoru  $t$ , tedy přibližně podle poměru jmenovitých napětí sítí (3).

$$Z_{Qt} = \frac{Z_Q}{t^2} \cong Z_Q \cdot \frac{400^2}{22000^2} \quad (3)$$

Impedance  $Z_{Qt} = 2,1 \cdot 10^{-3} \tilde{\Omega}$  resp.  $Z_Q = 3,315 \cdot 10^{-4} + 2,072 \cdot 10^{-3}j \Omega$ .

Pozn. pro výpočet nejvyššího(nejnižšího) zkratového proudu je nutno do výpočtu impedance zahrnout napěťový součinitel.



### Distribuční transformátor

Jako distribuční transformátor byl zvolen / použit typ TOHn 319/22.1. Transformátor má napětí nakrátko  $u_k$  při 75 °C 4 %. Ztráty nakrátko  $\Delta P_k = 2350$  W, ztráty naprázdno  $\Delta P_0 = 300$  W, vinutí je Yzn 1, převod 22 000/ 400 V, jmenovitý zdánlivý příkon  $S_N = 160$  kVA. Pro simulace nám tyto skutečnosti stačí, pro výpočet je třeba určit souslednou a nulovou impedanci transformátoru. Souslednou impedanci transformátoru  $Z_T$  spočteme např. podle vztahu (4)

$$Z_T = \frac{u_{kr}}{100 \%} \cdot \frac{U_{rT}^2}{S_{rT}} \quad (4)$$

Sousledná impedance vychází  $Z_T = 0,04 \ \Omega$  Hodnoty sousledného odporu a reaktance spočteme podle vztahů 5 a 6.

$$R_T = \frac{P_{krT}}{3I_{rT}^2} \quad (5)$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} \quad (6)$$

Pro připomenutí jmenovitý proud transformátoru  $I_N = I_{rT}$  určíme ze vztahu (7)

$$I_{rT} = \frac{S_N}{\sqrt{3}U_N} \quad (7)$$

Výsledné hodnoty jsou  $R_T = 0,01468 \ \Omega$  ,  $X_T = 0,0372 \ \Omega$ .

Transformátor je v konfiguraci Yzn1. Je třeba pro výpočet jednofázového zkratu určit hodnoty netočivých impedancí. Tyto nalezneme na štítku transformátoru, resp. je poskytné výrobce. Literatura [2] uvádí pro netočivé impedance transformátorů Yzn1 typické hodnoty  $Z_{(0)T} = 0,15 - 0,4 Z_T$ . Volíme hodnotu  $Z_{(0)T} = 0,4 Z_T = 5,87 \cdot 10^{-3} + 14,9 \cdot 10^{-3} \ \Omega$ .

Pro výpočty v souladu s ČSN EN 90909-0 je třeba stanovit korekční součinitel pro impedanci dvouvinuťového transformátoru a podle něj změnit hodnotu impedance.  $Z_{TK} = R_{TK} + jX_{TK} = K_T \cdot Z_T$

$$K_T = 0,95 \cdot \frac{c_{max}}{1 + 0,6x_T} \quad (8)$$

kde  $x_T$  je poměrná reaktance transformátoru  $x_T = X_T / (U_{rT}^2 / S_{rT})$  a  $c_{max}$  odpovídá jmenovitému napětí sítě připojené ke straně nižšího napětí síťového transformátoru.

$$K_T = 0,95 \cdot \frac{1}{1 + 0,6 \cdot \frac{0,0372}{1}} \cong 0,93 \quad (9)$$

Pro výpočty použijeme reaktanci transformátoru s korekčním součinitelem  $K_T$  pro souslednou i nulovou složku. Korigované impedance mají hodnoty:

$$Z_{TK} = R_{TK} + jX_{TK} = 0,01365 + j 0,0346 \ \Omega.$$
$$Z_{(0)TK} = R_{(0)TK} + jX_{(0)TK} = 5,46 \cdot 10^{-3} + j 13,8 \cdot 10^{-3} \ \Omega.$$

### Parametry transformátoru v programu Sicr 7.0 (TEHn 318 – 22/04 kV – stejný typ)

$$Z_{TK} = R_{TK} + jX_{TK} = 0,0147 + j 0,03721 \ \Omega.$$

### Parametry transformátoru v programu EMTP-ATP

Zadaly se výsledky zkoušky nakrátko, program si sám spočítal  $Z_{TK}$ ,  $R_{TK}$ ,  $X_{TK}$

Bohužel nebylo možno zadat konfiguraci Yzn1, proto byla zvolena konfigurace Yd1. Viz závěr.

### Vedení AIFe 6 – 35 mm<sup>2</sup>

Vedení je AIFe 6 – 35 mm<sup>2</sup>. Jeho délka je 1000 m. Z lit. [5] jsem vyhledal parametry – max. odpor lana  $R_1 = 0,778 \Omega \text{ km}^{-1}$ , pro simulace dále průměr lana 8,4 mm, průměr ocelové duše 2,8 mm.

Zadány byly do programu EMTP-ATP tyto údaje pro lana:

$R_{in} = 0,14 \text{ cm}$  / vnitřní poloměr vodivého jádra Al (poloměr ocelového lana)  
 $R_{out} = 0,42 \text{ cm}$  / vnější poloměr vodivého jádra Al (poloměr lana AIFe)

$R_{resis} = 0,778 \Omega \text{ km}$  / odpor lana AIFe  
 $H_{oriz} = 0,4 \text{ m}$  / horizontální vzdálenost vodičů  
 $V_{tower} = 5 \text{ m}$  / výška stožáru  
 $V_{mid} = 5 \text{ m}$  / střední výška vedení nad zemí  
 $Distance = 6,2 \text{ mm}$  / vzdálenost žil od středu (vždy s fázovým posunem 90°)  
 $Separ = xx$  / vzdálenost vodičů svazku – zde nemá smysl  
 $Alpha = xx$  / úhel, který mezi sebou svírají vodiče svazku – zde nemá smysl  
 $NB = xx$  / počet vodičů ve svazku, zde nemají smysl

Zadány byly do programu EMTP-ATP tyto údaje pro vedení:

$R_{ho} = 100 \Omega \text{ m}$  / rezistivita půdy  
 $freq \text{ init} = 50 \text{ Hz}$  / frekvence pro kterou jsou parametry počítány  
 $L = 1 \text{ km}$  / délka vedení  
 $transpose = \text{ON}$  / transpozice vedení – pro zprůměrování hodnot  $R, X$   
 $Auto \text{ bundling} = \text{ON}$  / automatické přiřazení vodičů do svazku  
 $Skin \text{ effect} = \text{ON}$  / skin efekt  
 $Bergerom = \text{ON}$  / model podle kterého je vedení počítáno

### Parametry vedení v EMTP – ATP vyšly následně:

$R_1 = 0,7789 \Omega/\text{km}$ ,  $X_1 = 0,3129 \Omega/\text{km}$ ,  $R_0 = 1,203 \Omega/\text{km}$ ,  $X_0 = 1,259 \Omega/\text{km}$   
( $R_0/R_1 = 1,54$ ,  $X_0/X_1 = 4$ )

Pro účely numerických výpočtů je nutné vypočítat nebo určit hodnotu sousledné reaktance vedení, dále pak hodnoty netočivých odporů a netočivé reaktance vedení. Protože se mi nechce počítat, zvolím z lit. [2] směrnou hodnotu reaktance sousledné reaktance  $X_1 = 0,3 \Omega \text{ km}^{-1}$ .

Pozn. V lit.[4] resp.[3] jsou uvedeny metodiky výpočtu, v lit. [3] je rovněž uvedena typická reaktance venkovního nn vedení.

Z lit. [3] budeme čerpat při určení netočivé složky odporu a reaktancí. V tab.4. je uveden poměr pro Al 95 přibližně  $R_0/R_1 = 2$  a  $X_0/X_1 = 3$ . Tyto data jsou pro jiný průřez, ale stejnou napěťovou hladinu. Lit. [3] uvádí i metodiku výpočtu, ta je ovšem zdlouhavá.

### Parametry vedení AIFe 6 – 35 mm<sup>2</sup> délky 1000 m jsou:

$R_1 = 0,778 \Omega$ ,  $X_1 = 0,3 \Omega$ ,  $R_0 = 1,556 \Omega$ ,  $X_1 = 0,9 \Omega$  ( $R_0/R_1 = 2$ ,  $X_0/X_1 = 3$ )

### Parametry vedení AIFe 6 – 35 mm<sup>2</sup> délky 1000 m v programu Sichr 7.0 jsou:

$R_1 = 0,778 \Omega$ ,  $X_1 = 0,304 \Omega$ ,  $R_0 = 2,028 \Omega$ ,  $X_1 = 1,52 \Omega$  ( $R_0/R_1 = 2,6$ ,  $X_0/X_1 = 5$ )

### Kabel CYKY 4\*35 mm<sup>2</sup>

V rámci simulací byly rovněž ověřeny simulace v síti TN-C (stejná topologie sítě), kde místo vedení AIFe 6 – 35 mm<sup>2</sup> byl zvolen kabel CYKY 4\*35mm<sup>2</sup>. Za účelem výpočtu byly údaje  $R_0/R_1$  a  $X_0/X_1$  kabelu převzaty z norem ČSN 33 3020, resp. ČSN 34 1610. Údaje jsou v relaci s údaji v IEC 909-2.

### Parametry vedení CYKY 4\*35 mm<sup>2</sup> délky jsou:

$R_1 = 0,62 \Omega/\text{km}$ ,  $X_1 = 0,075 \Omega/\text{km}$  (ČSN 341610) a  $R_0/R_1 = 1,5$ ,  $X_0/X_1 = 10$  ( $R_0 = 0,93 \Omega/\text{km}$ ,  $X_0 = 0,75 \Omega/\text{km}$ )

Pro zadání parametrů kabelu do programu ATP bylo nutno vyzískat jiné údaje. Ty byly zjištěny jednak z podkladů aktuálních výrobců kabelů (Prakab, jmenovitě pak průměr kabelu), jednak z dnes již neplatné normy ČSN 34 7615 (jmenovitě tloušťky kabelových plášťů a izolace vodičů).

Zadány byly do programu EMTP-ATP tyto údaje pro žíly:

$R_{in} = 0$  / vnitřní poloměr vodivého jádra žíly  
 $R_{out} = 3,34 \text{ mm}$  / vnější poloměr vodivého jádra žíly  
 $R_{ho} = 2,17 \cdot 10^{-8} \text{ } \square \text{ m}$  / vodivost jádra při teplotě 60 °C  
 $\mu_u = 1$  / relativní permeabilita jádra  
 $\mu_u (\text{ins}) = 1$  / relativní permeabilita základní izolace  
 $\epsilon_r = 5$  / relativní permitivita základní izolace  
 $\text{Distance} = 6,2 \text{ mm}$  / vzdálenost žil od středu (vždy s fázovým posunem 90°)

Zadány byly do programu EMTP-ATP tyto údaje pro kabel:

$\text{Depth} = 13,2 \text{ mm}$  / zde nemá smysl, jinak obecně poloměr od středu kabelu k povrchu země (hloubka uložení)  
 $R_{in} = 13,2 \text{ mm}$  / vnitřní poloměr stínící žíly (pozor zaškrtnout „infinite thickness“ )  
 $R_{out} = 13,2 \text{ mm}$  / vnější poloměr stínící žíly (pozor zaškrtnout „infinite thickness“ )  
 $R_{ins} = xx \text{ mm}$  / vnější poloměr vnější izolace, celkový poloměr, zde nemá smysl  
 $R_{ho} = 0,1 \text{ } \square \text{ m}$  / resistivita pláště, zde je vhodné dosadit 0,1 tím se zohlední další paralelní cesty proudu  
 $\mu_u (p) = 1$  / relativní permeabilita pláště stínění  
 $\epsilon_r (\text{in}) = 4$  / relativní permitivita výplně  
 $\epsilon_r (\text{out}) = 1$  / relativní permitivita pláště na stínění (přídavná izolace), není  
 $R_{ho} = 100 \text{ } \square \text{ m}$  / resistivita půdy  
 $\text{freq init} = 50 \text{ Hz}$  / frekvence pro kterou jsou parametry počítány  
 $L = 1000 \text{ m}$  / délka kabelu  
 $\text{snaking} = \text{ON}$  / transpozice žil kabelu – pro zprůměrování hodnot  $R, X$

**Parametry kabelu v EMTP – ATP vyšly následně:**

$R_1 = 0,6309 \text{ } \Omega/\text{km}$ ,  $X_1 = 0,1007 \text{ } \Omega/\text{km}$ ,  $R_0 = 1,019 \text{ } \Omega/\text{km}$ ,  $X_0 = 1,222 \text{ } \Omega/\text{km}$   
( $R_0/R_1 = 1,61$ ,  $X_0/X_1 = 12$ )

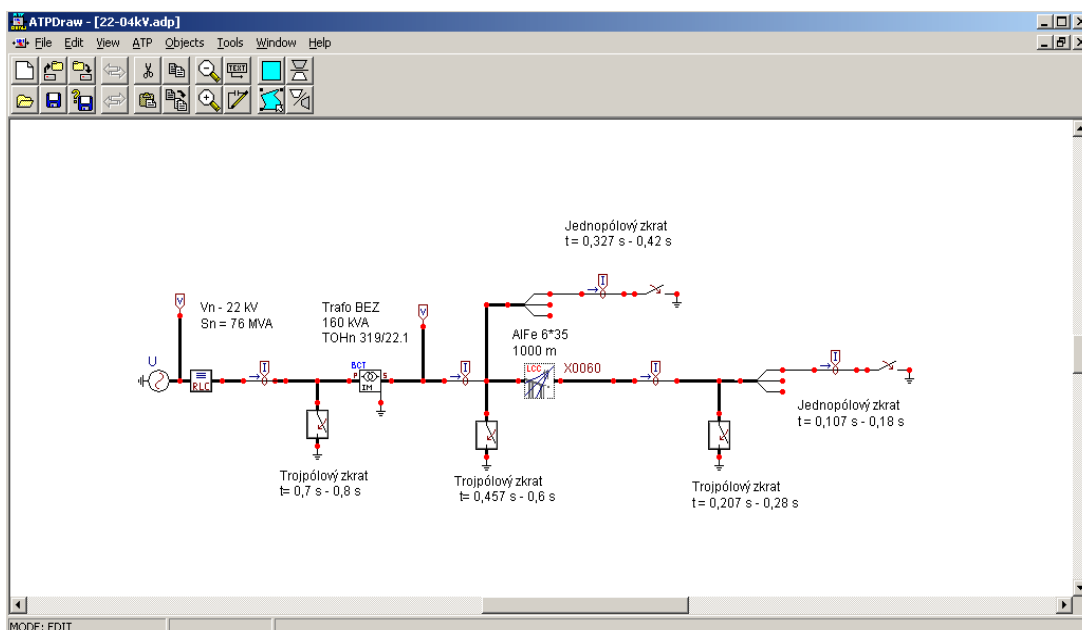
Pozn. Podle velikosti parametru  $R_{ho}$  se značně liší nulové složky reaktance, proto jsem „odladil“ parametr  $R_{ho}$  tak, aby odpovídal zhruba IEC 909-2 resp. ČSN 33 3020. Vodivost okolní zeminy, množství paralelních cest a způsob uložení kabelu (jakož i existence stínění) značně ovlivňuje parametry  $X_0$ ,  $R_0$  a do jisté míry i parametry  $R_1, X_1$ .

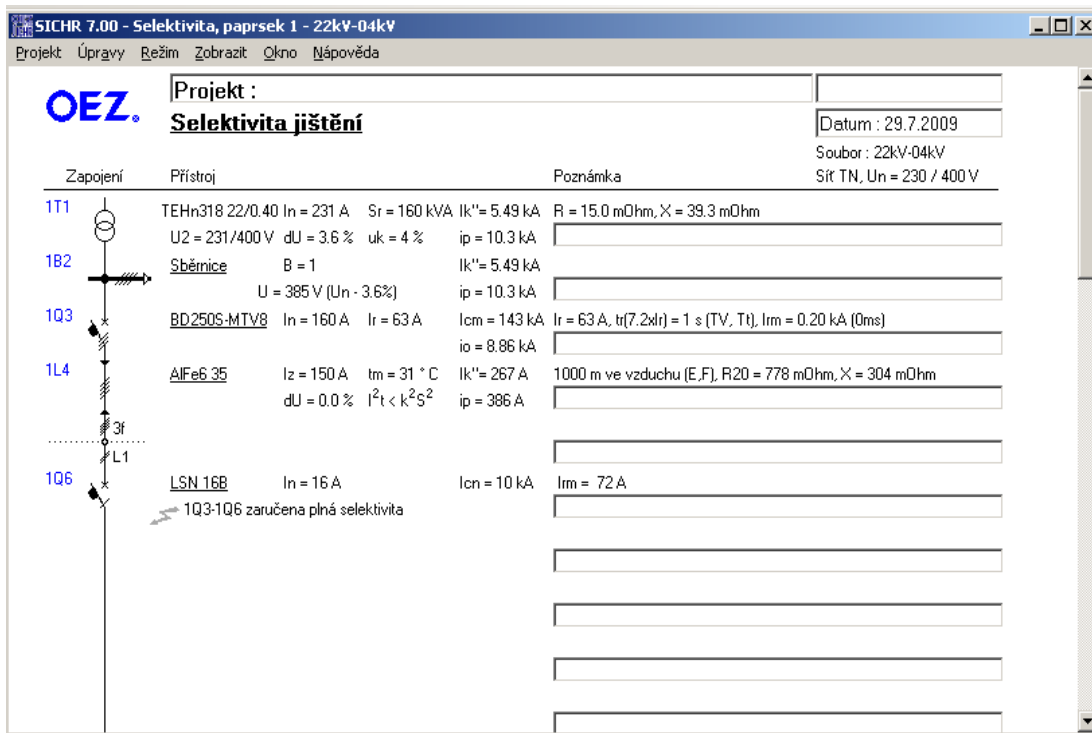
**Parametry vedení CYKY 4\* 35 mm<sup>2</sup> délky 1000 m v programu Sichr 7.0 jsou:**

$R_1 = 0,537 \text{ } \Omega$ ,  $X_1 = 0,086 \text{ } \Omega$ ,  $R_0 = 0,8055 \text{ } \Omega$ ,  $X_0 = 0,86 \text{ } \Omega$  ( $R_0/R_1 = 1,5$ ,  $X_0/X_1 = 10$ )

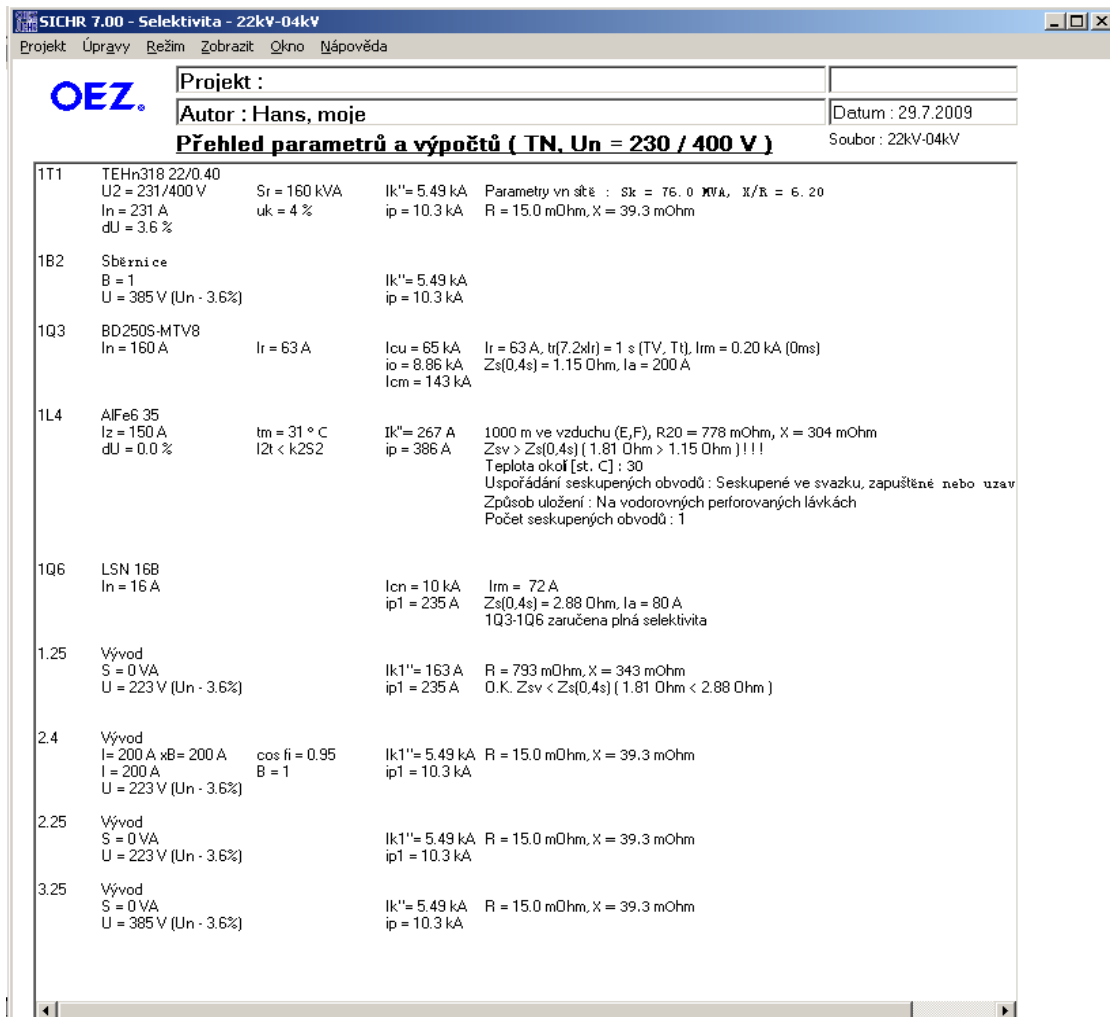
Uvedený odpor je zastudena, proto byl posléze přepočítán na teplotu jádra 60°C

### 3. Výsledky

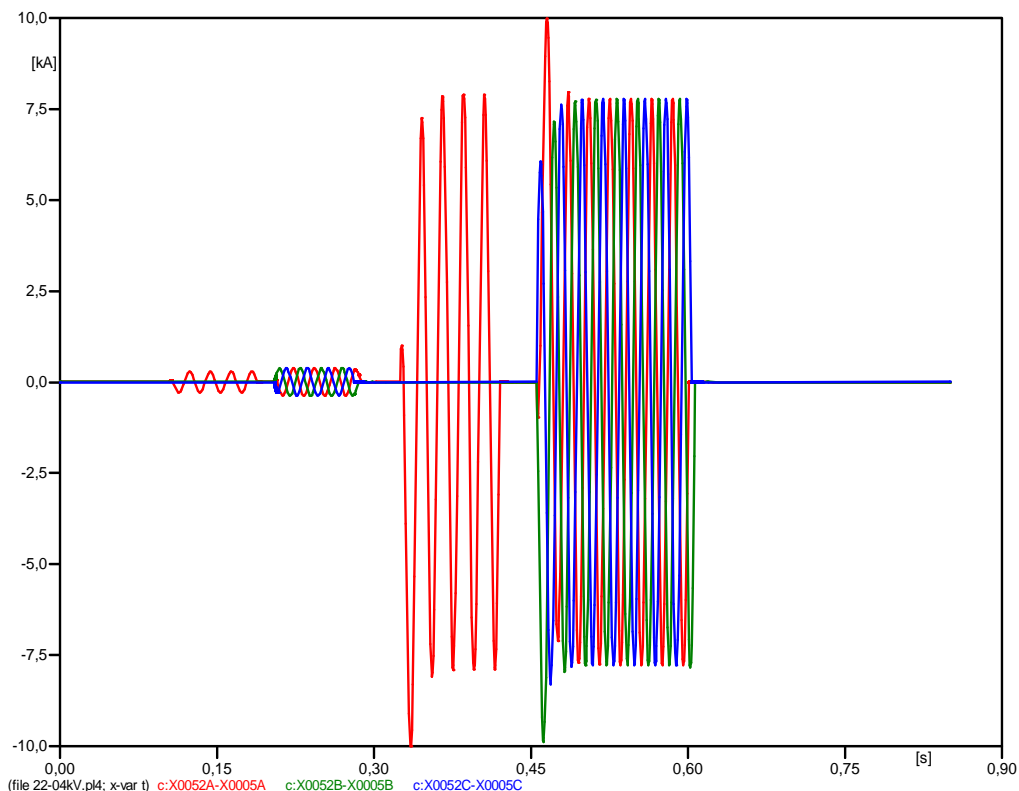




Obr. 3 - Výpočty v programu Sichr 7.0



Obr. 4 – Verifikace výpočtů v programu Sichr – všechny výpočty



Obr. 5. Průběhy proudů na sekundárních svorkách distribučního transformátoru pro jednofázové a třífázové zkraty na konci vedení ( $t_{1k} = 0,105$  s,  $t_{3k} = 0,205$  s) a za hlavním deionem ( $t_{1k} = 0,305$  s,  $t_{3k} = 0,455$  s)

Na výše uvedených obrázcích je vyobrazeno jednak okno výpočtů a sestavování větve v programu Sichr 7.0 (Obr. 3 a Obr. 4), jednak je zde ukázáno schéma pro simulaci v programovém prostředí EMTP-ATP (kresleno v programu ATP Draw 4.02) viz obr. 2. Na obr. 5 je pak okamžitý průběh proudů pro trojpólový a jednopólový zkrat na svorkách sekundárního vinutí transformátoru resp. na konci vedení (zde AIFe).

#### 4. Závěr

Výsledky jednotlivých simulací a výpočtů a jejich vzájemné srovnání je přehledně uvedeno v Tab. 1. V Tab. 2 je provedeno srovnání pro stejnou simulaci, ale místo vedení AIFe 6- 35 mm<sup>2</sup> je počítáno s vedením CYKY 4B\*35 mm<sup>2</sup>, uloženém v zemi.

Parametr	EN 60909-0	Sichr 7.0	EMTP-ATP
$I_{3K}''$ konec vedení	267 A	267 A	266 A
$I_{1K}''$ konec vedení	196 A	163 A	201 A
$i_p$ konec vedení	386 A	386 A	378 A
$i_{1p}$ konec vedení	283 A	235 A	290 A
$I_{3K}''$ distr.transf.	5,86 kA	5,49 kA	5,49 kA
$I_{1K}''$ distr.transf.	7,39 kA	5,49 kA	5,58 kA *
$i_p$ distr.transf.	11,0 kA	10,3 kA	10,32 kA
$i_{1p}$ distr.transf.	13,9 kA	10,3 kA	10,46 kA *

\* - nebyl k dispozici model Yzn1, použit model Dy1, ten má zpravidla  $Z_{(0)T} = Z_{(1)T}$

Tab. 1 - Srovnání výsledků výpočtů dle EN 60909-0, Sichr 7.0 a EMTP-ATP pro AIFe 6 - 35

Jak je patrné pro trojfázové ustálené zkratové proudy jsou všechny tři metody určení zkratového proudu prakticky ekvivalentní. Chyba je nanejvýš cca 6%. Rovněž určení nárazového zkratového proudu  $i_p$  je relativně přesné.

Pro jednofázové zkraty nešlo v programu EMTP-ATP zadat model Yzn1 pro TOHn. Vzhledem k faktu, že programy Sichr 7.0 i EMTP-ATP mají zhruba stejné výsledky lze usoudit, že oba programy dosazují  $Z_{(0)T} = Z_{(1)T}$ , přičemž ČSN 33 3020 uvádí hodnotu  $Z_{(0)T} = 0,15 - 0,4 Z_{(1)T}$ , IEC 909-2 dokonce  $Z_{(0)T} = 0,1 Z_{(1)T}$  je výpočet pro jednofázový zkrat zejména v blízkosti distribučního transformátoru nepřesný, chyba dosahuje 25 %.

Pro jednofázový zkrat na konci vedení byly hodnoty pro výpočet pro vedení AlFe odhadnuty z IEC 909-2, výpočet programem EMTP-ATP uvádí pro zadané parametry hodnoty podobné, v programu Sichr 7.0 je  $R_0/R_1 = 2,6$  a  $X_0/X_1 = 5$ , proto jsou hodnoty logicky cca o 20 % nižší.

Parametr	EN 60909-0	Sichr 7.0	Sichr 7.0 *	EMTP-ATP
$I_{3K}''$ konec vedení CYKY	357 A	408 A	357 A	349 A
$I_{1K}''$ konec vedení CYKY	286 A	309 A	278 A	249 A
$i_p$ konec vedení CYKY	515 A	589 A	515 A	494 A
$i_{1p}$ konec vedení CYKY	413 A	446 A	400 A	353 A

\* Protože Sichr počítal s jiným odporem vedení (blízký odporu zastudena), byl odpor kabelu popraven na odpor 0,62  $\Omega$ .

Tab. 2 - Srovnání výsledků výpočtů dle EN 60909-0, Sichr 7.0 a EMTP-ATP pro 1000 m vedení CYKY 4\*35 mm<sup>2</sup>

Podle velikosti parametru  $R_{ho}$  se značně liší nulové složky reaktance, proto jsem „odladil“ parametr  $R_{ho}$  tak, aby odpovídal zhruba IEC 909-2 resp. ČSN 33 3020. Vodivost okolní zeminy, množství paralelních cest a způsob uložení kabelu (jakož i existence stínění) značně ovlivňuje parametry  $X_0$ ,  $R_0$  a do jisté míry i parametry  $R_1, X_1$ .

Pro zkrat na konci vedení CYKY 4B\*35mm<sup>2</sup> jsou hodnoty uvedeny v tabulce 2. Pro vedení CYKY 4\*35 počítá program Sichr s jinou teplotou (a odporem) vedení než EMTP-ATP resp. použitý numerický výpočet, proto byl manuálně změněn odpor na odpor při teplotě 60°C.

Podle velikosti parametru  $R_{ho}$  se značně liší nulové složky reaktance, proto jsem „odladil“ parametr  $R_{ho}$  tak, aby odpovídal zhruba IEC 909-2 resp. ČSN 33 3020. Vodivost okolní zeminy, množství paralelních cest a způsob uložení kabelu (jakož i existence stínění) značně ovlivňuje parametry  $X_0$ ,  $R_0$  a do jisté míry i parametry  $R_1, X_1$ .

Cílem tohoto vyšetřování bylo srovnání možností výpočtu zkratových proudů v instalacích nn. Výpočty nejsou provedeny pro nejvyšší resp. nejnižší zkratové proudy tak jak požaduje ČSN EN 60909 – 0. Pro tyto výpočty by bylo třeba přepočítat odpory vedení na nejnižší, resp. nejvyšší uvažovanou teplotu. Ze srovnání plyne, že výsledky výpočtů pomocných programů se pro trojpólové zkraty v zásadě slučují s výpočty podle předmětné normy, pro jednopólové zkraty tyto programy mají již určitou nepřesnost.

Největším problémem je získání vstupních údajů pro výpočty, jehož možné řešení jsem se v tomto příspěvku mimo jiné snažil ukázat.

## 5. Literatura a odkazy

- [1] ČSN EN 60909-0 – Zkratové proudy v trojfázových soustavách, část 0 – výpočet proudů
- [2] ČSN 33 3020 – Výpočet poměrů při zkratech v třífázové elektrizační soustavě
- [3] ČSN IEC 909-2 – Data pro výpočty zkratových proudů v souladu s IEC 909
- [4] Bartoněk, J., Bednár, I., Hudeczek, M., Kolářček, J. Metodika projektování elektrických sítí Albrechtice u Českého Těšína, 1998.
- [5] ČSN 02 4210 – Hliníkové laná a hliníkové laná s ocelovou dušou pro elektrické vedení
- [6] ČSN 34 1610 - Elektrotechnické předpisy ČSN. Elektrický silnoproudý rozvod v průmyslových provozovnách
- [7] ČSN 34 7615 - Silové kabely do 35 kV

# Možnosti eliminácie rušivého svetla v budovách

Marián Flimel, doc. Ing. CSc. – autorizovaný stavebný inžinier

Fakulta výrobných technológií TU v Košiciach so sídlom v Prešove, Bayerova ul.č.1, Prešov, SR  
e-mail: marian.flimel@tuke.sk

## Abstrakt

Článok sa zaberá možnosťami znižovania rušivého nočného svetla v interiéroch budov. Kľúčovú úlohu tu zohráva okno a zatemňovacie prvky. Doložené sú merania priepustnosti svetla niektorými zatemňovacími prvkami pri rôznych zdrojoch umelého svetla. V článku sú uvedené aj subjektívne hodnotenia rušivého svetla v interiéroch budov.

## Úvod

Pojem rušivé nočné svetlo sa v súčasnosti vníma dvojako. Jedna skupina odborníkov upozorňuje na nežiaduce účinky rušivého svetla v nočných hodinách (nadmerný jas v mestských aglomeráciách, problémy so spánkom u ľudí, narušenie rytmu deň – noc atď.) a predpisuje tzv. optimálne riešenia umelého osvetlenia. Druhá skupina zastáva protikladný názor v pôsobení rušivých účinkov umelého svetla a technických spôsobov jeho riešenia v exteriéri. [1] Tento príspevok poukazuje na možnosti, charakteristiku, vnímanie a hodnotenie rušivého svetla v interiéri budov. Parametre rušivého svetla v interiéri závisia na prenosovej ceste svetla cez transparentné a tieniace prvky konštrukcií obvodového plášťa.

Umelé svetlo zo zdrojov vo vonkajšom prostredí je nežiaduce v miestnostiach obytného domu určených na nočný odpočinok - v spálňach. Táto miestnosť odpočinku má spĺňať požiadavky na úplnú regeneráciu síl človeka počas nočnej periódy dňa.. Lekárske výskumy odporúčajú pre spánok úplnú tmu. Prof. M. Mikulecký odporúča mať cez deň čo najviac slnečného svetla a cez noc byť v najčernejšej tme. Najsilnejší tlmivý vplyv na hladinu melatonínu (hormón spánku, brzdí rakovinové bujnenie) má modré svetlo, najmenší svetlo červené a žlté, sodíkové).[2]

## Rušivé svetlo ako funkcia pôsobenia rôznych faktorov

Funkčnú závislosť (f) pôsobenia rušivého svetla v interiéri (obstrusive light – OL) môžeme uviesť nasledovne [3]:

$$OL = f(T, I, C, F, K, P, W, S,) \quad (1)$$

Jednotlivé symboly znamenajú:

T (time) – čas, dĺžka pôsobenia na exponovanú osobu

I (illumination) – osvetlenosť posudzovaného miesta v interiéri - možnosti:

→ priamy dopad lúčov umelého svetla od vonkajšieho zdroja + dopad lúčov odrazených + jas nočnej oblohy  
→ dopad len lúčov odrazených od vzdialeného vonkajšieho zdroja alebo od konštrukcií budovy + jas nočnej oblohy

C (colour) – farba svetla (žltá, biela, modrá... ) s možnosťami:

→ farebného podania svetla (index  $R_a$ ) jedného či viacerých identických zdrojov umelého svetla v exteriéri

→ farebného podania svetla (index  $R_a$ ) viacerých rôznorodých zdrojov umelého svetla v exteriéri

F (flicker) – blikanie svetla

K (kind) - druh zdroja svetla: prirodzené (Mesiak, hviezdna obloha), umelé (vonkajšie osvetlenie, reklama), kombinácie

P (place) – miesto pôsobenia (geometrické a optické vlastnosti miestnosti), umiestnenie miestnosti vo vzťahu

k rušivému svetlu ( podlažie, smer)

W (way) – prenosová cesta lúčov rušivého svetla

S (subject) – človek a jeho vnímanie rušivého svetla, poloha očí k rušivému svetlu.

Rušivé svetlo je teda funkčne závislé od objektívnych (merateľných) parametrov a ich vzájomných interakcií v čase. Pôsobenie rušivého svetla má však aj subjektívnu dimenziu vo vnímaní nočného svetla človekom.

## Vnímanie rušivého svetla

Vnímanie rušivého svetla človekom je individuálne. Sú jedinci, ktorým nočné svetlo nevadí a sú zase iní, ktorým prekáža pri spánku. Kvalita spánku môže prerásť do nespavosti čím sa narúša rovnováha organizmu.

Prof. V. Donič varuje: „ U diabetika stačí hodina nespavosti na to, aby sa zmenila hladina cukru v krvi a znížila citlivosť na inzulín. Je dokázané, že nedostatok spánku má vplyv na imunitu. Existuje dokonca vzťah medzi poruchami spánku a rakovinou. Chronickí „ nespáči“ majú štyrikrát vyššiu pravdepodobnosť, že prepadnú depresii alebo závislosti na alkohole“. Biologické hodiny človeka sú nastavené podľa intenzity svetla, ktoré dopadá na sietnicu oka. Reaguje na ne každá bunka v tele a riadi sa podľa nich aj tvorba niektorých hormónov, napríklad rastového. Kto menej spí, príberá.[4]

Nočné svetlo je subjektívne často vnímané ako rušivé. Táto skutočnosť bola zisťovaná formou ankety na 124 respondentoch. Tvorili ich väčšinou študenti našej fakulty a obyvatelia jedného bytového domu, štyria respondenti mali vek do 20 rokov, 102 respondentov malo vek 20 – 30 rokov, štyria mali vek 30 – 40 rokov, šiesti 40 – 50 rokov a deväti 50 – 60 rokov. Výsledky prieskumu sú na nasledujúcej tabuľke č.1.

otázka	odpoveď
Svieti pred Vaším oknom spálne umelé svetlo v noci ?	áno : 60% , nie : 40 %
Preniká toto svetlo do interiéru spálne tak, že nie je úplná tma a rozoznávate predmety?	áno : 26,7% , niekedy 39,5 % , nie : 33,8 %
Prekáža vám rušivé svetlo?	áno : 14,5 % , niekedy : 21% , nie : 64,5%
Ak v noci spíte, zatemňujete okná?	áno : 67,7 % , nie : 32,3 %
Aké zatemňovacie prvky používate? (Poznámka : použité sú aj dva prvky súčasne)	vertikálne látkové žalúzie : 3,2 % horizontálne hliníkové žalúzie : 62 % rolety : 3,2 % látkový záves : 11,2 % záclony : 27,4 %
V miestnosti kde spíte sú zdroje svetla, ktoré osvetľujú priestor?	áno :29,8 % , nie : 70,2 %

Tabuľka 1.: Výsledky ankety vnímania rušivého svetla

Z prieskumu vyplýva, že rušivé umelé svetlo z vonkajších zdrojov tvoria vonkajšie osvetľovacie telesá, svetlá áut, okná protistojacich domov a svetelná reklama. Viac ako jednej tretine respondentov rušivé svetlo vadí stále, alebo niekedy. V interiéri sa nedosahujú hodnoty úplnej tmy stále alebo niekedy u 66,2 % respondentov a má na to vplyv aj aktívne pôsobenie vnútorných zdrojov svetla skoro u 30% respondentov – svetlené displeje a kontrolky rádií, rádiobudíkov, HiFi veže a niektoré komponenty PC.

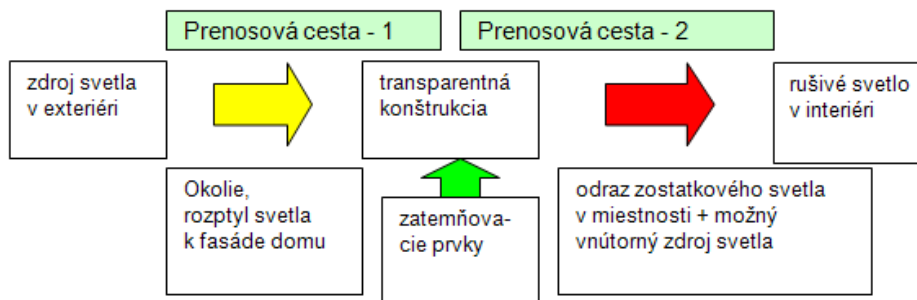
## Prestup rušivého svetla do interiéru a možnosti jeho eliminácie

Rušivé svetlo je svetlo zo zdrojov umelého svetla vo vonkajšom prostredí okrem svetla z dopravných prostriedkov a okrem svetla z verejného osvetlenia, ktoré po dopade na vonkajšiu plochu osvetľovacieho otvoru obytnej miestnosti svojim pôsobením subjektívne obťažuje užívateľov obytnej miestnosti.[5] Táto legislatívna formulácia platná v Slovenskej republike vylučuje z pôsobnosti rušivého svetla verejné osvetlenie a dopravné rušivé svetlo. V paragrafe 5 udáva ako zdroje rušivého svetla reklamné pútače, osvetľovacie zariadenia nádvorí závodov, stavebných dvorov a parkovísk. Tieto sa majú navrhovať tak, aby svetlo z týchto zariadení v čo najmenšej miere dopadalo na okná obytných miestností. Ak sa dopadu svetla nedá zabrániť, nesmú byť prekročené limitné hodnoty rušivého svetla uvedené v tabuľke citovanej Vyhlášky. Vo veľkých mestách s vysokou aktivitou v noci (zóna E4) je určená vertikálna osvetlenosť vonkajšej plochy okna (v strede) do 22,00 hod. hodnotou  $E_v = 25 \text{ lx}$  a po 22,00 hod. hodnotou  $E_v = 5 \text{ lx}$ . Prestup takéhoto svetla do interiéru je podľa schémy na obrázku č.5. Významnú úlohu tu zohráva zatemňovací prvok na okne.

Európska legislatíva považuje za rušivé svetlo množstvo neželaných foriem svetla alebo osvetlenia. [6] Rušivé svetlo združuje 5 efektov – účinkov: oblohová žiaru (sky glow = sky luminance, = site Aura), výskyt svetla (light present), prenikavé svetlo, lesk (glare) - rušené preniknutie svetla (intrusion), a kmitanie - mihanie svetla (flicker).[7]

Súčasná legislatíva neurčuje limitné hodnoty vertikálnej osvetlenosti  $E_v$  (lx) na vnútornej strane okna v interiéri.





Obrázok 1: Prenosové cesty nočného svetla do interiéru – schéma

Navrhnuť spôsoby eliminovania rušivého svetla možno opäť v rôznych etapách [8]:

V štádiu návrhu – dizajnu prostredia – optimálne:

- v rámci urbanistického dizajnu orientovať obytné súbory mimo zdrojov umelého osvetlenia (dopravné komunikácie, reklamné billboardy), domy situovať v dostatočnej vzdialenosti od seba, aby nedochádzalo k vzájomnému rušeniu umelým osvetlením, navrhovať optimálne systémy verejného osvetlenia [9],
- v rámci architektonického dizajnu orientovať spálne do „tichej, tmavej polohy“ voči vonkajším zdrojom umelého osvetlenia,
- v rámci interiérového dizajnu orientovať postele v spálni pri veľkom zdroji umelého svetla ďalej od okna v polohe za zábranou tvorenou solitérom,
- účelné je aj spájanie všetkých uvedených typov dizajnu, a prediktívna forma návrhu,
- ☉ štandardným riešením je návrh zatemňovacích prvkov s vysokou účinnosťou a schopnosťou zabezpečiť aj požadovanú výmenu vzduchu.

V štádiu realizácie – počas výstavby a pred kolaudačným konaním je potrebné verifikovať uskutočnené dielo meraniami a doladovať hodnoty na optimum.

V štádiu prevádzky – dodatočne umiestňovať a riešiť rôzne spôsoby ochrany pred rušivým nočným svetlom. Táto skutočnosť je dôležitá pri zmenách v exteriéri, napríklad pri novej zástavbe s novými zdrojmi svetla.

### Merania efektívnosti zatemňovacích prvkov

Zatemňovacie prvky, ktoré sa osadzujú do interiérov, slúžia prioritne pre tienie denného prirodzeného svetla (oslňenia), pri tienení umelým svetlom nie sú ich charakteristiky identické. Svetelný prestup (transmisia)  $T$  resp. priesvit je udávaný nasledujúcou formulou

$$T = (E_i / E_e) \times 100 \quad (\%) \quad (2)$$

kde :  $E_e$  - meranie intenzity svetla na vstupe (vonkajšia osvetlenosť plochy zatemňovacieho prvku) (lx)  
 $E_i$  - meranie intenzity svetla na výstupe cez zatemňovací prvok (vnútorná osvetlenosť plochy zatemňovacieho prvku) (lx)



Obrázok 2 : Meranie prestupu umelého svetla cez prvok vertikálnej žalúzie luxmetrom

Efektívnosť zatemňovacích prvkov je daná:

- a) polohou prvkov vo vzťahu k transparentným konštrukciám:
  - pred oknom (vonkajšie žalúzie, rolety, okenice a podobne),
  - v strede okna medzi zasklením (žalúzie),
  - za oknom – z interiérovej strany (závesy, rolety, žalúzie) atď.
- b) možnosťami prekrytia štrbín alebo otvorených krídiel okien zatemňovacími prvkami napríklad pri vetraní (otvorené krídlo okna),
- c) svetelnou priepustnosťou samotných zatemňovacích prvkov v závislosti od ich materiálového a konštrukčného riešenia a druhu umelého resp. prírodného svetla v exteriéri,
- d) prekrytím jednotlivých prvkov (lamiel) do celistvej plochy, tak aby nevznikali štrbiny.

Efektívnosť zatemňovacích prvkov je daná aj kumuláciou jednotlivých popisovaných riešení a)...d).

Výsledky uskutočnených meraní priepustnosti svetla niektorých zatemňovacích prvkov pri rôznych druhoch vonkajšieho svetla a meniacej sa intenzite svetla sú uvedené v nasledujúcej tabuľke pre látkovú žalúziu.

Svetelný zdroj	Slnko	Žiarovka biela	Žiarovka modrá	Žiarovka červená	Žiarivka biela	Neónová trubica	LEDs modrá
T (%)	23,3 až 24,9	39,9 až 40,6	44 až 45	45,5 až 47,8	38,8 až 40	44,2 až 46,6	35,4 až 39,8

Tabuľka 2 :Namerané hodnoty svetelného prestupu látkovou vertikálnou žalúziou bielou

## Záver

Pri navrhovaní interiérov budov je potrebné zohľadňovať aj možnosti pôsobenia rušivého nočného svetla a prioritne sa zaoberať všetkými uvedenými možnosťami pre jeho elimináciu uvedenými v tomto príspevku. Potrebné je aj posúdenie možností riešenia zatemňovacích prvkov a ich účinnosti. Tento fakt však závisí od subjektívneho pocitu obyvateľov a dá sa riešiť počas prevádzkovania bytových priestorov dodatočne.

## Literatúra a odkazy

- [1] Maixner ,T . Optimalizace systému veřejného osvětlení a problém světelného znečistení, In : seminár Slovalux, B.Bystrica 2008
- [2] Flimel, M. New Approaches to Obtrusive Light Evaluation inside Interiors, In: Journal Light & Vis.Env. Vol.31, No.3, 2007, p.23 - 27
- [3] Život sa odohráva pod taktovkou vesmíru, článok Pravda 28.3.2008 s.10
- [4] Snívate o spánku ?, článok Zdravie , marec 2008, s.45
- [5] Vyhláška Ministerstva zdravotníctva SR 539/ 2007 o podrobnostiach o limitných hodnotách optického žiarenia a požiadavkách optického žiarenia v životnom prostredí.
- [6] Gašparovský, D . Novinky v oblasti noriem pre svetlotechnické inštalácie, In: seminár Slovalux, B.Bystrica 2008
- [7] Guidance Note : Controlling Light Pollution and Reducing Lighting Energy Consumption, In ,, www 31.1.2008
- [8] Flimel, M. Problematika rušivého svetla v stavbách In: Svetlo 2005: Zborník zo 16.medzinárodnej konferencie : Jasná- Nízke Tatry, 2005 s.363-368

# Zásady projektování veřejného osvětlení

Ing. Radim Gřes

PTD Muchová, s.r.o., Ostrava, www.ptdov.cz, gres@ptdov.cz

## Úvod

Pro výstavbu zařízení veřejného osvětlení a jeho následný bezpečný a bezproblémový provoz a údržbu je nezbytné zpracování kvalitní projektové dokumentace, která je v souladu se zákony, vyhláškami a technickými normami, případně dalšími závaznými předpisy platnými v dané zemi. Dobře navržená osvětlovací soustava musí splňovat mnoho požadavků na světelně technické parametry, bezpečnost, spolehlivost, šetrnost k životnímu prostředí, hospodárnost apod., v uplynulých dvou desetiletích se rovněž čím dál častěji objevují požadavky na vzhled osvětlovací soustavy a návrh osvětlovacích soustav v urbanisticky dominantních částech měst a obcí bývá nezdárka již ve fázích studií součástí architektonického ztvárnění řešených prostorů. Jedním z nejdůležitějších úkolů projektanta je nalezení přijatelného kompromisu mezi požadavky na bezpečnost, spolehlivost a estetické ztvárnění osvětlovací soustavy a požadavky na hospodárnost provozu soustavy veřejného osvětlení a finančními možnostmi investora.

Pro dodržení všech zásad a požadavků na projekt veřejného osvětlení jsou nezbytné určité znalosti z mnoha oborů lidských činností, které na první pohled s projektováním veřejného osvětlení mnohdy ani nesouvisí. Je proto dosti obtížné pro jednoho člověka sledovat změny, novinky a trendy ve všech těchto oborech a zpracování projektu veřejného osvětlení se všemi náležitostmi se stále častěji stává prací kolektivu, případně vzájemně spolupracujících firem či jedinců.

## Účel projektové dokumentace veřejného osvětlení a oprávnění k projektování

Účel projektové dokumentace, její obsah a způsob zpracování by měly být upřesněny již v rámci smlouvy mezi objednatelem a zhotovitelem projektové dokumentace. Nejčastěji se setkáváme s projektovými dokumentacemi v následujících stupních:

- 1) Studie, investiční záměr, případně jiná předprojektová příprava
- 2) Projektová dokumentace pro územní řízení
- 3) Projektová dokumentace pro stavební řízení
- 4) Projektová dokumentace pro výběr dodavatele stavby
- 5) Realizační dokumentace stavby

Projektové dokumentace staveb mohou být dle požadovaného účelu provedeny jednostupňově nebo vícestupňově. Veškerá činnost podléhající územnímu a stavebnímu řízení musí být prováděna v souladu s obecně platnými právními předpisy, technickými předpisy, vyhláškami, normami apod., zejména se zákonem č. 183/2006 Sb. ve znění pozdějších předpisů (zákon o územním plánování a stavebním řádu) a se zákony souvisejícími a příslušnými vyhláškami, které upravují obsah a členění dokumentace v závislosti na stupni dokumentace a druhu a umístění stavby.

Oprávnění k projektování elektrických zařízení je dáno odbornou způsobilostí projektanta dle vyhlášky č. 50/1978 Sb., o odborné způsobilosti v elektrotechnice, ve znění pozdějších předpisů. Oprávnění projektovat stavby podléhající územnímu a stavebnímu řízení je dáno zákonem č. 360/1992 Sb., o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, ve znění pozdějších předpisů.

Jak bylo uvedeno, podrobný rozsah a členění dokumentace jednotlivých stupňů jsou dány příslušnými právními předpisy a jejich podrobný rozbor mnohonásobně přesahuje rámec tohoto příspěvku. V další části příspěvku se proto budu obecně zabírat technickými aspekty projektování veřejného osvětlení, jejichž rozsah se může lišit v závislosti na stupni zpracovávané projektové dokumentace.

## Výchozí podklady pro zpracování projektové dokumentace veřejného osvětlení

Před vlastním technickým návrhem zařízení veřejného osvětlení musí být ve spolupráci se zadavatelem (investorem) a budoucím správcem zařízení podrobně vymezen územní rozsah stavby veřejného osvětlení při respektování návaznosti na stávající osvětlovací soustavu a další specifické požadavky.

Základním podkladem pro zpracování projektové dokumentace veřejného osvětlení je platná územně plánovací dokumentace a byly-li zpracovány, tak studie a projektová dokumentace předchozího stupně. Důležitými, avšak nikoliv nezbytnými a ne vždy dostupnými výchozími podklady jsou Generel veřejného osvětlení a pasport zařízení veřejného osvětlení v příslušném městě či obci.

Pro zpracování projektové dokumentace veřejného osvětlení je dále nezbytné:

- zajištění aktuálních mapových podkladů řešené oblasti (technická mapa se zaměřením všech povrchových znaků a katastrální mapa)
- ověření omezení v dotčeném území pro umístění stavby (např. stavební uzávěry, památková ochrana, území chráněna zákonem č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů, užívání osobami s omezenou schopností pohybu a orientace apod.)
- ověření plánovaných staveb či záměrů jiných investorů v zájmovém území stavby VO vč. případného řešení časových návazností mezi stavbami a jejich vzájemné koordinace
- zjištění výskytu stávajících sítí technické infrastruktury vč. zajištění podmínek pro provádění stavby od správců těchto sítí
- zjištění stávajícího stavu veřejného osvětlení v dané oblasti vč. zapojení, způsobu ovládání a spínání, možnosti napojení nového zařízení veřejného osvětlení a řešení návaznosti

## **Technické řešení osvětlovací soustavy veřejného osvětlení**

Zpracování technického řešení osvětlovací soustavy veřejného osvětlení můžeme velmi zjednodušeně rozdělit do následujících fází:

### **Světelnětechnický návrh osvětlovací soustavy**

Základem pro světelnětechnický návrh osvětlovací soustavy je stanovení požadovaných parametrů osvětlení dle v ČSN EN 13201-2 v závislosti na třídě osvětlení v souladu s ČSN CEN/TR 13201-1. Nemá-li vlastník zařízení VO, resp. jeho správce pro danou lokalitu, komunikaci či prostor provedeno zatřídění, musí toto provést projektant. Jedná se o poměrně složitý úkol, vyžadující důkladnou znalost lokality vč. znalosti dopravního uspořádání a povolených rychlostí, převládajícího počasí, frekvence dopravy, určení povolených a nepovolených uživatelů komunikací apod.

Po určení požadovaných parametrů osvětlení je možno provést světelnětechnické výpočty, na jejichž základu je možno s přihlédnutím k místním podmínkám, požadavkům na vzhled osvětlovací soustavy a finančním možnostem investora určit vhodný typ svítidel a geometrii osvětlovací soustavy. Světelnětechnické výpočty jsou v současnosti prováděny s využitím výpočetní techniky a vhodného softwaru, který dodávají přímo výrobci svítidel.

Návrh ideální osvětlovací soustavy pak musí být následně přizpůsoben místním podmínkám (ověřit při průzkumu v terénu a/nebo na základě projektu stavebních úprav oblasti), stávajícím či nově navrhovaným inženýrským sítím a jejich ochranným pásmům, stávající či plánované zeleni a požadovaným odstupům od ní, minimálním požadovaným vzdálenostem zařízení veřejného osvětlení od komunikací a nad povrchem komunikací a v neposlední řadě i vlastnictví dotčených nemovitostí, případně dalším majetkoprávním vztahům (např. omezení vyplývající ze zřízených věcných břemen).

### **Návrh rozvodů veřejného osvětlení**

Nezbytností pro návrh libovolného elektrotechnického zařízení je stanovení vnějších vlivů na základě protokolu o stanovení vnějších vlivů v souladu s ČSN 33 2000-3 a dalšími příslušnými normami. Na základě přiřazených vnějších vlivů je možno určit minimální požadavky na jednotlivé komponenty osvětlovací soustavy z hlediska krytí, teplotní a chemické odolnosti, povrchové úpravy atd. Z hlediska bezpečnosti elektrického zařízení je klíčový výběr vhodného ochranného opatření (viz ČSN 33 2000-4-41 ed. 2) a následné dodržení veškerých podmínek a požadavků vyplývajících z volby ochranného opatření. Samotný návrh rozvodů veřejného osvětlení zahrnující jejich dimenzování, propojení, jištění, spínání, ovládání, ochranu před úrazem el. proudem, před atmosférickým přepětím, uzemnění apod. tento příspěvek nezahrnuje (nutno řešit individuálně pro každý případ).

### **Statické výpočty**

Pro zajištění bezpečnosti navrženého zařízení veřejného osvětlení je nezbytné zajištění jeho mechanické odolnosti a stability. Veškeré nosné prvky (stožáry, výložníky, konzoly apod.) je nutno dostatečně dimenzovat pro předpokládané zatížení a předpokládanou životnost v daných podmínkách. Dostatečně dimenzovány musí být rovněž základy podpěr (stožárů), případně ukotvení výložníků a konzol v budovách, na stožárech apod. Při dimenzování základů stožárů a kotvení dalších prvků osvětlovací soustavy je nutno vzít v potaz únosnost zeminy v místě základu, klimatické podmínky, nadmořskou výšku, vnější vlivy prostředí (např. poddolování) atd.

## Zemní práce

Mají-li být na stavbě prováděny jakékoliv zemní práce, musí být v projektové dokumentaci podrobně popsáno jejich provedení. Z projektové dokumentace musí být zřejmé umístění jednotlivých světelných míst, trasa vedení rozvodů veřejného osvětlení, dotčené parcely atd. Rovněž musí být v projektové dokumentaci řešen způsob uložení a ochrany kabelů a zemničů veřejného osvětlení, způsob křížení kabelů veřejného osvětlení s cizími inženýrskými sítěmi vč. zajištění ochrany těchto sítí, způsob provedení základů stožárů s ohledem na provedené statické výpočty apod.

## Projednání projektové dokumentace

Zpracované technické řešení projektu veřejného osvětlení je zpravidla potřeba projednat s vlastníkem zařízení veřejného osvětlení, případně s jeho správcem. Rozsah dalšího nezbytného projednávání a odsouhlasení projektové dokumentace musí být vymezen ve smlouvě mezi objednatelům a zhotovitelem projektové dokumentace. Tato část prací spadá do tzv. „inženýrské činnosti“ do vydání příslušného povolení nebo souhlasu. Jsou-li tyto práce zajišťovány v rámci zpracování projektové dokumentace, je nutné zajistit projednání projektové dokumentace s dotčenými orgány státní správy, místní samosprávy, s dotčenými správci inženýrských sítí atd. Nejsou-li nemovitosti dotčené stavbou ve vlastnictví stavebníka, je nezbytné smluvně ošetřit práva stavebníka pro provedení a umístění stavby na příslušné nemovitosti.

## Závěr

Téma projektování veřejného osvětlení je značně rozsáhlé a nemůže být kompletně rozebráno v rozsahu tohoto příspěvku. Jeho cílem je poukázat na skutečnost, že projektování veřejného osvětlení není, jak je doposud mezi laiky rozšířeno, zcela jednoduchá a rutinní záležitost, kterou zvládne každý bez hlubších odborných znalostí a ve stručnosti shrnout nejdůležitější zásady, které by měly být dodrženy při projektování veřejného osvětlení.

## Literatura a odkazy

- [1] Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu, ve znění pozdějších předpisů
- [2] Zákon č. 360/1992 Sb., o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, ve znění pozdějších předpisů
- [3] Řada ČSN 33 2000 (ČSN 33 2000-1, ČSN 33 2000-3, ČSN 33 2000-4-41 ed. 2, ČSN 33 2000-7-714 a další)
- [4] ČSN CEN/TR 13201-1 Osvětlení pozemních komunikací – Část 1: Výběr tříd osvětlení
- [5] ČSN EN 13201-2 Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky
- [6] Ing. Alena Muchová a kol.: Generel veřejného osvětlení Statutárního města Ostravy

# Energetická náročnost osvětlovacích soustav

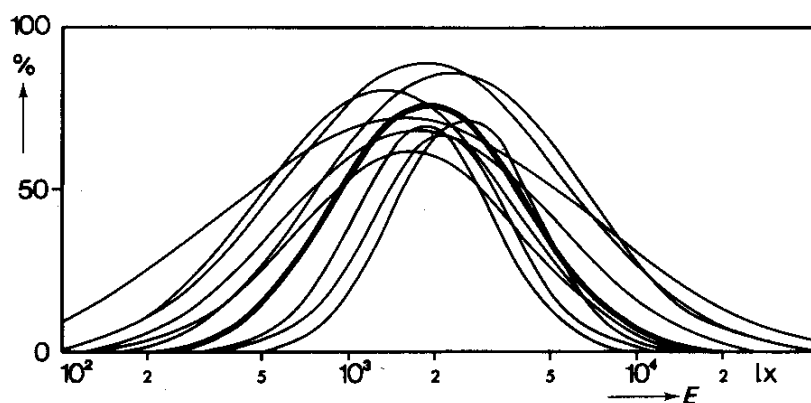
J. Habel<sup>1)</sup>, P. Žák<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> ČVUT Praha, Katedra elektroenergetiky, Technická 2, 166 27 Praha 6, tel: +420 224 353 908, email: [habel@fel.cvut.cz](mailto:habel@fel.cvut.cz)

<sup>2)</sup> ETNA s.r.o., Mečislavova 2, 140 00 Praha 4, tel.: +420 257 320 595, email: [zak@etna.cz](mailto:zak@etna.cz)

## 1 Úvod

Návrh osvětlení vnitřních i venkovních prostorů primárně vychází z jejich využití. Cílem návrhu osvětlení je vytvoření vhodných světelných podmínek pro danou zrakovou činnost (např. čtení, psaní, obrábění, lékařské zákroky apod.). Proto, aby bylo možné stanovit, jaké světelné podmínky jsou pro konkrétní zrakovou činnost dostatečné, byla uskutečněna řada odborných i vědeckých studií a experimentů. Na základě statistických vyhodnocení jejich výsledků byly pro jednotlivé zrakové činnosti stanoveny hodnoty světelně technických parametrů, které se pak staly součástí národních i mezinárodních norem. Důležitou skutečností je, že současné světelně technické parametry obsažené v normách a doporučeních nejsou hodnotami optimálními, ale jsou kompromisem mezi ekonomickými možnostmi společnosti a optimálními zrakovými podmínkami [1].



Obr. 1 Výsledky výzkumů subjektivního hodnocení hladin osvětlenosti ve vnitřních pracovních prostorech při zářivkovém osvětlení vyjádřené procentuálním počtem spokojených lidí v závislosti na hladině osvětlenosti.

Optimální hodnoty světelně technických parametrů v porovnání s normativními jsou výrazně vyšší. Na obr. 1 jsou uvedeny výsledky některých experimentů zaměřené na hodnocení dostatečné úrovně osvětlení ve vnitřních pracovních prostorech, určených pro obvyklé kancelářské práce. Zatímco doporučené hodnoty osvětlenosti v normách pro tyto zrakové úkoly se pohybují okolo 500 lx, optimální hodnoty jsou až okolo 2 000 lx.

## 2 Charakter osvětlení

Pro návrh osvětlení jsou důležité nejen světelně technické parametry, ale také další hlediska, která je třeba zohlednit, aby výsledné řešení bylo funkční a kvalitní:

1. Hledisko zrakové pohody - postihuje vizuální vzhled osvětleného prostoru, tedy světelnou atmosféru a vzhled osvětlovací soustavy, tedy pohledové uplatnění svítidel v daném prostoru.
2. Hledisko světelně technické - zahrnuje volbu světelně technických parametrů podle účelu a využití řešeného prostoru. Tyto parametry primárně zohledňují fyziologické a bezpečnostní požadavky, ale také požadavky psychologické. V poslední době se začíná hovořit také o požadavcích biologických.
3. Hledisko provozně technické - zahrnuje energetickou náročnost osvětlovací soustavy, její provoz a údržbu a také problematiku investičních i provozních nákladů.
4. Hledisko vnějších vlivů - postihuje skutečnost, že osvětlení může mít vedle své primární funkce i vedlejší účinky, které mohou nepříznivě ovlivňovat řešený prostor, předměty v něm umístěné nebo prostory sousedící. Jde například o kontrolu UV záření při osvětlování citlivých exponátů v muzeích a galeriích, oslnění uživatelů sousedících prostorů apod.



Charakter osvětlení v řešeném prostoru se může lišit nejen podle využití prostoru, ale také podle toho, jakou roli hrají fyziologické, psychologické či biologické požadavky pozorovatelů. Osvětlení, kde hlavní roli hrají fyziologická hlediska, vychází ze světelně technických parametrů uvedených v normách. Příkladem je osvětlení kancelářských prostorů, průmyslových objektů apod. Osvětlení, které je primárně založeno na psychologických hlediscích, slouží k vytvoření určité světelné atmosféry v daném prostoru a je zpravidla součástí výtvarného řešení interiéru. Takovýto charakter osvětlení se vyskytuje například ve společenských a kulturních prostorech jako jsou divadla, kina, restaurace apod. Poměrně složitá subjektivní povaha takového osvětlení neumožňuje zjednodušené objektivní vyjádření současnými světelně technickými parametry. Osvětlení, které vychází z biologických hledisek uživatelů, není primárně zaměřeno na vytvoření světelného prostředí pro určitý zrakový úkol, ale využívá osvětlení pro ovlivnění biologického systému člověka. Návrh tohoto typu osvětlení vychází z jiných požadavků, než jsou požadavky vizuální a energetická náročnost takovýchto osvětlovacích soustav je vyšší než energetická náročnost běžných osvětlovacích soustav.

Energetická náročnost osvětlení je při návrhu a posuzování osvětlovacích soustav až následným hlediskem, které lze formulovat tak, že požadované světelně technické parametry by měly být dosaženy energeticky co možná nejúčinnějším způsobem. Požadavky na nižší energetickou náročnost osvětlení nelze v žádném případě nadřazovat nad požadavky světelně technické.

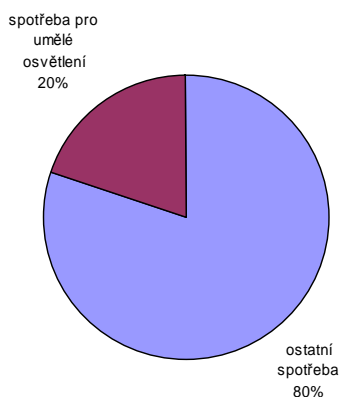
### 3 Energetická náročnost osvětlení

Přístup k úvahám o energetické náročnosti osvětlení se liší v závislosti na tom, zda se hodnotí navrhovaný, popřípadě nově realizovaný objekt nebo zda se posuzuje energetická náročnost stávající budovy.

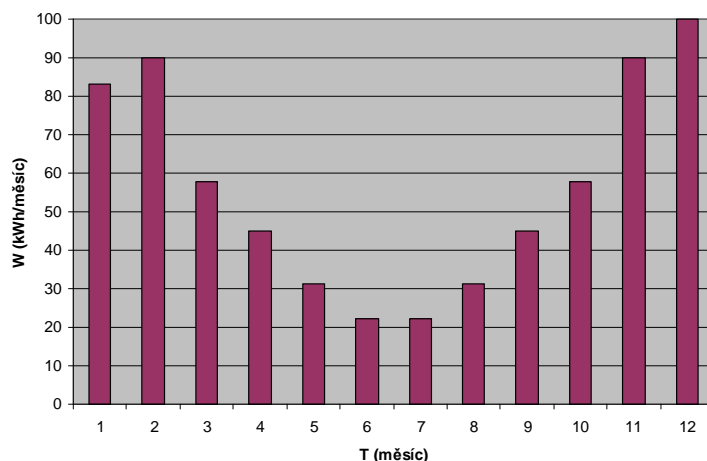
- V případě nového objektu je přesně znám instalovaný příkon osvětlovací soustavy, ale dobu využití a případně i skutečný provozní příkon, je třeba určit na základě informací o předpokládaném charakteru provozu daného objektu, (tzn. standardní provoz) Spotřeba elektrické energie je tedy stanovena odhadem.
- V případě stávajících budov lze energetickou náročnost osvětlení stanovit z naměřených hodnot spotřeby elektrické energie, ale vzhledem k tomu, že ve většině případů není měření spotřeby elektrické energie pro osvětlení samostatné, je třeba tento podíl spotřeby opět odhadnout (obr. 2). Následně je třeba se pokusit, na základě instalovaného příkonu a charakteru provozu objektu, stanovit, jaké je časové využití příkonu osvětlovací soustavy v průběhu určitého časového období, například roku.

V obou případech se tedy pracuje s přibližnými hodnotami. Při hledání úsporných opatření a stanovení jejich návratnosti je důležité určit míru nepřesnosti tohoto odhadu. Proto, aby v budoucnu bylo možné objektivně hodnotit energetickou náročnost osvětlení objektů, je třeba zajistit přímé měření spotřeby elektrické energie pro osvětlení (obr. 3). Pokud se požadují informace o využití dílčích částí osvětlovací soustavy, je třeba použít řídicích systémů osvětlení, které jsou schopné zaznamenat průběh spotřeby jak celé osvětlovací soustavy, tak i jednotlivých svítidel (obr. 4). Pro objektivnější hodnocení energetické náročnosti stávajících budov je třeba vytvářet soubory statistických údajů o využití a charakteru provozu v jednotlivých typech budov, které popisují chování uživatelů z pohledu ovládání osvětlení.

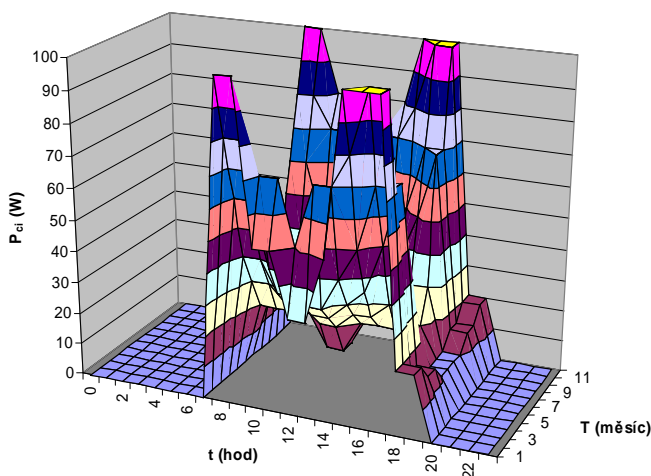
Energetické hodnocení osvětlovací soustavy má dvě základní úskalí. Prvním úskalím je to, že osvětlovací soustava nemusí být uživateli využívána podle standardních předpokladů a její spotřeba elektrické energie může být výrazně nižší, než jsou předepsané směrné hodnoty [2].



Obr. 2 Příklad odhadu energetické náročnosti umělého osvětlení jako poměru z celkové spotřeby objektu za určité časové období (např. rok).



Obr. 3 Příklad podrobnějšího zpracování výsledků měření spotřeby elektrické energie pro umělé osvětlení v měsíčních časových intervalech ve sledovaném ročním období.



Obr. 4 Příklad podrobného zpracování výsledků měření skutečného příkonu  $P_{ci}$  (W) vybraného svítidla sledované soustavy umělého osvětlení.

To, ale nevylučuje možnost, že instalovaný příkon osvětlovací soustavy může být výrazně vyšší, než jsou předepsané směrné hodnoty pro instalovaný příkon [2], [3]. Pokud by došlo ke změně chování uživatelů, může dojít také k překročení směrných hodnot měrné spotřeby elektrické energie na osvětlení. Vždy tedy vyvstává otázka, zda případný návrh úsporných opatření, který se v závislosti na chování uživatelů buď projeví, nebo neprojeví, má význam. Druhým úskalím je složitost vzájemného oddělení skutečného provozního příkonu pro osvětlení a doby využití tohoto příkonu. Na této informaci závisí případná volba účinných úsporných opatření. Pokud tyto informace nebudou s dostatečnou přesností odlišeny, zvyšuje se míra nepřesnosti při stanovení účinnosti a návratnosti navržených úsporných opatření.

### 3 Strategie úsporných opatření

Pro volbu strategie při návrhu úsporných opatření lze vyjít ze základního vztahu vyjadřujícího spotřebu elektrické energie pro osvětlení za určité časové období, např. za rok:

$$W = P_p \cdot t_o \quad (\text{kWh/rok}) \quad (3)$$

kde

$P_p$  je celkový provozní příkon svítidel (kW)

$t_o$  provozní doba (hod/rok)

Z uvedeného vztahu je zřejmé, že strategie hledání úspor ve spotřebě elektrické energie pro osvětlení může vycházet z hledání úspor v provozním příkonu nebo v době využití osvětlovací soustavy, popřípadě z kombinace obou parametrů. Úsporná opatření mohou být založena na následujících strategiích:



- volba osvětlovací soustavy;
- volba technických prostředků;
- kontrola dimenzování osvětlovací soustavy;
  
- využití denního světla;
- kontrola přítomnosti osob;
- využití časových režimů;

Posuzování energetické náročnosti osvětlení má smysl pouze v případě, že osvětlení a tedy i světelné technické parametry v daném prostoru odpovídají jeho účelu a využití. V projektové fázi jsou dokladem o parametrech osvětlení protokoly světelně technických výpočtů. U již realizovaných budov jsou dokladem protokoly o měření hladin osvětlenosti, popř. jsou provedené autorizovanou osobou.

### 3.1 Volba osvětlovací soustavy

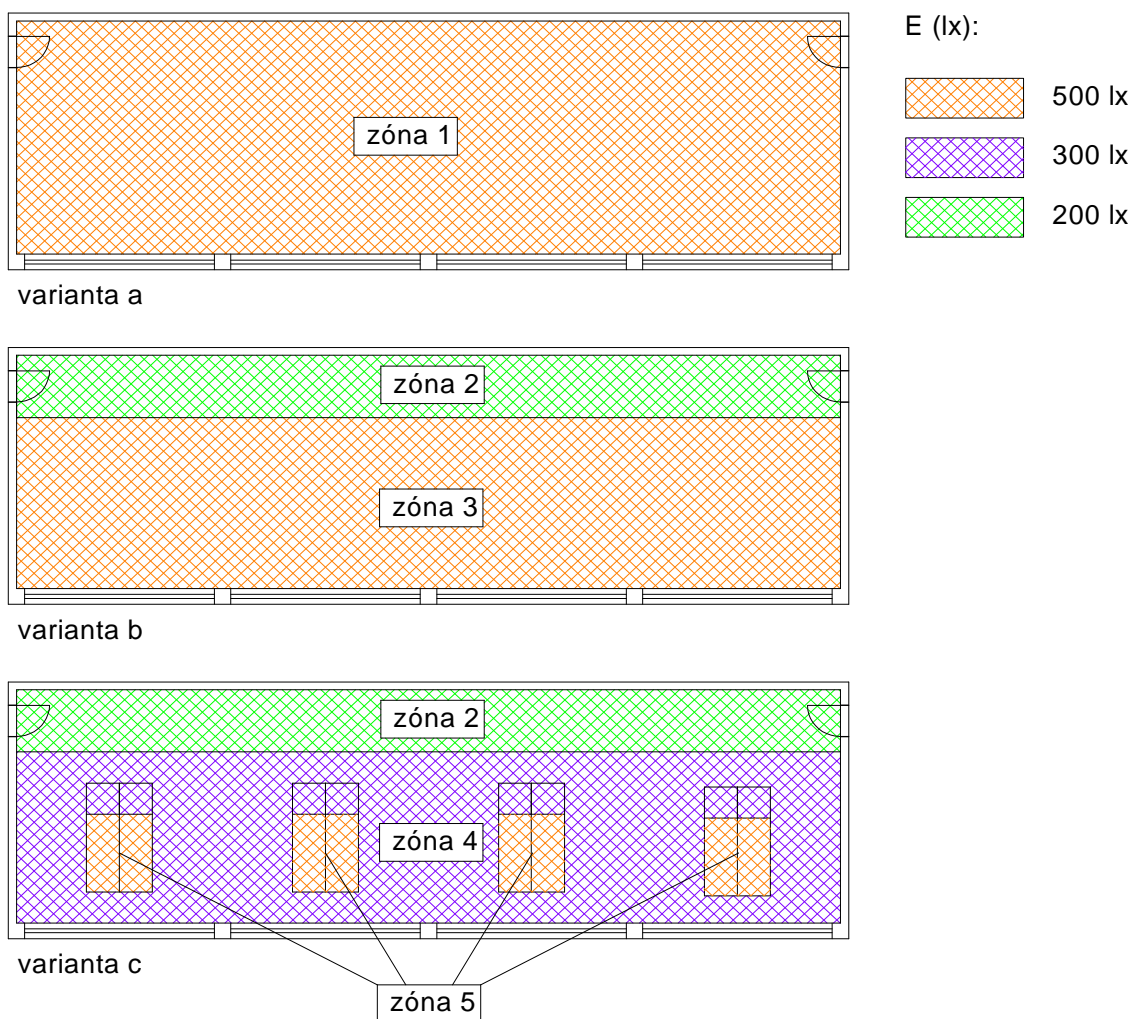
Osvětlovací soustava pro umělé osvětlení je soubor technických zařízení (svítidla, světelné zdroje, předřadníky, řídicí systémy a příslušenství), která primárně slouží k vytvoření požadovaného světelného prostředí. Osvětlovací soustavy lze rozlišit podle jejich typu a podle jejich charakteru. Jak typ, tak i charakter osvětlovací soustavy ovlivňuje její energetickou náročnost.

Hlavní osvětlení, které vychází z fyziologických požadavků uživatelů, lze realizovat třemi základními typy osvětlovacích soustav:

- celkovou soustavou;
- odstupňovanou soustavou;
- kombinovanou soustavou.

Možnosti využití jednotlivých typů osvětlovacích soustav souvisí s aplikační oblastí a charakterem osvětlovaného prostoru. Nejvyšší energetickou náročnost vykazuje celková osvětlovací soustava, nejmenší kombinovaná osvětlovací soustava. Celkové osvětlení zajišťuje požadovanou horizontální osvětlenost s předepsanou rovnoměrností v celém prostoru. Za požadovanou osvětlenost se v tomto případě považuje předepsaná osvětlenost pro nejnáročnější zrakový úkol v řešeném prostoru. Návrh odstupňované soustavy vychází ze zónování vnitřního prostoru. Zóny jsou funkčně vymezené části prostoru, které se liší charakterem a náročností zrakové činnosti, které jsou v nich vykonávány (obr. 5). Každou funkčně vymezenou část je třeba přesně popsat z pohledu zrakové činnosti a požadovaných světelně technických parametrů. Jedním z pomocných parametrů, který může usnadnit toto zónování je rozložení denní osvětlenosti v prostoru. Příkladem aplikace zónování je velkoprostorová kancelář, jejíž prostor lze rozdělit na pracovní a komunikační zóny. Kombinovaná soustava je kombinací celkové nebo odstupňované soustavy a soustavy místního osvětlení. Kombinovaná osvětlovací soustava je energeticky nejučinnějším způsobem osvětlení. Hlavní oblastí použití této soustavy jsou prostory, kde se na velké ploše nachází relativně malý počet pracovišť nebo kde jsou pro daný zrakový úkol požadovány vysoké hladiny osvětlenosti. Na obr. 5 je uveden příklad velkoprostorové kanceláře o rozloze 20 x 6 m. Požadovanou osvětlenost 500 lx v místě pracovního úkolu, lze dosáhnout celkovou osvětlovací soustavou (varianta a), soustavou odstupňovanou (varianta b) nebo kombinovanou soustavou (varianta c). Již jen z jednoduché úvahy o osvětlovaných plochách zón a požadovaných hladinách osvětlenosti lze určit, že energetická náročnost kombinované osvětlovací soustavy je ve srovnání s celkovou soustavou osvětlení přibližně poloviční.

Z pohledu charakteru se osvětlovací soustavy dělí na přímé, přímo-nepřímé nebo nepřímé. Přímé osvětlení je z hlediska dosažení kvantitativních parametrů osvětlení energeticky nejučinnější, nepřímé osvětlení je nejméně účinné. Při úvahách o volbě nebo změnách charakteru osvětlení je třeba vzít v úvahu jeho vliv na vzhled osvětlovaného prostoru a kvalitativní parametry osvětlení.



Obr. 5 Příklad půdorysu velkoprostorové kanceláře a jeho možného rozdělení do funkčně vymezených zón: varianta a – celková osvětlovací soustava; varianta b – odstupňovaná soustava; varianta c – kombinovaná soustava. Energetické náročnosti jednotlivých variant jsou v poměru 100% : 80% : 48%.

### 3.2 Volba technických prostředků

Základními technickými prostředky, které tvoří osvětlovací soustavu a ovlivňují energetickou náročnost, jsou světelné zdroje, předřadné přístroje, svítidla a řídicí systémy.

Světelné zdroje se z hlediska energetické účinnosti přeměny elektrické energie na energii světelnou posuzují měrným výkonem  $\eta$  (lm/W). U skupiny světelných zdrojů s vlastním reflektorem, které se používají pro směrové osvětlení, například ve výstavních nebo obchodních prostorech, není pro posuzování jejich energetické účinnosti zásadní měrný výkon, ale osová svítivost a úhel poloviční svítivosti. Technické parametry, kterými se popisují světelné zdroje, se uvádějí pro definované podmínky okolí a jejich měření se provádí mimo svítidlo. Při provozu ve svítidle se parametry některých světelných zdrojů mění, například vlivem teploty (zářivky). Některé typy světelných zdrojů potřebují ke svému provozu předřadné přístroje, které umožňují start a stabilní provoz světelného zdroje nebo přizpůsobují napájecí napětí či proud. Podle konstrukce lze předřadné přístroje rozdělit na elektronické a elektromagnetické. Energeticky se předřadné přístroje popisují ztrátovým příkonem  $P_2$  (W). Příkony světelných zdrojů se obvykle uvádějí bez ztrát v předřadných přístrojích. Při porovnávání energetické náročnosti různých typů světelných zdrojů je proto třeba uvažovat nejen příkon samotného světelného zdroje, ale i příkon všech po provoz hodnoceného zdroje nezbytných předřadných zařízení.

Svítidla jsou technická zařízení, která svými optickými prvky rozdělují, filtrují nebo mění světlo vyzařované jedním nebo více světelnými zdroji. Kromě světelných zdrojů obsahují všechny díly nutné pro upevnění a ochranu světelných zdrojů, případně pomocné obvody, včetně prostředků potřebných pro jejich připojení k síti. Z pohledu energetického hodnocení svítidel je důležitá jejich účinnost  $\eta_{sv}$  (%), která udává podíl výstupního světelného toku svítidla a světelného toku světelných zdrojů změřeného za stanovených podmínek mimo svítidlo. Druhým důležitým parametrem je charakter vyzařování svítidla. Tento parametr se popisuje křivkami

svítivosti, které znázorňují prostorové rozložení vyzařovaného světelného toku. Při hodnocení energetické náročnosti technických prostředků pro konkrétní účel je nejvhodnější posuzovat kompletní svítidla. Určitým vodítkem je měrný výkon svítidla označovaný LER (lm/W) [4], definovaný jako poměr výstupního světelného toku svítidla (lm) a elektrického příkonu (W) svítidla.



Obr. 6 Příklad osvětlení velkoprostorové kanceláře celkovou osvětlovací soustavou s podhledovými svítidly.

Obdobně lze hodnotit celé osvětlovací soustavy měrným výkonem (lm/W) osvětlovací soustavy, který se stanoví jako poměr světelného toku (lm) vyzařovaného všemi svítidly soustavy k jejich celkovému elektrickému příkonu (W). Na obr. 6 je znázorněno osvětlení velkoprostorové kanceláře podhledovými svítidly. V tab. 1 je uvedena energetická náročnost takové osvětlovací soustavy při použití různých typů podhledových mřížkových svítidel. V první variantě jsou použita svítidla 4x18 W s elektromagnetickými předřadníky, ve variantě 2 a 3 jsou použita svítidla s elektronickým předřadníkem pro zářivky 4x14 W, resp. 2x28 W.

Tab. 1 Energetická náročnost osvětlení velkoprostorové kanceláře na stejnou hladinu osvětlenosti různými typy podhledových svítidel (obr.6)

Podhledové svítidlo	n (ks)	$\eta$ (%)	Pi (W)	$p_1$ (W/m <sup>2</sup> )	$p_2$ (W/m <sup>2</sup> /100lx)
4x18 W	27	62	2 376	20	3,7
4x14 W	27	85	1 755	15	2,7
2x28 W	21	85	1 300	10	2

Při použití řídicích systémů k plynulé regulaci osvětlení dochází ke snižování měrného výkonu osvětlovací soustavy (lm/W). Je to dáno tím, že závislost mezi výstupním světelným tokem a příkonem soustavy není lineární. Při příliš velkém snížení světelného toku pomocí regulace na úroveň pod 20% maximální hodnoty je pokles měrného výkonu tak výrazný, že provoz takto nastavené osvětlovací soustavy je z pohledu energetické účinnosti nevhodný.

### 3.3 Kontrola dimenzování osvětlovací soustavy

Výsledné hladiny osvětlenosti na srovnávací rovině nebo v místech pracovních úkolů jsou na začátku provozu osvětlovací soustavy vždy vyšší, než jsou hodnoty uvedené v normách. Hlavním důvodem je, že požadované parametry osvětlení musí být dodrženy po celou dobu života osvětlovací soustavy. Vzhledem k tomu, že dochází ke stárnutí osvětlovací soustavy vlivem poklesu světelného toku světelných zdrojů, znečištěním svítidel a poklesem činitelů odrazů vnitřních ploch místností, musí být osvětlovací soustava předimenzovaná. Dalším důvodem vyšších hodnot parametrů osvětlení je, že se světelné zdroje a svítidla vyrábějí v určitých výkonových řadách, a proto zpravidla nelze přesně dosáhnout požadovaných světelně technických parametrů, ale je třeba zvolit nejbližší vyšší výkonový stupeň daného technického zařízení. V praxi se také vyskytují prostory s flexibilním dispozičním uspořádáním, například velkoprostorové kanceláře, u kterých lze vytvářet různě velké prostorové jednotky. Velkoprostorovou kancelář lze například změnit na řadu buňkových kanceláří a naopak. U takovýchto prostorů je třeba osvětlovací soustavu navrhnout na nejnejpříznivější situaci. Pokud se prostorové uspořádání liší od této nejnejpříznivější situace, dochází ke zvýšení hodnot světelně technických parametrů, a tím k dalšímu předimenzování osvětlovací soustavy. Popsané předimenzování osvětlovací soustavy lze eliminovat použitím stmívatelných svítidel připojených na řídicí systém osvětlení, který je schopen průběžně pokles světelného toku způsobený stárnutím osvětlovací soustavy vyrovnávat postupným zvyšováním příkonu svítidel nebo umožňuje nastavit světelný tok svítidel podle použitých svítidel, případně podle aktuálního dispozičního uspořádání prostoru.

### 3.4 Využití denního světla

Osvětlení prostoru i místa zrakového úkolu se neposuzuje podle toho, zda je dosaženo umělým nebo denním osvětlením. Proto dobře navržené denní osvětlení prostoru umožňuje snížit požadavky na dobu provozu soustavy umělého osvětlení. V případě dostatečného denního osvětlení v řešeném prostoru lze dosáhnout významných úspor kontrolou úrovně denního osvětlení prostřednictvím řídicího systému. Informace ze světelných čidel umožňují omezit dobu provozu soustavy umělého osvětlení, případně její výkon tak, aby nesvítila v době dostatečného denního osvětlení. Na základě informací ze světelných čidel může být osvětlovací soustava ovládána skokově nebo plynulým řízením výstupního světelného toku. Volba způsobu regulace souvisí s použitými světelnými zdroji a určuje technickou i finanční náročnost navrženého úsporného opatření.

### 3.5 Kontrola přítomnosti osob

Řada pracovních prostorů a pracovních míst není využívána po celou pracovní dobu. Často dochází k tomu, že v průběhu nepřítomnosti osob zůstává osvětlovací soustava zapnuta. Pokud uživatel je mimo místnost, nemá význam, aby osvětlovací soustava byla v provozu. Pro kontrolu přítomnosti osob se používají pohybová čidla. Na základě informací z pohybových čidel se pak zapínají/vypínají příslušná svítidla, osvětlovací soustava nebo její části, případně se omezuje jejich výkon. Základními technikami při tomto úsporném opatření je kontrola přítomnosti a kontrola nepřítomnosti osob [2].

### 3.6 Zavedení časových režimů

Osvětlovací soustavy plní svoji hlavní funkci zpravidla pouze po určitou část dne. Po skončení vymezené doby provozu přestávají plnit svoji funkci a je možné je vypnout nebo je přepnout do jiného režimu, ve kterém přejímají jinou funkci. Proto, aby osvětlovací soustava byla provozována pouze po definovanou dobu případně, aby se automaticky přepnula do jiného provozního režimu, slouží časové ovládací prvky. Ty mohou, dle nastavení, ovládat osvětlovací soustavu jednoduchým zapínáním nebo vypínáním, případně mohou být součástí řídicího systému, který na základě informace z časového ovládacího prvku spouští přednastavené světelné scény. Příkladem mohou být výlohy obchodů, ve kterých osvětlení slouží jako prostředek k propagaci určitého zboží. Tuto funkci plní do určité doby, například do půlnoci. Po této době je již účinnost osvětlení z pohledu obchodního minimální a proto je možné je vypnout, nebo přepnout do redukováného režimu, který plní například funkci bezpečnostní.

## 4 Závěr

Záměrem autorů příspěvku bylo poukázat na poměrně komplikovanou problematiku posuzování energetické náročnosti budov z hlediska možnosti návrhu účinných osvětlovacích soustav. Upozorňuje nejen na důležitost výběru energetiky efektivních a přitom světelně technicky účinných světelných zdrojů a svítidel, ale i na velký význam rozboru časového využívání osvětlovací soustavy.

## Literatura

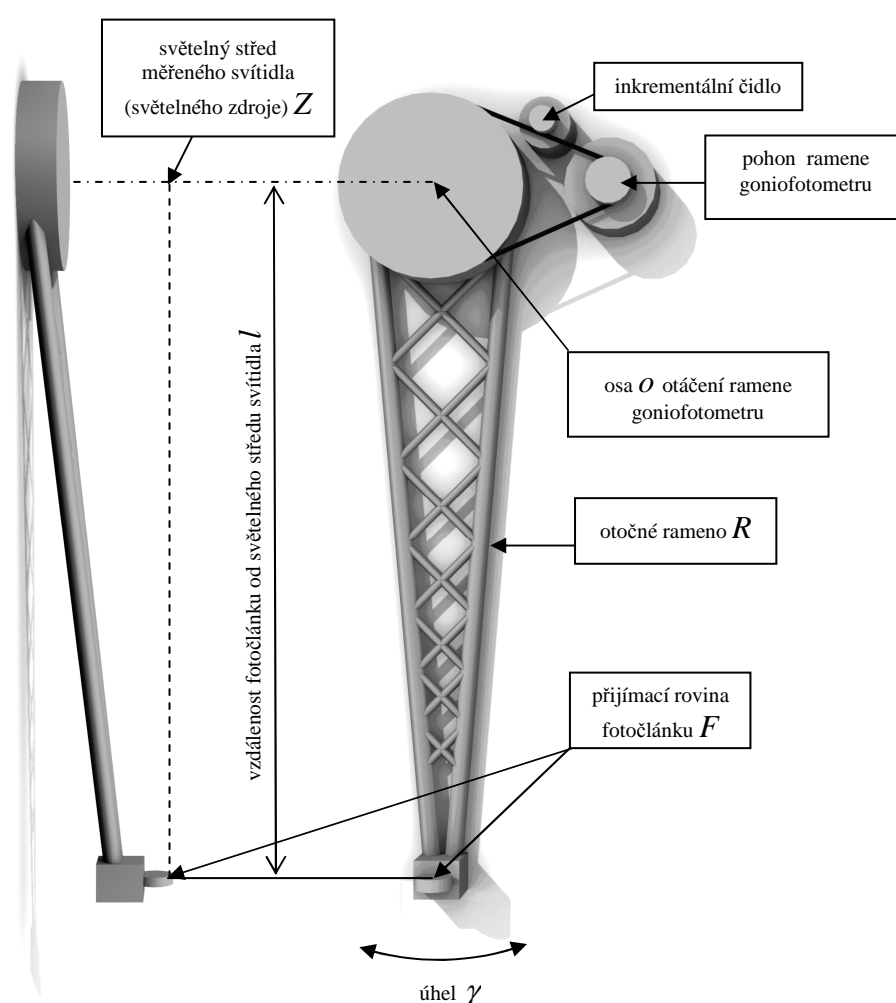
- [1] Habel J. a kol. Světelná technika a osvětlování, FCC Public, 1995
- [2] ČSN EN 15193 Energetická náročnost budov - Energetické požadavky na osvětlení
- [3] TNI 73 0327 Energetická náročnost budov - Energetické požadavky na osvětlení, únor 2009
- [4] National Electrical Manufacturers Association. 1993. Procedure for determining luminaire efficacy ratings for fluorescent luminaires, NEMA LE 5-1993. Rev. 1995. Washington, D.C.: National Electrical Manufacturers Association

# Rozbor nejistoty měření čar svítivosti na goniofotometru

Prof. Ing. Jiří Habel, DrSc., Ing. Marek Bálský

ČVUT v Praze, Fakulta elektrotechnická, Katedra elektroenergetiky, <http://light.feld.cvut.cz>

Rozbor prostorového rozložení svítivosti svítidel, popřípadě světelných zdrojů založený na měření čar svítivosti ve vybraných fotometrických rovinách patří k nejčastějším úkolům fotometrických laboratoří. V laboratoři světelné techniky katedry elektroenergetiky elektrotechnické fakulty ČVUT v Praze se čáry svítivosti měří v polorovinách fotometrické soustavy  $C - \gamma$  s využitím goniofotometru s otočným ramenem  $R$  nesoucím fotočlánek  $F$  (obr. 1) a zajišťujícím konstantní vzdálenost  $l = 2 \text{ m}$  mezi fotočlánekem  $F$  a světelným středem měřeného svítidla (světelného zdroje)  $Z$ .



• Obr. 1 princip goniofotometru (pohled z boku a zepředu)

Zkoušené svítidlo (zdroj)  $Z$  se pevně umístí (v jeho běžné provozní poloze) v ose  $o$  otáčení ramene  $R$ . Výběr poloroviny  $C$  se provádí natočením měřeného svítidla (zdroje)  $Z$  při zachování jeho pracovní polohy. Ve zvolené polorovině  $C$  se pro každý úhel  $\gamma$  změří luxmetrem, jehož čidlem je fotočlánek  $F$ , osvětlenost  $E_\gamma$ , která je rovna podílu hledané svítivosti  $I_\gamma$  a čtverce vzdálenosti  $l$  fotočláčku  $F$  od světelného středu svítidla  $Z$ .

Pro osvětlenost  $E_\gamma$  platí tedy vztah

$$E_\gamma = \frac{I_\gamma}{l^2} (lx; cd, m) \quad (4)$$

Po zkorigování naměřené hodnoty osvětlenosti  $E_\gamma$  podle kalibračního listu použitého luxmetru, lze již s využitím rovnice (1) pro konkrétní úhel  $\gamma$  vypočítat hledanou svítivost  $I_\gamma$  ze vzorce

$$I_\gamma = E_\gamma \cdot l^2 (cd; lx, m) \quad (5)$$

V daném případě, kdy  $l = 2 m$ , lze rovnici (2) zapsat ve tvaru

$$I_\gamma = 4 \cdot E_\gamma (cd; lx) \quad (6)$$

Měření čar svítivosti je obdobně jako jiné měřicí postupy zatíženo řadou chyb a proto i nejistota tohoto měření zahrnuje mnoho složek charakterizovaných směrodatnými odchylkami. Každému možnému zdroji té které chyby měření odpovídá tedy určitá dílčí nejistota měření, kterou lze obecně stanovit buď jako dílčí nejistotu typu A (označovanou  $u_A$ ) nebo jako dílčí nejistotu typu B (označovanou  $u_B$ ).

Dílčí nejistota  $u_A$  zahrnuje systematickou chybu měření, tj. složku chyby měření, která při opakovaných měřeních zůstává stálá nebo se předvídatelně mění. Je zapříčiněna soustavně působícími vlivy a často ji lze vhodnou korekcí vyloučit. Příčinou systematické chyby měření je systematická chyba metody a systematická chyba měřidla. Systematickou chybu měřidla lze určit kalibrací měřidla (která je ovšem také zatížena nejistotou). Systematická chyba metody se zjišťuje na podkladě rozboru statistického rozdělení výsledku dostatečně velkého reprezentativního souboru opakovaných měření téže veličiny.

Jsou-li k dispozici výsledky  $n$  opakovaných měření veličiny  $X$ , vypočte se dílčí nejistota  $u_A$  jako směrodatná odchylka střední hodnoty měřené veličiny  $X$  podle vztahu

$$u_A = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (7)$$

kde  $X_i$  je hodnota měřené veličiny  $X$  při  $i$ -tém měření,  
 $\bar{X}$  střední hodnota měřené veličiny  $X$  stanovená ze souboru  $n$  uskutečněných měření.

Dílčí nejistota  $u_B$  se stanovuje na základě podrobné analýzy zdroje sledované chyby, odborného odhadu maxima možné odchylky a předpokládaného rozdělení pravděpodobnosti jeho výskytu. Dílčí relativní standardní nejistota  $u_B$  typu B odpovídající určitému posuzovanému zdroji chyby při měření veličiny  $X$  se vypočte z výrazu

$$u_{BX} = \frac{Z_{Xmax}}{\chi \cdot X_{vzt}} \quad (8)$$

kde  $Z_{Xmax}$  je odhad maxima možné odchylky, resp. odchylka, jejíž překročení se nepředpokládá, (popříp. největší dovolená chyba určená z dokumentace použitého zařízení);  
 $X_{vzt}$  vztahná hodnota měřené veličiny;  
 $\chi$  koeficient pravděpodobnostního rozdělení odchylek měřené veličiny  $X$  v intervalu  $< -Z_{Xmax}; +Z_{Xmax} >$ .

Za předpokladu nezávislosti jednotlivých zdrojů dílčích nejistot se výsledná kombinovaná standardní relativní nejistota  $u_c$  měření vypočte sloučením všech dílčích relativních nejistot  $u_A$  a  $u_B$  na základě Gaussova principu šíření nejistot z rovnice

$$u_c = \sqrt{u_{A1}^2 + u_{A2}^2 + u_{A3}^2 + \dots + u_{B1}^2 + u_{B2}^2 + u_{B3}^2 + \dots} \quad (9)$$

## Hlavní zdroje chyb při měření čar svítivosti

Při měření čar svítivosti na goniometru je třeba uvažovat zejména několik hlavních možných zdrojů chyb a jim odpovídajících dílčích nejistot, které jsou shrnuty v tab.1. Uvedené dílčí nejistoty se běžně stanovují jako nejistoty typu B.

	Popis zdroje chyby	označení dílčí nejistoty
1	systematická chyba metody měření svítivosti	$u_A$
2	nastavování polohy ramene goniometru podle úhlu $\gamma$	$u_{B\gamma}$
3	nepřesnost použitého digitálního luxmetru	$u_{BE}$
4	určení vzdálenosti středu přijímací plochy fotočlánku od světelného středu svítidla	$u_{Bl}$
5	nestabilita použitých zařízení	$u_{Bs}$
6	vliv konečných rozměrů vyzařovací plochy svítidla (zdroje) a přijímací plochy fotočlánku	$u_{Bk}$
7	nastavení spojnice středu přijímací plochy fotočlánku a světelného středu svítidla do svislé polohy pro úhel $\gamma = 0$	$u_{Bp}$

• Tab. 1: Hlavní zdroje možných chyb a označení jim odpovídajících dílčích nejistot při měření čar svítivosti na goniometru

Pravděpodobnost, že odchylka naměřené hodnoty od skutečné hodnoty nepřekročí hranici standardní nejistoty, závisí na rozdělení náhodné proměnné. Pro rovnoměrné rozdělení je tato pravděpodobnost 57,7 % a pro normální rozdělení 68,3 %. Existuje tedy poměrně velké riziko, že skutečná odchylka bude větší, než udává interval standardní nejistoty. Proto se zavádí rozšířená standardní nejistota  $U$ , která je definována jako součin kombinované standardní nejistoty  $u_c$  a koeficientu rozšíření  $k_U$ .

Nejčastěji používanou hodnotou koeficientu rozšíření je  $k_U = 2$ , v tomto případě je u normálního rozdělení 95,5% pravděpodobnost, že skutečná hodnota leží v intervalu určeném standardní nejistotou u rovnoměrného rozdělení je tato pravděpodobnost 100%.

## Výpočet dílčích nejistot měření

Modernizace goniometru v laboratoři světelné techniky na Elektrotechnické fakultě ČVUT v Praze, při které byl dosavadní ručně ovládaný pohon s asynchronním motorem nahrazen počítačem řízeným pohonem s krokovým motorem, vyzdvihla potřebu výpočtu nejistot měření čar svítivosti s využitím modernizovaného goniometru. Následující výpočty se tedy vztahují k výše popsanému goniometru:

1. Pro stanovení dílčí relativní nejistoty typu A (označované  $u_A$ ) byla provedena série patnácti měření čar svítivosti rotačně symetrického uličního svítidla v polovině  $C_0$  fotometrické soustavy C –  $\gamma$  v rozmezí úhlů  $\gamma$  od  $0^\circ$  do  $90^\circ$  (jedná se o svítidlo vyzařující převážně do dolního poloprostoru). Každé měření z této série probíhalo za stejných laboratorních podmínek a v co nejkratším časovém rozestupu jednotlivých měření. Při statistickém rozboru naměřených křivek svítivosti byla pro každou polohu ramene goniometru (pro každý úhel  $\gamma$ ) stanovena dílčí nejistota typu A s využitím rovnice (4). Vypočtené dílčí nejistoty typu A pro jednotlivé polohy ramene goniometru jsou shrnuty v tabulce 2.

$\gamma (^{\circ})$	0	2	<b>4</b>	6	8	10	12	14	16	18	20	22
$u_A (\%)$	0,149	0,383	<b>0,419</b>	0,410	0,287	0,346	0,297	0,311	0,244	0,206	0,175	0,170
$\gamma (^{\circ})$	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46
$u_A (\%)$	0,162	0,155	0,194	0,206	0,173	0,170	0,188	0,186	0,195	0,209	0,187	0,196
$\gamma (^{\circ})$	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70
$u_A (\%)$	0,208	0,202	0,178	0,153	0,139	0,154	0,149	0,161	0,168	0,154	0,173	0,168
$\gamma (^{\circ})$	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90		
$u_A (\%)$	0,167	0,162	0,172	0,396	0,199	0,199	0,149	0,130	0,157	0,159		

• Tab. 2: Dílčí nejistoty typu A pro jednotlivé polohy ramene goniometru

Z vypočtených hodnot dílčí nejistoty typu A pro jednotlivé polohy ramene goniometru bude jako nejistota typu A dále uvažována jejich maximální hodnota (zvýrazněná v tabulce 2):

$$u_A = \mathbf{0,42\%}$$

2. Při stanovování nejistoty  $u_{B\gamma}$  odpovídající možné odchylce vznikající při určování polohy ramene goniometru při jeho natáčení podle úhlu  $\gamma$  se vychází ze skutečnosti, že pohon ramene goniometru zajišťuje nastavení polohy ramene s využitím inkrementálního čidla s maximální možnou odchylkou  $\Delta\gamma_{\max} = 0,025^{\circ}$ , která vychází z úhlové šířky nulového pulzu inkrementálního čidla (uvedené v jeho dokumentaci). Za předpokladu, že se bude uvažovat normální pravděpodobnostní rozložení odchylek při nastavování polohy ramene goniometru, vypočte se hledaná dílčí standardní nejistota  $u_{B\gamma}$  z výrazu

$$u_{B\gamma} = \frac{\Delta\gamma_{\max}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{vzt}} \quad (-; \circ; \%) \quad (10)$$

kde  $\Delta\gamma_{\max}$  je uvažovaná největší odchylka úhlu  $\gamma$  ( $^{\circ}$ ),  
 $\gamma_{vzt}$  vztažná hodnota úhlu  $\gamma$  ( $^{\circ}$ ).

Po dosazení výše stanovené maximálních odchylek a její vztažení k základnímu kroku nastavování úhlu  $\gamma_{vzt} = 2^{\circ}$  vyplývá z rovnice (7) standardní relativní nejistota nastavení ramene goniometru

$$u_{B\gamma} = \frac{0,025^{\circ}}{\sqrt{3} \cdot 2^{\circ}} \cdot 100\% = \mathbf{0,77\%} \quad (11)$$

Dílčí standardní relativní nejistotu způsobenou nepřesností použitého měřicího zařízení, tj. digitálního luxmetru, lze podle **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** obecně určit ze vztahu

$$u_{BE} = \frac{\frac{\delta_1}{100} + \frac{N \cdot R}{X}}{\sqrt{3}} \quad (12)$$

kde  $\delta_1$  je chyba luxmetru v %,  
 $X$  údaj přístroje ( $lx$ ),  
 $N$  počet platných číslic s možnou chybou,  
 $R$  hodnota platné číslice s nejmenší vahou ( $lx$ ).

Výrobce použitého digitálního luxmetru s měřicími rozsahy  $0,01 lx \div 29,99 lx$ ;  $0,1 lx \div 299,9 lx$  atd. až  $100 lx \div 299\,900 lx$  v dokumentaci uvádí: chyba měření  $2\% \pm 1$  platná číslice (tj.  $\delta_1 = 2\%$  a  $N = 1$ ).

Při měření na goniometru lze předpokládat nejnižší údaj přístroje cca  $X = 0,30 lx$  (kdy  $R = 0,01 lx$ ).



Relativní standardní nejistota  $u_{BE}$  odpovídající vlivu nepřesnosti luxmetru tedy bude pro údaj přístroje  $X = 0,30 lx$  rovna

$$u_{BE} = \frac{\frac{2}{100} + \frac{1 \cdot 0,01lx}{0,3lx}}{\sqrt{3}} \cdot 100\% = \mathbf{3,08\%} \quad (13)$$

Při kalibraci příslušného přístroje byla v ověřovacím listu stanovena dílčí nejistota měření  $u_{Bek} = 1,05\%$ . Ověření bylo provedeno pro údaje přístroje větší než  $3 lx$ .

Zanedbáme-li nepodstatné okrajové části čar svítivosti změřených na goniofotometru, můžeme předpokládat minimální údaj přístroje větší než v ověřovacím listu uvedené  $3 lx$  a odpovídající dílčí nejistotu určenou dle (9) pro  $X > 3 lx$  takto:

$$u_{BEz} = \frac{\frac{2}{100} + \frac{1 \cdot 0,01lx}{3lx}}{\sqrt{3}} \cdot 100\% = \mathbf{1,35\%} \quad (14)$$

4. Pro dílčí standardní nejistotu  $u_{Bl}$ , odpovídající možné odchylce v určení vzdálenosti  $l$  středu přijímací plochy fotočlánku od světelného středu svítidla, platí výraz

$$u_{Bl} = \frac{Z_{lmax}}{\sqrt{3} \cdot l_d} \quad (15)$$

kde  $Z_{lmax}$  je největší předpokládaná odchylka vzdálenosti středu přijímacího povrchu fotočlánku od světelného středu svítidla ( $m$ ).

$l_d$  je deklarovaná vzdálenost středu přijímacího povrchu fotočlánku od světelného středu svítidla ( $m$ ); v daném případě  $l_d = 2 m$ .

Na základě zkušeností z předchozích měření lze předpokládat, že maximální odchylka nepřekročí hodnotu  $Z_{lmax} = 0,01 m$  (při  $l_d = 2 m$ ). Po dosazení potom ze vztahu (12) vychází hledaná dílčí nejistota  $u_{Bl}$

$$u_{Bl} = \frac{0,01}{\sqrt{3} \cdot 2} \cdot 100\% = \mathbf{0,29\%} \quad (16)$$

5. Dílčí relativní standardní nejistota  $u_{Bs}$  odpovídající vlivu nestability použitých zařízení je způsobena nestabilitou světelného zdroje, nestabilitou (únavou) fotočlánku a nestabilitou napájecího zdroje. Oddělený popis jednotlivých vlivů na celkovou nestabilitu použitých zařízení není možný. Proto se nejistota způsobená nestabilitou použitých zařízení určuje ze změny údaje fotometru během určité doby  $T$  svícení zkoušeného svítidla (zdroje).

$$u_{Bs} = \frac{\left| \frac{Y_{max}}{Y_{min}} - 1 \right|}{\sqrt{3}} \quad (17)$$

kde  $Y_{max}$  je maximální hodnota údaje fotometru v čase od  $t = 0$  (počítá se až po zahoření světelného zdroje) do  $t = T$ ,

$Y_{min}$  minimální hodnota údaje fotometru v čase od  $t = 0$  do  $t = T$ .

Na základě laboratorního měření v [4] lze uvažovat  $u_{Bs} \sim \mathbf{0,5\%}$ .

6. Dílčí relativní standardní nejistota typu B vlivem konečných rozměrů zkoušeného svítidla (světelného zdroje) a fotočlánku je podle [4] dána vztahem:

$$u_{Bk} = \frac{\left| 1 - \left( \frac{r_0}{\sqrt{r_0^2 + (a+b)^2}} \right)^3 \right|}{\sqrt{3}} \quad (18)$$

- kde  $r_0$  je osová vzdálenost světelného středu svítidla (zdroje) od středu přijímací plochy fotočlánku ( $m$ ),  
 $a$  polovina charakteristického rozměru svítidla (světelného zdroje) v řezu kolmém na spojnici světelného středu svítidla a fotočlánku ( $m$ ),  
 $b$  poloměr přijímacího povrchu fotočlánku ( $m$ ).

Pro oblasti vzdálené od svítidla více než pětinašobek charakteristického rozměru vyzařovací plochy svítidla je při určení svítivosti ze druhé mocniny vzdálenosti bodu v prostoru od svítidla a osvětlenosti roviny procházející tímto bodem, která je kolmá na spojnici svítidla s tímto bodem (viz vztah 2), chyba menší než 1 %, viz [1]. Maximální možný charakteristický rozměr svítidla pro daný goniofotometr vychází z délky jeho otočného ramene ( $l = 2 \text{ m}$ ) a na základě výše uvedeného požadavku  $2a = 1/5 \cdot l$  je tedy  $2a = 0,4 \text{ m}$ , tj.  $a = 0,2 \text{ m}$ . Poloměr přijímacího povrchu fotočlánku je  $b = 0,00825 \text{ m}$ :

$$u_{Bk} = \frac{\left| 1 - \left( \frac{2}{\sqrt{2^2 + (0,2 + 0,00825)^2}} \right)^3 \right|}{\sqrt{3}} \cdot 100\% = \mathbf{0,93\%} \quad (19)$$

7. Dílčí relativní standardní nejistota nastavení polohy fotočlánku vzhledem ke světelnému středu svítidla je podle [4] určena vztahem

$$u_{Bp} = \frac{1 - \cos \beta}{2} \quad (20)$$

- kde  $\beta$  je úhel vyosení fotočlánku od spojnice fotočlánku s světelným středem zkoušeného svítidla ( $rad$ )

Lze předpokládat, že úhel vyosení fotočlánku od spojnice fotočlánku se světelným středem zkoušeného svítidla nepřekročí  $2^\circ$ . Potom

$$u_{Bv} = \frac{1 - \cos 2^\circ}{2} \cdot 100\% = \mathbf{0,03\%} \quad (21)$$

V tabulce 3 jsou shrnuty vypočtené hodnoty jednotlivých dílčích nejistot při měření čar svítivosti na goniofotometru.

	Popis zdroje chyby	označení dílčí nejistoty	Vypočtená dílčí nejistota
1	systematická chyba metody měření svítivosti	$u_A$	0,42 %
2	nastavování polohy ramene goniofotometru podle úhlu $\gamma$	$u_{B\gamma}$	0,77 %
3	nepřesnost použitého digitálního luxmetru	$u_{BE}$	3,08 %
4	určení vzdálenosti středu přijímací plochy fotočlánku od světelného středu svítidla	$u_{Bl}$	0,29 %
5	nestabilita použitých zařízení	$u_{Bs}$	0,50 %
6	vliv konečných rozměrů vyzařovací plochy svítidla (zdroje) a přijímací plochy fotočlánku	$u_{Bk}$	0,93 %
7	nastavení spojnice středu přijímací plochy fotočlánku a světelného středu svítidla do svislé polohy pro úhel $\gamma=0$	$u_{Bp}$	0,03 %

• Tab. 3: Shrnutí vypočtených hodnot relativních dílčích standardních nejistot při měření čar svítivosti na goniofotometru

### Výpočet kombinované a rozšířené nejistoty měření

Nejistota nastavení polohy ramene goniofotometru není primárně zdrojem nejistoty měření svítivosti, ovlivňuje pouze správnost orientace měřených čar svítivosti v rovině soustavy C –  $\gamma$ . Rozšířením standardní relativní nejistoty určení polohy ramene goniofotometru  $u_{B\gamma}$  koeficientem  $k_U = 2$  tedy lze tedy stanovit rozšířenou nejistotu určení polohy ramene goniofotometru

$$U_\gamma = k_U \cdot u_{B\gamma} = 2 \cdot 0,77 \% = 1,54 \%$$

Výsledná kombinovaná standardní nejistota měření rozložení svítivosti na goniofotometru je na základě platnosti

$$u_{CI} = \sqrt{u_A^2 + u_{BE}^2 + u_{Bl}^2 + u_{Bs}^2 + u_{Bk}^2 + u_{Bp}^2} = 3,30 \% \quad (22)$$

Rozšířená kombinovaná nejistota měření prostorového rozložení svítivosti na goniofotometru s koeficientem rozšíření  $k_U = 2$  je pak

$$U_I = k_U \cdot u_{CI} = 2 \cdot 3,30 \% = 6,60 \% \quad (23)$$

Zanedbáme-li okrajové části čar svítivosti (11), je výsledná kombinovaná standardní nejistota měření rozložení svítivosti na goniofotometru  $u_{CIz} = 1,74 \%$  a rozšířená kombinovaná nejistota měření  $U_{Iz} = 3,48 \%$ .

### Závěr

Provedený rozbor nejistot měření prokázal, že měření čar svítivosti na modernizovaném goniofotometru v Laboratoři světelné techniky na Elektrotechnické fakultě ČVUT v Praze je v toleranci běžných přesných měření fotometrických laboratoří. Výpočet jednotlivých dílčích nejistot poukazuje na zdroje chyb měření specifické právě pro měření čar svítivosti. Uvedené postupy tak lze využít při stanovování nejistot měření přístrojů pro analýzu čar svítivosti ve fotometrických laboratořích.

### Literatura

- [1] HABEL, Jiří, et al. *Světelná technika a osvětlování*. Praha: FCC PUBLIC, 1995. 448 s., ISBN 800-901985-0-3.
- [2] Evropská norma ČSN EN 13 032-1. *Světlo a osvětlení - Měření a uvádění fotometrických údajů světelných zdrojů a svítidel - Část 1: Měření a formát souboru údajů*. Praha: Český normalizační institut, 2004. 54 s.
- [3] HAASZ, Vladimír, SEDLÁČEK, Miloš. *Elektrická měření: Přístroje a metody*. 2. vyd. Praha: ČVUT, 1998. 337 s.
- [4] VLACH, Jiří. *Nejistoty světelně technických měření*. Praha, 2007. ČVUT, FEL, Katedra elektroenergetiky. Diplomová práce.

# Osvětlení z pohledu rostlin

Luděk, Hladký, Ing., Ph.D.

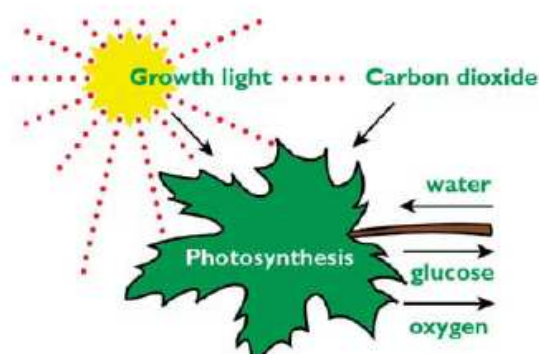
Philips Lighting OEM, www.philips.cz, ludek.hladky@philips.com

Bez rostlin by nebylo života na zemi, bez světla by nebylo rostlin. Rostliny stojí na počátku potravního řetězce a produkují organické látky a kyslík, a tím umožňují život dalších živých organismů. Rostliny využívají světlo jako důležitý zdroj energie při fotochemickém procesu, kdy je světlo absorbováno pigmenty listů (obrázek 1). Tato energie je využita pro konverzi CO<sub>2</sub> a vody na cukr. Tento proces se nazývá fotosyntéza a lze ji prezentovat následovně:

Kyslíčnan uhličitý + voda + růstové světlo → cukr + kyslík



Fotosyntéza umožňuje vzniku složitějších organických látek a rostlina získává energii k této syntéze přeměnou energie světla (fotoautotrofie) - energie fotonů. Tyto fotony jsou zachycovány chlorofylem, který excituje tj. uvolní energeticky bohatý elektron. Vlastní metabolické děje v rostlině můžeme rozdělit na anabolické – spojené s výstavbou látek (fotosyntéza) a katabolické – související s odbouráváním a rozkladem látek (dýchání). Fotosyntéza má dvě fáze, jedna probíhá na světle a druhá probíhá bez přístupu světla, jedná se o tzv. Calvinův cyklus. Rychlost fotosyntézy (Pn) je často vyjadřována jako schopnost vstřebávání CO<sub>2</sub> na jednotku plochy listu za sekundu [ $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ].



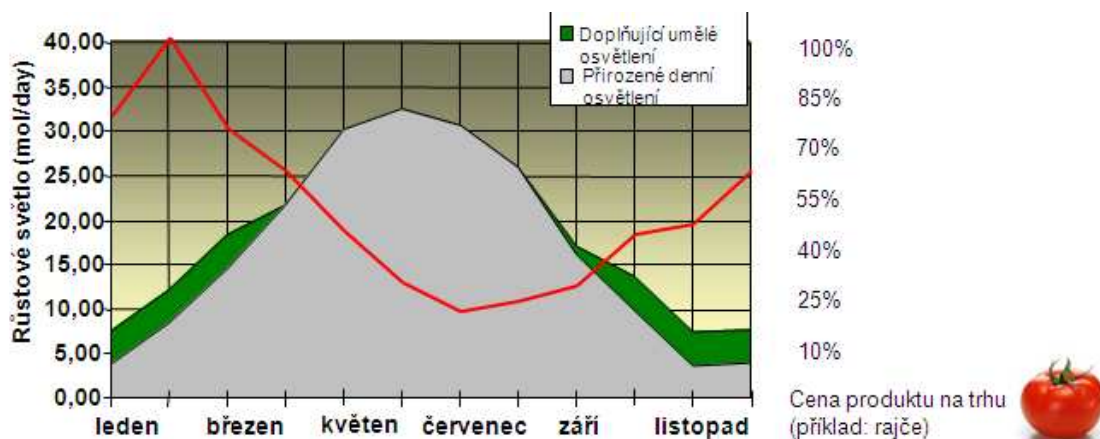
• obrázek 8 Proces fotosyntézy

Nejdůležitějšími faktory pro zdárný růst rostlin jsou především:

- Světlo
- CO<sub>2</sub>
- Teplota vzduchu
- Teplota půdy
- Vlhkost
- Voda
- Živiny

V praxi jsou všechny tyto faktory pro růst rostlin více méně rovnocenně důležité. V konečném důsledku, je míra růstu rostlin určena limitujícími faktory, které mohou být ve sklenících relativně jednoduše kontrolovány, nicméně pokud přirozené denní světlo je limitujícím faktorem, optimalizace ostatních faktorů je také velmi omezena. Použitím dodatečného osvětlení pro podporu růstu rostlin mohou být i ostatní limitující faktory optimalizovány s pozitivním důsledkem pro maximální podporu růstu rostlin. Umělé osvětlení lze využít především v zemědělství a zahradnictví jako doplňující osvětlení ve sklenících, kde dochází ke stimulaci růst

rostlin, plodů a květů během zimních měsíců (obrázek 2). Umělé osvětlení se využívá také jako náhrada přirozeného denního osvětlení v růstových komorách. Pro tyto účely je nutné zajistit vysoce účinný světelný zdroj dlouhé životnosti s vysokým udržovacím činitelem světelného toku.



• obrázek 2 Využití doplňkového osvětlení během ročního období

## Definice růstového světla

Nejběžnějším způsobem jak měřit dopadající sluneční energii na rostliny ve skleníkovém prostředí je pomocí celkové dopadající energie záření (W) v rozsahu 300-3000nm pomocí solarometru, který zpravidla bývá umístěn na střeše skleníku. Hodnota celkové vyzařované energie je důležitá pro určení celkového klimatu a vlhkosti ve skleníku neboť část energie je přenášena jako samotné "růstové" světlo (cca 45%) a část v podobě tepla.

V závislosti na ročním období a použitým materiálu zasklení vstupuje do skleníku pouze 60-70% energie, která dopadá na vnější konstrukci skleníku.

Potenciál růstu rostlin je určován kvantitou světelných částic - fotonů z modrého až po červené spektrum a nazývá se Fotosyntézový fotonový tok a je označován jako „růstové světlo“ v  $\mu\text{molech}$  fotonů. Samotná rychlost fotosyntézy je tedy určena intenzitou růstového světla [ $\mu\text{mol/s}$ ], které je absorbováno listy rostlin, přičemž jeden "micromol" fotonů odpovídá  $6.023 \times 10^{17}$  fotonů.

Různé typy měření energie záření na rostliny je uvedeno v tabulce 1.

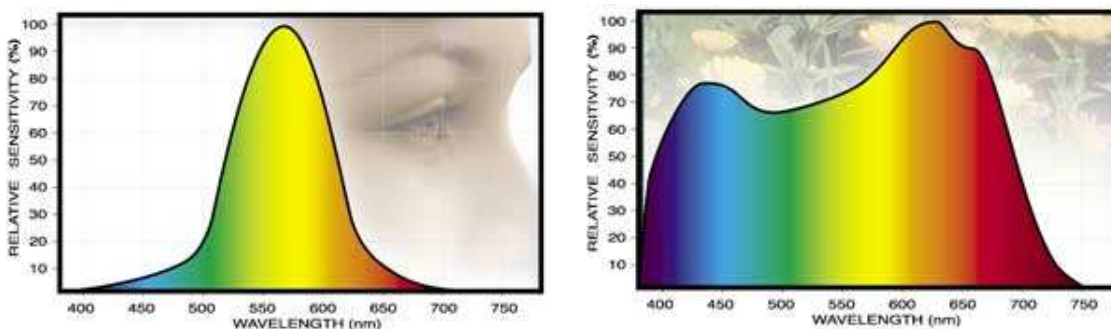
Viditelné světlo je založeno na spektrální citlivosti lidského oka a není dobrým identifikátorem pro optimální růst rostlin. Luxmetry jsou využívány pro měření viditelného světelné záření a jsou korigovány s citlivostí lidského oka. Spektrální citlivost rostlin je ale odlišná, větší citlivost se projevuje v krajních oblastech viditelného spektra, v modré (400 - 475nm) a oranžové (600 – 630nm), viz. obrázek 3. Fotosyntéza je nejúčinnější při oranžové části spektra, naopak modrá část spektra zabraňuje přílišnému vytahování rostlin do výšky, kde se stává rostlina mechanicky zranitelnější.

Různé typy měření energie záření		
Sluneční energie	Růstové světlo	Viditelné světlo
Solarimetr	Mmolmetr	Luxmetr
Celkové vyzařování v rozsahu 300 – 3000 nm	Počet částic světla v rozsahu 400-700 nm	Měření osvětlenosti s korekcí spektrální citlivost oka v rozsahu 380-780 nm
J nebo W	$\mu\text{Mol}$ (fotony)	Lux
Řízení klimatu ve skleníku	Růst rostlin	Lidské oko

• Tabulka 1: Různé typy měření energie záření

Uvažujeme-li, že celková energie slunečního záření před vstupem do skleníku za určitou dobu odpovídá  $100 \text{ J.cm}^{-2} = 100 \text{ W.s.cm}^{-2} = 2,15 \text{ mol.m}^{-2}$  a předpokládáme, že prostup světla skleníku je 70%, bude celková hodnota růstové světla  $1,5 \text{ mol.m}^{-2}$ . Intenzita růstového osvětlení ve skleníku bude v takovém případě

dosahovat  $150 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ . Konverze osvětlenosti v luxech na růstové světlo  $\mu\text{molech}$  je závislá na typu světelného zdroje. Například osvětlenost 1000 lux, která je vyvolána speciálním výbojovým zdrojem na bázi vysokotlakého sodíku - Green Power 600W, odpovídá  $13.1 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ .



• obrázek 3 Spetrální citlivost lidského oka vs. rostlin

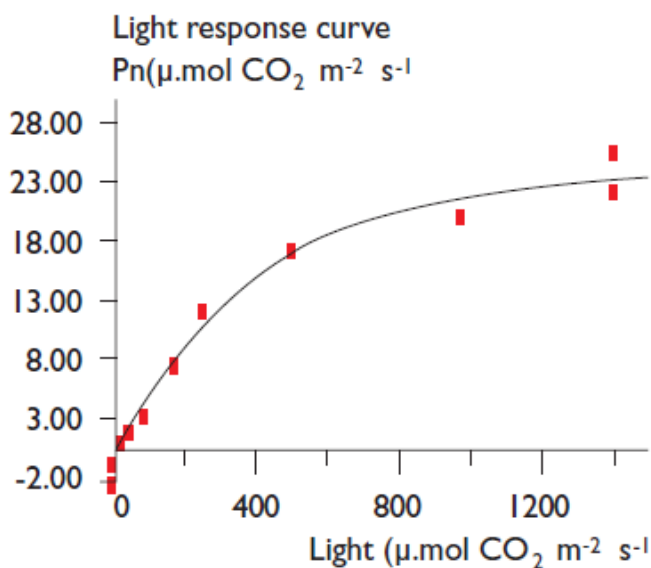
### Intenzita a doba trvání přídatného růstového osvětlení

Nejdůležitější pro pěstitele rostlin je rozumnětlivlivu světla na jejich úrodu a zvolit vhodnou dobu, kdy by měla být osvětlovací soustava v provozu. Nejvýznamnější parametry „růstového“ osvětlení jsou:

- Intenzita růstového světla [ $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ]
- Celkové množství růstového světla (Intenzita růstového světla x doba trvání) [ $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}$ ]

### Intenzita růstového světla

V zásadě intenzita růstového světla určuje rychlost fotosyntézy (absorbce  $\text{CO}_2$ ). Účinnost fotosyntézy je nejvyšší při malých úrovních ozařování a se zvyšující intenzitou růstového světla se účinnost snižuje. V určitém bodě je rychlost fotosyntézy omezena v důsledku jiných vlivů a dosahuje saturační úrovně, viz fotosyntézní reakční křivka ( $P_n$ ) (obrázek 4). Vzájemný vztah mezi intenzitou růstového světla a fotosyntézou je závislý především na druhu rostlin, vývojovém stádiu a celkových podmínkách růstu listů. Přídatné osvětlení je obvykle zapínáno, pokud intenzita ozařování poklesne pod  $200\text{-}300 \text{ W}/\text{m}^2$  ( $300\text{-}450 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) uvnitř skleníku s ohledem na druh rostliny a cílu pěstitele.



• obrázek 4 Příklad odezvy růstu na aplikovanou úroveň ozařování (měřeno v jednom bodě na rajčatovém listu během zimního období)

## Celkové množství růstového světla

Ačkoliv je intenzita růstového světla důležitá pro rychlost fotosyntézy, pro samotný růst rostlin je důležité celkové množství růstového světla. Klasifikace rostlin z hlediska celkového množství růstového světla pro optimální růst je vztahována k toleranci rostlin na množství růstového světla za den :

- **Málo tolerantní rostliny**

Například Fialka africká nebo Begonie preferují osvětlení nízkých úrovní 5 -10 mol.m<sup>-2</sup> za den.

- **Středně tolerantní rostliny**

Většina rostlin preferuje osvětlení mezi 10 - 20 mol.m<sup>-2</sup> za den, příkladem může být Kolopekka nebo Poinsettia.

- **Vysoce tolerantní rostliny**

Vysoce tolerantní rostliny, které potřebují ke svému zdárnému růstu vysoké úrovně osvětlení (> 20 mol.m<sup>-2</sup> za den), jsou například růže, rajčata a okurky.

Celkové množství růstového světla je počítáno následovně:

*Intenzita růstového světla (μmol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>) x doba trvání (s)*

Například:

100 μmol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup> v období 16 hodin generuje celkové ozáření:

$$100 * (16 * 3600) / 1000 000 = 5,76 \text{ mol.m}^{-2}$$

Celkové množství růstového světla je kombinací přirozeného světla a umělého světla, tzv. sdruženého osvětlení.

## Důležité aspekty zohledňující návrh dodatečného osvětlení

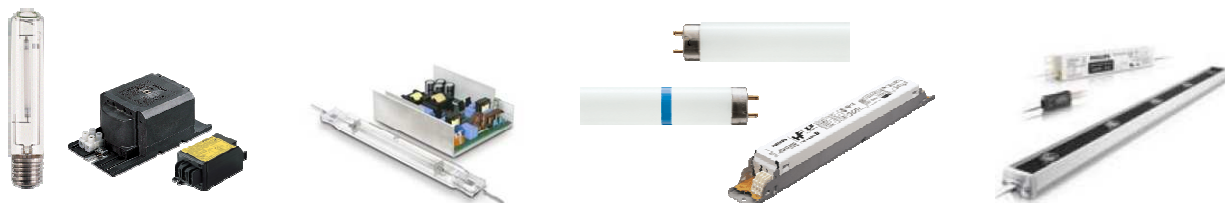
- Přídavné osvětlení generuje přídavné teplo, které vzniká uvnitř skleníku. V praxi přibližně platí, že při osvětlení odpovídající 13 μmol m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>, což odpovídá přibližně 1000 luxům, které jsou na určitou vzdálenost vyvolány konvenční výbojkou GreenPower 600W/400V, vzroste teplota ve skleníku o 0.5-0.6 °C. Speciální světelné zdroje pro zahradnictví jako jsou MASTER GreenPower nebo MASTER GreenVision mají nejvyšší účinnost systému ve stěžejních oblastech spektra, a proto i osvětlovací soustava, vybavená těmito světelnými zdroji, má nejnižší přídavné tepelné zatížení prostoru skleníku.
- V případě, že nadměrné světlo je emitováno mimo prostor skleníku, může osvětlovací soustava způsobovat rušivé světlo, které se v posledních letech stalo environmentálním a sociálním problémem. Např. nizozemská legislativa předepisuje případy, kdy vyzařování světla musí být plně omezeno. Začínají se uplatňovat tzv. světelné clony odražející 95 - 100% světla zpět do interiéru skleníku. Výhodou tohoto řešení je využití sekundárně odraženého světla opět pro růst rostlin. Nevýhodou může být vyšší teplota uvnitř skleníku, která se obvykle stává obtížně kontrolovatelnou. Od roku 2008 musí být i střechy skleníků vybaveny cloněním a umělé osvětlení limitováno 180 μmol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>.
- Během provozu se výkon světelného systému snižuje, což způsobuje nižší úroveň osvětlení rostlin, proto je udržovací činitel osvětlovací soustavy důležitým faktorem při jejím návrhu.
- Výkon osvětlovací soustavy se snižuje v důsledku stárnutí komponent a obvykle se proto provádí pravidelná jednorocní servisní kontrola.



## Světelné zdroje a osvětlení

Pro růst rostlin jsou využívány různé typy světelných zdrojů, především se jedná o speciálně vyvinuté vysokotlaké sodíkové výbojky MASTER GREENPOWER ve wattážích 400, 600 a 1000 W, které lze provozovat s konvenčním nebo elektronickým předřadníkem. Tyto světelné zdroje jsou dostupné i pro jmenovité sdružené napětí 400 V, což navíc umožňuje minimalizaci výkonových ztrát ve vedení. Spektrální vyzařování je posunuto do červené oblasti, která je nejefektivnější pro přeměnu elektrické energie na růstové světlo. Ve srovnání s vysokotlakou sodíkovou výbojkou SON-T Agro, vyzařující především ve žluté oblasti spektra, se účinnost růstového světla zvýšila průměrně o 7%.

V růstových komorách, které jsou zpravidla bez přístupu denního světla, se využívá halogenidová výbojka HPI-T Plus 400W nebo lineární zářivka s jednostrannou reflexní plochou pro efektivní směrování světelného toku TL-D Reflex. V poslední době se začíná využívat také LED technologie, kombinace modrých a červených LED řetězců nebo LED modulů GreenPower.



- obrázek 3 Typy světelných zdrojů a příslušenství (konvenční předřadník a výbojka Master GreenPower 400 W, elektronický předřadník a výbojka GreenPower 1000W, elektronický předřadník a reflexní zářivka TL-D Reflex, lineární LED modul GreenPower)

Konverze osvětlenosti na růstové světlo není konstantní a závisí na světelném zdroji, provozní teplotě a počtu provozních hodin světelného zdroje. Přibližný odhad intenzity růstového světla při osvětlenosti 1 klux, která je vyvolána různými typy světelných zdrojů je následovný:

**GLS.** – incandescenční světelný zdroj  
Intenzita růstového světla  $18 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$

**CFLI** - kompaktní zářivka  
Intenzita růstového světla  $13-14 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$

**TL** – lineární zářivka  
Intenzita růstového světla  $13-14 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$

**HID** – vysokotlaká výbojka  
Intenzita růstového světla  $12-13 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$   
(MASTER GreenPower, MASTER Agro nebo HPI-T Plus)

## Závěr

Využitím doplňkového osvětlení skleníků lze lépe naplánovat období sklizně i množství úrody, a tím i dodávku pěstovaných produktů směrem k zákazníkovi. Na závěr jeden příklad z Nizozemí, při intenzitě růstového osvětlení  $200 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  (odpovídá osvětlenosti 15klux) se úroda rajčat, která jsou vysázena v říjnu, zvyšuje více než o 30% a při stejných podmínkách se květnatost růží zvyšuje až 3krát.

## Literatura a odkazy

- [1] Growing your profits, Storybook Horticulture, Philips, 2007
- [2] [www.philips.com/horti](http://www.philips.com/horti)
- [3] Procházka – Fyziologie rostlin, Academica, 1998



# Odlišnosti v požadavcích na parametry svítidel v Evropě

Petr, Höchsmann, Ing., Ph.D.

HALLA, a.s., [www.halla.cz](http://www.halla.cz), [hochsmann@halla.cz](mailto:hochsmann@halla.cz)

Design svítidel je hlavním hybným motorem vývoje svítidel. Během času a sledu událostí se design mění a nutno podotknout, že se pohybuje podle sinusoidy. Mění se od kulatých tvaru ke tvarům hranatým a zase zpět. Změnou tvaru se také klade velký důraz na miniaturizaci světelných zdrojů. Dodejme, že všichni výrobci po celé Evropě mají zcela stejné výchozí podmínky a vstupní materiály.

S odlišnostmi se naopak můžeme setkat ve všech oblastech práce se svítidly:

- Vývoj a výroba
- Návrh osvětlovacích soustav
- Úspory a efektivita osvětlovacích soustav

## Vývoj a výroba

Vývoj a výroba svítidel se řídí základními pravidly plynoucí z normy EN 60598-1 a jednotlivých úprav pro daný typ svítidel. K výrobě svítidel se používají kovové slitiny, hliník, plast a sklo. Samozřejmě se můžeme setkat i se svítidly z papíru nebo ze dřeva - jak je libo .... Svítidla, jako celek musí ovšem splňovat národní a nadnárodní požadavky na jejich bezpečnost a provoz.

Můžeme se setkat s následujícími úpravami:

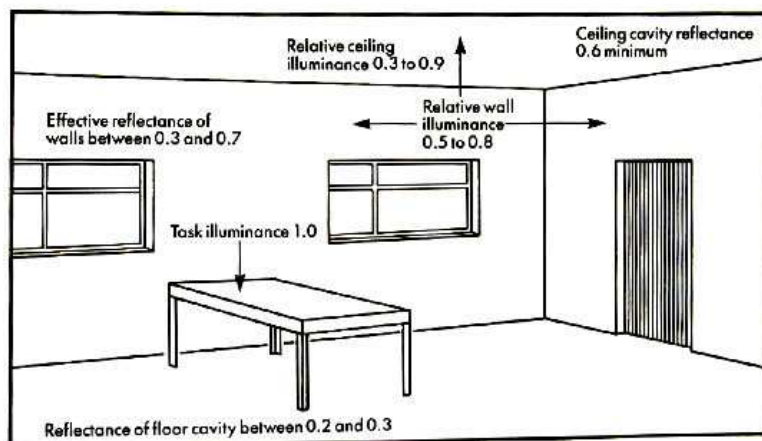
- Francie – test horkou smyčkou se zvýšenými hodnotami až 960°C, bezpečnostní lanko u vestavných svítidel nebo 3 hodinový nouzový provoz svítidel. Požadavek na nárazovou zkoušku u všech svítidel včetně kancelářských (IK). Modulová svítidla zde zpravidla mají rozměr 675mm.
- Německo – u vestavných modulových svítidel se používá modul 625mm
- Anglie – 3 hodinový nouzový provoz a zelená signálka u svítidel s invertorem.
- Dánsko – svítidla instalována na únikových cestách musí splňovat zkoušku horkou smyčkou 750°C
- Skandinávie – častý požadavek na regulaci svítidla pomocí šňůrky nad každým pracovištěm.

Příklad: v Izraeli se nesmí používat kovové průchodky vodičů, ale průchodky z izolantu.

## Návrh osvětlovacích soustav

Národní odlišnosti se ale netýkají pouze konstrukce svítidel, ale i v přístupu k návrhu osvětlení. Základní požadavky vycházejí z normy EN 12464-1. Jsou destinace, kde jsou přísnější pravidla vedoucí návrhu osvětlovací soustavy.

Nespecifičtější ze všech evropských destinací je Anglie. Zde se osvětlení kanceláří řídí zcela národním doporučením LG7 'Lighting of offices' z roku 2005 [2]. V něm popisují proces od vývoje až po návrh umělého osvětlení. Nejzajímavější pasáží je rozložení jasu 30% strop (minimálně však 20%), 50% stěny a 70% osvětlovaná plocha. Například pro požadavek 500lx v kanceláři je nutno nasvítit stěny na 250lx a strop na 150lx. Pro optimální rozložení jasu je nutno použít svítidlo s poměrem přímé a nepřímé složky distribuovaného světla 70:30.



• Obr 1. Rozložení jasu v místnosti

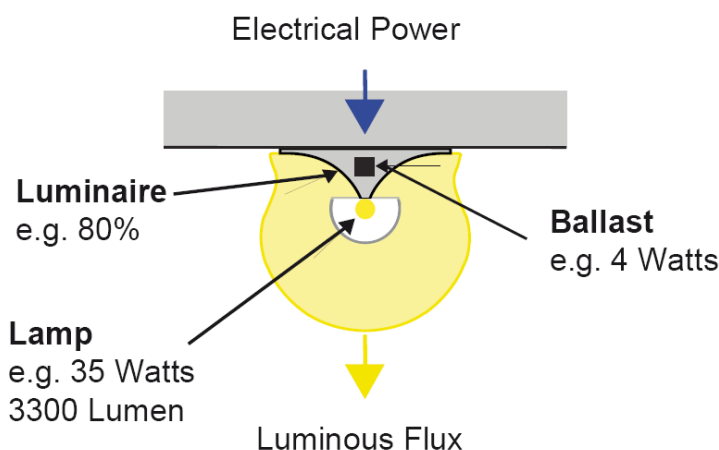
Toto doporučení se dostává až do extrému. Používají vestavná svítidla s odsazenými skly, tak aby dosáhli odrazu světla i na strop. Přímo pro tuto destinaci se vyrábí také vestavná svítidla s nepřímou složkou světla.

### Úspory a efektivita osvětlovacích soustav

Design a technické parametry svítidel jsou základním kamenem při návrhu kvalitní osvětlovací soustavy. Architektka při návrhu prostoru zajímá především design, ale opomíjí zpravidla základní věc, a tou je vhodnost použití svítidel. Výrobci svítidel vytváří širokou škálu typů svítidel s odlišným designem.

Technické parametry předurčují použití svítidla. V zemích Evropské Unie se pracuje s normou EN 15193. V blízké době budeme svítidla opatřovat energetickými štítky. Například ve Švýcarsku existuje norma SIA 380/4, která popisuje hodnoty spotřebovaného příkonu na m<sup>2</sup> - obdobně, jako naše nařízení. Zajímavé v této normě je definovaný vztah technických parametrů svítidla k úsporám energie. Oblast zabývající se vztahem světla spotřeby energie se nazývá MINERGIE.

Přístup ke svítidlu je na následujícím obrázku [4].



• Obr 2. Faktory svítidla

Výpočet hodnot měrného výkonu svítidla dle požadavku SIA 380/4:

$$\text{Měrný výkon svítidla} = \frac{\text{tok zdroje} \times \text{účinnost svítidla}}{\text{elektrický příkon (zdroj + předradník)}} \quad (\text{lm/W}) \quad (24)$$

Zajímavé je rozčlenění jednotlivých typů svítidel dle způsobu vyzařování a použitého světelného zdroje. Z tabulky lze vyčíst, že je preferováno, dle předpokladů, svítidlo s co největší účinností. Jsou zde zohledněny všechny vstupy

a výstupy ze svítidla. Limitní hodnoty, které jsou zde zobrazeny prezentují to, že je téměř nemožné pro jakoukoliv aplikaci použít konvenčního předřadníku.

Luminaires \ Lamps	[CFL]		[LED]		[CFL]	
	Limit	Target	Limit	Target	Limit	Target
[Recessed]	60	75	30	45	40	45
[Hanging]	50	65	35	50	45	60
[Surface]	70	80	50	60	40	60
[Flush]	55	70	50	60	40	60

Limit Values  
Target Values

• Obr 3. Hodnoty měrného výkonu svítidla



• Obr 4. Příklad vyhovujícího prostoru dle MINERGIE

## Závěr

Základní princip konstrukce svítidla je v celé Evropě totožný. Odlišnosti se týkají ve způsobu připojení na síť a vlastní bezpečnost svítidla. V základu se vychází z obecného ustanovení IEC a národních příloh. V přístupu k návrhu osvětlení zásadní odlišnosti nejsou. Při návrhu osvětlovací soustavy se vždy vychází z činnosti, která se v daném prostoru vykonává. Nejzajímavější způsob návrhu osvětlení je v Anglii.

Díky tomu, že se energetická bilance postavila na přední místo argumentace vedoucí k investori, má výrobce daleko větší pole působnosti. Neřeší se osvětlení pouze nízkými náklady, ale i vyšší úroveň technických parametrů. Minergie je kritérium hodnotící i samotné svítidlo, nejen celkovou osvětlovací soustavu.

## Literatura a odkazy

- [1] ČSN EN 60598-1
- [2] [www.lg7.info](http://www.lg7.info)
- [3] Standard SIA 380/4
- [4] Stefan Gasser, New Swiss Norm for Lighting, Light Summit 2005

# Harmonická analýza v obvodech s lineárnou žiarivkou pri rôznych prevádzkových stavov svietidla

Peter, Janiga, Ing.

Katedra elektroenergetiky, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Slovenská technická univerzita v Bratislave, peter.janiga@stuba.sk

## Úvod

Používanie lineárnych žiariviek na osvetľovanie interiérov budov určených na prácu je už niekoľko rokov jedno z najlepších riešení. Avšak u týchto svietidiel sa časom začínajú objavovať problémy, ktoré sa nie vždy riešia. Ide napríklad o prevádzku dvojdvojových svietidiel s jedným poškodeným svietidlom. Takouto prevádzkou sa síce zníži spotreba energie ale takmer vždy to vedie k poklesu intenzity osvetlenia pod prípustnú hodnotu. Z merania vyplýva aké sú príkony svietidla v takejto prevádzke. Do starých svietidiel, kde pôvodne boli 40W výbojky sa dávajú 36W výbojky. Na grafoch je vidieť malý vplyv na vyššie harmonické. Všetky merania boli robené na svietidlách s klasickými predradníkmi aby bola možnosť porovnať výsledky pri zmene prvkov svietidla.

## Meranie

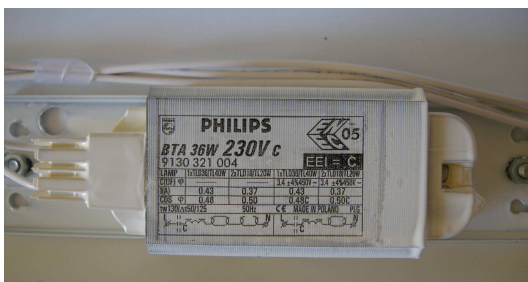
Meranie sa uskutočnilo sieťovým analyzátorom, svietidlá boli napájané presným sínusovým napätím 230V a bolo pri ňom zisťované prúdové skreslenie. Jednotlivé prípady prevádzky sú porovnané z hľadiska kvality elektrickej energie. Boli porovnávané tieto prípady zapojenia:

- nové dvojdvojové svietidlo s výbojkami 2x36W
- nové dvojdvojové svietidlo len s jednou výbojkou 1x36W
- staré dvojdvojové svietidlo s výbojkami 2x40W
- staré dvojdvojové svietidlo len s jednou výbojkou 1x40W
- staré dvojdvojové svietidlo s výbojkami 2x36W
- staré dvojdvojové svietidlo len s jednou výbojkou 1x36W

Z hľadiska spotreby elektrickej energie boli porovnávané štyri prevádzkové stavy starého svietidla:

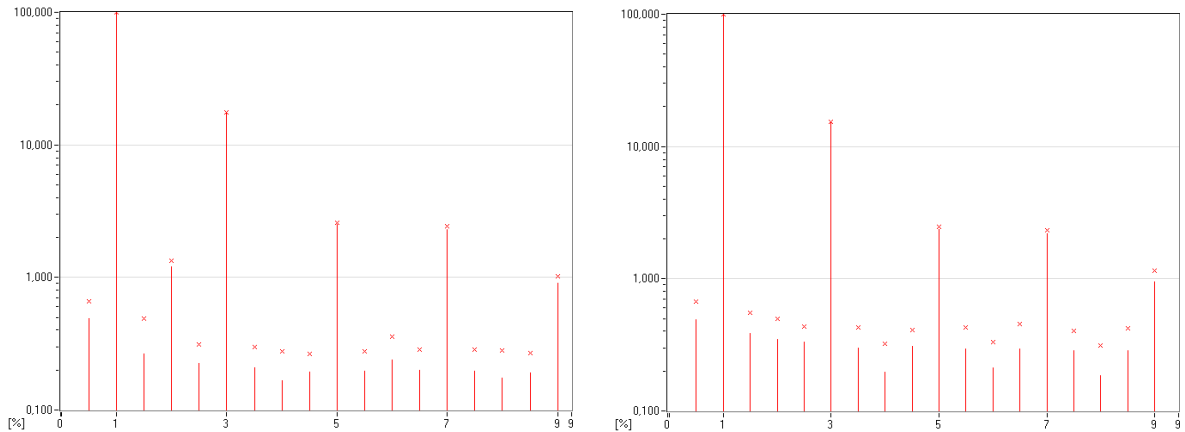
- prevádzka plne funkčného svietidla
- prevádzka svietidla len s jednou funkčnou výbojkou
- prevádzka svietidla len s jednou poškodenou výbojkou
- prevádzka svietidla s jednou funkčnou a jednou poškodenou výbojkou.

Poškodená výbojka, ktorá bola použitá pri meraní nedokázala udržať výboj. Elektródy boli žhavené ale výboj aj keď nastal nebol stabilný.

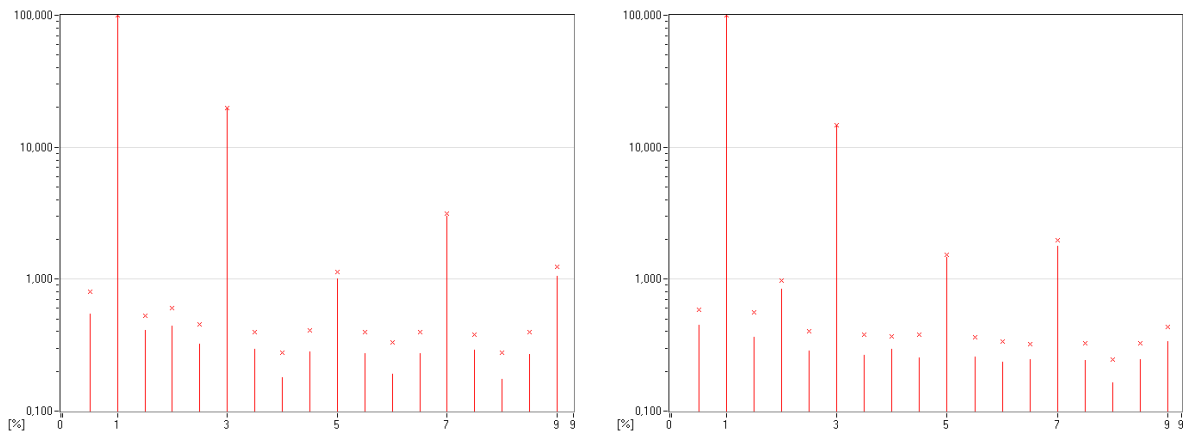


- Obr. 9: Nízkostratový predradník (svietidlo Elkovo Čepelík typ ZC 236/6) a klasický predradník (svietidlo Elektrosvit typ 531 16 02)

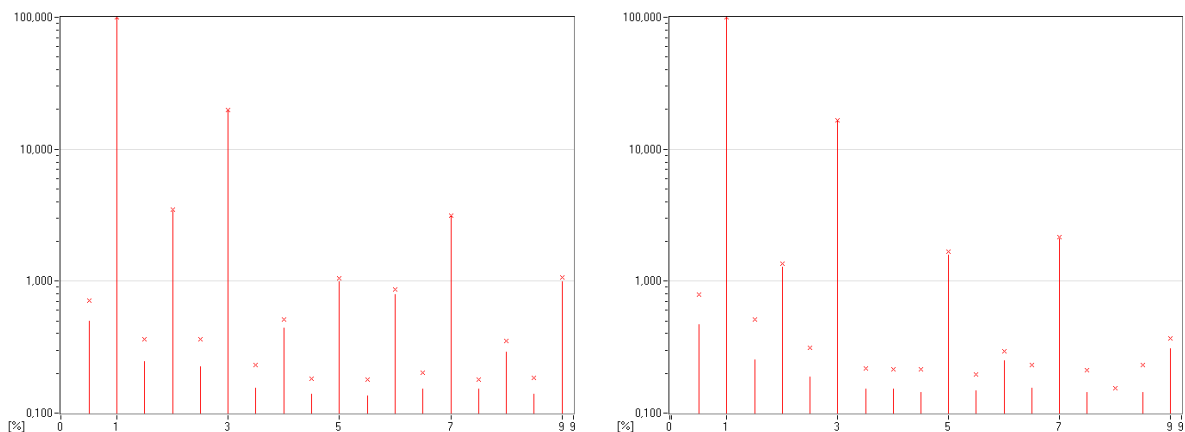
## Výsledky merania



• Obr. 10: Harmonická analýza nového svetidla s 2x36W výbojkou (vľavo) a 1x36W výbojkou (vpravo)



• Obr. 11: Harmonická analýza starého svetidla s 1x36W výbojkou (vľavo) a 1x40W výbojkou (vpravo)



• Obr. 12: Harmonická analýza starého svetidla s 2x36W výbojkou (vľavo) a 2x40W výbojkou (vpravo)

Porovnaním harmonickej analýzy pri starom svetidle s výbojkami 2x40W a 2x36W je rozdiel len minimálne vidieť. Pri porovnaní THDI je zreteľnejšie vidieť vyššie skreslenie pri použití 36W výbojky namiesto 40W pri starom svetidle. Je to spôsobené zmenou výkonu a podľa vzorca (1) je teda kompenzovaný menší výkon. Nižší prúd je kompenzovaný rovnakým kondenzátorom. Táto vyššia hodnota kapacity v pomerných hodnotách k výkonu vnáša do obvodu viac nelinearity a tým je aj obsah vyšších harmonických väčší. Pri prevádzke svetidla s 36W výbojkou je lepšie kompenzovaný účinník, čo zohľadňuje prípadný pokles kapacity kondenzátora.

Z tabuľky 1 je vidieť aj rozdiel v prúdovom skreslení pri normálnej prevádzke a prevádzke svietidla len s jedným svetelným zdrojom.

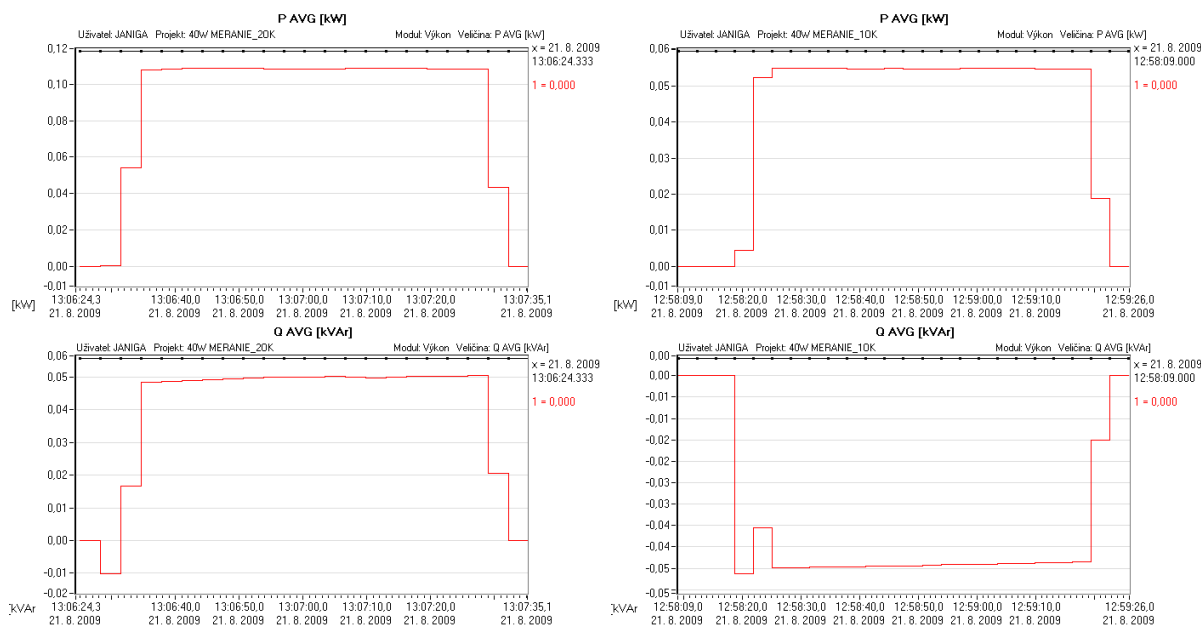
Zapojenie	THDi
Nové svietidlo s 2x36W výbojkou	17,87
Nové svietidlo s 1x36W výbojkou	15,46
Staré svietidlo s 2x40W výbojkou	16,78
Staré svietidlo s 1x40W výbojkou	14,66
Staré svietidlo s 2x36W výbojkou	20,47
Staré svietidlo s 1x36W výbojkou	19,85

Pri prevádzke len s jednou výbojkou je síce druhá tlmivka pripojená ale tento druhý obvod je prerušený. Zmena je teda v absencii rezistivity jednej výbojky a jednej indukčnosti. Kondenzátor pri tejto prevádzke kompenzuje len jednu tlmivku. Dosaiahnutý fázový uhol po takejto kompenzácii je lepší. Opačný prípad nastáva pri prevádzke svietidla s kondenzátorom, ktorý má vekom alebo poškodením zníženú kapacitu. V tomto prípade je dosaiahnutý fázový uhol po kompenzácii horší.

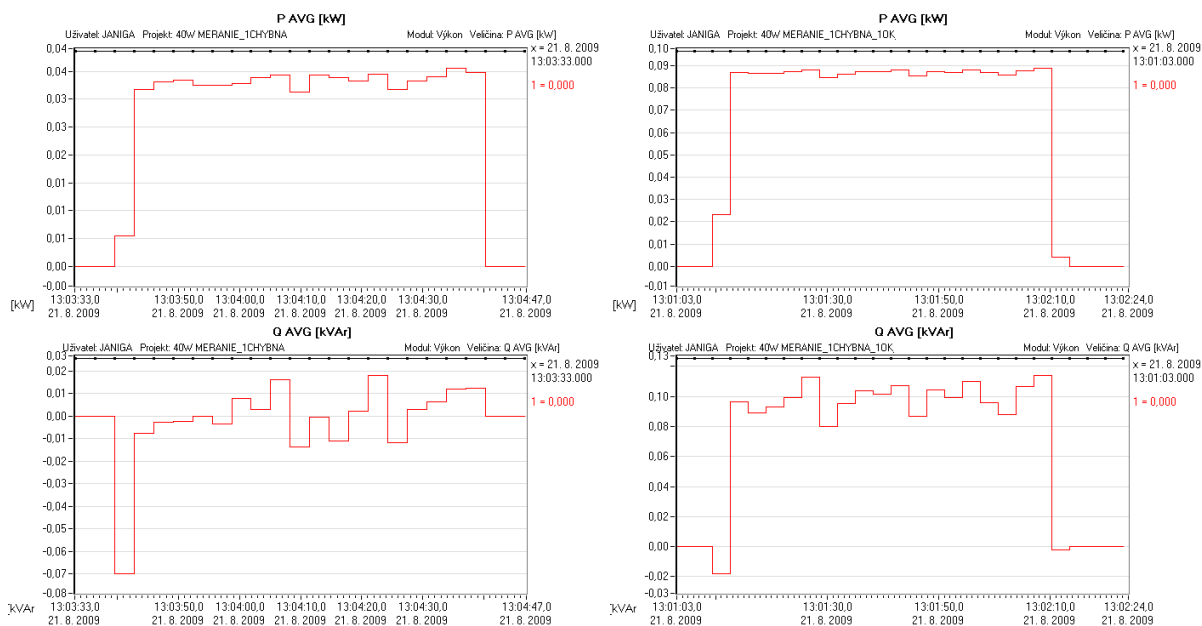
$$C = \frac{P \cdot (tg\varphi - tg\varphi')}{\omega \cdot U^2} \quad (25)$$

Kde  $tg\varphi$  je fázový uhol pred kompenzáciou a  $tg\varphi'$  je fázový uhol po kompenzácii.

V ďalšom meraní bol sledovaný výkon pri normálnej prevádzke svietidla a pri prevádzke svietidla s výbojkou, ktorá nedokáže udržať výboj. Pretože ide o svietidlo s klasickým predradníkom svietidlo pracuje aj s poškodenou výbojkou, ktorá by naopak pri elektronickom predradníku bola odpojená. Elektronické predradníky zabezpečujú teplý štart pri, ktorom dochádza k termoemisii. Systém teplého štartu výrazne predlžuje životnosť žiaroviek. [5] Pri prevádzke svietidla v poruchovom stave, kedy žiarivka neudrží oblúk a opakuje sa žhavenie elektród nie je spotreba väčšia ako sa predpokladalo.



• Obr. 13: Prevádzka plne funkčného svietidla (vľavo) a prevádzka svietidla len s jednou funkčnou výbojkou (vpravo)



• Obr. 14: Prevádzka svetidla len s jednou poškodenou výbojkou (vľavo) a prevádzka svetidla s jednou funkčnou a jednou poškodenou výbojkou (vpravo)

## Záver

Z nameraných hodnôt je vidieť aká nastáva zmena pri výmene 40W výbojok pri údržbe za nové 36W. Taktiež vplyv prevádzky dvojzdrojového svetidla pri prevádzke len s jednou výbojkou.

V druhej časti príspevku je porovnaná prevádzka svetidla s poškodenou výbojkou z hľadiska spotreby.

Namerané hodnoty dávajú lepší prehľad o správaní svetidiel s lineárnymi žiarivkami pri rôznych stavoch prevádzky z hľadiska kvality elektrickej energie. Merané staré svetidlo obsahovalo elektrickú výstroj používanú v mnohých svetidlách, ktoré sú v hojnej miere nainštalované v školách, kanceláriách a nemocničných priestoroch. Pri takto veľkých budovách je otázka kompenzácie a obsahu vyšších harmonických dosť závažná. Zlá kompenzácia má totiž za následok značné zvýšenie nákladov.

Počas meraní bolo zistené, že znečistenie častí starých svetidiel Elektrosvit, ktoré je dosť častý problém, je spôsobené vytekaním výplne tlmivky. Toto nemá vplyv na elektrické vlastnosti svetidla. Môže však viesť k vibráciám v tlmivke a následným zvukovým prejavom.

Tento príspevok vznikol s podporou Vedeckej grantovej agentúry Ministerstva školstva Slovenskej republiky na základe zmluvy VEGA 1/0687/09 Kvalita elektrickej energie a spoľahlivosť dodávky elektrickej energie.

## Literatura a odkazy

- [1] SZATHMARY, P.: Kvalita elektrickej energie, ABB Elektro, Bratislava, 2008
- [2] Fassbinder, S. Saving energy and reducing reactive power through optimal combination of fluorescent lamps and magnetic ballasts, Ingineria iluminatului, Mediamira Cluj-Napoca, Romania, 2008 vol. 10, ISSN 1454-5837
- [3] GAŠPAROVSKÝ, D., SMOLA, A., PÍPA, M.: Ecolum – meranie svetelnotechnických a elektrických parametrov, FEI STU, Bratislava, 2004
- [4] STN EN 50160: Charakteristiky napätia elektrickej energie dodávanej z verejnej distribučnej siete, 2002
- [5] NOVÁK, T.: Posouzení možností elektronických předřadníků vyskytujících se na našem trhu, Světlo 2000 2. díl, VŠB TU Ostrava, ISBN 80-7078-789-9



# Problémy působení UV záření na lidský organismus a pohled dermatologů na solaria

Lubor Jirásek, Ing., CSc.\*; Milena Jirásková, MUDr., CSc.\*\*

ČVUT FEL Praha\*; Kožní klinika I. LF UK a VFN a IPVZ\*\*, jiraskom@post.cz

## Úvod

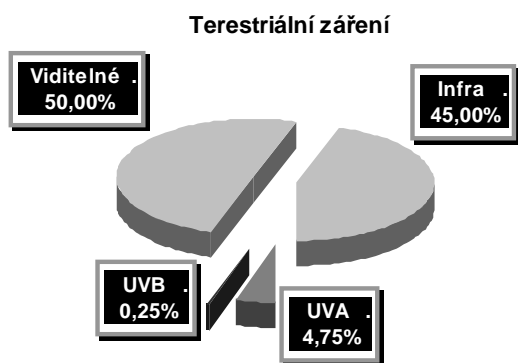
Odvěký spor, zda sluneční záření lidskému organismu škodí nebo prospívá, nebude pravděpodobně nikdy rozřešen nebo alespoň v brzké době ukončen, a tak nezbyvá, než vědět o negativním důsledku působení záření na kůži stejně jako víme o pozitivním vlivu, který lze od slunečního záření očekávat. O pozitivním efektu se v posledním století hodně hovořilo, idolem jak ženské tak i mužské krásy bylo opálené tělo. Většinou čím snědší, tím lépe. Tento trend se začal rozmáhat ve 20. až 30 letech minulého století. Nebyl to ale jediný případ adorování Slunce. Zejména Antika zdůrazňovala pozitivní vliv na lidský organismus. O negativním působení se v minulosti též uvažovalo a proto zejména ve vyšších kružích společnosti bylo nepatřičné být snědý. Ať se podíváme na starou Čínu nebo Japonsko, nebo středověkou šlechtu. Všude se zejména ženská populace slunci vyhýbá. Takže lze říci, že lidstvo v průběhu celé historie přechází, pokud se týká slunění z jednoho extrému do druhého. V posledním století se navíc, díky technickým možnostem lidstva a vývoji moderních umělých UV zářičů, zvyšuje riziko působení záření. Samozřejmě, že tento vývoj přinesl i pozitiva ve smyslu možnosti léčit těmito přístroji některé choroby tuberkulózou počínaje a ekzémem, lupénkou, akne nebo dalšími zejména kožními chorobami konče.

Z výše uvedeného vyplývá, že se slunečním resp. ultrafialovým zářením je třeba pracovat opatrně, že je ho třeba užívat s mírou. Ještě před několika lety se varování dermatologů před zbytečným zneužíváním „slunečních lázní“ v jakékoliv podobě většina lidí posmívala. Dnes je již řada z nás daleko opatrnější v posuzování vlivu UV paprsků na naše tělo. Opatrnost nebo varování dermatologů před vlivem slunečního, resp. ultrafialového záření vyplývá zejména ze zkušenosti. Dermatolog se ve své ordinaci pravidelně setkává s důsledky slunění a nadměrného zneužívání umělých zdrojů, v posledním století výrazně podporovaných jak ve smyslu terapeutickém, tak i módou. Takže není divu, že jeho varování před nepřiměřeným vystavováním lidského organismu slunečnímu záření přichází častěji než jeho chvála. Naproti tomu je vhodné připustit, že se bez slunění nelze obejít a v některých případech jsou naopak některé paprsky dokonce využívány k léčbě určitých kožních problémů a nemocí. Z terapeutického hlediska může fotobiolog-dermatolog používat k léčení kožních nemocí hraniční rentgenové paprsky – záření Bucky (hraniční měkké rentgenové záření), záření UV, viditelné světlo, infračervené záření a záření v oblasti nad 2 000 nm, tedy teoreticky lze využít celou škálu slunečního spektra (viz obr. ...spektrum).

## Jak se sluneční paprsky po dopadu na kůži chovají?

Sluneční paprsky odfiltrované atmosférou dopadající na kůži zahrnují ze spektra UV záření, viditelné a infračervené záření. Jejich procentuální zastoupení je patrné z grafu obrázek 1. Samotný poměr UVB a UVA paprsků se během dne podle výskytu slunce v nadhlavníku mění, stoupá množství UVB proti UVA se stoupáním Slunce nad obzor

tabulka 1.

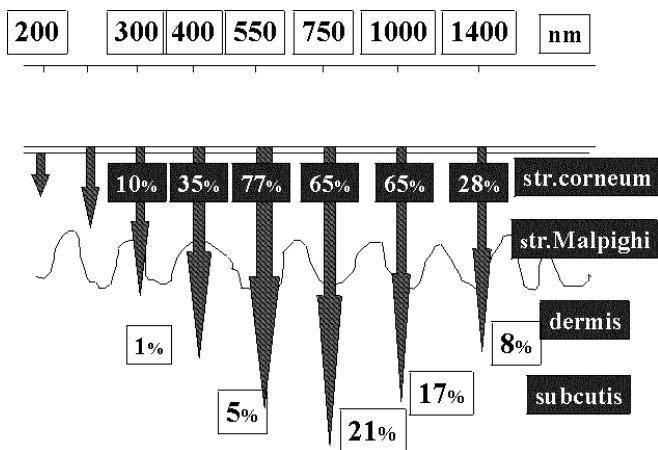


• obrázek 15 Terestriální záření

Výška slunce	10°	30°	60°	90°	
UVA	0,05	1,03	2,8	4,0	Wm <sup>-2</sup>
UVB	4,7	25	50	68	Wm <sup>-2</sup>

• tabulka 1 Poměr UVB a UVA podle úhlu výšky Slunce nad obzorem





• obrázek 16 Průnik záření do kůže

Kromě toho je třeba počítat i s tím, že se paprsky odrážejí od různých povrchů v našem okolí, a tím ještě mohou dle typu povrchu zvyšovat celkové množství záření dopadající na naši kůži. Účinnost zejména UVA ale v některých případech i UVB mohou zvyšovat chemické látky obsažené v řadě rostlin (furokumariny), ale i řada léků. Ani za okenní tabulí nejsme plně před dlouhovlnným UVA zářením chráněni. Na to dost často zapomínáme.

Paprsky dle vlnové délky též mají různou schopnost pronikat do jednotlivých kožních vrstev. Tuto schopnost lze vidět na grafu (obrázek 2.). V místě, kam proniknou se mohou jednak odrážet od jednotlivých buněčných struktur, jednak může být jejich energie absorbována a následně použita buď k pro buňky užitečným efektům nebo naopak vést k poškození

buněk. Jsou i situace v medicíně, kdy i tohoto destruktivního mechanismu lze terapeuticky využít (fotodynamická terapie nádorů).

## Působení záření na lidský organismus

Poškození může být okamžité, může však být pozorováno až po mnoha letech opakovaného dlouhodobého vystavování účinku paprsků. To se týká zejména obličeje, hřbetních stran rukou, předloktí a u žen nosících krátké sukně i dolních končetin, zvl. pod kolena. Záření v jednotlivých vlnových pásmech vyvolává určité pochody probíhající v kůži či podkoží. Účinky částí spektra slunečního záření závisí na schopnosti záření těchto jednotlivých vlnových délek pronikat do kůže.

■ **UVC záření (280 až 100 nm)** by při eventuálním výskytu v terestriálním záření pronikalo jen do povrchové vrstvy kůže, kde by, pohlceno buňkami, mohlo v jejich jádrech vyvolat mutace chromozomů s následnými změnami v buněčné struktuře a v chování buněk, zejména jejich rychlý růstu a nakonec tvorbu nádorů. V umělých zdrojích by se nemělo vyskytovat.

■ **UVB záření (280 až 320 nm)** proniká hlouběji, uplatňuje se při vzniku slunečního opálení a tvorbě vitamínu D. UVB je odpovědné za „pozdní“ zarudnutí vznikající asi do dvou až osmi hodin po vystavení kůže slunečním paprskům při opalování. V kůži následkem jeho činnosti dochází k biochemickým pochodům, které vedou k tvorbě nových látek. Zpočátku podmiňují tvorbu mnoha látek podílejících se na zánětu kůže, které zahajují zánětlivý proces v ozářené kůži. Následně vedou k tvorbě ochranného pigmentu melaninu, což se v projevuje tzv. pozdním hnědnutím kůže, nastupujícím až druhý den po proběhlém zánětu kůže. Mají také podíl na vývoji zhoubných novotvarů kůže.

■ **UVA (320 až 400 nm) paprsky** způsobují časnou pigmentaci. Hrají roli při oxidaci ochranného hnědého pigmentu melaninu, již při minulém opalování vzniklého a dále v kůži setrvávajícího z minulých opálení, ale redukováného a odbarveného, a tím vyvolávají „okamžité“ hnědnutí kůže. Tento pigment resp. schopnost jeho tvorby, však nemají lidé s kožním typem I.

• tabulka 2 Fototypy kůže

Fototyp I	Fototyp II	Fototyp III	Fototyp IV
vlasý svělé a citlivá kůže	vlasý a kůže světlé	vlasý a kůže tmavé	vlasý a kůže tmavé
vždy rudne	vždy rudne	příležitostně rudne	nikdy nerudne
hnědnutí žádné	lehké hnědnutí	pigmentování	pigmentování

U nich proto nemohou takovéto změny v kůži nastat. Původní představa o bezpečnosti UVA paprsků je mylná. Ty totiž působí na imunitu kůže, což má pozitivní vliv na možnost léčit některé choroby, ale naproti tomu je nutné zdůraznit, že podmiňují abnormální reakce kůže při spoluúčasti fotoaktivních látek a také se účastní rakovinotvorných pochodů v kůži právě působením na imunitu. Dlouhovlnné UVA záření se tudíž podílí na vzniku

zhoubných nádorů kůže typu nemetastazujícího ale místně destrujícího basaliomu, a metastazujících spinaliomů a nejzhoubnějšího melanomu.

■ **Viditelné záření** nepůsobí u zdravých osob na kůži negativně. Přesto existují jedinci, u kterých může viditelné záření vyvolat různá onemocnění kůže. V takových případech se hovoří o fotosenzitivních chorobách – fotodermatózách (např. erytematodes, solární kopřivka, fototoxické reakce po lécích aj.).

■ **Infračervené záření** působí „časné“, při opalování ihned nastupující zčervenání kůže. V prostředí, kde působí toto záření dlouhodobě, vyvolává na kůži změny, které jsou hodnoceny jako erytema ab igne (tj. zarudnutí způsobené cévkami rozšířenými ohněm nebo sálavým teplem). Na postižené kůži se objevují trvalé změny v podobě síťovité pigmentace a někdy i mírného ztenčení kůže. Postižené jsou často osoby používající k prohřívání elektrické dečky, nahřívající si často kůži před infrazářiči nebo při práci u pecí v hutích nebo sklárnách apod. V poslední době se uvažuje i o negativním působení infračerveného záření na buňky ve smyslu stimulace jiných faktorů podporujících rakovinné bujení. Jsou známy případy vzniku rakoviny kůže u osob vystavených déletrvajícím vlivům sálavého tepla (nádory kůže po žhavých uhlících nošených v podbříšku pro zahřátí v chladném podnebí Tibetu). Kratší vlnové délky infračerveného záření působí po několika letech expozice zákal čočky oka. Avšak i tyto paprsky je možné vhodně užít k terapeutickým zásahům. Mají pravděpodobně vliv na regeneraci tkáně, a tak jsou přístroje vyzařující toto záření používány k léčbě např. bércových vředů, k hojení jizev apod.

## Solária ve světě

Z předchozích údajů vyplývá, že není rozumné se jen tak nechat manipulovat komerčními zájmy některých z nás a neomezeně využívat některých požitků, které se nám nabízejí. Umělé zdroje, které se v poslední době s takovou náruživostí používají a jejichž přehled podle spektra vyzařovaného záření je uveden v tabulce 3, nelze zatracovat. Je

• tabulka 3 Přístroje dle doby prahového ozáření pro přímou pigmentaci

Typ	Typ přístroje	$t_s, t_{pi}$ [min]	$F_{pi}$ *)
A	velmi vysoký pigment. efekt.	až 3	>11
B	vysoký pigmentační efekt	> 3 až 10	>3,3 až 11
C	střední pigmentační efekt	>10 až 30	>1,1 až 3.3
D	malý pigmentační efekt	> 30 až 120	>0,28 až 1,1
E	velmi malý pigmentační efekt	> 120	až 0,28

\*) Faktor  $F_{pi}$  udává o kolika násobek se liší pigmentační efekt přístroje od poledního globálního záření (Slunce 90°) – např. u přístroje s  $F_{pi}$  0,1 představuje opalovací účinek 10x větší efekt globálního záření

však třeba je využívat k dobru našeho zdraví a vědět, jak nám v nadměrném množství mohou škodit. V řadě zemí se již v minulosti problémy vznikajícími po používání solárií zabývali. Nejvíce zajímal vliv UV paprsků z nadměrného užívání vědce respektive uživatele v Austrálii, kde se vyskytuje hodně jedinců s typem kůže I tj. tzv. keltského typu. Tam již před více než 25 lety (od roku 1983) měli stanovená pravidla pro provoz solárií. Majitel měl povinnost vyvěsit na viditelném místě informace a upozornění pro uživatele se zdůrazněnými informacemi o riziku vzniku rakoviny kůže. Stejně a snad s ještě větší pečlivostí se tomuto problému věnovali v Německu. Tam si dokonce majitelé nechali při prvním vstupu žadatele o slunění podepisovat jakýsi souhlas s tím, že uživatel si je rizik vědom a vstupuje do solária na vlastní riziko. Tento souhlas samozřejmě při německé pečlivosti obsahoval i podrobné informace, tak aby se uživatel nemohl vymlouvat že s určitými informacemi nebyl seznámen. Ve Spojených státech amerických a Kanadě se vedla dlouhá diskuse mezi odborníky a majiteli solárií. Profesor Staberg se svými spolupracovníky publikovali v JAAD (citace) o kancerogenním vlivu UV záření z arteficiálních zdrojů. Zmiňuje se zejména o nebezpečné kombinaci letního ozařování sluncem následované zimním "dokrmováním" UV zářením v soláriích. Pokusné výsledky právě u těchto případů vykazaly výrazné zvýšení výskytu karcinomů kůže. Dokonce Westerdaahl se spolupracovníky vyšetřili větší počet pacientů navštěvujících solária a zjistili zvýšený počet melanomu. Přitom FDA (americké ministerstvo pro lékovou politiku a výživu – něco jako naše ministerstvo zdravotnictví) zjistilo ve všech inzerátech propagujících solária pobídky k navštěvování těchto slunečních lázní, které slibují nespálenou kůži bez jediného rizika poškození sluncem bez rizika vzniku rakoviny kůže stejně jako minimální riziko stárnutí pokožky. Toto matení zákazníků je nezodpovědné. Bohužel se tohoto tvrzení drží i většina majitelů tuzemských majitelů solárií, samozřejmě z čistě praktického hlediska. FDA ve

zprávě hodnotící negativní působení solárií vysvětluje rizika působení umělých zdrojů UV záření ať společných, tak i domácích solárií mimo jiné zejména v souvislosti s tím, že kůže si teprve vyrábí ochranný pigment v době, kdy je paprsky ozařována. Upozorňuje též na to, že mnoho, zejména starších spotřebičů, vyzařuje i UVB záření resp. že se časem mění vlivem stárnutí ozařovacích trubíc UV spektru ve prospěch UVB záření. Již před 10 lety se tyto informace včetně úvahy o zvýšeném riziku vzniku velmi závažného maligního melanomu tj. nádoru z pigmentových buněk a dopadu na změny v imunitních pochodech kůže, objevily na internetových stránkách FDA. FDA proto žádala již v roce 2001 o dohled na zařízení využívající UV zářiče a též nad pacienty tyto přístroje využívajícími. Dokonce bylo požadováno důsledné sledování (viz souhrn podmínek v tabulce) provozů. Stejně pozorování vedli i v Kanadě dokonce již v roce 1999 (JAAD). Vyšetřili pomocí dotazníků přes 1000 osob ve věku 18-60 let, u nichž zjišťovali mimo jiné např. i zkušenost se spálením kůže při použití solária (což se vyskytovalo u 26% osob). Většina osob si naprosto nepřipouštěla rizika spojená s tímto konáním a většina počítala s pokračováním v této činnosti (77,5%). V roce 2004 se k diskusi o problematickém působení solárií přidala i Francie.

## Solária u nás

V naší republice dermatologická společnost požadovala rovněž již v 90. letech minulého století speciální školení majitelů nebo obsluhovatelů solárií, jehož absolvování by podmiňovalo získání živnostenského listu, stejně jako pravidelné proměřování kvality zářivek. Přes počáteční vydání vyhlášky týkající se této problematiky a zahájení školení pod dozorem odborníků fotobiologické sekce výboru dermatologické společnosti byla problematika předána z ministerstva zdravotnictví na ministerstvo tělovýchovy a sportu, kde se postupně zájem o dodržování a další realizaci postupně vytratil. Jak všichni dobře víme, v poslední době přicházející nové zprávy o zvýšeného výskytu maligního melanomu u osob používajících umělé zdroje UV záření k pravidelnému ošetřování pleti přicházejícími z Velké Británie se i u nás rozvířil zájem o solária a hygienická proměřování 10 studií s UV přístroji zjistila 80 % nevyhovujících zdrojů záření. Při tak minimální kontrole jinak četných salonů je skutečně toto zjištění postižení alarmující.

## A jak na to reagovala WHO ?

Již v roce 2004 se obrátila zejména na nově do EU přichozící země s informací o sledování působení UV záření v soláriích a žádala nové členské země o spolupráci. Materiály, které WHO poskytla k prozkoumání, ukazovaly na nežádoucí ozařování přídatnými expozicemi umělého UV záření. zejména proto, že se v posledních letech objevují nové zářiče na trhu, které vyzařují záměrně nejen UVA paprsky, ale z důvodů rychlejšího nabytí pigmentace i UVB. Poslední dobou se zvyšující negativní účinky na zdraví, nadměrné dávky ozáření UV paprsky ze Slunce nebo z umělého zdroje se stávají problémem veřejného zdraví. A tak se přípravou mezinárodních směrnic zabývá v rámci projektu INTERSUN (Mezinárodní komise pro ochranu před neionizujícím zářením).

Tato **Mezinárodní komise pro ochranu před neionizujícím zářením** (International Commission on Non Ionizing Radiation Protection - ICNIRP) doporučuje vyhnout se návštěvě solária v případě že:

- jde o osobu mladší než 18 let
- jde o těhotnou ženu
- člověk má teplotu nebo jakoukoliv nemoc
- má pokožku, která se špatně opaluje a snadno spálí
- má na těle velký počet névů (více než 30) nebo névy velikosti  $\geq 2$  mm v průměru na celém těle nebo má mateřské znaménko širší než 5 mm
- má tendenci k tvorbě pih (dle fototypů - viz tabulka 2.)
- se v minulosti na slunci spálil
- má prekancerózy (např. solární keratózy) nebo měl v minulosti maligní kožní lézi
- má slunečním poškozenou pokožku (vrásky ve tváři, nepravidelné pigmentové skvrny na tváři či na rukou
- byla použita kosmetika, která zvyšuje citlivost vůči UV záření (zejména parfémy)
- užívají jakékoliv léky. V tomto případě je nutná konzultace lékaře.

Podle naší úvahy se navíc týká omezení návštěvy solária případů, kdy osoba (bývají to zejména ženy) požívá potraviny obsahující látky zvyšující riziko vzniku výraznějšího zánětu kůže vzhledem k fotosenzibilizaci (tzv. furokumariny) jako jsou zejména miřkovicité - celer, petržel, mrkev, pastiňák, kerblík, bylinkové čaje a džusy ve větším množství a např. bergamotový olej aj. Kromě toho musí ochrana pokožky respektovat kožní fototyp viz tab. Ochrana kůže u fototypů II.-IV. je důležitá zejména při počátečním vystavování se UV paprskům proto, že tehdy ještě nemá kůže vytvořenou svou vlastní ochranu v podobě pigmentu a tudíž nemá chráněný imunitní systém. A ten může být narušen ještě dříve, než se projevy spálení kůže. Nanášení UV filtrů o dostatečné hodnotě SPF

faktoru (sun protective factor) musí být provedeno s předstihem 30 min., aby se kosmetický přípravek uložil na příslušném místě pokožky, aby mohl kožní buňky dobře chránit. Mnozí pacienti ale používání UV filtrů do solárií považují za nevhodné, protože při jejich aplikaci nedojde k tak výrazné pigmentaci jako bez nich, což bývá většinou hlavním důvodem, proč tyto osoby solária navštěvují.

## Hygienické limity pro expozici osob UV záření

V přehledném elektromagnetickém spektru se vyskytuje ultrafialové záření vedle ionizujícího rentgenového záření v krátkovlnné oblasti. Přejít je dovoleno. UV záření je schopné provádět fotochemické pochody i změny ve struktuře molekul bez zahřívání. Na rozdíl od infračerveného nebo radiového záření neexistuje u ultrafialového záření prahová hodnota, u které by bylo možné označit expozici UV za zdravotně neškodnou. Místo podprahové expozice, jejíž dodržení znamená nulové zdravotní riziko, je pro UV záření možné stanovit jen expozici únosnou, tedy takovou, při které je zvýšení rizika poškození zdraví natolik malé, že je možné je pokládat za přijatelné. Pro stanovení hygienického limitu pro únosnou expozici ultrafialovému záření se používá spektrální účinnost (spektrální nebezpečnost) ultrafialového záření různých vlnových délek. Je vyjádřena bezrozměrným koeficientem označovaným zpravidla symbolem  $S_{\lambda}$ . Podrobnější vysvětlení stanovování a měření najdete v článku. Limit únosné denní expozice (dávka vážených  $30 \text{ J/m}^2$ ), který stanovila Mezinárodní komise nezávislých expertů ICNIRP, obsahuje podle obecných zásad této komise ještě „bezpečnostní“ faktor s hodnotou rovnou zhruba deseti.

O ochranu zdraví zaměstnanců exponovaných při práci ultrafialovému záření umělých zdrojů se stará Direktiva Evropského parlamentu a Rady, kterou do roku 2010 jsou povinny zabudovat do své legislativy všechny státy Evropské unie, ochrana zdraví před opalováním na slunci a v soláriích spočívá především v šíření znalostí o existujícím riziku. Po novém důkladném rozboru rizik, který se nyní v Evropské unii dokončuje, se počítá s rozsáhlou vysvětlovací kampaní, která by měla rizika závažných kožních onemocnění způsobených UV zářením výrazně snížit.

## Závěr

Mezinárodní zdravotnická organizace ve spolupráci s odborníky celosvětově vydala informaci, již by se měli řídit fotobiologové, resp. fotodermatologové, která říká, že **celoživotní dávka aplikovaného UVA záření nesmí překročit  $1\,000 \text{ J/cm}^2$** .

Je tedy na každém z nás být si vědom toho, že sluneční záření je jistě nezbytné pro náš život. Přináší nám mnoho dobrého a bez sluníčka si svou existenci nedovedeme představit. Naproti tomu je nutné si pamatovat, že i toto dobrotivé sluníčko nám může škodit. A že jeho negativní vliv můžeme i my do jisté míry zvyšovat svým agresivním chováním k přírodě.

# Downlight na bázi LED: kombinace energetické účinnosti a dlouhé životnosti

Aleš, Kaňa, Ing.

THORN LIGHTING CS S R.O., [www.thornlighting.com](http://www.thornlighting.com), [info@thornlighting.com](mailto:info@thornlighting.com)

## Uvedení svítidla na bázi LED

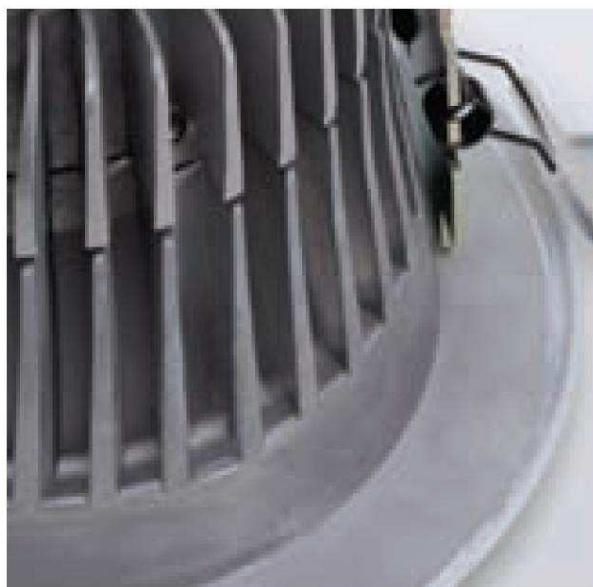
Dalším stupněm ve vývoji svítidel je jistě užití světelných zdrojů LED. Po dlouholetém vývoji na trh firma THORN Lighting uvádí interiérové LEDkové svítidlo typu downlight, a to ve dvou základních verzích vestavné a přisazené.

## Hlavní výhody LED

Kromě úspory energie a vytváření pohodové nálady existuje při použití LED diod ještě řada dalších výhod jak pro provoz, tak pro životní prostředí. Jejich výjimečně dlouhá životnost znamená, že nepotřebují žádnou údržbu ani výměnu světelných zdrojů, tím se snižují náklady a redukuje se množství odpadového materiálu. Navíc nevyzařují ultrafialové ani infračervené paprsky a neobsahují žádnou rtuť.

## Tepelné posouzení

Dlouhá životnost LED svítidla závisí na efektivním řízení provozní teploty příslušných LED diod. I LED diody vydávají odpadní teplo, i když podstatně menší než tradiční žárovky a výbojky, a proto je svítidlo Base LED navrženo tak, aby maximalizovalo přenos tepla. Na zadní části tělesa z litého hliníku jsou lineárně uspořádána žebra odvádějící teplo; to znamená, že není zapotřebí kovový chladič, čímž je zredukován objem svítidla. A navíc, všechny downlighty mají tříletou záruku.



## Snadná instalace

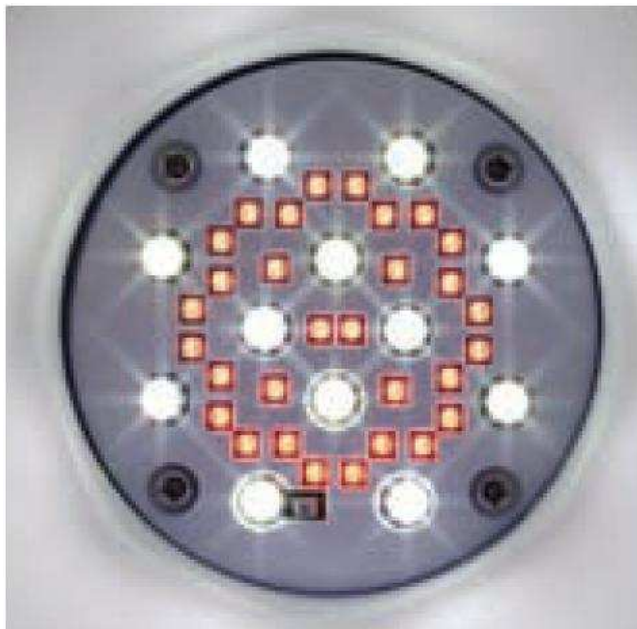
Instalace svítidla Base LED je jednoduchá. Každý downlight se dodává se dvěma pružnými klipsy, které zajišťují správné uchycení ve stropě. Po namontování hladký bílý rámeček splyne nenápadně se stropem, pro dekorativnější vzhled je k dispozici výběr barevných vnitřních kroužků: bílý matný, měděný matný a hladký stříbrný. K dispozici jsou rovněž verze pro přisazenou montáž.

## Aplikace

Tento downlight splňuje požadavky na krytí IP44 (odolnost proti stříkající vodě), takže je vhodné pro montáž ve vlhkém prostředí jako jsou koupelny. Base LED je ideální pro mnoho komerčních a rezidenčních aplikací – chodby, schodiště, bary, restaurace – krátce řečeno, všude tam, kde je žádáno osvětlení po dlouhé hodiny, které musí být ekonomické.

### Vynikající a dlouhodobé barevné podání

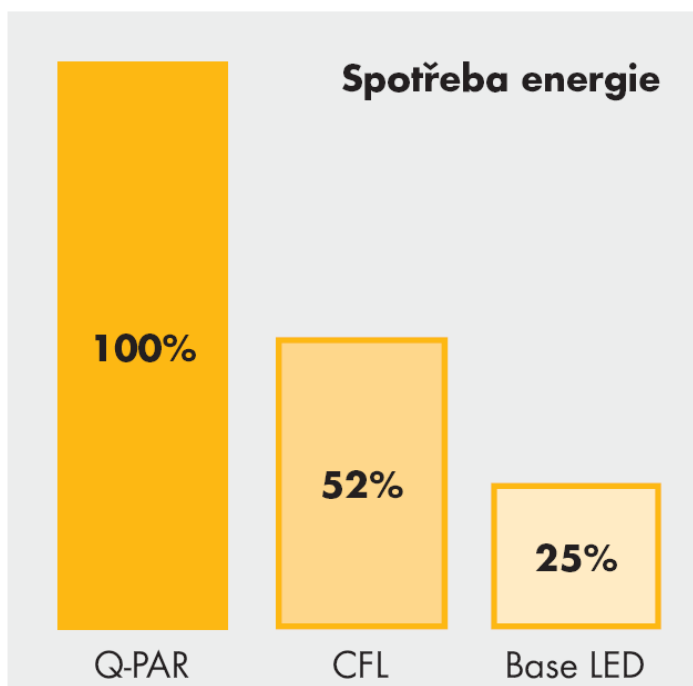
Tento downlight, který je k dispozici s teplotami barev 2700K a 3500K, disponuje excelentním barevným podáním CRI (Ra) 94, podstatně lepším než většina kompaktních zářivkových světelných zdrojů (CFL), a je stmívatelný na 20% s použitím konvenčních stmívačů. Base LED poskytuje teplé bílé světlo díky vynikající technice míchání světla žlutých a červených LED diod, které je opravdu jiné než poskytují modré LED diody potažené žlutým fosforem. Tento přístup umožňuje aktivní řízení barev, které si udržují stálou barevnou konzistenci po celou dobu životnosti produktu. Krycí difuzor umožňuje dobrou kontrolu oslnění.



### Spotřeba energie

Při 12W a výkonu 650 lumenů odpovídá vyzařování tradičního 18W downlightu s kompaktní zářivkou\* a přitom využívá přibližně o 50% méně energie a také jeho životnost je 4x vyšší. Ve srovnání s downlightem s halogenovou žárovkou 50W Q-PAR 16, Base LED poskytuje o 20% více světla, spotřebuje o 75% méně energie a jeho životnost je dokonce 20x delší!

\* Údaje pro typický downlight 18W TC-D s LOR 0,54 a celkovým příkonem 24W



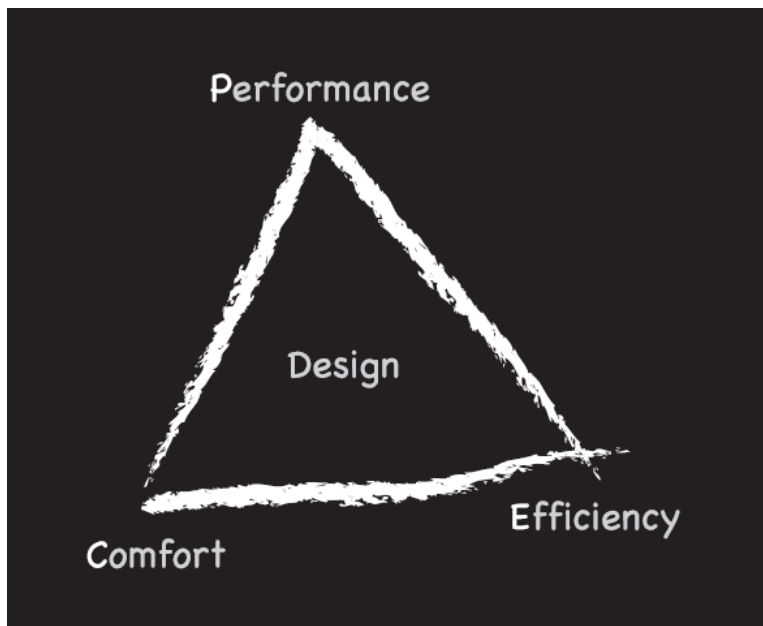
### Výkon, účinnost a pohodlí (P.E.C.)

Řada Base LED ztělesňuje dynamický P.E.C. program společnosti Thorn, který je zaměřený na dosahování vynikajících výsledků v osvětlování. Program vychází ze zásady, že výkon, účinnost a pohodlí určují celkovou výkonnost osvětlení, jeho dopad na uživatele i jeho vliv na životní prostředí. Řada Base LED dodává správné světlo na správné místo a v pravý čas.

#### **Výkon:**

Poskytuje maximální vizuální efekt

- Přesvědčivá technologie pro bezprecedentně výkonné osvětlení s LED diodami
- Výkon 650 lm se stabilní kvalitou světla
- Excelentní barevné podání – Ra 94
- Difuzor umožňuje dobrou kontrolu oslnění a zaručuje stejnoměrné osvětlení



#### **Účinnost:**

Šetří energii, snižuje emise CO2 a odpad a lze jej prakticky a efektivně instalovat, provozovat a udržovat."

- Šetří energii – spotřeba pouze 12W. Spotřeba energie se sníží o 50% resp. o 75% ve srovnání s 18W kompaktními zářivkami a 50W halogenovými downlighty"
- Vysoká účinnost – 54lm/W, je opravdu lepší než u většiny nízkowattových kompaktních zářivek (CFL)
- Stmívatelné na 20% a spínatelné
- Snadná instalace s možností prodrátování Stačí pouze nainstalovat a snížené náklady na údržbu jsou zaručeny, protože svítidlo vydrží 50 000 hodin a zachová si minimálně 70% světelného výkonu
- Nevyzařuje teplo
- Ekologicky přijatelný výrobek – neobsahuje rtuť
- Krytí IP44 pro použití ve vnitřních vlhkých prostorách, například ve vchodech budov či koupelnách

#### **Pohodlí:**

Uživatelé se cítí pohodlně a spokojeně

- Příjemné a relaxující teplé bílé • světlo (2700K nebo 3500K)
- Difuzor poskytuje široké měkké vyzařování pro dobré horizontální a vertikální osvětlení, které vytváří dojem prostornosti



- Dekorativní vzhled díky možnosti použití různých dekorativních kroužků

#### **Vlastnosti výrobku**

#### **Světelné zdroje:**



12W 2700K nebo 3500K vysoce účinné LED

**Materiály:**

Těleso z tlakově litého hliníku. Rámeček z litého hliníku s bílým matným povrchem s možností bílého matného, měděného, matného a nebo hladkého stříbrného dekorativního vnitřního kroužku.

**Vestavná verze**



Bílý matný dekorativní vnitřní kroužek



Měděný matný dekorativní vnitřní kroužek



Hladký stříbrný dekorativní vnitřní kroužek



Bez dekorativního vnitřního kroužku

**Přisazená verze**



Bílý matný dekorativní vnitřní kroužek



Měděný matný dekorativní vnitřní kroužek



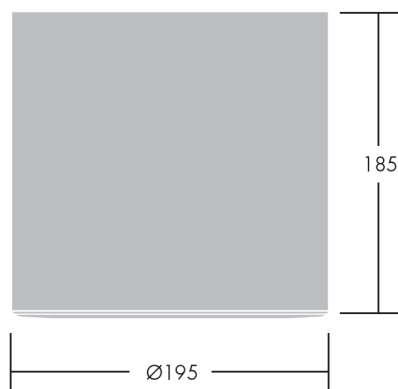
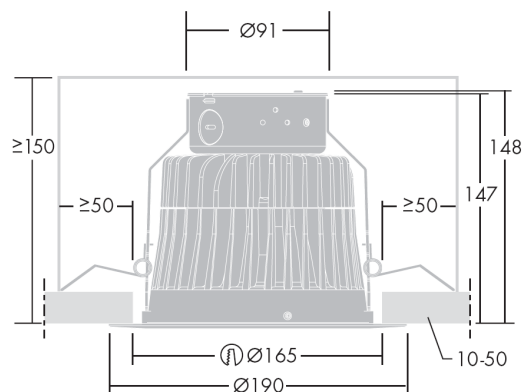
Hladký stříbrný dekorativní vnitřní kroužek



Bez dekorativního vnitřního kroužku

**Normy:**

Konstrukce a výroba v souladu s normou ČSN EN 60598

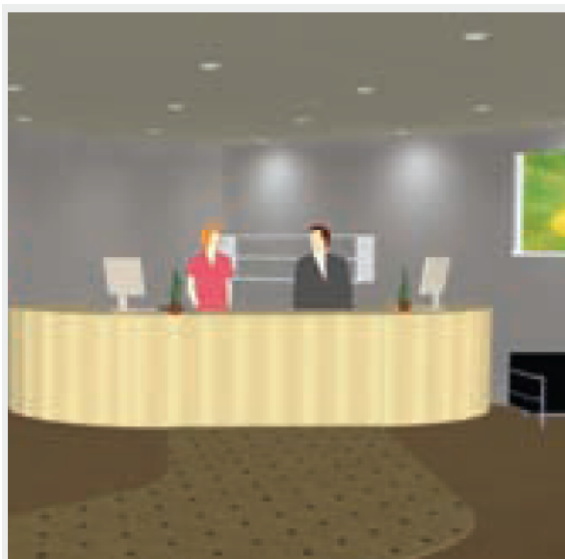


**Vzorové příklady**



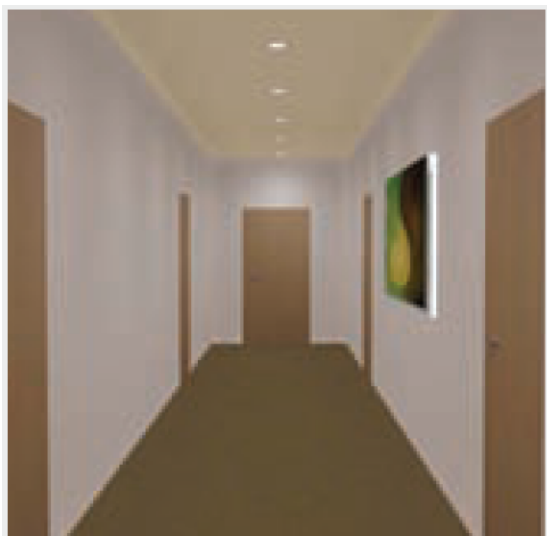
O světelném účinku je možno se přesvědčit na dvou vzorových výpočtech umělého osvětlení.

### **Hotelová recepce:**



Rozteč	1,5 x 1,5m
Pracovní rovina	247 lx
Osvětlenost stěn	129 lx
Osvětlenost stropu	82 lx

### **Chodba:**



Rozteč	1,2 x 1,2m
Pracovní rovina	113 lx
Osvětlenost stěn	54 lx
Osvětlenost stropu	23 lx

### **Literatura a odkazy**

Interní dokumentace společnosti THORN LIGHTING CS S R.O., [www.thornlighting.cz](http://www.thornlighting.cz)

# ČSN 730581 Oslunění budov a venkovních prostor

## – Metoda stanovení hodnot

Doc. Ing. Jan Kaňka, Ph.D. – stavební fakulta Praha

Právě vyšla (září 2009) výše uvedená nová norma. Účelem normy je sjednotit postup výpočtu polohy slunce na obloze a výpočtu doby oslunění a doporučit způsoby zobrazení polohy slunce a jeho zdánlivé dráhy na obloze. Normou se nahrazují články 4.3.6 a 4.3.7 a příloha A ČSN 73 4301 Obytné budovy z června 2004. Zadavatelem vypracování normy jsou Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví spolu s Ministerstvem pro místní rozvoj. Záměrem zadavatelů je k této normě, kterou je nutno pokládat za normu kmenovou, v blízké budoucnosti vypracovat „požadavkové“ normy pro jednotlivé druhy staveb či pozemků. Požadavky na oslunění (= přímý dopad slunečních paprsků) jsou normativně stanoveny zatím jen pro obytné budovy, a to v ČSN 734301 Obytné budovy. Přístup slunečního záření je ale významný i pro jiné druhy staveb – stavby zdravotnické, školské. Například pro mateřské školy je sluneční záření pro svůj baktericidní účinek nepochybně významnějším faktorem prostředí, než pro obytné budovy. Domnívám se, že požadavky na proslunění by měl stanovit zdravotník, nikoli stavební inženýr. V tomto smyslu si dovoluji vyzvat příslušné odborníky ke spolupráci se mnou nebo přímo s výše uvedenými institucemi.

Na normové hodnoty proslunění z ČSN 734301 se v § 13 odkazuje vyhláška 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby a činí tak tyto hodnoty závaznými. Domnívám se, že platí obecná zásada, že jestliže stát závazně vyžaduje od svých občanů určitý způsob chování (např. nestínit nad stanovený limit), pak musí být velmi přesně, jednoznačně a hlavně jednotně stanoveno jak toto chování hodnotit ve smyslu pojmů vyhovující – nevyhovující. Pro technický obor oslunění právě tento jednoznačný a jednotný postup stanoví nově vyhlášená ČSN 730581.

Důvody, proč je nutné jednotnou metodiku výpočtu doby oslunění stanovit normou jsou zejména tyto:

- a) meziroční rozdíly v hodnotách deklinace slunce
- b) rozdíl mezi pravým a středním slunečním časem
- c) rozdíl v proslunění v závislosti na zeměpisné poloze posuzovaného místa
- d) stanovení orientace ke světovým stranám s použitím meridiánové konvergence

Vlastní norma má tři hlavní části.

- 1) slovník odborných termínů a definic
- 2) vztahy pro jednotný výpočet parametrů zdánlivé dráhy slunce na obloze
- 3) způsoby grafické prezentace polohy slunce na obloze (informativní tj. nepovinná část) – sluneční diagramy, které lze přímo využít ke grafické práci při řešení proslunění.

V Praze září 2009

# Efektivní vizuální komfort

Karin Urbanová Kasanová, Ing. arch.

ERCO Lighting, www.erco.com, k.kasanova@erco.com

V souvislosti se změnou životního stylu se osvětlují zajímavé architektonické prvky. To má samozřejmě velký vliv na turisty a návštěvníky měst. Na druhou stranu však nesmíme zapomínat na přirozený životní cyklus, střídání dne a noci. Přemíra světla v noci ruší zaběhnutý rytmus, a proto se světlem musíme zacházet opatrně. Osvětlení je energeticky náročné. Všichni ti, kteří se zabývají osvětlením, počínaje výrobci, přes projektanty až po uživatele, by měli zacházet s omezenými přírodními zdroji s plnou odpovědností. V posledních letech pod tlakem stoupajících cen energie učinilo osvětlení architektury mimofádně pokroky a dosáhlo vysoké úrovně efektivity, která nemusí být na úkor kvality osvětlení.

## Příklad z praxe: Osvětlení Velké skleněné pyramidy v Louvru

**Architekt:** Ieoh Ming Pei, New York

**Lighting designer:** Claude Engle, Washington

Pyramida v Louvru byla zbudována v roce 1989 americkým architektem Ieohem Ming Peiem za vlády prezidenta Françoise Mitteranda. Impozantní skleněná pyramida stojící uprostřed Napoleonova nádvoří před Louvrem slouží jako hlavní vchod do tohoto nejznámějšího pařížského muzea. Pyramida je vlastně střechou velkolepých podzemních prostor, kde jsou soustředěny nejrůznější služby pro návštěvníky. Jejím zpřístupněním skončila první etapa projektu takzvaného Velkého Louvru, jehož cílem bylo Louvre rozšířit, zmodernizovat a učinit z něj "největší muzeum na světě". Pyramida to ovšem není ledajaká. Obklopuje ji sedm trojúhelníkových bazénů s vodotrysky. Je vysoká 21 metrů a má půdorys 34 krát 34. Její boky jsou pokryté 86 tunami skla. Sklo muselo být dokonale odolné, lehké a průhledné. Každé sklo je obvykle průhledné, ale to na pyramidě musí zůstat stoprocentně průhledné po dlouhou dobu. 66 kosočtverců a 118 trojúhelníků silných deset milimetrů bylo nařezáno z tohoto speciálního skla. Jednotlivé segmenty byly kvůli bezpečnosti slepeny po dvou k sobě, podobně jako přední ochranné sklo u automobilu. Ochranné sklo pyramidy v Louvru zabírá plochu dvou tisíc čtverečních metrů.

Ačkoliv výstavbu pyramidy v době jejího vzniku provázela nevole, již od svého otevření budí nevšední skleněná architektura zájem turistů. Vlastník budovy a architekt již od začátku uvažovali o osvětlení, aby zdůraznili skleněnou architekturu i po soumraku. Představovali si osvětlení, které bude vycházet zevnitř. Protože, tak vysoce transparentní materiál jako je sklo, vytváří reflexi, vyvinul světelný designér Claude Engle nový typ architektonického osvětlení. V patě pyramidy umístil žlábků. V každém je 5 světlometů s úzkou vyzařovací charakteristikou. Vše je integrováno do podélného instalačního kanálku. Mezi tři základní aspekty návrhu, kterými se řídil Claude Engle patřily:

- intenzita světla
- úhel světla
- barva světla

Osvětlení, jako i vše jiné, se vyvíjí. V roce 1989 byl optimální světelný zdroj pro tento účel 12V 100W halogenová žárovka, dávající brilantní světlo s excelentním barevným podáním. Zvolení vhodného typu zdroje je stěžejní zejména pro samotný provoz. Technologie zdrojů šla dopředu, a proto se hledalo po patnácti letech využívání lepší řešení. V roce 2004 bylo rozhodnuto zaměnit 12V 100W halogenové žárovky za 20W halogenidové výbojky. To vedlo k výrazné úspoře elektrické energie a to až o 80 procent původní spotřeby. Současně se zvýšila doba životnosti a prodloužil se i udržovací faktor. S modernizací se začalo v roce 2005. Současně i stávající barevnost lépe podtrhuje skleněnou architekturu na pozadí historických budov.

### **Světelný koncept pyramidy Velkého Louvru v číslech :**

- 116 světelných korýtek
- v každém 5 spotových svítidel
- 580 zdrojů

### **Světelný koncept z roku 1989**

Zdroj: 100W QT12  
580 x Svítidla typu spotlight  
580 x 100W = 58,000W  
Životnost zdroje: 4,000h

### **Světelný koncept z roku 2004**

Zdroj: 20W HIT  
Počet svítidel zůstal stejný  
- současně svítidla vytvářejí větší kontrast a dojem

580 x 20W = 11,600W  
Životnost zdroje: 10,000h  
Úspory: 80%  
Udržovací faktor: 2.5x delší

Jak ukazuje i tento příklad, pečlivě naplánované osvětlení vede k minimalizaci nákladů a k redukci ztrát. Moderní efektivní světelné zdroje snižují nejen samotný příkon systému osvětlení, ale zároveň i tepelnou zátěž, která se odrazí v interiéru, např. na dimenzování a provozních nákladech na klimatizaci a systémy větrání.

Již světelný koncept dbá na úspory energie. To je podpořeno jak výběrem vhodných technologií, tak i výběrem efektivních světelných zdrojů a řídicích systémů.

Hledání úspor při provozu osvětlení, ale zároveň potřebná kvalita a efektivita jsou jedním z důležitých faktorů současného světelného designu. Ve zkratce je možné říct, že efektivitu při architektonickém osvětlování ovlivňuje pět faktorů. A to:

- světelný koncept – kvalitativní plánování
- vertikální osvětlenost
- efektivní světelné zdroje
- inteligentní řídicí systémy
- technologie

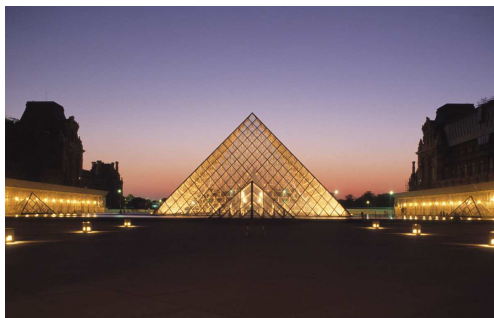
## Světelný koncept

Návrh osvětlení má dvě stránky a to stránku technickou, která se týká toho, kolik světla potřebujeme pro daný úkol, ale i stránku psychologickou, která se zabývá osvětlením z hlediska toho, jak působí na člověka.

### Pro světelný design je stěžejní :

- silný koncept, detailně zpracovaný a dobře provedený
- svítidla a příslušenství ( mohou být viditelná, ale musí být umístěná na správném místě)
- měřítko a rytmus
- vztahy osvětlovaného objektu k okolí

Z hlediska světelného konceptu se otázka osvětlení rozšířila z problematiky výběru designu svítidla na oblasti volby vhodného světelného zdroje, jeho intenzity, barevnosti, optiky, životnosti a v neposlední řadě ekologických aspektů jeho využívání. Důležitou roli stále hraje koncept - myšlenka .Vhodná volba svítidel pak může zásadně ovlivnit vyznění celého architektonického návrhu, podtrhnout nebo zcela narušit záměr autora.



- obrázek 1 - Světelný koncept z roku 1989



- obrázek 2 - Světelný koncept z roku 2004

## Vertikální osvětlenost - wallwashery

Lidský zrak je jedním z nejdůležitějších smyslů, kterým člověk vnímá svět kolem sebe. Oko je vlastně velmi citlivý optický přístroj, který je schopen přijímat úzkou oblast spektra elektromagnetického záření - viditelné světlo. Vnímání světla je složitý děj, kterého se kromě oka účastní také mozek. To nám umožňuje posoudit zrakem vzájemnou polohu předmětů v prostoru nebo odhadovat vzdálenosti. Lidské oko je velmi dokonalý optický přístroj

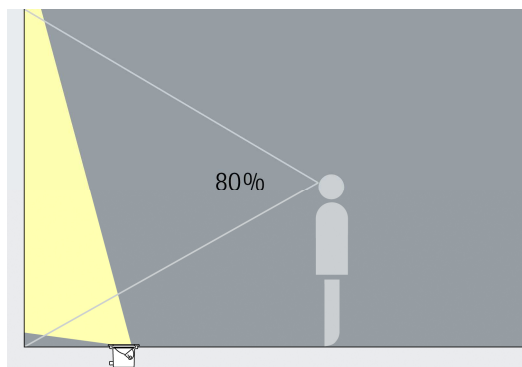
(i když má své nedostatky!) a svou stavbou se podobá fotografickému přístroji. Oko je pro nás neobyčejně důležité, protože pomocí zraku získáváme převážnou většinu informací o okolním světě.

Kvalitní světelný design počítá i s optickým působením světla. Například, při subjektivním pozorování osvětlené stěny vytvářejí dojem většího prostoru. Kvalitativní světelný design se koncentruje na důležité prvky v prostoru a ty pak zdůrazňuje. Vertikální osvětlení s rovnoměrným rozdělením světla po stěnách je pro subjektivní vnímání jasů důležitější než světlo na vodorovných plochách.

Svítlidla typu wallwasher mohou být s rozptylnou čočkou, s dvouhnikovým optickým systémem, bodová, lineární, spotová či zemní pro aplikace v exteriéru. Jedním z důležitých kritérií je poskytnutí rovnoměrného osvětlení stěny a úhel clonění. Předpokladem pro dokonalé osvětlení stěny je asymetrická vyzařovací charakteristika svítidla. Musí být nastavená tak, aby vyhovovala geometrickému vztahu mezi vertikální stěnou a pozicí svítidla. Efektivní úhel clonění pro zapuštěná svítidla nám potom zlepšuje vizuální komfort. Aby tato svítidla správně fungovala, musí být také správně umístěna. Vzdálenost od stěny je zhruba jedna třetina výšky stěny. To je nutné dodržet a zároveň vzdálenosti mezi jednotlivými svítidly musí být stejné, nesmí však přesáhnout 1,5 x vzdálenost od stěny.

K dosažení maximální rovnoměrnosti osvětlení by mělo být použito alespoň tři svítidel tohoto typu. Dnešní doba přináší oblibu prosklených fasád, a tak i efekt wallwashingu může budovu ozvláštnit jak ve dne, tak i v noci, kdy slouží jako venkovní osvětlení. Efekt je patrný díky transparentní fasádě. Barva světla a také barevné podání ovlivní výběr světelného zdroje pro wallwasher. Například lineární wallwasher se zářivkou dává méně brilantní světlo než malý zdroj halogenové žárovky. V architektonickém osvětlení právě rozdílná barva světla, která může být od teple bílé přes neutrální až k studeně bílé, vytvoří rozdílnou světelnou atmosféru a to jak během dne, tak během noci. Použití barevného světla přinese zajímavý efekt. Paleta osvětlení sahá od pastelových tónů až po jasné satureované barvy. Barevné osvětlení dává místnostem a prostoru dramatické scénické osvětlení a atraktivňuje prostor. Světlo můžeme vytvořit buď pomocí filtru nebo RGB technologie.

Kreativní koncepce osvětlení začíná myšlenkou. Cesta od myšlenky ke skutečnosti trvá dlouho a vyžaduje mnoho přesvědčování. Realizace staveb je v současné době komunikačním úkolem. Wallwashing je důležitou součástí architektonického osvětlení, zdůrazňuje jak stěny v interiéru, tak i fasády v exteriéru. Rovnoměrné osvětlení stěn má velký potenciál. Jednotlivé stěny, které ohraničují prostor, mohou být zdůrazněny jak pro svojí materiálovou kvalitu nebo jako neutrální pozadí pro zavěšené předměty. Odražené difúzní světlo od stěn také osvětlí nepřímým světlem místnost a můžeme ho částečně využít jako základní světlo.



- obrázek 3 - Rovnoměrná vertikální osvětlenost svislých ploch pomocí wallwasherů

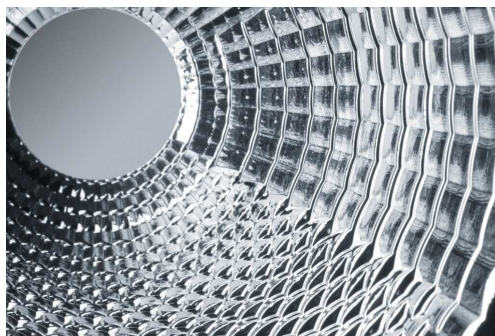
## Technologie

Možnosti utváření prostoru světlem jsou prakticky neomezené. Jednou z nejvíce fascinujících vlastností světla však je, že dokáže stavby interpretovat stále novým způsobem. Samotné svítidlo se tak stává světelnou pomůckou, světelným nástrojem pro zvláštní účely použití. Důležitý je optický systém, který v tomto případě umožní rovnoměrné rozptýlení světla. Reflektory jsou proto důležitou součástí svítidel, což nám umožňuje kontrolu světla. Hliník, chrom nebo plast potažený hliníkem jsou materiály, které se používají na reflektory. Mají buď matový povrch nebo vysoce leštěný. Matový povrch poskytuje difúznější a rovnoměrnější osvětlení.

Hospodárný přístup k energii přináší s sebou i návrhy účinnějších optických systémů. Svítidlo je tu především proto, aby vytvářelo určitý typ osvětlení, který nám zaručí požadovanou světelnou scénu. V tomto směru jsou zajímavou technologií sférolitické reflektory. Díky individuální podobě sferolitů lze měnit charakteristiku reflektorů v širokém rozsahu. Výsledkem jsou svítidla, u kterých díky vyměnitelným reflektorům dosáhneme různých vyzařovacích charakteristik. To znamená, že pro jedno tělo svítidla máme různé možnosti usměrnění paprsku. Od

úzkého až po široký. Zároveň lze dosáhnout i eliptické vyzařovací charakteristiky, a to nám nahrazuje použití čočky.

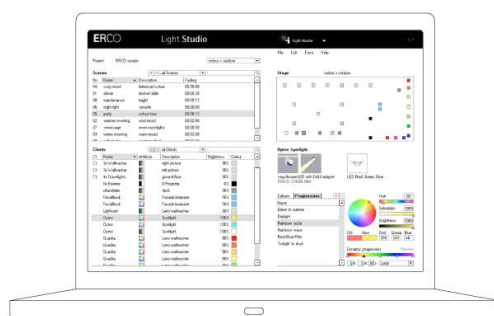
V případě jejího použití dochází k částečnému úbytku světla. U tohoto speciálně tvarovaného reflektoru tento problém odpadá. V oblasti předřadných přístrojů je výhodnější nasazení elektronických předřadníků.



- obrázek 4 - Ukázka sferolitického reflektoru

## Rídicí systémy

Světelné řídicí systémy, osvětlení vnitřních a vnějších prostor, tvoří rozsáhlý program světelných nástrojů pro jednotná komplexní světelná řešení v architektuře. U osvětlovacích systémů lze skutečnou spotřebu scénickým tlumením osvětlení pružně přizpůsobit danému stavu. Ztlumené, ale na kontrasty bohatší osvětlení může působit více stimulačně než jednotně vysoké intenzity světla.



- obrázek 5 - Ukázka řídicího softvéri – Light Studio

## Světelné zdroje - efektivita a úspornost

Volba správných typů zdrojů je další důležitou součástí návrhu. Existuje mnoho typů zdrojů, které se liší způsobem, jakým generují světlo, svým světelným výkonem či světelným tokem, spotřebou energie, světelnou účinností, geometrií, spektrálním složením vysílaného záření a charakteristikou svazku paprsků. LED diody se ve stále větší míře využívají v nejrůznějších oblastech osvětlovací techniky. Za své rozšíření vděčí především rostoucí světelné účinnosti a měrnému výkonu. V oblasti venkovního osvětlení je otázka zrakového vjemu daleko komplikovanější. V současné době veškeré světelné technické výpočty vycházejí z podmínek fotopického vidění. Nové poznatky v této oblasti otevřely diskuzi o tom, jak vlastně člověk vidí v noci a jakým způsobem tento proces popsat, a v souvislosti s tím, jak venkovní osvětlení navrhovat a jak měřit.

Ve světelném designu se začínají objevovat kategorie v lumenech:

A to:

< 50 lm

Orientační osvětlení, k identifikaci architektonických linií

Aplikace: schody, cestičky....

< 500 lm

Akcentující osvětlení pro malé objekty osvětlované z malé vzdálenosti, orientační osvětlení

Aplikace: privátní domy, zahrady, osvětlení cestiček...

< 2 000 lm

Akcentující osvětlení pro středně velké objekty osvětlované ze středně velké vzdálenosti, wallwashing do výšky 3m, projekční osvětlení

Aplikace: galerie, privátní domy, zahrady, osvětlení cestiček...

< 5 000 lm

Akcentující osvětlení pro velké objekty, wallwashing do výšky 4m, projekční svícení

Aplikace: muzea, obchody, široké pěšiny, stromy, parky...

< 10 000 lm

Celkové osvětlení (ambient light), washlighting a akcentující osvětlení pro velké objekty z velké vzdálenosti, wallwashing do výšky 6 m, projekční svícení

Aplikace: muzea, obchody, galerie, atria, fasády ...

> 10 000 lm

Celkové osvětlení (ambient light) a washlighting pro velmi velké prostory, a akcentující osvětlení a washlighting pro velmi velké objekty z velké vzdálenosti

Aplikace: haly, průmyslové budovy, letiště, fasády, památníky, věže ...



• obrázek 6 - LED diody

Investice do kvality osvětlení jsou účelné, a to jak z hlediska ekonomického, tak i ekologického. Pokud je osvětlení pečlivě vyprojektováno a je realizováno kvalitními výrobky, pak optimálně podtrhuje architekturu a nejen ji. Esteticky přidává na hodnotě, ale zároveň zvyšuje její užitnou hodnotu. Krátce řečeno, s inteligentním vyprojektováním a kvalitními osvětlovacími nástroji vznikají řešení, která při nízkých provozních nákladech uspokojují veškeré estetické, funkční a ekologické nároky.

## Literatura a odkazy

[1] -Granslandt Rüdiger, Hofmann Harald : Handbook of Lighting Design, ERCO 1992

[2] -Habel Jiří : Světelná technika A, Ediční středisko ČVUT 1984

[3] -Bystřický Václav, Kaňka Jan :Osvětlení, Vydavatelství ČVUT 1994

[4] -Clare Lowther, Sarah Schutz, Bright, Frame Publishers 2008



# Světlo v exteriéru

Karin Urbanová Kasanová, Ing. arch.

ERCO Lighting , [www.ercos.com](http://www.ercos.com), k.kasanova@ercos.com

## Světlo v exteriéru

Světlo je základ pro vizuální vnímání, je médiem, které není vidět, ale činí ostatní věci viditelné tím, že vytváří reflexi na povrchu předmětů. Protože většina předmětů světlo nevyrábí, jejich viditelnost závisí pouze na světle, které se od nich odrazí. Více než 80% informací ze svého okolí vnímá člověk prostřednictvím očí. Rychlost přenosu dat je přitom desetinásobně větší než např. při poslechu.

Charakter světla zprostředkovává informaci stejně jako mluvené slovo. Nové výzkumy ukazují, že světlo má daleko větší význam, než jen zprostředkování zrakového vjemu. V přírodě je důležitým prvkem, kterým měříme čas. Vnáší rytmus do dne a určuje i koloběh ročních dob. V krátkosti můžeme říct, že světlo je více než médium, které nám umožní vnímat věci.

Venkovní osvětlení reflektuje vývoj moderní společnosti. Současný životní styl je velmi rychlý a čas hraje důležitou roli. Původně bylo venkovní osvětlení vyvinuté čistě pro funkční stránku, dnes se stalo nástrojem lidské kolonizace noci. Má funkci orientační, bezpečnostní, ale také estetickou. Noční osvětlení redefinuje vzhled panoramatu města pomocí svých efektů a zvláštních akcentů a vytváří tak jasně rozpoznatelný vzhled.

V noci kontrast mezi interiérem a exteriérem mizí. Transparentní fasády se změní na stavby, které světlo vyzařují zevnitř. Ať mluvíme o venkovním osvětlení ve městech a urbanistických celcích nebo o privátních zahradách či domech, požadavky na venkovní osvětlení jsou vždy stejné, protože pokud je osvětlení pečlivě vyprojektováno a je realizováno kvalitními výrobky, pak optimálně podtrhuje architekturu a nejen ji. Krátce řečeno, s inteligentním vyprojektováním a kvalitními osvětlovacími nástroji vznikají řešení, která při nízkých provozních nákladech uspokojují veškeré estetické, funkční a ekologické nároky.

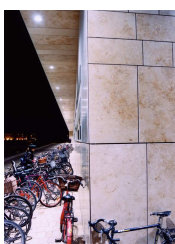
## Kategorie vnímání

Většina literatury se zabývá osvětlením z hlediska technických parametrů. Psychologické působení osvětlení je ale také neméně důležité. Existují základní zásady osvětlení, které se už po desetiletí osvědčují jako prostředek analýzy a strukturalizace světelných projektů. Jeho tři základní kategorie - světlo pro vidění, světlo pro pohled

a světlo pro dojem – se vrací k Američanovi Richardu Kellymu, pionýru světelného projektování, který mimo jiné provedl osvětlení budovy Seagram Building v New Yorku pro architekta Miese van Roheho. Zkušenost ukazuje, že koncepce osvětlení jsou vnímány jako zdařilé, příjemné a úspěšné, pokud v nich lze najít všechny tři tyto prvky ve vyváženém poměru.

## Světlo pro vidění - Ambient light

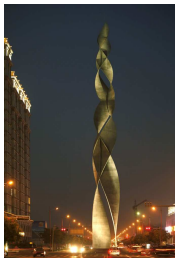
Světlo pro vidění je základní osvětlení, které nám umožní vidět. Jedná se o rovnoměrné osvětlení, které většinou přichází ze shora. Touto složkou obecného osvětlení, zpravidla rovnoměrně rozvrženého, které umožňuje základní vidění, se zabývá většina norem čistě kvantitativního projektování.



- obrázek 17 - Světlo pro vidění - Ambient light

### **Světlo pro pohled - Focal glow**

Toto světlo vytváří akcenty a do hry vstupují směrové vlastnosti světla. Je to světlo, které vytváří v místnosti hierarchii světelných kontrastů. Především pomocí směrového světla lze zvýraznit oblasti nebo objekty v prostoru. Tím je veden pohled pozorovatele a je podpořena orientace v prostoru. Princip tohoto svícení je založen na tom, že jas a kontrast jsou hodnoty, které v první řadě zaujmou pozorovatele.



- obrázek 2 – Světlo pro pohled - Focal glow

### **Světlo pro dojem - Play of brilliance**

Poslední kategorií vnímání je světlo pro dojem. Toto světlo zahrnuje velký počet osvětlovacích efektů, které jsou použity z důvodu navození určité atmosféry nebo z dekorativních důvodů a nemají v první řadě praktickou funkci: například náladu navozující svíčka na stole v restauraci, světelný umělecký objekt nebo barevné osvětlení, které ovlivňuje a mění především barevné klima prostoru. Barva, ale i již zmiňovaný jas hraje při tomto osvětlení roli.



- obrázek 3 - Světlo pro dojem - Play of brilliance

Z přírody jsme zvyklí, že po ránu začne světlo vyplňovat prostory země, skoro tak jako vzduch. Lidem je proto bližší chápání osvětlení jako určitý stav prostředí. Proto je někdy těžké uvažovat o světle jako o látce či materii, kterou lze formovat. Podvědomým vzorem pro osvětlování nám jsou proto situace, které známe z přírody:

**Zatažená obloha** (měkké difúzní světlo, bez kontrastů, měkké stíny)

**Přímé sluneční světlo** (světlo přichází ze strany, vytváří kontrasty, modelaci a drama)

**Osvětlení u táborového ohně** - vychází z historického vývoje člověka (je pro ně typická nižší poloha světelného zdroje a kontrastnější světlo)

Vidění je ale nadmíru subjektivní záležitost. Oko a mozek nejsou zkonstruovány tak, aby věrně měřily elektromagnetické záření (tedy světlo) ale tak, aby člověk lépe přežil v přírodě. Oko společně s mozkem má neuvěřitelnou schopnost propojit fyzikální a "strojní" vidění oka se zkušeností a emocemi nashromážděnými během života. Mozek dokáže z jedné strany korigovat rozsáhlé vady oka, dokáže významně retušovat až doplňovat části scény, dokáže se i velmi rychle přizpůsobit měnícím se světelným podmínkám jak

z hlediska jasu (akomodace oka), tak i z hlediska barvy. Na druhou stranu tato vysoce sofistikovaná činnost může vést až k paradoxům a se znalostí věci není problém oko a mozek "oblafnout". Můžeme mu naservírovat obrázky tak, aby pozorovatel vnímal to, co chceme a ne to, co na obrázku opravdu je.

Příkladem mohou být velmi jednoduché optické paradoxy a klamy, které jsou dobře popsány a demonstrují jednotlivé funkce dvojice oko-mozek.

### **Zjistilo se, že lidské oko zaujmou stimuly v následujícím pořadí.**

1. Lidé
2. Pohyb
3. Jas
4. Kontrast
5. Živé barvy
6. Nápadné vzory

Tyto poznatky jsou zahrnuty i do světelného konceptu. Světlo má tu vlastnost, že dokáže stavby interpretovat stále novým způsobem. Každá scéna je svým způsobem osobitá a poskytuje prostor pro nové ztvárnění.

Světelný design je disciplína založená na tom, co vidíme. Z hlediska architektonického pohledu na osvětlení je důležitá analýza projektu a vytvoření zadání.

### **Zajímá nás:**

- co chceme vidět a kdy to chceme vidět
- důležité body v okolí, dominanty
- informace o barvách, texturách, površích...

To vede k rozhodnutí: o hierarchii vnímání, důležitých bodech, měřítku a začlenění do okolí. Zároveň je nutné identifikovat :

- aktivitu, pohyb lidí
- architektonickou charakteristiku ( tvar, detaily, rytmus..)
- atmosféru

### **Pro světelný design je stěžejní :**

- silný koncept, detailně zpracovaný a dobře provedený
- svítidla a příslušenství (mohou být viditelná, ale umístěná na správném místě)
- měřítko a rytmus
- vztahy osvětlovaného objektu k okolí

Mezi tři základní principy světelného návrhu v exteriéru, kterými se řídí většina známých světelných designérů patří:

- intenzita světla**
- úhel světla**
- barva světla**

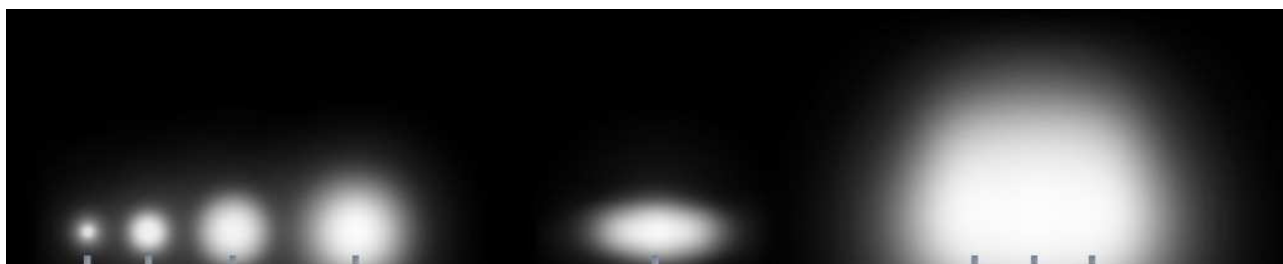
### **Intenzita světla**

Osvětlení je vnímáno z pohledu energie. Zajímá nás, kolik světla potřebujeme pro daný úkol a zároveň je nutné dosáhnout, co možná nejnižší spotřebu elektrické energie pro dané zadání. Všichni ti, kteří se zabývají

osvětlením, počínaje výrobci, přes projektanty až po uživatele, by měli zacházet s omezenými přírodními zdroji s plnou odpovědností. V posledních letech pod tlakem stoupajících cen energií učinilo osvětlení architektury mimořádné pokroky a dosáhlo vysoké úrovně efektivity, která nemusí být na úkor kvality osvětlení. V každém případě je důležité svítit přesně tam, kam potřebujeme, aby nedocházelo ke světelnému znečištění. Zároveň svítit v nezbytně nutné míře a po dobu nezbytně nutnou a k tomu využívat nejúčinnější prostředky.

## Úhel světla

Důležitou vlastností světla, která je podpořena výběrem správného typu svítidla, jsou směrové vlastnosti světla. Světlo, které má určitý převládající směr, má schopnost vytvářet stíny a ty napomáhají vnímat tvar.



- obrázek 4 – různé vyzařovací charakteristiky

Proto při výběru svítidel hraje důležitou roli nejen design svítidla, ale i jeho schopnosti usměrnit světelný paprsek podle toho, na jaký účel dané svítidlo potřebujeme. To se děje pomocí optického systému svítidla – např. reflektoru, difúzního krytu a podobně. Předmět a světlo mají vzájemný vztah, a tak je třeba najít svítidlo, které vyhovuje.

Zároveň musíme přihlížet k tomu, že přes den a v noci jsou světelné scény jiné a svítidlo nesmí rušit celkový dojem .

Efekt na fasádě, v prostoru nebo na vegetaci záleží od typu světla. Paleta sahá od celkového osvětlení až po akcentující.

### 1.1. Celkové - obecné osvětlení

Vychází z kvantitativního plánování a je určené k osvětlení horizontálních ploch. Obsahuje jak difúzní tak přímé světlo.

#### 1.1.1.1 přímé světlo

Přímé světlo poskytuje dobrou modelaci. Rovnoměrnost osvětlení záleží na úhlu svícení, roztečích svítidel a montážní výšce svítidel. Vizualní komfort záleží na úhlu clonění.

Typy svítidel: downlighty

Aplikace: vstupní prostory, pasáže, atria...



- obrázek 5 – přímé světlo

#### 1.1.1.2 přímé difúzní

Tento typ svícení vytváří difúzní světlo a jemné stíny. Tvar a struktura jsou jemně zdůrazněny.

Typy svítidel: downlighty a přisazené downlighty

Aplikace: vstupní prostory, osvětlení pochozích ploch...



- obrázek 6 – přímé difúzní

## 1.2. Washlighting

Toto osvětlení odkazuje na architektonické osvětlení. Je charakteristické vysokou rovnoměrností a jemnou gradací osvětlenosti.

### 1.2.1. Symetrické

Washlighting může vytvořit pozadí pro akcentující osvětlení.

Typy svítidel: Floodlights

Aplikace: osvětlení stěn, fasád, stromů, soch...

### 1.2.2. Asymetrické

Asymetrická svítidla vytvářejí rovnoměrné osvětlení. Důležité je zachovat správnou vzdálenost od osvětlovaného objektu a zároveň rozteče svítidel.

Typy svítidel: Washlights, wallwashers, floodlights, zemní svítidla s asymetrickou vyzařovací charakteristikou

Aplikace: fasády, atria, parky a zahradní komplexy...



- obrázek 7 - washlighting

## 1.3. Akcentující osvětlení

K zdůraznění individuálního objektu. Vytváří dobrou modelaci. Dobré k vytvoření hierarchie v pozorované scéně.

Typy svítidel: directional luminaires, spoty.

Aplikace: Objekty, fasády, zahrady...



- obrázek 8 – akcentující osvětlení

## 1.4. Orientační

Úlohou je být jakýmsi signálem a zdrojem světla pro orientaci člověka.

Typy svítidel: floor washlight, orientační svítidla, zemní svítidla, přisazené downlights

Aplikace: architektonické linie, schody, vstupy, nouzové východy....



- obrázek 9 – orientační osvětlení

## 2.1. Spotlights

Největší uplatnění mají v akcentujícím osvětlení. Mají různé vyzařovací charakteristiky, a tak jimi můžeme svítit úzce, ale i ze široka.

U těchto svítidel je důležitý:

- Výběr zdrojů
  - Možnost otáčení a naklápění svítidla
  - Vyzařovací úhel
  - Úhel clonění, vizuální komfort
- Aplikace: fasády, vstupy, objekty, parky...

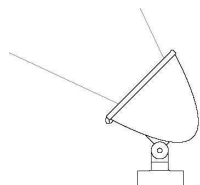


- obrázek 180 – spotlights

## 2.2. Floodlights

Tato svítidla mají širokou vyzařovací charakteristiku. Mají symetrickou nebo axiálně symetrickou vyzařovací charakteristiku.

Aplikace: fasády, vstupy, objekty, parky....



- obrázek 191 – floodlights

## 2.3. Wallwashers

Pro dokonalé rovnoměrné osvětlení svislých ploch jsou zapotřebí speciální svítidla. Zpravidla jde o speciálně navržený reflektor s rozptylnou čočkou. Svítidla mohou být buď vestavěná do stropu, nebo do země. Osvětlení stěn přispívá k lepší orientaci člověka v prostoru. Většina lidí světlé interiéry ztotožňuje s většími a prostornějšími místy. To podporuje pocit bezpečí a přispívá i k radostnější náladě. Jedním z důležitých kritérií je poskytnutí rovnoměrného osvětlení stěny a úhel clonění. Předpokladem pro dokonalé osvětlení stěny je

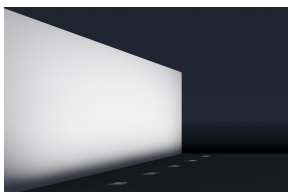
asymetrická vyzařovací charakteristika svítidla. Musí být nastavená tak, aby vyhovovala geometrickému vztahu mezi vertikální stěnou

a pozicí svítidla. Efektivní úhel clonění pro zapuštěná svítidla nám potom zlepšuje vizuální komfort.

Wallwashing je jedním z důležitých prvků, jak zdůraznit fasádu. Aby tato svítidla správně fungovala, musí být také správně umístěna. Vzdálenost od stěny je zhruba jedna třetina výšky stěny. To je nutné dodržet, a zároveň vzdálenosti mezi jednotlivými svítilny musí být stejné, nesmí však přesáhnout 1,5 x vzdálenost od stěny. K dosažení maximální rovnoměrnosti osvětlení by mělo být použito alespoň tři svítidel tohoto typu. Dnešní doba přinesla oblibu prosklených fasád, a tak může efekt wallwashingu v interiéru ozvláštnit budovu jak ve dne tak

i v noci, kdy slouží jako venkovní osvětlení. Efekt je patrný díky transparentní fasádě.

Aplikace: Fasády, stěny, atria...



- obrázek 202 - wallwashery

#### 2.4. Sloupková svítidla (svítidla k osvětlení volných prostranství a cestiček)

Tato svítidla mají také širokou a asymetrickou vyzařovací charakteristiku.

Aplikace: cestičky, veřejná prostranství, zahrady..



- obrázek 213 – sloupkové svítidla

#### 2.5 Downlights

Stropní svítidlo, které soustřeďuje světlo do svislého směru. Downlighty bývají zpravidla kruhové a zahloubené do stropu, avšak mohou mít i povrchovou montáž. Mají různé vyzařovací úhly od úzkého až po široký. Důležitý je opět úhel clonění.

Directional luminaires - to jsou svítidla, která prostřednictvím svých optik, jsou schopna směřovat světelný paprsek na potřebné místo.

Aplikace : atria, pasáže, vstupní prostory...



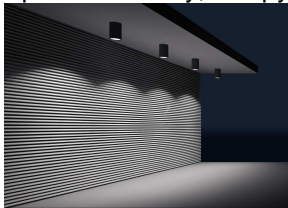
- obrázek 224 – downlights

#### 2.6. Downlighty přisazené ke stěně

Jsou definována podle typu umístění:

Kurz osvětlovací techniky XXVII

Aplikace: fasády, vstupy, . . .



- obrázek 235 – downlights přisazené ke stěně

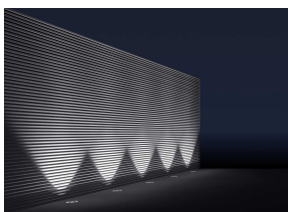
### 2.7. Zemní svítidla

Zemní svítidla uplights svítí směrem vzhůru, jak již prozrazuje název. Je to v podstatě opak svítidla downlights. Při venkovní aplikaci slouží k efektnímu přisvětlení, například koruny stromů. Mohou mít od úzké až po širokou, symetrickou nebo asymetrickou vyzařovací charakteristiku.

Podle optického systému zemní svítidla rozdělujeme na:

- Uplights (svítí směrem vzhůru)
- Directional ( paprsek je směřován na určené místo)
- Wallwashers (k osvětlení svislých ploch)

Aplikace: fasáda, zahrady, parky...



- obrázek 246 – zemní svítidla

### 2.8 Orientační svítidla

Mají za úkol sloužit k orientaci. Zároveň mohou vyznačovat cesty, upozorňovat na překážky, opticky vymezovat určité hranice.

Aplikace: schody, vstupy, architektonické linie..



- obrázek 257- orientační svítidla



## Barva

Vnímání barev člověkem závisí na mnoha okolnostech a podmínkách. Mezi hlavní patří spektrální složení dopadajícího světla a směr jeho dopadu, směr pohledu pozorovatele, vlastnosti povrchu a vlastnosti pozorovatele, například kvalita zraku, přizpůsobení okolnímu světlu nebo věk. Subtraktivní míchání barev se projevuje i při osvětlování těles světlem různé barvy. Osvětíme-li těleso světlem určité barvy, působí jeho povrch jako optický filtr na odraz světla, jehož barva se subtraktivně mísí s barvou dopadajícího světla. Výsledná barva tělesa závisí jak na zbarvení tělesa, tak i na barvě a intenzitě dopadajícího světla.

Barvy působí na podvědomí člověka, ovlivňují jeho chování, city i nálady. Člověk subjektivně upřednostňuje barvy v závislosti na pohlaví, kulturním prostředí, národnosti, náboženství, věku, politické nebo sociální příslušnosti.

Takže nejen rozdíly v jasů, ale i barevné kontrasty ovlivňují vnímání prostoru. Možnost ovlivnit barvu světla máme buď pomocí volby světelného zdroje nebo pomocí filtrů. Volba správných typů zdrojů je důležitou součástí návrhu. Každý typ světelného zdroje má specifickou teplotu chromatičnosti, která se měří v jednotkách Kelvin. Barevný tón se označuje za teple bílý (do 3 300 K), neutrálně bílý (3300 – 5300 K) a chladně bílý (nad 5300 K). Využití teplého tónu světla, který je zabarven více do žluté nebo studeného tónu zabarveného více do bílé vytváří zajímavý kontrast.

Další důležitou vlastností světelných zdrojů je schopnost zobrazit barvy objektu. Je určována spektrální distribucí energie nebo spektrem světelného zdroje. Vyjadřuje se indexem podání barev (Ra). Čím vyšší je toto číslo, tím je vjem barev osvětlovaných předmětů a povrchů věrnější.



- obrázek 268 – barevné osvětlení

Elektroluminiscenční diody LED generují barevné světlo při průchodu proudu polovodičovým přechodem. V současnosti jsou na trhu prvky všech potřebných barev, se třemi čipy v jednom pouzdrů, ale i Led diody v jednotlivých barvách vhodných pro skládání bílé.

O dynamickou změnu barvy se starají řídicí systémy. Scénografický přístup vytváření souhry mezi umělým světlem a přírodními faktory umožňují řídicí systémy a zároveň umožní změnu scény během časového období.

Při osvětlování v exteriéru je důležitá adaptace lidí na tmu. Nesmí vznikat velké kontrasty v osvětlení, příliš ostré přechody mezi světlem a tmou působí rušivým dojmem.

Možnosti utváření prostoru světlem jsou prakticky neomezené. Je to právě světlo, které dává různým prostorům neopakovatelnou individuální atmosféru, a proto je práce se světlem umění.

Nesmíme zapomínat, že u venkovního osvětlení platí víc než kde jindy, výrok architekta Miese Van der Roeho „Méně je více.“

## Literatura a odkazy

- [1] -Granslandt Rüdiger, Hofmann Harald : Handbook of Lighting Design, ERCO 1992
- [2] -Habel Jiří : Světelná technika A, Ediční středisko ČVUT 1984
- [3] -Bystřický Václav, Kaňka Jan :Osvětlení, Vydavatelství ČVUT 1994
- [4] -Clare Lowther, Sarah Schutz,Bright,Frame Publishers 2008

# O príčinách premenlivosti úrovne rušivého svetla

Miroslav, Kocifaj, PhD.

Astronomický ústav Slovenskej Akadémie Vied, Dúbravská cesta 9, 845 04 Bratislava, Slovensko,  
<http://astro.savba.sk/kocifaj>, kocifaj@savba.sk

Rušivé svetlo sa stáva čoraz častejším diskutovanejším problémom súčasnej doby vzhľadom k nadmernému režimu nočného svietenia a to tak vo veľkomestách ako aj v meších lokalitách. Existujúce merania pritom ukazujú na skutočnosť, že nárast úrovne rušivého svetla nezávisí len od hustoty populácie, ale aj od typu zabudovaných svetelných zdrojov (Dick a Weeks, 1997; Prugna, 1999). Hlavným účelom inštalácie pozemných zdrojov svetla je pochopiteľne osvetlenie verejných priestorov a dopravných komunikácií. S ohľadom na rozmanitú štruktúru verejného osvetlenia, sa svetlo produkované pozemnými zdrojmi šíri do všetkých smerov (Crawford, 1996). Značné množstvo elektromagnetickej energie je vyžiarené aj do hornej hemisféry a to tak u nekrytých ako aj u tienených svietidiel. Dôvodom je odraz od okolitých prekážok alebo od zemského povrchu. Svetlo sa následne v zemskej atmosfére rozptyľuje a spôsobuje neželané efekty, predovšetkým intenzívnu žiaru oblohy nad svetelnými zdrojmi. Takéto svetlo môže pôsobiť rušivo na ľudí, faunu i flóru. Všeobecné úsilie znížiť spotrebu energií nie je preto prekvapujúce a je deklarované tak na regionálnej ako i na celosvetovej úrovni (Di Sora, 2000; Barducci a kol., 2003). Veľká časť elektrickej energie spotrebovanej na nočné svietenie je navyše využitá neúčelne (Isobe a Hamamura, 2000). Akýkoľvek rozumný návrh zmeny koncepcie nočného osvetlenia však musí zohľadňovať nielen technické a optické charakteristiky osvetľovacej sústavy, ale aj vlastnosti prostredia a rozptylových vlastností atmosféry. Práve optická nestabilita atmosféry je príčinou nejednoznačnosti predpovedí úrovne rušivého svetla v jednotlivých regiónoch. Zmeny fyzikálneho stavu atmosféry majú priamy príčinný súvis s premenlivosťou rozloženia jasů na nočnej oblohe a so zmenou celkovej úrovne osvetlenia rôzne orientovaných povrchov. Cieľom tejto práce je pomenovať faktory ovplyvňujúce prenos svetla v atmosfére a interpretovať ich účinky.

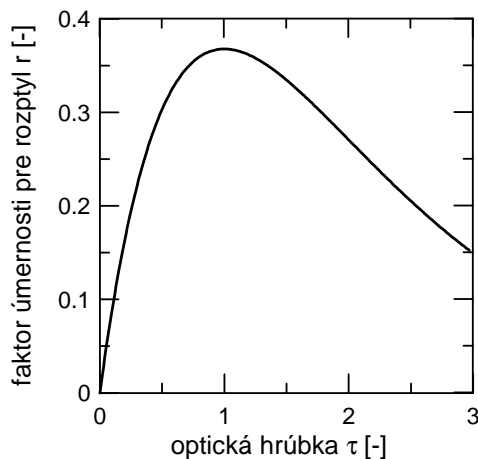
## Rozptyl svetla

Svetlo generované pozemnými zdrojmi, ktoré nie je pohltené, sa následne šíri v smere od zdroja do horného polpriestoru. V atmosfére sa rozptyľuje do všetkých smerov - teda tak smerom do horných vrstiev atmosféry, ako aj smerom k zemi a smerom k pozorovateľovi. Rozptyl je tiež často sprevádzaný absorpciou. Oba procesy, rozptyl aj absorpcia, spôsobujú pokles intenzity svetla prenikajúceho daným prostredím. Ich spoločný účinok sa zvykne označovať pojmom extinkcia. Absorpcia je selektívny proces, prejavuje sa len v istých oblastiach spektra. Každá plynná zložka atmosféry absorbuje žiarenie len istých vlnových dĺžok. V atmosfére Zeme sa na absorpcii svetla podieľa hlavne ozón. Časová premenlivosť absorpcie v ozónovej vrstve a rozptylu žiarenia na molekulách vzduchu sú nevýrazné. Na viacerých astronomických observatóriách je úroveň extinkcie pravidelne alebo menej pravidelne monitorovaná, nakoľko informácia o oslabení svetla v danej lokalite a v danom čase je dôležitá pri korekcii fotometrických, či iných optických astronomických dát. Takéto merania priniesli informácie o silnej fluktuácii extinkcie a to hlavne u observatórií s nízkou nadmorskou výškou. Príčinu treba hľadať v rozptyle na aerosólových časticách. Ich koncentrácia a fyzikálne charakteristiky sa totiž môžu v závislosti na meteorologických podmienkach prudko meniť. Ak by neexistovala atmosféra, nedochádzalo by k rozptylu svetla a preto by sa na zem nedostávalo žiadne druhotné svetlo - teda to množstvo svetla, ktoré je pozorované ako rušivé a ktoré vzniká rozptylom na nehomogenitách v zemskej atmosfére by v podstate neexistovalo. V absolútne prázdnom prostredí (napr. na povrchu planét či mesiacov bez atmosfér, by neexistoval pojem rušivé svetlo aj keby bolo na povrchu týchto telies rozmiestnené rovnaké množstvo svetelných zdrojov ako na zemi).

Účinnosť rozptylu zvyčajne narastá s „hustotou“ prostredia. V tomto prípade nejde o hustotu definovanú ako pomer hmotnosti a jednotky objemu, ale o optickú hustotu. Optická hustota (inak nazývaná aj optická hrúbka)  $\tau$  homogénneho prostredia je lineárne úmerná dĺžke dráhy svetelného lúča v tomto prostredí. Možno písať  $\tau = k x$ , kde  $k$  je takzvaný objemový koeficient extinkcie resp. objemový koeficient oslabenia. Ak svetlo s pôvodnou intenzitou  $I_0$  prechádza prostredím s optickou hrúbkou  $\tau$ , tak je oslabené na intenzitu  $I$ , pre ktorú platí  $I = I_0 e^{-\tau}$ . Ak efektívnosť rozptylu narastá s hodnotou  $\tau$  a súčasne je svetelný zväzok na svojej dráhe oslabovaný proporciálne  $e^{-\tau}$ , potom spoločný účinok oboch procesov dáva:

$$r \propto \tau e^{-\tau} \quad , \quad (26)$$

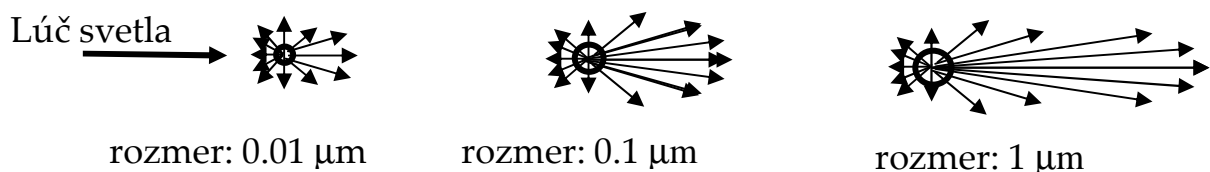
kde symbolom  $r$  označujeme hypotetický faktor úmernosti pre intenzitu rozptýleného svetla. Priebeh funkcie (1) je prezentovaný na Obr. 1.



• Obrázok 27: Faktor úmernosti rozptylu svetla v závislosti od optickej hrúbky atmosféry.

V praxi to znamená, že po istú hodnotu optickej hrúbky bude účinnosť rozptylu rásť a zvyšovaním zákalu atmosféry bude späťne rozptýlený signál silnejší. Ide o prípady značne znečistených regiónov so silnou priemyselnou alebo ťažobnou činnosťou, kde sa do atmosféry dostáva veľké množstvo prachových častíc. Podobne je tomu za dažďa alebo slabého oparu. Pri silnejšej hmle je optická hrúbka už taká veľká, že svetlo rozptýlené vo vyššej vrstve atmosféry prakticky nie je schopné preniknúť na zemský povrch a tak meraný signál pochádza len z prízemných vrstiev atmosféry (ide o časť krivky  $\tau > 2$  na Obr. 1). V opačnom prípade ak je atmosféra veľmi čistá, resp. meranie je realizované vo vysokohorských podmienkach, bude  $\tau$  podstatne menšie ako 1 a účinnosť rozptylu tak bude veľmi nízka. Obloha sa bude javiť tmavá a zvýšený jas bude možné pozorovať len v bezprostrednej blízkosti zdrojov svetla – teda na horizonte tesne nad svietiacimi objektami.

Pochopiteľne situácia nie je až taká jednoduchá ako bola popísaná v predošlej metodologickej časti. Účinnosť rozptylu tiež závisí na smere postupu pôvodného svetelného lúča a na smere postupu rozptýleného lúča. Treba povedať, že redistribúcia rozptýleného svetla sa značne mení s uhlom zvieraným smermi pôvodného a rozptýleného lúča. Funkcia, ktorá popisuje uhlovú štruktúru rozptýleného svetla sa v optike nazýva „fázová funkcia rozptylu“ a jej ekvivalent spriemerovaný pre celý objem atmosféry sa volá „indikatriza rozptylu“. Fázová funkcia veľmi silne závisí na tvare a rozmeroch aerosólových častíc rozptýlených v danej časti atmosféry. So zväčšujúcim sa rozmerom prachových častíc narastá účinnosť rozptylu v smeroch blízkych pôvodnému smeru šírenia sa nerozptýleného zväzku lúčov (Obr. 2). Celkový vplyv atmosféry na meraný jas nočnej oblohy je preto zložitý a pre jeho presný výpočet je potrebný komplikovaný matematický aparát (Kocifaj 2007 a 2008).



• Obrázok 2: „Fázová funkcia rozptylu pre rôzne veľké aerosólové častice“.

Napokon treba tiež pripomenúť, že prítomnosť oblačnosti môže celkový model výpočtu jasu ešte viac zneprehľadniť. Je to z dôvodu, že okrem svetla rozptýleného v zemskej atmosfére bude merací prístroj umiestnený na povrchu zeme detegovať aj signál pochádzajúci z oblačných vrstiev. Tento signál bude slabší alebo aj porovnateľný so signálom majúcim svoj pôvod v rozptyle svetla v podoblačnej atmosfére. Všetlko závisí na výške oblakov, ich optických vlastnostiach a tiež na fyzikálnom stave okolitej atmosféry.

### Modelové prípady

V súčasnosti existuje niekoľko modelov pre odhad úrovne rušivého svetla v závislosti na vzdialenosti od mestských centier (Treanor, 1973; Garstang, 1989; Aubé a kol., 2005). Vzhľadom k tomu, že mnohé z týchto modelov boli používané predovšetkým pre klasifikáciu pozorovacích podmienok na astronomických observatóriách, nezahŕňali účinok oblačnosti. Garstang (1986) navrhol tvar priestorového diagramu vyžarovania veľkej mestskej aglomerácie, ktorý je vhodný pre simulovanie distribúcie svetla produkovaného komunálnymi zdrojmi (Kerola, 2006) a môže byť efektívne využitý pri modelovaní rušivého svetla za rôznych

meteorologických podmienok (Kocifaj, 2007). Vstupom do nášho modelu sú mikrofyzikálne charakteristiky atmosféry v danej lokalite - teda okrem plynných zložiek atmosféry sú to predovšetkým koncentrácia, rozmerová distribúcia a index lomu aerosólových častíc, albedo zemského povrchu ako aj albedo spodnej hranice oblačnej vrstvy (v prípade zamračenej oblohy), vertikálna stratifikácia koeficienta extinkcie (oslabenia) a pod. Je dobre známe, že optické vlastnosti aerosólu vykazujú veľkú priestorovú a časovú premenlivosť vzhľadom k rôznorodosti procesov vzniku, prenosu a transformácie častíc a tiež v súvislosti s prevládajúcimi meteorologickými podmienkami v danej lokalite (Lata a kol., 2003). Koncentrácia aerosólových častíc je viazaná na lokálne zdroje znečistenia a môže sa meniť z dôvodu chemickej transformácie, nárastu rozmerov - koagulácie častíc (Bukowiecki a kol., 2002). Problémom tejto doby je neustále zvyšovanie množstva prachových častíček uvoľňovaných do atmosféry z dôvodu kontinuálneho nárastu priemyselnej činnosti (Lagrosas a kol., 2004). V blízkosti priemyselných zón preto možno pozorovať priamu súvislosť medzi emisiou častíc a optickými vlastnosťami atmosféry (Krotkov a kol., 1998). Intenzita rozptýleného svetla pritom priamo odráža fyzikálny stav prostredia, predovšetkým však zmeny v aerosólovej substancii vzduchovej hmoty.

Numerické výpočty deklarujúce exemplárnu variabilitu osvetlenia pri meniacich sa optických vlastnostiach atmosféry boli vykonané programom MSNsR\_vt. Uvažovala sa stredne veľká obec (Mizon, 2002) vo vzdialenosti 6 km od pozorovateľa. Pozorovateľ sa teda nachádzal v tzv. tmavej zóne, kde je rušivý vplyv osvetlenia nežiadúci napr. pre astronomické pozorovania (ale aj pre faunu). Výsledky výpočtov sú sumarizované v Tabuľke č. 1 dole.

$\tau_A$ [-]	oblak	H [km]	$\gamma$ [km <sup>-1</sup> ]	ajr [-]	g [-]	Osvetlenie [lux]
0.1	nie	-	0.65	0.9	0.8	0.0038
0.3	nie	-	0.65	0.9	0.8	0.0039
0.5	nie	-	0.65	0.9	0.8	0.0034
0.7	nie	-	0.65	0.9	0.8	0.0029
0.3	nie	-	0.40	0.9	0.8	0.0041
0.3	nie	-	0.60	0.9	0.8	0.0040
0.3	nie	-	0.80	0.9	0.8	0.0037
0.3	nie	-	0.65	0.5	0.8	0.0027
0.3	nie	-	0.65	0.7	0.8	0.0033
0.3	nie	-	0.65	0.9	0.8	0.0039
0.3	nie	-	0.65	0.9	0.4	0.0080
0.3	nie	-	0.65	0.9	0.6	0.0059
0.3	nie	-	0.65	0.9	0.8	0.0039
0.3	áno	1.0	0.65	0.9	0.8	0.0045
0.3	áno	2.0	0.65	0.9	0.8	0.0092
0.3	áno	3.0	0.65	0.9	0.8	0.0115

• Tabuľka 1: Model osvetlenia vo vzdialenosti 6 km od stredne veľkej obce. Význam jednotlivých parametrov:  $\tau_A$  – optická hrúbka aerosólu, oblak – indukuje prítomnosť súvislej oblačnosti, H – výška spodnej hranice oblačnej vrstvy v metroch,  $\gamma$  - vertikálny gradient koncentrácie aerosólu meraný v km<sup>-1</sup>, ajr – albedo jednoduchého rozptylu aerosólových častíc, g – parameter asymetrie rozptylu pre aerosólové častice. Detailnejšie vysvetlenie parametrov je v texte.

Výpočty sú vzťahnuté k referenčným hodnotám typickým pre štandardnú vidiecku atmosféru:  $\tau_A=0.3$ ,  $\gamma=0.65$  km<sup>-1</sup>, ajr=0.8, a g=0.9. Optická hrúbka aerosólu  $\tau_A$  charakterizuje zakalenie lokálnej atmosféry, pričom svetelný zákalový činiteľ  $T_V \equiv (\tau_A + 0.1)/0.1$ . Pri  $\tau_A=0.3$  je teda  $T_V=4.0$ . Parameter  $\gamma$  reprezentuje mieru poklesu koncentrácie aerosólu s nadmorskou výškou h a to výrazom  $\exp(-\gamma h)$ . Albedo jednoduchého rozptylu predurčuje množstvo svetla, ktoré aerosólové častice znovurozptýlia do okolitého prostredia. Hodnota ajr=0.9 značí, že účinnosť rozptylu je 90% zatiaľčo 10% svetelnej energie bude aerosólovými časticami absorbovaná. Priestorové (uhlové) prerozdelenie rozptýlených lúčov je definované veličinou g. Pri g=1 sa všetky rozptýlené fotóny šíria výlučne v smere dopadajúcich fotónov. Pri g=0 sa lúče rozptyľujú rovnomerne do všetkých smerov a pri g=-1 sa rozptyl realizuje v opačnom smere ako je smer pôvodných lúčov. Pochopiteľne prípady g=1 a g=-1 sú takmer nereálne a model g=0 je uplatniteľný len pri dokonale izotropnom rozptyle. V reálnych prípadoch je situácia taká, že značná časť svetla postupuje v doprednom smere, pričom ostávajúca časť sa šíri aj do okolitého prostredia v rôznych smeroch. Vtedy je  $0 < g < 1$ ; typicky však  $0.5 < g < 1$ . Výsledky doložené v tabuľke 1 ukazujú, že najväčšiu premenlivosť

osvetlenia spôsobuje parameter  $g$  a potom výška oblačnosti. Nárast osvetlenia s výškou oblakov súvisí s geometriou riešenej situácie a s vyžarovacím diagramom „Garstangovho“ mesta. Zákal atmosféry a parameter  $g$  majú porovnateľný vplyv na osvetlenie a vertikálna stratifikácia aerosólu je takmer zanedbateľným faktorom.

## Záver

Odhliadnuc od technických faktorov ovplyvňujúcich svietivosť a smerovosť zdrojov svetla a taktiež neberúc do úvahy charakter okolitého prostredia (zástavba, orografia terénu, prítomnosť odrazivých plôch), je úroveň rušivého svetla stále dostatočne premenlivá a to z dôvodu rozptylu svetla v opticky nestabilnej atmosfére. Najväčšiu mieru neurčitosti do celého modelu vnáša prítomnosť aerosólových častíc a oblakov. Aerosólové častice sú napremenlivejšou zložkou atmosféry a ich časovo-priestorové charakteristiky silne závisia na lokálnych zdrojoch znečistenia, aktuálnych meteorologických podmienkach (špecificky aj na smere vetra) a na iných fyzikálnych procesoch prebiehajúcich v atmosfére. Z toho dôvodu je presná predpoveď úrovne rušivého svetla takmer nemožná – aj keby sme mali k dispozícii všetky údaje o pozemných zdrojoch svetla a ich situovaní do priestoru miest či konkrétnych ulíc. Príklady prezentované v tomto príspevku ukazujú na viac než 100 percentnú (!) premenlivosť horizontálneho osvetlenia z dôvodu premenlivosti optických vlastností atmosféry (napr. zmenou výšky oblakov z 1 na 3 km sa môže osvetlenie zvýšiť viac než dvojnásobne). Rozloženie jasů na oblohe reaguje na zmeny fyzikálneho stavu atmosféry ešte citlivejšie.

## Literatura a odkazy

- [1] Dick, R., Weeks, A. Fighting light pollution in the Ottawa area—technical elements. *J. R. Astron. Soc. Can.* 91, 193–197, 1997.
- [2] Prugna, F. D. Visual measurements and spectra survey of night sky brightness in Venezuela and Italy. *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.* 140, 345–349, 1999.
- [3] Crawford, D. L. Light pollution: the problem and the potential solutions. *Baltic Astron.* 5, 263–269, 1996.
- [4] Di Sora, M. The fight against light pollution in Italy. *Mem. Soc. Astron. Ital.* 71, 271–279, 2000.
- [5] Barducci, A., Marcoianni, P., Pippi, I., Poggesi, M. Effects of light pollution revealed during a nocturnal aerial survey by two hyperspectral imagers. *Appl. Opt.* 42, 4349–4361, 2003.
- [6] Isobe, S., Hamamura, S. Light pollution and its energy loss. *Astrophys. Space Sci.* 273, 289–294, 2000.
- [7] Kocifaj, M. Light pollution model for cloudy and cloudless night skies with ground-based light sources. *Appl. Opt.* 46, 3013–3022, 2007.
- [8] Kocifaj, M. Light pollution simulations for planar ground-based light sources. *Appl. Opt.* 47, 792–798, 2008.
- [9] Treanor, P. J. A Simple Propagation Law for Artificial Night-Sky Illumination. *The Observatory*, 93, 117–120, 1973.
- [10] Garstang, R. H. Night-Sky Brightness at Observatories and Sites. *Publ. Astron. Soc. Pacific*, 101, 306–329, 1989.
- [11] Aubé, M., Franchomme-Fossé, L., Robert-Staehler, P., Houle, V. Light Pollution Modeling and Detection in a Heterogeneous Environment: Toward a Night Time Aerosol Optical Depth Retrieval Method. *Proc. of SPIE* 2005, 5890, 2005.
- [12] Garstang, R. H. Model for artificial night-sky illumination. *Publ. Astron. Soc. Pac.* 98, 364–375, 1986.
- [13] Kerola, D. X. Modelling artificial night-sky brightness with a polarized multiple scattering radiative transfer computer code. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 365, 1295–1299, 2006.
- [14] Lata, K. M., Badarinath, K. V. S., Rao, T. V. R., Reddy, R. R., Ahammed, Y. N., Gopal, K. R., Azeem, P. A. Studies on aerosol optical properties over urban and semi-urban environments of Hyderabad and Anantapur. *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* 78, 257–268, 2003.
- [15] Bukowiecki, N., Kittelson, D. B., Watts, W. F., Burtscher, H., Weingartner, E., Baltensperger, U. Real-time characterization of ultrafine and accumulation mode particles in ambient combustion aerosols. *J. Aerosol Sci.* 33, 1139–1154, 2002.
- [16] Lagrosas, N., Yoshii, Z., Kuze, H., Takeuchi, N., Naito, S., Sone, A., Kan, H. Observation of boundary layer aerosols using a continuously operated, portable lidar system. *Atmosph. Environ.* 38, 3885–3892, 2004.
- [17] Krotkov, N. A., Bhartia, B. K., Herman, J. R., Fioletov, V., Kerr, J. Satellite estimation of spectral surface UV irradiance in the presence of tropospheric aerosols: 1. Cloud-free case. *J. Geophys. Res.* 103, 8779–8793, 1998.
- [18] B. Mizon: Light pollution. Responses and Remedies. Patrick Moore's Practical Astronomy Series, XII, 2002.

# Osvetľovanie svetlovodmi: od modelu k návrhu realizácie

Miroslav, Kocifaj, PhD

ICA SAV, Dúbravská cesta 9, 845 03 Bratislava, Slovensko, kocifaj@savba.sk

Všeobecná snaha o zníženie spotreby energií sa stáva významnou agendou posledných rokov na celom svete. Hlavný dôraz je kladený na obnoviteľné zdroje energie. V svetloteknike je snaha o efektívnejšie využívanie denného svetla a slnečného žiarenia. Jedným z využívaných pasívnych optických prvkov sú svetlovody, ktoré dokážu preklenúť bariéru medzi vonkajšími a vnútornými priestormi a tak zabezpečiť prirodzené osvetlenie aj v tých priestoroch, kde by inak museli byť použité len umelé zdroje svetla (napr. v podzemných garážach alebo hlbokých chodbách a schodiskách, kde nie je možné osadenie tradičných okien; Rosemann a Kaase, 2005). Preferovanie prirodzeného svetla pred umelým má niekoľko dôvodov: (i) využívanie svetelnej energie nepredstavuje žiadne ďalšie náklady, (ii) difúzne svetlo oblohy je dostupné prakticky počas celého dňa (aj počas zamračených dní), (iii) priame slnečné lúče predstavujú extra-zdroj, ktorého prítomnosť dramaticky zvyšuje výkon celej optickej sústavy svetlovodu, a (iv) nezanedbateľným je aj fakt, že spektrálna skladba prirodzeného svetla poskytuje najlepšie podmienky pre pobyt ľudí v dubovách a zrakové práce.

Klasické riešenie vedenia svetla na väčšie vzdialenosti predstavujú vertikálne svetlovody s kruhovým prierezom - teda duté cylindrické tubusy s vysokou odrazivosťou vnútorných stien (Oakley a kol., 2000). Metalické (napr. pohlinikované) povrchy majúce odraznosť 95-99% (Paroncini a kol., 2007; Elmaulim a kol. 1999) a umožňujú minimalizovanie strát svetelnej energie z dôvodu viacnásobných odrazov na vnútorných stenách tubusu svetlovodu. Akokoľvek sa zdá výpočet prenosu svetla takým cylindrickým svetlovodom jednoduchý, v praxi tomu tak nie je. Detailné riešenie akceptujúce šírenie každého individuálneho zväzku lúčov s definovaným smerom pred a po interakcii s optickými komponentami svetlovodu (kupola, tubus, difúzor) naráža na značné matematické problémy. Použitím tokových metód sa tieto komplikácie síce odbúrajú, ale výpočet stráca na presnosti a kvalite informačného obsahu – tokové metódy sú napr. notoricky nepresné pri výpočte rozloženia osvetlenia na pracovnej ploche pod reálnym (nelambertovským) difúzorom. Taktiež nedokážu stanoviť rozloženie svetelnej energie na spodnom rozhraní tubusu svetlovodu. Použitie presných matematických metód by však bolo značne nepraktické pokiaľ by nebolo pretransformované do funkčných numerických schém. Numerická implementácia analytických vzorcov je síce zložitá, ale akonáhle existuje, stáva sa excelentným nástrojom s vysokou pridanou hodnotou. V predloženej práci prezentujeme analytické riešenie (Kocifaj a kol., 2008) a jeho numerickú implementáciu HOLIGILM 4.2. V porovnaní s inými existujúcimi ray-tracing metódami je HOLIGILM rádovo rýchlejší (10-100x) a exaktne presný. Vzhľadom k analytickosti riešenia je totiž výpočet dokonale reprodukovateľný – t.j. opätovné spustenie programu vedie k identickému výsledku. Pri bežných ray-tracing metódach využívajúcich náhodne vysielané lúče tomu tak ani zďaleka nie je, pretože tieto metódy aplikujú štatistický prístup a presnosť dosahujú zvyšovaním počtu simulovaných lúčov (napr. RADIANCE; Larson a Shakespeare, 1998).

## HOLIGILM 4.2

Implementácia HOLIGILM 4.2 je dostupná vo forme freewaru na adrese <http://www.holigilm.info> a umožňuje počítať osvetlenie obdĺžnikových miestností s viacerými svetlovodmi zapustenými v strope a ukončenými rôznymi typmi optických prvkov (napr. difúzormi). Vďaka sofistikovanej optimalizácii je HOLIGILM 4.2 extrémne rýchly. Základnú funkcionálnu tohto výpočtového programu možno zhrnúť do 3 bodov:

### a) Poskytnutie interfejsu pre zadávanie vstupných údajov

Užívateľ môže definovať rozmery pravouhlej miestnosti a jej azimutálnu orientáciu vzhľadom k severu. Eventuálne môže byť zmenený grid (hustota bodov, v ktorých bude počítané osvetlenie). Poloha Slnka môže byť určená dvoma spôsobmi: i/ buď sa zadá priamo azimut a výška (elevácia) Slnka alebo ii/ sa stanoví deň, mesiac, hodina a zemepisná šírka miesta merania a koordináty Slnka sa následne automaticky dopočítajú. V aktuálnej freeware verzii HOLIGILM 4.2 je možné vybrať jeden z dvoch prípadov: zamračenú alebo jasnú oblohu. Užívateľské prostredie tiež umožňuje prednastavenie požadovanej kvality grafických výstupov na úrovne: low / medium / high. Nakoľko toto nastavenie priamo súvisí s mriežkou – gridom, nad ktorým sa realizuje modelový výpočet, bude mať táto voľba priamy vplyv na čas výpočtu. Presnosť výpočtu v danom bode gridu sa tým však nezmení – nakoľko sa používajú analytické vzťahy. Zmení sa len formálna veľkosť pixelu. V danom pixeli sa hodnota osvetlenia priemeruje – takže pri low a high úrovniach budú napokon hodnoty osvetlenia v pixeli odlišné a to z toho dôvodu, že priemerovanie osvetlenia sa vykoná nad rôzne veľkými pixelmi. Tento rozdiel však nie je väčší ako 5%. V blízkosti hot-spotov (miest s vysokými úrovňami



osvetlenia) sa môže toto osvetlenie dramaticky meniť a tak priemerovanie cez neadekvátne (resp. nevhodne zvolené) veľké pixely môže „vymazať“ špecifickú (jemnú) štruktúru izočiari v danom mieste zobrazenia. V každom prípade táto neurčitosť nijako nesúvisí s fundamentálnou presnosťou samotného analytického riešenia. Stredný pomer medzi rýchlosťami výpočtu pre low a high presnosť je zhruba 1:12.

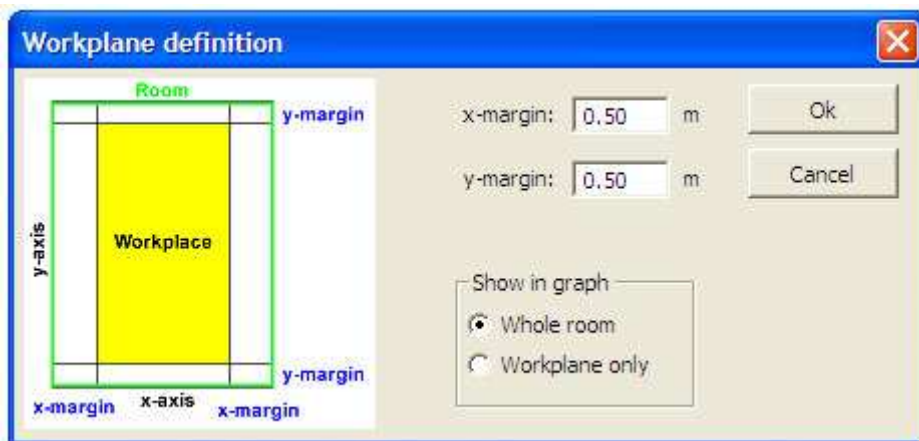
HOLIGILM 4.2 poskytuje interfejs na zadanie až 10-tich svetlovodov pre vybranú miestnosť, čo plne pokrýva praktické potreby. Zvyčajne totiž počet osadených svetlovodov nepresahuje hodnotu 3. U každého svetlovodu možno samostatne zadať jeho polohu, polomer tubusu, vnútornú odrazivosť jeho stien, priepustnosť kupoly a optického elementu umiestneného na spodnej hranici svetlovodu (zvyčajne ide o difúzor), typ optického elementu – lambertovský difúzor, priesačné sklo a ich vzájomná kombinácia (vo forme koncentrických častí - medzikruží).

b) Riešenie zostaveného modelu (pomocou jadra systému)

Parametre vytvoreného projektu v ďalšom podliehajú detailnej kontrole (napr. kontroluje sa fyzikálna korektnosť, korektné uloženie a geometrický odstup jednotlivých svetlovodov atď.). V prípade akejkoľvek zistenej chyby dostane užívateľ detailné informácie o mieste výskytu chyby a o spôsobe opravy. Dáta sú následne prenesené do jadra systému, ktoré zabezpečuje samotný výpočet.

c) Grafická prezentácia výsledkov (prezentačná vrstva GUI)

Dáta určujúce rozloženie osvetlenia na pracovnej ploche pod difúzorom a taktiež na difúzore každého svetlovodu sú prezentované v tabuľkovej aj grafickej podobe. Tabuľkový výstup je uložený v pracovnom adresáci daného projektu. Pracovná plocha je pritom voliteľná obdĺžniková plocha nachádzajúca sa vnútri miestnosti, teda je menšia nanajvýš rovná ploche pôdorysu miestnosti (viď. Obr. 1).



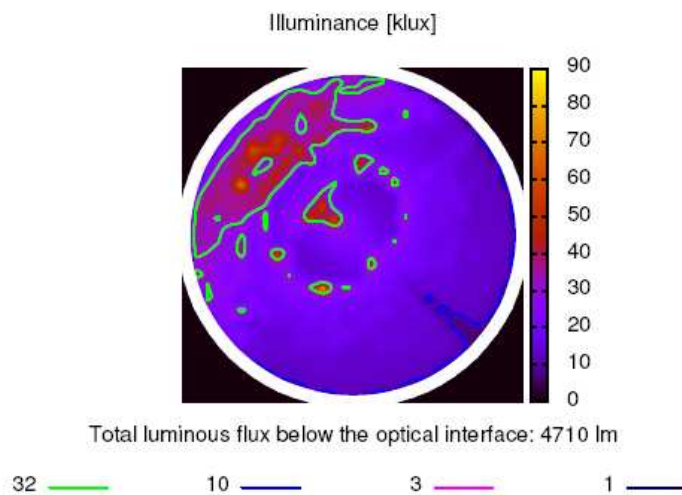
Obrázok 28: Zadávanie pracovnej plochy na podklade pôdorysu miestnosti.

## Modelové prípady

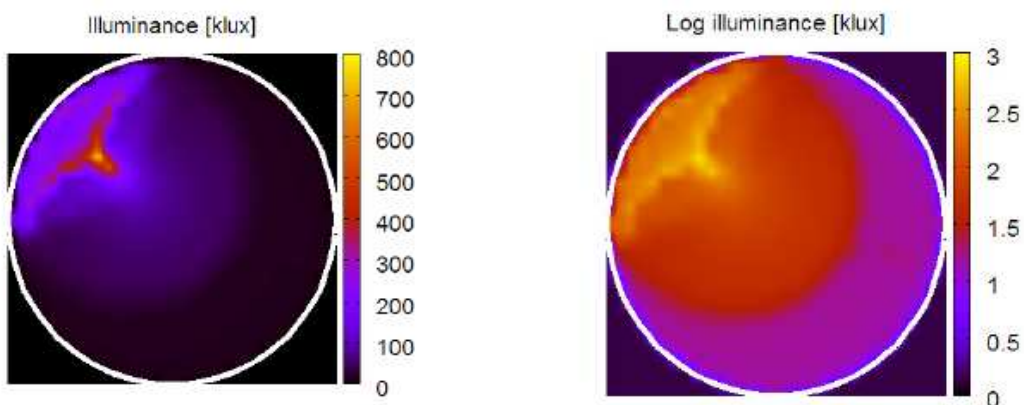
Hlavnou motiváciou realizovania výpočtu prenosu svetla svetlovodmi umiestnenými v budovách je výpočet osvetlenia na porovnávacjej/pracovnej ploche. Tento údaj je z inžinierskeho a svetlotecnického hľadiska najzaujímavejší. Napriek tomu treba zdôrazniť, že vypočítané a zobrazené izočiary osvetlenia na spodnej hranici svetlovodu (teda na virtuálnom difúzore) majú svoje opodstatnenie. Umožňujú totiž pochopiť napr. špecifickú štruktúru osvetlenia pracovného priestoru pod svetlovodom ukončeným priesačným sklom, alebo nelambertovským difúzorom. Taký difúzor môže vykazovať istú smerovo-premenlivú redistribúciu svetelných lúčov a tak preferovať niektoré vybrané smery. U číreho skla je smerová preferencia vybraných zväzkov lúčov úplne evidentná. Tiež stojí za povšimnutie, že na difúzore sa objavujú miesta s extrémne vysokým osvetlením, ktoré môže mnohokrát prevyšovať hodnotu slnečnej konštanty. Takého miesta sa nazývajú hotspoty a ich rozloženie, počet a svetelný excés závisia na geometrii svetlovodu – t.j. na priemere svetlovodu, jeho dĺžke ale aj na výške Slnka – ako hlavného zdroja svetla. Ak si predstavíme zaoblenosť tubusu, je vznik hotspotov zrejмый – odrazná plocha tubusu so špecifickým rádiom totiž funguje ako optický koncentrátor sústreďujúci vybrané lúče do jedného miesta alebo do istej zóny v priestore. Ak sa práve v danom mieste priestoru nachádza difúzor, bude projekcia týchto lúčov na ňom vytvárať už spomínané hotspoty. Pri krátkych tubusoch a stredných výškach Slnka nad horizontom dochádza k menšiemu počtu odrazov slnečných lúčov v tubuse svetlovodu a zdeformovaný obraz okoloslnčnej zóny sa bude preferovane premietiť na jednu stranu difúzora (Obr. 2). Vhodnou voľbou (napr. zobrazením na logaritmickú škálu) je možné dosiahnuť zvýraznenie presvetlenia niektorých častí difúzora (Obr. 3).

Ukážky výpočtov osvetlenia pracovnej plochy pod jedným a pod dvoma svetlovodmi sú prezentované na Obr. 4.

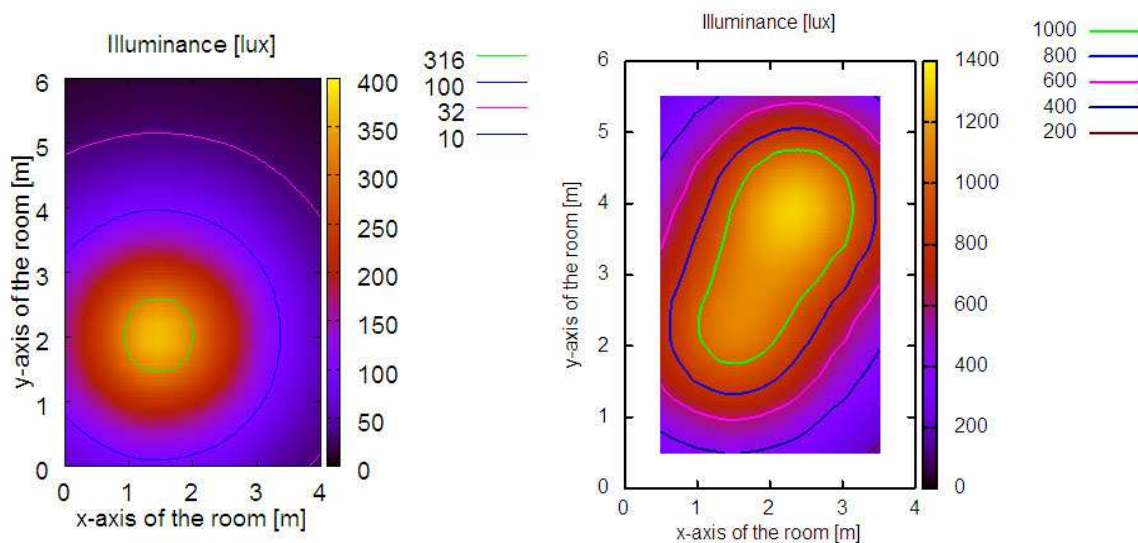




Obrázok 2: Rozloženie osvetlenia na exemplárnom difúzore.



Obrázok 3: Ukážka rôzneho zobrazenia rozloženia osvetlenia na virtuálnom difúzore pod tubusom svetlovodu. Obrázok vľavo využíva lineárnu škálu zobrazovania, zatiaľčo obrázok vpravo je prezentovaný v logaritmickej mierke.



Obrázok 4: Osvetlenie pracovnej plochy pod jedným (vľavo) a dvoma (vpravo) svetlovodmi s lambertovskými difúzormi.

## Záver

Existencia analytického riešenia prenosu svetla tubusovými svetlovodmi (s difúzormi rôznych vlastností) umožňuje abstraktné experimentovanie metódou počítačových simulácií. To dáva inžinierom do rúk silný nástroj, pretože riešenie osvetlenia miestnosti si môžu reálne modelovať ešte skôr než pristúpia k samotnej realizácii. Takéto modelovanie pritom dokáže akceptovať prevládajúce svetelné pomery v danej lokalite (typické rozloženia jasů na oblohe), prevládajúce pozície Slnka v letných a zimných mesiacoch, azimutálnu orientáciu miestnosti,... a vybrať najvhodnejšiu kombináciu svetlovodov alebo difúzorov pre dosiahnutie požadovaného osvetlenia vo vybraných častiach miestnosti (alebo na dosiahnutie takého rozloženia osvetlenia, ktoré sa najviac približuje tomu požadovanému). Vzhľadom k extrémne rýchlemu výpočtu je možné v krátkom čase preveriť veľké množstvo kombinácií a navrhnuť optimálnu zostavu osvetľovacieho systému. Pri absencii numerického modulu by riešenie osvetlenia svetlovodmi muselo stáť len na znalostnej a skúsenostnej báze svetlotechnika alebo by bolo potrebné vykonať veľké množstvo praktických inštalácií a následných meraní. Každá nová inštalácia však vyžaduje demontáž tej predchádzajúcej a montáž novej, čo je nielen časovo náročné, ale niekedy aj nerealizovateľné. Napríklad nie je možné zameniť dva svetlovody rôznych prierezov a ani premiestniť svetlovod do inej časti stropu v už realizovanej stavbe. Preto riešenie HOLIGILM 4.2 predstavuje významný prínos v riešení osvetlenia pasívnymi optickými systémami akými sú svetlovody.

## Literatura a odkazy

- [1] Rosemann, A., Kaase, H. Lightpipe applications for daylighting systems. *Solar Energy* 78, 772–780, 2005.
- [2] Oakley, G., Riffat, S.B., Shao, L. Daylight performance of light pipes. *Solar Energy* 69, 89–98, 2000.
- [3] Paroncini, M., Calcagni, B., Corvaro, F. Monitoring of a light-pipe system. *Solar Energy* 81, 1180–1186, 2007.
- [4] Elmaualim, A. A., Smith, S., Riffat, S. B., Shaou, L. Evaluation of dichroic material for enhancing light pipe/natural ventilation and daylighting in an integrated system. *Appl Energy* 62, 253–66, 1999.
- [5] Kocifaj, M., Darula, S., Kittler, R. HOLIGILM: Hollow light guide interior illumination method – An analytic calculation approach for cylindrical light-tubes. *Solar Energy* 82, 247–259, 2008.
- [6] Larson GW, Shakespeare RA. Rendering with radiance. The art and science of lighting visualization. San Francisco, California: Morgan Kaufmann Publishers Inc.; 1998.

# Umělé osvětlení a závojevý jas noční oblohy

Jaroslav, Kotek, Ing.

ANODA, s.r.o., www.anoda.cz, anoda@anoda.cz

## Úvod

Umělé osvětlení je zdrojem zvyšování závojevého jasu noční oblohy a narušování přirozeného nočního prostředí. Jedním z významných zdrojů umělého závojevého jasu noční oblohy je osvětlení pozemních komunikací. Existují prostředky, jak tyto jeho nežádoucí vedlejší vlivy účinně eliminovat.

## Dopady směru šíření světla

Závojevý jas noční oblohy způsobený umělým osvětlením závisí na velikosti světelného toku vyzařovaného osvětlovacími soustavami přímo k obloze a odraženého od zemského povrchu. Dosud byl v dokumentech CIE, zabývajících se vlivem umělého osvětlení na závojevý jas oblohy, zohledňován světelný tok do horního poloprostoru bez ohledu na jeho směřování. Tento nedostatek má být napraven v rámci probíhající revize publikace CIE 126 – 1997 „Guidelines for minimizing sky glow“ [1].

Revize publikace [1] probíhá v technické komisi CIE TC 4-21. Ze studie vlivu světelného toku směřovaného k obloze různými směry pomocí Garstangova modelu šíření světla vyplývá, že světelný tok vyzařovaný těsně nad horizont přispívá zásadním způsobem k růstu závojevého jasu oblohy zejména v lokalitách hodně vzdálených od zdroje světla. Výpočty byly např. provedeny pro lokality vzdálené 50 a 100 km. Velmi významný je především světelný tok emitovaný v rozsahu do prostorového úhlu 0 až 20° nad horizont (úhel gama 90 až 110°). Při předpokládané hodnotě činitele odrazu zemského povrchu 15% vychází, že pokud je stejné množství světla směřováno do prostorového úhlu 0 až 10° nad horizont, má na závojevý jas oblohy účinek 40 až 100 krát větší, než kdyby bylo směřováno do dolního poloprostoru. Světelný tok vyzařovaný v rozsahu úhlů 10 až 20° nad horizont zvýší závojevý jas oblohy v porovnání se světlem směřovaným dolů už „jen“ 20 až 30 krát.

Za výše uvedených předpokladů platí, že pokud by měl být způsoben stejný závojevý jas oblohy, musela by osvětlovací soustava složená ze svítidel vyzařujících 1% světelného toku do horního poloprostoru v porovnání s osvětlovací soustavou vyzařující světelný tok výlučně do dolního poloprostoru (někdy označována jako plně cloněná) emitovat světelný tok o 30 až 50% menší.

Používání tzv. plně cloněných svítidel je z hlediska závojevého jasu oblohy důležité především v lokalitách, kde šíření světelného toku ve směrech těsně nad horizont nebrání přírodní nebo umělé překážky, tedy především v extravilánu. Jako plně oprávněné se z uvedeného pohledu jeví ustanovení kapitoly 7 normy [2] požadující omezení světla vyzařovaného do směrů, kde není potřeba nebo kde je nežádoucí, např. ve venkovských a příměstských oblastech, kde osvětlovací soustava působí rušivě při dálkových pohledech přes otevřenou krajinu.

## Vhodná konstrukce uličních svítidel

Jedním z významných zdrojů umělého závojevého jasu noční oblohy je osvětlení pozemních komunikací. Pro jeho zajištění není optimálním řešením používání plně cloněných svítidel s plochým optickým krytem, protože jejich světelná účinnost je vlivem velkého počtu vnitřních odrazů ve svítidle (viz obr. 1a) v porovnání se svítidly s vypouklým krytem (viz obr. 1b) snížena o 20 až 30%.

Jako příklad vhodného konstrukčního řešení plně cloněného uličního svítidla je možno uvést svítidlo Archilede firmy iGuzzini (viz obr. 2). Jedná se o hliníkové svítidlo osazené diodami LED. Podstatné na jeho konstrukci z hlediska účinnosti je to, že je opatřeno (na rozdíl od běžných svítidel s vypouklým nebo plochým optickým krytem) krytem vydutým. Tímto řešením jsou elegantně eliminovány důsledky nepříznivých úhlů dopadu světla na optický kryt a na nežádoucí snížení účinnosti svítidla.

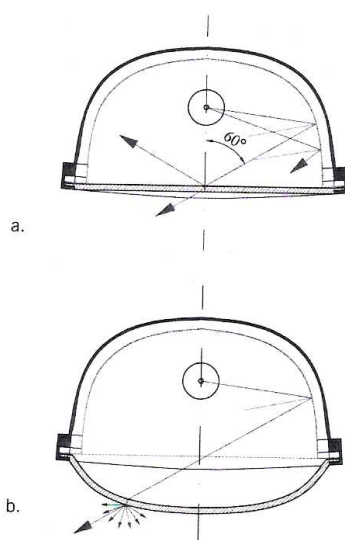
## Další cesty

Členové CIE TC 4-21 se shodují na tom, vedle správného používání účinných osvětlovacích prostředků je z hlediska maximálního zachování přirozeného nočního prostředí zásadním požadavkem, aby se osvětlení nebudovalo tam, kde není dostatek důvodů pro jeho výstavbu, aby realizované osvětlovací soustavy nebyly zbytečně předimenzovány a aby při jejich řešení byly využívány co největší hodnoty udržovacího činitele.

Velmi významný, u nás dosud málo využívaný zdroj ochrany přirozeného nočního prostředí i energetických úspor, je regulace výkonu osvětlovacích soustav.

V oblasti osvětlení pozemních komunikací je regulace řešena normou [3]. V její národní příloze je mimo jiné uvedeno: „Dochází-li v průběhu noci k významným změnám intenzity dopravy a/nebo jasu okolí, doporučuje se použití vhodných prostředků ke snížení hladiny osvětlení a tím spotřeby energie. Při regulaci osvětlení je třeba zachovat rovnoměrnost osvětlení. Snížení hladiny osvětlení má být podloženo analýzou změn intenzity provozu na uvažované pozemní komunikaci (rozбором průměrných hodinových intenzit provozu) a/nebo změn jasu okolí v průběhu noci (v období provozu osvětlení). Pripouští se snížení hladiny osvětlení až o 50 % jmenovité hladiny osvětlení (průměrné hodnoty udržovaného jasu nebo udržované osvětlenosti), odpovídající příslušné třídě osvětlení. V případě extrémního snížení intenzity dopravy je možno hladinu osvětlení snížit až o 75 % jmenovité hladiny osvětlení. Snížení osvětlení o více než 50 % jmenovité hladiny osvětlení musí být podloženo analýzou změn intenzity provozu na uvažované pozemní komunikaci a schváleno příslušným silničním správním úřadem. V oblastech s vysokým rizikem kriminality a/nebo nehodovosti v nočních hodinách se regulace osvětlení nedoporučuje.“

Pravidla pro regulaci osvětlení pozemních komunikací jsou zde. Uplatnění stmívacích zařízení z hlediska norem nic nebrání. V praxi bývají splněny podmínky pro radikální redukci výkonu uličního osvětlení obvykle v období od 22 do 6 hodin. V tomto období je tedy reálné snížení účinku veřejného osvětlení na závojevý jas oblohy pouhou regulací nejméně o 50%.



• obrázek 29



• obrázek 2

## Literatura a odkazy

- |                        |   |
|------------------------|---|
| [1] CIE 126:1997       | Guidelines for minimizing sky glow                            |
| [2] ČSN EN 13201-2     | Osvětlení pozemních komunikací - Část 2: Požadavky            |
| [3] ČSN CEN/TR 13201-1 | Osvětlení pozemních komunikací - Část 1: Výběr tříd osvětlení |
| [4] CIE TC 4-21        | Pracovní dokumenty  |

# Možnosti úspor elektrickej energie použitím svetlovodov

Marek, Krasňan, Ing.

Fakulta elektrotechniky a informatiky, STU Bratislava, [marek.krasnan@gmail.com](mailto:marek.krasnan@gmail.com)

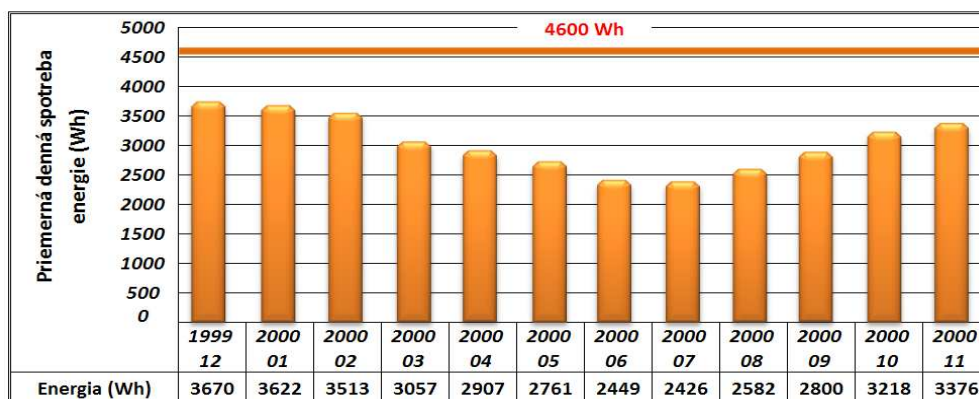
V poslednej dobe sa začína rozmáhať hodnotenie efektívnosti a energetickej hospodárnosti budov. Tento proces hodnotenia obsahuje celú škálu parametrov a oblastí, ktoré vstupujú do hodnotiaceho procesu (vykurovanie, príprava teplej vody, klimatizácia, osvetlenie, atď.). Jednou z dôležitých vecí, ktoré sa pri tomto procese posudzujú je teda aj osvetlenie, pretože naň sa spotrebuje približne 1/5 z celkovej spotreby elektrickej energie v budovách. Je teda nutnosť využívať denné svetlo v čo najväčšej miere tým, že inštalujeme vhodne navrhnuté okná, prípadne strešné okná, najlepšie po konzultácii s dizajnérom, alebo architektom. Ak je miestnosť väčších rozmerov, je možné použiť svetlíky, a tým priviesť denné svetlo do miestnosti. Ak je ale budova konštruovaná tak, že jednotlivé vnútorné miestnosti nie je možné osvetliť pomocou okien, prípadne pomocou svetlíkov (napr. viac poschodové, rozľahlejšie budovy), tak je tu ešte možnosť využitia svetlovodov. Tie umožňujú transportovať denné svetlo aj do rozľahlejších miest v budove. Tento príspevok je zameraný na poukázanie možnosti úspor elektrickej energie pri využívaní denného svetla.

## Úvod

V budovách existujú priestory, kde sa nedá zabezpečiť dostatočný prísun denného svetla (veľké viacposchodové výrobné haly, vnútorné kancelárske priestory, chodby, toalety a i.). V týchto priestoroch je preto potrebné svietiť umelými svetelnými zdrojmi aj počas dňa a teda spotreba elektrickej energie na osvetlenie výrazne stúpane. Preto je žiaduce, aby sa v takýchto priestoroch robili opatrenia na úspory elektrickej energie napr. inštaláciou úsporných svetelných zdrojov, kvalitných svietidiel a pod. Do takýchto priestorov je snaha (pokiaľ je to možné) priviesť denné svetlo a tým zmenšiť náklady na spotrebu elektrickej energie. Je známe, že pomocou svetlovodov sa umelé osvetlenie nedá nahradiť, ale iba doplniť. Svietidlá potom môžeme napríklad stmievať, prípadne na istý čas počas dňa ich úplne vypínať.

## Úspory energie využívaním denného svetla

Výskumy a výpočty úspor elektrickej energie na osvetlení s vplyvom prestupu denného svetla cez okenné otvory robili aj v Turecku v Istambule [3], kde na štvrtom poschodí budovy fakulty mali testovaciu miestnosť s rozmermi 3,35 x 6,25 x 3,25 m. Okná miestnosti s plochou otvoru 3,03 m<sup>2</sup> boli orientované na severo-východ. Umelé osvetlenie pozostávalo zo 6 stmievateľných stropných svietidiel Zumtobel/REDA2/58W LME, pričom každé svietidlo bolo pripojené na riadiacu jednotku so snímačmi a stmievačmi s možnosťou stmievania od 3 do 100%. Maximálna osvetlenosť týmito svietidlami bola dosiahnutá 1500 lx. Meranie a systém bol nastavený tak, aby na meracej rovine bolo vždy 500 lx. Ak vplyvom väčšieho denného osvetlenia bola osvetlenosť vyššia, osvetľovacia sústava sa automaticky úplne vypla. Hneď ako osvetlenosť vo vybraných bodoch na porovnávacej rovine v miestnosti klesla pod 500 lx, zapli a začali sa regulovať svietidlá. Priemerná denná spotreba el. energie (obrázok 30) počas výskumu, ktorý prebiehal v pracovných dňoch počas celého roka 2000, pri umelom osvetlení bola 4600 Wh [3].



• obrázek 30 : Priemerná denná spotreba el. energie vztiahnutá na mesiace [3]

Úspory elektrickej energie, ktoré boli v mesiaci december len 20% vzrástli v júni a v júli až na 47%. Pri porovnaní ročných období boli úspory el. energie v zime 21%, na jar 35% a cez leto 45%. Úspory elektrickej energie pri stmievaní umelého osvetlenia a využívaním denného svetla boli najväčšie počas bezoblačných dní (35%), pričom pri zamračených dňoch boli úspory 16%. Celkové zhodnotenie výskumu prezentuje úspory energie vyživaním automatického stmievania umelého osvetlenia viac ako 30%, čo je veľmi zaujímavá otázka z hľadiska úspor elektrickej energie v budovách.

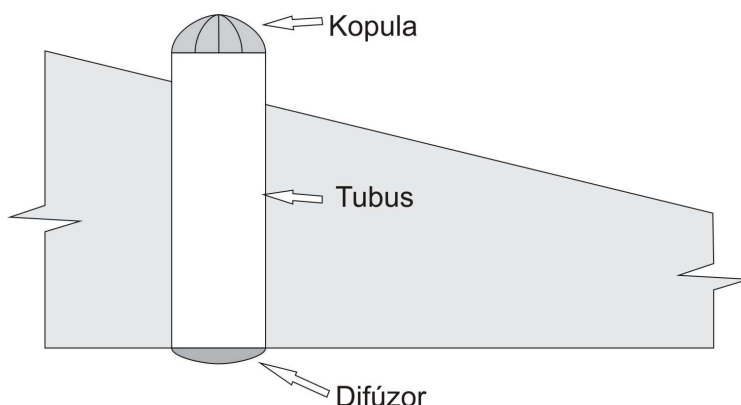
Mesiac	Úspory el. energie [%]	Ročné obdobie	Úspory el. energie [%]	Typ dňa a oblohy	Úspory el. energie [%]
December	20	zima	21	bezoblačná	25
Január	21			miešaná	26
Február	24			zamračená	11
Marec	34	jar	35	bezoblačná	39
Apríl	37			miešaná	31
Máj	40			zamračená	28
Jún	47	leto	45	bezoblačná	46
Júl	47			miešaná	41
August	44			zamračená	--
September	39	jeseň	34	bezoblačná	34
Október	30			miešaná	37
November	27			zamračená	26

• Tabulka 3: Úspory elektrickej energie využitím automatického stmievania umelého osvetlenia [3]

Podrobný prehľad rôznych zdrojov literatúry spracoval Colaco [1] s popisom výskumov zaoberajúcich sa úsporami elektrickej energie pri využívaní denného svetla a automatickom stmievaní umelej osvetľovacej sústavy. V priestoroch bez okien, prípadne v miestnostiach s väčšími rozmermi, kde denné svetlo prechádzajúce cez okná nie je dostatočné, je výhodné použiť svetlovody, pomocou ktorých je možné denné svetlo transportovať aj na väčšie vzdialenosti.

## Vertikálne svetlovody v interiéroch

Vertikálny svetlovod je zariadenie, ktoré sa skladá z nástrešnej kupole, tubusu a difúzora. Nástrešná kupola (obrázok 31) slúži na zberanie denného svetla z oblohy a jej charakteristickým znakom je odolnosť voči vonkajším podmienkam a dobrý prestup svetla. Ďalším dôležitým článkom svetlovodu je tubus (obrázok 31), cez ktorý sa svetlo transportuje do miestnosti. Hlavná požiadavka na telo tubusu je jeho materiál a vnútorná odraznosť. Tretia dôležitá časť svetlovodu je difúzor (obrázok 31), ktorého úlohou je rozptýliť svetlo do miestnosti alebo na určené miesto.



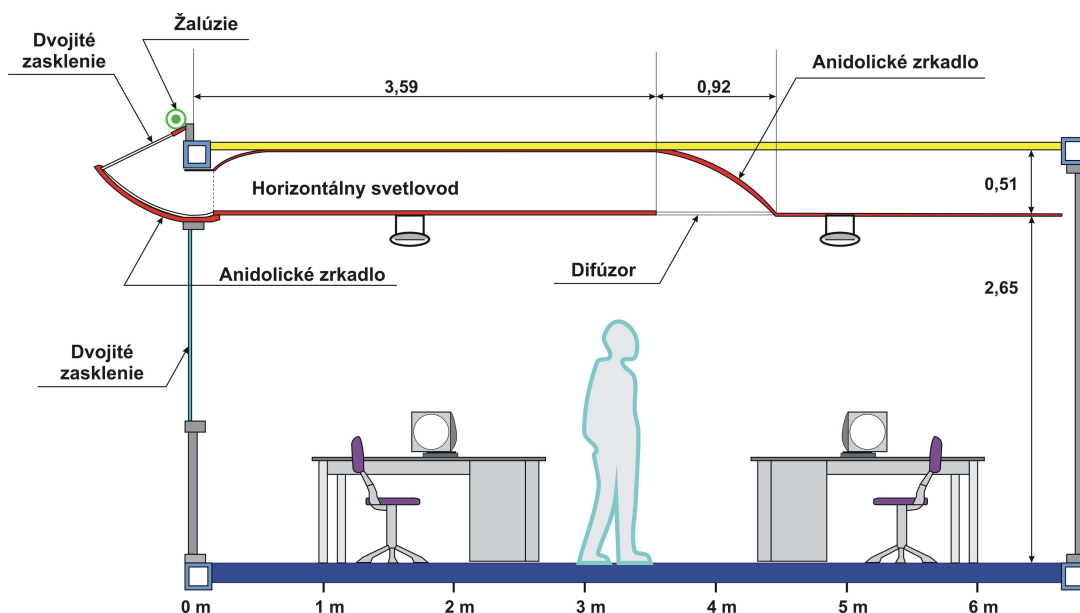
\* obrázok 31 : Hlavné časti tubusového svetlovodu

V účasnej dobe existuje veľa typov svetlovodov, ktoré sa odlišujú druhom nástrešných kopúl, spôsobom koncentrovania slnečného žiarenia, druhom svetlovodného tubusu - jeho dĺžkou, priemerom, či riešením ohybu, a tiež druhom difúzora. Základom účinnosti však zostáva vnútorný povrch, ktorý musí mať čo najväčšiu odrazivosť. Ak by vnútorný povrch nebol dostatočne hladký, celková účinnosť svetlovodu sa znižuje na minimum. Celkové osvetlenie v miestnostiach tiež v konečnom dôsledku ovplyvňuje typ a druh krytu svetlovodu, na strane v miestnosti. Kryt (difúzor) môže byť buď z číreho alebo difúzneho skla, alebo z transparentných plastov. Inštalovanie krytu na zakončenie svetlovodu je dôležité z hľadiska udržania vnútornej klímy svetlovodného tubusu. Svetlovodné systémy prinášajú zlepšenie zrakovej pohody. Nevýhodou svetlovodov je zatiaľ ich vysoká cena, preto sa svetlovody zatiaľ bežne nepoužívajú na osvetľovanie vnútorných priestorov. Svetlovodný systém vyžaduje, aby vnútorný priestor svetlovodu bol hermeticky uzavretý, aby sa na vnútorné odrazné plochy stien neusadzoval prach a tak neznižoval činiteľ odrazivosti materiálu. Tiež v dôsledku možnej kondenzácie vzduchu pri teplotnom skoku medzi podlažiami, no skôr medzi horným podlažím a vonkajším prostredím. Vonkajšia kopula musí byť odolná voči kolísaniu vonkajších teplôt a vonkajším poveternostným podmienkam a tiež voči ultrafialovému žiareniu.

## Horizontálne svetlovody

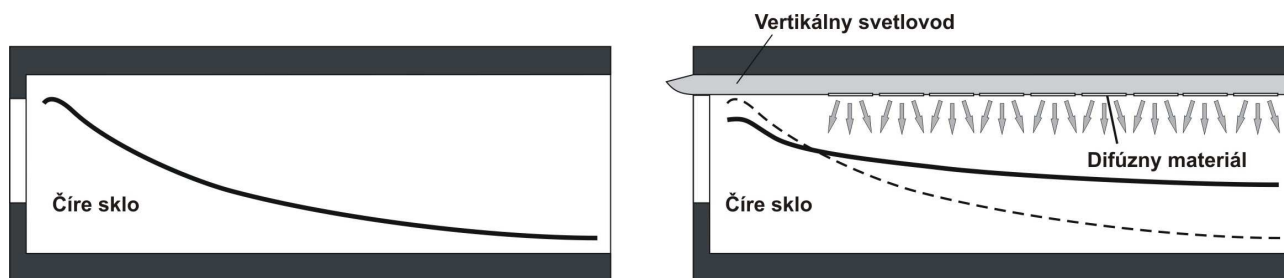
Horizontálny svetlovod (obrázok 32) pozostáva zo vstupného otvoru (napr. anidolický koncentrátor), tubusu a difúzora. Systém anidolických koncentrátorov [8] spočíva v zachytávaní slnečných lúčov pomocou parabolických koncentrátorov a ich sústredením do svetlovodného systému. Anidolické koncentrátory sú vyrobené z vysoko reflexných materiálov s vysokým činiteľom odrazu. Zvýšenie – koncentrovania slnečného žiarenia sa dosiahne parabolickým zrkadlom, ktoré prijíma hlavne priamu zložku slnečného žiarenia, ale aj difúzne svetlo z určitej časti oblohy. Následne tieto slnečné lúče odrazí priamo alebo s miernym počtom odrazov do svetlovodného systému. Anidolický koncentrátor pre zrkadlový horizontálny svetlovod (obrázok 32) je parabola z rovnako odrazným vnútorným povrchom, ako svetlovod. Vstupný otvor koncentrátoru je optimalizovaný pre zachytávanie slnečných lúčov len z určitej časti oblohy. Slnečné lúče, ktoré vstupujú do koncentrátoru pod určitým uhlom sa po odraze presmerujú do svetlovodného systému a ďalej sa transportujú do miestnosti. Pre oblasti s prevažne jasnou oblohou sa volí parabola s menším záberom celkovej oblohy, pretože sa využíva hlavne priama zložka slnečného žiarenia. Pre oblasti s oblačnými podmienkami sa volí parabola so záberom väčšej časti oblohy, teda koncentrácia priameho žiarenia je nižšia a systém vyžaduje komponenty s väčšími rozmermi. Výskumom a skúmaním anidolických koncentrátorov sa venuje aj švajčiarsky profesor Scartezini [9].





\* obrázek 32 : Horizontálny svetlovod s anidolickým koncentrátorom a difúzorom

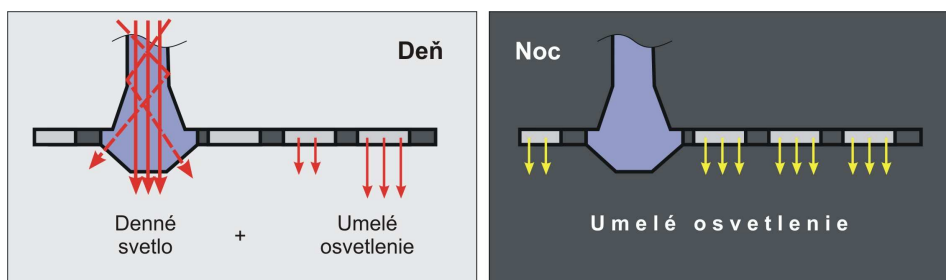
V súčasnosti existujú riešenia, kde sú anidolické koncentrátory spojené s horizontálnymi svetlovodmi, ktoré sú umiestnené nad stropom v jednej rovine. Takéto zariadenia sa nazývajú anidolické stropné systémy. Systém viacnásobnými odrazmi presmeruje a transportuje svetlo do zadnej časti miestnosti a potom ho distribuuje nadol pomocou parabolického reflektora umiestneného na konci svetlovodu. Týmto sa dosiahne rovnomernejšie rozloženie denného svetla v miestnosti (obrázek 33).



\* obrázek 33 : Osvetlenosť pracovnej plochy a) bočným osvetlením b) pomocou horizontálneho svetlovodu [7]

### Svetlovody nemôžu byť náhradou za umelé osvetlenie !

V priestoroch, kde je potrebné svietiť aj počas dňa je použitie svetlovodov veľmi výhodné, pretože pri osvetlení miestnosti denným svetlom zo svetlovodu, môže sa umelé osvetlenie vypnúť. Je vhodné, ak je osvetľovacia sústava vybavená snímačmi intenzity osvetlenia a sietidlami s možnosťou stmievania. V prípade, že je v miestnosti počas dňa dostatok denného svetla, nie je potrebné svietiť pomocou sietidiel [4] a [5]. Pri nedostatočnom osvetlení pomocou svetlovodov zareagujú snímače intenzity osvetlenia a podľa potreby zapnú sietidlá (obrázek 34). Tým sa ušporí značná časť elektrickej energie, ktorá by bola potrebná na nepretržitú prevádzku umelej osvetľovacej sústavy.



\* obrázek 34 : Vzájomná spolupráca svetlovodov a osvetľovacej sústavy

## Znižovanie produkcie CO<sub>2</sub>

Znížením spotreby elektrickej energie využívaním slnečnej energie a denného svetla sa v konečnom dôsledku znižuje aj produkcia oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>). Oxid uhličitý je atmosferický plyn, je bezfarebný, nehorľavý, málo reaktívny, ťažší než vzduch a vzniká ako produkt biologických procesov, napríklad dýchania a kvasenia a tiež ako produkt horenia a spaľovania zlúčenín uhlíka.

Produkcia emisií oxidu uhličitého pri výrobe elektrickej energie na Slovensku je v pomere: 0.257 kg CO<sub>2</sub>/1 kWh [6].

## Záver

Cieľom tohto príspevku je informovať verejnosť o možnosti úspor elektrickej energie využívaním denného svetla na osvetľovanie interiérov budov. Pričom horizontálne svetlovody je výhodné používať v hlbokých miestnostiach, kde pre ich hĺbku nepostačuje denné svetlo z okien, a je potrebné v týchto miestnostiach sietiť umelým osvetlením. Vertikálne svetlovody sú vhodné aj na osvetľovanie hlbokých miestností, ale aj tam, kde okná vôbec nie sú a teda denné svetlo do týchto miestností vôbec neprechádza. Sú to najčastejšie chodby, toalety, kúdelky, a pod. Pomocou vertikálnych svetlovodov je denné svetlo možné priviesť až niekoľko metrov, preto sa používajú aj na osvetľovanie výrobných hál (osvetlenie pracovnej úlohy).

## Pod'akovanie:

Tento príspevok vznikol vďaka podpore projektu VEGA 1/0687/09 a APVV-0264-07.

## Literatura a odkazy

- [1] COLACO, S. G., KURIAN, C. P., GEORGE, V. I., COLACO, A. M. *Prospective Techniques of Effective Daylight Harvesting in Commercial Buildings by Employing Window Glazing, Dynamic Shading Devices and Dimming Control – A Literature Review*. Building Simulation, Vol. 1(4), 2008. ISSN: 1996-8744
- [2] PLCH, J., MOHELNÍKOVÁ, J. *Osvetľovanie budov svetlovody* [online]. Elektroinstalátér, 1., 2006, [cit. 2009-09-10]. Dostupné na internete: <http://elektro.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=3104>.
- [3] ONAYGIL, S. and GÖLER, Ö. *Determination of the energy saving by daylight responsive lighting control systems with an example from Istanbul*. Building and Environment, 38-7, p. 973-977, 2003.
- [4] PLCH, J., MOHELNÍKOVÁ, J., SUCHÁNEK, P. *Osvětlení neosvětlitelných prostor*. ERA group s.r.o., Brno.
- [5] JENKINS, D., MUNEER, T., KUBIE, J. *A design tool for predicting the performance of light pipes*. Energy and Buildings, 37, p. 485-492, 2005.
- [6] MÍČHALOVÁ, M. *Zbohom žiarovka – vitaj alternatíva* [online]. Philips Slovakia s.r.o. Aktualizované 2009-04-26. [cit. 2009-08-25] Dostupné na internete: <<http://www.svetlo.sk/clanok.php?id=188>>
- [7] CANZIANI, R., PERON, F., ROSSI, G., *Daylight and energy performances of a new type of light pipe*. Energy and Buildings, 36, p. 1163–1176, 2004.
- [8] CIE 173:2006. *Tubular daylight guidance systems*. ISBN 3 901 906 49 5
- [9] SCARTEZZINI, J.-L. and COURRET, G. *Anidolic daylighting systems*. Solar Energy. 73-I. 2002.

# Jednoduché ovládání osvětlení s vysokými úsporami energie je předností systémové instalace KNX

Ing. Josef Kunc

ABB s.r.o. Elektro-Praga, www.abb-epj.cz, josef.kunc@cz.abb.com

## Co rozumíme pod pojmem systémová instalace?

Funkce ovládané systémovou elektrickou instalací zajistí v budovách na jedné straně vysoký komfort, zatímco na straně druhé je možné vzájemně provázat řízení všech těchto funkcí tak, aby nedocházelo prakticky k žádnému plýtvání energií. Znamená to, že se systémovou instalací lze dosáhnout skutečně až nečekaně vysokých úspor provozních nákladů ve srovnání s klasickou instalací.

Přitom pod pojmem klasická instalace nemusíme nutně rozumět pouze obvody související se spínáním osvětlení a silové zásuvkové obvody, jak se traduje již od konce 19. století, tedy od počátků elektrifikace. Za klasickou instalaci bychom měli považovat každou elektricky nebo elektronicky řízenou úzkou oblast funkcí v budově, která má svoje specifické určení (například osvětlení, vytápění, klimatizace apod.), přičemž její provoz je řízen autonomně – tedy nezávisle na jiných funkcích. Znamená to tedy, že do pojmu **klasická instalace** zahrnujeme jak instalaci silovou, tak i oblast měření a regulace. Takto pojatá klasická instalace v moderně vybavených budovách nutně obsahuje celou širokou škálu různých řídicích systémů, z nichž každý je vybaven veškerými snímači, řídicími jednotkami a případnými dalšími přístroji potřebnými pro svůj spolehlivý provoz. Nerozumíme tím tedy instalaci z přelomu 19. a 20. století, která nám bohužel přetrvává až do dnešních dnů např. v panelových domech, ale je poměrně často využívána ještě i ve většině novostaveb malých rodinných domů a v levných bytových objektech. Současná klasická instalace však mnohdy obsahuje i velmi širokou škálu různých řídicích systémů, přičemž každý z nich je specializován na řízení pouze úzkého oboru funkcí. Ovšem v takto vybaveném objektu vůbec není neobvyklým jevem, že v jednom prostoru současně pracuje systém vytápění i chlazení. Prostě jednotlivé obory funkcí mezi sebou nespolupracují a dochází tak ke zbytečné spotřebě energie, někdy lze dokonce říci, že dochází k nadměrnému plýtvání energií. A další nevýhodou takto pojaté klasické instalace je nepřehledný způsob ovládání všech funkcí. V neposlední řadě jsou designové ovládací prvky pro různé funkční oblasti v různých výtvarných pojetích, navíc i v odlišných barvách. Podle dodavatelů těchto dílčích systémů to samozřejmě jinak ani nelze udělat.

## Jak vyřešit takovou situaci?

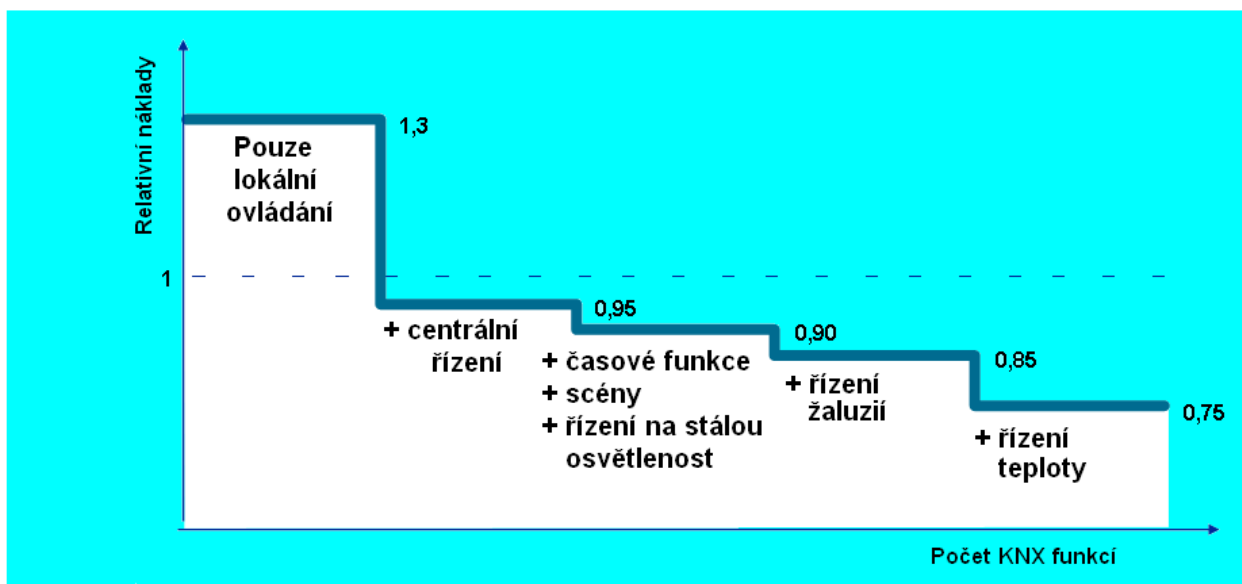
Můžeme pouze konstatovat, že ve skutečnosti lze všechno vyřešit, dokonce velmi elegantním způsobem – nasazením některé ze systémových instalací, například KNX/EIB (která je nejen evropským a dokonce i celosvětově normalizovaným systémem pro řízení všech funkcí v budovách – viz soubory norem ČSN EN 50090 a ISO/IEC 14543).

Využití systémové instalace vůbec neznamená, že by nebylo možné používat různé specializované řídicí systémy. Je však velice důležité, aby každý z těchto lokálních systémů bylo možné propojit prostřednictvím vhodných komunikačních rozhraní do nadřazeného systému, v němž budou použity snímače jednotlivých fyzikálních veličin tak, aby jejich údaje sloužily třeba i několika účelům. Tak pro již zmíněné oblasti vytápění a klimatizace budou termostaty určeny pro řízení obou funkčních oblastí (v systémové instalaci pod pojmem termostaty chápeme snímače teploty a parametrizovatelné regulátory, které v jednom společném prostoru mohou řídit spotřebu tepla pro vytápění i pro chlazení). Systémová instalace tedy sdružuje řízení mnoha funkcí do jediného společného systému, přičemž se stává přehlednější, s nižšími nároky na počty měřených míst a navíc nezřídka realizovaná s nižšími celkovými pořizovacími náklady. Pro správný chod vystačí s nižšími počty přístrojů, s výrazně nižšími délkami vedení. A co je podstatné, je schopna zabezpečit výrazné přídatné úspory energie – pouhým zamezením zbytečné spotřeby.

## Ve kterých objektech využít systémovou KNX instalaci?

Budeme chtít využít systémovou KNX instalaci například ve dvoupokojovém standardním bytě v panelovém domě s centrálním vytápěním, bez měření spotřeby tepla v jednotlivých bytech, bez žaluzií, tedy pouze pro spínání osvětlení. V tomto případě si musíme uvědomit, že systémová instalace bude výrazně dražší ve srovnání s klasickou instalací (v klasice máme pouze elektromechanické spínače, zatímco v systémové instalaci musíme použít mnohem náročnější a tedy i dražší elektronické přístroje).

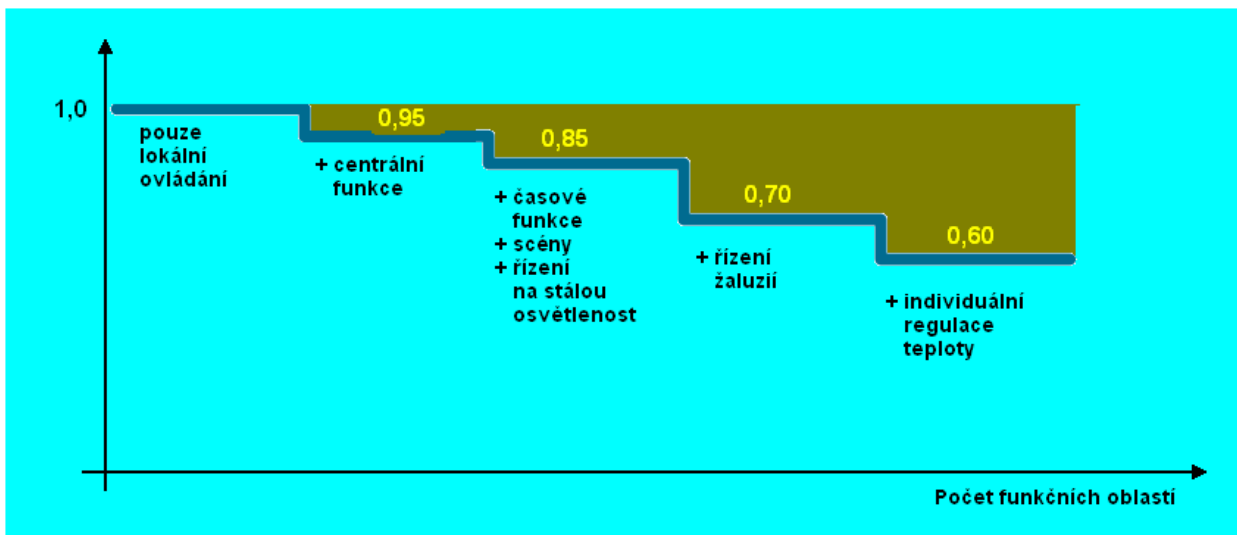
Představme si však objekt, v němž potřebujeme pouze část svítidel spínat, druhou část také stmívat, řídit teplotu v jednotlivých místnostech v závislosti na způsobu jejich využívání, ovládat vzduchotechnické vybavení, žaluzie a jiné stínící prostředky. Mnohé z funkcí budeme chtít uspořádat do jednoduše ovládaných a také snadno nastavitelných scén a časových programů. Kromě toho budeme chtít řídit celou instalaci v závislosti na různých stavech elektronického zabezpečení objektu. Můžeme si představit i vazby na různé další dílčí systémy, jako třeba na bazénovou technologii, zalévání zahrady apod. Čím vyšší počty dílčích systémů potřebujeme propojit, tím budou nižší celkové náklady na KNX instalaci při srovnání s obdobnou instalací vytvořenou s nespolupracujícími dílčími podsystemy. Takovéto porovnání si můžeme graficky znázornit podle obr. 1.



Obr. 1: Relativní náklady na systémovou instalaci ve srovnání s klasickými technologiemi

Z uvedeného grafu lze dojít k závěru: Čím vyšší počet funkčních oblastí ovládaných ve společné instalaci a čím vyšší nároky na provoz těchto funkcí budeme mít, tím relativně nižších nákladů na systémovou KNX instalaci dosáhneme. Musíme však vždy porovnávat srovnatelné instalace, se stejným nebo podobným rozsahem využití. A vůbec se nemusí jednat o rozsáhlé objekty s řízením všech myslitelných funkcí. I v malých instalacích lze dosáhnout přibližně stejných investičních nákladů na klasickou i na systémovou instalaci.

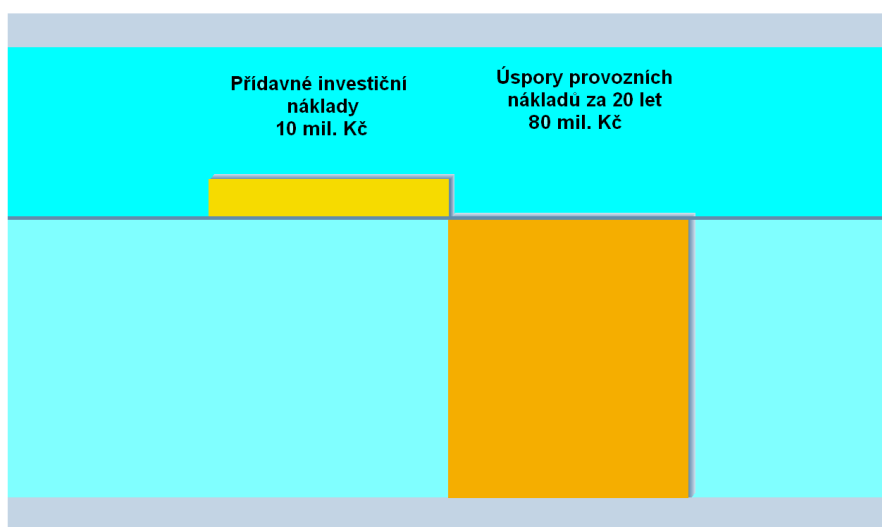
Představme si zasedací místnost se čtyřmi spínanými a stmívanými světelnými okruhy a se čtyřmi elektricky ovládanými žaluziemi. Je požadováno ruční i dálkové individuální ovládání všech těchto funkcí, možnost vytváření a spouštění scén a centrálních funkcí. V klasické i systémové instalaci tak je nutné využití vhodných elektronických přístrojů. Pro splnění požadované funkcionality budou v klasické instalaci využity přístroje zhruba za 35000 Kč, avšak v systémové instalaci vystačíme s přístroji za 31000 Kč. Jak je to možné? V klasické instalaci jsme dosáhli na vrchol jejich možností a za takovýto vysoký komfort je nutné zaplatit. Ale to jsme ještě neuvažovali se značně zjednodušenými silovými rozvody a následnou vysokou úsporou pracnosti při montáži systémové instalace. Naopak však musíme připočítat určitou částku za naprogramování a oživení systémové instalace. V souhrnu lze konstatovat, že obě porovnávaná řešení jsou cenově na prakticky srovnatelné úrovni. V klasické instalaci jsme se dostali na vrchol jejich možností, u systémové KNX instalace se jedná o zcela běžnou úroveň komfortu.



Obr. 2: Úspory provozních nákladů v závislosti na počtu funkčních oblastí zúčastněných v KNX instalaci

S rostoucím počtem funkčních oblastí řízených společnou KNX instalací snadno dosáhneme mnohdy velmi výrazného poklesu potřebných provozních nákladů. Ve srovnání s klasickou instalací, se stejnými funkčními oblastmi (avšak vzájemně nespolupracujícími) lze dosáhnout obrovských úspor energie. V klasické instalaci nejsme schopni zabránit zbytečné spotřebě energie, systémová instalace tomuto plýtvání energií dokáže předcházet. Takže v závislosti na počtech spolupracujících funkčních oblastí budou absolutně klesat provozní náklady, přibližně podle závislosti na obr. 2.

Odpůrci systémových instalací neustále argumentují vysokou cenou přístrojů pro tyto instalace, aniž by porovnali náklady na funkčně plně porovnatelné různé typy instalací. Přitom zpravidla nikdo nezpochybňuje přídavné úspory provozních nákladů. Pripusťme tedy, že tato instalace bude doopravdy dražší. Uvedme si hypotetický komerční objekt, s předpokládanými investičními náklady 300 mil. Kč. A pripusťme, že použití dokonalé systémové instalace v tomto objektu způsobí zvýšení investičních nákladů o 10 mil. Kč. Roční náklady na energie v tomto objektu budou činit kolem 40 mil. Kč, pokud nebude použita systémová instalace. Budeme velmi skromní a budeme počítat jen s 10% úsporou této části provozních nákladů (tedy 4 mil. Kč ročně). Uvažujeme-li minimální životnost systémové instalace 20 let, zvýšené náklady na investice se úsporou energie vrátí za tuto dobu osmkrát (obr. 3).



Obr. 3: Vysoká návratnost investic vložených do systémové KNX instalace

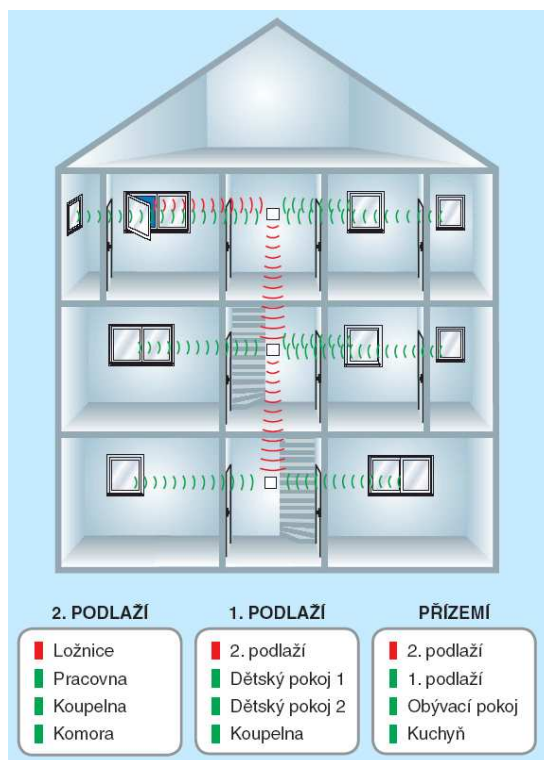
Takže v jakých objektech využijeme KNX systémovou instalaci? Z uvedených faktů vyplývá, že výhodnost této instalace není dána pouhou velikostí objektu. I malá instalace může být ekonomicky výhodnou. Rozhodujícími kritérii tedy budou jednak potřebná úroveň komfortu a za druhé úspory energie.

### Praktické příklady vazeb mezi funkcemi, jako zdrojů úspor energie

Okenní kontakt může i nemusí být součástí elektronického systému zabezpečení budovy, ale jeho použití lze doporučit ve všech případech, kdy jsou použita okna určená alespoň k občasnému otevírání, především

však v komerčních objektech. Z praxe jsou známé případy, kdy osazenstvo reguluje teplotu v místnostech zásadně otevíráním oken, takže dochází k neuvěřitelně vysokým tepelným ztrátám, které lze vyčíslit i mnoha desítkami procent z nákladů na vytápění. Takovémuto „hospodaření“ s energií jednoduše zabrání programová vazba zabezpečující zablokování topení po dobu větrání.

V budovách, ve kterých nejsou okna vybavena okenními kontakty, lze vazbu se stejnými účinky vytvořit bez nutnosti výměny oken (pokud jsou dostatečně zabezpečena proti únikům tepla) a bez jejich mechanických úprav i dodatečně. Přitom nemusíme ani dodatečně, problematicky ukládat elektrická vedení. K tomu můžeme využít bezdrátové snímače poloh okenních klik Wave line – viz obr. 4. Zdánlivě zavřené okno, pokud není zajištěné okenní klíčkou, bude systém vždy považovat za otevřené, což je výhodou oproti okenním kontaktům. Takto přivřené okno se totiž snadno může otevřít větrným porывem a v době nepřítomnosti pak v objektu mohou vzniknout i vysoké škody.



Obr. 4: RF systém Wave line pro kontrolu oken

Údaje o otevřených oknech (zjištěny okenními kontakty nebo snímači polohy okenních klik) lze samozřejmě využít také pro informaci v hotelích, nemocnicích a podobných objektech, takže bude umožněna potřebná reakce personálu anebo předem naprogramovaná další činnost systémové instalace.

Vysoké úspory přináší vazba mezi řízením vytápění a chlazení na jedné straně a venkovními lamelovými žaluziemi na straně druhé. Lamely žaluzií se na základě údajů povětrnostních snímačů natočí tak, aby sluneční teplo odrážely do vnitřního prostoru ve spolupráci s topením anebo do venkovního prostoru při spolupráci s chlazením. Tato vazba běžně přináší 14% úsporu energie potřebné pro vytápění (nebo pro chlazení) ve srovnání s jinak dokonalým autonomním, tedy nespolečným systémem.

Významné úspory energie a to především v komerčních objektech, přináší vazba řízení vytápění a osvětlení na přítomnost. Bude-li použito řízení na stálou osvětlenost ve vazbě na přítomnost, dojde nejméně ke 40% snížení spotřeby energie na osvětlování. Přitom se jedná o samočinný, tedy plně komfortní způsob ovládnutí spotřeby energie – ručně bude nastavována pouze požadovaná hladina osvětlení.

Uvažujeme-li za obecně platný průzkum využívání komerčních objektů uskutečněný před krátkou dobou v Norsku, pak bychom si měli uvědomit, že přibližně 40% používaných místností je během pracovní doby prázdných a tedy zbytečně vytápěných na komfortní teplotu (nastavenou podle časového programu). Vazba na přítomnost však dokáže výrazně snížit takovou zbytečnou spotřebu energie – v právě nevyužívaných místnostech bude vytápění přepnuto do úsporného režimu. Takto lze ušetřit kolem 8% energie na vytápění. Přitom uváděné úspory jsou úsporami přídavnými – ve srovnání s jinak dokonalým, ale s jinými funkčními oblastmi nespolečným lokálním řídicím systémem, specializovaným pouze na řízení vytápění nebo chlazení.

Venkovní stínicí systémy (především lamelové žaluzie) mohou sice velmi dobře spolupracovat při vytváření toho nejdokonalějšího pracovního klimatu, přesto u nich můžeme nalézt některé nedokonalosti. Především je to nutnost jejich ochrany před mechanickým poškozením při silném větru. Znamená to potřebu jejich

svinutí do zabezpečené polohy po celou dobu, po kterou fouká nadměrně silný vítr. Po celou takovou dobu je mimo provoz veškerá spolupráce žaluzií se systémy vytápění a chlazení. Zcela ideální podmínky pro takovou spolupráci jsou vytvořeny v objektech se zdvojenými fasádami. V prostoru mezi oběma fasádami jsou lamelové žaluzie, které není vůbec zapotřebí chránit před povětrnostními vlivy, které však v systémové KNX instalaci zajistí dokonalou spolupráci s dalšími funkčními oblastmi (teplo, osvětlení). Musíme si však uvědomit, že v prostoru mezi fasádami zůstává velké množství odraženého tepla, které můžeme opět využít např. v tepelných výměnících.

### **Vazby mezi funkcemi pro zvýšení komfortu**

Tyto různé vazby nemusí vždy znamenat úspory energie, mnohdy se jedná o zajištění vyššího komfortu, o mnohé nové funkce, v klasické instalaci obtížně uskutečnitelné nebo zcela nerealizovatelné. Mezi takovéto funkce lze zařadit také návaznosti na různé typy poplachů nebo chybových hlášení.

Zcela běžnými jsou vazby na elektronický zabezpečovací systém, který je často tvořen přístroji nezávislými na KNX instalaci. Bez jakéhokoli rizika je možné zajistit spolupráci přístrojů EZS a KNX pro zvýšení efektivity celé instalace a současně pro snížení celkových nákladů. Tak například pro doplnění informací o pohybech osob v objektu lze využívat snímače pohybu a přítomnosti i v době, kdy jejich činnost je zablokována vestavěným snímačem osvětlení (celková osvětlenost je natolik vysoká, že není zapotřebí uvádět do činnosti jimi řízené světelné okruhy). Přesto tyto přístroje podávají informace o pohybech osob. Anebo obráceně, snímače pohybu pro systém EZS mohou současně ovládat vybrané okruhy osvětlení.

Používanými jsou vazby na různé stavy zabezpečení. Při odchodu z objektu, kdy EZS dostává příkaz k zastřežení, lze vzájemnou vazbou vyvolat určitou centrální funkci, která uvádí objekt do požadovaného stavu (např. vypnout veškeré osvětlení, vytápění převést do útlumového režimu, vypnout vybrané spotřebiče apod.). V noční době dojde k narušení objektu (vnik osoby do střeženého prostoru). Nejen pult centrální ochrany, ale také systémová instalace o této události obdrží informaci. Venkovní osvětlení se zablokuje ve vypnuté poloze, vnitřní osvětlení v zapnuté poloze. Žaluzie budou zablokovány v plně otevřeném stavu. Přivolaná ostraha má poté možnost zcela pohodlně zkontrolovat zvenčí celý objekt a zjistit, zda skutečně došlo k narušení. Systémová instalace takto přichozímu strážci napomůže ke snadnější kontrole střeženého objektu.

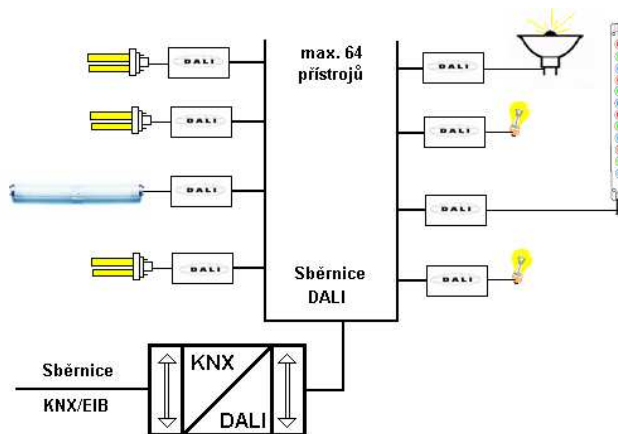
Podobných vazeb lze vytvářet libovolná množství, v závislosti na požadavcích uživatelů. Obrovskou výhodou přitom je snadnost dodatečných změn těchto vazeb – jedná se zpravidla pouze o softwarové úpravy.

V mnohých prostorách svazujeme činnost funkcí do scén pro určité konkrétní příležitosti. Například po stisku tlačítka pro scénu prezentace se v zasedací místnosti spustí žaluzie nebo rolety, osvětlení se upraví na požadovanou úroveň, spustí se promítací plátno, zapne se datový projektor. Pro různé příležitosti tak mohou být vytvářeny odpovídající scény – kombinace provozních stavů různých spotřebičů. Přitom v těchto scénách mohou být využity i různé časové posuny pro spouštění jednotlivých dílčích funkcí.

### **A co osvětlení?**

Řízení osvětlení v systémových instalacích je jednou ze součástí řízení. V rozsáhlých objektech (např. v objektu ČP Praha) je výhodné použití systému řízení DALI (digital addressable lighting interface) ve spojení s jednonásobnými rozhraními KNX -DALI – obr. 5. Jedno takovéto rozhraní umožní propojit až 64 individuálně adresovatelných DALI předřadníků s ovládacími prvky umístěnými na sběrnici KNX. DALI předřadníky mohou být spínacími nebo stmívacími pro různé typy zátěží a samozřejmě musí plně odpovídat požadavkům norem IEC 60929 (starší norma) a současně také novější IEC 62386. Jelikož se soulad s uvedenými normami neověřuje v nezávislých zkušebnách, někdy může nastat situace, že DALI předřadník některého (zpravidla podezřele levného) výrobce těmto normám vyhovuje pouze částečně. Proto je vždy potřebné prověřit u výrobce nebo dodavatele rozhraní KNX -DALI, zda doporučuje využití zamýšlených předřadníků.





Obr. 5: Řízení osvětlení na DALI sběrnici ze sběrnice KNX

Ať již využijeme možnosti řízení osvětlení prostřednictvím KNX –DALI rozhraní, či nikoliv, vždy máme možnost jednotlivá svítidla ovládat nezávisle na ostatních anebo jejich řízení svázat do různých scén a centrálních funkcí.

K ovládání osvětlení a dalších funkcí lze využít různých tlačítkových ovladačů, ale také vícefunkčních ovladačů, které mohou zajistit nejen spínání a stmívání jednotlivých svítidel, ale také skupinové ovládání, případně spouštění scén. Příkladem takového ovladače může být přístroj podle obr. 6, který může z jednoho místa řídit až 120 rozličných funkcí.



Obr. 6: Přístroj pro ovládání až 120 funkcí

#### Literatura:

1. Materiály z [www.knx.org](http://www.knx.org)
2. Studijní materiály asociace KNX
3. Firemní podklady ABB
4. Archiv autora



Rozsáhlý systém AISYS® s téměř 4 tisíci odběrných míst mnoha energetických médií provozuje v areálu bývalé Tesly energetická společnost ENERGOAQUA Rožnov.

- **Poruchová signalizace**

Zavedením poruchových stavů různých technologických zařízení do systému AISYS® lze vytvořit systém centralizované poruchové signalizace. Systém při vzniku poruchového stavu vysílá SMS s popisem poruchy na předvolená čísla pracovníků údržby. Ti jsou povinni přijatou zprávu v tříminutovém limitu potvrdit. V případě nepotvrzení je zpráva odeslána na mobilní číslo vyšší úrovně. Vše je archivováno.

Takto je poruchová signalizace vybudována jako součást síťového systému regulace na 200 objektech v řetězci hypermarketů TESCO. Celý systém běží v on-line režimu, dohled nad provozem drží centrální dispečink.

- **Řízení kompresorových stanic**

Řízení kaskádního provozu kompresorových stanic v návaznosti na potřebě regulovat odběr dle smlouveného diagramu. AISYS® podle potřeby dobrat nebo omezit odběr elektrické energie spouští nebo vypíná vybrané kompresorové jednotky. Přitom však hlídá tlak na takové úrovni, aby nebyla narušena výroba.

Kompresorové jednotky jsou logicky vybírá podle potřeby výkonu, jsou střídány z důvodu rovnoměrného opotřebení a zároveň jsou měřeny provozní hodiny. Systém generuje automatickou hlášku při potřebě servisu servisu.

Tato technologie je použita v mnoha průmyslových podnicích.

- **Řízení venkovního osvětlení**

Systém AISYS® automaticky řídí provoz venkovního osvětlení a v návaznosti na potřebě regulace odpíná okrajové větve osvětlení nebo dává povel regulátoru ke snížení výkonu. Provozováno v SIGMA Hranice, TESCO Havířov...

- **Řízení osvětlení hal**

Na základě měření intenzity denního světla v halách VISTEON Rychvald, řídí AISYS® provoz jednotlivých sekcí osvětlovací soustavy. V síti hypermarketů TESCO se AISYS® o tuto funkci v současné době rozšiřuje.

- **Řízení rekuperace plynů**

AISYS řídí rekuperaci vzduchu v hale galvanovny, měří parametry vzduchu na vstupu, výstupu a vyhodnocuje účinnost. Všechny údaje jsou automaticky archivovány. V provozu galvanovny VISTEON Nový Jičín.

**Nasazením systému AISYS® lze v rozmanitých oblastech průmyslu dosáhnout významných úspor.**

## **Stručný popis technického řešení systému AISYS® a jeho další možnosti**

---

- **Autonomní provoz** (všechny činnosti provádí procesní stanice nezávisle na připojení dohledového PC nebo sítě)
- **Velká škála výběru hardware pro danou aplikaci**
- **Procesní stanice**
  - je centrálou pro automatizovaný sběr dat a řízení procesů. Základem je průmyslový micro-PC Octagon.
- **Jednoduché rozšiřování počtu vstupních a výstupních signálů od jednotek až po řádově stovky**
- **Možné rozšiřování počtu a typu komunikačních kanálů (RS-232, RS-485, M-Bus, LAN, modem, GPRS, ...)**
- **Díky SW možnostem micro-PC lze naprogramovat „cokoli“ – záleží pouze na zadání**
- **Do systému AISYS® lze připojit libovolné komunikační zařízení se známým protokolem**

- **Systém AISYS<sup>®</sup> umožňuje implementaci stávajících autonomních systémů (EPS, EZS, VZT, ...)**
- **Vizualizace a archivace dat v systému AISYS<sup>®</sup>**
  - Všechny měřené a regulované hodnoty jsou archivovány po neomezenou dobu a zpracovávány dle požadavků uživatele – výstupem může být například i rozúčtování a bilance všech médií po jednotlivých pracovištích.
  - Systém AISYS<sup>®</sup> nabízí počítačovou vizualizaci a archivaci na vysoké profesionální úrovni a jako nadstavbu vyšší počítačové vyhodnocování dat dle požadavku uživatele (spotřeby, statistické přehledy, prognózy, grafy, energetická náročnost na jednotku výroby, bilance, fakturace).
  - Pro následné zpracování je možno také využít export dat pro jiné evidenční a ekonomické systémy (standardně Excel ale taky DAP apod.).

# Logistika a Světlo – PICK TO LIGHT

Ing. Květoslav Kutal

VŠB - TU Ostrava, 17. listopadu 15, 708 33 Ostrava - Poruba, CZ, <http://www.vsb.cz>

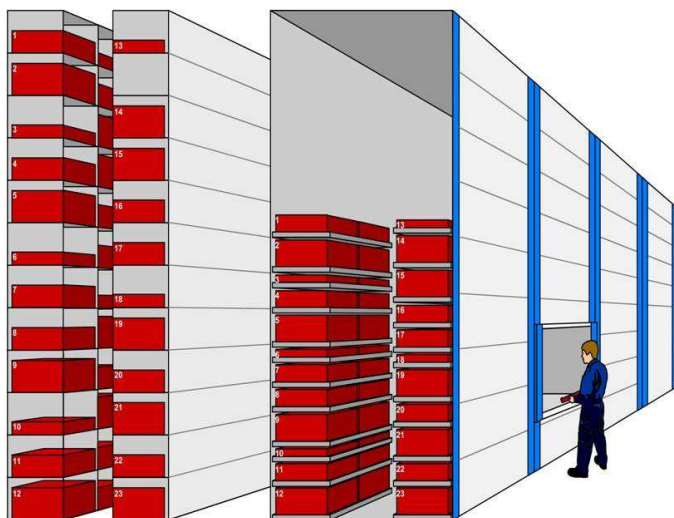
[kutal@email.cz](mailto:kutal@email.cz), [karel.sokansky@vsb.cz](mailto:karel.sokansky@vsb.cz)

## Úvod

V průmyslu se často setkáváme s mnohadrhovou rozmanitostí vyráběných produktů v návaznosti na jejich dopravní komplikovanost danou samotnou povahou produktu. Z tohoto důvodu je nutné již při samotném navrhování dispozičního uspořádání objektů na pracovišti brát v potaz tuto skutečnost a navrhnout vhodné, často i finančně náročné zařízení sloužící k bezproblémovému skladování mnoha druhů citlivých výrobků s manuálním vyskladněním. Jedná se o logistický oříšek v návaznosti na nutnost výskytu lidského činitele v celém procesu.

Vyřešení samotného procesu mnohadrhového skladování v praxi znamená zvýšení produktivity v podniku a výrazného snížení nákladů-*logistický cíl podniku*. Je třeba si uvědomit, že samotný proces skladování v klasických skladovacích systémech nepřidává užitnou hodnotu výrobku a kromě toho tyto výrobky zaujímají velkou plochu potřebnou ke krytému, leckdy teplotně regulovanému skladu. Proto je velmi úsporné tyto skladové plochy minimalizovat a využít je pro výrobu, která je nositelem zisku firmy.

Nutnost použití vhodného systému zatřídění výrobků pro opětovné a okamžité použití je důležité pro zajištění kontinuity výrobního procesu. V minulosti tyto systémy byly často nahrazovány složitými regálovými systémy, automatickými zakládači apod. V dnešní době se věnuje ovšem zvýšená pozornost mnohem sofistikovanějším skladovacím systémům, které jsou založeny na principu maximálního využití prostoru a mají mnohé přednosti [1].



*Obr. č. 1. Systém skladování mnohadrhového produktu s manuálním vyskladněním se zvýšením kapacity skladování. Zvýšení kapacity skladování o 40-50% oproti běžným regálovým oběhovým systémům.*

K nejvýraznějším přednostem těchto dynamických systémů patří zvýšení produktivity optimalizací kontinuálního materiálového toku v rámci minimalizace lidského faktoru a snížení celkových nákladů snížením nutného obestavěného prostoru nutného na obsluhu [obr. č. 1]. Nemalou výhodou je také snížení poškození manipulovaného produktu.

## **Řešení dynamických systémů technologií Kardex**

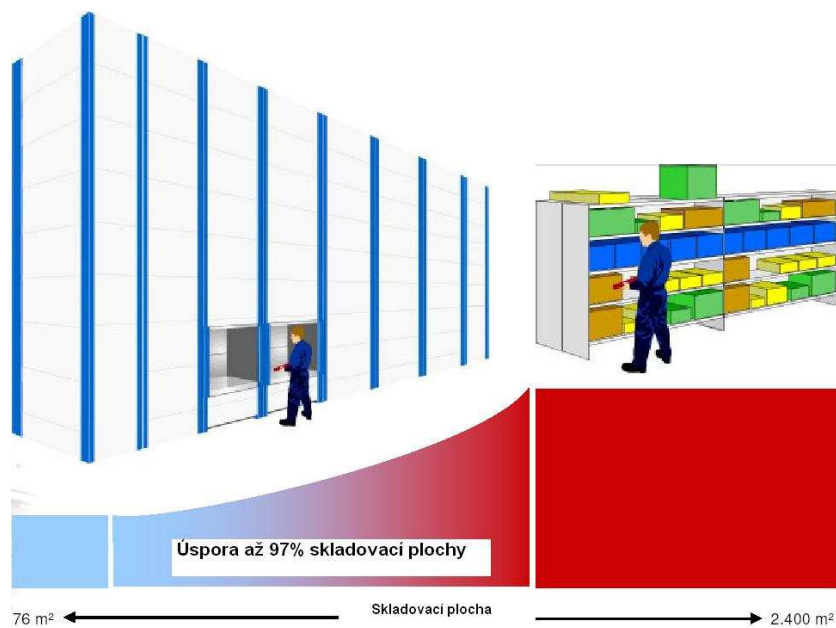
Skladování v těchto systémech je realizováno pomocí extraktoru (výtahový systém) a měřením výšky zaskladňovaného zboží, která může být proměnná. Systém pak automaticky volí nejvhodnější místo uskladnění, což kapacitně zvyšuje hmoždrhové skladování. Plynulý tok požadovaného materiálu při vyskladnění se může realizovat nejen horizontálně a vertikálně, ale také diagonálně nejkratší cestou k místě odběru. Je tedy dosaženo řešení základního logistického problému optimálního toku požadovaného materiálu realizovaného v sofistikovaném informačně vybaveném systému v nekratším čase (vzdálenosti) s optimálními (minimálními) náklady, přičemž je zachována kvalita produktu.



*Obr. č. 2. Několikaúrovňový skladovací systém s max. výškou 30 m a max. šířkou 3,58 m vybavený nadúrovňovým řídicím SW systémem*

Skladování a následná manipulace materiálů s širokou distribucí se děje v systémech s max. výškou 30 m a max. šířkou 3,58 m pro jedno zařízení [obr. č. 2]. Nutno dodat, že tyto systémy fungují zcela spolehlivě a je možné je nainstalovat různým způsobem do dnes již existujících skladovacích ploch. Vhodným sestavením jednotek je možné získat identifikovaný a sledovaný skladový systém doplněný vhodným softwarovým vybavením.

Je dokázáno, že nejnovější provázané systémy dokáží uspořít až 97% plochy oproti běžnému policovému regálovému skladování [obr. č. 3].



*Obr. č. 3. Skladovací systémy s úsporou skladovací plochy až 97%. Sdružováním systémů je možné snížit požadavky na manuální manipulaci.*

Lidský činitel je minimalizován v maximální možné míře v procesu manipulace a může obsluhovat více skladovacích systémů, tím se také zvýší produktivita práce a snížení protivních nákladů. Personál je vystaven nižším účinkům hluku v rámci originálního řešení otevírání při manipulaci doprovázené zkrácením čekacích lhůt při možní několikaúrovňové manipulaci.

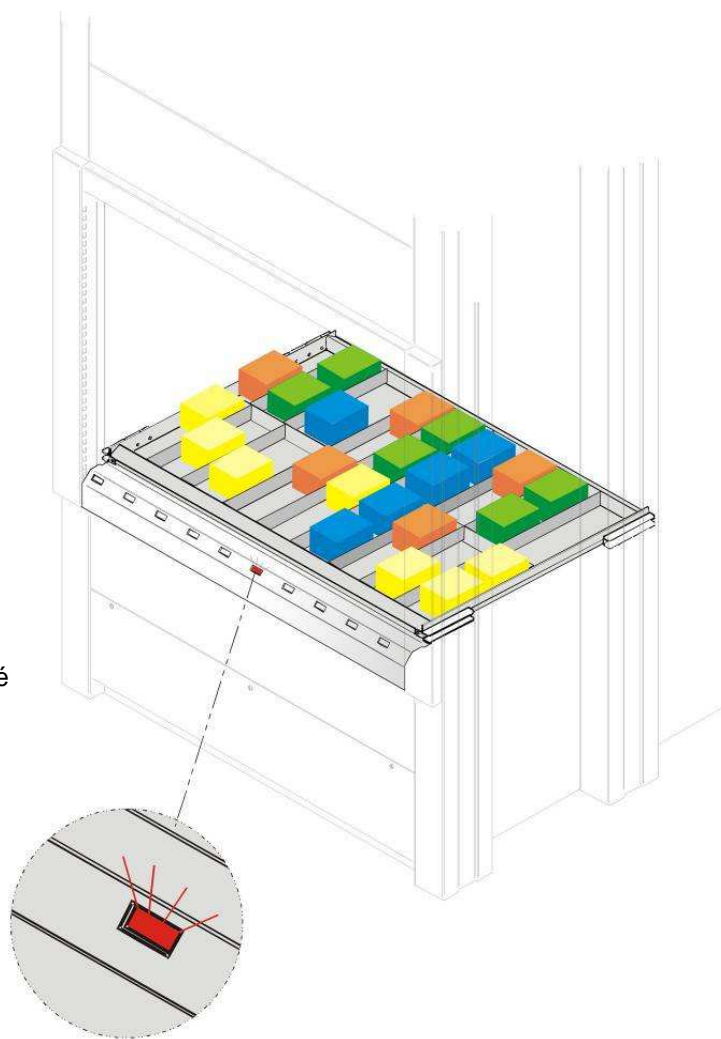


## Poziční indikátor - LED lamps

Ukazatel polohy vertikálního výtahového systému KARDEX je důležité zařízení, které identifikuje pozici materiálu na patře ve výběrním otvoru. Tento systém je na přání integrován do prostoru výdejního okna a počet použitých LED světel (numerických čísel) je závislý na rozdělení skladovacích míst na patře.

Princip funkce je takový, že pokud je ve výdejním okně patro s požadovaným druhem materiálu, pak se na základě řízení z PC, kde jsou přesné informace o uloženém materiálu, rozsvítí pozice (případně i hloubka) materiálu, který je nutné na danou zakázku vyskladnit.

Ukazatel polohy podporuje obsluhující personál s důrazem na identifikaci umístění pro ukládání (výběr) na patře, omezuje chyby a dlouhé, časově náročné vyhledávání na požadované předměty.



## Pick to Light

- Podpora ve výběru (vlození) artiklů rozsvícením místa uloženého materiálu k visuálnímu vedení obsluhy.





Co je podstata:

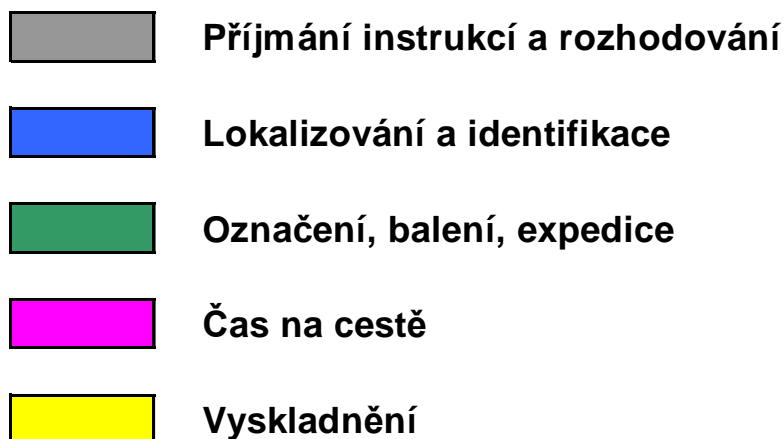
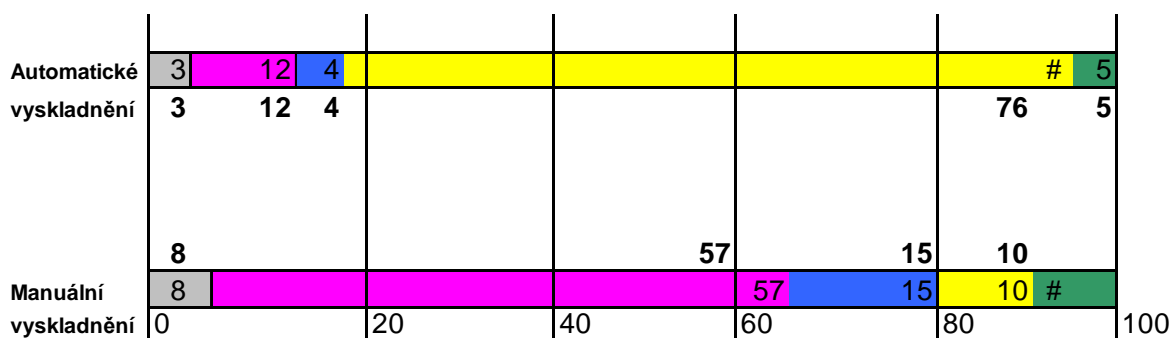
- Zaslání informace o vložení (nebo výběru) do pozice, kde se dané zboží nachází (vedení obsluhy) a potvrzení provedení úkolu obsluhy pomocí potvrzovacího světla (tlačítka)

Proč se tento systém aplikuje:

- Zlepšuje přesnost vychystávacího procesu
- Zvyšuje rychlost vyřízení objednávek
- Uspadňuje kombinované plnění
- Ideální pro distribuci
- Pracuje s informacemi v reálném čase, dokonce je ho možné použít i u statických skladovacích zařízeních

## Typická časová studie

Manuální Vs. Automatické vyskladnění -- % z času celkové práce



- [1] Kardex Shuttle<sup>®</sup> XP Crane  
 [2] Kardex Shuttle<sup>®</sup> XPlus  
 [3] Kardex C3000 Unit control

# Servírka, číšník, barman, kuchař ve světle NV 361/2007

Ing. Lepší Jana

ZÚ se sídlem v Plzni, Oddělení faktorů prostředí, [www.zuplzen.cz](http://www.zuplzen.cz), [jana.lepsi@zuplzen.cz](mailto:jana.lepsi@zuplzen.cz)

## Úvod

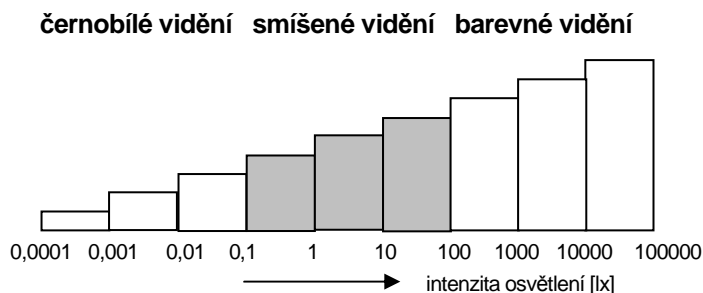
Světlo je jedním z neefektivnějších nástrojů vytváření správné nálady v prostorách určených pro různé odpočinkové činnosti. Každý majitel se snaží přilákat hosty do své restaurace či k posezení u baru. Zákazník si hned při vstupu do zařízení zhodnotí prostor a rozhodne se, zda zůstane či půjde jinam. Osvětlení by mělo pomáhat vytvářet požadovaný image prostoru. Světlem lze dotvořit například vzhled historických členění, kleneb. Větší pozornosti zákazníka je možné dosáhnout intenzivnějším osvětlením konkrétních míst - recepcí, výčepů...

V hotelových restauracích je důležitá regulace intenzity osvětlení. Tak je možné měnit intenzitu osvětlení dle denního nebo nočního provozu. Je to řešení i v případě, že se všechna jídla od snídaně po večeři podávají ve stejné restauraci. Změnou osvětlení lze měnit celou atmosféru prostoru.

Každá restaurace by měla mít dobře čitelný jídelní lístek. Se čtením jídelního lístku mají často problém i lidé s dobrým zrakem či s běžnou brýlovou korekcí. Jídelní lístek je často tištěn malým písmem, nevhodným fontem tisku a nevhodným kontrastem mezi písmeny a pozadím. Důležitá pro čtení je ale také intenzita osvětlení.

Někteří slabozrací jsou světlopláší, takže jim vyhovuje, když je v restauraci větší šero. To ale není většina populace. Majitel restaurace má zájem o to, aby host se dobře cítil a podle toho také konzumoval. Jídlo by mělo vzbuzovat chuť. Proto osvětlení nesmí zkraslovat barvy podávaných jídel ani nápojů. V prostoru mají spíše být teplé barvy - zvyšují konzumaci. Kavárny se doporučují - s méně nápadnými barvami, protože si sem lidé chodí odpočinout. Při jaké intenzitě osvětlení začne oko rozlišovat barvy?

## Rozsah vnímání intenzit osvětlení



Většina lidí rozliší základní barevnost povrchů při osvětlenosti nad 10 lx. Od toho je odvozeno minimum doporučené stupnice intenzity osvětlení podle Mezinárodní komise pro osvětlování CIE. Měřená vertikální osvětlenost bývá asi poloviční hodnoty horizontální. Při orientaci v prostoru je důležitější rozlišení svislých ploch, je za základní bezpečnou hodnotu pro umělé osvětlení stanoveno horizontální osvětlenost 20 lx. Barevné vnímání stovek odstínů začíná při hodnotách stovek luxů.

Podle vlastností průměrného zdravého oka člověka okolo 40 let jsou zpracovány údaje a doporučení norem. Je všeobecně známo, že s přibývajícím věkem člověku „slábne“ zrak. U starších osob je vidění méně ostré, barvy se zdají méně výrazné a modré tóny se jeví tmavší. Značně se také zpomaluje adaptace, především ze světla na tmou. Při přechodu z osvětleného do neosvětleného prostředí může nastat situace, kdy starší osoba po určité době neuvidí vůbec.

## Doporučené rozsahy osvětlenosti podle Mezinárodní komise pro osvětlování CIE

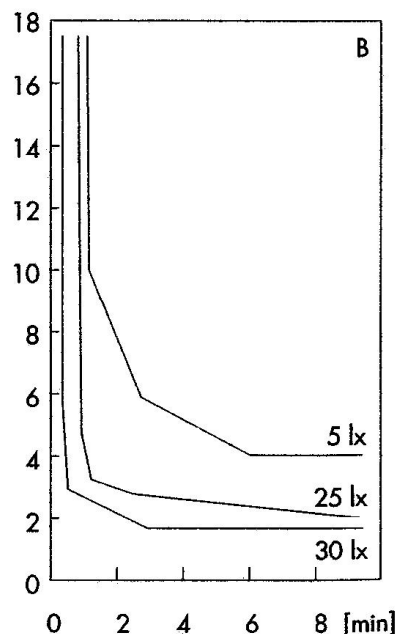
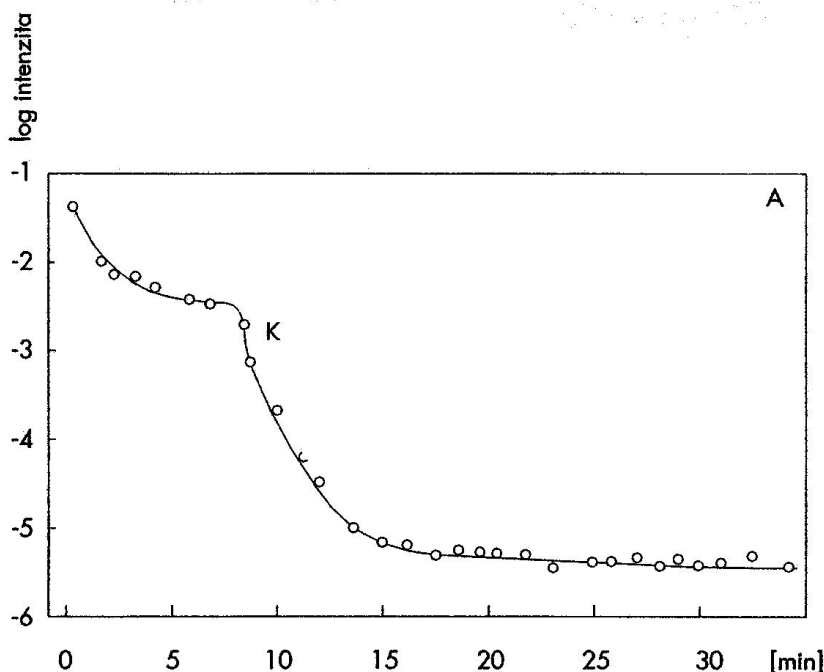
Osvětlenost [lx]	prostor, místo, druh činnosti
20 - 30 - 50	základní jednoduchá zraková orientace v prostředí
50 - 75 - 100	jednoduchá orientace, kratší doba jednoduché činnosti
100 - 150 - 200	prostory které nejsou dlouhodobě využívány pro pracovní účely, prostory obytné a společenské
200 - 300 - 500	zraková místa pro jednodušší, běžné pracovní úkoly (kanceláře školy)
500 - 750 - 1000	zraková místa pro vizuálně náročnější déletrvající pracovní úkony
750 - 1 000 - 1 500	zrakově obtížné pracovní úkoly, velké nároky na přesnost
1 000 - 1 500 - 2 000	zvláště náročné zrakové úkoly
více než 2 000	velmi náročné zrakové úkoly

20 až 200 lx je doporučeno jako rozmezí pro **celkové osvětlení společenských** a obytných **prostorů**.  
200 až 2 000 lx je reálné rozmezí **pro pracovní prostory**, pro dlouhodobou zrakovou činnost.

Kdo má při osvětlování společenských prostorů přednost zákazník nebo obsluha? Společenské prostory jsou pro zákazníka. Přesto obsluha v nich tráví podstatně více času. Je velmi důležité vytvořit kvalitní pracovní prostředí pro zaměstnance. Zaměstnanci tráví v těchto prostorách většinou více než 4 hodiny denně. Jedná se tedy z hlediska legislativy o trvalý pobyt.

V kuchyni se vykonává řada zrakově náročných prací, kontrola, úprava potravin, příprava pokrmů. Zde většina chápe nutnost intenzivního svícení. Jinak je tomu u servírek, číšníků barmanů a hostinských. Ti se převážně pohybují v prostorách s nízkou osvětleností. Z hlediska zraku je však nejhorší častý přechod z intenzivně nasvětlené kuchyně přes chodbu do temného prostoru se stoly. Nerovnoměrnost osvětlení je značná.

Je známo, že při přechodu ze světla do tmy lze rozeznávat jednotlivé předměty s dostatečnou citlivostí až po určité době (asi 20 min). Za tuto dobu se oko adaptuje na tmu. Při přechodu ze tmy do světla potřebuje oko rovněž určitou dobu na adaptaci, tato doba je však podstatně kratší. Obsluha však ani takto dlouhou dobu při přechodu s jídlem z kuchyně k zákazníkovi nemá. Zrak je častou adaptací velmi namáhán a to vede k jeho únavě. Schopnost oka adaptovat se na tmu znázorňuje obrázek A a adaptace na světlo obrázek B.



Typický průběh křivky (A) adaptace na tmu (K-Kohlrauschův ohyb) a (B) adaptace na světlo

Obsluha je však zatěžována nejen adaptací zraku, ale také kouřem, hlukem návštěvníků a větrání. Ve většině případů však je u nich i fyzická zátěž - jsou neustále „na nohou“, nosí těžké pultlity a obložené talíře.

**Co říká na intenzitu osvětlení v těchto prostorech pohled do historie?**

### ČSN 36 0081 Osvětlování kulturních domů umělým světlem (1966)

kavárna, restaurace - 160 lx, min. 60 lx, žárovky, zářivky s teplým světlem, rovnoměrnost 0,33

bufet - 160 lx, min. 60 lx, žárovky, zářivky s teplým světlem, rovnoměrnost 0,25

kuchyně - 250 lx, min. 100 lx, žárovky, zářivky bílé, rovnoměrnost 0,33

spíže - 100 lx, min. 60 lx, žárovky, zářivky bílé, rovnoměrnost 0,25

### Zajímavý je požadavek z Příručky osvětlovací techniky z roku 1969 - autor Šula

Intenzita osvětlení má být tím menší a barva tím teplejší, čím déle má trvat návštěva hosta.

kantýna - prům. doba 20 minut - osvětlenost 200 lx

hostinec - prům. doba 60 minut - osvětlenost 70 lx

vinárna, kavárna - prům. doba 180 minut - osvětlenost 20 lx

výdejní pult - až dvojnásobná intenzita osvětlení než je v místnosti

restaurace a jídelny - celkové osvětlení převážně přímé doplněné nástěnnými svítidly o průměrné intenzitě osvětlení 75 až 150 lx

lokály s večerním posezením hostů - celkové převážně nepřímé osvětlení nemá být větší než 20 až 40 lx

### ČSN 36 0450 umělé osvětlení vnitřních prostorů z roku 1986

Osvětlenosti v luxech pro kategorii osvětlení D - sice již neplatné, ale motivující.

kategorie osvětlení	D1			D2			D3		
druh místnosti	odpočinkové, společenské, kulturní, obytné a bytové, shromažďovací								
charakteristika činností	převážně aktivní činnosti, stimulační prostředí			běžné zábavné a oddechové činnosti			převážně pasivní činnosti, intimní prostředí		
požadavky na osvětlení	velké	střední	malé	velké	střední	malé	velké	střední	malé
osvětlenost v luxech	500	300	200	150	100	75	50	30	20
charakteristika osvětlení	doporučené osvětlení: kombinované, odstupňované, celkové, místní								

### Prof. Hábel (1992):

Prostory sloužící k odpočinku je třeba po světelné a barevné stránce řešit s nižšími hladinami osvětlenosti a s menšími kontrasty barev, což působí tlumícíma uklidňujícím dojmem. Naproti tomu v prostorech, v nichž se požaduje produktivní činnost, je třeba vytvořit osvětlení podporující aktivní práci, tj. zajistit dostatečně vysoké hladiny jasů a osvětlenosti s potřebnou barevnou pestrostí a vhodným kontrastem ve světlech a stínech.

Jak zaručit požadovanou hladinu osvětlenosti 200 lx pro obsluhující personál v kavárně, která má jinak intimní osvětlení zajišťující pouze hladinu 75 lx. Zde je řešení velice jednoduché: jako prostor s trvalým pobytem číšníka bude označována místnost pro přípravu jídel a nápojů popř. barový pult, kde by měla být dosažena hladina osvětlenosti 300 lx.

## Srovnání

rok	osvětlenost v luxech			
	1966 -7	1969	1986	2004
kuchyně	250 ≥100			500
kavárna	160 ≥ 60	20	20-50	
vinárna		20	20-50	
hostinec,	160 ≥ 60	70	aktivní 200 - 500	- odpovídající atmosféra
restaurace, jídelna		75 až 160	oddechové 75 - 150 intimní 20 - 50	
spíže	100			
výdejní pult		2× osvětlenost prostoru		
pokladna				300
bufet	160 ≥ 60	200		300
samoobslužná restaurace				200
recepce				300
kancelář	300		300	500

### Požadavky na osvětlení podle platné legislativy

#### Nařízení Evropského parlamentu a rady (ES) č. 852/2004 o hygieně potravin

kapitola I

Obecné požadavky na potravinářské provozy

**7. Potravinářské provozy musí mít náležité přirozené a/nebo umělé osvětlení**

Vyhláška Mzd. ČR č. 137/2004 o hygienických požadavcích na stravovací služby a o zásadách osobní a provozní hygieny při činnostech epidemiologicky závažných  
novelizace 602/2006 - požadavky na světlo vypuštěny

#### Nařízení vlády 361/2007 Sb. částka 111

Hlava II Bližší hygienické požadavky na osvětlení pracoviště

##### § 45 Osvětlení pracoviště

1...Osvětlení pracoviště a spojovacích cest mezi jednotlivými pracovišti denním, umělým nebo sdruženým osvětlením musí odpovídat náročnosti vykonávané práce na zrakovou činnost a ochranu zdraví **v souladu s normovými hodnotami a požadavky**. Normovou hodnotou se rozumí konkrétní hodnota denního, umělého nebo sdruženého osvětlení obsažená v příslušné české technické normě upravující hodnoty denního, sdruženého a umělého osvětlení. Normovým požadavkem se rozumí technický **požadavek obsažený v příslušné české technické normě** (ČSN 73 0580 Denní osvětlení budov, ČSN 36 0020 Sdružené osvětlení a ČSN EN 12464-1 Světlo a osvětlení - osvětlení pracovních prostorů-Část 1: Vnitřní pracovní prostory, ČSN EN 12464-2 Světlo a osvětlení - osvětlení pracovních prostorů-Část 2: Venkovní pracovní prostory). Osvětlení nesmí být příčinou oslňování.

2. Pracoviště, které je osvětlováno denním osvětlením, pokud na něm může docházet ke zvýšené tepelné zátěži nebo oslňování, musí mít osvětlovací otvory vybaveny clonicími zařízeními umožňujícími regulaci přímého slunečního záření. U bočního osvětlovacího otvoru na pracovišti umožňujícího pohled ven nesmí jejich výplně tomu bránit.

3. Na pracovišti, na němž je vykonávána **trvalá práce**, osvětlovaném **denním osvětlením**, musí být dodrženy tyto hodnoty:

- a) denní osvětlení vyjádřené činitelem denní osvětlenosti  $D$ , minimální  $D_{\min} = 1,5 \%$ , při horním nebo kombinovaném denním osvětlení i průměrný  $D_m = 3 \%$ ,  
b) celkové umělé osvětlení vyjádřené udržovanou osvětleností  $E_m = 200 \text{ lx}$ .

4. Na pracovišti, na němž je vykonávána **trvalá práce**, osvětlovaném **sduženým osvětlením** musí být dodrženy tyto hodnoty:

- a) denní složka sduženého osvětlení vyjádřená činitelem denní osvětlenosti  $D$ , minimální  $D_{\min} 0,5 \%$  a při horním a kombinovaném denním osvětlení i průměrný  $D_m = 1 \%$ ,  
b) celkové umělé osvětlení vyjádřené udržovanou osvětleností  $E_m = 200 \text{ lx}$ .

5. Hodnoty celkového umělého osvětlení podle odstavců 3 a 4 se použijí za předpokladu, že příslušná česká technická norma nestanoví s ohledem na zrakovou náročnost jinou hodnotu.

6. Pracoviště, na němž je vykonávána **trvalá práce** a na kterém **nemohou být splněny hodnoty pro denní ani pro sdužené osvětlení** podle odstavců 3 a 4, se může zřizovat a provozovat jen v případě, že jde o pracoviště

- a) **pouze s nočním provozem**,  
b) které musí být z technologických důvodů umístěno **pod úroveň terénu**,  
c) jehož účel nebo **konstrukční požadavky neumožňují** zříditi dostačující počet nebo dostatečnou velikost osvětlovacích otvorů,

7. Na pracovištích uvedených **v odstavci 6** se osvětlovací soustavy zřizují tak, aby **celkové umělé osvětlení**, vyjádřené intenzitou osvětlení  $E_m$ , které je jediným zdrojem osvětlení pracoviště, bylo podle zrakové náročnosti **navýšeno o jeden stupeň řady** uvedené v příslušné české technické normě k osvětlování vnitřních pracovních prostorů (ČSN EN 12464-1).

(8) V místnosti pro odpočinek podle § 55 odst. 3 denní osvětlení vyjádřené minimálním činitelem denní osvětlenosti musí být  $D_{\min} = 1,0 \%$ .

(9) Osvětlovací otvory, osvětlovací soustavy zajišťující umělé osvětlení a části vnitřních prostor pracoviště odrážející světlo musí být čištěny ve lhůtách odpovídajících nejméně normovým požadavkům a činiteli znečištění svítidel upravených v příslušné české technické normě pro denní a umělé osvětlení<sup>18)</sup> a trvale udržovány v takovém stavu, aby vlastnosti osvětlení byly zachovány. Osvětlovací otvory včetně ochranných prvků musí umožňovat jejich bezpečné používání, údržbu a čištění a nesmí ohrožovat další osoby zdržující se v objektu nebo v jeho okolí během údržby a čištění. Zaměstnanci musí být umožněno manipulovat s okny nebo světlíky, pokud jsou otevíratelné, otevírat, zavírat, nastavovat nebo zajišťovat z podlahy bezpečným způsobem; jsou-li otevřeny, musí být zajištěny v takové poloze, aby se předešlo riziku úrazu.

(10) Pracoviště včetně spojovacích cest, na kterých je zaměstnanec při výpadku umělého osvětlení vystaven ve zvýšené míře možnosti úrazu nebo jiného poškození zdraví, musí být vybaveno vyhovujícím nouzovým osvětlením podle příslušné české technické normy upravující nouzové osvětlení (ČSN EN 1838).

## **ČSN EN 12464-1 Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory**

### **Hlavní parametry**

#### **Rozložení jasu L (kap. 4.2)**

Rozložení jasů v zorném poli určuje úroveň adaptace zraku, která ovlivňuje viditelnost úkolu.

Velmi dobře vyvážený adaptační jas je potřebný ke zvětšení:

zrakové ostrosti (ostrosti vidění)

kontrastní citlivosti (rozlišení malých poměrných rozdílů jasu)

účinnosti zrakových funkcí

Rozložení jasu v zorném poli ovlivňuje také zrakovou pohodu. Z tohoto důvodu je nutné vyloučit:

příliš velké jasy, jež mohou zvětšit oslnění,

příliš velké kontrasty jasů, jež mohou způsobit únavu v důsledku trvalé readaptace zraku,

příliš malé jasy a kontrasty jasů, jež vedou k monotónnímu nestimulujícímu pracovnímu prostředí

Účelný rozsah činitelů odrazu hlavních povrchů místnosti:

povrch	odraznost
strop	0,6 až 0,9
stěny	0,3 až 0,8
pracovní roviny	0,2 až 0,6
podlaha	0,1 až 0,5

Národní příloha NA (Změna Z1) - informativní

Doporučený **optimální poměr jasu** místa zrakového úkolu k jasu bezprostředního okolí úkolu a k jasu pozadí (prostoru) je poměr **10 : 4 : 3**.

## 2. a) Osvětlenost - Ěm (kap. 4.3, 4.3.1)

Udržovaná osvětlenost Ěm (kap. 3.4) je hodnota průměrné osvětlenosti na daném povrchu, pod kterou nesmí osvětlenost poklesnout (kdy již má být provedena údržba).

Hodnoty uvedené (v kap. 5) jsou udržované osvětlenosti v místech zrakového úkolu na srovnávací rovině, jež může být vodorovná (horizontální), svislá (vertikální) nebo nakloněná.

Dle tabulek ČSN EN 12464-1 je v místě zrakového úkolu doporučena průměrná osvětlenost:

### **tab. 5.5 Veřejné prostory, 5.2 Restaurace a hotely**

**recepce, pokladna, vrátnice - 300 lx** (referenční číslo 5.2.1)

**kuchyně - 500 lx** (referenční číslo 5.2.2) **mezi kuchyní a restaurací musí být přechodová zóna**

**restaurace, jídelna provozní místnost** (referenční číslo 5.2.3) - osvětlení musí vytvářet odpovídající atmosféru

**samoobslužná restaurace - 200 lx** (referenční číslo 5.2.4)

**bufet - 300 lx** (referenční číslo 5.2.5)

### **tab. 5.2 Průmyslové činnosti a prostory - informativní**

výroba lahůdek, práce v kuchyni - 500 lx (referenční číslo 2.7.5)

třídění a mytí výrobků, mletí, míchání, balení - 300 lx (referenční číslo 2.7.2)

krajání a třídění ovoce a zeleniny - 300 lx (referenční číslo 2.7.4)

Průměrná osvětlenost v každém místě zrakového úkolu (na pracovním místě) se nesmí zmenšit pod tuto hodnotu bez ohledu na stáří a stav osvětlovací soustavy. Udržované osvětlenosti zajišťují potřebnou zrakovou pohodu a zrakový výkon. Tyto hodnoty platí pro normální zrak. Hodnota osvětlenosti může být upřesněna (zvýšena) nejméně o jeden stupeň řady osvětleností, liší-li se zrakové podmínky od normálních předpokladů (vyhovujícího denního osvětlení).

Národní příloha NA (Změna 1) - informativní

pozn.: Vyhovující denní osvětlení v prostorech s trvalým pobytem osob je doporučeno požadovat za nutný předpoklad dobrých zrakových podmínek.

**V prostorách s trvalým pobytem osob** (dle NV 361 trvalá práce - práce na pracovištích delší než 4 hod. za směnu) **nesmí být udržovaná osvětlenost menší než 200 lx (za normálních zrakových podmínek).**

Udržované osvětlenosti zajišťují potřebnou zrakovou pohodu a zrakový výkon.

## **b) Osvětlenost bezprostředního okolí zrakového úkolu - Ěm (ČSN EN 12464-1 kap. 4.3.2)**

Osvětlenost bezprostředního okolí úkolu musí souviset s osvětlením místa zrakového úkolu a má poskytovat vyvážené rozložení jasů v zorném poli.

Velké prostorové změny osvětleností v okolí úkolu mohou způsobit namáhání zraku a zrakovou nepohodu.

Osvětlenost bezprostředního okolí zrakového úkolu může být menší než osvětlenost úkolu, avšak nesmí být menší než hodnoty uvedené v **tabulce 1**.



Osvětlenost úkolu [lx]	Osvětlenost bezprostředního okolí úkolu [lx]
≥ 750	500
500	300
300	200
≤ 200	$E_{\text{úkolů}}$
<b>rovnoměrnost osvětlení:</b> ≥ 0,7	<b>rovnoměrnost osvětlení:</b> ≥ 0,5

#### c) Rovnoměrnost osvětlení - r (kap. 4.3.3)

Rovnoměrnost osvětlení r je poměr minimální a průměrné osvětlenosti na daném povrchu.

Osvětlení místa zrakového úkolu musí být co nejrovnoměrnější. Rovnoměrnost osvětlení místa úkolu a bezprostředního okolí úkolu nesmí být menší než hodnoty uvedené v tabulce 1.

#### Národní příloha NA (Změna 1) - informativní

Doporučuje se však dodržet minimální hodnota **rovnoměrnosti osvětlení prostoru 0,3**. Splnění tohoto požadavku pomůže zamezit vytvoření velkých kontrastů jasů v prostoru.

Ve vnitřních pracovních prostorech může být oslnění způsobeno přímo svítidly a okny s velkým jasem. Tomu lze zabránit například vhodným cloněním světelných zdrojů nebo zastíněním oken žaluziemi.

Dle ČSN EN 12464-1 je pro činnosti stanovena **mezí hodnota omezení oslnění UGRL 22**

#### 4. Podání tvaru (kap. 4.5.1)

Osvětlení nesmí být příliš směrové, nesmí vytvářet ostré stíny ani se nesmí podání tvaru zcela ztratit.

#### 5. Hlediska barev

a) Barevný tón světla (kap. 4.6.1)

tabulka 3

Barevný tón světla	Náhradní teplota chromatičnosti $T_{cp}$ [K]
teple bílý	do 3 300
<b>neutrálně bílý</b>	<b>3 300 až 5 300</b>
chladně bílý	nad 5 300

#### b) Podání barev (kap. 4.6.2)

Je důležité, aby barvy předmětů a lidské pokožky v prostředí byly podány přirozeně.

Index barevného podání Ra

Minimální hodnoty všeobecného indexu podání barev jsou uvedeny v tab. ČSN EN 12464-1:

$Ra \geq 80$

Světelné zdroje s indexem podání barev menším než 80 nesmí být použity ve vnitřních prostorech, v nichž osoby pracují nebo pobývají dlouhodobě.

#### 6. Míhání a stroboskopické jevy (kap. 4.7)

Míhání působí rušivě a může vyvolat fyziologické projevy jako bolest hlavy.

Osvětlovací soustavy musí být navrženy tak, aby nevznikala míhání ani stroboskopické jevy.

#### 7. Udržovací činitel (kap. 4.8)

Doporučená osvětlenost pro každý zrakový úkol se uvádí jako udržovaná osvětlenost. Udržovací činitel závisí na provozních charakteristikách světelných zdrojů a předřadníků, svítidel, prostředí a na plánu údržby.

#### Projektant musí:

uvést udržovací činitel a přehled předpokladů přijatých při odvození jeho hodnoty, specifikovat osvětlovací zařízení vhodné pro užití v daném prostředí,

připravit kompletní plán údržby, včetně intervalů výměny světelných zdrojů, čištění svítidel a místností a způsobů jeho provádění.

## **8. Energetická hlediska (kap. 4.9)**

Osvětlovací soustava musí vyhovovat požadavkům na osvětlení daného prostoru bez plýtvání energií. Přesto je důležité nedělat kompromisy z hlediska vizuálního a jednoduše nezmenšovat spotřebu energie. To vyžaduje zvolit vhodnou osvětlovací soustavu, zařízení, řízení a využití dostupného denního světla.

## **9. Denní světlo (kap. 4.10)**

Denní světlo může poskytovat úplné nebo částečné osvětlení pro zrakový úkol. Okna mohou poskytovat vizuální kontakt s okolním světem. Tomuto většina lidí dává přednost. V místnostech s bočními okny se poskytované světlo prudce zmenšuje se vzdáleností od oken. K zajištění požadovaného osvětlení na pracovních místech a k vyrovnání rozložení jasů v místnosti je nutné doplňkové osvětlení.

K omezení oslnění okny musí být použito stínění tam, kde je to možné.

## **ČSN 36 0020 Sdružené osvětlení**

**3.5 Funkčně vymezená část vnitřního prostoru** - část vnitřního prostoru, vymezená polohou pozorovatelů, vnitřním nebo technologickým zařízením nebo dispozičním řešením pro určitý druh zrakových činností, které jsou odlišné od zrakových činností v jiných částech vnitřního prostoru.

**4.1.1 Sdružené osvětlení při dlouhodobém působení není z hlediska vlivu na člověka rovnocenné v plném rozsahu** dennímu osvětlení, ale je podstatně příznivější, než osvětlení pouze umělé.

**4.2.1** Celkové sdružené osvětlení ve vnitřních prostorech nově navrhovaných staveb nebo v jejich funkčně vymezených částech se může **použít pouze v odůvodněných případech, kdy ze závažných příčin (provozních...)** není možné bez újmy na jiných společenských činitelích stavby docílit vyhovujícího denního osvětlení. Přitom se nenadřazují hlediska technická a ekonomická nad hlediska hygienická.

**4.4.1 ... Průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti 1% musí být splněna ve všech případech...**

**4.5.2** ...U udržovaných osvětleností 200 lx až 500 lx včetně se však **navýší o jeden stupeň řady osvětleností** podle 4.1 ČSN EN 12665:2003 (tj. **u kuchyní z 500 lx na 750 lx**).

**4.7.2** Jasy svítidel se posuzují podle 4.4.1 ČSN EN 12464-1:2004.

**4.7.3** Jasy osvětlovacích otvorů mají vyhovovat ČSN 73 0580-1.

**4.8.1** Sdružené osvětlení se má navrhovat tak, aby se co nejehospodárněji využilo denního světla a aby se co nejméně muselo nahrazovat umělým světlem.

## **4.9 Zdroje doplňujícího umělého osvětlení**

poznámka: Při hodnotách 200 lx až 750 lx doplňující umělé osvětlení se osvědčily světelné zdroje s  $T_{cp}$  v rozmezí 4 000 až 5 000 Kelvin a  $R_a$  nejméně 80.

**4.9.3** Pro doplňující umělé osvětlení se používají **energeticky úsporné výbojové zdroje** s velkým měrným výkonem. **Žárovky** se mohou používat pouze ve zvláštních odůvodněných případech, zejména pro místní osvětlení (vyžaduje-li to technologický proces, podmínky prostředí, krátká doba zapínání, požadavky na směrování osvětlení, malé rozměry nebo malá hmotnost, zvláštní funkce nebo **estetické důvody** atd.).

## **ČSN 73 0580-1 Denní osvětlení budov - část 1: Základní požadavky**

**4.2.1** Vyhovující denní osvětlení musí mít vnitřní prostory určené pro trvalý pobyt lidí během dne. Případy, kdy lze použít sdružené osvětlení, vymezuje ČSN 36 0020. Vnitřní prostory bez denního světla s pobytem lidí se řídí hygienickými předpisy.

**4.2.2** V nově navrhovaných budovách musí mít vždy vyhovující denní osvětlení:

f) místnosti pro oddech a jídelny, určené pro uživatele vnitřních prostorů bez denního světla.

**4.2.3** Denní osvětlení vnitřních prostorů budov a jejich funkčně vymezených částí se navrhuje podle zrakových činností, pro které jsou určeny a kterým denní osvětlení slouží. Je-li denní osvětlení vnitřního prostoru nebo jeho

funkčně vymezené části určeno **pro různé zrakové činnosti, musí vyhovovat i pro ty, které mají největší požadavky na osvětlení.**

**Tabulka 1 - Třídění zrakových činností a hodnoty činitele denní osvětlenosti**

třída zrakové činnosti	charakteristika zrakové činnosti	poměr pozorovací vzdálenosti	příklady zrakových činností	hodnota činitele denní osvětlenosti v %	
				minimální $D_{min}$	průměrná $D_m$
IV	středně přesná	500 až 1000	příprava jídel	1,5	5
V	hrubší	100 až 500	konzumace jídla a obsluha, oddechové činnosti, čekání	1	3
VI	velmi hrubá	menší než 100	udržování čistoty, sprchování a mytí, chůze po komunikacích přístupných veřejnosti	0,5	2

**4.2.5** Jsou-li určité zrakové činnosti omezeny jen na část vnitřního prostoru, může se **odstupňovat denní osvětlení funkčně vymezených částí prostoru podle příslušných zrakových činností.**

**4.3.2** Minimální hodnoty činitele denní osvětlenosti  $D_{min}$  podle tabulky 1 **musí být splněny** ve všech kontrolních bodech vnitřního prostoru nebo jeho funkčně vymezené části.

**4.3.4** Jde-li o **trvalý pobyt lidí** ve vnitřním prostoru nebo v jeho funkčně vymezené části, musí být minimální hodnota činitele denní osvětlenosti  $D_{min}$  **rovna nejméně 1,5% ...** i když pro danou zrakovou činnost stačí nižší hodnoty.

**4.4.1** Hodnota rovnoměrnosti denního osvětlení ve vnitřních prostorech, ve kterých se podle 4.3.2 požaduje splnění jen **minimální hodnoty činitele denní osvětlenosti, nemá být při třídách zrakových činností I až IV menší než 0,2 při třídě V menší než 0,15.** Rovnoměrnost se přitom určuje jako podíl nejmenší a největší hodnoty činitele denní osvětlenosti, zjištěné v kontrolních bodech sítě na vodorovné srovnávací rovině ve funkčně vymezené části prostoru.

**4.4.2** **Přechází-li se mezi sousedními vnitřními prostory, nesmí být poměr úrovní denního osvětlení mezi nimi menší než 1:5** (poměr minimálních nebo průměrných hodnot činitele denní osvětlenosti).

**4.6.1** Pro povrchy vnitřních prostorů budov a jejich zařízení se používají nelesklé materiály a povrchové úpravy, aby nedocházelo k oslňování odrazem světla. **Lesklých povrchů lze používat jen v odůvodněných případech** a na takovém místě, **kde nemohou způsobit oslňování.** Zvláště se musí zabránit oslňování odrazem světla od lesklých povrchů v dolní části zorného pole, na které je lidský zrak zvláště citlivý (např. **lesklá pracovní plocha, lesklá podlaha** apod.).

**4.6.3** Hodnoty činitele odrazu světla hlavních povrchů vnitřních prostorů se navrhují v těchto mezích (v novém stavu)

**strop** s činitelem odrazu světla **0,7**

**stěny** s činitelem odrazu světla **0,5**

plochy bezprostředně sousedící s osvětlovacími otvory (okenní příčle, rámy, parapety, pilíře, okenní stěny při bočním osvětlení...) s činitelem odrazu světla nejméně 0,7

**podlahy** nebo podlahové krytiny s činitelem odrazu světla **0,3**

Od těchto hodnot se lze odchýlit:

jde-li o menší plochy nebo jejich části, které nemají vliv na osvětlení a zrakovou pohodu

vyplývá-li návrh z funkčního nebo výtvarného záměru, nezhoršuje-li zrakovou pohodu a hospodárnost osvětlení a nezvyšuje-li energetickou náročnost budovy.

**4.6.4** Kolorita povrchů se musí navrhopvat také s ohledem na odražené světlo a podání barev. **Ve vnitřním prostoru, kde záleží na barevném podání a na rozlišování barev, se nemá použít na větší plochy barevných odstínů, které mohou barevné podání nepříznivě ovlivnit (výrazné, syté barevné odstíny).**

**4.7.1** Při návrhu... posuzovat komplexně ... s cílem dosáhnout vyhovujících podmínek zrakové pohody prostředí co nejušporněji a s co nejmenší celkovou spotřebou energií při realizaci i užívání budov.

**4.7.5...**snadný přístup k ovládání, údržbě a čištění konstrukcí osvětlovacích otvorů.

**4.9.1** Zařízení a prostředky pro regulaci denního osvětlení vnitřních prostorů budov se navrhují tak, aby co nejméně omezovaly denní osvětlení v době, kdy je ho nedostatek (při zatažené obloze v zimním období).

**4.9.2** Vnitřní povrchy clon, žaluzií, rolet a závěsů mají mít činitel odrazu světla přibližně tak velký, jako okolní stěny.

### **Literatura a odkazy**

- [1] Nařízení Evropského parlamentu a rady (ES) č. 852/2004 o hygieně potravin
- [2] Nařízení vlády 361/2007 Sb
- [3] Vyhláška Mzd. ČR č. 137/2004 o hygienických požadavcích na stravovací služby a o zásadách osobní a provozní hygieny při činnostech epidemiologicky závažných novelizace 602/2006 - požadavky na světlo vypuštěny
- [4] ČSN 12464-1 Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - část 1: Vnitřní pracovní prostory (3/2004) + změna Z1 (národní příloha 5/2005)
- [5] ČSN 36 0020 Sdružené osvětlení (2/2007)
- [6] ČSN 73 0580-1 Denní osvětlení budov - část základní požadavky (6/2007)
- [7] ČSN 36 0450 Umělé osvětlení vnitřních prostorů (10/1986) - zrušená
- [8] ČSN 36 0081 Osvětlování kulturních domů umělým světlem (2/1966)- zrušená
- [9] ČSN 36 0046 Umělé osvětlování v průmyslových závodech (1/1987) - zrušená
- [10] Technika osvětlování XII (5/1992 Plzeň)
- [11] článek Umělé osvětlení v obytných prostorech Ing. arch. Monzer
- [12] Denní osvětlení a oslunění budov - Rybár, Šesták, Juklová, Hraška, Vaverka

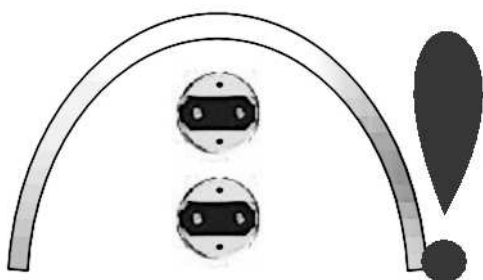
# Vplyv vstupných parametrov na svetelnotechnické vlastnosti svietidel

Marek, Mácha, Ing.

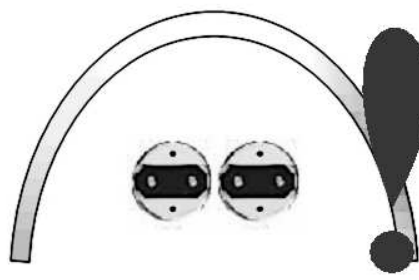
OMS, spol s r.o., marek.macha@oms.sk

## Úvod

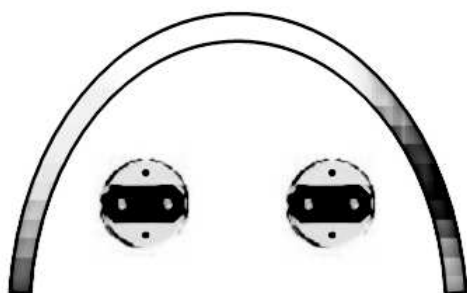
V praxi sa svietidlá montujú nielen horizontálne ale aj vertikálne a nie všetky svietidlá sú určené na oba spôsoby montáže. Tu sa nám ponúka otázka: „bude mať montážna poloha svietidla vplyv na svetelný tok žiariviek, prípadne na krivku svietivosti?“ Výrobcovia udávajú odporúčané polohy svetelných zdrojov a vzdialenosti, ktoré by mali byť medzi nimi vzhľadom na ich vzájomné oteplenie. Pri lineárnych žiarivkách, ktoré nás prioritne zaujímajú sú dôležité polohy trubíc vzhľadom na ich „coldspoty“, ktoré predstavujú najchladnejšie miesto trubice. Najčastejšie býva pri jednej z elektród na mieste kde je označenie o akú žiarivku ide ( hodnota príkonu, index farebného podania, náhradná teplota chromatickosti, výrobca ). Tieto „coldspoty“ majú odporúčanú polohu dolu ,aby sa stúpaním tepla zo žiarivky nezohrievali. Taktiež by sa mali pri viac-zdrojových svietidlách umiestňovať žiarivky tak, aby ich „coldspoty“ boli na tej istej strane ,aby opäť nedochádzalo k prehrievaniu od inej žiarivky. Preto by sa ani nemali svetelné zdroje ako lineárne žiarivky umiestňovať vo svietidlách nad seba, lebo teplo stúpa smerom hore a spodná žiarivka tým pádom zohrieva žiarivku, ktorá je nad ňou a každá z nich pracuje pri inej teplote, ktorá nám ovplyvňuje aj množstvo svetelného toku, ktorý zo žiarivky dostávame. Rozdielny svetelný tok žiariviek, ktoré sa spolupodieľajú na tvare krivky svietivosti má za následok aj nesymetriu tejto krivky, ktorá je zväčša nežiadúca a môže spôsobovať problémy. Ako typické svietidlo pre horizontálnu aj vertikálnu montáž sme použili typické priemyselné svietidlo Tornado T5, ktoré je možné upevniť v oboch polohách, je možné ho použiť aj na priebežnú montáž. Vybrali sme verziu s elektronickým aj elektromagnetickým predradníkom.



Obr.1 Nesprávna poloha lineárnych žiariviek nad sebou vo svietidle



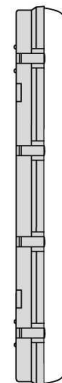
Obr.2 Nesprávna poloha lineárnych žiariviek v tesnej blízkosti vo svietidle



Obr.3 Správna poloha lineárnych žiariviek vo svietidle



Obr.4 Horizontálna montážna poloha svietidla



Obr.5 Vertikálna montážna poloha svietidla

## Teória

Svetelnotechnické a elektrické parametre sme merali pomocou prístrojov, ktoré boli k dispozícii vo svetelnotechnickom laboratóriu v spoločnosti OMS. Teplota okolia a vlhkosť boli konštantné. Svetidlo sa umiestňovalo v rôznych montážnych polohách. Zamerané boli polohy horizontálna, vertikálna s „coldspot“ dolu, vertikálna s „coldspot“ hore. Tieto polohy sme merali ako pri elektronickom predradníku tak aj pri elektromagnetickom. Meranie goniofotometrom bolo vykonané až po stabilizovaní svetelných zdrojov (cca 15 minút pri lineárnych žiarivkách). Po každom meraní boli svetidlá odpojené od napájania a ponechané aby „vychladli“, kvôli tomu aby nasledujúce meranie nebolo ovplyvnené tepelným režimom, ktorý nastal pri predchádzajúcom meraní.

## Použité svetidlá

### TORNADO

Prachotesné a vodeodolné svetidlo pre lineárne žiarivky s uplatnením v prostrediach s prítomnosťou prachu, špiny, výparov, dymu, so zvýšenou vlhkosťou a rizikom korózie. Možnosť prisadenej alebo závesnej inštalácie. V ponuke aj verzia do prostredia s nebezpečenstvom výbuchu (viac informácií v technickej prílohe).

### Konštrukcia

Teleso svetidla (Tornado PC): vstrekovaný polykarbonát, šedý

Teleso svetidla (Tornado PX.ABS): vstrekovaný ABS, šedý

Difúzor (Tornado PC): vstrekovaný polykarbonát, číry

Difúzor (Tornado PX.ABS): vstrekovaný polystyrén, číry

Reflektor: pre všetky verzie na požiadanie prídavný vrchný reflektor (verzia REF) – symetrický alebo asymetrický

Klipsy: polykarbonátové alebo z nehrdzavejúcej ocele (inox)

Inštalačná doska: ocelový plech, zvrchu povrchovo upravený (RAL 9003 – biela)

Na inštalačnej doske svetidla sú umiestnené všetky elektrické komponenty. Pre priebežnú montáž môže byť v svetidlách vedená troj alebo päťžilová kabeláž. Difúzor je vložený do drážky telesa svetidla vyplnenej polyuretánovým tesnením a prichytený klipsami. Tornado umožňuje rýchlu beznástrojovú výmenu svetelných zdrojov. Súčasťou balenia sú inštalačné klipsy z nerezovej ocele, určené pre prisadenú montáž svetidla. V prípade závesnej montáže sa na klips jednoducho pripevní držiak závesu.

### Elektrická výbava

Svetidlá môžu byť vybavené:

- konvenčnými magnetickými predradníkmi, štandardne triedy EEI=B2, trieda EEI=B1 na požiadanie, svetidlá nie sú štandardne kompenzované
- elektronickými predradníkmi, štandardne triedy EEI=A2
- stmievateľnými elektronickými predradníkmi, trieda EEI=A1 (predradníky môžu byť riadené analógovým, digitálnym alebo DALI signálom)

Ostatné komponenty:

- svetelné zdroje: lineárne žiarivky T5 (16mm), T8 (26mm) - svetelné zdroje je nutné objednať zvlášť
- vnútorné vodiče s pevným medeným jadrom prierezu 0,5 mm<sup>2</sup> v PVC izolácii (teplotná odolnosť do 90°C)
- bezskrútková troj- alebo päťpólová svorkovnica umožňuje pripojiť vodiče do prierezu max. 2,5 mm<sup>2</sup>
- svetidlá je na požiadanie možné vybaviť núdzovými jednotkami s autonómnou prevádzkou 1 alebo 3 hodiny

### Príslušenstvo

- troj alebo päť žilové vedenie s pevným medeným jadrom prierezu 2,5 mm<sup>2</sup> v PVC izolácii (teplotná odolnosť do 90°C) pre možnosť priebežnej montáže
- konektory WIELAND s krytím IP65
- prechodky PG 13,5
- závesné príslušenstvo
- vyhotovenie svetidla v triede II



Obr.6 Tornado PC 2x36, Tornado PX 1x36

## Použitie meracie prístroje

Svetelnotechnické vlastnosti boli merané prístrojom  
Goniofotometer RiGO 801 – Technoteam



Obr.7 GONIOFOTOMETER RiGO 801

Stabilizovaný zdroj a meranie elektrických vlastností :

STATRON  
 Type: SXIH-1P-X20SA X1788  
 Input: -15% +5% 50 Hz  
 Output: 230 VAC +/-0,5% , 2,53 kVA 11A max  
 Merací prístroj : POWER ANALYZER  
 LEM NORMA 3000

Tabulka 1.: Parametre stabilizovaného zdroja

## MERANIE

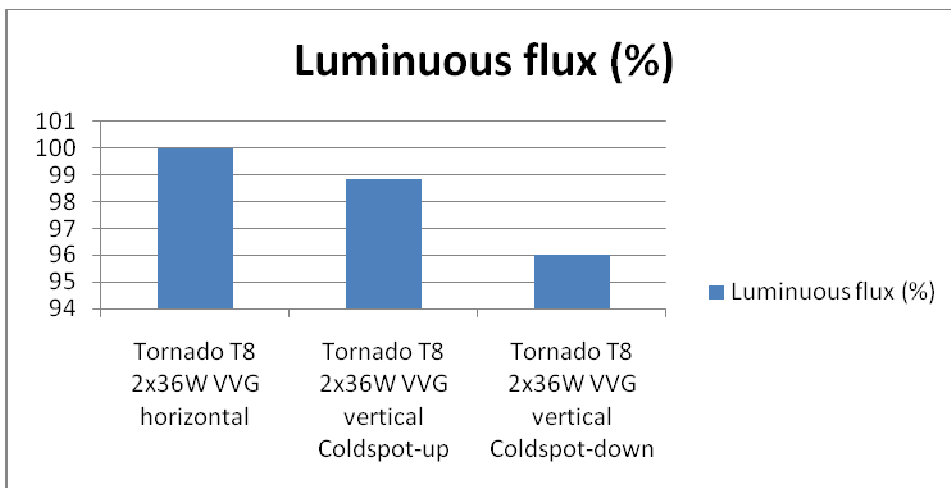
### Svietidlo:

Tornado T8 2x36W VVG

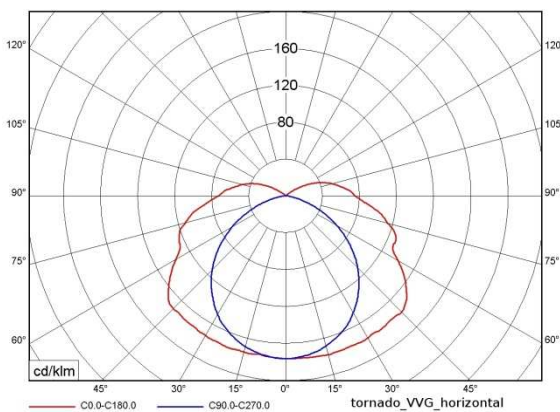
Luminaire	U(V)	I (A)	P (W)	Φ (%)
Tornado T8 2x36W VVG horizontal	230.2	0.84	85	100
Tornado T8 2x36W VVG vertical Coldspot-up	230.2	0.86	85	98.85
Tornado T8 2x36W VVG vertical Coldspot-down	230.2	0.85	85	96.00

Tab.1 Merania pre svetidlo Tornado T8 2x36W s elektromagnetickým predradníkom

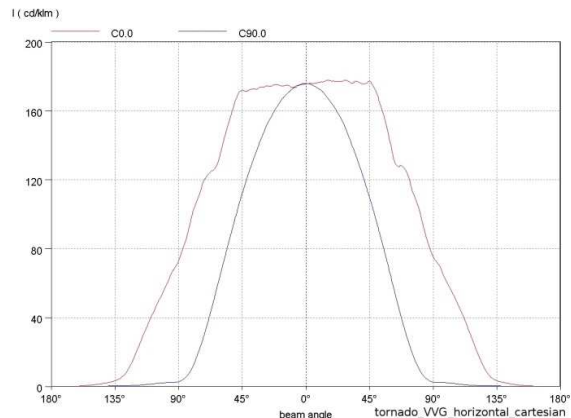




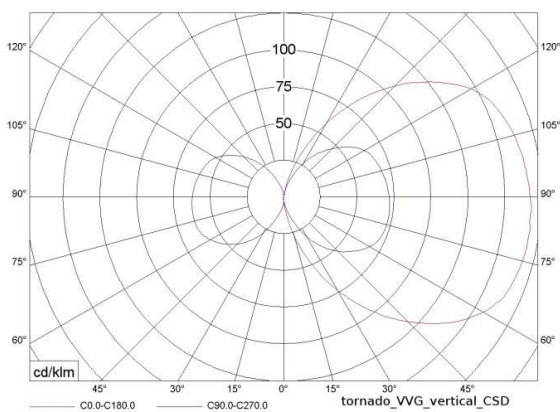
Obr.8 Graf závislosti svetelného toku lineárnych žiaroviek od montážnej polohy pre svetidlo s elektromagnetickým predradníkom



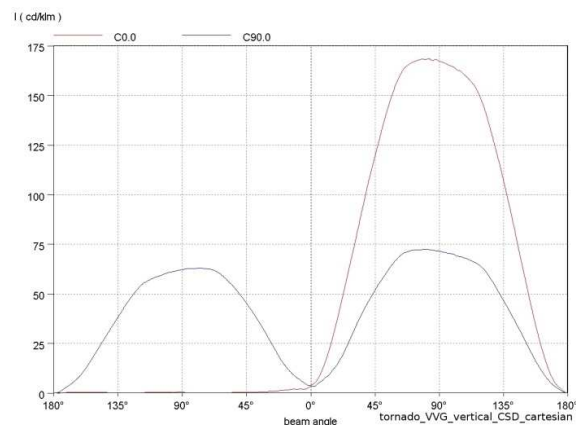
Obr.9 Krivka svetivosti v polárnych súradniciach pre horizontálnu polohu svetidla s elektromagnetickým predradníkom



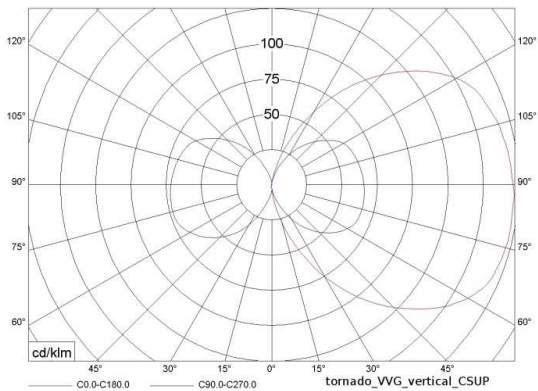
Obr.10 Krivka svetivosti v pravouhlých súradniciach pre horizontálnu polohu svetidla s elektromagnetickým predradníkom



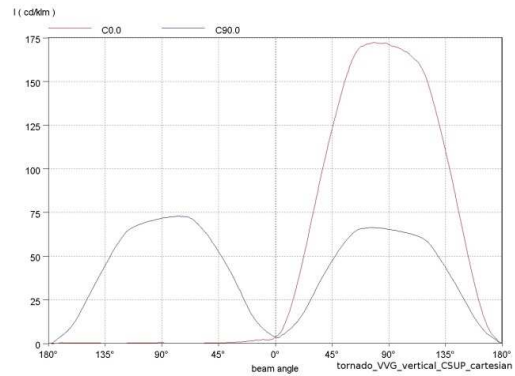
Obr.11 Krivka svetivosti v polárnych súradniciach pre vertikálnu polohu svetidla s elektromagnetickým predradníkom a „coldspot“ dolu



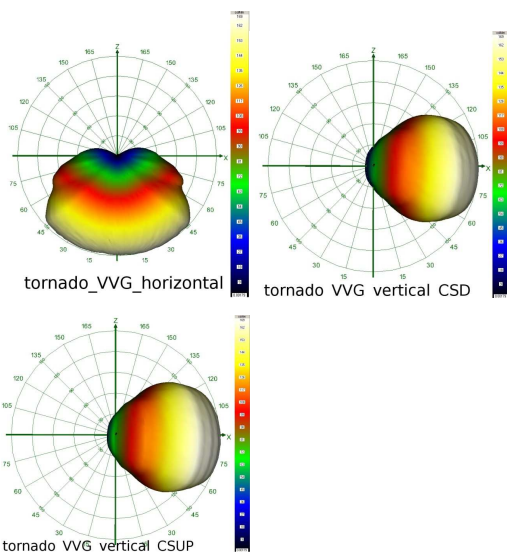
Obr.12 Krivka svetivosti v pravouhlých súradniciach pre vertikálnu polohu svetidla s elektromagnetickým predradníkom a „coldspot“ dolu



Obr.13 Krivka svetivosti v polárnych súradniciach pre vertikálnu polohu svetidla s elektromagnetickým predradníkom a „coldspot“ hore



Obr.14 Krivka svetivosti v pravouhlých súradniciach pre vertikálnu polohu svetidla s elektromagnetickým predradníkom a „coldspot“ hore



Obr.15 3D Krivky svetivosti pre jednotlivé merania svetidla s elektromagnetickým predradníkom ( horizontálna – štandardná poloha, vertikálna poloha s „coldspot“ dolu, vertikálna poloha s „coldspot“ hore )

### Vyhodnotenie pre svetidlo Tomado T8 2x36W VVG :

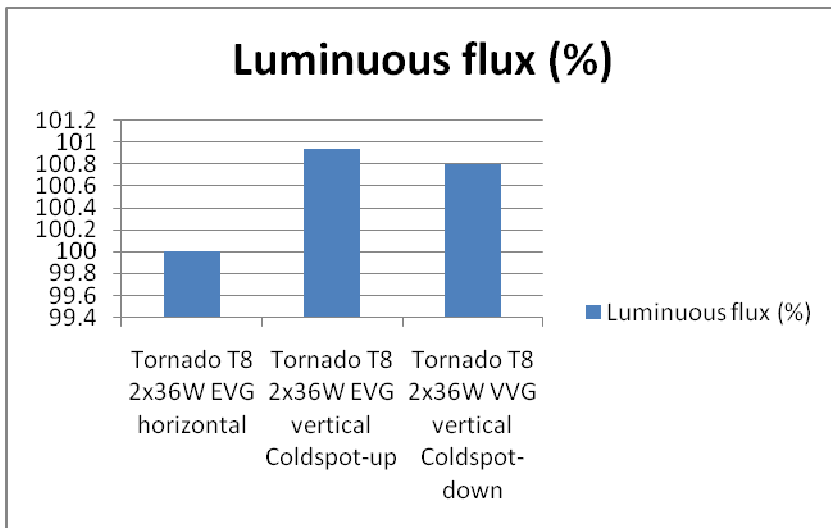
Meraním svetelnotechnických vlastností svetidla Tomado T8 2x36W s elektromagnetickým predradníkom v rôznych polohách sme zistili, že krivka svetivosti sa nám zmenila v rovine C0°-180° nepatrne avšak v rovine C 90°- 270° je zmena viditeľnejšia. Táto zmena je viditeľná aj na zmene svetelného toku, kde nám pri vertikálnej polohe s „coldspot“ dolu klesol o 4 %. Zmena krivky svetivosti je pri týchto svetidlách len minimálna tak ako aj zmena svetelného toku, zo svetidla.

### Svetidlo :

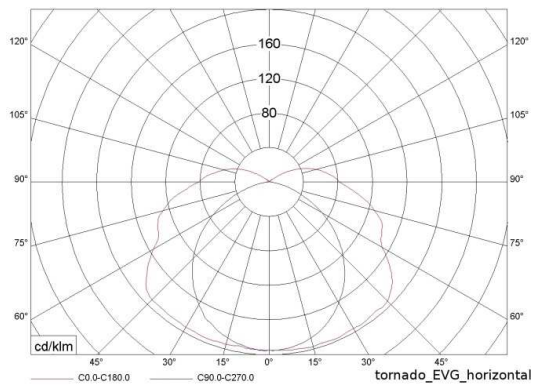
Tornado T8 2x36W EVG

Luminaire	U(V)	I (A)	P (W)	Φ (%)
Tornado T8 2x36W EVG horizontal	230.2	0.32	72	100
Tornado T8 2x36W EVG vertical Coldspot-up	230.2	0.32	72	100.94
Tornado T8 2x36W VVG vertical Coldspot-down	230.2	0.32	72	100.80

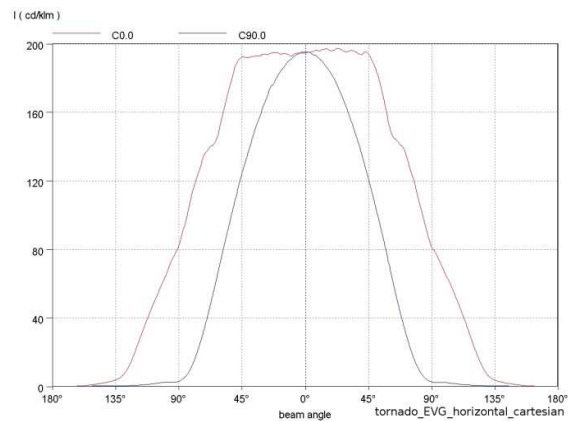
Tab.2 Meranie pre svetidlo Tomado T8 2x36W s elektronickým predradníkom



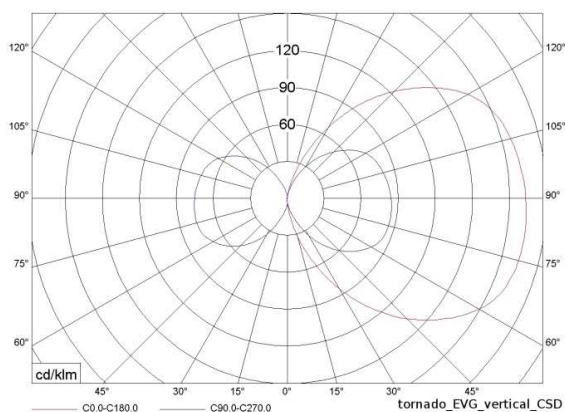
Obr.16 Graf závislosti svetelného toku lineárnych žiaroviek od montážnej polohy pre svetidlo s elektronickým predradníkom



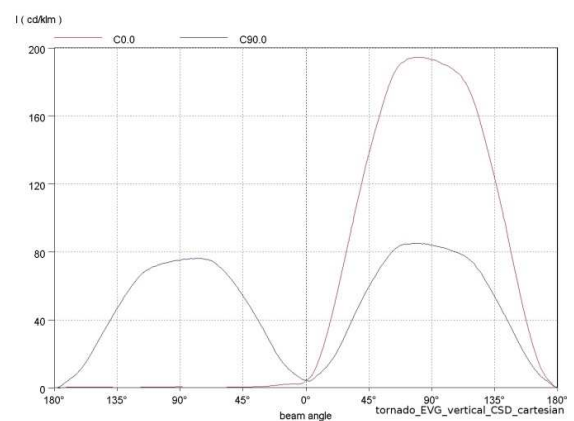
Obr.17 Krivka svetivosti v polárnych súradniciach pre horizontálnu polohu svetidla s elektronickým predradníkom



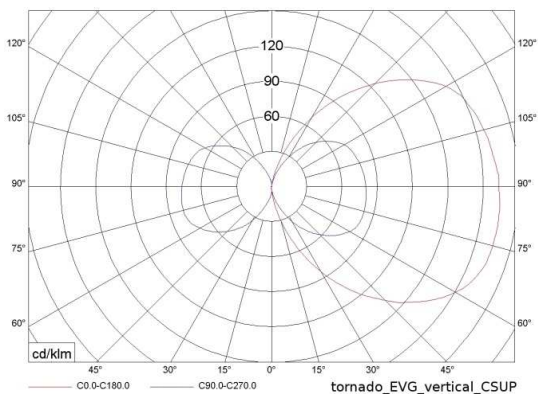
Obr.18 Krivka svetivosti v pravouhlých súradniciach pre horizontálnu polohu svetidla s elektronickým predradníkom



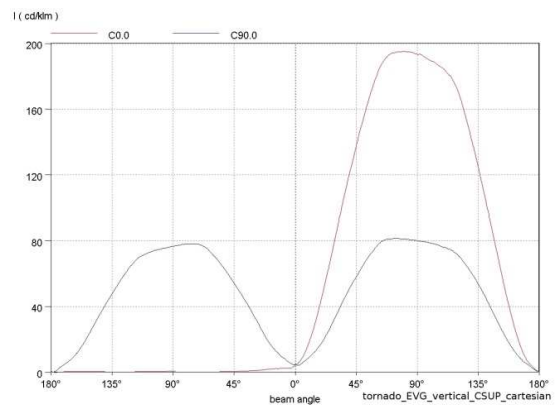
Obr.19 Krivka svetivosti v polárnych súradniciach pre horizontálnu polohu svetidla s elektronickým predradníkom a „coldspot“ dolu



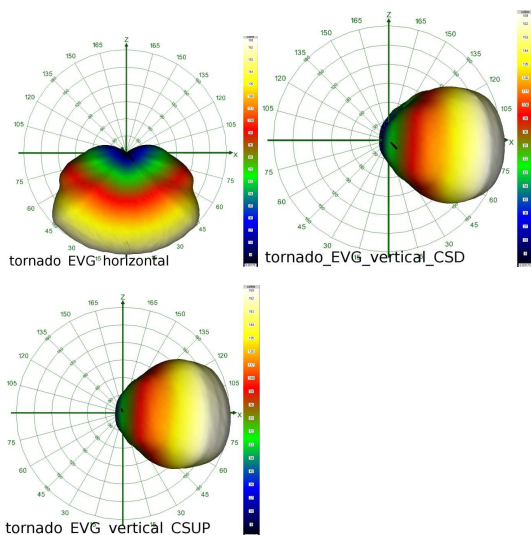
Obr.20 Krivka svetivosti v pravouhlých súradniciach pre vertikálnu polohu svetidla s elektronickým predradníkom a „coldspot“ dolu



Obr.21 Krivka svetivosti v polárnych súradniciach pre vertikálnu polohu svietidla s elektromagnetickým predradníkom a „coldspot“ hore



Obr.22 Krivka svetivosti v pravouhlých súradniciach pre vertikálnu polohu svietidla s elektromagnetickým predradníkom a „coldspot“ hore



Obr. 23 3D Krivky svetivosti pre jednotlivé merania svietidla s elektronickým predradníkom ( horizontálna –štandardná poloha, vertikálna poloha „coldspot“ dolu, vertikálna poloha „coldspot“ hore )

## Vyhodnotenie pre svietidlo Tornado T8 2x36W EVG

Pri svietidle Tornado T8 2x36W s elektronickým predradníkom a zmenou montážnej polohy sme zaznamenali len nepatrné zmeny svetelného toku, ktoré sú v rozmedzí jedného percenta. Tieto minimálne zmeny oproti svietidlu s elektromagnetickým predradníkom sú spôsobené tým, že predradník si sám reguluje, koľko prúdu dodá do žiarivky v závislosti od jej okamžitého stavu. Preto pri týchto svietidlách nezáleží od montážnej polohy.

## ZÁVER

Zámerom týchto meraní bolo, zhodnotiť vplyv montážnej polohy svietidla na zmenu svetelného toku, prípadne na zmenu krivky svetivosti svietidiel a porovnať, aký vplyv má montážna poloha na svietidlá s elektromagnetickým a s elektronickým predradníkom. Z vyhodnotení po každom meraní nám vyplýva, že zmenou montážnej polohy svietidla, ktoré je pôvodne navrhované v polohe horizontálnej do polohy vertikálnej je aj závislé od toho či je „coldspot“ lineárnej žiarivky dolu alebo hore. Avšak táto závislosť je iba pri svietidle s elektromagnetickým predradníkom a aj pri takomto svietidle je rozdiel svetelného toku na hranici 4% a krivka sa nám mení len minimálne, čo by nemalo mať vplyv na osvetľovaný priestor. Pri svietidlách s elektronickým predradníkom zmena montážnej polohy nemá žiadny vplyv na krivku svetivosti

a len minimálny vplyv na svetelný tok, ktorý zo svietidla vychádza, ktorého rozdiel je na úrovni 1% oproti horizontálnej polohe, do ktorej je svietidlo štandardne navrhované. Zaujímavé by bolo monitorovať akým spôsobom sa pri jednotlivých polohách správajú svetelné zdroje teplotne. Nepresnosti v meraní môžu byť spôsobené odchýlkami meracích prístrojov.

## **Literatúra a odkazy**

[1] SIMPSON, R.S., LIGHTING CONTROL TECHNOLOGY AND APPLICATIONS, Oxford : Focal Press, 2003

[2] KATALÓG SVIETIDIEL OMS, < <http://www.oms.sk/sk/products/>>

[3] HORŇÁK, P., TREMBAČ, V.V., AJZENBERG, J. B., SVIETIDLÁ A SVETELNÉ ZDROJE, Bratislava : Alfa, 1983. 400 s.

# Environmentalismus ve veřejném osvětlení

Ing. Tomáš Maixner

Siteco lighting, spol. s r.o, www.siteco.cz, maixner@dql.cz

*Neexistuje mínění, byť sebeabsurdnější, které by si lidé ochotně neosvojili, jakmile se nechají přesvědčit, že je všeobecně přijímané.*

*Arthur Schopenhauer, Umění sporu*

Mluvit o „světelném znečištění“ se stává stejně módním jako hovory o globálním oteplování nebo jiných environmentalistických axiomech.

V posledních letech se šíří neuvěřitelné množství článků a televizních či rozhlasových pořadů o tom, že světlo způsobuje rakovinu, obezitu, mozkové příhody. S redaktory hovoří „vědci“ a „odborníci“. Jsou to samozvaní nedoukové, kteří zasahují do oborů, o kterých nemají často ani potuchu – světelnou technikou počínaje a medicínou konče. Redaktoři nepřízvu oponenty z řad opravdových vědců. Není to žádoucí, mohli by posluchače přesvědčit o tom, že skutečnost je zcela jiná. A potom by poklesl náklad novin, časopisu, sledovanost pořadu. A to znamená menší množství levnějších reklam, a tedy v důsledku nižší platy redaktorů. Tak proč psát o věcech korektně. Žádný prospěch z toho neplyne. Proto se nedostane ke slovu světelný technik, lékař, biolog, ale environmentalista, ekologický aktivista bez odborného vzdělání.

Když se zázrakem povede prosadit otištění článku, který se nehoní za senzací, tak z něho dokáže zručný „novinář“ (i skuteční novináři jsou na vyměření) udělat bulvár. Marná je autorizace textu. Vložením podtitulku, grafickými úpravami, dodatečně vloženými mezititulky zcela změní smysl pronášených vět.

Máme nový středověk s environmentálním náboženstvím, se všemi atributy tmářské (jak příhodné, vzpomeneme-li aktivistickou sekci pro temné nebe) dogmatické víry. Víry nepřipouštějící sebemenší pochybnost o tom, co prohlašují velcí Mistři (v čele konvent IPCC a Velekněz Al Gore). Pokud bude za sto let lidstvo existovat, tak se bude velice bavit - doufejme. I když asi ne, protože aktivisté volí velice dobrou taktiku. Před nedávnem se G8 usnesla, že poručí větru a dešti a udrží teplotní nárůst do poloviny století pod 2°C. Za cenu vynaložení obrovských nákladů, které by bylo možné vynaložit smysluplně, třeba na stavby protipovodňových zábran. Bezpochyby toho dosáhne. Protože toho nedosáhnout nelze! Podle skutečných klimatologů totiž nebude za sto let nárůst teploty vyšší než 1÷1,5°C; dokonce se v letech 2000÷8 vzrůst zastavil. Obávám se však, že environmentální náboženství bude vládnout pár století. Dokud nenastane malá doba ledová. Ale i pak. Mezi tím environmentalisté samozřejmě obrátí a budou bít na poplach, že je třeba vyrábět CO<sub>2</sub> a vypouštět je do ovzduší.

S lidskou hloupostí nelze bojovat. Lze ji však skvěle využít. A to nový klér umí dokonale, však má k dispozici zkušenosti za staletí vlády dogmatické církve a její svaté inkvizice. Jak už jsem někde napsal, můj předek byl upálen pro kacířství, mám to v krvi. A mám veliké štěstí, že se dnes již neupaluje.

Vraťme se k rozumu.

## Literatura:

- [1] Nigel Lawson – Vraťme se k rozumu, Dokořán 2008
- [2] Al Gore – Nepříjemná pravda, Kosmas 2007
- [3] Václav Klaus – Modrá, nikoli zelená planeta, Dokořán 2008

# Speciální problémy veřejného osvětlení současnosti

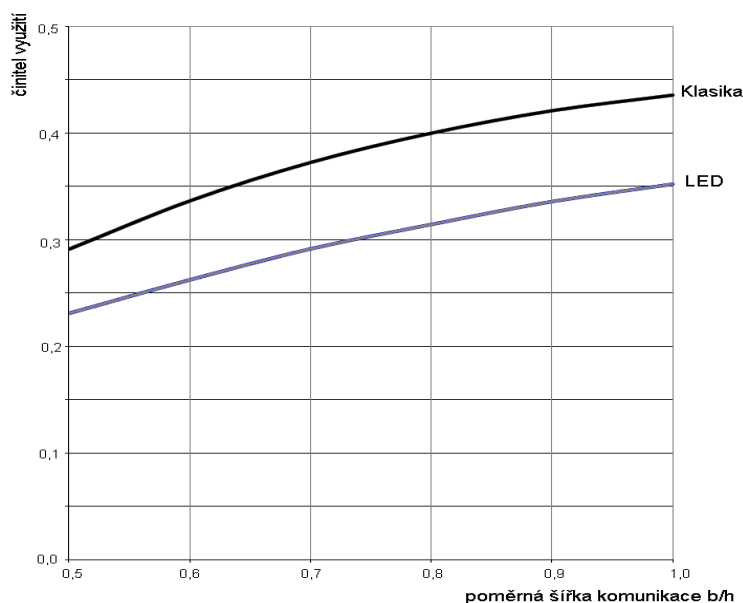
Ing. Tomáš Maixner

Siteco lighting, spol. s r.o, www.siteco.cz, maixner@dql.cz

V současnosti přestávají být největším problémem ohrožujícím kvalitní veřejné osvětlení aktivistické snahy o „nápravu“ jeho stavu. Rozmach zažívají LED. Ovšem dostaly se do nepravých rukou.

Podomní obchodník, ani jeho východoasijský dodavatel, nehodlá čekat až LED dosáhne potřebné úrovně a bude možné je běžně používat ve veřejném osvětlení. Aniž by měl potuchy o tom, co prodává, činí se, seč může. Tak třeba v jednom propagačním materiálu tvrdí, že zanedlouho nastane doba, kdy budou mít LED svítidla měrný výkon 150 lm/W, tak 80 W svítidlo LED nahradí 400 W vysokotlakou sodíkovou výbojku. Nad takovým tvrzením zůstává rozum stát. Světelný tok by byl  $80 \times 150 = 12\,000$  lm. Nahlédnutím do katalogu renomovaného výrobce lze zjistit, že 400W vysokotlaká sodíková výbojka vykazuje světelný tok 48 000 lm. To je hodnota 4x vyšší. I když LED „umí“ směřovat světlo, tak si dovolím tvrdit, že zatím zvládá jen obtížně emitovat světlo do žádoucích směrů. U podřadných svítidel to již nezvládá vůbec.

On je totiž rozhodující činitel využití. A ten je velice malý u LED svítidel, která jsou řešena tak, že se diody upevní na rovnou (nebo i částečně ohnutou) desku. Taková svítidla mají činitel využití o poznání nižší, než běžná výbojková.



Z obrázku je zřejmé, že pokud bude komunikace stejně široká, jako je výška svítidla nad ní, pak se využije z „klasického“ svítidla 43% světelného toku nainstalovaného ve svítidlu a pro LED jen 35%. Ostatní světlo je buď pohlceno svítidlem (účinnost svítidla) nebo dopadá mimo osvětlovanou komunikaci. Aby tedy svítidlo LED osvětlilo např. 30 metrů komunikace šíře 6 metrů na hodnotu 10 luxů, pak je zapotřebí  $30 \times 6 \times 10 / 0,35 / 0,65$  cca 7900 lm (0,65 je činitel údržby, který je u LED rovněž horší než u klasických výbojek, kde počítám s 0,8). Připustím, že mám k dispozici ono svítidlo budoucnosti s měrným výkonem 150 lm/W. Pak je nutné nainstalovat na daný úsek cca 53W. Pro klasiku to je  $60 \times 6 \times 10 / 0,43 / 0,8$  tedy méně jak 5250 lm. A to pro vysokotlakou sodíkovou výbojku znamená příkon asi 44 W. LED prohrává o cca 20%. Když vezmeme v potaz současnou realitu, která je někde na polovině kýžené hodnoty, tak by byl příkon LED okolo sta watt, tedy více jak dvojnásobný oproti vysokotlakým sodíkovým výbojkám.

Pro svítidla LED platí, nebo by alespoň mělo platit, že jejich účinnost je velmi vysoká. Pak nízký činitel využití znamená, že velké množství světla dopadá do nežádoucích míst. Budu předpokládat, že účinnost LED svítidla je 90%. Potom  $90 - 35 = 55\%$  světla produkovaného LED dopadá kam nemá. Kam, to je vidět například na následujícím obrázku jedné z realizací.





Lze tedy jen těžko uvěřit tvrzení, že LED svítidla nekorektních výrobců jsou ekologická.

- Aby se dosáhlo stejně kvalitního osvětlení, tak je zapotřebí vyšší příkon než u klasických svítidel. Vyšší příkon znamená více vyrobené energie, což je vyšší zátěž životního prostředí.
- Výpočty ukazují, že je zapotřebí i větší počet svítidel, protože jinak by snad dosáhla požadované hodnoty osvětlenosti, ale nikoli rovnoměrnosti. Větší počet svítidel je opět ekologickou zátěží. Musí se vyrobit, dovézt, zasadit do betonu....
- Svítí spíše jinam, než kam by svítit měla. Mimo komunikaci, do oken přilehlého objektu. Ani to není známka ekologicky šetrné osvětlovací soustavy.

Podomní obchodník, který včera prodával pastu na zuby, dnes prodává svítidla. I kdybych pominul naprostou neznalost oboru a terminologie – lampy místo svítidla i místo světelného zdroje (lampa se dává do lampy?), pouliční místo uliční osvětlení (jak známo, pouliční jsou jen holky), halogenové místo halogenidové, uniformita místo rovnoměrnost... – tak je neodpustitelný způsob jakým je klamána oběť „obchodníková“. Znám případ, kdy u 250W vysokotlaké halogenidové výbojky prodejce uváděl, že celkový příkon svítidla je 616 W. A pak jako axiom uvedl, že onen halogenid lze nahradit jeho LED svítidlem s příkonem necelých 150 W. A pak už jen vyčíslil neskutečné „úspory“ soustavy se sotva čtvrtinovým příkonem. „Prokázal“ návratnost investic (velmi vysokých) během několika měsíců díky až zanedbatelné spotřebě.

Žel, v některých obcích (nelze napsat nemnoha), podvodníkovi uvěřili. Jak vypadá realizace osvětlení průtahu obce na silnici II. třídy, je zřejmé z předešlého obrázku. Pro upřesnění – průměrná udržovaná osvětlenost je 3,5 luxu a rovnoměrnost osvětlení 0,06. Na tak osvětlené komunikaci jde doslova o život. Připomenu, že pro nejméně náročnou komunikaci CE5 je požadováno  $\bar{E}_m = 7,5 \text{ lx}$  a  $U_0 = 0,4$ .

Smutné na tom všem je to, že na menších obecních úřadech sedí jen zřídka elektrotechnik, fyzik nebo alespoň počítač, který by „obchodníka“ hnal holí. A je-li neznalému předloženo, že bude mít lepší osvětlení a ještě ročně ušetří statisíce (návratnost investice do dvou let, někdy i pouze několika měsíců), tak se samozřejmě k tomuto řešení přiklání.

Existují první aplikace renomovaných výrobců, které jsou sto se (téměř) vyrovnat klasickým svítidlům. Přibližují se z pohledu světelného výkonu, umožňují některé povedené kousky, jako je poměrně snadná změna množství nebo barvy světla. Avšak cenově jsou zatím o několik tříd jinde než jsme zvyklí. Je to ale podobné jako s „placatými“ monitory. Před málo lety stály ty nejmenší LCD monitory desetinásobek dnešních širokoúhlých. S rozmachem LED dojde ke snížení jejich cen. Je jen třeba počkat pár let, než parametry svítících diod dosáhnou potřebné úrovně a začnou se používat v hojném počtu.

Doufám, že pak se opět stanou hlavními škůdci kvalitního veřejného osvětlení ekologičtí aktivisté.

# Svítlidla LED ve veřejném osvětlení

## mýty a skutečnosti

Ing. Tomáš Maixner

Siteco Lighting, spol. s r.o., [www.siteco.cz](http://www.siteco.cz),

Ing. Jiří Skála

ELTODO-CITELUM, s.r.o., [www.eltodo.cz](http://www.eltodo.cz), [skalaj@eltodo.cz](mailto:skalaj@eltodo.cz)

První veřejné osvětlení, které na sebe vydělá! Obrovská úspora servisních nákladů! Návratnost investice do pěti let! Možnost okamžité náhrady za stávající pouliční osvětlení! „Zelené“ energetické zařízení šetrné k životnímu prostředí! Vysoká úspora elektrické energie až 88%! atd. atd...

No, nekupte to! Kdo by mohl odolat!

Uvedená hesla jsou převzata z propagačních materiálů novodobých zlatokopů – výrobců nebo překupníků svítidel využívajících progresivní světelný zdroj – LED – světlo emitující diodu. O možnosti využití LED v oblasti veřejného osvětlení se mluví již několik let, kdy jejich měrný světelný výkon začal prudce vzrůstat a přibližovat se k hodnotám doposud vyhrazeným pouze výbojovým zdrojům. Vývoj je až neuvěřitelně dynamický. Přesto jsou přední světoví výrobci svítidel s uváděním této techniky do oblasti veřejného osvětlení spíše zdrženlivější.

### Parametry světelných zdrojů

U světelných zdrojů je podstatným parametrem velikost světelného toku vztažená na jednotkový příkon, tedy měrný světelný výkon. Jen stručně připomeneme, jak se ten který světelný zdroj činí. U (zakázaných) žárovek to je hodnota jen o něco přesahující 15 lm/W. Vysokotlaké sodíkové výbojky se pohybují až kolem 150 lm/W, nízkotlaké dokonce 200 lm/W.

Elektroluminiscenční zdroje, tedy LED, mají ambice ještě vyšší. Ovšem...zatím jsou někde na půl cesty. A to v laboratorních podmínkách, kde jsou mnohem lepší výsledky, než jakých lze dosáhnout v terénu.

### Technické parametry LED

Při porovnání technických parametrů musíme vycházet ze skutečnosti, že se zabýváme polovodičovou součástí, jejíž vlastnosti jsou dány tzv. pracovním bodem. To je soubor technických parametrů, které zaručují provozně ustálený stav. Každá odchylka může mít za následek změnu vlastností či dokonce destrukci LED.

### Závislost světelného toku na proudu

Obecně lze říci, že světelný tok LED se s rostoucím proudem zvyšuje. Na první pohled se zdá tato skutečnost příznivá – čím vyšší bude protékající proud, tím více světelného toku bude LED emitovat (viz Graf 1). Tuto závislost lze však využít k trvalému provozu pouze v oblasti od minimálních do jmenovitých hodnot proudu. Proudová zatížení v oblasti nad jmenovitými hodnotami lze využít pouze pro krátkodobý či pulzní provoz.

### Závislost světelného toku na teplotě LED

V grafu 2 je ukázána závislost světelného toku na teplotě. Světelný tok s rostoucí teplotou LED lineárně klesá. Z toho je zřejmé, že vyššího světelného toku by bylo možné dosáhnout v případě, že by se čip chladil. To je sice v některých případech možné, v oblasti praktických aplikací, třeba v oblasti veřejného osvětlení, to je velmi nepravděpodobné.

## **Závislost životnosti a teploty LED**

Na teplotě přechodu závisí také skutečná doba života i pokles světelného toku. Z grafu 3 je zjevné, že tato závislost je velice významná (a obchodníky LED svítidla zcela opomíjená). Pripusťme, že přijatelný pokles světelného toku je 20%. Aby se dosáhlo proklamované délky života sto tisíc hodin, tak nesmí teplota přesáhnout přibližně 55°C. To je velice nízká, v praxi jen obtížně dosažitelná teplota. Mnohem reálnější jsou teploty okolo 80-90°C, tomu odpovídá doba života asi dvacet tisíc hodin. Pětina z inzerovaných.

## **Světelný tok LED a vysokotlaké sodíkové výbojky (HPS)**

Je velice problematické srovnávat pouze velikost měrných výkonů jednotlivých světelných zdrojů. V praxi je rozhodující množství využitého světla [3]. Pripusťme, že srovnávaná svítidla s HPS vs. LED směřují světlo na komunikaci kvantitativně i kvalitativně shodně. V době psaní tohoto textu lze měrný světelný výkon 80 lm/W v případě LED považovat za nejvyšší reálný. Pak z grafu 4 je zřejmé, že s HPS drží krok s LED prozatím jen pro nižší příkony.

Krom toho se nesmí zapomenout na to, že není rozhodující pouze kvantita, ale že je nutné dodržet také kvalitu osvětlení. Na obr. 1 je příklad realizace osvětlovací soustavy se svítidly LED jedné z firem propagující své výrobky slogany podobnými těm v úvodu tohoto článku. Soustava nevyhovuje ani té nejméně náročné třídě osvětlení CE5. Dokonce ani (nemotoristické) S6, protože nezaručuje minimální osvětlenost, která je pro tuto třídu 0,6 lx. Vyhovuje až třídě S7, kde nejsou na osvětlení kladeny žádné požadavky. Přitom jde o komunikaci II. třídy, která je hlavním průtahem obcí. Tak nekvalitní osvětlení lze považovat za hazardování s lidskými životy.

## **Ale věnujme se „obchodním“ heslům.**

### **Nízká spotřeba el. energie**

V rámci nabídkového jednání se pochlubil obchodník, že uspořil jedné obci 88% spotřeby elektrické energie, když vyměnil svítidla se 400W sodíkovými žárovkami (opravdu neřekl výbojkami, natož vysokotlakými) za LED svítidlo s příkonem necelých 50W.

Obchodník nic nepravil o tom, že by nahrazoval zastaralou, nevyhovující nebo předimenzovanou soustavu. To v důsledku znamená, že pokud by obě svítidla měla stejný činitel využití, pak by se musely světelné toky původní i nové soustavy rovnat. Vysokotlaká sodíková výbojka má cca 48000 lm. Z toho vyplývá, že LED svítidlo by muselo vyprodukovat na jeden watt  $48000/50 = 960$  lm/W. To by si netroufli napsat ani scenáristi Červeného trpaslíka. Připomínáme, že teoreticky maximálně dosažitelný světelný tok pro monochromatické záření je 683 lm/W.

V současné době lze z hlediska spotřeby el.energie kvalitními LED svítidly (např. z obr. 2) konkurovat vysokotlakým sodíkovým výbojkám s příkonem 50W. Problematické jsou však investiční a provozní náklady, které stále spíše hovoří pro klasická svítidla.

Základní pravidlo, které nekorektní obchodníci ignorují, je to, že je možné srovnávat pouze srovnatelné. Nová soustava nesmí poskytnout horší osvětlení. Žel, to se často stává (nejen v případě použití LED). Nové soustavy musí poskytovat pokud možno dokonce komfortnější osvětlení. Vývoj musí jít vpřed, nikoliv vzad, byť s použitím pokrokové technologie.

### **Výrazné úspory na kabeláži**

V předešlém odstavci bylo ukázáno, že LED svítidla mají v současnosti spíše vyšší příkon než klasická svítidla. Pak samozřejmě není v pořádku tvrzení o úsporách na kabeláži. O výrazných ani nemluvě. Ale ani v budoucnosti, až LED budou disponovat vyšším měrným výkonem (provozním) a dokážou zpracovat produkované světlo patřičným způsobem, tak ani potom nebude úspora výrazná. Kabely se nedimenzují pouze na přenášený výkon, ale také na dovolený úbytek napětí a s ohledem na bezpečnost také na hodnotu impedanční smyčky.

Svítidla LED umožňují využití fotovoltaiky. Ale ještě řadu let půjde především o experimentální instalace. Je otázkou, kterou zde nechceme rozebírat, zda výrazné (v tomto případě lze říci – úplné) úspory na kabeláži uhradí nemalé náklady na zřízení a provoz alternativního zdroje elektrické energie.

## **Vysoká životnost**

Pro stanovení doby života světelných zdrojů se provádějí zkrácené testy, které jsou dopracovány pomocí matematických modelů. Skutečnou životnost lze zjistit pouze praxí. Ta není u LED zatím dostatečně dlouhá. A jen připomínáme, že hodnoty uváděné obchodníky jsou hodnoty laboratorní a v praxi naprosto nereálné.

## **Možnost regulace**

LED lze mnohem lépe regulovat než výbojky. Výhoda prakticky okamžité reakce se však ve VO sotva uplatní. Ale zcela jistě lze této vlastnosti využít k dynamickým změnám při výtvarném nebo architektonickém osvětlování.

## **Možnost okamžité náhrady za stávající svítidla**

Toto tvrzení neplatí ani pro záměnu svítidel se stejným světelným zdrojem. Ukázáno to bylo v již vzpomenutém textu [3]. Aby bylo možné zaměnit jedno svítidlo jiným, pak to nahrazující musí zajistit přinejmenším stejně kvalitní osvětlení jako svítidlo původní. To lze prokázat pouze kvalifikovaným světelně technickým návrhem.

## **„Zelené“ energetické zařízení**

Porovnáním spotřeb rovnocenných náhrad zjistíme, že zatím jsou příkony svítidel LED vyšší než klasických. Jsou tedy v tomto smyslu v současnosti neekologické. Zda je LED ekologičtější v nakládání s nežádoucími látkami, ať už při výrobě nebo při likvidaci, neumíme posoudit. Není to vyloučeno.

## **Obrovská úspora servisních nákladů...**

... není třeba žádný servis. Každé elektrické zařízení je nutné podrobit pravidelným revizím a porevizním opravám (viz ČSN 36 15 00). Jedinou oblastí pro snížení nákladů na opravy veřejného osvětlení tak zůstává operativní údržba a to konkrétně výměna světelných zdrojů případně komponentů v předřadníku svítidla. Úspora možná nastane, ale sotva bude „obrovská“. U některých LED svítidel je totiž možnost výměny nesvítící diody pouze servisní firmou (do měsíce... pravil jeden dodavatel) – pak sotva dojde k nějakým úsporám.

## **Navrácení investic**

Pro porovnání obou variant (výbojkové a LED svítidlo) jsou v grafu č.4 zobrazeny náklady na pořízení svítidla (sodíkové svítidlo 3500,-Kč, LED svítidlo 13500,-Kč), provoz (uvažována pouze 4letá výměna výbojek včetně 15% poruchovosti) i el.energie. Pouhým porovnáním je zřejmé, že v současné době nemůže být zatím LED svítidlo ekonomičtější než klasické sodíkové svítidlo a to především díky vysoké pořizovací ceně. O ekonomické návratnosti ani nemluvě.

## **Závěr**

Autoři tohoto příspěvku jsou přesvědčeni, že svítidla s LED jsou světelné zdroje budoucnosti.

Jistě bude dosaženo vynikajících měrných světelných výkonů nejen v laboratořích.

Jistě se podaří zpracovat světelný tok vyzařovaný LED tak, aby se co nejučelněji využil. V této souvislosti není bez zajímavosti, že renomované firmy opustily tradiční tvar svítidel a jdou cestou novou. Vkládat LED do stávajících svítidel připomíná počátky automobilismu, kdy základem automobilu byl kočár původně určený pro koňské spřežení. Nový světelný zdroj vyžaduje nová řešení v konstrukci svítidel.

Jistě se využije i dalších příznivých vlastností nového světelného zdroje, možnosti jej dynamicky regulovat, předpokládané dlouhé době života, neskutečné možnosti při výtvarném řešení světelných prvků.

Vše je však otázkou budoucnosti. Možná v některých případech kratší než doby, která uplyne mezi dopsáním tohoto textu a jeho publikováním. Možná několik měsíců, ale spíše roků. Co ještě chybí k tomu, aby byly plnohodnotnými světelnými zdroji jsme se pokusili ukázat v předešlých řádcích.

## Jak postupovat

Pokud zvažujete zřízení veřejného osvětlení se svítidly LED, pak se přidržíte následujících bodů:

Jak dlouho působí obchodník na trhu v oblasti veřejného osvětlení. Pokud méně jak dva, tři roky, pak jde nejspíš o zlatokopa. Nechte si od něj předložit reference, jeďte se na taková místa podívat, sami si udělejte úsudek o tom, zde je to ono, poptejte se místních na jejich zkušenosti.

Bude-li obchodník mluvit o pouličních lampách, sodíkových žárovkách, výkonu LED diod v luxech, uniformitě osvětlení... pak vězte, že mluvíte s člověkem, který nabízí něco, o čem nemá potuchy.

Nechte si předložit ekonomické vyhodnocení navrhované soustavy. To si prověřte. Obratě se na odborníky z oboru, pomoci vám mohou nezávislé společnosti jako je Společnost pro rozvoj veřejného osvětlení, Česká společnost pro osvětlování. Obratě se na znalce, který ze zákona musí podat nestranné stanovisko.

Bude-li vám nabídnuto svítidlo s nižším příkonem než stávající, pak je pravděpodobně něco v nepořádku. Jak bylo uvedeno v předešlém textu, je to fyzikálně nemožné. Jde o mnohatisícovou investici, nechte si od jiné firmy předložit nabídku na řešení s klasickými světelnými zdroji. Pravděpodobně budete překvapeni, že klasická soustava je levnější a méně energeticky náročná. Srovnávejte srovnatelné. Obě řešení musí zajistit stejnou kvalitu, nejlépe lepší než stávající osvětlení.

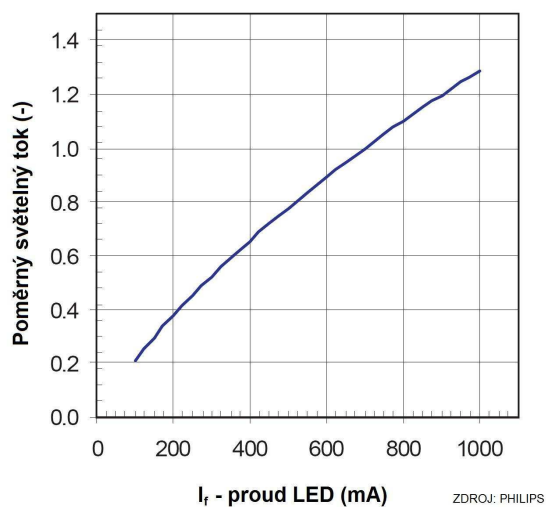
Vyvarujte se výrobkům „garážových firem“. Mezi jejich běžné praktiky se řadí použití výrobků renomovaného výrobce, vyjmutí „vnitřností“ a jejich nahrazení LED modulem. Požádejte o prohlášení o shodě, které je pro svítidlo LED, nikoli pro původní výbojkové. Ověřte si pravost protokolů na základě nichž bylo prohlášení vydáno. Často se jedná o falza.

Jak lze provádět výměnu jednotlivých LED. Životnost není nekonečná, střízlivá hodnota je v současné době kolem dvaceti tisíc hodin. Co pak? Pokud prodejce prohlašuje, že sto tisíc hodin, tak máte opět co dočinění s pochybnou existencí. Kdo je výrobcem vlastních čipů, jsou to renomované firmy (Lumileds, Cree, Nichia, apod.)?

A to nejdůležitější nakonec. Požadujte předložení světelně technického návrhu kvalifikovaným technikem. Požadujte předložení fotometrických dat svítidel – tzv. eulumdat. Jen tak máte možnost zadat výpočet nezávislému technikovi. Eulumdata mají seriózní výrobci veřejně přístupná ve svých internetových prezentacích. Pokud vám dodavatel bude tvrdit, že tato data jsou jeho „know how“, tak reagujte jediným způsobem – ukončete s ním jednání. Protože když je nechce poskytnout, tak je vysvětlení velice prosté – dobře ví, že výpočet prokáže nepoužitelnost jím nabízeného řešení (to je i případ soustavy z obr. 1).

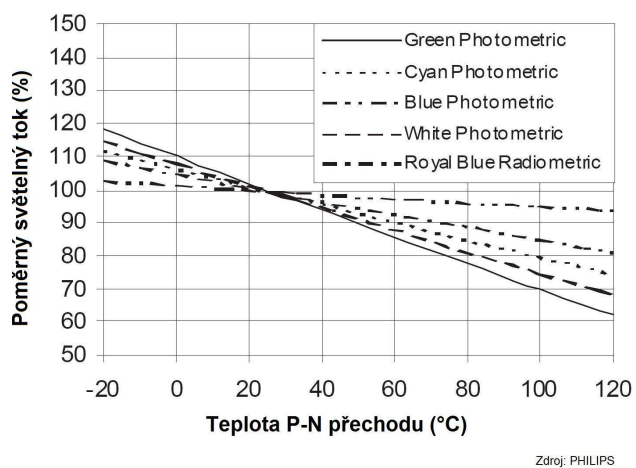
A opět připomínáme – máte možnost požádat o pomoc nezávislé společnosti.

### Závislost světelného toku na proudu

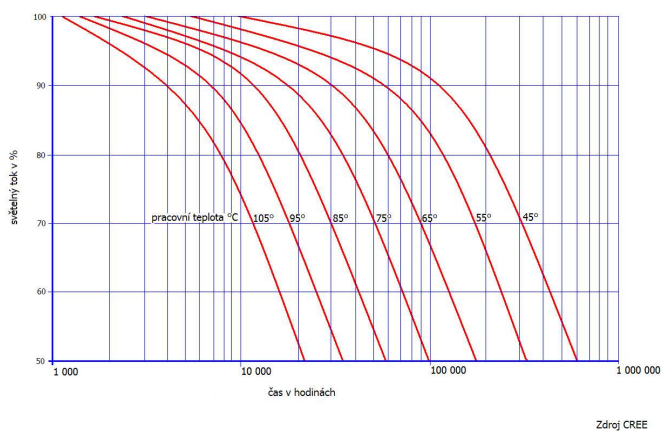


• Graf 1 - Závislost světelného toku na proudu LED

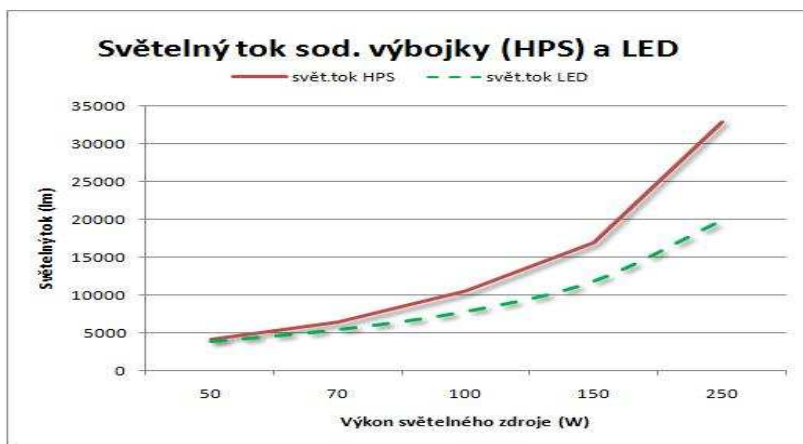
### Závislost světelného toku na teplotě P-N



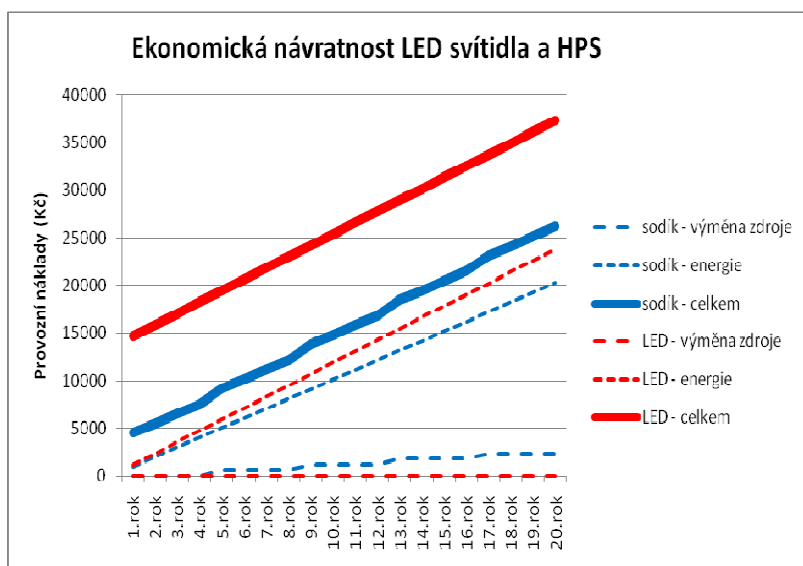
• Graf 2 - Závislost světelného toku na teplotě LED



• Graf 3 - Závislost životnosti a teploty LED



• Graf 4 - Světelný tok LED a vysokotlaké sodíkové výbojky



• Graf 5 - Porovnání investičních a provozních nákladů LED svítidla a HPS





- Obrázek 35 - Osvětlovací soustava LED – udržovaná osvětlenost je cca 3,5 luxu; minimální 0,2 lx, tomu odpovídá rovnoměrnost 0,06 (pro připomenutí – nejméně náročná třída CE5 požaduje  $\bar{E}_m=7.5$  lx a rovnoměrnost 0.4)



• Obrázek 36 - Představitelé vybraných LED svítidel

### **Literatura a odkazy**

- [1] Materiály společnosti CREE – XLamp XR-E LED
- [2] Materiály společnosti OSRAM - Golden DRAGON Plus
- [3] Maixner, T. - K výběru svítidel pro osvětlení komunikací Světlo 2009/02

# ENERGETICKÉ ÚSPORY A SVĚTELNÉ ZDROJE

Martin Marek,  
LUXART, s.r.o. Blučina

V dnešní době, kdy se téměř každý jedinec na této planetě musí zamyslet nad otázkou, jakým způsobem minimalizovat energetickou náročnost svého každodenního působení, a tím pádem eliminovat i svůj negativní dopad na životní prostředí, se zde objevuje poměrně elegantní řešení, jak se tímto problémem alespoň částečně vypořádat.

Světlo v jakékoliv podobě, ať již přirozené – sluneční záření nebo umělé – osvětlovací tělesa, člověk ke svému životu nezbytně potřebuje. Jelikož lidské možnosti, jak „poručit“ dennímu osvětlení jsou stále ještě omezeny rozsahem, jestli zatáhneme rolety a žaluzie, či nikoliv, u umělého osvětlení je tomu právě naopak. Zde je lidský jedinec neomezeným pánem nejen nad spínačem, kterým se osvětlovací soustava uvádí do činnosti, ale zejména nad návrhem a samotnou realizací osvětlovací soustavy, která nejen odpovídá hygienickým požadavkům, ale je i optimálně navržena s ohledem na energetickou náročnost, což úzce souvisí s ekologickými trendy současného pohledu na svět.

Z dostupných informací totiž vyplývá, že výdaje za elektrickou energii, jsou po mzdách, druhou nejvýznamnější položkou firemních nákladů. Vzhledem k tomu, že snižování nákladů na materiál, mzdy apod. by mohlo ohrozit výslednou kvalitu produktu (služby), je úspora energie ještě relativně snadnou cestou k jejich snížení a ke zvýšení konkurenceschopnosti, ale současně i jasným signálem, že náš pohled je směřován i do budoucna a není omezen jen krátkodobým pohledem na okamžitý zisk. Jednou z možností, jak dosáhnout snížení nákladů na provoz osvětlovacích soustav, je použití vhodných energeticky úsporných světelných zdrojů.

Z porovnání světelně-technických parametrů běžně používaných světelných zdrojů – tj. klasických lineárních zářivek, klasických halogenidových výbojek a energeticky úsporných halogenidových výbojek vyplývá závěr, že významných úspor elektrické energie lze dosáhnout použitím posledně jmenovaných světelných zdrojů. A právě zde se nabízí nové možnosti, jak s ohledem na požadovaný světelný výkon osvětlovací soustavy docílit její nižší energetické náročnosti a tím pádem dosáhnout i výrazných finančních úspor a v neposlední řadě i snížit množství produkovaných emisí, které jsou k jejím provozem spojeny.

## Historie

Fyzikální laboratoře Dr. Scott Anderson (Ohio, USA) se od prvopočátku zabývaly experimentálním výzkumem v oblasti molekulární fyziky. V roce 1944 byly transformovány na společnost APL Engineered Materials. V průběhu šedesátých let dvacátého století se tato společnost zaměřila na výzkum a výrobu vysoce čistých anhydrovaných jodidů v přesně definovaných dávkách určených pro výrobu výbojových světelných zdrojů, na jejich vysokorychlostní a přesné dávkování při vlastní výrobě a dále na čištění halogenidů alkalických kovů. Výzkum a výroba postupně zasáhly do oboru materiálů pro výrobu sodíkových výbojek (amalgámy sodíku), rtuťových výbojek (amalgámy zinku) a halogenidových výbojek (Na/Sc).

Vznik společnosti Venture Lighting International (Solon, Ohio, USA) spadá do roku 1983, kdy se po šestnácti letech strávených ve společnosti General Electric, u které se věnoval vývoji a výrobě halogenidových výbojek, rozhodl pan Wayne Hellman, spolu se svými kolegy, že se vydají svou vlastní cestou.

## Současnost

Pod společnou hlavičkou ADLT – Advancet Lightign Company je nyní firma Venture Lifting International spojena se společností APL Engineered Materials. V současné době ovládá více než 90 % celosvětového trhu s halogenidovými výbojkami. Za posledních deset let vyvinula více než 50 % halogenidových výbojek, vyráběných konkurenčními společnostmi, právě firma Venture Lighting International a APL Engineered Materials. Tradice a zkušenosti z výzkumu a výroby těchto výbojek umožňují firmě Venture Lighting International vyrábět výbojky s výbornými světelně-technickými parametry, jako jsou např.:

- hodnoty světelného toku až 50 000 lm (450 W)
- -velmi pozvolná změna vlastností výbojky v průběhu života (pokles světelného toku, stálost teploty chromatičnosti a indexu podání barev atd.)
- střední doba života 15 000 až 20 000 h (u speciálních typů až 30 000 h)
- rozptyl teplot chromatičnosti každého jednotlivého výrobku dané typové řady maximálně  $\pm 150$  K atd.

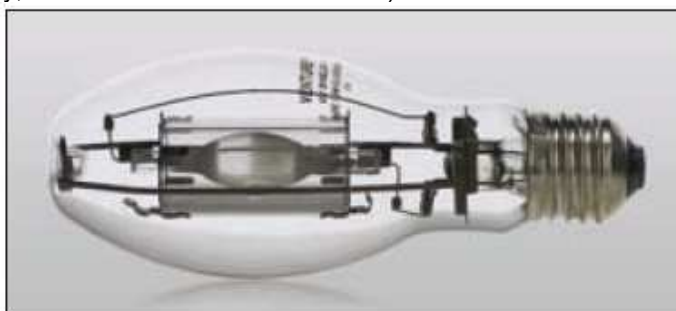
## Řešení energetické úspory pomocí světelného zdroje

Jednou z nejzajímavějších položek, o kterých zde bude podrobnější zmínka, jsou výbojky z části sortimentu Uni-Form® Pulse Start. Prvním zástupcem je řada Energy Saving – 200/350 W. Nejdůležitější parametry výbojek této řady, uvedené v tab. 1, jsou totiž srovnatelné s parametry běžných halogenidových výbojek 250 a 400 W. Ovšem jejich použitím se významně snižuje spotřeba elektrické energie – a to až o 20 %.

Tab. 1. Porovnání technických parametrů halogenidových výbojek

Ukazatel		Úsporná výbojka 200 W		Výbojka 250 W	
		čirá	opalizovaná	čirá	opalizovaná
světelný tok	lm	21 000	20 000	21 000	20 000
střední doba života	h	15 000	15 000	10 000	10 000
náhradní teplota chromatičnosti	K	4 000	3 700	4 000	3 700
index podání barev $R_a$	-	65	70	65	70
příkon s předřadníkem	W	217		280	
Ukazatel		Úsporná výbojka 350 W		Výbojka 400 W	
		čirá	opalizovaná	čirá	opalizovaná
světelný tok	lm	37 000	35 000	40 000	37 000
střední doba života	h	20 000	20 000	15 000	15 000
náhradní teplota chromatičnosti	K	4 000	3 700	4 000	3 700
index podání barev $R_a$	-	65	70	65	70
příkon s předřadníkem	W	374		430	

Druhým zástupcem jsou výbojky High Performance. Tyto výbojky se vyznačují extrémně vysokým světelným tokem (až 25 000 lm/250 W, resp. 100 lm/W, a 44 000 lm/400 W, resp. 110 lm/W) a dlouhou střední dobou života (15 000 h/250 W, 20 000 h/400 W). V tomto případě je možné redukovat počet svítidel, a tím také snížit náklady na provoz osvětlovací soustavy. Samozřejmostí je jejich nabídka v celé škále provedení, tzn. trubkové čiré nebo elipsoidní čiré, popř. s povrstvenou baňkou. Navíc není opomenuta ani bezpečnost díky speciálně vyvinutému krytu hořáku. Je tedy možné volit mezi výbojkami pro uzavřená svítidla (svítidla s krytem světelně činné části) a výbojkami pro otevřená svítidla (bez krytu světelně činné části) – **obr. 1 a obr. 2**. V této souvislosti je třeba zmínit skutečnost, že v USA a Kanadě je tato konstrukce s vnitřním ochranným válcem jediná uznávaná a není přípustné použít jiné varianty pro otevřená svítidla (např. použití teflonového pokrytí baňky, které vlivem UV záření křehne).



Obr. 1. Výbojka pro otevřená svítidla – detail ochranného válce



Obr. 2. Výbojka pro otevřená svítidla – funkčnost ochranného válce při destrukci hořáku výbojky v praxi

## Praxe – Modelový příklad

Za modelový příklad byl zvolen prostor o rozměrech 20 × 40 m, s výškou stropu 6 m a s požadovanou intenzitou osvětlení 500 lx. Provoz osvětlovací soustavy byl stanoven na 10 h denně, 250 dnů za rok. Světelný tok použitého zdroje je 20 000 lm, udržovací činitel má hodnotu 0,67.

Výpočet osvětlení byl proveden s těmito výsledky:

- udržovaná osvětlenost  $\bar{E}_m$  538 lx
- celkový počet svítidel 30 ks

Při porovnání příkonu osvětlovacích soustav se světelnými zdroji 200W a 250W nám zcela jasně vyplývá, že veškeré výhody stojí na straně světelných zdrojů Energy Saving, viz tab. 2.

<b>200W X 250W</b>		<b>200W</b>	<b>250W</b>
počet světelných bodů	[ - ]	<b>30</b>	
cena 1 kWh	[ Kč ]	<b>2,80 Kč</b>	
příkon svítidla	[ kW ]	<b>0,22</b>	<b>0,28</b>
celkový příkon svítidel	[ kW ]	<b>6,60</b>	<b>8,40</b>
provozní doba - hodiny/den	[ h. ]	<b>10,00</b>	
provozní doba - dny/rok	[ dny ]	<b>250,00</b>	
Spotřeba kWh	[ kWh ]	<b>16 500,00</b>	<b>21 000,00</b>
Spotřeba CZK	[ Kč ]	<b>46 200,00 Kč</b>	<b>58 800,00 Kč</b>
<b>Výčíslení úspor 200W vs. 250W</b>	[ Kč ]	<b>12 600,00 Kč</b>	
<b>Ochrana životního prostředí (kg CO<sub>2</sub>/kWh)</b>	<b>[t/rok]</b>	<b>0,01t</b>	<b>0,02t</b>

## Řešení energetické úspory pomocí předřadného přístroje

Dalším způsobem, jakým docílit úspory elektrické energie, je použití elektronického předřadného přístroje VENTRONIC, který má, oproti konvečnímu indukčnímu předřadníku, jen minimální odběr elektrické energie. Jelikož konveční indukční předřadník je vlastně dalším spotřebičem elektrické energie, vzniká nám tak provozem svítidla odběr nejen samotným světelným zdrojem, což si uvědomuje každý, ale také předřadným přístrojem, což zůstává častokrát opomíjeno.

Zde jsou pro názornost uvedeny hodnoty celkového příkonu (VA) naměřené v běžně používaných svítidlech, která jsou vybavena indukčními předřadníky a svítidly, která jsou osazena elektronickými předřadnými přístroji VENTRONIC:

Typ zdroje	Příkon svítidla indukční předřadník	Typ zdroje	Příkon svítidla s EP VENTRONIC
MH 70W	87 VA	MH 70	79 VA
MH 100W	140 VA	MH 100W	110 VA
MH 150W	182 VA	MH 150W	161 VA
MH 200W	256 VA	MH 200W	216 VA
MH 250W	319 VA	MH 250W	270 VA
MH 350W	428 VA	MH 350W	378 VA
MH 400W	487 VA	MH 400W	432 VA

Z uvedených údajů je patrné, že při využití elektronických předřadníků VENTRONIC pro výbojková svítidla, lze dosáhnout poměrně zajímavých výsledků při úspoře elektrické energie a tím i vynaložených nákladech na provoz osvětlovací soustavy. Další, neméně významnou vlastností elektronického předřadníku, je tzv. „měkký“ start světelného zdroje, čímž se výrazně prodlužuje jeho životnost, což nám opět přináší finanční úsporu spojenou s provozem osvětlovací soustavy.

Z technického hlediska, patří mezi poměrně zajímavé údaje, rozsah pracovního napětí 185 – 254V, při kterém si světelný zdroj zachovává 100% světelný výkon. Taktéž možnost, že samotný VENTRONIC lze osadit ve vzdálenosti až 30m od samotného svítidla, nám poskytuje další možnosti aplikací, např. v provozech s extrémními teplotami, bez mechanických a zvukových vibrací apod.

Další z možností elektronických předřadníků VENTRONIC jak snížit provozní náklady na energii, je využití regulovatelných předřadníků:

- VENTRONIC WiMAC inteligentní elektronické předřadníky ( hodnoty regulace 100/75/50/0%)
- VENTRONIC PN předprogramované elektronické předřadníky ( hodnoty regulace 100/68%)
- VENTRONIC SD regulovatelné elektronické předřadníky ( hodnoty regulace 100/50%)

Využití těchto regulovatelných elektronických předřadníků spadá zejména do oblasti veřejného osvětlení, kde nám umožňují regulaci intenzity osvětlenosti komunikací a veřejných prostranství v době, kdy nejsou natolik využívána chodci, cyklisty a motorovými vozidly. Takto vyzbrojená svítidla je pak vhodné provozovat v systému řízení a monitoringu veřejného osvětlení např. HARVARD Engineering PLC, který pak ještě více zefektivňuje provoz a tím i vynaložené investice do provozování osvětlovacích soustav (funkčnost svítidel a světelných zdrojů, možnost nezávislého ovládání jednotlivých světelných bodů apod.) .



## Závěr

Z výše uvedených informací je patrné, že otázku úspor elektrické energie a tím i ekonomické návratnosti celé soustavy, je potřeba řešit již na začátku celého projektu. Vhodným výběrem svítidel a světelných zdrojů lze dosáhnout poměrně solidních výsledků, nejen co se týče vynaložených finančních prostředků, ale i nezanedbatelného přínosu pro životní prostředí.

# Napájení venkovního osvětlení z hybridních systémů obnovitelných zdrojů

Doc. Ing. Stanislav Mišák, Ph.D.

VŠB- TU Ostrava, FEI, stanislav.misak@vsb.cz

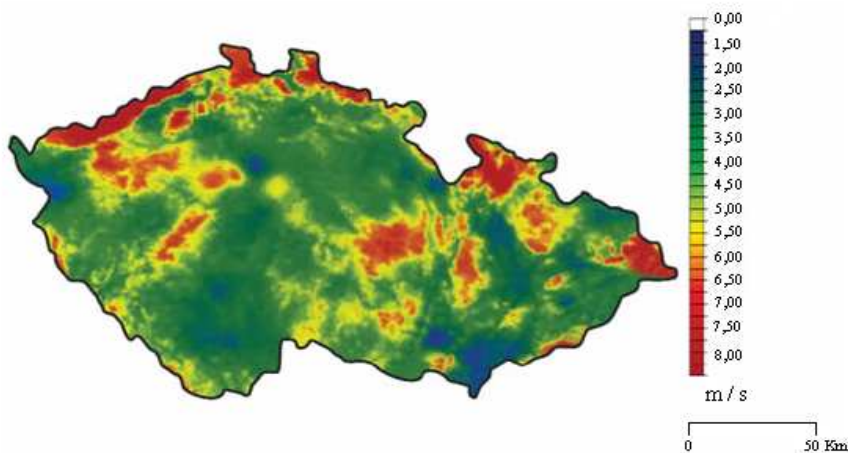
Abstrakt: v rámci příspěvku je představena možnost využití hybridního systému napájení, tedy kombinace větrné elektrárny a fotovoltaického systému, pro napájení osvětlovací soustavy.

## Úvod

V posledních letech je velký důraz kladen na rozvoj obnovitelných zdrojů elektrické energie, které patří mezi zdroje ekologické s minimálním dopadem jejich provozu na životní prostředí. V době, kdy je taktéž velká pozornost věnována otázce energetické nezávislosti jednotlivých států, dostává se do popředí i využití dříve energeticky minoritních obnovitelných zdrojů elektrické energie, jejichž nasazení v jednotlivých lokalitách se předpokládá v již nezanedbatelném poměru k celkové produkci elektrické energie. Mezi nejdynamičtější se rozvíjející obnovitelné zdroje elektrické energie bezesporu patří větrné elektrárny a fotovoltaické systémy, které jsou využívány k výrobě elektrické energie pro různé napěťové i výkonové hladiny.

## Podmínky ČR pro výstavbu větrných elektráren a fotovoltaických systémů

V České republice nejsou v porovnání s Nizozemím či Německem tak ideální větrné podmínky, nicméně jsou zde lokality, které jsou pro výstavbu větrných elektráren vhodné (viz. obr. 1). Avšak počet lokalit vhodných pro výstavbu větrných elektráren, respektive farem větrných elektráren, není nekonečný. S ohledem na současný stav je možno říci, že v ČR budou v blízké době téměř vyčerpány kvóty pro realizační záměry výstavby větrných elektráren. A to i přesto, že díky využití moderních řídicích systémů větrných elektráren s frekvenčními měniči, není pro volbu lokality větrné elektrárny prioritou velká nadmořská výška, ale je možné využívat i lokality nížinaté.

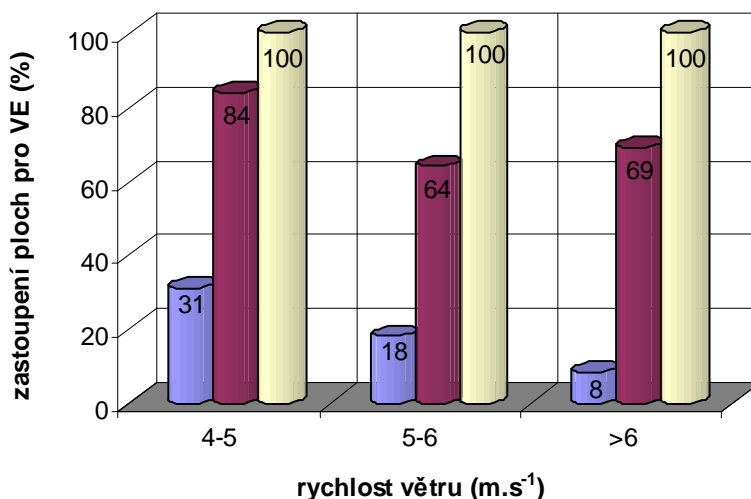


• obrázek 37 Větrný atlas ČR [3]

Na obr. 2 je graficky znázorněno možné využití území ČR pro výstavbu větrných elektráren s rozdělením lokalit podle průměrné rychlosti větrného proudění. Pokud je tedy uvažována ideální lokalita s průměrnou rychlostí větru nad  $6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , jedná se o plochu  $1269 \text{ km}^2$ , což činí pouze 1,6% z celkového území ČR. Z celkové plochy je dále nezbytné vyčlenit oblasti, které nejsou vhodné pro výstavbu větrných elektráren, tedy oblasti přírodně chráněných a zalesněných ploch. Zbývající vymezená oblast pak tvoří 0,14% celkové plochy ČR a cca 8% plochy s průměrnou rychlostí nad  $6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .



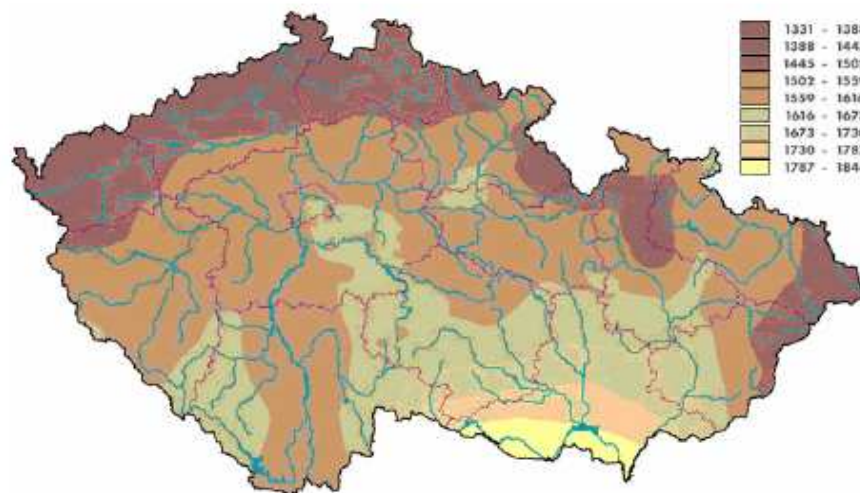
100% ≈ 23060 km<sup>2</sup> 100% ≈ 4298 km<sup>2</sup> 100% ≈ 1269 km<sup>2</sup>



- 100% ≈ Celková plocha s danou rychlostí větru
- Využitelná plocha pro výstavbu VTE mimo národní parky (%)
- Využitelná plocha pro výstavbu VTE mimo národní parky a zalesněné prostory (%)

• obrázek 38 Zastoupení ploch pro výstavbu větrných elektráren na území ČR.

Pokud bychom analyzovali podmínky pro provoz fotovoltaických systémů na území ČR, je možné využít mapu slunečního záření, kde je pro jednu variantu této mapy uvedena roční průměrná doba slunečního záření, viz. obrázek 3. Z obrázku je zřejmé, že pro provoz fotovoltaických systémů jsou nejvhodnější lokality na jižní Moravě s intervalem slunečního záření vyšším než 1800 hodin ročně.



• obrázek 39 Roční průměrná doba slunečního záření (h) [3].

### **Systémy řízení větrných elektráren a fotovoltaických systémů**

Jak již bylo v zmíněno v úvodní části, větrné elektrárny a fotovoltaické systémy se používají pro různé výkonové a napěťové hladiny. V podstatě je možné systémy řízení pro zmíněné obnovitelné zdroje elektrické energie rozdělit následovně:

- systémy s paralelní spoluprací s elektrizační soustavou,
- ostrovní systémy,
- hybridní ostrovní systémy [1].

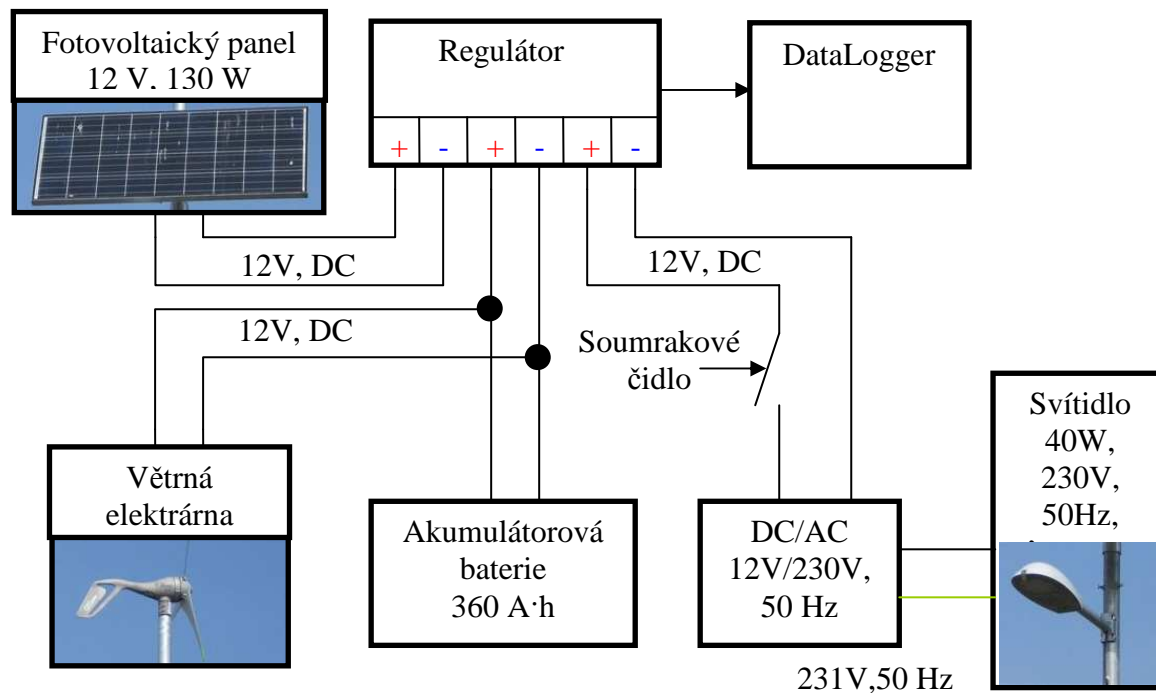
První ze zmíněného členění je systém určený pro elektrárny vyšších výkonů. Systémy připojené na síť jsou zpravidla budovány na rodinných domech, průmyslových objektech či farmách, přičemž energie vyrobená systémem je buďto spotřebována přímo v daném objektu a případné přebytky jsou prodány do distribuční sítě, nebo je systém určen výhradně k výrobě a dodávání za výkupní cenu do distribuční sítě, tedy bez žádné vlastní spotřeby v místě instalace. Pokud je elektrická energie vyrobena například fotovoltaickým systémem a je spotřebována přímo tam, kde je vyrobena, ušetří investor cenu energie, kterou by musel jinak nakoupit a za tuto energii navíc inkasuje od distributora tzv. zelený bonus - systémy s vlastní spotřebou jsou tedy vůbec nejvýhodnější možnou investicí.

Ostrovní systémy jsou využity v případech, kdy není možnost využívat elektrickou energii dodávanou z distribuční sítě. Taková situace obvykle nastává na odlehlých chatách a chalupách, zahradních domcích, karavanech, přívěsech, houseboatech, jachtách, případně v odlehlých průmyslových objektech a podobně. Na těchto místech obvykle požadujeme komfort domova v podobě možnosti poslouchat rádio, sledovat televizi nebo uložit si netrvanlivé potraviny do ledničky, případně potřebujeme elektrickou energii k pohonu nějakého zařízení, například čerpadla nebo zavlažování. Vybudování elektrické přípojky nemusí být vždy možné, jelikož náklady na pořízení přípojky nebudou únosné či dostatečně odpovídající případnému užítku.

V současné době jsou populární systémy s kombinací několika zdrojů elektrické energie, tzv. hybridní systémy. Hybridní ostrovní systémy se používají tam, kde je nutný celoroční provoz a kde je občas používáno zařízení s vysokým příkonem. V zimních měsících v případě použití fotovoltaického systému se získává podstatně méně elektrické energie než v letních měsících. Proto je nutné tyto systémy navrhovat na zimní provoz, což má za následek zvýšení instalovaného výkonu systému a podstatně zvýšení pořizovacích nákladů. Výhodnější alternativou proto je rozšíření systému doplňkovým zdrojem elektřiny, který pokryje potřebu elektrické energie v obdobích s nedostatečným slunečním svitem a při provozu zařízení s vysokým příkonem. Takovým zdrojem může být větrná elektrárna, elektrocentrála, kogenerační jednotka apod.

### Hybridní systém řízení pro napájení osvětlovací soustavy

Hybridní systémy řízení je možné s ohledem na kombinaci několika nezávislých zdrojů využít pro výrobu elektrické energie a následnou spotřebu pro různé druhy zátěže. Na Vysoké škole báňské bylo v rámci projektu „Zelená energie – Osvětová činnost v oblasti využití obnovitelných zdrojů energie pro napájení svítidel veřejného osvětlení“ sestaveno testovací pracoviště s fotovoltaickou a větrnou elektrárnou za účelem napájení osvětlovací soustavy. Blokové schéma zmíněného hybridního systému je na obrázku 4 [2].

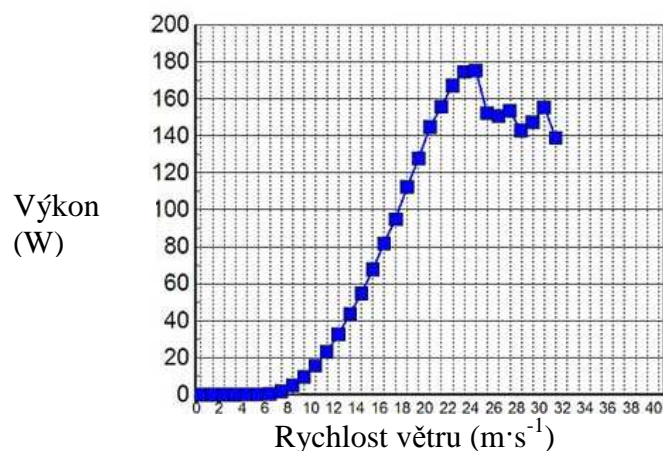


• obrázek 40 Hybridní systém řízení pro napájení osvětlovací soustavy.

Hybridní systém je tvořen větrnou elektrárnou se stejnosměrným dynamem s výkonem 130W a výstupním

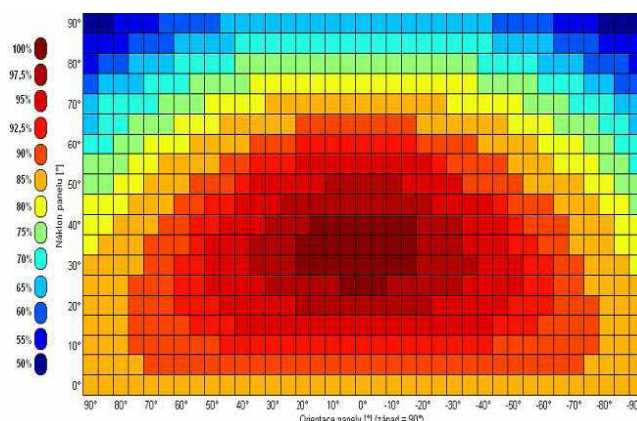


napětím 12V, který spolu s fotovoltaickým panelem 200 Wp, 12 V, nabíjí akumulátor s celkovou kapacitou 360 A·h. Tok výkonu je pro optimální zatížení akumulátorové baterie řízen pomocí regulátoru. Výstup z regulátoru je přiveden na střídač 12V DC/230 V AC pro napájení svítidla s LED světelným zdrojem 40 W, přičemž samotné sepnutí svítidla je realizováno na základě signálu ze soumrakového čidla.



• obrázek 41 Výkonová křivka větrné elektrárny.

Výkon z větrné elektrárny je definován pro danou rychlost větru dle výkonové křivky na obrázku 5. Výkon je pro vyšší rychlosti větru (cca nad  $22 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) omezen řídicím systémem, tak aby nedošlo k mechanickému poškození větrného motoru elektrárny a taktéž k proudovému přetížení silové části obvodu řídicího systému.



• obrázek 42 Využitelnost slunečního záření v závislosti na směrové orientaci fotovoltaického panelu.

Panel fotovoltaického systému byl nasměrován na jižní stranu s náklonem  $35^\circ$  pro získání maximální účinnosti přeměny energie slunečního záření na energii elektrickou. Příklad využitelnosti slunečního záření v závislosti na orientaci fotovoltaického panelu je uveden na obrázku 6.

## Závěr

V rámci příspěvku je stručně uveden popis základních systémů řízení pro dva nejdynamičtější se rozvíjející obnovitelné zdroje elektrické energie, a to větrné elektrárny a fotovoltaické systémy. Pozornost je věnována především hybridnímu systému řízení, který byl taktéž nově vybudován na VŠB-TU Ostrava za podpory projektu „Zelená energie – Osvětová činnost v oblasti využití obnovitelných zdrojů energie pro napájení svítidel veřejného osvětlení“. Systém je fázi optimalizace chodu, do budoucna je počítáno s podrobnou analýzou toku výkonu a energetickou náročností systému v rámci dlouhodobého testování.

## Literatura a odkazy

- [1] Solareni – sluneční elektrárny, dostupné z <http://www.solareni.cz/show.php?ida=4&ids=3&par=>
- [2] <http://www.alter-eko.cz/index.php?page=uvod>
- [3] EkoWATT přední česká poradenská společnost v oblasti energetiky, ekonomiky a životního prostředí. [cit. 22. prosince 2008] Dostupné z URL: <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-vetru>

# **Novela nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci**

Pavla Motyčková

Oblasti, které se navrhuje novelizovat splňují základní požadavky na jejich aplikaci v praxi, avšak jejich vyjádření se jeví částečně jako vysoce odborné, což pro zaměstnavatele, kterým je určeno působí určité problémy. To se týká zejména problematiky posuzování zátěže teplem na pracovišti a její eliminace pomocí stanovení kratší pracovní doby a pracovního úkonu, souběžně pak i problematiky poskytování ochranného nápoje z důvodu tepelné zátěže, jehož nárok je třeba prokazovat.

Co se týká oblasti prokazování míry tepelné zátěže pro účely poskytování ochranného nápoje, stávající právní úprava výslovně pro uzavřená pracoviště stanoví jediné kritérium, a to zjištění úrovně operativní teploty, která se vypočítává ze naměřených ukazatelů. Přestože tento princip je odborně správný, pro účely poskytování ochranného nápoje je poněkud těžkopádný, neboť není reálné při přetrvávajících teplotních podmínkách každodenně provádět požadovaná měření, pakliže tato mohou navíc provádět jen akreditovaná pracoviště a je logické, že při početním zastoupení takto exponovaných míst, není ani reálné toto měření kapacitně zajistit.

Je sice možné i v současné době, aby si zaměstnavatel orientačně teploměrem s běžným tepelným čidlem ověřil teplotu na pracovišti, avšak toto měření může použít jen tehdy, byla-li již na něm stanovena operativní teplota na základě provedeného měření a současně mezi tím nedošlo ke změně podmínek práce. Tento způsob je vnímán kladně na těch pracovištích, kde je výskyt tepelné složky celoroční, a kde se tato měření a stanovení operativní teploty provádí více méně automaticky.

Jiný problém však vzniká na pracovištích, kde taková tepelná složka není celoročně přítomna a vliv tepelné zátěže se v podstatě redukuje jen na teplé období roku. Přestože zákon č. 309/2006 Sb. v § 7 stanoví zaměstnavateli podmínku, aby v případě, že nelze překročení nejvyšších přípustných hodnot rizikových faktorů vyloučit omezovat jejich působení technickými, technologickými a jinými opatřeními, kterými jsou zejména úprava pracovních podmínek, doba výkonu práce, zřízení kontrolovaných pásem, používání vhodných osobních ochranných pracovních prostředků nebo poskytování ochranných nápojů, nezmiňuje povinnost upravit samotnou stavbu, tzn. zajistit izolaci proti teplu. Proto i nařízení vlády tuto skutečnost akceptovalo a akceptuje a řeší možnosti opatření ke snížení míry rizika zátěže teplem formou zkrácení pracovní doby a poskytováním ochranného nápoje.

Z těchto důvodů se proto navrhuje, aby bylo odděleno zjišťování limitní teploty pro účely dlouhodobě a krátkodobě únosné doby práce a pro teplotní minima a maxima na pracovišti po celý kalendářní rok od zjišťování okamžité teploty na pracovišti, pro účely poskytování ochranného nápoje.

S výše uvedenými úpravami souvisí i úprava definice resp. kritérií ochranného nápoje poskytovaného při zátěži teplem, která reaguje na skutečnost, že původně užitá kritérium - obsah pevných rozpuštěných látek, který byl uváděn na etiketě jako povinný se na základě změny vyhlášky 275/2004 Sb., vycházející ze směrnice Rady 80/777/EHS o sblížení právních předpisů členských států týkajících se využívání a prodeje přírodních minerálních vod již uvádět nemusí a tato ani nenabízí možnost jiného společného ukazatele, který by bylo možné pro účely jednoduché informace pro zaměstnavatele, použít. To, že je v zásadě kritériem ochranného nápoje chránícího před účinky tepelné zátěže právě obsah minerálních látek vychází z principu jeho ochranné funkce, kterou je mimo doplnění tekutin ztracených potem a dýcháním i doplnění o minerální látky, které člověk zejména při vyšší zátěži teplem spojené navíc s vyšší fyzickou zátěží, rovněž ztrácí.

Jelikož je nezbytné akceptovat nenavyšování administrativní zátěže zaměstnavatelů a ani jim neztěžovat jejich činnost, je nutné stanovit takový jednotný ukazatel, který by nenutil zaměstnavatele složitě zjišťovat výsledky rozboru a další údaje, ale naopak jim výběr ochranného nápoje maximálně ulehčil.

Z tohoto důvodu se navrhuje upravit ochranné nápoje tak, aby šlo primárně o přírodní minerální vody se střední mineralizací, které ovšem neslouží k léčebným účelům podle vyhlášky č. 421/2003 Sb., a protože existuje možnost doplnit jiné nápoje o minerální látky, lze i tyto považovat za ochranné, pokud objem minerálních látek bude stejný, jako u přírodní minerální vody. Změnou kritérií se také návrh musel zabývat podmínkami nároku na ochranný nápoj. Ty se stanoví jednotně, a to po splnění překročení hygienického limitu ztráty tekutin, tedy vyšší než 1,25 litru za osmihodinovou směnu, avšak se budou lišit v množství, neboť povinná 70% náhrada bude odlišná při ztrátě 1,25 litru, kdy bude činit cca 0,9 litru ochranného nápoje, od ztráty například 4 litry, kdy náhrada bude činit 2,8 litru.

Protože princip poskytování ochranného nápoje je v ČR dlouhodobým trendem a zejména u ztrát překračujících 2 litry za osmihodinovou směnu se většinou podávají minerální vody, nelze spatřovat v navrhované úpravě zásadních rozdílů.

Další oblast navrhovaná k úpravě zahrnuje celkovou fyzickou zátěž, lokální svalovou zátěž, pracovní polohy a ruční manipulaci s břemeny. Jmenované faktory jsou sice definovány podle ukazatelů a jsou pro ně stanoveny hygienické limity, avšak tyto v současnosti nařízení vlády váže na tzv. charakteristickou směnu, což v případě těchto faktorů se jeví jako obtížné. Charakteristická směna totiž vymezuje celoroční nebo časově vázaný standard, což v případě jmenovaných rizikových faktorů není možné aplikovat. U těch se musí směna stanovit tak, aby zohledňovala stále měnící se podmínky, které přímo vyplývají z charakteru dané práce, a proto je nutné takovou směnu definovat odlišně, a to jako směnu průměrnou. Rovněž tak se upřesní, že pouze u průměrných hygienických limitů lze tyto procentuálně navýšit za určitých podmínek, pokud půjde o směny delší než osmihodinové nebo o nerovnoměrně rozloženou pracovní dobu.

Návrh novely se doplňuje o stanovení frekvence čištění zdrojů osvětlení a frekvenci úklidu a malování pracovišť a sanitárních a pomocných zařízení, které v současné právní úpravě je částečně upraveno jen pro čištění zdrojů osvětlení, avšak jen odkazem na české technické normy, úklid a malování není v současné době upraveno vůbec. Tato úprava reaguje na fakt, že pouhé vyjádření pravidelnosti podle zákona č. 309/2006 Sb. nesplňuje jeho záměr, a to zajistit, aby na pracovištích a v dalších prostorách byla nejen udržována čistota obecně, ale aby ty zdroje, které mají bezprostřední negativní vliv na úroveň pracovního ovzduší jako je prach a chemické látky nebo vliv na požadovanou intenzitu osvětlení, byly včas eliminovány. Přestože se má za to, že běžný denní úklid je samozřejmostí, stejně tak, jako udržování čistoty stěn a stropů, ukazuje se v praxi, že ne vždy toto platí. Zdravotním hlediskem je pak možnost, že při absenci běžného úklidu nelze vyloučit zvýšené riziko výskytu infekčního onemocnění.

V případě posuzování kvality osvětlení se touto úpravou dále odstraní zejména zdlouhavé prokazování snížení míry intenzity osvětlení prostřednictvím měření v případech, kdy je oprávněná pochybnost o tom, že míra znečištění zdrojů osvětlení, ale také odrazových ploch k ní přispívá. V takových případech nese finanční náklady za toto měření zaměstnavatel, pakliže tato pochybnost byla prokázána. Stanovením ukazatelů znečištění a k nim přiřazených časových vymezení nejenže umožňuje zaměstnavateli stanovit si rozvrh těchto úkonů a včas zajistit jejich realizaci, ale zároveň omezí zmiňovaná měření na minimum.

Další navrhované úpravy se pak týkají odstranění ustanovení § 43 a přílohy č. 6, které řešily tzv. čisté provozy, kdy se ukazuje, že tato úprava je již nadbytečná, neboť nezahrnuje všechny možnosti, ale je dnes i překonaná, když specifické požadavky na čistotu pracovního ovzduší, lze stanovit podle českých technických norem.

V části sanitárních zařízení se navrhuje úprava v příloze č. 10 týkající se zřízení tzv. hygienické smyčky, kterou by po úpravě nebylo nutné zřizovat vždy, kdy jde o činnost epidemiologicky závažnou podle zákona o ochraně veřejného zdraví. Zde se má na mysli, že kadeřnické nebo kosmetické služby lze provádět v prostředí, které jsou pro tuto činnost vyčleněny ze soukromých prostor a bylo by nelogické, aby se zde praktikovalo oddělení čistého a špinavého provozu. Obdobně návrh ponechává na uvážení zaměstnavatele při ochraně výroby nebo výrobku, zda hygienickou smyčku zřídit, či nikoliv. Tato úvaha směřuje k tomu, že při malém počtu zaměstnanců, lze čistotu výroby zajistit i jinak.

# Nasvětlení Slezskoostravské radnice

Muchová Alena, Ing.

PTD Muchová, s.r.o. , [www.ptdostrava.cz](http://www.ptdostrava.cz) , [muchova@ptdov.cz](mailto:muchova@ptdov.cz)

Radnice Slezské Ostravy je od roku 1990 sídlem úřadu ostravského Městského obvodu Slezská Ostrava a jedna z mála dochovaných budov původní zástavby Slezské Ostravy – Zámostí. Cílem nasvětlení radniční budovy je podtržení architektonického ztvárnění památkově chráněného objektu ze směrů převažujících pohledů.

## Úvod

Malá ves Polská Ostrava, původně zemědělská, v 19. století prošla velkou změnou vlivem dolování uhlí. Roku 1919 byla přejmenována na Slezskou Ostravu a roku 1920 povýšena na město.

Koncem 19. a v první polovině 20. století probíhala na Ostravsku výstavba nových radnic, radnice v Přívoze, ve Vítkovicích, také Nová radnice v centru města. Také ve Slezské Ostravě pro účely reprezentace již nepostačovala obecní budova novobarokně přestavěná v roce 1897. Výstavba nové radnice proběhla v letech 1911–1913 na pozemku sousedícím se starou radnicí na Záměstí podle upraveného návrhu architekta Viktorina Šulce z Plzně. Radnice je historizující, převážně novorenesanční budova, uvnitř se secesní výzdobou. Budova představuje jednu z mála dobře dochovaných památek Ostravy z první poloviny 20. století, obr. 1.



obr. 1

## Světelně technické řešení

Návrh nasvětlení vycházel z architektonického charakteru, tvaru a siluety radniční budovy. Byla vyhodnocena barevnost, světelná odraznost a struktura povrchů. Byly respektovány volně přístupné dálkové pohledy a průhledy na budovu. Radnice má osvětleno průčelí se zvýrazněním znaku městského obvodu nad



vchodem, dále je osvětlena radniční věž, prosvětlena vnitřní část věže nad hodinami a osvětlena část budovy ze strany ul. Keltičkovy, kde budova radnice navazuje na okolní zástavbu.

Vzhledem k osvětlení okolí vysokotlakými sodíkovými výbojkami a barvě fasády budovy bylo voleno nasvětlení fasády světlem bílým - výbojky metalhalogenidové.

Výpočty byly zpracovány pomocí výpočetního programu pracujícího s databází charakteristik použitých světelných zdrojů a typů svítidel.

### **Svítidla**

Architekturní nasvětlení je tvořeno 8 ks světlometů umístěných na konzolách na historizujících stožárech a 10 ks zemních svítidel, která jsou umístěna podél stěn budovy.

Pro plošné osvětlení průčelí byly voleny širokouhlé světlometry se zdroji 150 W, barva světla neutrálně bílá.

Pro osvětlení věže dva světlometry se zdroji opět barvy světla neutrálně bílé.

Pro osvětlení levé části budovy ve směru pohledu na průčelí, tj. stěna související s ul. Keltičkovou, byl použit světlomet se zdrojem 70 W téže barvy světla, byl vybaven nastavitelnou clonou proti oslnění. Osvětlení stěny je nejintenzivnější u věže a pozvolna jeho intenzita klesá se vzdáleností od věže vzhledem k uzavření možných průhledů na bok budovy vzrostlou zelení a okolními domy.

Pro zvýraznění znaku městského obvodu nad vchodem byl použit úzkouhlý světlomet se zdrojem 70 W.

Pro osvětlení spodních částí průčelí, věže a boční stěny byla použita zemní svítidla s asymetrickou charakteristikou se zdroji 70 W, barva světla ND. Svítidla jsou vybavena čirým ochranným sklem a jsou osazena hliníkovým rámečkem a ochrannou lamelovou mřížkou 45°. Svítidla jsou umístěna ve vzdálenosti 1 m od stěn budovy. Výjimku tvoří dvě svítidla na vrcholu schodiště podél hlavního vstupu, v ose pilastru.

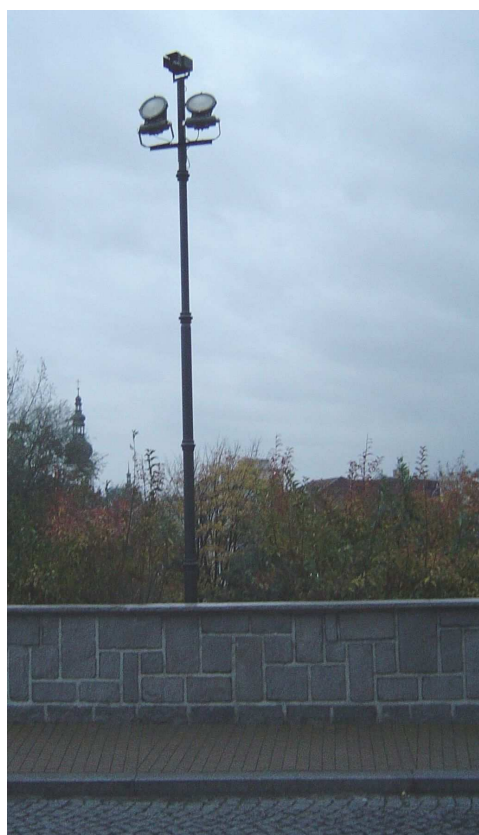
Prosvětlení vnitřního prostoru věže nad hodinami je řešeno svítidlem se zdrojem 70 W se skleněným reflektorem a s ochranným sklem. Barva světla je teple bílá.

### **Technické řešení**

Veřejné osvětlení v bezprostředním okolí radnice je tvořeno historizujícími stožáry a svítidly. Světlometry byly umístěny na nových, vzhledově stejných stožárech. Dva kusy stožárů jsou umístěny na původním místě – došlo pouze k výměně za zesílenou verzi, stávající výložníky a historizující svítidla byly převěšeny, stožáry byly dovybaveny konzolami pro světlometry, obr. 2. Jeden samostatný stožár byl umístěn za stávající kamennou zídou, je stejného vzhledu jako okolní stožáry včetně okrasných nákrůžků a patice, na něm je upevněna konzola se světlometry, obr. 3



obr. 2



obr. 3

Zemní svítidla byla osazena do země, do zámkové dlažby, obr. 4, a dvě svítidla do žulových stupnic před hlavní vchod, obr. 5. Opracování žulových stupnic a vrtání otvorů prováděla odborná kamenická firma jádrovým vrtem.



obr. 4



obr. 5

Prosvětlení věže bylo řešeno výměnou starého důlního svítidla za nové závěsné výbojkové svítidlo se skleněným reflektorem a s ochranným sklem.

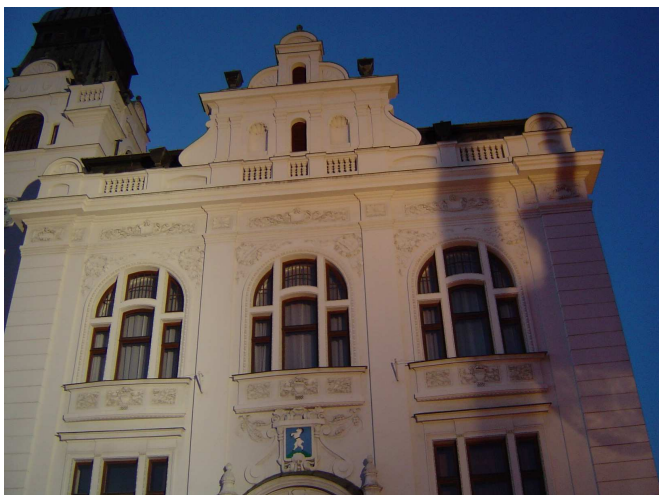
Rozvod venkovního osvětlení byl proveden kabely v zemi. V terénu a v chodnících byly kabely uloženy ve výkopu v ochranných trubkách, nad kterými byla umístěna červená výstražná fólie, která plní funkci výstrahy při následných výkopových pracích v místech uloženého kabelového vedení VO. Po uložení se chráničky s kabely zasypaly stejným materiálem po spodní hranici definitivních povrchových úprav. Rozvod mezi zemními svítidly je kabelem CYKY-J 3x2,5 mm<sup>2</sup>. Kabel je jistiť v samostatném vývodu v elektrovýzbroji stožáru pojistkou. Odbočení ze stávajícího kabelu osvětlení je realizováno zalévanou kabelovou spojkou T.

Architekturní osvětlení je napájeno ze stávajícího rozvodu veřejného osvětlení. Napojení bylo provedeno ve skříní RVOO, kde byl demontován jeden pojistkový odpínač z rezervního vývodu, proveden posun nosné lišty DIN se stávajícími přístroji, rozváděč byl doplněn lištou DIN s novými přístroji pro samostatné ovládání arch. osvětlení - jističe, roční programovatelné hodiny, stykač, proudový chránič. Tím bylo zajištěno nezávislé spínání i vypínání arch. osvětlení budovy v době provozu veřejného osvětlení.

### Zkoušky a směřování svítidel

Po provedení světelně technických výpočtů, byl vypracován výkres směřování světlometů a provedena fyzická zkouška nasvětlení. Samozřejmě nebyl k dispozici plný počet svítidel, ale byla provedena zkouška, která nám dala reálnou představu barevnosti a stopy jednotlivých světlometů.

Výkres směřování viz obr. 8, foto ze zkoušky obr. 6, 7.

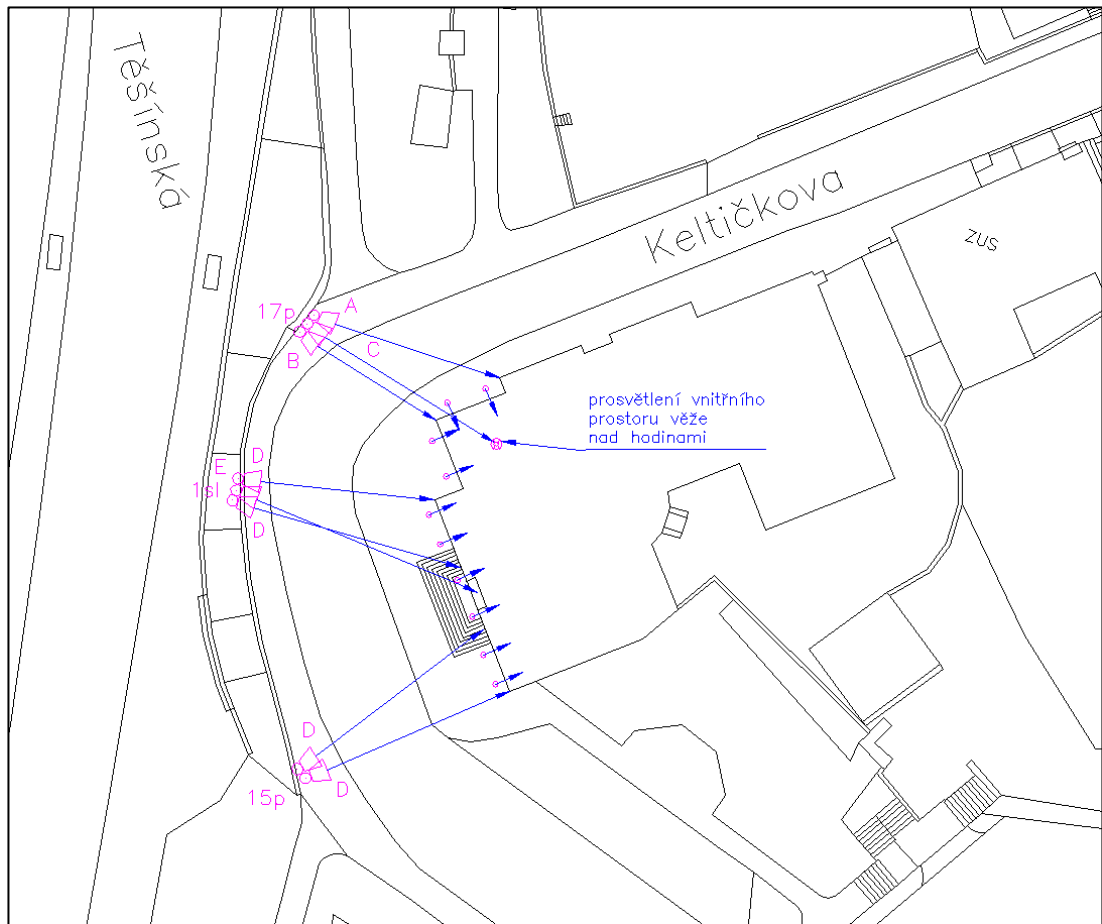


obr. 6



obr. 7





obr. 8



obr. 9



## **Závěr**

Realizované nasvětlení budovy Slezské radnice je výsledkem spolupráce projektanta se zástupci výrobce svítidel a správou VO v Ostravě. Projektant vypracoval světelně technický návrh v programu RELUX. Výpočty upřesnily typy svítidel a jejich směrování, což bylo ve spolupráci s technikem odborné firmy dodávající svítidla a s pracovníky správy a údržby VO za pomoci plošiny v terénu odzkoušeno.

Budova je situována ve svažitém terénu, nad hlavní rychlostní komunikací, pouze z jedné strany navazuje ulice s budovami. Budova radnice je vidět jak z rychlostní komunikace, tak ze strany Sýkorova mostu, který je ve směru do centra města. Radnice má světlou fasádu a tím její nasvětlení zvyšuje kontrast oproti méně a žlutě nasvětlenému okolí, obr. 9.

## **Literatura a odkazy**

- [1] PTD Muchová, s.r.o., DSP, RDS Slavnostní nasvětlení Slezské radnice, 03/2008
- [2] Wikipedie, webová encyklopedie

# HELVAR / 920 IMAGINE ROUTER

## komerčně architektonické řízení osvětlení

### DALI / DMX / SDIM

Josef Neduchal

[neduchal@dna.cz](mailto:neduchal@dna.cz), [www.dna.cz](http://www.dna.cz)

V dnešní době i relativně skromné osvětlení kombinuje komerční a architektonické prvky. Například hotely s energeticky úsporným osvětlením ve veřejných prostorech a společenských místnostech nebo velké kancelářské budovy, kde je požadována kombinace energeticky úsporného vnitřního osvětlení s externím dekorativním plošným osvětlením průčelí.

Helvar 920 Imagine Router je svým provedením stavebnicový řídicí modul, jenž obsahuje to nejlepší, co lze v rámci komerčně architektonického řízení osvětlení nabídnout. Zároveň velmi zjednodušuje práci instalatérů, systémových integrátorů a designérů osvětlení.

920 Imagine Router rovněž umožňuje napojení systémů třetích stran, jako jsou systémy správy budov, vytápění, ventilace, klimatizace a audio / video techniky.

#### Řešení výrobku

920 Imagine Router poskytuje standardně řídicí protokoly DALI, DMX, Ethernet (TCP/IP) a Helvar S-DIM k řízení jakékoliv osvětlovací soustavy v kombinaci se systémy třetích stran s umístění do rozváděče na DIN lištu (9 modulů).

#### Ovládání

V architektonických aplikacích systém umožňuje uživateli ovládat osvětlení a vytvořit tu správnou atmosféru. Pouhým stiskem tlačítka systém poskytne maximální uživatelský komfort a bezpečnost. V komerčních aplikacích je díky použití řízení konstantního osvětlení s detekcí přítomnosti, automatizovaným časovým rozvrhům plánovaných událostí nastavených v routeru, dosažena maximální úspora energie.

#### Monitorování

920 Imagine Router dokáže monitorovat a načíst stav systému, což je důležité pro systémy managementu budov (BMS). Úrovně osvětlení mohou být monitorovány a zároveň je lze využít jako indikátor spotřeby energie v systému. Umožňuje řídit systém nouzového osvětlení vybaveného jednotkami nouzového osvětlení DALI s možností nouzová svítidla monitorovat, testovat a to manuálně nebo pomocí přednastavených testů.

#### Základní charakteristika

- Univerzální napájení z napájecí sítě
- 2x DALI sběrnice s integrovaným napájením 2x250mA (max. 128 DALI komponent / router)
- Override port /vstup pro nastavení světelné úrovně zabezpečovacích systémů budov
- S-DIM port pro Helvar Imagine komponent
- DMX port (vstup / výstup)
- Ethernet port pro připojení ethernetové sítě
- OPC rozhraní pro systémy managementu budov (BMS)

Systém Imagine Router je založen na Ethernetové páteřní síti. Vytváří tak vyšší flexibilitu ve vývoji kreativních světelných řešení při propojení s komponenty BMS, MaR přístupnými po Ethernetové síti. Instalace je rovněž díky Ethernetu jednodušší, jelikož eliminuje nutnost použití drahých kabelů a nástrojů. Systém Ethernetové páteře může propojit až 100 ks Imagine Routerů v systému.

#### DMX / S-DIM protokol

DMX port může být využíván buď pro odesílání DMX údajů (např. řízení barevných LED i) nebo pro přijímání DMX povelů (např. z DMX řídicího panelu). S-DIM port poskytuje rychlou RS 485 sériovou komunikaci pomocí Helvar S-DIM protokolu s možností řízení 252 kanálů. Imagine Routery jsou propojeny a programovány pomocí standardního Ethernetového připojení 10/100 Mbit/s pomocí internetového protokolu (TCP/IP). 920 Imagine Router je napájen univerzálním síťovým vstupem (85-264 VAC, 45-65 Hz).

## Integrace systému

Systém 920 Imagine Router je schválený a programovaný pomocí Helvar Designer software. Software může být navíc vybaven OPC serverem. OPC softwarové komunikační rozhraní nabízí otevřené zapojení pro interaktivní výměnu povelů a údajů mezi Helvar router systémem a externím hostitelským systémem jako je BMS, MaR (OPC klient). Přímý přístup jiných systémů do Imagine routeru je umožněn přes integrovaný přímý ethernetový vstup I/O (součást routeru). Imagine Router tak eliminuje potřebu softwarového rozhraní a zajišťuje přímé zapojení Imagine routeru do dalších ethernetových systémů např. BMS.

## Síťová řešení

Helvar routery mohou být propojeny do jedné společné sítě a vytvořit tak rozsáhlý systém komerčně architektonického řízení osvětlení (kancelářské a hotelové komplexy, konferenční, obchodní centra).

## Designer software

Helvar Designer je software kompatibilní s Microsoft®. Obsahuje inovativní nástroje sloužící k vytváření návrhů, testování a programování Helvar router systémů. Designer se skládá ze základního softwaru, volitelných přídatných softwarových modulů a USB klíče. Helvar do budoucna garantuje stálý vývoj tohoto softwaru a zajišťuje, že komponenty systému budou poskytovat odpovídající požadované systémové operace.

## Projekční podpora

Volitelný modul softwaru (dostupný od verze 4.3) umožňuje importování AutoCAD nákrešů a grafických zobrazení komponent Helvar do projektové dokumentace elektro.

## Technické údaje

Síťový přívod: 85-264 VAC, 45 Hz - 65 Hz

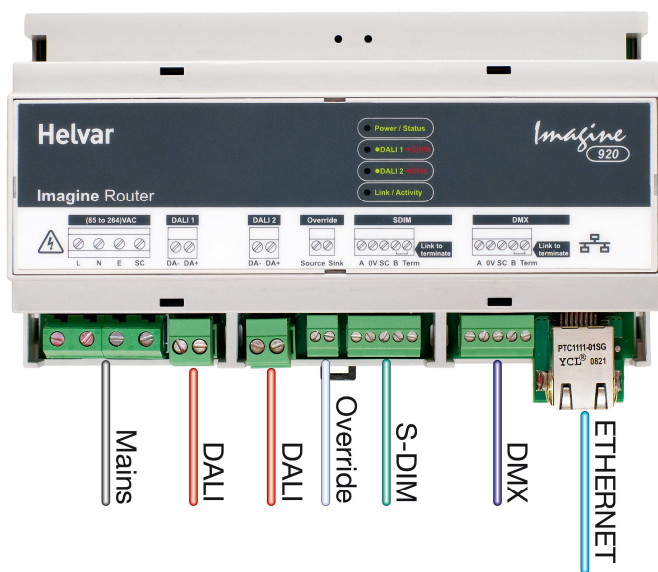
Externí jištění : 4A

DALI napájení: 2x250 mA (součást routeru)

Okolní teplota: 0...40°C

Skladovací teplota: -10...70°C

Relativní vlhkost: 90% bez kondenzátu



HELVAR / 920 IMAGINE ROUTER

# Nařízení komise (ES) č. 244/2009 o světelných zdrojích pro domácnost

Novotný, Jiří, Ing.

pracoviště, případně www stránky, emailová adresa

## Úvod

Název příspěvku představuje zjednodušený název **NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 244/2009 ze dne 18. března 2009, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2005/32/ES, pokud jde o požadavky na ekodesign nesměrových<sup>\*)</sup> světelných zdrojů pro domácnost** (dále jen Nařízení). V tomto příspěvku jde o charakteristiku tohoto úředního Nařízení z hlediska všech jeho uživatelů počínaje výrobcí světelných zdrojů a konče konečnými spotřebiteli. Zde je nutno uvést, že právní strážce a eventuálním sankcím vyplývajícím z porušení Nařízení se příspěvek netýká. Naopak hlavní pozornost je věnována vymezení výrobků a jejich požadovaným technickým parametrům dotčených Nařízením.

Nařízení obsahuje úvodní část, vlastní nařízení a Přílohy I až IV, z nichž v daném přehledu nejsou komentovány Příloha I, která obsahuje seznam většinou běžných technických parametrů a jejich definice a Příloha IV, která obsahuje nejlepší referenční parametry tzv. nesměrových světelných zdrojů pro domácnost. V textu a tabulkách jsou většinou ponechány termíny použité v Nařízení, kromě termínu životnost světelného zdroje, který je nahrazen ve světelné technice kodifikovaným termínem *život světelného zdroje* a termínu účinnost světelného zdroje, který je nahrazen správným termínem *měrný výkon světelného zdroje*.

## Výchozí záměry Nařízení

V úvodu Nařízení se s odvoláním na řadu směrnic Evropského parlamentu a Rady, především na směrnici **2005/32/ES z 6. července 2005 o stanovení rámce pro určení požadavků na ekodesign energetických spotřebičů a o změně dalších směrnic...** uvádí 22 důvodů pro přijetí Nařízení. Z této části uvedme hlavní myšlenky:

- cílem Nařízení je snížit spotřebu energie dotčenými výrobky o 20 % (39 TW·h) v roce 2020 oproti předpokládané spotřebě ve stejné době bez zavedení jakýchkoliv opatření a současně snížit celkové emise rtuťi,
- zlepšení v oblasti spotřeby elektrické energie výrobky podléhajícími tomuto nařízení by mělo být dosaženo, využitím stávajících nepatentovaných nákladově efektivních technických prostředků, které povedou ke snížení kombinovaných výdajů na koupi a provoz těchto zařízení
- Nařízení se vztahuje na výrobky, které jsou v zásadě určeny pro plné nebo částečné osvětlení místností v domácnostech a nevztahuje se na světelné zdroje pro zvláštní účely, např. pro signalizaci, osvětlení terárií nebo v domácích spotřebičích,
- Nařízení by se mělo týkat také nových výrobků, jako jsou světelné diody LED,
- požadavky na ekodesign podle Nařízení by neměly ovlivnit funkčnost z hlediska uživatele a neměly by mít nepříznivý vliv na zdraví, bezpečnost ani životní prostředí; zejména by výhody plynoucí ze snížení spotřeby elektřiny ve fázi používání výrobku měly převažovat nad případnými dalšími potenciálními dopady na životní prostředí při produkci výrobků podléhajícími tomuto nařízení,
- postupný vstup požadavků na ekodesign v platnost by měl výrobcům poskytnout dostatečný časový rámec pro příslušnou změnu designu výrobků, které podléhají tomuto nařízení; časový rozvrh daných fází by měl být stanoven tak, aby bylo zabráněno negativním dopadům na funkčnost zařízení na trhu a aby při zajišťování včasného dosažení cílů tohoto nařízení byly zohledněny i dopady nákladů na koncové uživatele a výrobce, především na malé a střední podniky,
- závazné požadavky na ekodesign se vztahují na výrobky uvedené na trh Společenství bez ohledu na místo jejich instalace nebo používání, a tyto požadavky proto nelze činit závislými na způsobu, jakým je daný výrobek používán (např. pro osvětlení v domácnostech).

## Hlavní body vlastního Nařízení

Vlastní Nařízení obsahuje 7 článků, nichž nejdůležitější z hlediska světelné techniky jsou tyto:

- článek 1 – Předmět a oblast působnosti Nařízení
- článek 3 – Požadavky na ekodesign

<sup>\*) nesměrovým světelným zdrojem se rozumí světelný zdroj, který není směrovým světelným zdrojem; směrovým světelným zdrojem se rozumí světelný zdroj s alespoň 80 % světelného toku v rozmezí prostorového úhlu  $\pi$  sr (odpovídá kuželu s úhlem 120°)</sup>

- článek 5 – Ověřovací postup pro účely dohledu nad trhem
- článek 7 – Revize

### K článku 1

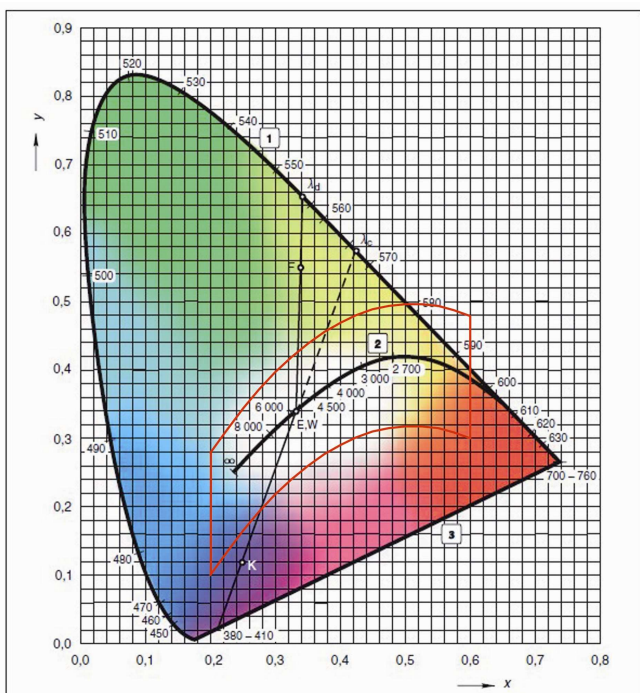
Toto Nařízení stanoví požadavky na ekodesign pro uvádění nesměrových světelných zdrojů pro domácnost na trh, včetně případů, kdy jsou na trh uváděny pro použití mimo domácnosti nebo jsou zabudovány do jiných výrobků. Dále také stanoví požadavky na informace o výrobku u světelných zdrojů pro zvláštní účely.

### Výjimky

Požadavky uvedené v tomto nařízení se nepoužijí pro tyto světelné zdroje pro domácnost a pro zvláštní účely:

- světelné zdroje těmito trichromatickými souřadnicemi světla:
  - o  $x < 0,200$  nebo  $x > 0,600$ ,  $y < -2,3172x^2 + 2,3653x - 0,2800$  nebo  $y > -2,3172x^2 + 2,3653x - 0,1000$ ,
- směrové světelné zdroje,
- světelné zdroje se světelným tokem menším než 60 lm a větším než 12 000 lm,
- světelné zdroje, u nichž je podíl záření v pásmu vlnových délek 250 až 400 nm nejméně 6 % z celkového záření a maximum leží v rozmezí 315 až 400 nm (UVA) nebo 280 až 315 nm (UVB),
- zářivky bez integrovaného předřadníku,
- vysokotlakové výbojky,
- žárovky na napětí do 60 V bez integrovaného transformátoru s paticemi E14, E27, B22, B15 ve fázích 1 až 5 viz odst. [K článku 3](#)

Vymezení oblasti zdrojů s barvou světla danou dvěma čarami a dvěma parabolami na kterou se vztahuje Nařízení podle nerovností shora uvedených je patrné z obr. 1. Tímto se upřesňuje kritérium speciálních zdrojů.



Obr. 1. Vymezení barev světla světelných zdrojů, na něž se Nařízení vztahuje – v obrazci uvnitř diagramu chromatičnosti (eventuálně nevztahuje– vně obrazce)

### K článku 3

V prvním bodě tohoto článku se uvádí požadavky na ekodesign formou odvolávky na přílohu II Nařízení (viz níže) a specifikují se jednotlivé fáze (etapy) platnosti Nařízení:

1. fáze: 1. září 2009,
2. fáze: 1. září 2010,
3. fáze: 1. září 2011,
4. fáze: 1. září 2012,
5. fáze: 1. září 2013,
6. fáze: 1. září 2016.

Hned od počátku 1. fáze se požaduje u zdrojů pro zvláštní účely označení na obalu a ve všech druzích informací o výrobku uvádět účel a to, že se nehodí pro osvětlení v domácnosti. V souboru technické

dokumentace vypracované pro posouzení shody podle čl. 8 směrnice 2005/32/ES se uvede seznam případných technických parametrů, díky nimž je světelný zdroj určen pro zvláštní účel uvedený na obalu.

## K článku 5

Zde je stanoven ověřovací postup pro účely dohledu nad trhem takto:

Při provádění kontrol v rámci dohledu nad trhem podle čl. 3 odst. 2 směrnice 2005/32/ES použijí orgány členských států u požadavků uvedených v **příloze II** tohoto nařízení ověřovací postup popsany v **příloze III** tohoto nařízení.

## K článku 7 – Revize

Nejpozději do pěti let od vstupu Nařízení v platnost je Komise přezkoumá s ohledem na technologický pokrok a předloží výsledek tohoto přezkumu konzultačnímu fóru.

## Příloha II Nařízení Požadavky na ekodesign u nesměrových světelných zdrojů pro domácnost

### 1. Požadavky na účinnost světelného zdroje

Maximální jmenovitý příkon ( $P_{max}$ ) pro daný jmenovitý světelný tok ( $\Phi$ ) je uveden v tab. 1.

**Tabulka 1. Požadavky na účinnost světelného zdroje**

Datum použitelnosti	Maximální jmenovitý příkon ( $P_{max}$ ) pro daný jmenovitý světelný tok ( $\Phi$ ) (W)	
	jasné světelné zdroje	jiné než jasné světelné zdroje
Fáze 1 až 5	$0,8(0,88\sqrt{\Phi} + 0,049\Phi)$	$0,24\sqrt{\Phi} + 0,0103\Phi$
Fáze 6	$0,6(0,88\sqrt{\Phi} + 0,049\Phi)$	$0,24\sqrt{\Phi} + 0,0103\Phi$ nabídce

Poznámka k tab. 1:

Definice jasného světelného zdroje z Přílohy I Nařízení – *jasným světelným zdrojem* se rozumí světelný zdroj (mimo kompaktní zářivky) se světelným tokem nižším než 2 000 lm, který má jas větší než 25 000 cd/m<sup>2</sup>, a světelný zdroj se světelným tokem větším než 2 000 lm, který má jas větší než 100 000 cd/m<sup>2</sup>, a který má pouze průhledné pláště, takže vlákno vytvářející světlo, dioda LED nebo trubice výbojky jsou jasně viditelné.

### Výjimky

Výjimky z požadavků uvedených v tab. 1 jsou specifikovány v tab. 2

**Tabulka 2. Výjimky**

Předmět výjimky	Maximální jmenovitý příkon (W)
jasné světelné zdroje s $60 \text{ lm} \leq \Phi \leq 950 \text{ lm}$ ve fázi 1	$P_{max} = 1,1(0,88\sqrt{\Phi} + 0,049\Phi)$
jasné světelné zdroje s $60 \text{ lm} \leq \Phi \leq 725 \text{ lm}$ ve fázi 2	$P_{max} = 1,1(0,88\sqrt{\Phi} + 0,049\Phi)$
jasné světelné zdroje s $60 \text{ lm} \leq \Phi \leq 450 \text{ lm}$ ve fázi 3	$P_{max} = 1,1(0,88\sqrt{\Phi} + 0,049\Phi)$
jasné světelné zdroje s patičí G9 nebo R7s ve fázi 6	$P_{max} = 0,8(0,88\sqrt{\Phi} + 0,049\Phi)$

### 2. Požadavky na funkčnost světelného zdroje

Požadavky na funkčnost světelných zdrojů jsou pro kompaktní zářivky<sup>\*)</sup> stanoveny v tab. 3 a pro světelné zdroje

s vyloučením kompaktních zářivek a světelných zdrojů LED v tab. 4.

V případě světelných zdrojů, které mají jmenovitý život delší než 2 000 h, se požadavky fáze 1 uvedené v tab. 4 a tab. 5 u parametrů *jmenovitý život světelného zdroje*, *činitel funkční spolehlivosti světelného zdroje* a *činitel stárnutí světelného zdroje* začnou uplatňovat až ve fázi 2.

**Tabulka 3 Požadavky na funkčnost u kompaktních zářivek<sup>\*)</sup>**

Funkční parametr	Fáze 1	Fáze 5
Činitel funkční spolehlivosti světelného zdroje při 6 000 h	$\geq 0,50$	$\geq 0,70$
Činitel stárnutí světelného zdroje	při 2 000 h: $\geq 85 \%$ ( $\geq 80 \%$ u světelných zdrojů s druhým pláštěm)	při 2 000 h: $\geq 88 \%$ ( $\geq 83 \%$ u světelných zdrojů s druhým pláštěm) při 6 000 h: $\geq 70 \%$
Počet spínacích cyklů do poruchy	$\geq$ polovině života světelného zdroje v hodinách $\geq 10\,000$ , pokud má světelný zdroj startovací dobu $> 0,3 \text{ s}$	$\geq$ polovině života světelného zdroje v hodinách $\geq 30\,000$ , pokud má světelný zdroj startovací dobu $> 0,3 \text{ s}$
Startovací doba	$< 2,0 \text{ s}$	$< 1,5 \text{ s}$ , jestliže $P < 10 \text{ W}$ $< 1,0 \text{ s}$ , jestliže $P \geq 10 \text{ W}$
Zahřívací doba světelného zdroje na 60 % $\Phi$	$< 60 \text{ s}$ nebo $< 120 \text{ s}$ u světelných zdrojů obsahujících rtuť ve formě amalgámu	$< 40 \text{ s}$ nebo $< 100 \text{ s}$ u světelných zdrojů obsahujících rtuť ve formě amalgámu
Míra předčasných poruch	$\leq 2,0 \%$ při 200 h	$\leq 2,0 \%$ při 400 h
Záření UVA + UVB	$\leq 2,0 \text{ mW/klm}$	$\leq 2,0 \text{ mW/klm}$
Záření UVC	$\leq 0,01 \text{ mW/klm}$	$\leq 0,01 \text{ mW/klm}$
Účinek světelného zdroje	$\geq 0,50$ , jestliže $P < 25 \text{ W}$ $\geq 0,90$ , jestliže $P \geq 25 \text{ W}$	$\geq 0,55$ , jestliže $P < 25 \text{ W}$ $\geq 0,90$ , jestliže $P \geq 25 \text{ W}$
Podání barev (Ra)	$\geq 80$	$\geq 80$

<sup>\*)</sup> V Nařízení je kompaktní zářivka definována jako zdroj s integrovaným předradníkem

Pro účely zkoušek zjišťujících, kolikrát lze světelný zdroj vypnout a zapnout, než dojde k poruše, se spínací cyklus skládá z jedné minuty v zapnutém stavu a tří minut ve vypnutém stavu; ostatní testovací podmínky jsou vymezeny podle přílohy III Nařízení. Pro účely zkoušek zjišťujících život světelného zdroje, čísel funkční spolehlivosti světelného zdroje, čísel stárnutí a předčasnou poruchu se použije standardní spínací cyklus podle přílohy III Nařízení.

**Tabulka 4. Požadavky na funkčnost světelných zdrojů pro světelné zdroje s vyloučením kompaktních zářivek a světelných zdrojů LED**

Funkční parametr	Fáze 1	Fáze 5
Jmenovitý život světelného zdroje	$\geq 1\,000$ h	$\geq 2\,000$ h
Čísel stárnutí světelného zdroje	$\geq 85\%$ při 75% průměrném jmenovitém životě	$\geq 85\%$ při 75% průměrném jmenovitém životě
Počet spínacích cyklů	$\geq$ čtyřnásobek jmenovitého života světelného zdroje v hodinách	$\geq$ čtyřnásobek jmenovitého života světelného zdroje v hodinách
Startovací doba*)	$< 0,2$ s	$< 0,2$ s
Zahřívací doba*) světelného zdroje na 60 % $\Phi$	$\leq 1,0$ s	$\leq 1,0$ s
Míra předčasných poruch	$\leq 5,0\%$ při 100 h	$\leq 5,0\%$ při 200 h
Záření UVA + UVB	$\leq 2,0$ mW/klm	$\leq 2,0$ mW/klm
Záření UVC	$\leq 0,01$ mW/klm	$\leq 0,01$ mW/klm
Účinnost světelného zdroje	$\geq 0,95$	$\geq 0,95$

\*) jedná se o nové názvy dříve používaných termínů *doba zápalu* a *doba náběhu* zavedené v Nařízení

### 3. Požadavky na informace o výrobku u světelných zdrojů

U nesměrových světelných zdrojů pro domácnost se, pokud není stanoveno jinak, poskytují níže uvedené informace počínaje fází 2.

3.1 Informace viditelně uváděné před prodejem konečným uživatelům na obalech a na volně přístupných internetových stránkách. Informace nemusí být podány přesně ve znění uvedeném v seznamu níže. Místo textu mohou být poskytnuty ve formě grafů, obrázků nebo symbolů.

Tyto požadavky na informace se nepoužijí pro světelné zdroje se žhavicím vláknem, které nesplňují požadavky na účinnost fáze 4.

- Pokud je v souladu se směrnicí 98/11/ES nominální příkon světelného zdroje uveden mimo energetický štítek, musí být zvlášť uveden také nominální světelný tok světelného zdroje, a to alespoň dvakrát větším písmem než nominální příkon uvedený mimo štítek.
- Nominální život světelného zdroje v hodinách (ne delší než jmenovitý život).
- Počet spínacích cyklů do předčasné poruchy světelného zdroje.
- Teplota chromatičnosti (vyjadřuje se také jako hodnota v kelvinech).
- Zahřívací doba do 60 % světelného výkonu (je-li kratší než jedna sekunda, může se uvést *okamžité rozsvícení*).
- Upozornění v případě, že světelný zdroj není možné stmívat nebo jej lze stmívat jen s určitými stmívači.
- Je-li světelný zdroj určen pro optimální provoz za nestandardních podmínek (např. teplota okolí  $T_a \neq 25$  °C), uvedou se informace o těchto podmínkách.
- Rozměry světelného zdroje v milimetrech (délka a průměr).
- Jestliže se na obalu uvádí srovnání s žárovkou, uvede se ekvivalentní příkon žárovky (zaokrouhlený na celé watt), který podle tab. 5 odpovídá světelnému toku světelného zdroje obsaženého v balení. Střední hodnoty světelného toku i uváděného příkonu žárovky (zaokrouhleného na celé watt) se vypočítají lineární interpolací mezi dvěma přilehlými hodnotami.
- Výrazu „úsporná zářivka“ nebo jiného obdobného propagačního tvrzení o výrobku souvisejícího s účinností světelného zdroje smí být použito pouze v případě, že odpovídá požadavkům na účinnost použitelným na jiné než jasné světelné zdroje ve fázi 1 v souladu s tabulkami 1, 2 a 3.

*Pokud světelný zdroj obsahuje rtuť:*

- obsah rtuti ve světelném zdroji ve tvaru X,X mg;
- informace, na které internetové stránce lze v případě náhodného rozbití světelného zdroje najít pokyny k odstranění úlomků světelného zdroje.



**Tabulka 5**

Jmenovitý světelný tok světelného zdroje $\Phi$ (lm)			Uváděný ekvivalentní příkon žárovky (W)
kompaktní zářivky	halogenové žárovky	LED a jiné světelné zdroje	
125	119	136	15
229	217	249	25
432	410	470	40
741	702	806	60
970	920	1 055	75
1 398	1 326	1 521	100
2 253	2 137	2 452	150
3 172	3 009	3 452	200

### 3.2 Informace, které se zveřejní na volně přístupných internetových stránkách

Přinejmenším se alespoň ve formě hodnot uvedou tyto informace:

- informace stanovené v bodě 3.1,
- jmenovitý příkon (s přesností na 0,1 W),
- jmenovitý světelný tok,
- jmenovitý život světelného zdroje,
- účinnost světelného zdroje,
- činitel stárnutí světelného zdroje na konci nominálního života,
- startovací doba (ve tvaru X,X sekund),
- podání barev.

*Pokud světelný zdroj obsahuje rtuť:*

- pokyny, jak uklidit úlomky světelného zdroje v případě jeho náhodného rozbití,
- doporučení ohledně odstranění světelného zdroje po skončení života.

### **PŘÍLOHA III Nařízení Ověřovací postup pro dohled nad trhem**

Orgány členských států provedou zkoušku vzorové dávky nejméně dvaceti světelných zdrojů stejného modelu od stejného výrobce, jež náhodně vyberou.

Tato dávka se považuje za vyhovující příslušným ustanovením přílohy II Nařízení, pokud se průměrné výsledky

dávky neodchylují od mezních, prahových či deklarovaných hodnot o více než 10 %.

V opačném případě se model považuje za nevyhovující.

Pro účely kontroly plnění požadavků použijí orgány členských států přesné a spolehlivé nejmodernější metody měření, které vedou k opakovatelným výsledkům, včetně:

- harmonizovaných norem, jejichž referenční čísla byla za tímto účelem zveřejněna v *Úředním věstníku Evropské unie* v souladu s články 9 a 10 směrnice 2005/32/ES, jsou-li dostupné,
- v ostatních případech metod stanovených v těchto dokumentech:

Měřený parametr	Organizace	Označení	Název
Obsah rtuti ve světelném zdroji	Evropská komise	rozhodnutí 2002/747/ES (příloha)	rozhodnutí Komise 2002/747/ES ze dne 9. září 2002, kterým se stanovují revidovaná ekologická kritéria pro udělování ekoznačky Společenství žárovkám a kterým se mění rozhodnutí 1999/568/ES
Světelná účinnost	Cenelec	EN 50285:1999	Energy efficiency of electric lamps for household use – Measurement methods (Energetická účinnost elektrických světelných zdrojů pro domácnost – Metody měření)
Patice pro zdroje světla	Cenelec	EN 60061:1993 Všechny změny do A40:2008	Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchangeability and safety – Part 1: Lamp caps (Patice a objímky pro zdroje světla včetně kalibrů pro kontrolu zaměnitelnosti a bezpečnosti – Část 1: Patice pro zdroje světla)
Život světelného zdroje	Cenelec	EN 60064:1995 Změny A2:2003 A3:2006 A4:2007 A11:2007	Tungsten filament lamps for domestic and similar general lighting purposes – Performance requirements (Žárovky pro domácnosti a obdobné osvětlovací účely – Požadavky na provedení)
	Cenelec	EN 60357:2003 Změna A1:2008	Tungsten halogen lamps (non-vehicle) – Performance specifications (Halogenové žárovky (mimo žárovek pro silniční vozidla) – Požadavky na provedení)
	Cenelec	EN 60969:1993 Změny A1:1993 A2:2000	Self-ballasted lamps for general lighting services – Performance requirements (Zdroje světla s integrovanými předřadníky určené pro všeobecné osvětlování – Výkonnostní požadavky)
Startovací/zahřívací doba světelného zdroje	Cenelec	EN 60969:1993 Změny A1:1993 A2:2000	Self-ballasted lamps for general lighting services – Performance requirements (Zdroje světla s integrovanými předřadníky určené pro všeobecné osvětlování – Výkonnostní požadavky)
Měřený parametr	Organizace	Označení	Název
Účinnost	Cenelec	EN 61000-3-2:2006	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current $\leq 16$ A per phase) (Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 3-2: Meze – Meze pro emise harmonického proudu)

(zařízení se vstupním fázovým proudem $\leq 16$ A)			
Poměrný efektivní výkon UV záření	Cenelec	EN 62471:2008	Photobiological safety of lamps and lamp systems (Fotobiologická bezpečnost světelných zdrojů a soustav světelných zdrojů)
Podání barev	Mezinárodní komise pro osvětlení	CIE 13.3:1995	Method of Measuring and Specifying Colour Rendering Properties of Light Sources (Metoda měření a určování vlastností podání barev světelných zdrojů)
Chromaticnost náhradní teplota chromatičnosti (Tc (K))	Mezinárodní komise pro osvětlení	CIE15:2004	Colorimetry (Kolorimetrie)
Jas	Mezinárodní komise pro osvětlení	CIE 18.2:1983	The Basis of Physical Photometry (Základy fyzikální fotometrie)
Světelný tok	Mezinárodní komise pro osvětlení	CIE 84:1989	The Measurement of Luminous Flux (Měření světelného toku)
Činitel stárnutí světelného zdroje (LLMF), činitel funkční spolehlivosti světelného zdroje (LSF)	Mezinárodní komise pro osvětlení	CIE 97:2005 -	Maintenance of indoor electric lighting systems (Údržba vnitřních osvětlovacích soustav)

## Závěr

Nařízení se zjevně týká všech světelných zdrojů pro všeobecné osvětlování, nikoliv tedy jen žárovek, jak se obvykle uvádí.

Z celého textu Nařízení je zřejmé, že Komise ES tím sleduje několik cílů:

- splnit požadavky směrnic na ekodesign nejvíce rozšířených elektrických spotřebičů (v daném případě světelných zdrojů), tj. snížit spotřebu elektrické energie při dodržení dalších ekologických požadavků a nezvýšení celkových nákladů při jejich nákupu a provozu,
- poskytnout spotřebitelům ochranu před neúčinnými a nebezpečnými výrobky,
- omezit import neúčinných a nebezpečných výrobků do evropského prostoru,
- poskytnout výrobcům účinných a kvalitních výrobků prostor pro jejich uplatnění.

# Různé výklady Vyhlášky 137/1998 Sb. o obecných technických požadavcích na výstavbu

Marcel Pelech, Ing.

A.W.A.L. s.r.o., Eliášova 20, Praha 6, [www.awal.cz](http://www.awal.cz), [pelech@awal.cz](mailto:pelech@awal.cz)

Čeština je jazyk bohatý. Jednou z vlastností češtiny je skutečnost, že si šikovný pisatel může s textem vyhrát tak, aby si čtenář v jedné větě mohl najít i několik různých významů. Jedná-li se o literaturu, kde jde o záměr autora, pak se čtenář dobře pobaví. Bylo a je mnoho šikovných spisovatelů, kteří tímto způsobem dosahují mistrovských děl. Horší to ale je v případě, že se nejedná o zábavnou literaturu, ale jde o texty, kterými by se měli řídit ostatní lidé. Mezi takovéto texty patří jistě texty právní. Pokud se takový šotek dostane do závazného textu, např. do vyhlášky nebo nařízení vlády, mohou se pak dít věci nevídané. Voda pak může vřít při 90° a pravý úhel může být 100°.

Jak se v minulých dnech prokázalo, není tato teoretická úvaha pouhou fikcí, ale jedná se o více než reálnou skutečnost. Např. Vyhláška MMR ČR 137/1998 Sb. o obecných technických požadavcích na výstavbu a to konkrétně paragraf týkající se proslunění uvádí:

## Proslunění

(1) Prosluněny musí být obytné místnosti a ty pobytové místnosti, které to svým charakterem a způsobem využití vyžadují. Přitom musí být zajištěna zraková pohoda a ochrana před oslněním, zejména v pobytových místnostech určených pro přesné činnosti.

(2) Všechny byty musí být prosluněny. Byt je prosluněn, je-li součet podlahových ploch jeho prosluněných obytných místností roven nejméně jedné třetině součtu podlahových ploch všech jeho obytných místností. Při posuzování proslunění se vychází z normových hodnot.

Dlouhá léta se první článek sice některým nelíbil právě pro jeho možný různý výklad, ale v duchu článku druhého a zejména v duchu ČSN 73 4301 se bralo, že prosluněny musí být obytné místnosti, které to svým charakterem vyžadují. Těmito místnostmi jsou právě ty, jejichž plocha je třetinou obytné plochy, jak je uvedeno v druhém článku Vyhlášky a v ČSN 73 4301. Škarohlídům, kteří poukazovali na fakt, že správnější výklad textu z češtinářského hlediska je, že osluněna musí být každá obytná místnost, se prostě nevěřilo.

Takto se v klidu a míru navrhovali nové byty a posuzoval vliv na sousední obytné objekty z hlediska proslunění v celé republice téměř deset let. To se dělo do okamžiku, kdy se podařilo prosadit sousedský spor ohledně zastínění stávající stavby až před Nejvyšší správní soud v Brně. Nikdo z nás si asi nedovede představit zděšení úředníků ve Zlínském kraji a zainteresovaného projektanta po vynesení rozsudku, který dal z pohledu technika nepochopitelně za pravdu stěžovateli a určil, že musí být skutečně osluněna každá obytná místnost bytu. Jak se s tím soud vypořádal je naznačeno citací částí vybraných ze zdůvodnění rozsudku z 6 As 56/2005 – 98:

Ustanovení § 24 odst. 1 vyhlášky klade výslovně a jednoznačně důraz na proslunění obytných místností, neboť v těchto místnostech je předpokládán dlouhodobý pobyt osob, jejich proslunění je požadavkem zdravotním a hygienickým. U těchto místností je proto stanovena nutnost jejich celkového proslunění. Odstavec 2 stejného ustanovení vyhlášky pak upravuje proslunění bytu jako celku, vznáší požadavek, aby každý byt byl prosluněn. Tento požadavek je splněn, pokud součet podlahových ploch jeho prosluněných obytných místností je roven nejméně jedné třetině součtu podlahových ploch všech místností. Z uvedeného vyplývá, že proslunění ostatních místností bytu není vždy nutné, je pouze stanoven přípustný poměr jejich plochy oproti prosluněné části bytu tvořené obytnými místnostmi.

Nelze přisvědčit výkladu stěžovatele, který na základě jazykového výkladu formulace § 24 odst. 2 vyhlášky „...je-li součet podlahových ploch jeho prosluněných obytných místností roven nejméně jedné třetině součtu podlahových ploch všech jeho obytných místností“ dospěl k závěru, že vyhláška připouští i možnost, že některá obytná místnost nebude prosluněna. Jak je uvedeno výše, citovaný druhý odstavec § 24 upravuje proslunění celých bytů, jemu předchází odstavec první, který prvotně stanoví, že obytné místnosti (a ty pobytové místnosti, které to svým charakterem a způsobem využití vyžadují) musí být prosluněny. Toto ustanovení (§ 24 odst. 1 vyhlášky) nepřipouští žádné výjimky z dané povinnosti, musí být proto splněna vždy. Obsah takto výslovně určené povinnosti nelze měnit účelově přizpůsobeným jazykovým výkladem jiného ustanovení. Vyjádření minimální míry proslunění bytu jako celku pomocí poměru obytných místností oproti ostatním vyplývá ze skutečnosti, že právní předpisy neupravují závazně, jakou část bytu musí tvořit obytné, tj. prosluněné místnosti. Dle §

3 písm. l) vyhlášky je bytem soubor místností, popřípadě jednotlivá obytná místnost, který svým stavebně technickým uspořádáním a vybavením splňuje požadavky na trvalé bydlení a je k tomu účelu užívání určen. Není tedy vyloučeno, že počet a plocha „neobytných“ místností v bytě může být oproti obytným (a pobytovým) místnostem, které svým charakterem a způsobem využití též vyžadují proslunění výrazně převažující. Takový stav stavebně právní předpisy nevyklučují, pouze z hlediska proslunění stanoví povinnost zachovat určitý poměr mezi prosluněnou a ostatní částí bytu.

Kromě toho, že soud jednoznačně určil, že prosluněný byt musí mít prosluněny všechny obytné místnosti, ale navíc stanovil nové kritérium pro byty a to takové, že plocha obytných místností musí být alespoň 1/3 z celkové plochy bytu. Byty, které by toto nové kritérium nesplňovali, snad ani nemohou existovat, ale jistě existuje mnoho nových bytů, které mají alespoň jednu obytnou místnost na sever a tudíž dle rozhodnutí soudu nesplňují Vyhlášku 137/1998 Sb.

Pokud by majitelé takovýchto bytů, kde nevypršela promlčecí doba na podání žaloby ve správním řízení, podali žalobu na kolaudační řízení o náhradu škody za nevyhovující byt, možná by to způsobilo větší krizi v českém stavebnictví než současná hospodářská situace.

Pokud si však někdo myslí, že se jedná o starou a překonanou záležitost, protože právě vyšla nová Vyhláška 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby, která nahrazuje citovanou 137, je zde uveden text týkající se proslunění dle této nové vyhlášky:

#### Proslunění

(1) Prosluněny musí být obytné místnosti a ty pobytové místnosti, které to svým charakterem a způsobem využití vyžadují. Přitom musí být zajištěna zraková pohoda a ochrana před oslněním, zejména v pobytových místnostech určených pro zrakově náročné činnosti.

(2) Všechny byty musí být prosluněny. Byt je prosluněn, je-li součet podlahových ploch jeho prosluněných obytných místností roven nejméně jedné třetině součtu podlahových ploch všech jeho obytných místností. Při posuzování proslunění se vychází z normových hodnot.

(3) U samostatně stojících rodinných domů, dvojdomů a koncových řadových domů má být součet podlahových ploch prosluněných obytných místností roven nejméně jedné polovině součtu podlahových ploch všech obytných místností bytu.

Asi ani méně pozornému čtenáři neušlo, že zásadní věta v prvním odstavci obou vyhlášek, o kterou se soud opíral, je zcela shodná. Nelze tedy ani do budoucna vyloučit překvapivá rozhodnutí.

#### Literatura a odkazy

[1] Vyhláška MMR ČR 137/1998 Sb. o obecných technických požadavcích na výstavbu

[2] Vyhláška MMR ČR 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby

[3] ČSN 73 4301 Obytné budovy

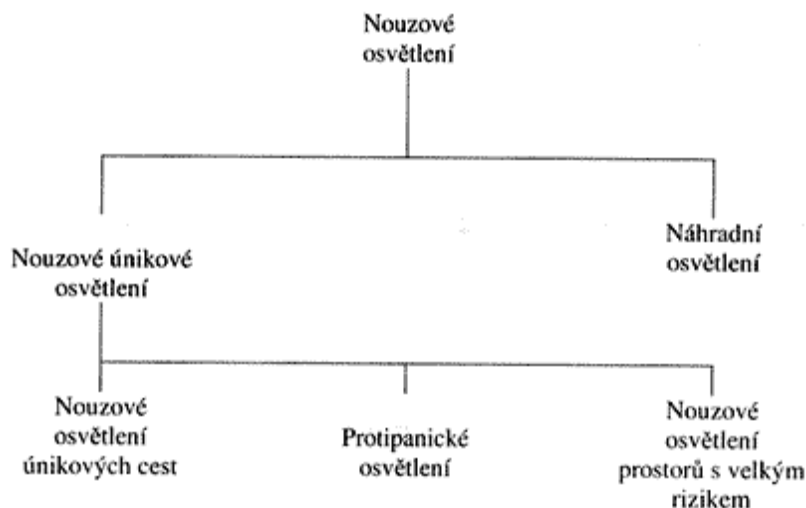
[4] Rozsudek Nejvyššího správního soudu ze dne 22.2.2007, čj. 6 As 56/2005 - 98, [www.nssoud.cz](http://www.nssoud.cz).

# Subjektivní posouzení systémů NO

Ivo, Penn, Ing.

HORMEN CE a.s., www.hormen.cz, penn.ivo@post.cz

Nouzové osvětlení se zřizuje pro použití v případě selhání normálního osvětlení a je proto napájeno ze zdroje nezávislého na tom, který napájí normální osvětlení. Obecně lze termín nouzové osvětlení rozdělit do několika kategorií. Hlavním účelem nouzového osvětlení je umožnit bezpečný odchod z prostoru při výpadku normálního napájení.



• Obrázek 1. Schématické znázornění dělení nouzového osvětlení

Úniková cesta je definována jako komunikace v objektu nebo na objektu umožňující bezpečnou evakuaci osob z objektu ohroženého požárem nebo z jeho části na volné prostranství, popř. přístup požárních jednotek do prostorů napadených požárem (ČSN 7308XX).

Nouzové únikové osvětlení musí být poskytnuto včas, automaticky a po potřebnou dobu pro daný typ prostoru. Důležité je si uvědomit, že nouzové únikové osvětlení musí být aktivováno nejen při úplném výpadku napájení normálního osvětlení, ale i v případě, že se jedná o omezenou poruchu, jako je např. porucha v koncovém obvodu.

Zároveň pak platí, že nouzové únikové osvětlení není navrženo k tomu, aby umožňovalo pokračování normální činnosti v provozních nebo obytných prostorech v případě výpadku normálního nebo náhradního osvětlení. Obecně by nouzové únikové osvětlení mělo splňovalo tyto podmínky:

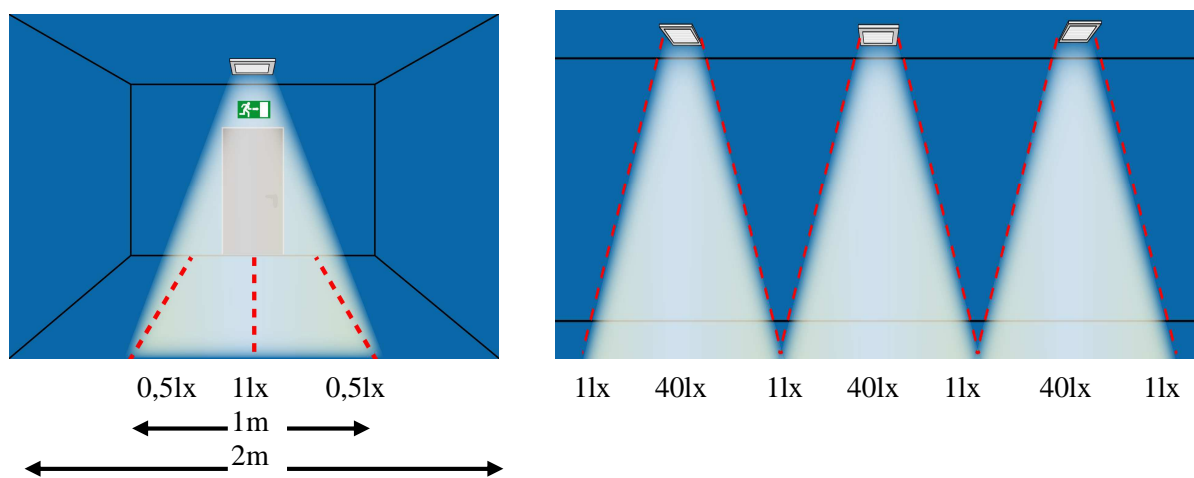
- osvětlení označení únikové cesty,
- zajištění osvětlení na těchto cestách a po celé jejich délce tak, aby byl umožněn bezpečný pohyb směrem k východům a těmito východy na místo bezpečí,
- zajištění toho, aby požární hlásiče a požární zařízení podél únikových cest mohla být snadno lokalizována a použita, pro umožnění provádění činnosti související s bezpečnostními opatřeními.

Pocity úzkosti a zmatku mohou být zmírněny strategicky umístěnými značkami ukazujícími cestu ven z prostoru. Je velmi důležité, aby východy byly jasně označeny značkami a tyto byly viditelné po celou dobu, kdy jsou v prostoru uživatelé.

## Nouzové osvětlení únikových cest

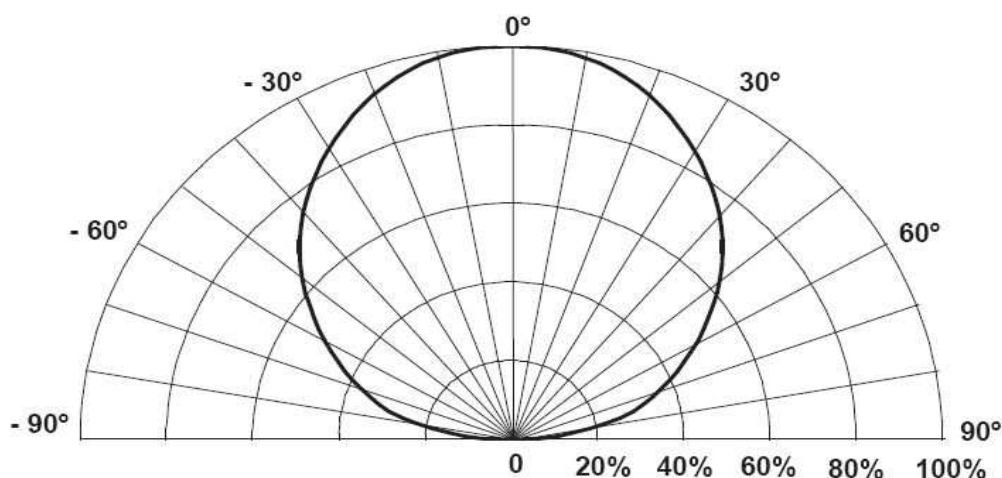
Účelem nouzového osvětlení únikových cest je umožnit přítomným bezpečný odchod z prostoru poskytnutím vhodných podmínek pro vidění a určení směru na únikových cestách a na zvláštních místech a zajistit snadné dosažení a použití protipožárních a bezpečnostních zařízení.

- Pro únikové cesty do šířky 2m nesmí být horizontální osvětlenost na podlaze podél osy únikové cesty menší než 1lx a středový pás, široký alespoň polovinu šíře cesty, musí být osvětlen minimálně na 50% této hodnoty.
- Poměr maximální a minimální osvětlenosti podél osy únikové cesty nesmí být větší než 40:1.
- Omezující oslnění musí být zmenšeno omezením svítivosti svítidel v zorném poli (viz ČSN EN 1838).
- Pro rozlišení bezpečnostních barev musí být minimální hodnota indexu podání barev Ra světelných zdrojů nouzových svítidel 40.
- Minimální doba svícení nouzového únikového osvětlení přípustná pro únikové účely musí být 1 hodina.
- Nouzové osvětlení únikových cest musí dosáhnout 50% požadované osvětlenosti do 5s a plně požadované osvětlenosti do 60s.



## Technologie LED v NO

Výhodou LED zdrojů je nejenom nízká energetická spotřeba, ale také celá řada možných vyzařovacích charakteristik. Snadno tak lze použít vhodný typ vyzařování LED pro různé speciální požadavky jednotlivých aplikací. Zatímco pro osvětlení únikové cesty je pokud možno potřeba zejména osvětlit osu úniku na min 1lux, při osvětlení protipanickém je požadavek na co nejširší vyzařovací charakteristiku pro dosažení co nejrovnoměrnějšího osvětlení prostoru na min 0,5lux.

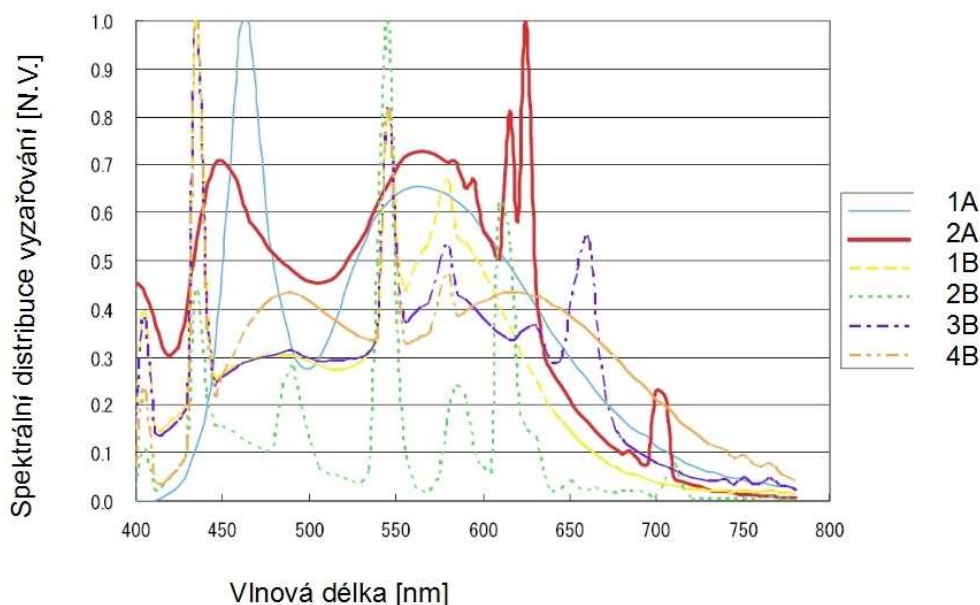


## Testované zdroje

Jako testovací zdroje byly použity dva typy bílé LED diody (dichromatická a trichromatická) a tři typy konvenčních fluorescenčních zdrojů. Korelační teplota chromatičnosti zdrojů byla stanovena na 5000K. Jako referenční zdroj byl použit speciální fluorescenční zdroj se spektrální výkonovou vyzařovanou distribucí podobnou CIE standardizovanému zářiči D50.

	Typy zdrojů		Teplota chrom./ K	Ra
1A	LED	Dichromatická bílá	5000K	79
2A		Trichromatická bílá	5000K	85
1B	Fluorescentní zdroje	Obecný	5000K	70
2B		Tri-band	5000K	88
3B		High color render white	5000K	90
4B		CIE D50	5000K	99

• Tabulka 1: Použité zdroje



• Obrázek 4: Distribuce testovací objekty

## Metodika šetření – subjektivního hodnocení osvětlení

Ke zpracování a vyhodnocení výsledků byla použita formulace dotazníků a metodika převzatá od PhDr. Zdeňky Židkové, která je pracovníkem Centra ochrany a podpory zdraví Zdravotního ústavu se sídlem v Brně. Statistické hodnocení pak bylo provedeno pomocí statistického programu EPI INFO, verze 5.

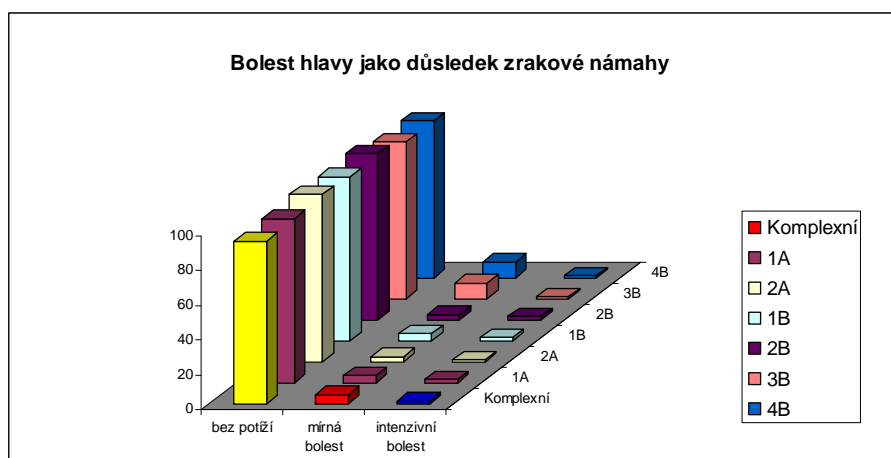
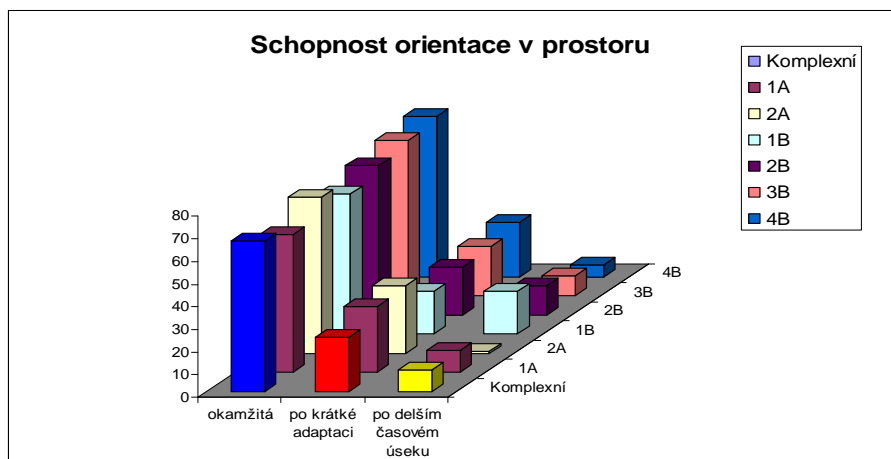
Byl vytvořen jednak standardní dotazník k zjištění základních údajů o respondentech a dotazník subjektivní spokojenosti s nouzovým osvětlením v předem vymezeném prostoru. Sledují se potíže okulární, související s drážděním oka a vizuální, související se zvýšenou zrakovou zátěží. Dále se sledovala oblast nespecifických příznaků. Výzkum byl proveden ve firmě INOTEC v testovací zakuřovací chodbě pro NO. Soubor tvořila skupina 33 pracovníků v úřednických profesích. Výběr souboru, věkové rozmezí a délka praxe byl dán časovými a provozními možnostmi. U tohoto souboru šlo o totální výběr. Šetření bylo prováděno anonymně, sledovala se pouze věková kategorie a délka praxe.

Dotazník obsahovat 20 otázek, přičemž vzorek 4 z nich je prezentován na výsledcích níže. Jednotliví respondenti měli možnost hodnotit max. 25 min položené otázky formou řízeného dotazování. Se získaných dat byla vytvořena databáze, která byla následně zpracována výše popsaným softwarem.

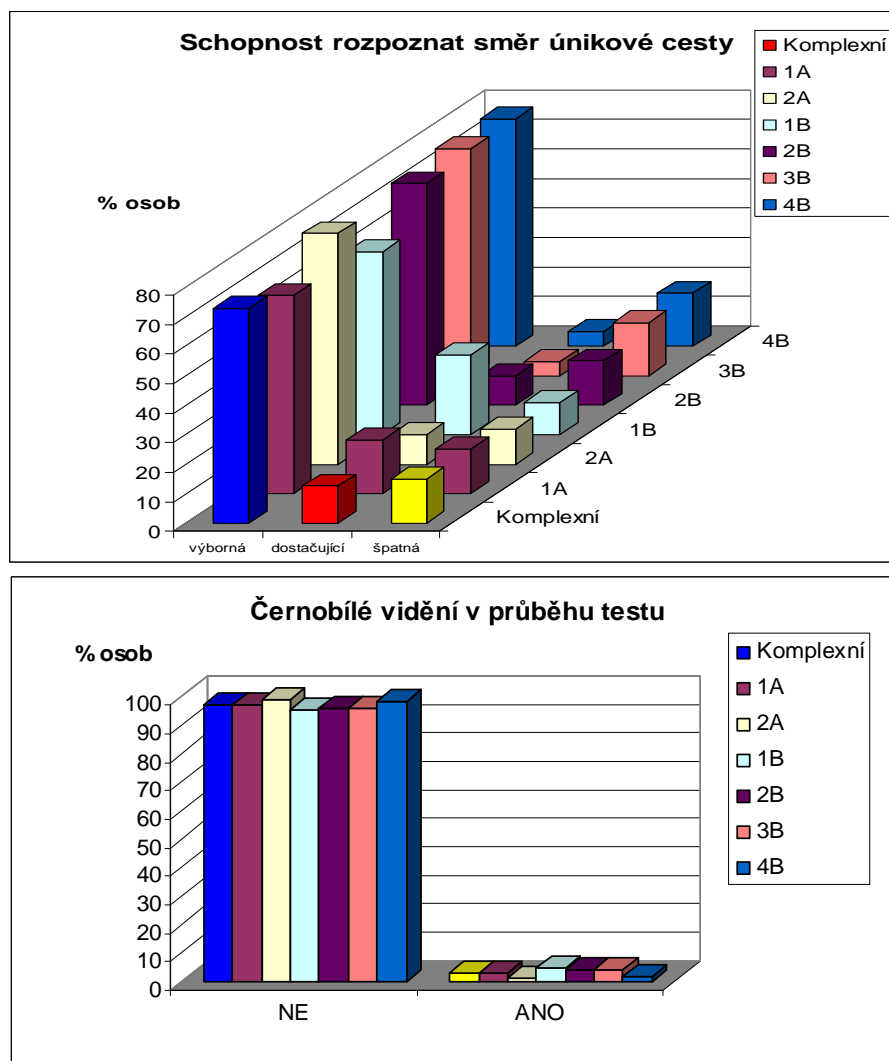


Věk	Počet osob	% osob z celkového souboru
méně než 25 let	3	9
26-35 let	5	15
<b>36-45 let</b>	<b>18</b>	<b>55</b>
46 a více let	7	21
Celkem	33	100
Praxe	Počet osob	% osob z celkového souboru
méně než rok	0	0
1-5 let	6	18
<b>více než 5 let</b>	<b>27</b>	<b>82</b>
Celkem	33	100
Zrak	Počet osob	% osob z celkového souboru
<b>dobrý</b>	<b>27</b>	<b>82</b>
Špatný	6	18
Celkem	33	100

• Tabulka 2: Charakteristika vzorku osob



• Graf 1 a 2 : Výsledky - schopnost orientace v prostoru a bolest hlavy jako důsledek zrakové námahy



• Graf 1 a 2 : Výsledky - schopnost rozeznat směr únikové cesty a černobílé vidění v průběhu testu

## Závěr

Vzhledem k "malému" rozdílu mezi parametry NO dle normativně daných požadavků byly zaznamenány znatelné rozdíly v subjektivním hodnocení mezi jednotlivými zdroji. Obecně lze zjednodušeně konstatovat, že lepších parametrů bylo dosaženo u kvalitnějších zdrojů. Výjimku však tvoří menší schopnost orientace v prostoru u klasických zdrojů a u kvalitnějších klasických zdrojů byl pozorován větší výskyt bolesti hlavy. Překvapivě výborná a dostačující schopnost rozpoznat směr únikové cesty byla zaznamenána u LED zdrojů a běžných klasických zdrojů. U všech typů zdrojů poměrně malé procento výskytu pocitu černobílého vidění v průběhu šetření.

## Literatura a odkazy

- [1] Žídková, Z. Zraková zátěž a stres spojený s prací II. Slezské dny preventivní medicíny, Karviná 2004
  - [2] Žídková, Z. Teoretická a praktická východiska sledování zrakové únavy. In Kurz osvětlovací techniky XXI, Morávka 15 - 16. října 2002. 2002.
  - [3] Hladký, A. Žídková, Z. Metody hodnocení psychosociální pracovní zátěže : metodická příručka. 1999. vyd. Praha : Karolinum, 1999. 78 s., ISBN 80-7184-890-5.
  - [4] Žídková, Z. Zraková únava a práce. In Kurz osvětlovací techniky XVIII, Ostrava 1999
  - [5] Vrbík, P. Žídková, Z. Vliv osvětlení na zrakově náročnou činnost. Mezinárodní konference Ostrava 1998, ISBN 80-7078-531-6
- ČSN EN 1838 (36 0453)/2000: Světlo a osvětlení – Nouzové osvětlení

# THE VALIDITY OF SUBJECTIVE ASSESSMENT AND OBJECTIVE MEASUREMENT IN EVALUATION OF NATURAL LIGHTING

Ing. Ivo Penn, Mgr. Adéla Kadulová  
VŠB – Technical University of Ostrava  
17. listopadu 15  
Ostrava – Poruba 708 33

**Key words:** light, lighting, eyesight

## **Preamble:**

In these times objective assessment of lighting is being highly emphasized. On the other side we stand before the fact of the subjective affection of employees by lighting parameters. In many cases are feelings of the employees in contrasts with objectively detected lighting parameters. The purpose of this thesis was to determine the quality of lighting at the workplace after the building reconstruction and also if these changes were efficient. Goal of this thesis was to find propriety of used methods too.

## **Methods of investigation:**

- default question-form to know the basic information about the questioned
- subjective satisfaction with workplace lighting question-form
- objective measurement of artificial lighting at the workplace
- comparing of both files – non-parametric two-selective Wilcoxon's (Mann-Whitney) test

## **Monitored file:**

- Group I. – 20 employees (investigation in 2006), Group II. – 33 employees (investigation in 2008) – both groups are clerks of „Česká spořitelna“
- Investigation has been anonymous, monitored: age and length of service

## **Results:**

I have been able to discover how much are the questioned satisfied with workplace lighting quality on the basis of question-forms in both investigated groups. An outstanding improvement was identified in all investigated items – day light and artificial light, sun blindness, workplace color scheme, overall rating. There was an exception made by elements affecting well-being of employees. The most of employees miss the view out of window even after the reconstruction. With this aspect is united sufficient relax after visual effort. There was not noticed a change in lowering “headache” by non-specific visual complaints as a result of visual effort. The result of objective measurement of artificial lighting is that the requested average level of lighting has been accomplished, which was not before the reconstruction.

## **Conclusion:**

After reviewing all result it's obvious, that the reconstruction of the building has had a positive influence to the workplace lighting quality. We can prove this by objective lighting measurement. There is seen an outstanding increment of evaluation from the employees, because there are no adverse effects to health as before the reconstruction. The group “I.” has assessed the lighting at the workplace mostly as inconvenient. Affirmative influence of lighting to well-being of employees is provable from the results. We can also come to a conclusion that selected method is suitable to examine this issue.

## **Literature:**

- [1] A.Hladký, Z.Žídková , Metody hodnocení psychosociální pracovní zátěže, Vydala UK Praha nakladatelství Karolinum, 1999, ISBN 80 - 7184 - 890 - 5
- [2] Světlo a pracovní prostředí Praha, příloha sborníku symposia Praha říjen 1974
- [3] PLCH, Jiří. Světelná technika v praxi. 1. vyd. Praha : IN-EN, 1999. 210 s. ISBN 80-86230-09-0.

# Provozní náklady ve VO

Jaroslav, Polínek, Ing.

AKTĚ spol. s r.o., Zlín, www.akte.cz, jaroslav.polinek@akte.cz

Přirozená snaha majitelů veřejných osvětlení a dnes k tomu přistupující ekonomická krize vede k zájmu o optimální a efektivní využití těchto systémů. Základy pro takové efektivní využití systémů VO se kladou již ve fázi projektování a to ať již nových systémů tak i obnovy a modernizace stávajících systémů.

Zjednodušený způsob kvantifikace provozních nákladů lze provést podle rovnice:

$$N = \frac{N_i}{T_a} + \sum_{i=1}^n N_{p,i} \quad (\text{Kč/rok}) \quad (27)$$

Kde N celkové náklady na osvětlení za jeden rok (Kč/rok)  
N<sub>i</sub> pořizovací náklady na osvětlení (Kč)  
T<sub>a</sub> doba života zařízení (rok)  
N<sub>p,i</sub> dílčí provozní náklady za dobu jednoho roku (náklady na elektrickou energii, náhradní díly, výměna světelných zdrojů, údržba, řízení osvětlení, odpisy aj.) (Kč/rok)

Nejvýznamnějšími položkami v rámci provozních nákladů jsou náklady na elektrickou energii, náhradní světelné zdroje a údržbu zařízení.

Skladba prvků soustavy naznačuje i strukturu pořizovacích a provozních nákladů. Vedle těchto makroekonomických hledisek posuzujeme ekonomicky i dílčí problémy spojené s ekonomickým intervalem výměny světelných zdrojů a ekonomickým intervalem čištění svítidel. Vždy je porovnáván náklad na údržbu se získanými přínosy.

Dílčí provozní náklad za dobu jednoho roku na elektrickou energii např. svítidla s vysokotlakou sodíkovou výbojkou o jmenovitém příkonu 100 W (115 W včetně konvenčního předřadníku) činí:

$$N_{p,1} = P_s \cdot T \cdot A_e = 0,115 \cdot 4200 \cdot 2,10 \cong 1000 \quad (\text{Kč/rok}) \quad (2)$$

Kde N<sub>p,1</sub> dílčí provozní náklad za dobu jednoho roku na elektrickou energii (Kč/rok)  
P<sub>s</sub> odebíraný výkon svítidlem (KW)  
T roční provozní doba (hod.)  
A<sub>e</sub> cena elektrické energie (Kč/kWh)

Dílčí provozní náklad za dobu jednoho roku na údržbu např. svítidla s vysokotlakou sodíkovou výbojkou s konvenčním předřadníkem činí:

$$N_{p,2} = \frac{A_z}{T_z} + \frac{A_{kp}}{T_{kp}} + \frac{A_c}{T_c} + \frac{A_{zp}}{T_{zp}} + \frac{A_{pl} \cdot T_{pl}}{M_{pl}} = \frac{300}{3} + \frac{300}{10} + \frac{100}{10} + \frac{300}{10} + \frac{500 \cdot 1,3}{2} \cong 500 \quad (\text{Kč/rok}) \quad (3)$$

Kde N<sub>p,2</sub> dílčí provozní náklad za dobu jednoho roku na údržbu (Kč/rok)  
A<sub>z</sub> cena vysokotlaké sodíkové výbojky (Kč)  
A<sub>kp</sub> cena konvenčního předřadníku tlumivky (Kč)  
A<sub>c</sub> cena kompenzačního kondenzátoru (Kč)  
A<sub>zp</sub> cena zapalovače (Kč)  
A<sub>pl</sub> cena provozu plošiny (Kč/h)  
T<sub>z</sub> doba života vysokotlaké sodíkové výbojky (rok)  
T<sub>kp</sub> doba života konvenčního předřadníku tlumivky (rok)  
T<sub>c</sub> doba života kondenzátoru (rok)  
T<sub>zp</sub> doba života zapalovače (rok)  
T<sub>pl</sub> potřebná doba provozu plošiny (hod.)  
M<sub>pl</sub> četnost práce na světelném bodu (rok)

Výše uvedené výpočty, i když jsou zjednodušené, velmi dobře charakterizují základní kvantifikaci a základní relaci mezi provozními náklady na elektrickou energii a náklady na údržbu a rovněž umožňují rámcově posuzovat jaký vliv mohou mít nové technologie, které začínají být aplikovány v systémech VO.

Celkový náklad na osvětlení za jeden rok se svítidlem s pořizovací cenou např. 3000 Kč a dobou života 15 let pak je:

$$N = \frac{Ni}{Ta} + \sum_{i=1}^2 Np,i = \frac{3000}{15} + 1000 + 500 = 1700 \quad (\text{Kč/rok})$$

Zkusme orientačně zauvažovat nad vlivem nových technologií jako jsou LED svítidla, elektronické předřadníky apod., které začínají být v posledních letech aplikovány a jsou zdůrazňovány zejména jejich předností v oblasti snížení nákladů na elektrickou energii.

### Propočet ročních provozních nákladů s LED svítidlem

Pro orientační výpočet je třeba učinit některé základní předpoklady:

- cena LED svítidla	12000 Kč
- příkon svítidla	115 W
- doba života svítidla	10 let
- doba života LED	10 let
- cena elektroniky svítidla	2000 Kč
- doba života elektroniky sv.	5 let

Pak

Dílčí provozní náklad za dobu jednoho roku na elektrickou energii LED svítidla o jmenovitém příkonu 115 W činí:

$$Np,1 = Ps.T.Ae = 0,115.4200.2,10 \cong 1000 \quad (\text{Kč/rok})$$

Dílčí provozní náklad za dobu jednoho roku na údržbu LED svítidla činí:

$$Np,2 = \frac{Ae}{Te} + \frac{Apl.Tpl}{Mpl} = \frac{2000}{5} + \frac{500.1,3}{5} \cong 500 \quad (\text{Kč/rok})$$

Celkový náklad na osvětlení za jeden rok s LED svítidlem s pořizovací cenou např. 12000 Kč a dobou života 10 let pak je:

$$Nled = \frac{Ni}{Ta} + \sum_{i=1}^2 Np,i = \frac{12000}{10} + 1000 + 500 = 2700 \quad (\text{Kč/rok})$$

Za těchto předpokladů jsou roční náklady na provoz LED svítidla ve srovnání s provozními náklady svítidla s konvenčním předřadníkem a vysokotlakou sodíkovou výbojkou o 1000 Kč/rok vyšší. Aby tyto provozní náklady začaly být srovnatelné s konvenčním řešením, musí dojít ke snížení ceny LED svítidla, snížení ceny elektronické části a prodloužení její doby života.

### Literatura a odkazy

[1] ČKAIT, Šesták F. Provoz a údržba osvětlení, 2000

# Iluminácia historického centra Bratislavy

Alfonz, Smola, Prof. Ing. PhD., Michal, Majerský, Ing.

FEI STU v Bratislave, alfonz.smola@stuba.sk

**Bratislava** je hlavným a najľudnatejším mestom Slovenska a sídlom Bratislavského samosprávneho kraja. Patrí medzi najmladšie hlavné mestá Európy. Pod názvom Bratislava existuje iba od dvadsiatich rokov minulého storočia. V časoch, keď sa nazývala Prešporokom (Pressburg, Pozsony), bola jedným z najdôležitejších miest Rakúsko-Uhorskej monarchie. Poloha na brehu rieky Dunaj a križovatke starých obchodných ciest priamo v srdci Európy predurčila Bratislavu stať sa miestom stretávania sa mnohých kultúr. Žili tu Kelti, Rimania, Slovania... Za zlaté obdobie sa považuje obdobie vlády Márie Terézie. Táto panovníčka bola za uhorskú kráľovnú korunovaná v katedrále sv. Martina v Prešporoku. Tak, ako ďalších 10 kráľov a 9 kráľovských manželiek počas skoro 300 rokov, keď bol Prešporok fakticky hlavným mestom Uhorska.

**Oddelenie svetelnej techniky FEI STU** má dlhodobé bohaté skúsenosti s ilumináciou významných budov v Bratislave. Participovali sme na návrhu osvetlenia Dómu sv. Martina, Hlavného námestia a pod. V rámci diplomových prác inžinierskeho štúdia na Fakulte elektrotechniky a informatiky STU v Bratislave vznikli dva zaujímavé projekty:

1. Konceptia večerného obrazu mesta (Bratislavy) tvorená svetelnou technikou
2. Iluminácia historického centra Bratislavy

Úlohou príspevku je stručne predstaviť druhý z týchto projektov, ktorý vznikol za úzkej spolupráci aj s Fakultou architektúry STU (Ing. Arch. Polomová, PhD). Na ilumináciu bola vybraná Michalská ulica a jej okolie.

**Michalská ulica** je jedna z najstarších ulíc mesta. Svoj pôvod má v diaľkovej ceste vedúcej z Moravy k dunajskému brodu, v blízkosti ktorej sa ľudia usadzovali ešte pred vznikom mesta. Od 13. storočia tvorila jednu z hlavných osí Bratislavy. Po vybudovaní mestského opevnenia v 14. storočí bola na jej konci postavená brána, chrániaca vstup do mesta, podľa ktorej dostala ulica svoje meno a zachovala si ho dodnes. Súčasťou obrannej funkcie Michalskej brány je aj charakteristické zakrivenie ulice pri jej vyústení do námestia Slovenského národného povstania. V jednom z domov sa zachovala baroková lekáreň U Červeného raka, dnes Farmaceutická expozícia.

Východný rad Michalskej ulice tvoria typické meštianske domy, ktoré tu vznikali prestavbami gotických objektov v 16. – 18. storočí. O stredovekom pôvode svedčí napríklad trojdielna sedílica v prejazde domu s popisným číslom 12 z 15. storočia, zaklenutom renesančnou hrebienkovou klenbou v čase, keď renesančne upravovali aj susedné domy. Renesančné kamenné portály sa zachovali aj vo vedľajšom dome č. 20 s nárožným artiklom. V dome č. 12 sa na začiatku 19. storočia nachádzala Weberova tlačiareň, neskôr v rokoch 1843 – 1850 patril slovenskému publicistovi J. Palkovičovi. V dome č. 10, susediacom s kaplnkou sv. Kataríny boli pri reštaurátorských prácach odkryté fragmenty výzdoby interiérov z prelomu 18. a 19. storočia. Kompletne je zachovaná maliarska výzdoba miestností na druhom poschodí.

Na Michalskej ulici sa nachádzajú aj ďalšie budovy, ktoré patria medzi kultúrne pamiatky, ako napríklad Jesenákov palác, ktorý patrí k prvým vrcholne barokovým palácom v Bratislave.

Vzhľadom na to, že na Michalskej ulici (a v jej blízkom okolí je veľa kultúrnych pamiatok, je potrebné zvoliť vhodné kritérium na výber objektov, ktoré by mali byť iluminované.

Kritérium výberu objektov vychádza z hierarchie významu:

- historického
- umeleckého
- urbanistického

Podľa tohto kritéria sa vybrali nasledovné objekty, ktorých umiestnenie je možné vidieť na *obr. 1* :

1. **Michalská veža a brána** – z urbanistického hľadiska je to mestská dominanta a historického dôvodu jediná zachovaná mestská brána opevnenia



2. **Segnerová kúria** – významná pre svoju historickú a umeleckú hodnotu, pretože je tam zachovaná čistá renesančná fasáda
3. **Kaplnka sv. Kataríny** – má historickú hodnotu ako najstaršia gotická kaplnka v Bratislave
4. **Palác Uhorskej kráľovskej komory**, dnešná Univerzitná knižnica – historický ale aj architektonický význam kvôli svojej dominantnosti
5. **Fresky** – zachované historické maľby na Bielej ulici
6. **Mirbachov palác** – klenot rokokovej architektúry

Pri návrhu osvetlenia daných objektov je okrem vecí popísaných v úvodnej časti potrebné brať do úvahy aj vplyv verejného osvetlenia na tieto budovy, ktoré je realizované prostredníctvom svietidiel (historických lucern) s vysokotlakovými sodíkovými výbojkami. Nepochybne na večerný obraz Michalskej ulice majú vplyv výklady aj osvetlené resp. svietiace reklamy, ktoré sú umiestnené na budovách alebo prípadná dočasná vianočná výzdoba (pozri obr 1a,b).



Obr. 1 Michalská ulica s vianočnou výzdobou vo dne (1a) a večer (1b)



Obr. 2 Letecký pohľad na rozmiestnenie vybraných iluminovaných objektov

Príklad iluminácie si ukážeme na **Kaplnke sv. Kataríny**. Je to jednoduchá gotická kaplnka, postavená ako súčasť cisterciánskeho kláštora, vysvätená v roku 1325. V roku 1311 dal cistercián František de Columba, kaplán pápežského legáta, jednolodňovú kaplnku. Stála na pozemku, ktorý vlastnil cisterciánsky kláštor V Heiligenkreuzi a patrila cisterciánom až do začiatku 16. Storočia. Rozsiahle náklady na údržbu a veľká vzdialenosť od kláštora v Heiligenkreuzi viedli však jeho opáta k tomu, že kaplnku neskôr prenajal mestu a v roku 1552 mu ju napriek protestom bratislavskej kapituly predal.

V 17.storočí kaplnku zavreli a jej inventár rozpredali. Uchádzali sa o ňu uršulínky, ale v roku 1676 ju dostali do správy kapucíni. Zriadili v nej nový oltár s kazateľnicou a v úpravách interiéru pokračovali aj v 18.storočí. V roku 1743 vytvoril bratislavský sochár A. Hüter plastiky sv. Antona a Františka, hainburský sochár M. Vallaster nový oltár a lavice. Okolo roku 1840 bolo vytvorené nové priečelie kaplnky v klasicizujúcom slohu. Kaplnka má pomerne jednoduchú architektúru, obdĺžnikový priestor s polygonálnym uzáverom a krížové erbové klenby, dnešná fasáda nie je pôvodná.

### Analyza súčasného stavu

Kaplnka sv. Kataríny nemá vlastné exteriérové osvetlenie. Ako môžeme vidieť na obrázku *obr. 3*, v jej susedstve sa z jednej strany nachádza budova, na ktorej je umiestnená nasvietená reklamná tabuľa a z druhej strany budova, kde je umiestnené verejné osvetlenie. Hodnoty nameraných jasov sa pohybujú v rozpätí 0,5 – 3,2 cd.m<sup>-2</sup>.



Obr. 3 Kaplnka sv. Kataríny cez deň a večer

### Ideový návrh pre tento objekt je spracovaný v dvoch variantoch

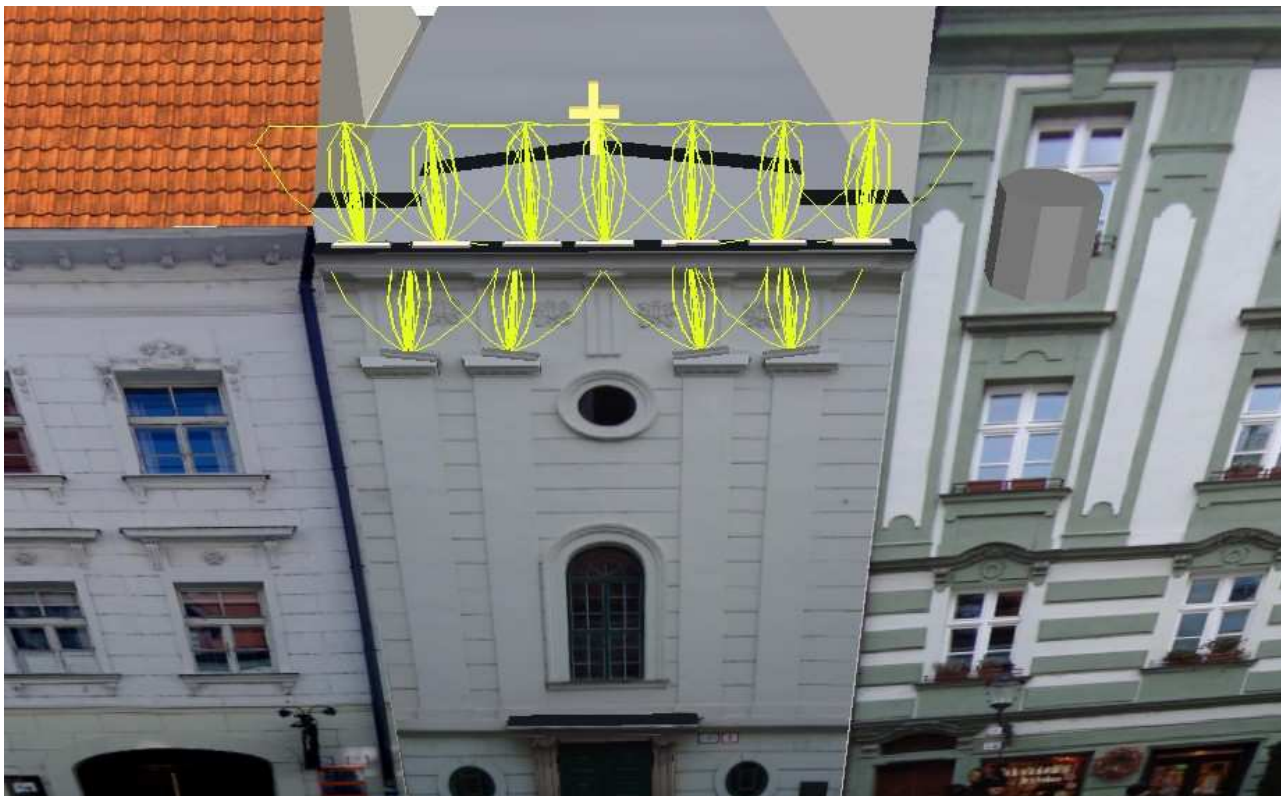
**Variant 1** Pri osvetľovaní Kaplnky sv. Kataríny berieme do úvahy, že je umiestnená v rade domov a nie je samostatným objektom, osvetľujeme teda len jej priečelie. V prvom variante navrhujeme režimovateľnú ilumináciu. Do 21<sup>00</sup> hod. by fungovalo interiérové osvetlenie okien, rímsy a barokových detailov nachádzajúcich sa v hornej časti budovy; po 21<sup>00</sup> hod. bude iluminácia riešená fasádnym systémom s využitím pilasterov a ponechaním osvetlenia rímsovej časti. Hodnoty jasov v jednotlivých častiach osvetlenia sa budú líšiť, v hornej časti kvôli zachovaniu „rímsovej kontinuity“ so Segnerovou kúriou volíme 4 – 5 cd.m<sup>-2</sup>. V dolnej časti pri osvetlení pilasterov postačí hodnota jasov 2 – 3 cd.m<sup>-2</sup>. Zelenkavú farbu fasády najlepšie ukáže svetelný zdroj s teplobielym svetlom (3000K).

**Variant 2** Druhý variant je jednoduchší, spočíva v celoplošnom nasvetlení fasády pomocou jediného svietidla, ktoré smeruje do stredu vrchnej časti budovy, kde sa nachádza vetrací otvor. Hodnoty jasov postupne klesajú smerom od stredu budovy k okrajom od hodnoty 5 cd.m<sup>-2</sup> nadol. Svetelný zdroj má takisto ako v prvom prípade náhradnú teplotu chromatickosti 3000 K. Tento variant možno skombinovať aj s dočasným osvetlením interiéru.

Projekt je kompletne pripravený v prostredí Dialux, ktorý umožňuje efektnú vizualizáciu objektov a ich iluminácie.



Pri návrhu osvetlenia sú použité kvalitné svietidlá od významných výrobcov svetelnej techniky. Pre každý variant projekt obsahuje rozmiestnenie a smerovanie svietidiel. Na obr. 3 je znázomené rozmiestnenie a smerovanie svietidiel v hornej časti budovy kaplnky podľa variantu 1.



Obr. 4 Umiestnenie a smerovanie svietidiel

Na obr. 4 je pohľad na kaplnku sv. Kataríny vizualizovanú v prostredí Dialux. Z obr. Je zrejmé nakoľko reálne postihuje vizualizácia skutočnosť.



Obr. 5 Pohľad na Kaplnku sv. Kataríny vizualizovanú v programe DIALux



*Obr. 6 Iluminovaná Kaplnka sv. Kataríny pri variante 1 (do 2100hod)*



*Obr.7 Iluminovaná Kaplnka sv. Kataríny pri variante 1 (po 2100hod)*



*Obr. 8 Iluminovaná Kaplnka sv. Kataríny pri variante 2*

Súčasťou návrhu je aj podrobná ekonomická analýza, ktorú pre obmedzený priestor neuvádzame. Celý projekt iluminácie spolu s koncepciou večerného obrazu Bratislavy budú ponúknuté Magistrátu Bratislavy na realizáciu.

### **Literatura a odkazy**

- [1] HOLČÍK, Š., RUSINA, I.: Umenie Bratislavy. Tatran, 4334.publikácia, 1.vydanie, 1987. 061-031-87
- [2] KRASŇAN, F., SMOLA, A.: Iluminácia kostola sv. Jakuba staršieho v Trnave. In Časopis EE, ročník 10, 2004, mimoriadne číslo. s. 157-160. ISSN 1335-2547.
- [3] LACIKA, I., TOMČÍK, V.: Tvoja Bratislava. Mladé letá, 7440.publikácia, 1.vydanie, 1992. ISBN 80-06-00393-9.
- [4] LENGYELOVA T., MRVA, I.: Historický kalendár – Slovensko. Perfekt, 433.publikácia, 1.vydanie, 1990. ISBN 80-8046-336-0.
- [5] SMOLA, A., KRASŇAN, F., a kol.: Mestské opevnenie v Trnave - Bernoláková brána - Návrh iluminácie. Bratislava, 2002.
- [6] SMOLA, A., POLOMOVÁ, B., KRASŇAN, F.: Návrh koncepcie iluminácie hlavného mesta SR – Bratislavy. Bratislava. 2002. 59s.
- [7] ŠPIESZ, A.: Bratislava v stredoveku. Perfekt, 235.publikácia, 1.vydanie. 2001. ISBN 80-8046-145-7.
- [8] ŠTEFANOVIČOVÁ, T., a kol.: Najstaršie dejiny Bratislavy. Elán, 8.publikácia. 1993. ISBN 80-85331-07-1.

Príspevok vznikol s podporou grantového projektu **VEGA 1/0687/09**

# Koncepcia iluminácie a verejného osvetlenia Bratislavy

Alfonz, Smola, Prof. Ing. PhD., Peter Bobok, Ing.  
FEI STU v Bratislave, alfonz.smola@stuba.sk

## Abstrakt

Verejné osvetlenie a iluminácia patria medzi niekoľko životne dôležitých prvkov, ktoré dávajú každému mestu správnu atmosféru. Aj tie najkrajšie ulice s cennými, nádherne zreštaurovanými budovami by boli bez osvetlenia zaujímavé iba spolovice. Verejné osvetlenie slúži nám všetkým – poskytuje nám bezpečnosť, orientáciu v priestore, umožňuje nám využívať verejné komunikačné cesty a priestory vo večerných hodinách, predĺžiť si pobyt vonku a spríjemniť večerné prechádzky. Verejné osvetlenie v dnešnej modernej dobe však nie je iba nevyhnutnou súčasťou mestského centra, ale aj neodmysliteľnou podmienkou fungovania celého dopravného systému každej metropoly. Verejné osvetlenie významnou mierou dotvára celkový večerný obraz mesta.

## Úvod

V roku 2004 mesto Bratislava vynaložilo na prevádzku, údržbu a dodávku elektrickej energie verejného osvetlenia okolo 121 mil. korún. Znižovanie nákladov spojených s verejným osvetlením sa dá dosiahnuť aj jeho rekonštrukciou. Moderné verejné osvetlenie prináša bezpečnosť do nočných ulíc, zlepšenie kvality životného prostredia, ale aj výrazné zníženie nákladov a úsporu primárnych zdrojov.

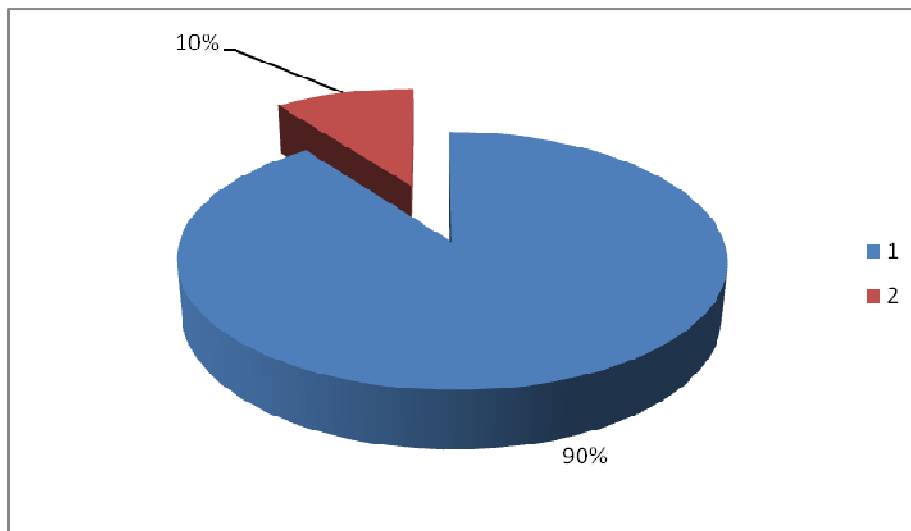
Cieľom príspevku je poukázať na dôležitosť verejného osvetlenia a iluminácie vybraných objektov Bratislavy. Na prvý pohľad sa môže zdať, že Bratislava je v noci nádherne osvetlená a žiari rôznymi farbami a svetlami rôznej intenzity. Ale aj v iluminácii Bratislavy nájdeme nedostatky, ktoré sa pokúsime ilustrovať na konkrétnych vybraných objektoch.

### 1 Súčasný stav verejného osvetlenia v Bratislave

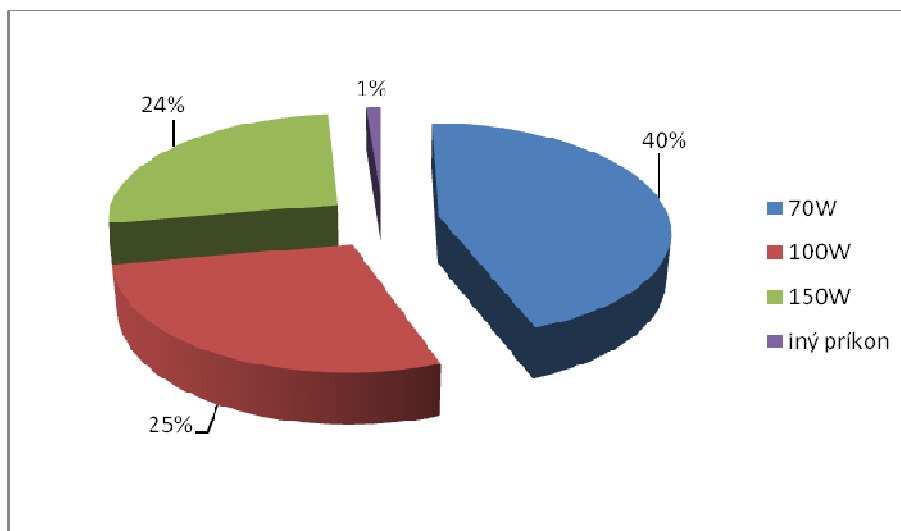
Bratislava je považovaná za jedno z miest s najlepším stavom verejného osvetlenia. O verejné osvetlenie sa stará jedna z najväčších spoločností na trhu – spoločnosť Siemens. V roku 1996 bol Siemens poverený mestom Bratislava modernizáciou, rekonštrukciou, údržbou a prevádzkou verejného osvetlenia mesta. V tom čase bolo vo funkčnom stave 40 % svetelných bodov, starých približne 30 rokov.<sup>[11]</sup>

Pri tejto rekonštrukcii VO, ktorá je zároveň považovaná za najväčšiu akciu tohto typu, vzhľadom na veľkosť mesta a počet osvetľovacích miest, bolo vymenených v prvej etape 30 000 svetelných miest. Staré svietidlá boli vymenené za novšie efektívnejšie. Nové typy svietidiel, na rozdiel od starých, obsahujú už nastaviteľnú optiku, antivandalské vyhotovenie z polykarbonátu. V priebehu prvej fázy projektu, za 8 mesiacov, sa podarilo znížiť potrebný elektrický príkon z 9,6 MW na 5,0 MW. Náklady na modernizáciu a rekonštrukciu mohli byť preto z veľkej časti kryté z takto získaných úspor za spotrebu elektrickej energie a nákladov na údržbu.<sup>[11]</sup> V druhej etape došlo k výmene celej osvetľovacej sústavy, teda aj stožiarov, vedení, prípadne rozvádzačov tam kde to bolo potrebné. Vymenených bolo zhruba 12 000 svetelných miest.

Ďalším dôležitým krokom pri rekonštrukcii verejného osvetlenia v Bratislave, bola výmena starých ortuťových výbojok za nové účinnejšie svetelné zdroje. V súčasnosti sa zdrojová štruktúra v Bratislave skladá z väčšej časti z vysokotlakových sodíkových výbojok a asi len 10 % sústavy tvoria iné svetelné zdroje (pozri obr. 1a). Zo sodíkových výbojok ma najväčšie zastúpenie výbojka s príkonom 70 W (40 %), potom výbojka s príkonom 100 W (25 %) a ešte aj výbojka s príkonom 150 W (24 %), ktorá je použitá na komunikácie vyšších tried (pozri obr. 1b). Náklady na modernizáciu a rekonštrukciu verejného osvetlenia, ktorá sa uskutočnila v rokoch 1997 – 2001, boli vo výške 905 miliónov Sk.<sup>[17]</sup>



Obr. 1a Zdrojová štruktúra vo verejnom osvetlení Bratislavy  
1 – sodíkové vysokotlakové výbojky, 2 – iné svetelné zdroje



Obr. 1b Príkonná štruktúra vo verejnom osvetlení Bratislavy

Po celkovej rekonštrukcii bol zriadený aj dispečing, ktorý riadi celú osvetľovaciu sústavu v Bratislave a kde môže každý občan nahlásiť prípadnú poruchu alebo nejaký iný problém týkajúci sa verejného osvetlenia. Možno konštatovať, že Bratislava z hľadiska verejného osvetlenia je jedno z najlepšie osvetlených miest v strednej Európe.

Aj napriek uvedenému, je možné aj v Bratislave identifikovať miesta, kde by bolo vhodné realizovať či rekonštruovať verejné osvetlenie. Ako príklad uvedieme ulicu Staré Grunty za internátmi Mladosť, ktorá nie je vôbec osvetlená a pri tom sa na nej nachádzajú aj stožiare s verejným osvetlením, ktoré však nie je v prevádzke. Táto komunikácia patrí Národnej diaľničnej spoločnosti (NDS). Osvetľovacia sústava pozostáva zo svietidiel a svetelných zdrojov staršieho typu, ktoré by bolo potrebné vymeniť za novšie a ekologicky aj ekonomicky vhodnejšie.

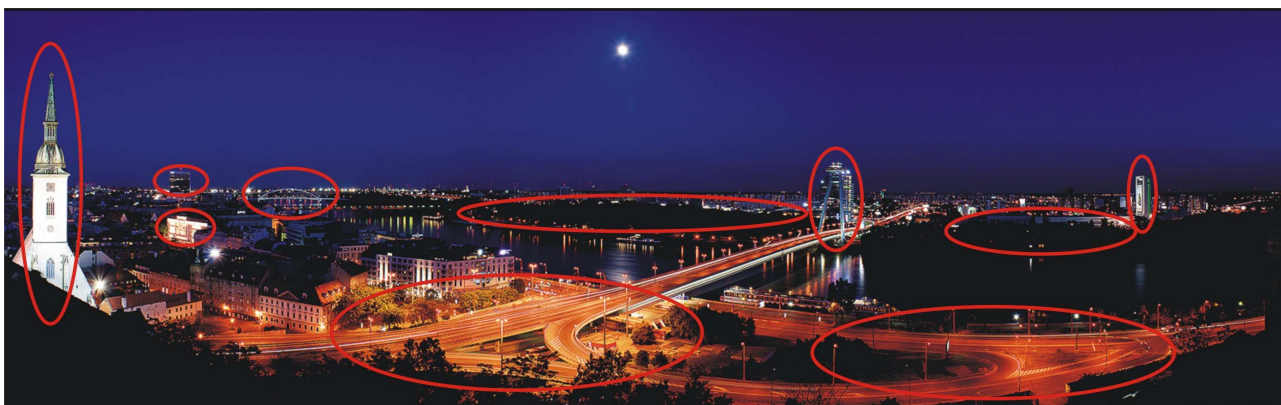
Podobne aj most Lafranconi, ktorý tiež patrí pod NDS, nie je osvetlený pre peších užívateľov. Národná diaľničná spoločnosť to zdôvodňuje vandalmi. Svietidlá sú rozbité alebo odtrhnuté, a zničená alebo ukradnutá je aj kabeláž. Opravu osvetlenia spoločnosť zahrnula do finančného plánu na tento rok<sup>[12]</sup>

Ďalším príkladom, kde by sa dal zlepšiť stav verejného osvetlenia, je Sad Janka Kráľa. Osvetlenie sadu podľa názoru obyvateľov je nedostatočné, čo znemožňuje večerné prechádzky po parku. Dôvodom môže byť aj v tomto prípade vandalizmus. Každý mesiac správca osvetlenia vymenení asi 10 svietidiel. Ale aj vandalizmus môže byť spôsobený nedostatočným osvetlením. Bolo by vhodné posúdiť skutkový stav osvetlenia meraním.



Často diskutovanou je oblasť Rybného námestia. Pri rekonštrukcii osvetlenia bolo doplnených šesť vysokých stožiarov so štyrmi až šiestimi svietidlami. Je potrebné posúdiť, či toto osvetlenie nie je predimenzované. Je pravdou, že uvedený priestor je dopravne veľmi exponovaný a rizikový. Účelom doplnenia stožiarov bolo zlepšenie viditeľnosti predovšetkým na výjazde z Nového mosta. Okrem zabezpečenia dobrej viditeľnosti je však potrebné rešpektovať aj celkové urbanistické riešenie daného priestoru.

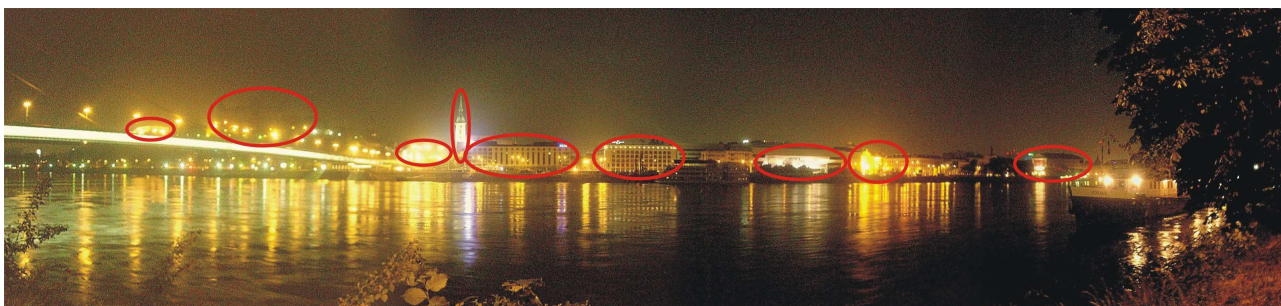
Hoci podobných prípadov je v Bratislave viac, možno konštatovať, že VO Bratislavy je tu vo veľmi dobrom stave. Splnil sa cieľ rekonštrukcie – znovunastolenie dobrého technického stavu verejného osvetlenia tak, aby boli splnené požiadavky na bezpečnosť, bezporuchovú prevádzku, hospodárnosť prevádzky a údržby, normou stanovené úrovne osvetlenia. Úspory energie a finančných prostriedkov, ktoré prichádzajú použitím správnych svetidiel a svetelných zdrojov, sú len prínosom rekonštrukcie.



Obr. 2 Nábřežie Dunaja z hradnej vyhlíadky

Zdroj: <http://www.vivo.sk/photos/145561/----city-at-night---->

Na fotografii môžeme vidieť zľava doprava Dóm sv. Martina, žiariaci hotel Carlton, Tower 115 sídlo J&T, ktorá v pravidelných intervaloch mení farbu osvetlenia, žiariaci oblúk mosta Apollo, tmavé petržalské nábřežie Dunaja, osvetlenú Aupark Tower, ktorá svojím svetlom potláča piliere Nového mosta s reštauráciou UFO a zeleným svetlom osvetlenú výškovú budovu výstaviska Incheba. Ďalej môžeme porovnať presvetlený jazd z Nového mostu s križovatkou na ľavom brehu Dunaja.



Obr. 3 Nábřežie Dunaja zo sadu Janka Kráľa

Na fotografii môžeme vidieť od západu na východ jasne žiariaci Parlament, líniu Nového mostu, vtedy neosvetlený Hrad, Dóm sv. Martina, osvetlený reklamný billboard na priečelí Slovenskej národnej galérie, žltó-žiariacu Redutu a budovu Slovenského národného múzea.

## 2 Zhodnotenie stavu iluminácie v Bratislave

Aj keď stav iluminácie nášho hlavného mesta nie je ani zďaleka tak dobrý ako verejné osvetlenie, patrí Bratislava k mestám, v ktorých je aj iluminácia popri verejnom osvetlení realizovaná na dobrej úrovni. Zdôraznené sú hlavné dominanty mesta (Dóm sv. Martina, Nový most a ďalšie). Hrad, ktorý je práve v rekonštrukcii a v minulosti bol osvetlený, je iluminovaný najmodernejšími spôsobmi.

Pokroky v oblasti iluminácie brzdí predovšetkým skutočnosť, že ilumináciu objektov až na malé výnimky zabezpečuje vlastník budovy. Tento obyčajne, keď sa už pre ilumináciu rozhodne, sa snaží voliť jasy budov čo najvyššie.

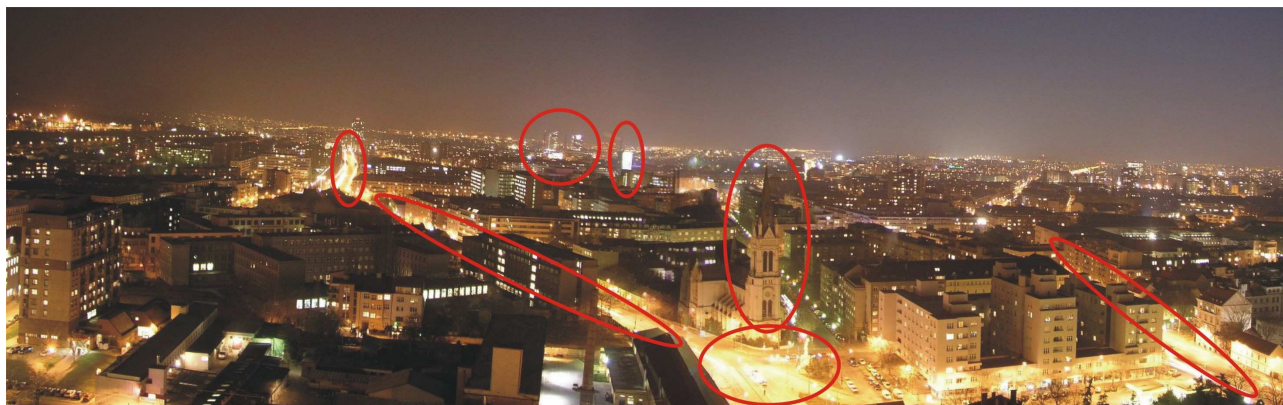
Značné problémy nám spôsobujú veľké reklamné plochy, ktoré majú jasy ešte vyššie. Príkladom zle umiestnenej reklamy sú obrovské žiariace billboardy pri diaľničných vstupoch do Bratislavy, ktoré tak potláčajú orientačné body svojim vysokým jasom. Neexistuje dostatočne účinná legislatíva, ktorá by tento fenomén regulovala.

Pozitívom v oblasti iluminácie budov je, že staré svetelné zdroje sú nahradzované novšími, efektívnejšími, úspornejšími zdrojmi. Ďalej je dôležité, že architekti, ktorí navrhujú ilumináciu ju nerobia nezávisle na okolí. Prihliadajú na už existujúce iluminované objekty v okolí, prípadne na existujúce verejné osvetlenie. Je potrebné najskôr vziať do úvahy koncept okolitého prostredia a následne pridať svoj návrh do tohto celkového obrazu.

Pozitívom je aj to, že architekti realizujúci ilumináciu daného objektu, nerobia všetko podľa dávno stanovených pravidiel, ale prinášajú aj nové nápady a pohľady na ilumináciu. A to všetko z toho dôvodu, že oblasť svetelnej techniky je rýchlo sa rozvíjajúci odbor a na trh prichádzajú nové svetelné zdroje (napr. LED technológie).

Za nedostatky v oblasti iluminácie nášho hlavného mesta považujeme najmä to, že výškové dominanty, viditeľné z viacerých častí Bratislavy (a ktoré by mali patriť medzi jej orientačné body) nie sú viditeľné. Patri medzi ne napríklad: Slavín, Televízna veža Kamzík, Veža Michalskej brány. Naopak miesta a budovy, ktoré by nemali byť viditeľné, sú v noci výrazne zdôraznené. Sú to napríklad: strecha budovy Tatrabanka Centrum, Hotel Carlton, vysokovýkonné svetlomety veľkých priemyselných závodov ako Slovnaft a v neposlednom rade reklamy umiestňované na vyvýšených miestach.

Iluminácii Bratislavy však najviac chýba jednotná koncepcia, myšlienka, či zámer vytvoriť večerný obraz mesta ilumináciou, dopĺňajúcou verejné osvetlenie. Chýba jednotný generel večerného osvetlenia.



Obr. 3 Pohľad na východnú časť mesta      Zdroj: <http://static.panoramio.com/photos/original/9888470.jpg>

Na fotografii môžeme vidieť zľava doprava líniu Račianskej ulice a na ňu nadväzujúcu Radlinského ulicu, ktorá vyúsťuje do Floriánskeho námestia. Na Floriánskom námestí sa nachádza Blumentálsky kostol osvetlený iba verejným osvetlením. V pozadí sa črtajú dve veže Polus City Centra a výšková budova Domu odborov Istropolis na Trnavskom mýte, ktorá je osvetlená veľkoplošnou reklamou. Celkom vpravo vidíme osvetlenú líniu Križnej ulice, ktorá v nadväznosti na Špitálsku ulicu spája historické centrum mesta a Trnavské mýto.

### 3 Nočný obraz Bratislavy

Správna iluminácia podoprená kvalitným osvetlením komunikácií vytvára večerný obraz mesta. Pomocou iluminovaných objektov sa dokážeme veľmi ľahko v meste orientovať. Túto orientáciu nesmie rušiť zle umiestnená a príliš intenzívne nasvietená reklama, nemali by ju rušiť ani svietidlá umiestnené na komínoch či zariadeniach priemyselných podnikov.

V Bratislave sa dajú veľmi výhodne vytvoriť kruhové zóny mesta. Svetlom ľahko oddelíme Staré mesto od širšieho centra Bratislavy, a to zasa od okrajových častí mesta. Väčšina historických pamiatok sa nachádza práve v Starom meste a ostatné časti mesta majú len niekoľko menej dôležitých dominant. Vo väčšine prípadov sú okrajové mestské časti tvorené obytnými zónami, (rodinné domy alebo panelové byty).

Pri pohľade na panorámu Karlovej Vsi či Petržalky je vidno len obytné časti. Na petržalskej časti nábrevia Dunaja nájdeme ešte administratívne priestory (Incheba, Aupark Tower, atď.) ale zvyšok Petržalky tvoria prevažne len obytné priestory. Rovnako je to aj v ďalších častiach mesta (Ružinov, Rača a pod). Ich prvotná

funkcia, kvôli ktorej boli práve tieto sídliská, v súčasnosti mestské časti postavené, bola obytná. Obyvatelia týchto častí mali realizovať svoje potreby v centre mesta. S pribúdajúcim počtom obyvateľov sa kvôli efektívnosti, časovej a finančnej úspore začali stavať multifunkčné centrá v pôvodne obytných častiach Bratislavy. Bratislava je považovaná v súčasnosti za jedno z najrýchlejšie sa rozvíjajúcich európskych miest. K už existujúcim celomestského významu – Polus City Center v mestskej časti Nové mesto, Aupark v Petržalke, Avion v Ružinove, Palace na Zlatých Pieskoch a miestneho významu – Tesco Lamač, Danubia v Petržalke a podobne, pribudnú ďalšie, ktoré sú momentálne vo výstavbe.

Súčasný večerný obraz mesta sa zmení po dostavaní rozostavaných veľkých obytných komplexov ako River Park na ľavom brehu Dunaja medzi mostom Lafranconi a Novým mostom, Eurovea na nábreží Dunaja medzi Starým mostom a mostom Apollo pred Novou budovou Divadla. Tieto dva veľké komplexy obytných, administratívnych objektov a hotelov pozmenia panorámu ľavého brehu Dunaja a celého nábrežia. V Novom Meste na križovatke Bajkalskej a Trnavskej ulice pri Inter Hale na Pasienkoch sa stavia obytný komplex Tri veže. V okolí sú športoviská – Tehelné pole, štadión Interu, Národné tenisové centrum a Zimný štadión Ondreja Nepelu a obytné budovy.

Na Mlynských Nivách sa stavia ďalšia multifunkčná budova Twin City. Je to v súčasnosti najväčší pripravovaný projekt nielen v Bratislave, ale aj na Slovensku. Ide o obrovský objekt premeny niekdajšieho priemyselného areálu (označované ako tzv. brownfieldy) podniku Kablo a areálu Autobusovej stanice Mlynské Nivy. Ide o veľmi frekventovanú zónu, takmer v centre mesta. V okolí sa nachádzajú administratívne a komerčné budovy. Na pravom brehu Dunaja medzi Starým mostom a Apollom sa stavia zóna Pribinova, v ktorej by mal vyrásť mrakodrap s výškou viac ako 150 metrov.

Podľa plánov architektov by v rozpätí niekoľkých rokov malo v Bratislave vyrásť niekoľko výškových budov. A je faktom, že budú stále vyššie a vyššie, pretože developeri sa budú predbiehať v tom, kto postaví najvyššiu z nich. Takže treba počítať do celkového večerného obrazu mesta aj s tým, že sa onedlho orientačnými bodmi stanú výškové budovy a nižšie objekty v ich okolí zaniknú.

Priemyselné zóny sa nachádzajú už iba v diaľkových pohľadoch, na periférii. Mestu Bratislava sa podarilo vytvoriť obraz Bratislavy ako historického a obchodného mesta.

Pritom je potrebné odstrániť nedostatky verejného osvetlenia a iluminácie tam, kde je to potrebné. Dôležité je zvýrazniť líniu Dunaja a využiť mimoriadnu schopnosť vody viesť a odrážať svetlo. Kombinácia svetla a vody vytvára unikátne scenérie a v Bratislave túto možnosť nevyužívame dostatočne.

## Záver

Iluminácia, no najmä verejné osvetlenie je v Bratislave na dobrej úrovni, no vyžadujú si neustálu starostlivosť a rozvoj. Svetelná technika je búrlivo rozvíjajúce sa odvetvie, ktoré prináša každoročne nové poznatky v oblasti svetelných zdrojov, svietidiel aj osvetľovacích zariadení. V tomto období sú to najmä svetelné zdroje – LED. Ich rozvoj je impozantný onedlho môžu nahradiť iné zdroje svetla (aj sodíkové výbojky) vo verejnom osvetlení. Majú výborné energetické a svetelné parametre. Rovnako dobre sa dajú uplatniť aj pri iluminácii objektov. Najdôležitejšou úlohou pre mesto v tejto oblasti je však nepochybne zadať odborníkom vypracovanie koncepcie večerného obrazu mesta, tvorenú svetelnou technikou.

## Literatúra

- [1] A čo bude ďalej? <http://www.verejneosvetlenie.sk/master/articles.php?lng=sk&pg=125> (február 2009)
- [2] Dnešná móda <http://www.verejneosvetlenie.sk/master/articles.php?lng=sk&pg=126> (február 2009)
- [3] HAŠOŇ, Z., 2001: Věřejné osvětlení – modernizace a úspory nákladu. Boskovice.
- [4] GAŠPAROVSKÝ, D., HERDOVÁ, B., 2006: Rekonštrukcia verejného osvetlenia. Typhoon, Bratislava. [http://www.cevo.sk/fileadmin/user\\_upload/documents/rekonstrukcia\\_vo.pdf](http://www.cevo.sk/fileadmin/user_upload/documents/rekonstrukcia_vo.pdf)
- [5] Kolektív, 2002: Lighting engineering 2002. INDALUX ILUMINACION TECHNICA, Valladolid (Spain).
- [6] Lacika, J., 2004: Bratislava a okolie. Príroda, Bratislava.
- [7] Verejné osvetlenie (VO) Siemens [http://www.cevo.sk/fileadmin/user\\_upload/documents/ENE/R\\_Procik.pdf](http://www.cevo.sk/fileadmin/user_upload/documents/ENE/R_Procik.pdf) (marec 2009)
- [8] Na počiatku elektrifikácie <http://www.verejneosvetlenie.sk/master/articles.php?lng=sk&pg=124> (február 2009)
- [9] Nastupuje éra výbojok <http://www.verejneosvetlenie.sk/master/articles.php?lng=sk&pg=128> (február 2009)
- [10] Oficiálne stránky hlavného mesta Bratislavy: Razantný postup proti subjektom vylepujúcim plagáty na stĺpy verejného osvetlenia v Bratislave
- [11] [http://www.bratislava.sk/vismo/dokumenty2.asp?id\\_org=700000&id=72930&p1=51737](http://www.bratislava.sk/vismo/dokumenty2.asp?id_org=700000&id=72930&p1=51737) (marec 2009)

Príspevok vznikol s podporou grantového projektu **VEGA 1/0687/09**



# Porovnání měření denního osvětlení s výpočtem

Ing. Pavel Staněk

ASTRA 92 a.s., Zlín, pavel.stanek@astra92.cz

Denní osvětlení, jako základní kvalitativní vlastnost vnitřního prostředí budov, se vyhodnocuje pomocí činitele denní osvětlenosti (č.d.o.)  $D$  [%]. Tento číselník je definován jako poměr osvětlenosti v interiéru k současné osvětlenosti horizontální nezastíněné roviny, a to za podmínek tzv. rovnoměrně zatažené oblohy. Požadavky na denní osvětlení, požadavky na způsob stanovení a také vlastnosti rovnoměrně zaražené oblohy jsou dány normou ČSN 73 0580-1, (dále jen [1]). Je nepochybné, že denní osvětlení ve vnitřních prostorech s trvalým pobytem osob je významným zdravotním hlediskem. Denní osvětlení nejen zajišťuje přirozené ekologické osvětlení interiéru za dne a umožňuje normální vidění, ale zejména, zjednodušeně řečeno, účinným způsobem stimuluje biologické hodiny člověka. Tento příspěvek by rád zahájil diskusi o metodách stanovení parametrů denního osvětlení, zejména s ohledem na vývoj počítačové techniky i dalších poznatků.

Ve smyslu [1] lze denní osvětlení stanovit měřením nebo výpočtem, přitom ani jedné z uvedených metod není dáována přednost. Obě metody stanovení mají své problémy, v dalším textu se pokusíme na některé upozornit.

Při výpočtu se jedná zejména o zjednodušení geometrie prostoru, osvětlovacích otvorů a jejich vlastností. Pro příklad uvedu výpočet denního osvětlení „prázdnými“ stavebními otvory s následnou korekcí činitelem konstrukce otvoru nebo dále uvažování čistě difúzního charakteru odrazu. Některé metody dále zjednodušují výpočet vnější odražené složky (vznikající odrazem stínících venkovních objektů a vlastní hodnocené budovy) pomocí poměru jasu překážky a oblohy.

Při měření denního osvětlení je zásadním problémem dosažení a ověření definovaných podmínek rovnoměrně zatažené oblohy. Měření se provádí dle ČSN 360011-2, včetně ověření jasových vlastností oblohy. Říká se, že dnů vhodných k měření je jen několik do roka, na jaře a na podzim, je zřejmé že možnosti měření jsou tedy značně omezené. Zejména z tohoto důvodu se v současnosti dává přednost výpočtu před měřením i při posuzování již existujících prostor.

Následující porovnání jsme provedli na prázdné školní třídě se zanedbatelným vnějším stíněním. Měření denního osvětlení provedl Zdravotní ústav v Plzni. Za účelem vyloučení náhodných odchylek bylo měření v každém bodě prováděno třikrát a vyhodnocena průměrná hodnota. Pečlivě byla rovněž změřena geometrie prostoru, rozměry osvětlovacích otvorů vč. rámu, změřena byla propustnost otvorů i odraznost ploch. Pohled do interiéru můžete nalézt na obrázku 1. Na obrázcích 2 a 3 dále naleznete změřené hodnoty č.d.o., nejprve jako číselné hodnoty, dále jako izofotní křivky. Byla zjištěna minimální hodnota 1,25 %, střední hodnota 3,11 %, maximální hodnota 8,64 %.

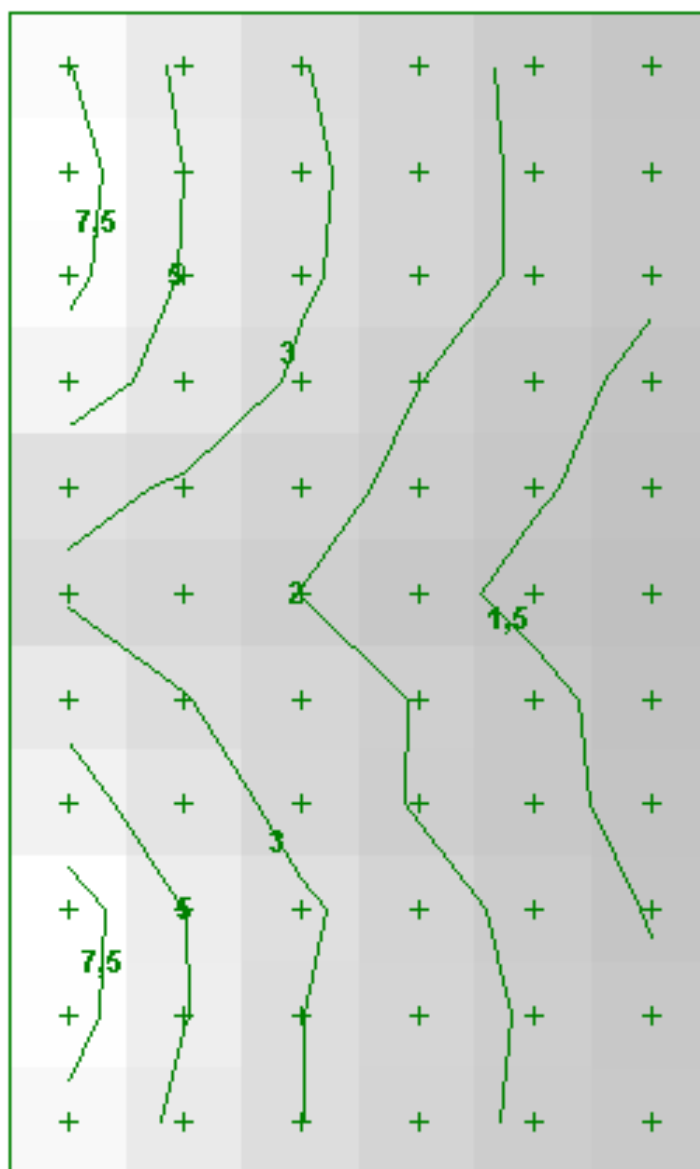
Rozhodli jsme se nejdříve provést porovnání uvedeného měření se dvěma výpočty, jejich data pořídíme různým způsobem. V prvním výpočtu zadáme data obvyklým způsobem, jaký se při běžných výpočtech používá, tedy na základě geometrických znalostí prostoru. Ve druhém výpočtu pak do vstupních dat dosadíme hodnoty, které byly v rámci měření objektivně zjištěny. Výpočet byl proveden výpočetním programem Wdls 4.1. Ve výpočtu jsme neuvažovali žádné venkovní stínící objekty. Uvedený program dále uvažuje všechny odrazné plochy jako rovnoměrně odrazné – tzv. difúzní.



• Obrázek 43 - interiér učebny

7,59	4,56	3,06	2,34	1,83	1,50
8,53	4,93	3,22	2,39	1,85	1,53
8,13	4,85	3,17	2,34	1,87	1,56
6,20	4,05	2,79	2,01	1,64	1,41
3,34	2,85	2,25	1,84	1,54	1,35
2,75	2,48	1,99	1,62	1,40	1,25
4,41	3,03	2,44	1,96	1,60	1,34
5,84	3,73	2,55	1,94	1,59	1,40
8,64	5,02	3,19	2,30	1,80	1,47
8,40	5,09	3,19	2,39	1,90	1,59
7,00	4,47	3,01	2,30	1,88	1,64

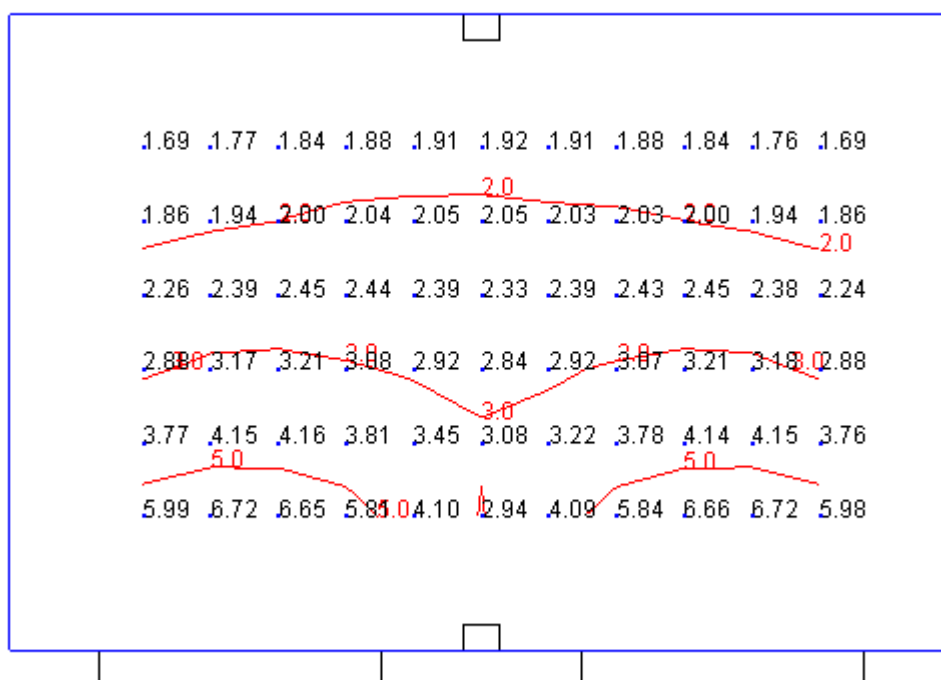
• Obrázek 44 - naměřené hodnoty



• Obrázek 45 - naměřené izofoty

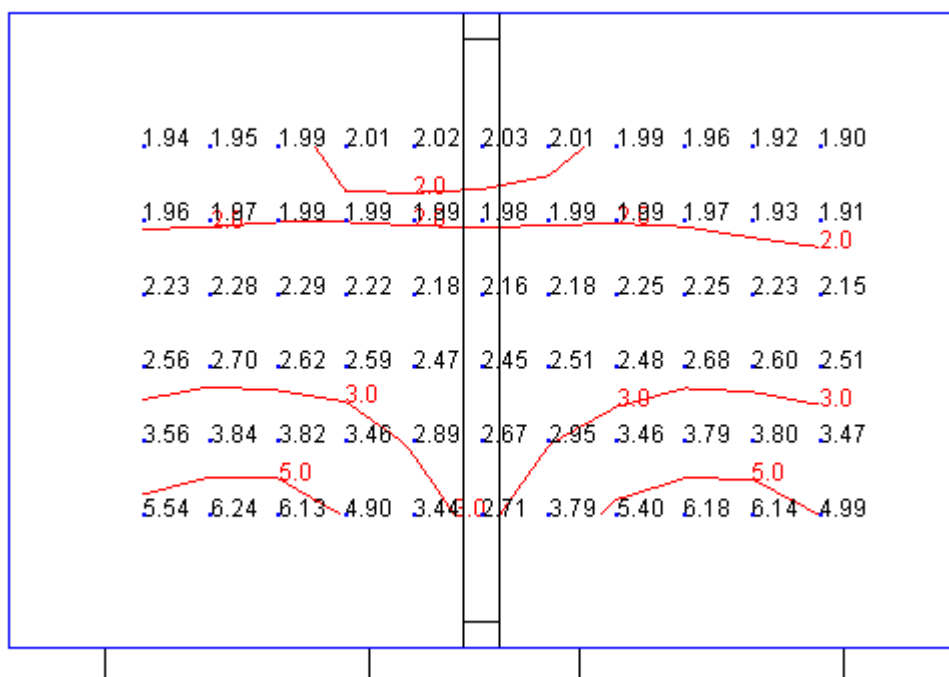
Výsledky prvního výpočtu, kdy jsme vstupní data nastavili dle stavebního výkresu, můžete nalézt na obrázku 4. Vypočteny byly minimální hodnota č.d.o. 1,7 %, střední hodnota 3,1 %, maximální hodnota 6,7 %. Stručně lze zhodnotit, že střední hodnota je se změřenou shodná, ovšem byla vypočtena vyšší minima a nižší maxima. Neboli změřené hodnoty vykazují vyšší místní rozdíly mezi hodnotami u oken a dále u oken.





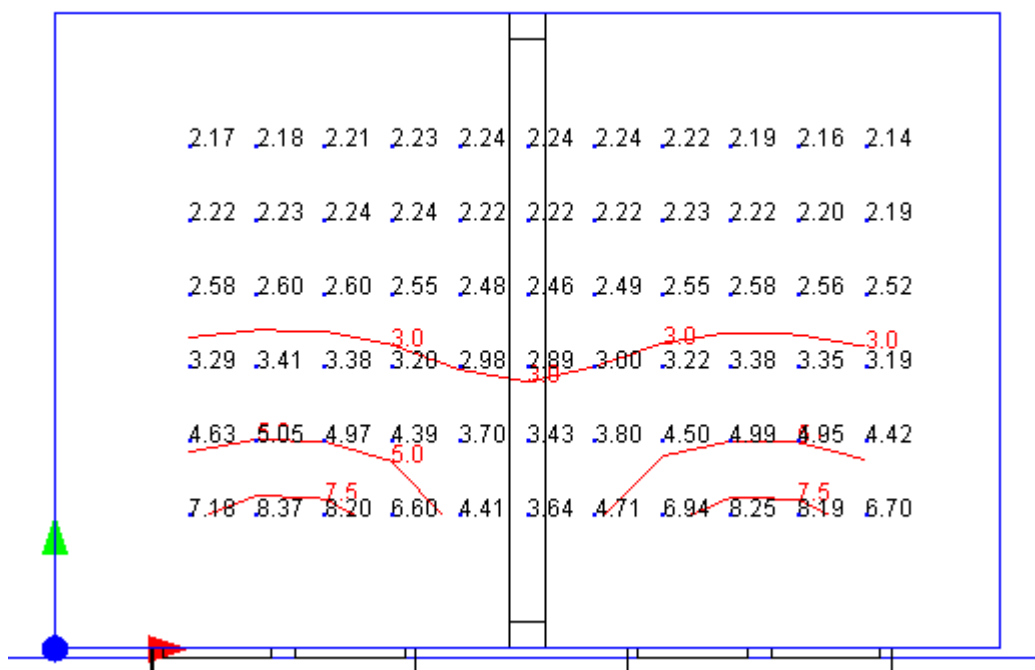
• Obrázek 46 - vypočteno dle stavebních výkresů

Výsledky druhého výpočtu byly pořízeny na základě hodnot změřených na místě, včetně činitele prostupu, činitele konstrukce okna a odrazností povrchů. Vlastní činitel prostupu výplněmi okna byl nastaven na 1,0, změřený činitel ztrát při prostupu byl zahrnut do činitele znečištění. Zahrnuli jsme i drobné překážky – sloupek mezi okny a překlad. Ze změřených vstupních dat odrazností i propustností jsme uvažovali průměrné hodnoty. Výsledky tohoto výpočtu naleznete na obrázku 5, minimální hodnota dosáhla hodnoty 1,9 %, střední 2,9 %, maximální 6,2 %. V uvedeném případě došlo k ještě většímu vyrovnání mezi minimy a maximy, průměrná hodnota se mírně snížila.



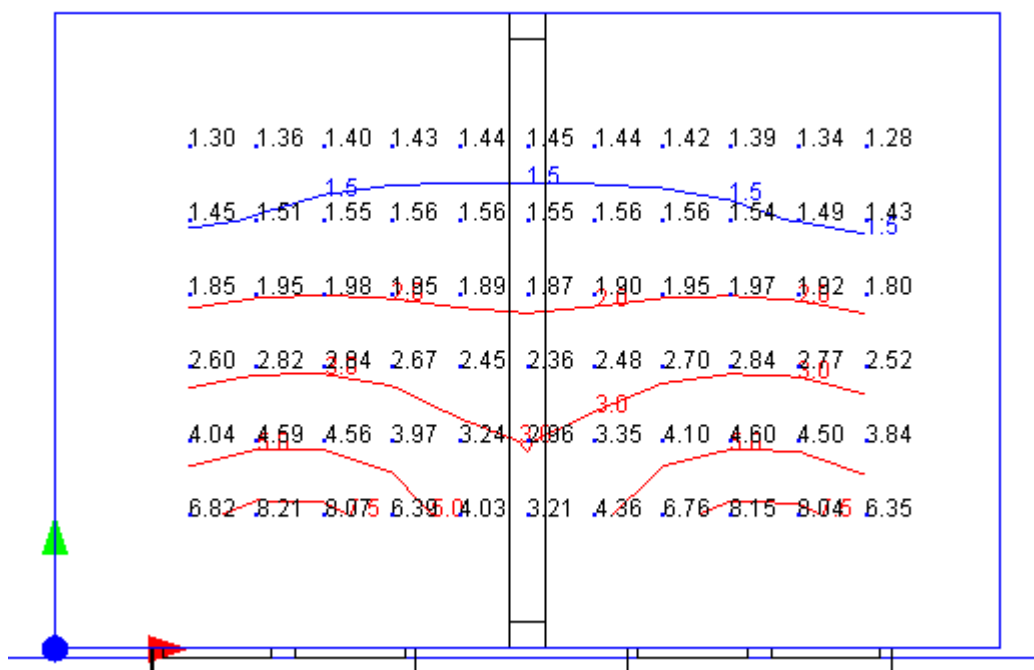
• Obrázek 47 - vypočteno dle změřených dat

Na základě výše uvedených skutečností jsme dospěli k teorii, zdali by nebylo vhodné místo uvažování „holých“ stavebních otvorů do výpočtu zadat skutečné rozměry výplní oken. Podle naší domněnky by to vedlo k větším rozdílům ve vypočtených hodnotách i k většímu přihlížení se reálným hodnotám. Do výpočtu jsme tedy jako osvětlovací otvory zadali výplně, vlastní stavební ostění otvorů jsme pak vymodelovali pomocí venkovních překážek. Pro výpočet jsme plně použili na místě zjištěných průměrných hodnot propustností a odrazností, stejně jako v minulém případě. Výsledky výpočtu můžete nalézt na obrázku 6. Minimální hodnota byla vypočtena 2,1 %, střední hodnota 3,5 %, maximální hodnota 8,4 %. Rozložení č.d.o. se výrazně přiblížilo změřeným hodnotám, maximální vypočtená hodnota je srovnatelná se změřenou. Současně ovšem došlo k navýšení střední a zejména minimální hodnoty.



• Obrázek 48 - výsledky vypočtené z ploch výplní a změřených vstupních dat

Na základě porovnání jednoho výpočtu s měření nelze udělat žádné zásadní závěry, o důvodech uvedených rozdílů lze spíše spekulovat. Důvodů je nepochybně celá řada. Uvedeme například možnost nižších skutečných hodnot odrazností, možný vyšší gradient jasu oblohy, nedifúzní charakter odrazu, možná vyšší ztráty směrovým vstupem výplněmi, atd. Protože nás to zajímalo, pokusili jsme se v posledním příkladě se co nejvíce přiblížit změřeným hodnotám a to tak, že jsme upravovali pouze hodnoty odrazností a propustností. Výsledky našeho snažení můžete nalézt na obrázku 7. Činitel prostupu okny jsme zvýšili z 0,74 na 0,8, dále jsme snížili odrazností stěn z 0,7 na 0,4. Uvedenými úpravami se podařilo dosáhnout minimální hodnoty 1,3 %, střední hodnoty 3,0 % a maximální hodnoty 8,2 %. Podrobnějším porovnáním se změřenými hodnotami lze uvést, že minimální vypočtené hodnoty jsou umístěny v rozích místnosti, minimální změřené hodnoty pak u stěny ve středu místnosti.



• Obrázek 49 - přiblížení se reálnému stavu

Na závěr nejprve uvedeme souhrnnou tabulku výše uvedených změřených a vypočtených hodnot:

Hodnoty	Minimální	Střední	Maximální
<b>Změřeno</b>	<b>1,2</b>	<b>3,1</b>	<b>8,6</b>
<b>Vypočteno dne stavebních podkladů</b>	<b>1,7</b>	<b>3,1</b>	<b>6,7</b>
<b>Vypočteno dle změřených dat</b>	<b>1,9</b>	<b>2,9</b>	<b>6,2</b>
<b>Vypočteno ze skutečných výplní</b>	<b>2,1</b>	<b>3,5</b>	<b>8,4</b>
<b>Přiblížení reálnému stavu</b>	<b>1,3</b>	<b>3,0</b>	<b>8,2</b>

Co lze na základě porovnání těchto výsledků uvést? Na definitivní závěry je příliš brzy, bylo by třeba provést mnohem větší sadu porovnání abychom mohli provést závaznější závěry. Nicméně se zdá, že při použití výpočetních metod, jejichž vlastnosti stanovuje norma [1], dochází ve výsledcích k větším rozdílům v minimech či maximech než při porovnání průměrných hodnot. Většího přiblížení se k reálnému stavu by zřejmě mohlo dojít uvažováním při výpočtu se skutečnými rozměry výplní. Dále je možno spekulovat o prověření směrové propustnosti výplní a o vlastnostech „rovnoměrně zatažené oblohy“. Rád bych požádal širší odbornou veřejnost ke spolupráci, zejména o poskytnutí věrohodných změřených dat, která bychom mohli použít k dalšímu zkoumání. Závěrem bych rád poděkoval pracovníkům Zdravotního ústavu v Plzni za výbornou spolupráci.

# Rozdílné způsoby stanovení udržovacího činitele

Pavel Stupka, Ing.

ZÚ se sídlem v Plzni, Oddělení faktorů prostředí, [www.zuplzen.cz](http://www.zuplzen.cz), [cff@zuplzen.cz](mailto:cff@zuplzen.cz)

## Co je to udržovací činitel?

Dle [7] je udržovací činitel definován jako „podíl průměrné osvětlenosti pracovní roviny po určité době používání osvětlovací soustavy k průměrné osvětlenosti soustavy, kterou lze považovat za novou“. Respektuje tudíž ztráty světla způsobené znečištěním světelných zdrojů, svítidel a povrchů místnosti i stárnutím světelných zdrojů a jejich funkční nespolehlivostí.

udržovací činitel ( $z, MF$ ) =  $\bar{E}_m / \bar{E}_{in}$

kde  $\bar{E}_m$  = průměrná udržovaná osvětlenost [lx]

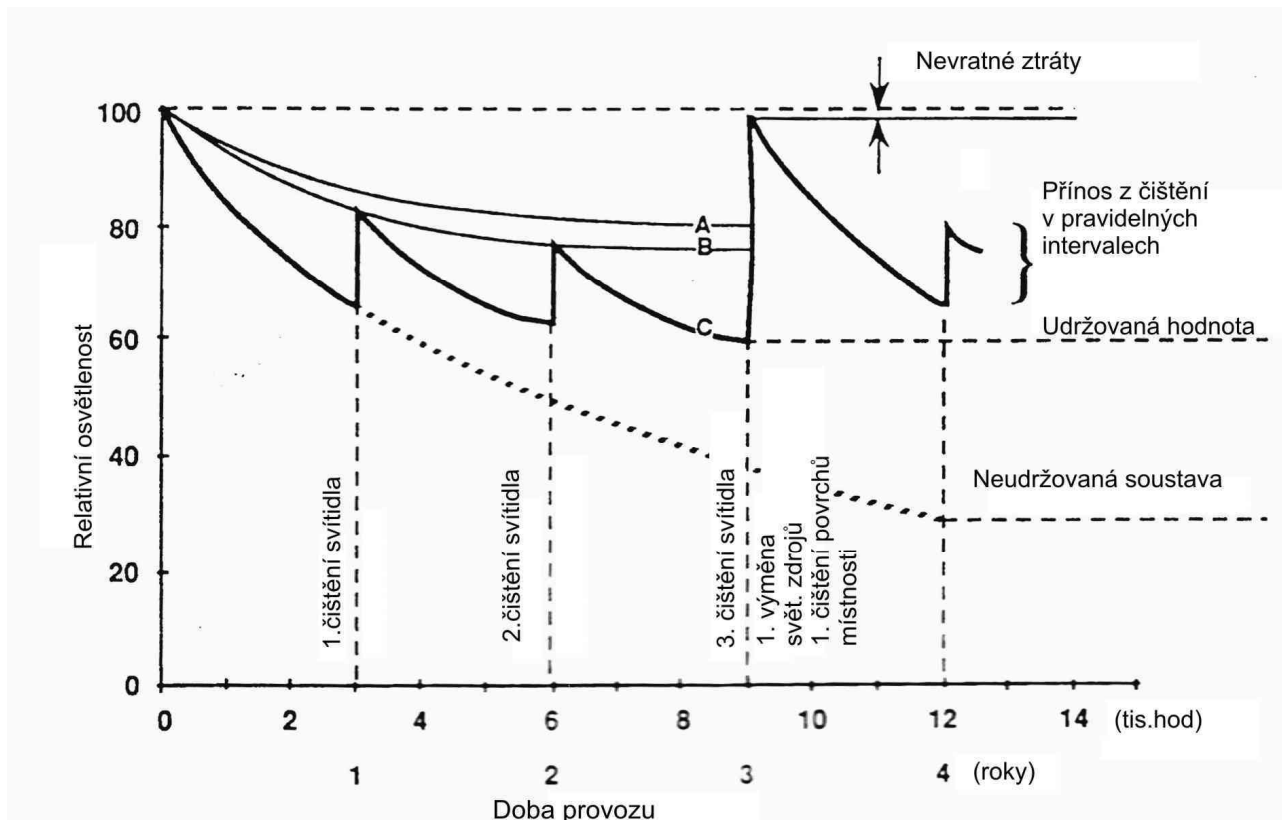
$\bar{E}_{in}$  = průměrná počáteční osvětlenost [lx]

$z$  = označení udržovacího činitele dle [1] a [3]

$MF$  = označení udržovacího činitele dle [6], v [7] není označení uvedeno

Udržovací činitel tedy charakterizuje znehodnocení osvětlovací soustavy v průběhu jejího provozu a vyjadřuje, kolikrát je sledovaný parametr osvětlovací soustavy (zpravidla osvětlenost) v určitém časovém okamžiku menší, než parametr časově počáteční. Ke snížení dochází působením vratných i nevratných změn fyzikálně chemického charakteru.

Následující obrázek (převzato z [6]) názorně ukazuje průběh relativní osvětlenosti v čase při provádění údržby (čištění svítidel 1x ročně, malování 1x za tři roky).



## K čemu potřebujeme udržovací činitel?

Platná norma [2] požaduje splnění udržované osvětlenosti  $\bar{E}_m$ , tedy průměrné osvětlenosti v době, kdy má být provedena údržba. Hodnota průměrné počáteční osvětlenosti (nová, čistá svítidla, nové světelné zdroje, čerstvě vymalováno) po vynásobení udržovacím činitelem dává hodnotu udržované osvětlenosti, na kterou je soustava navrhována. Správné stanovení hodnoty udržovacího činitele má tedy mimořádnou důležitost pro korektní provedení návrhu osvětlovací soustavy.

V normě [2] odstavci 4.8 „Udržovací činitel“ je uvedeno:

Projektant musí:

- uvést udržovací činitel a přehled předpokladů přijatých při odvození jeho hodnoty,
- specifikovat osvětlovací zařízení vhodné pro užití v daném prostředí,
- připravit kompletní plán údržby, včetně intervalů výměny světelných zdrojů, čištění svítidel a místností a způsobů provádění

V Národní příloze [3] odstavci NA.23 jsou v seznamu minimálních náležitostí dokumentace návrhu osvětlení uvedeny m.j.:

- míra znečištění prostoru,
- způsob provádění a intervaly údržby,
- udržovací činitel

V normě [4], kapitole 4.8 „Vyhodnocení měření“ se odstavec 4.8.7 zmiňuje také o potřebě zohlednění aktuálního stavu osvětlovací soustavy:

„U změřených průměrných hodnot nových soustav umělého osvětlení (kolaudační měření) se provede jejich korekce vynásobením udržovacím činitelem osvětlovací soustavy a potom teprve porovnání s hodnotami požadovanými platnými normami. Udržovací činitel je uveden v projektové dokumentaci.“

Za svoji praxi při měření osvětlení se ale nejčastěji setkávám se situací, že návrh osvětlení není vůbec vypracován a pokud ano, tak nikoli s korektně stanoveným udržovacím činitelem.

## Jak se udržovací činitel stanovuje?

V současné době jsou platné dva postupy:

1. Národní příloha [3] odstavec NA.18.
2. Směrnice o údržbě vnitřních osvětlovacích soustav [6].

Ve své porovnávací přednášce v roce 2006 jsem uvedl odlišnosti metody stanovení udržovacího činitele dle obou výše zmíněných metod. Tehdy jsem také na konkrétních příkladech poukázal na skutečnost, že tyto metody nevedou ke stejnému výsledku. Naopak za určitých podmínek se mohou výrazně lišit.

## MPZ 2009 - porovnání výsledků stanovení udržovacího činitele

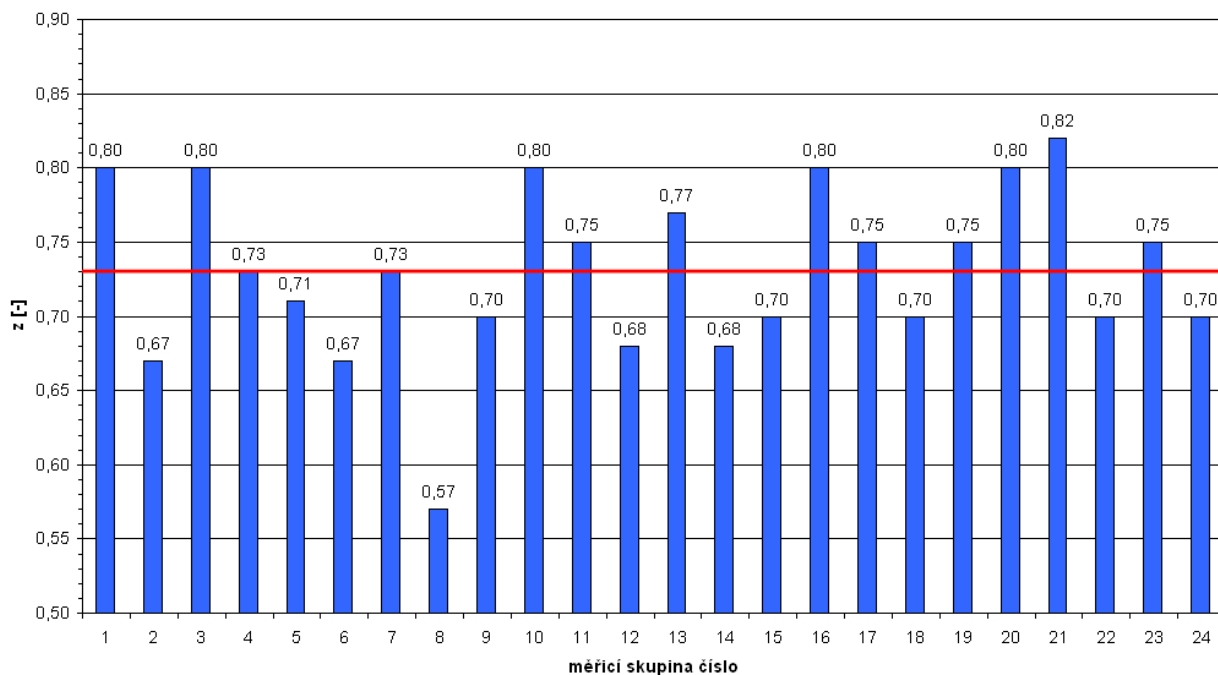
Dostí teorie. Pojdme si ukázat, která si s jednotným zadáním poradilo 24 měřících skupin v rámci mezilaboratorního porovnávání zkoušek (dále jen MPZ). MPZ, testující způsobilost jednotlivých laboratoří, proběhlo v březnu 2009 v Ostravě. Jednotlivé měřící skupiny měly za úkol (kromě vlastního měření umělého osvětlení) stanovit libovolným způsobem udržovací činitel pro konkrétní prostor zkoumané kanceláře. Všechny potřebné náležitosti byly známy. Výsledky stanovení jednotlivých měřících skupin jsou s laskavým svolením organizátorů MPZ kompletně uvedeny v následující tabulce a grafu.

Tabulka i graf rovněž obsahují vypočtenou průměrnou hodnotu ze všech stanovení (vybočující hodnoty nebyly eliminovány). V tabulce jsou rovněž zobrazeny minimální a maximální hodnoty. Je zřejmé, že rozptyl vypočtených hodnot udržovacího činitele je překvapivě dosti značný.

měřicí skupina č.	z [-]	odchylka od průměru
1	0,80	9,53%
2	0,67	-8,27%
3	0,80	9,53%
4	0,73	-0,06%
5	0,71	-2,80%
6	0,67	-8,27%
7	0,73	-0,06%
<b>8</b>	<b>0,57</b>	<b>-21,96%</b>
9	0,70	-4,16%
10	0,80	9,53%
11	0,75	2,68%
12	0,68	-6,90%
13	0,77	5,42%
14	0,68	-6,90%
15	0,70	-4,16%
16	0,80	9,53%
17	0,75	2,68%
18	0,70	-4,16%
19	0,75	2,68%
20	0,80	9,53%
<b>21</b>	<b>0,82</b>	<b>12,26%</b>
22	0,70	-4,16%
23	0,75	2,68%
24	0,70	-4,16%
<b>minimum</b>	<b>0,57</b>	<b>-21,96%</b>
<b>maximum</b>	<b>0,82</b>	<b>12,26%</b>
<b>průměr</b>	<b>0,73</b>	<b>0,00%</b>

• Tabulka 1: výsledky stanovení jednotlivými měřicími skupinami

Volba udržovacího činitele



• Graf 1: výsledky stanovení jednotlivými měřicími skupinami



## Výpočty udržovacího činitele pro kancelář řešenou v rámci MPZ

Zadání bylo jednotné. Všichni předem znali rozměry kanceláře, typy použitých světelných zdrojů a stáří osvětlovací soustavy. Po připomínce byly v den měření ještě doplněny informace o typech svítidel, čistotě prostředí, intervalech údržby a o způsobu výměny světelných zdrojů. Odraznosti povrchů si každá měřicí skupina zjistila sama.

### Výpočet podle národní přílohy [3]:

Není jednoduché zjistit potřebné údaje ( $\gamma$ ;  $\eta$ ) k použitým světelným zdrojům Sylvania. Použitím údajů ke srovnatelným zdrojům Osram či Philips však jistě neuděláme zásadní chybu. Dalším drobným problémem je skutečnost, že prostor kanceláře byl v době měření až na dva stoly a jednu skříňku zcela prázdný (viz foto). Nová malba na stěnách vykazovala vysoký činitel odrazu. Bude prostor při reálném používání nadále takto prázdný nebo přibudou další skříně? To má vliv na hodnotu dílčího činitele znečištění ploch osvětlovaného prostoru a tudíž i na celkový udržovací činitel.



- vypočtený udržovací činitel pro nadále prázdný prostor:  $z = 0,64$
- vypočtený udržovací činitel pro rozumně zařízený prostor:  $z = 0,70$

### Výpočet podle směrnice o údržbě vnitřních osvětlovacích soustav [6]:

Zde nastává opět drobný problém s činitelem odrazu povrchů. Námi zjištěné hodnoty lze přibližně použít v řádku 80/70/20. Odečtem ze tří tabulek a vynásobením tří dílčích činitelů získáme hodnotu:

- vypočtený udržovací činitel:  $z(MF) = 0,76$

*Došli jsme ke třem různým výsledkům. Který považovat za správný?*

### Hygienické posouzení osvětlenosti v prostoru

Účelem kolaudačního měření osvětlení by mělo být prokázání, že nová osvětlovací soustava v kanceláři bude vyhovovat legislativě i na konci všech intervalů údržby (udržovaná osvětlenost  $\bar{E}_m \geq 500$  lx).

Vraťme se zpět k výsledkům měření umělého osvětlení v rámci MPZ. Jednotlivými skupinami byla změřena počáteční průměrná osvětlenost  $\bar{E}_{in}$ . Budeme-li pro kancelář požadovat průměrnou udržovanou osvětlenost dle [2]  $\bar{E}_m \geq 500$  lx, pak počáteční průměrná osvětlenost  $\bar{E}_{in}$  musí být  $\bar{E}_{in} \geq \bar{E}_m / z$ ; tedy  $\bar{E}_{in} \geq 500 / z$ .

Nebudu-li pro zjednodušení uvažovat nejistotu měření, pak pro kontrolu správného dimenzování osvětlovací soustavy by měl hygienik požadovat, aby při měření nové soustavy byla průměrná počáteční osvětlenost:

$$\bar{E}_{in} \geq 877 \text{ lx (pro } z = 0,57; \text{ jak stanovila nejopatrnější měřicí skupina č. 8)}$$

$$\bar{E}_{in} \geq 685 \text{ lx (pro } z = 0,73; \text{ jak vyšel aritmetický průměr ze stanovení 24 měřících skupin)}$$

$$\bar{E}_{in} \geq 610 \text{ lx (pro } z = 0,82; \text{ jak stanovila nejoptimističtější měřicí skupina č. 21)}$$

*Jakou průměrnou osvětlenost máme vlastně naměřit, aby soustava vyhovovala platné normě?*

## Závěrečné shnutí

Ve své porovnávací přednášce v roce 2006 jsem uvedl výhody a nevýhody obou metod stanovení udržovacího činitele.

Výhodou metody stanovení udržovacího činitele dle Národní přílohy [3] je univerzálnost jejího použití. Pro „ruční“ výpočet není vhodná. Udržovací činitel ale dle této metody spolehlivě počítají tuzemské osvětlovací výpočetní programy. Problém zpravidla nastává pouze s absencí patřičných technických dat od výrobců svítidel a zejména světelných zdrojů.

Stanovení udržovacího činitele metodou dle Směrnice [6] je velmi snadné, v „terénu“ použitelné a nevyžaduje prakticky žádné výpočty. V tabulkách lze nalézt přímo příslušné hodnoty, které však pro nějaký nestandardní prostor mohou chybět. Pozitivem této metody je fakt, že je o 20 let mladší. Zejména dílčí činitel stárnutí světelného zdroje raději určuji dle této modernější metodiky.

Metoda stanovení udržovacího činitele dle Národní přílohy [3] i metoda dle Směrnice [6] vychází z textu, který je označen jako informativní, nemající normativní charakter. Je zřejmé, že v určitých případech mohou být výsledkem obou metod výrazně se odlišující hodnoty udržovacího činitele. To potvrdilo i MPZ prováděné v naprosto běžném kancelářském prostoru. Zde bych rád znal odpověď na otázku - která metoda je rozhodující v případě sporu?

Měřicí skupiny, jež se účastní MPZ, jsou tvořeny osobami vysoce erudovanými. Každý jistě stanovil udržovací činitel dle svého nejlepšího svědomí, každý určitě dokáže svůj použitý postup obhájit. Všichni zaručeně výpočtu pro MPZ věnovali vyšší pozornost, než jak činí v případě běžných, rutinních měření. Přesto je rozptýl hodnot udržovacího činitele stanovených jednotlivými měřícími skupinami alarmující. Investujeme nemalé prostředky do nákupu přesných luxmetrů, do jejich pravidelného ověřování. Trávíme mnoho času při stanovování nejistot měření, zvyšujeme svoji odbornost, účastníme se MPZ. To vše činíme proto, abychom umělé osvětlení dokázali změřit co nejdokonaleji. Pak ale narazíme na problém určení udržované osvětlenosti z měřením zjištěné osvětlenosti počáteční. Postačí pro splnění normových požadavků v kanceláři počáteční průměrná osvětlenost alespoň 610 lx, nebo budeme požadovat minimálně 877 lx (krajní hodnoty z předchozí kapitoly)?

Bylo by více než žádoucí, aby se způsob stanovení udržovacího činitele nějakým způsobem sjednotil. Tento problém si zaslouží hlubší odbornou diskusi, která by mohla započít například na tomto kurzu. Rád se jí zúčastním.

## Literatura a odkazy

- [1] ČSN 36 0450 - Umělé osvětlení vnitřních prostorů (v roce 2004 zrušena)
- [2] ČSN EN 12464-1 - Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory
- [3] ČSN EN 12464-1/Z1 - Národní příloha k [2] (informativní doplňující ustanovení platná pro ČR)
- [4] ČSN 36 0011-1 - Měření osvětlení vnitřních prostorů - Část 1: Základní ustanovení
- [5] ČSN 36 0011-3 - Měření osvětlení vnitřních prostorů - Část 1: Měření umělého osvětlení
- [6] TNI 36 0451 - Údržba vnitřních osvětlovacích soustav (překlad CIE 97:2005 - Technická zpráva CIE - Směrnice o údržbě vnitřních osvětlovacích soustav) - vyšla, jako informativní technická publikace ČNI v 7/2006
- [7] ČSN EN 12665-1 - Světlo a osvětlení - Základní termíny a kritéria pro stanovení požadavků na osvětlení

# Jasová analýza OLED displejů

Ing. Jan Škoda, Doc. Ing. Petr Baxant, Ph.D

Ústav elektroenergetiky, FEKT, VU v Brně, xskoda05@stud.feec.vutbr.cz, baxant@feec.vutbr.cz

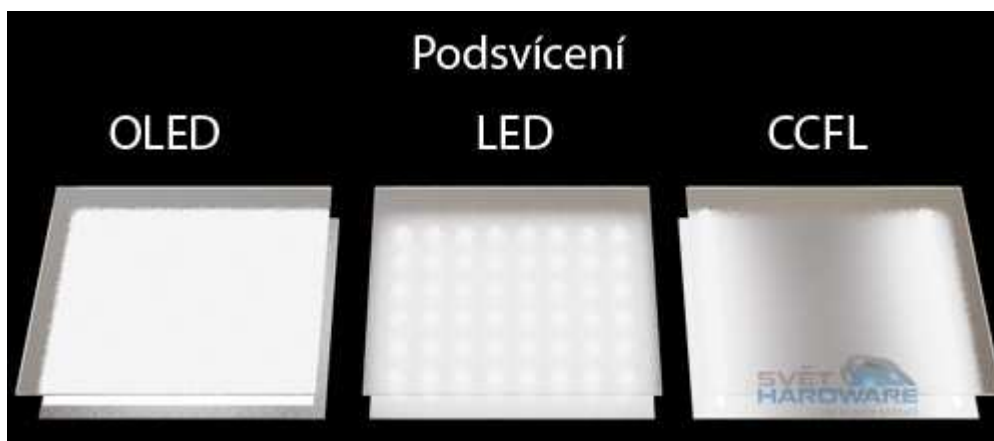
Článek se zabývá principem měření jasové analýzy moderních displejů OLED, pomocí digitální fotografie. V první řadě se zaměřuje na hodnocení homogenního rozložení jasů po celé ploše displeje, pojednává i o hodnocení fotometrických veličin v závislosti na napájecím napětí i na obnovovací frekvenci zobrazovací jednotky. K měření je použit běžný digitální fotoaparát, spojený s výpočetním a vyhodnocovacím softwarem LUMIDISP.

## Úvod

Technologie OLED (zkratka anglického Organic light-emitting diode) pochází už z roku 1987, kdy ji vyvinula firma Eastman Kodak. [4] První verze této technologie byla představena až v roce 1996 a do dnešní doby zaznamenala ve svém vývoji obrovský skok kupředu. [3] V současné době se OLED displeje jeví jako žhaví nástupci LCD či plasmových obrazovek, díky svým nesporným výhodám v podobě nižší spotřeby, lepšího barevného podání či menší tloušťky.

## Výhody a nevýhody OLED

Do současné doby výrobci mobilních zařízení používali pro zobrazovací účely obrazovky s LCD displeji podsvícené tenkými zářivkovými trubnicemi (CCFL) nebo také LED diodami. Obojí řešení v sobě skýtá větší či menší nerovnoměrnost podsvětlení LCD displeje. Tyto zobrazovací jednotky trpí rovněž omezenými pozorovacími úhly a horším barevným podáním, jež jsou přirozeně závislé na kvalitě světla podsvětlujícího obrazovku.

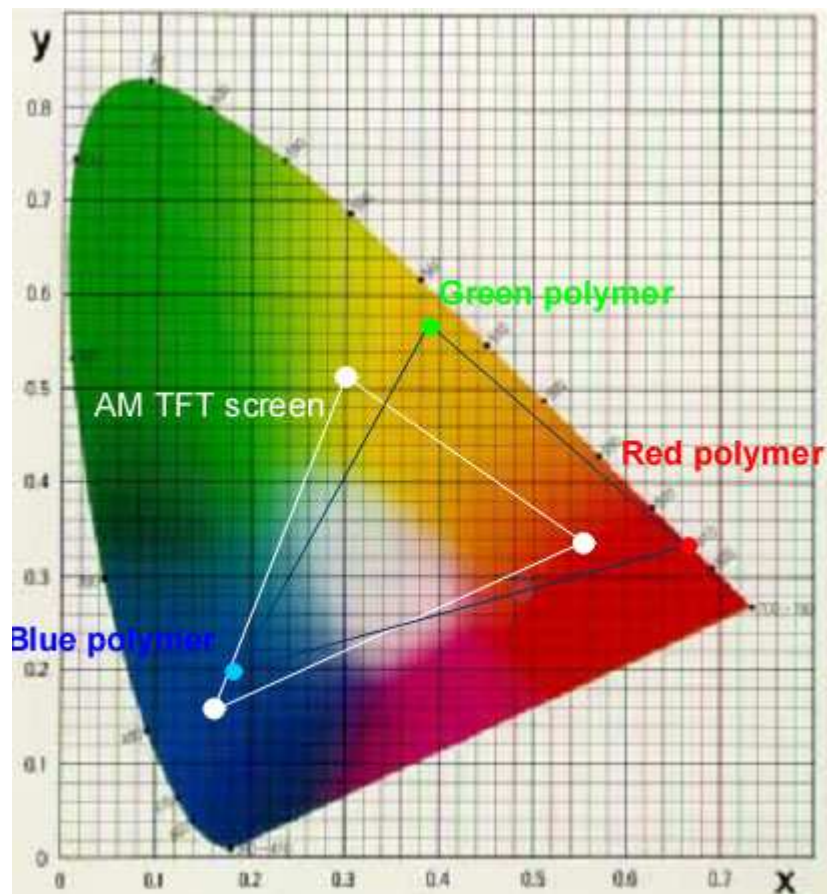


• Obrázek 50 Podsvícení obrazovek [2]

Tyto problémy odstraňuje již zmiňovaný OLED displej, který ke své činnosti nepotřebuje žádné podsvětlení, neboť se jedná o aktivní světelný prvek. Jeho další nespornou výhodou je cena, která se odvíjí od jednodušší výroby, neboť je zde použit organický materiál namísto polykrystalů křemíku apod. To obrovským způsobem usnadňuje výrobu, protože displej se dá jednoduše tisknout jako na tiskárně. Tím se dá zmenšit jednak tloušťka samotného displeje tak i velikost jednotlivého pixelu.

Bohužel nic není bez chyby, a jinak tomu není i zde. Velkou nevýhodou je zde životnost organických emitorů, konkrétně v tomto případě zejména modrá barva. S časem totiž začíná klesat jas organické vrstvy emitorů, což vede k nerovnoměrnosti barevného podání obrazu. Tento problém je o to vážnější, neboť jednotlivé barvy emitorů stárnou různou rychlostí. To vede k nutnosti vhodně korigovat obraz regulací. Podle výrobců je životnost modré vrstvy zhruba od 10 tisíc hodin výše. Díky neustálému vývoji se tato hranice zvyšuje. Zbývající dvě barvy mají životnost několikanásobně delší.

Co se týká barevného rozsahu OLED displejů, tak ten je oproti LCD či CRT na mnohem lepší úrovni. Zde by se dalo říct, že OLED předčí LCD takovým způsobem, že na první pohled bude obraz daleko živější a reálnější.



• Obrázek 51 Barevný prostor OLED [1]

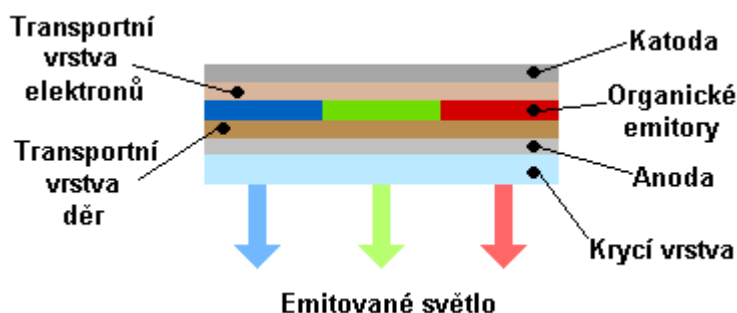
Menší problém spočívá v modré barvě, která má menší rozsah než u nativních barev LCD. Obraz OLED tak bude teplejší (norma sRGB leží rovněž v teplejší barevné oblasti). Barevný gamut bude zde také o hodně lepší oproti nativním barvám LCD.

Mezi další vlastnosti OLED patří [6]

- Účinnost běžně až 50 lm/W
- Jas i přes 1000 cd/m<sup>2</sup>
- Tloušťka i jen několik tisícín milimetru.
- Napájení jen cca 2 až 10 V
- Široký rozsah provozní teploty od – 30 do + 70 °C
- Širokým úhlem pozorování (i přes 160°)
- Plně barevné displeje s přímou barevnou emisí
- Vysoký kontrast (i přes 100 000 : 1)
- Velmi lehká konstrukce
- Možnost použití flexibilního pružného substrátu => ohebná žárovka nebo displej
- V celku jednoduchá struktura => nízké výrobní náklady a tedy i cena
- Nízká spotřeba ne více než 30-60 mW
- Velmi rychlý reakční čas na zapnutí (méně než 1 mikrosekunda)

### **Princip funkce OLED**

Podobně jako u LCD se i v případě OLED vytváří výsledná barva složením ze tří základních RGB barev (Red – červená, Green - zelená, Blue - modrá), každý obrazový bod je tedy složen ze tří barevných subbodů. Strukturu jednotlivých vrstev ukazuje následující obrázek:



• Obrázek 52 Princip funkce OLED [3]

Na vrchní katodu a spodní anodu se přivede napětí v rozmezí 2-10 V, čímž začnou elektrony proudit z katody k anodě přes transportní vrstvu elektronů, usměřující je k příslušným subpixelům, tvořených organickými emitory. Ty začnou emitovat fotony a tedy svítit na příslušné vlnové délce (RGB). V anodové vrstvě se vytváří elektronové díry, jejichž přenos je usměřován transportní vrstvou děr. Na konec je povrch obrazovky pokryt ochranným materiálem, kterým může být sklo, průhledný plast či jiné.

### Užití OLED

Jak už bylo v předcházejících větvách naznačeno technologie OLED nachází své uplatnění především v displejích. Pro svou levnou výrobu, můžeme tuto technologii natisknout na jakýkoliv povrch a vytvořit tak svítidlo pro plošné osvětlování.



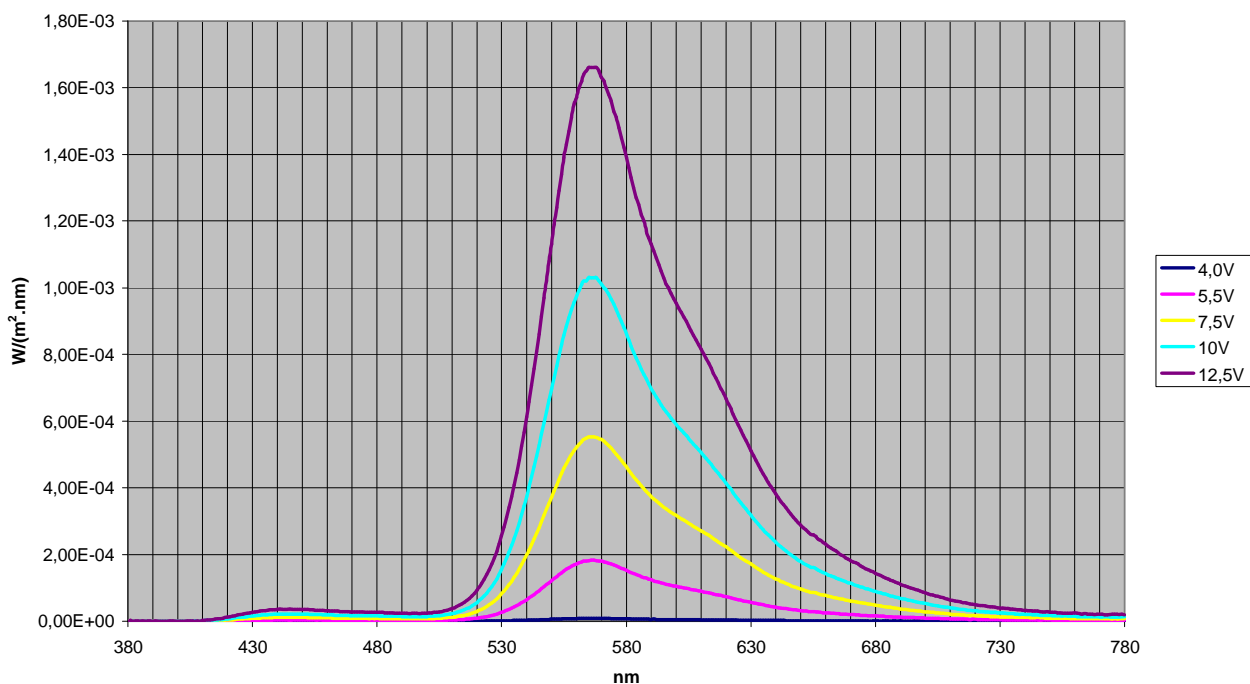
• Obrázek 53 Svítidla s technologií OLED [2]

### Spektrální a jasová analýza OLED

Pro ověření spektrálních a jasových vlastností byl použit monochromatický (žlutý) displejový modul od firmy DENSITRON typ DD-12864YO-3A, 128x64 bodů, o jmenovitém napájecím napětím 12,5 V. Modul byl testován na spektrální vlastnosti v rozsazích napájecího napětí 4-12,5 V.

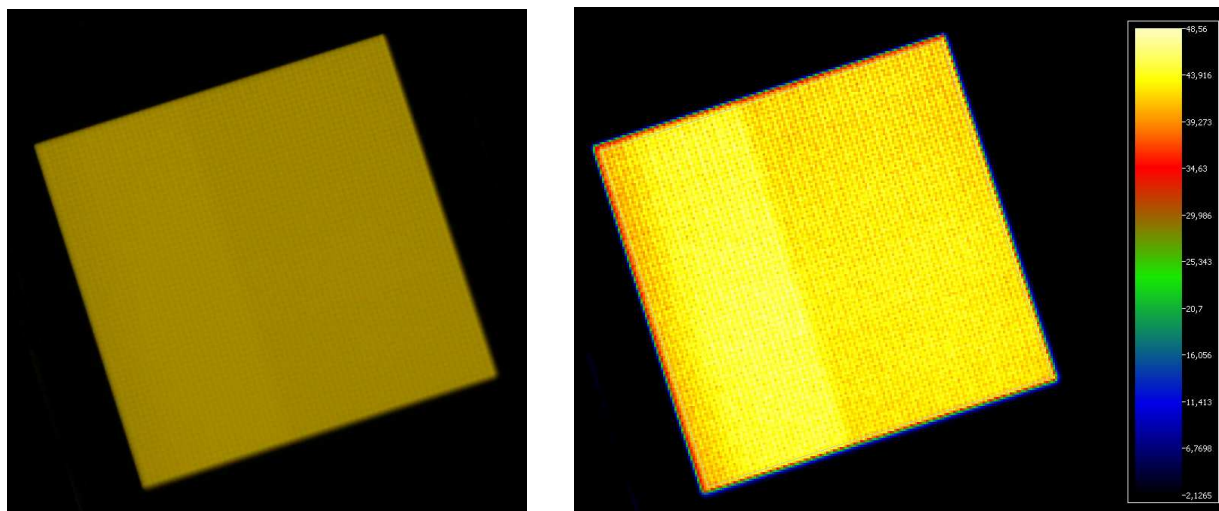


### Spektrální analýza OLED v závislosti na napájecím napětí



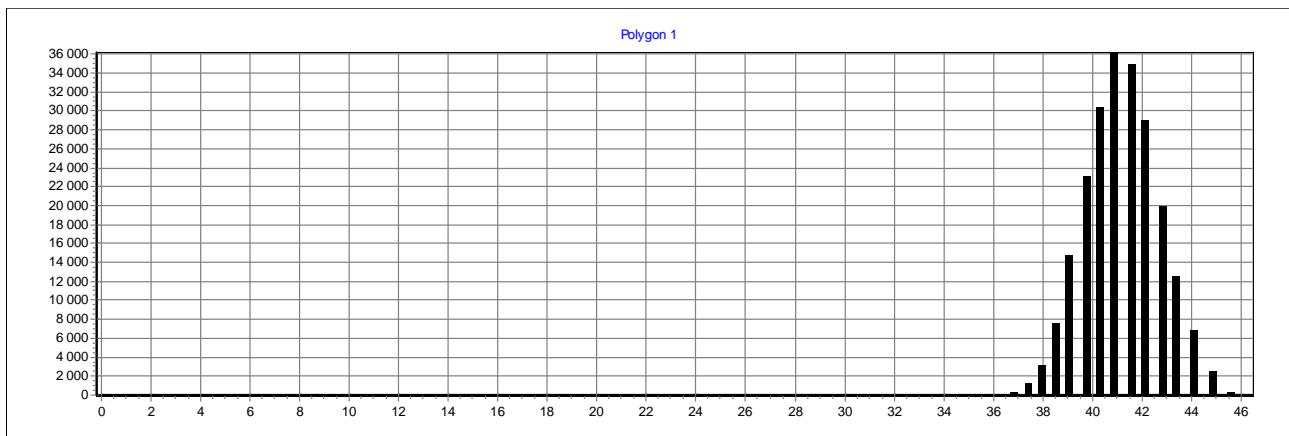
• Obrázek 54 Spektrální analýza OLED v závislosti na napájecím napětí

Z obrázku lze odvodit, že spektrální maximum leží v oblastech žlutých vlnových délek, což odpovídá parametrům uvedeným výrobcem v katalogovém listu. K měření byl použit Spektrometr MINOLTA CS-1000A a příslušný software. Dále byla na displeji provedena jasová analýza digitálním fotoaparátem NIKON Coolpix 8700 a softwarem LUMIDISP [5].



• Obrázek 55 OLED displej a jasová analýza OLED při jmenovitém napájecím napětí

Z jasové analýzy lze odvodit závěr, že OLED displej vykazoval skutečně homogenní jas po celé své ploše. Světlý pásek, který je vidět na displeji, je způsoben blikáním displeje ve spojitosti s rychlou uzávěrkou fotoaparátu. Průměrný jas OLED se pohyboval okolo  $44\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$ . Tato hodnota byla rovněž naměřena referenční časoměrem MINOLTA LS-100, který indikoval stejnou hodnotu. Tuto hodnotu můžeme odečíst i z histogramu, který je vyobrazen na dalším obrázku.



• Obrázek 56 Jasový histogram

## Závěr

Naměřené hodnoty předloženého OLED displeje se shodovaly s údaji uvedenými v katalogovém listu. Průměrný jas se při napájecím napětí 12,5 V pohyboval okolo 44 cd·m<sup>-2</sup>. Po stránce spektrální nejvíce energie (světla) bylo vyzářeno na žlutých vlnových délkách, což je vzhledem k dobré citlivosti lidského oka na žlutou barvu vynikající vlastností hlavně po stránce čitelnosti údajů.

Pokud by se OLED technologie měla hodnotit jako celek, tak se skutečně jeví vhodným a hlavně levným nástupcem LCD obrazovek, případně se tato technologie dá použít k osvětlování vnitřních prostor s nízkou zrakovou náročností, jakož i pro dekorativní účely.

## Poděkování

Tento příspěvek prezentuje výsledky výzkumu financovaného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky v rámci projektu č. MSM0021630516.

## Literatura a odkazy

- [1] KOVAČ, Pavel. Svět Hardware : Technologie OLED - tak kde vězí? - Vlastnosti OLED displejů [online]. 9.12. 2008 [cit. 2009-09-14]. Dostupný z WWW: <[http://www.svethardware.cz/art\\_doc-3AAB34FBA79AD5C4C125721900019307.html](http://www.svethardware.cz/art_doc-3AAB34FBA79AD5C4C125721900019307.html)>.
- [2] KOVAČ, Pavel. Svět Hardware : Technologie OLED - tak kde vězí? - OLED - tak kde to vězí? [online]. 9.12. 2008 [cit. 2009-09-14]. Dostupný z WWW: <[http://www.svethardware.cz/art\\_doc-859CD6DAB1BB5691C12575190080600B.html](http://www.svethardware.cz/art_doc-859CD6DAB1BB5691C12575190080600B.html)>.
- [3] LALÍK, Aleš. NOTEBOOK.CZ : OLED - spása displejů? [online]. 01.07.2009 [cit. 2009-09-14]. Dostupný z WWW: <<http://notebook.cz/clanky/technologie/2009/oled>>.
- [4] OLED : Wikipedie [online]. 6.9.2009 [cit. 2009-09-14]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/OLED>>.
- [5] BAXANT, Petr. LumiDISP : jasová analýza pomocí digitální fotografie [online]. c2004 [cit. 2008-09-21]. Dostupný z WWW: <[www.lumidisp.eu](http://www.lumidisp.eu)>.
- [6] VOJÁČEK, Antonín. Automatizace.HW.cz : OLED – to není jen zkratka moderních displejů [online]. 7.5. 2009 [cit. 2009-09-14]. Dostupný z WWW: <<http://automatizace.hw.cz/oled-co-je-k-cemu-je-a-jak-funguje>>.



# Příprava technických prostředků pro osvětlování přechodů pro chodce

Jiří Tesař

Společnost pro rozvoj veřejného osvětlení, www.srvo.cz, tesarj@srvo.cz

Více než třetinu obětí dopravních nehod v České republice tvoří chodci, kteří jsou ve srovnání s jinými vyspělými státy ohroženi mnohem více. Na přechodech je situace z různých důvodů obzvlášť tragická. Ve snaze pomoci řešit vleklý problém byla vytvořena pracovní skupina složená ze zástupců BESIPU, Policie ČR, Centra dopravního výzkumu (CDV), členů SRVO a ČSO k tématu osvětlování přechodů pro chodce včetně celkového stavebně technického řešení těchto nebezpečných míst.

## Co je vlastně přechod pro chodce

Přechod pro chodce je místo na [pozemní komunikaci](#) určené pro [přecházení chodců](#) a označené odpovídající [dopravní značkou](#). Je určen pro přecházení [vozovky](#), případně i jiných [jízdních pásů](#).

Přechod by měl být umístěn pouze na bezpečném místě, zaručující rozhled chodcům i [řidičům](#).

V posledních letech se zpřísnují bezpečnostní požadavky na provedení přechodů. Nedoporučuje se zřizování přechodů přes [vozovky](#) s více neoddělenými jízdními pruhy, doporučuje se zřizování [ochranných ostrůvků](#) a ochranných betonových bloků mezi jízdními směry nebo [jízdními pruhy](#).

Některé technické požadavky obsahuje vyhláška č. 369/2001 Sb., *o obecných technických požadavcích zabezpečujících užívání staveb osobami s omezenou schopností pohybu a orientace*. [Chodníky](#) v místech přechodů musí mít snížený [obrubník](#) na výškový rozdíl 20 mm oproti vozovce a musí být opatřeny [signálními pásy](#) spojujícími [varovné pásy](#) umístěné po délce sníženého obrubníku s [vodícími liniemi](#).

## Absolutní přednost chodců na přechodech pro chodce ano nebo ne.

### Absolutní přednost? Absolutní omyl!

Několik podstatných změn přinesl zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích. Týkají se nejen motoristů, ale i ostatních účastníků silničního provozu, zejména chodců a cyklistů. Tento zákon, který odpovídá praxi v motoristicky vyspělých státech, přináší i nové povinnosti pro řidiče vozidel, přijíždějících k vyznačeným přechodům pro chodce neřízených světelnou signalizací. Tato změna je, bohužel, často interpretována a zjednodušována jako zavedení absolutní přednosti chodců na vyznačených přechodech neřízených světelnou signalizací.

Jak vyplývá z ustanovení zákona, chodec v České republice na vyznačených přechodech pro chodce neřízených světelnou signalizací absolutní přednost nemá. Náhlé vstoupení do vozovky i na vyznačeném přechodu bez rozhlédnutí nebo na velice krátkou vzdálenost před přijíždějícím vozidlem může mít pro chodce velice vážné, často fatální následky.

## Na přechodech pro chodce umírá stále mnoho chodců.

Na vyznačených přechodech pro chodce umírá z důvodu nedání přednosti chodci řidičem motorového vozidla stále více chodců.

- V prvním čtvrtletí 2009 zemřelo z těchto důvodů v České republice 8 chodců, dalších 50 jich bylo těžce a 183 lehce zraněno. To znamená, že v prvním čtvrtletí 2009 utrpělo újmu na životě a zdraví na vyznačených přechodech pro chodce z důvodu chyby řidiče motorového vozidla celkem 241 chodců.
- V porovnání se stejným obdobím roku 2008 došlo k nárůstu počtu usmrčených chodců o 8 osob a k nárůstu počtu lehce zraněných chodců o 8 osob. Naopak počet těžce zraněných chodců se snížil o 11 osob.

## Rozbor dopravních nehod na přechodech pro chodce

K nejnižšímu počtu nehod na přechodech pro chodce dochází v měsíci září.

### Pravděpodobná příčina:

Zvýšený dohled Policie ČR a zvýšená medializace problematiky zranitelných účastníků provozu (zvláště pak dětí) na pozemních komunikacích v souvislosti se začátkem školního roku.

### Opatření:

Je žádoucí neustále problematiku medializovat a zvýšit průběžný dohled Policie ČR.

Na vícepruhových komunikacích zastaví před chodcem pouze některý z řidičů.

#### **Pravděpodobná příčina:**

- a) Ze zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích nevyplývá jasná definice povinnosti zastavení vozidla v případě, že zastaví řidič v sousedním jízdním pruhu.
- b) Neukázněnost a agresivita řidičů.

#### **Opatření:**

- ad a) Mělo by být vyřešeno v rámci novelizace příslušných předpisů.
- ad b) důraznější a účinnější dohled Policie ČR, přítomnost strážníků Městské policie na nejvíce frekventovaných přechodech pro chodce.

Časté nehody s chodci přecházejícími zleva ze strany řidiče.

#### **Pravděpodobná příčina:**

Nepozornost a nekázeň ze strany řidičů. Snížený rozhled řidiče do prostoru přechodu zapříčiněn sloupkem vozidla (mrtvý úhel) – zejména u přechodů se středním dělicím ostrůvkem.

#### **Opatření:**

Zdůraznění tohoto problému v systému výcviku řidičů; medializace této skutečnosti.

Časté nehody na vícepruhových komunikacích a na komunikacích s příliš širokými jízdními pruhy.

#### **Pravděpodobná příčina:**

Především zastaralé prostorové uspořádání pozemních komunikací v městech i obcích.

#### **Opatření:**

Zkracování délky přechodů pomocí různých typů dopravně - inženýrských opatření.

### **Osvětlený přechod pro chodce**

**Osvětleným přechodem pro chodce vytváříme pocit bezpečí chodce, že je dobře vidět a že mu nehrozí nebezpečí srážky s vozidlem. Opak je pravdou. Na špatně osvětleném přechodu nebo za přechodem může řidič chodce přehlédnout, protože z důvodu oslnění, nebo vysokého jasu okolí, se jeho oční zornice nestačí zadaptovat.**

Nejvíce pozornosti všech účastníků silničního provozu je soustředěno přímo na vozovku před nimi, tudíž chceme-li ovlivnit chování zejména řidičů vozidel, je nutné komunikovat jednoduchou informací k nim přímo z vozovky. Změna stavu indikace se zde přímo nabízí. V současnosti, kdy je všude kolem dopravních komunikací spousta reklamních poutačů, dochází velmi snadno k přehlédnutí svislého dopravního značení. Následky jsou mnohdy tragické.

Aby řidič vozidla viděl dostatečně dobře chodce ze vzdálenosti cca 50 až 80 m, pak musí být postava v kontrastu s vozovkou. Může být kontrastní pozitivně - tedy světlejší než komunikace. Může být kontrastní negativně - tedy tmavší než komunikace. Experimenty ukázaly, že dostatečného negativního kontrastu se dosáhne již celkovým osvětlením komunikace (pochopitelně správně navrženým). Jsme přesvědčeni, že není tedy třeba zřizovat zvláštní osvětlení přechodů tam, kde je komunikace dostatečně a rovnoměrně osvětlena **a kde je hlavní osvětlení vhodně uspořádáno tak, aby byl případný chodec negativně kontrastní.**

**Norma ČSN EN 13201-2 uvádí, že osvětlenost chodců musí být výrazně vyšší než osvětlenost přilehlé vozovky, která je zajištěna běžným osvětlením komunikace – to platí pro případ pozitivního kontrastu, který se volí vždy, když se přechod osvětluje samostatnými svítidly.**

**V normě není řečeno co znamená „výrazně vyšší“ osvětlenost.**

Přesné umístění svítidla je v konkrétním případě pro konkrétní svítidlo možné **pouze výpočtem.**

#### **Dobře vyprojektovaný osvětlený přechod pro chodce by měl splňovat**

- Přesné umístění svítidel nad a před přechodem v závislosti na profilu vozovky a přechodu.
- Stanovit osvětlenost přechodu na základě osvětlenosti celé komunikace včetně adaptačního pásma.
- **Stanovit osvětlenost, resp. jas, chodce ve vazbě na velikost adaptačního jasu nebo alespoň jasu komunikace**
- Vše ověřit pro konkrétní svítidlo výpočtem.

**Bez těchto základních údajů je každý vyprojektovaný a zrealizovaný přechod nebezpečný nejen pro řidiče, ale především pro chodce.**

### **Nezapomínejme nikdy na tato fakta**

Brzdná dráha osobního automobilu na suchém asfaltu (včetně reakční doby řidiče):

<b>Rychlost v km/h</b>	<b>Brzdná dráha v metrech</b>
50 km/h	28,1 m
60 km/h	35,2 m

Při střetu osobního automobilu s chodcem při rychlosti:

Rychlost v km/h	Úmrtí chodců v %
60 km/h	Téměř každý chodec umírá (84%)
50 km/h	Cca polovina chodců umírá (45%)
30 km/h	Každý 20 chodec umírá (5%)

### Doporučení, rady pro osvětlování přechodů

- Každý přechod pro chodce by měl být navržen odborníkem – světelným technikem a doložen výpočtem osvětlenosti přechodu pro chodce.
- Pro osvětlení přechodu se nedá určit jednoznačná pravidla rozmístění svítidel před přechodem . Každý přechod má jinou geometrii a osvětlenost celého řešeného parteru.
- Některé přechody z hlediska jejich umístění nelze bezpečně osvětlit . Vesměs se jedná o přechody, které jsou umístěny na křižovatkách s osou vedlejší komunikace .V takovém případě je nutné přechod posunout .

### Čeho se vyvarovat

- V městských komunikacích nezatěžovat řidiče mnoha informacemi hlavně světelnými.
- Každá indikace světelného toku snižuje pozornost řidiče na ostatní okolí příslušející k vozovce. Při určitém typu signalizace řidič zmatkuje a prudce brzdí.

### Kam vedou společné kroky.

Po roce sledování statistických údajů nehodovosti na osvětlených přechodech pro chodce a vyhledávání vhodných a nevhodných způsobů osvětlení přechodů, včetně fotodokumentace a měření se naše společné snažení blíží k vytýčenému cíli, který je rozdělen do dvou oblastí.

### První oblast je dopracování , dokončení a schválení technického předpisu s názvem „Osvětlování přechodů pro chodce“.

#### Osnova Technického předpisu „Osvětlování přechodů pro chodce“:

##### Úvod.

Vidět a být viděn je zásada bezpečného provozu na pozemních komunikacích. Jednou z možností, jak zvýšit bezpečnost chodců na přechodech ve večerních a nočních hodinách je jejich přisvětlení. Jedná se o zvýraznění exponovaných přechodů pro chodce barvou světla, intenzitou a směrovým charakterem osvětlení tak, že chodec je osvětlen ze směru jízdy vozidla a je ve velkém pozitivním kontrastu na tmavém pozadí. Použitím odlišné barvy a intenzity osvětlení je dosaženo toho, že přechod i chodec na něm je zvýrazněn a jeho obraz nesplyvá s pozadím osvětleným běžným uličním osvětlením. Směrový charakter světla (asymetrická vyzařovací charakteristika) neoslňuje řidiče přijíždějících vozidel.

##### Zásady pro osvětlení přechodů

##### Principy vidění.

Osvětlením přechodu se vytváří pro chodce pocit bezpečí a snižujeme jeho opatrnost. Řidiči naopak může snížit možnost vnímání bezprostředního okolí vozovky oslnění nebo rušivé účinky nepatřičných světelných podnětů v okolí.

Vidění, zrakové vnímání, adaptace, bezprostřední okolí, pozadí, kontrast jasů, práh rozlišitelnosti jasu, barevné vidění, oslnění, rychlost vnímání , setrvačnost zrakového vjemu.

##### Druhy osvětlení přechodu.

Osvětlení přechodů pro chodce s negativním kontrastem

Osvětlení přechodů s pozitivním kontrastem

##### Dimenzování místního osvětlení přechodů pro chodce.

... na neosvětlené komunikaci

... na osvětlené komunikaci

Vodorovná osvětlenost komunikace

Vertikální osvětlenost chodce

##### Technické řešení

Volba svítidla a světelného zdroje

Umístění svítidla

Napájení osvětlení přechodu

Způsoby spínání osvětlení přechodu

## Světelný výpočet

Výpočtové metody

### Druhá oblast je návrh řešení statistiky dopravních nehod na přechodech pro chodce

Pro zhodnocení, zda požadavek na umístění osvětlení přechodu je oprávněný či nikoli je vhodné doplnit projektovou dokumentaci přehledem nehod na daném přechodu. Pro budoucí vyhodnocení, jakou měrou přispívá osvětlení přechodu ke zvýšení bezpečnosti chodců, však bude více vypovídající přehled dopravních nehod na všech přechodech vybrané obce s rozdělením do následujících kategorií:

- neosvětlené přechody
- osvětlené přechody před instalací osvětlení
- osvětlené přechody po instalaci osvětlení

Výsledný přehled bude zpracován do standardní grafické podoby (viz. stávající pdf tiskové výstupy) s využitím doplněných číselníků. Návrhy na rozdělení a rozsah vyhodnocených informací jsou zpracovány v následující části tohoto dokumentu.

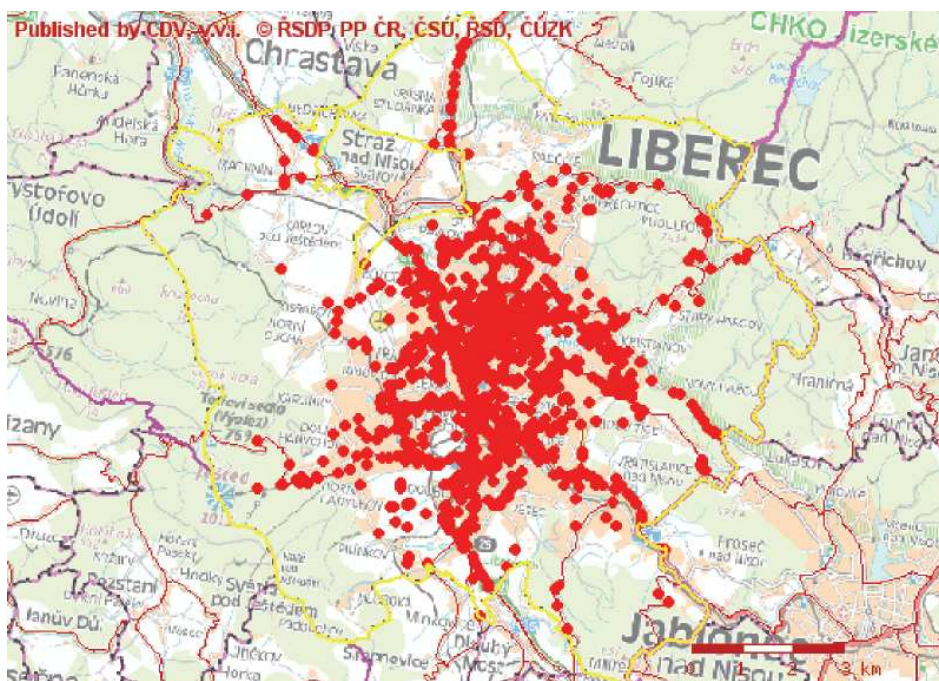
### Základní statistika nehod - v této části bude uveden základní přehled nehod a to:

- Celkový počet nehod s rozdělením dle následků na zdraví
- Rozdělení počtu nehod do dnů v týdnu
- Rozdělení počtu nehod při zhoršené viditelnosti

### NÁVRH ŘEŠENÍ STATISTIKY DOPRAVNÍCH NEHOD NA PŘECHODECH

Příklad možného přehledu dopravních nehod na přechodech obce s upravenou statistikou a změněnými číselníky protokolu o dopravní nehodě.

### Přehled nehod na přechodu pro chodce Období: 01.01.2007 - 31.3.2009 Území: Liberec



	Stále neosvětlené	před instalací osvětlení	po instalaci osvětlení	Snížení DN na osv.přech. (%)	Celkem
Počet nehod celkem	280	88	59	33,0%	427
Počet nehod s následky na zdraví	40	12	10	16,7%	62
Počet usmrcených osob	8	4	3	25,0%	15
Počet těžce zraněných osob	25	8	5	37,5%	38
Počet lehce zraněných osob	52	23	16	30,4%	91
Počet nehod pod vlivem alkoholu	15	12	9	25,0%	36

Počet nehod v pondělí	70	35	20	42,9%	125
Počet nehod v úterý	42	17	13	23,5%	72
Počet nehod ve středu	28	3	3	0,0%	34
Počet nehod ve čtvrtek	28	5	4	20,0%	37
Počet nehod v pátek	56	16	10	37,5%	82
Počet nehod v sobotu	28	8	4	50,0%	40
Počet nehod v neděli	28	4	3	25,0%	35

	Stále neosvětlené	před instalací osvětlení	po instalaci osvětlení	Snížení DN na osv.přech. (%)	Celkem
Počet nehod na silnici č.13	36	13	12	7,7%	61
Počet nehod na silnici č.14	24	8	4	50,0%	36
Počet nehod na silnici č.35	43	12	8	33,3%	63
Počet nehod na silnici č.41	52	16	9	43,8%	77
Počet nehod na silnici č.1326	15	7	4	42,9%	26
Počet nehod na silnici č.2784	12	5	3	40,0%	20
Počet nehod na silnici č.2873	24	8	7	12,5%	39
Počet nehod na silnici č.2875	9	2	1	50,0%	12
Počet nehod na silnici č.27247	7	2	1	50,0%	10
Počet nehod na silnici č.27250	6	1	1	0,0%	8
Počet nehod na silnici č.27810	10	3	2	33,3%	15
Počet nehod na silnici č.27814	9	2	2	0,0%	13
Počet nehod na silnici č.29020	5	1	1	0,0%	7
Počet nehod na silnici č.29021	11	4	3	25,0%	18
Počet nehod na silnici č.29022	8	2	1	50,0%	11
Počet nehod na silnici č.29024	9	2	1	50,0%	12

	Stále neosvětlené	před instalací osvětlení	po instalaci osvětlení	Snížení DN na osv.přech. (%)	Celkem
Zhoršená viditelnost - počet nehod	20	8	6	25,0%	34
Zhoršená viditelnost - počet nehod s následky na zdraví	12	4	3	25,0%	19
Zhoršená viditelnost - počet usmrcených osob	8	0	0	0,0%	8
Zhoršená viditelnost - počet těžce zraněných osob	8	0	0	0,0%	8
Zhoršená viditelnost - počet lehce zraněných osob	16	4	3	25,0%	23
Zhoršená viditelnost - počet nehod pod vlivem alkoholu	8	0	0	0,0%	8

#### 08 DRUH PEVNĚ PŘEKÁŽKY

	Stále neosvětlené	před instalací osvětlení	po instalaci osvětlení	Snížení DN na osv.přech. (%)	Celkem
Sloup - telefonní, veř.osvětlení, el.vedení apod.	1	4	4	0,0%	9
Příčný zpomalovací práh	32	22	22	0,0%	76
Středové betonové bloky	17	7	4	42,9%	28
Zvýšený přechod	8	8	6	25,0%	22
Nepřichází v úvahu, nejde o srážku s pev. překážkou	187	82	78	4,9%	347

#### 15 DRUH POVRCHU VOZOVKY

	Stále neosvětlené	před instalací osvětlení	po instalaci osvětlení	Snížení DN na osv.přech. (%)	Celkem
Dlažba	36	19	15	21,1%	70
Živice	224	64	49	23,4%	337
Speciální barevný nátěr před přechodem (zdrsnění)	12	0	0	0,0%	12
Žádný z uvedených (písek, dřevo apod.)	8	5	4	20,0%	17

#### 16 STAV POVRCHU VOZOVKY V DOBĚ NEHODY

	Stále neosvětlené	před instalací osvětlení	po instalaci osvětlení	Snížení DN na osv.přech. (%)	Celkem
Povrch suchý, neznečištěný	46	16	15	6,3%	77
Povrch mokrá	145	39	34	12,8%	218
Na vozovce je náledí, ujetý sníh – nepospané	35	15	12	20,0%	62
Souvislá sněhová vrstva, rozbrědlý sníh	21	6	3	50,0%	30
Barva vodorovného značení	12	2	1	50,0%	15
Jiný stav povrchu vozovky v době nehody	21	10	9	10,0%	40

#### 17 STAV KOMUNIKACE

	Stále neosvětlené	před instalací osvětlení	po instalaci osvětlení	Snížení DN na osv.přech. (%)	Celkem
Dobry, bez závad	227	66	57	13,6%	350
Zvlhnutí povrchu v podélném směru	25	8	7	12,5%	40
Nesouvislé výtluky	23	9	8	11,1%	40
Jiný (neuvedený) stav nebo závada komunikace	5	5	5	0,0%	15

© CDV, v.v.i., Ředitelství služby dopravní policie PP ČR

Naposlady vytištěno 26.06.2009 13:23:11  
Strana 2

JDVM 2009



**19 VIDITELNOST**

	Stále neosvětlené	před instalací osvětlení	po instalaci osvětlení	Snížení DN na osv.přech. (%)	Celkem
Ve dne, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek	29	15	14	6,7%	58
Ve dne, zhoršená viditelnost (svítání, soumrak)	57	31	17	45,2%	105
Ve dne, zhoršená viditelnost vlivem povětrnostních podmínek (mlha, sněžení, déšť apod.)	25	22	16	27,3%	63
V noci – bez veřejného osvětlení, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek	18	0	0	0,0%	18
V noci – bez veřejného osvětlení, viditelnost zhoršená vlivem povětrnostních podmínek (mlha, déšť, sněžení apod.)	62	0	0	0,0%	62
V noci – s funkčním veřejným osvětlením, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek	41	5	3	40,0%	49
V noci – s funkčním veřejným osvětlením, zhoršená viditelnost vlivem povětrnostních podmínek (mlha, déšť, sněžení apod.)	25	8	5	37,5%	38
V noci – s nefunkčním veřejným osvětlením, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek	12	4	2	50,0%	18
viditelnost vlivem povětrnostních podmínek (mlha, déšť, sněžení apod.)	11	3	2	33,3%	16

**20 ROZHLEDOVÉ POMÉRY**

	Stále neosvětlené	před instalací osvětlení	po instalaci osvětlení	Snížení DN na osv.přech. (%)	Celkem
Dobré	142	58	31	46,6%	231
Špatné vlivem profilu komunikace (nepřehledný vrchol stoupání, zářez komunikace apod.)	29	2	2	0,0%	33
Špatné vlivem trvalé vegetace (stromy, keře apod.)	41	5	3	40,0%	49
Špatné vlivem přechodné vegetace (tráva, obilí)	17	3	2	33,3%	22
Výhled zakryt stojícím vozidlem	41	11	8	27,3%	60
Výhled zakryt stožárem VO pro osvětlení přechodu	3	1	1	0,0%	5
Výhled zakryt svíslou DZ středního dělicího ostrůvku	4	6	5	16,7%	15
Jiné špatné	3	2	2	0,0%	7

**23 ŘÍZENÍ PROVOZU V DOBĚ NEHODY**

	Stále neosvětlené	před instalací osvětlení	po instalaci osvětlení	Snížení DN na osv.přech. (%)	Celkem
Místní úprava	26	12	7	41,7%	45
Žádný způsob řízení provozu	262	76	60	21,1%	398

**28 SMĚROVÉ POHLEDY**

	Stále neosvětlené	před instalací osvětlení	po instalaci osvětlení	Snížení DN na osv.přech. (%)	Celkem
Přímý úsek	267	75	68	9,3%	410
Přímý úsek po projetí zatáčkou (do vzdálenosti cca 100m od optického konce zatáčky)	3	3	3	0,0%	9
Zatáčka	2	4	3	25,0%	9
Úsek za vrcholem	8	6	4	33,3%	18

**31 CHOVÁNÍ CHODCE**

	Stále neosvětlené	před instalací osvětlení	po instalaci osvětlení	Snížení DN na osv.přech. (%)	Celkem
Správně přiměřené	168	54	30	44,4%	252
Špatný odhad vzdálenosti a rychlosti vozidla	24	12	10	16,7%	46
Náhlé vstoupení do vozovky z chodníku, krajnice ostrůvku	12	3	2	33,3%	17
Zmatené, zbrklé, nerozhodné jednání	8	2	1	50,0%	11
Zmatené, zbrklé, nerozhodné jednání	32	6	4	33,3%	42
Náhlá změna směru chůze	23	3	3	0,0%	29
Náraz do vozidla z boku	3	2	2	0,0%	7
Hra dětí na vozovce	6	2	2	0,0%	10
Žádné z uvedených	4	4	2	50,0%	10

**32 SITUACE V MÍSTĚ NEHODY**

	Stále neosvětlené	před instalací osvětlení	po instalaci osvětlení	Snížení DN na osv.přech. (%)	Celkem
Vstup chodce do vozovky v blízkosti přechodu (cca 20m)	7	5	4	20,0%	16
Přecházení po vyznačeném přechodu	166	46	37	19,6%	249
Přecházení mimo přechod (20 a více m od přechodu)	5	3	2	33,3%	10
Vstup chodce do vozovky v blízkosti přechodu (do 50m)	3	1	1	0,0%	5
Přecházení mimo přechod (50 a více m od přechodu)	2	1	1	0,0%	4
Přecházení po vyznačeném přechodu zprava	25	5	4	20,0%	34
Přecházení po vyznačeném přechodu zleva	61	18	12	33,3%	91
Přecházení za osvětleným přechodem (do 50 m)	12	6	3	50,0%	21
Přecházení před osvětleným přechodem (do 50 m)	5	2	1	50,0%	8
Jiná situace	2	1	1	0,0%	4

© CDV, v.v.i., Ředitelství služby dopravní policie PP ČR

Naposledy vytištěno 26.06.2009 13:23:11  
Strana 3

JDVM 2009

### **Co říci závěrem? Mnoho štěstí na přechodech!**

- Přejít bude vždy nebezpečný. Na to se nesmí nikdy zapomenout. Setkávají se na něm dvě nesouměřitelné veličiny.
- Někteří vstupují na přechod bez rozhlédnutí a tím způsobují krušné chvíle řidiči a potažmo i sobě. Je však nepochopitelné, když jsou v některých ulicích přechody pro chodce po dvaceti metrech.
- Přejít je jen výstraha, aby si člověk uvědomil, jak nebezpečná silnice je.
- Ne, zárukou bezpečnosti chodců je používání mozků přecházejících a ohleduplnost řidičů. Při absenci byť jediného z obou faktorů je tragédie jistá...

### **Na uvedené činnosti se podílí tým pracovníků pracovní skupiny OSVĚTLOVÁNÍ POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ A PŘECHODŮ PRO CHODCE .**

Jiří Tesař – vedoucí pracovní skupiny SRVO pro spolupráci s městy a státní správou

Ing. Tomáš Maixner – předseda SRVO, soudní znalec – osvětlování pozemních komunikací

Ing. Jiří Skála - ELTODO CITELUM s.r.o.

Mgr. Štěpán Žežula - Centrum dopravního výzkumu (CDV)

pplk. Ing. Josef Tesařík – Policejní prezidium, ředitelství služby dopravní policie ČR

Por. Vlasta Malý , Policie ČR – Okresní ředitelství Dopravní inspektorát Liberec

Miroslav Klásek - BESIP pracoviště Liberec



# Hlasové ovládání osvětlení

Jan, Vaňuš, Ing.

VŠB-TU Ostrava, FEI, katedra 452, jan.vanus@vsb.cz

Pro výuku moderních způsobů ovládání provozně technických funkcí v budovách byla pro studenty Fakulty Stavební VŠB TU Ostrava v předmětu Základy systémové techniky budov a pro studenty Fakulty Elektrotechniky a Informatiky VŠB TU Ostrava v předmětu Systémová technika budov vytvořena laboratorní úloha pro hlasové ovládání provozně technických funkcí v budově (včetně hlasového ovládání osvětlení) pomocí sběrnicevého systému NIKOBUS. Hlasové povely jsou vyslovovány v reálném prostředí. Do reálného prostředí v budově je možné zahrnout různé hluky z ventilátorů, z klimatizace, z běžícího počítače, z rozhlasu, televize, z vysavače atd. Všechny tyto aditivní hluky (šumy) ovlivňují kvalitu zpracování řečového signálu, popřípadě rozpoznání řečového signálu pro následné vykonání požadované provozně technické funkce. V článku je porovnávána úspěšnost rozpoznání hlasových povelů pro ovládání osvětlení v bytě pomocí software MyVoice v reálném prostředí.

## Základní popis a rozdělení laboratorní úlohy

Pro hlasové ovládání provozně technických funkcí v budově je celá úloha rozdělena na několik částí:

1. Vizualizace ovládání provozně technických funkcí pomocí software PROMOTIC,
2. Hlasové ovládání provozně technických funkcí pomocí software MyVoice.

### 1. Vizualizace ovládání provozně technických funkcí v budově

Řízením provozně technických funkcí v budově se rozumí například zapínání/vypínání světel, regulace vytápění nebo klimatizace, spouštění/vytahování rolet, markýz nebo garážových vrat, realizace zabezpečovacích zařízení atd. V laboratorní demonstrační úloze používané ve výuce jsou ovládány následující provozně technické funkce:

- zapínání/vypínání světel,
- zapínání/vypínání ventilátoru,
- zapínání/vypínání bojleru,
- zapínání/vypínání el. topení,
- měření teploty v místnosti.

Celá sestava vizualizace provozně technických funkcí je složena z hardwarové a softwarové části (obrázek 1):

a) Hardwarová část:

- měřicí karta PCI6221 (umístěná v PC),
- svorkovnice CB-68LP,
- modul s relé RAS - 0515,
- předváděcí panel PT 009 se sběrnicevým systémem NIKOBUS,

b) Softwarová část:

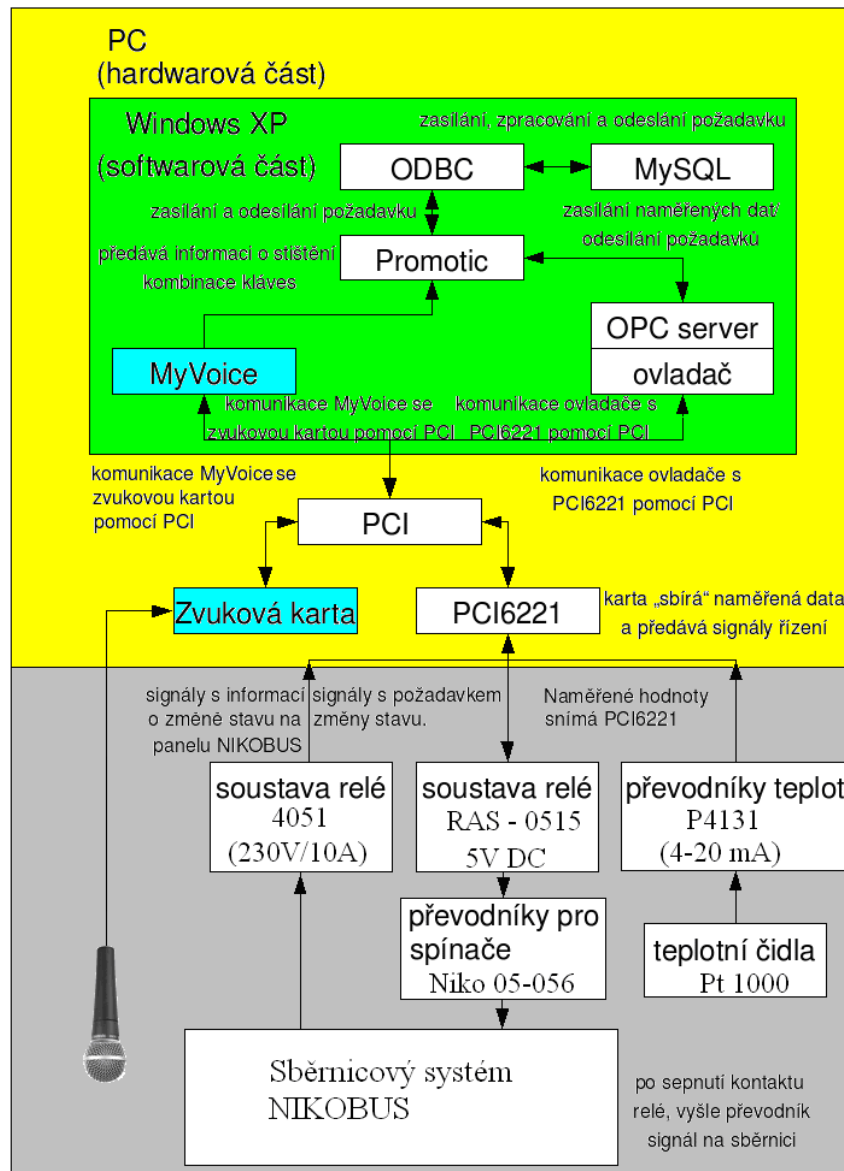
- vizualizační software PROMOTIC,
- OPC server,
- ODBC driver,
- MySQL – systém pro řízení databází.

### 1.1 Popis sběrnicevého systému NIKOBUS

Sběrnicevý systém NIKOBUS je inteligentní elektroinstalace, která se používá pro automatizaci provozně technických funkcí v budovách a bytech. Sběrnicevá elektroinstalace je navržena modulárně, to znamená, že jednotliví účastníci jsou vzájemně propojeni společným sběrnicevým kabelem.

Všechny komponenty sběrnice systému NIKOBUS lze rozdělit do tří funkčních skupin:

- senzory,
- aktory,
- systémové přístroje a komponenty.



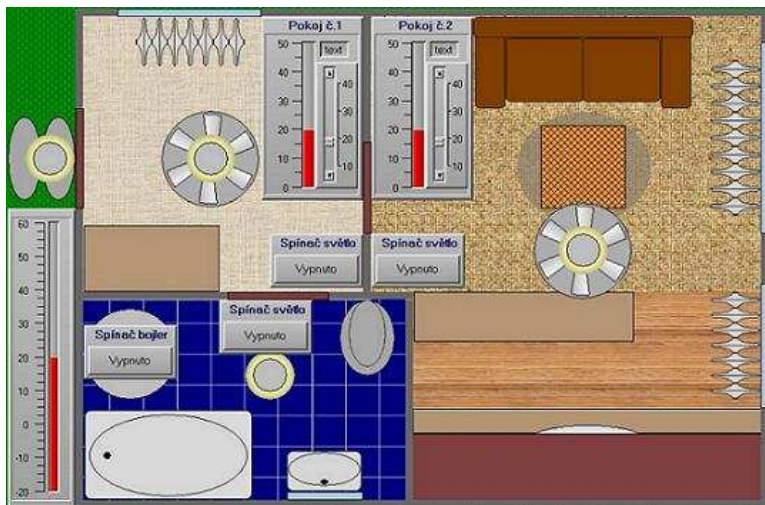
• obrázek 1 Blokové schéma popisující zapojení celé sestavy.

Aktory, nebo-li řídicí jednotky jsou trojího druhu – spínací, roletové a stmívací. Sběrnice tlačítka jsou propojena se spínacími, roletovými a stmívacími jednotkami dvojitým vedením – sběrnici NIKOBUS. Sběrnice NIKOBUS je galvanicky oddělena od sítě 230V a je napájena bezpečným malým napětím 9V DC (SELV).

V popisované aplikaci je pro ovládání osvětlení použit jako aktor spínací jednotka a jako senzory jsou použita sběrnice tlačítka a sběrnice převodník pro spínače. Pomocí spínací jednotky je ovládána simulace rozsvěcování a zhasínání světel v bytě. Indikace sepnutí jednotlivých funkcí je provedena jednak pomocí připojených žárovek a jednak pomocí vizualizace laboratorní úlohy, realizované pomocí vizualizačního software Promotic (obrázek 2).

## 1.2 Popis vizualizace aplikace pomocí vizualizačního software PROMOTIC

Vizualizační software PROMOTIC je SCADA objektový softwarový nástroj pro tvorbu aplikací, které monitorují, řídí a vizualizují technologické procesy.



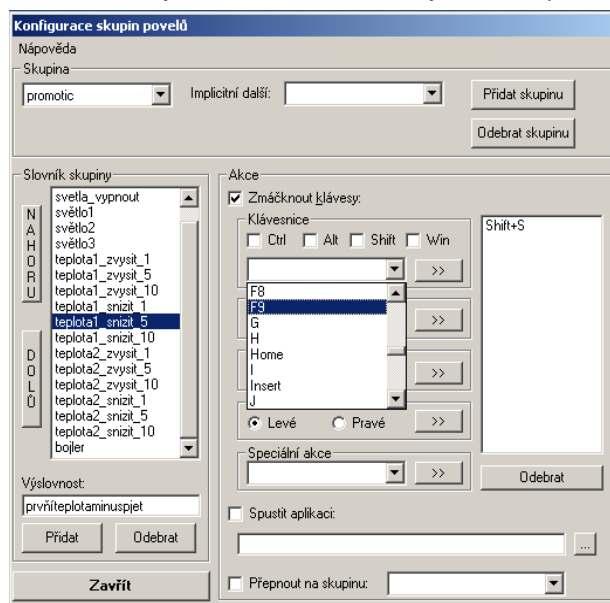
• obrázek 2 Blokové schéma popisující zapojení celé sestavy.

V systému PROMOTIC je aplikace sestavena pomocí objektů. Tyto objekty mají podle pravidel objektově-orientovaného programování svůj název, své vlastnosti (proměnné) a funkce (metody). Každý typ objektů má svou specifickou funkci a způsob použití [5, 6]. Základní obrazovka vizualizace laboratorní úlohy je vidět na obrázku 2. Z dalších aplikací vizualizace jsou pro studenty k dispozici ještě obrazovka trendů a událostí, obrazovka alarmů, popřípadě web prezentace se zobrazením aktuálního stavu vizualizovaného procesu na internetu.

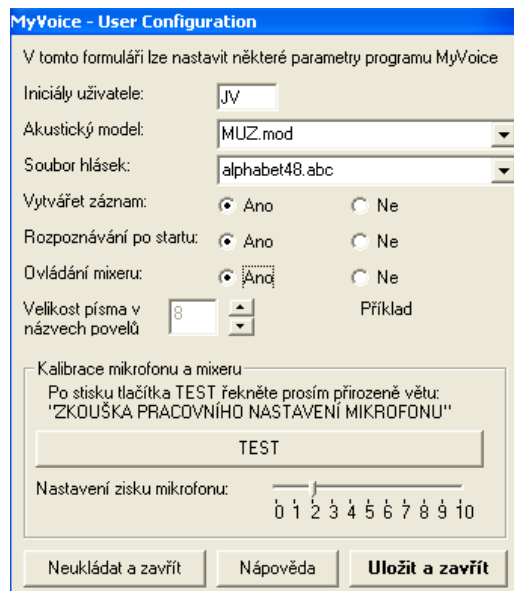
## 2. Hlasové ovládání osvětlení

Pro hlasové ovládání osvětlení v bytě je v laboratorní úloze použit software MyVoice. Software MyVoice byl vyvinut českou firmou Fugasoft. Je určen pro rozpoznávání hlasových povelů. Jeho funkce spočívá v nahrazení ovládání pomocí myši a klávesnice za ovládání pouze pomocí lidského hlasu bez nutnosti tyto hlasové povelů nahrávat. Software MyVoice nepodporuje software PROMOTIC a jeho aplikace, ale umožňuje uživateli přidávat jeho vlastní funkce a povelů. Propojení mezi software PROMOTIC a MyVoice je zajištěno pomocí objektu Pmkey, který umožňuje ovládání PROMOTIC aplikací pomocí klávesových zkratk. Tyto klávesové zkratky slouží pro ovládání provozně technických funkcí v aplikaci PROMOTIC. Vytváření uživatelských funkcí v software MyVoice se provádí v záložce Aplikace-> Konfigurace (obrázek 3).

Nejprve byla vytvořena skupina s názvem PROMOTIC. Dále byly postupně definovány jednotlivé povelů v této skupině tlačítkem „Přidat“. V následujícím dialogu byl zadán název funkce a jeho doslovná výslovnost. Příkladem může být zadání funkce zapnout\_světla pro zapnutí všech světel v bytě (Tabulka 1). Definovaná funkce zapnout\_světla se vyslovuje zapnoucvjetla a má klávesovou zkratku Shift+F5. Před vlastním spuštěním programu MyVoice je potřeba provést nastavení programu pro konkrétního řečníka a pro konkrétní používaný mikrofon v konfiguračním prostředí "User Configuration" (obrázek 4). Proces, označovaný v experimentální části jako "učení se" v sobě zahrnuje nastavení zisku mikrofonu a vlastní rozpoznání řečníka, který v daný okamžik promlouvá. Proces "učení se" má vliv na úspěšnost rozpoznání jednotlivých řečníků v konkrétní aplikaci.



• obrázek 3 Prostředí MyVoice pro konfiguraci skupin povelů.



• obrázek 4 Prostředí MyVoice pro nastavení mikrofonu a řečníka.

V popisované implementaci MyVoice jsou vytvořeny pro ovládání osvětlení pomocí hlasu následující povely pro které jsou nadefinovány odpovídající klávesové zkratky .

Jméno funkce	Výslovnost funkce	Klávesová zkratka
zapnout_světla	Zapnoucvjetla	Shift+F5
světla_vypnout	Vipnoucvjetla	Ctrl+F5
světlo1	Prvnísvjetlo	F5
světlo2	Druhúsvjetlo	F6
světlo3	Třetísvjetlo	F7

• Tabulka 1 Přehled naprogramovaných hlasových příkazů pro hlasové ovládání osvětlení.

### Experimentální část

V experimentální části byla porovnávána úspěšnost rozpoznání řečových povelů "zapnout\_světla" a vypnout\_světla" pomocí software MyVoice. Řečové povely byly vysloveny jedním řečníkem za podmínek:

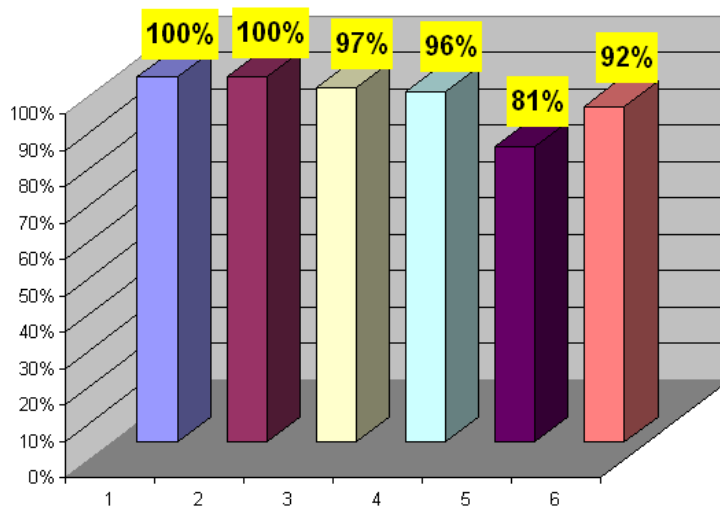
1. bez rušení,
2. rušení z ventilátoru (Tabulka 4),
3. rušení z ventilátoru a z rádia (Tabulka 4).

Experiment probíhal tak, že pro výše nastavené podmínky (1 až 3) u software MyVoice:

- nebylo realizováno nastavení na konkrétního řečníka a konkrétní podmínky (obrázek 4), (proběhlo **"bez učení"**),
- bylo realizováno nastavení na konkrétního řečníka a konkrétní podmínky (obrázek 4), (proběhlo **"s učením "**).

	<b>Podmínky, při kterých byl vyřčen povel zapnout světla</b>	<b>Úspěšnost rozpoznání</b>
1	bez rušení, bez učení	100%
2	bez rušení, s učení	100%
3	s rušením - ventilátor, bez učení	97%
4	s rušením - ventilátor, s učení	96%
5	s rušením - ventilátor+rádio, bez učení	81%
6	s rušením - ventilátor+rádio, s učení	92%

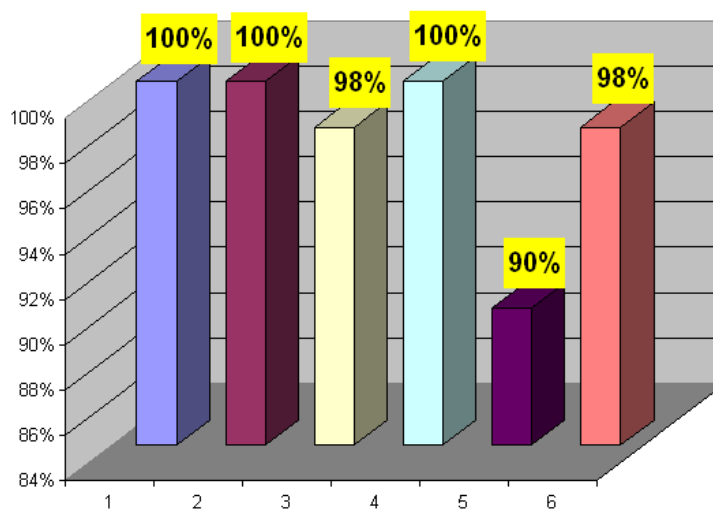
• Tabulka 2 Úspěšnost rozpoznání pro hlasový povel "zapnout světla".



• Graf 1 Úspěšnost rozpoznání pro hlasový povel "zapnout světla".

	<b>Podmínky, při kterých byl vyřčen povel vypnout světla</b>	<b>Úspěšnost rozpoznání</b>
1	bez rušení, bez učení	100%
2	bez rušení, s učení	100%
3	s rušením - ventilátor, bez učení	98%
4	s rušením - ventilátor, s učení	100%
5	s rušením - ventilátor+rádio, bez učení	90%
6	s rušením - ventilátor+rádio, s učení	98%

• Tabulka 3 Úspěšnost rozpoznání pro hlasový povel "vypnout světla".



• Graf 2 Úspěšnost rozpoznání pro hlasový povel "vypnout světla".

Pro výpočet poměru odstupu řečového signálu (povely zapni světlo, vypni světlo) od šumu (z ventilátoru, z rádia) bylo použito segmentální kritérium SSNR [8]. Přibližné poměry SSNR jsou uvedeny v Tabulce 4. Pro kladnou hodnotu vypočítaného SSNR je výkon řečového signálu větší než výkon šumu. Pro SSNR záporné je výkon řečového signálu menší než výkon šumu.

	Poměr řečový signál - šum	SSNR [dB]
1	zapni světlo – šum z ventilátoru	$SSNR_1 = -0,0959$ [dB]
2	zapni světlo – šum z ventilátoru + šum z rádia	$SSNR_2 = -0,8931$ [dB]
3	vypni světlo – šum z ventilátoru	$SSNR_3 = -1,2138$ [dB]
4	vypni světlo – šum z ventilátoru + šum z rádia	$SSNR_4 = -2,57$ [dB]

• Tabulka 4 Vypočítané hodnoty SSNR poměru řečový signál - šum.

## Závěr

V článku byla popsána implementace hlasového ovládání osvětlení pomocí software na rozpoznávání řeči MyVoice, vizualizačního software PROMOTIC a sběrnice systému NIKOBUS. V experimentální části bylo provedeno porovnání úspěšnosti rozpoznání hlasových příkazů "zapnout světla" a "vypnout světla" vyslovených jedním řečníkem za reálných podmínek v bytě. Reálnými podmínkami je zde myšleno běžné rušení v bytě, např. aditivní hluk z ventilátoru nebo aditivní rušení z rádia (Grafy 1 a 2, Tabulky 2 a 3). Software MyVoice měl 100% úspěšnost rozpoznání v případě realizace experimentu bez aditivního rušení. Nejhorší výsledky úspěšnosti rozpoznání byly v případě největšího rušení (aditivní hluk z ventilátoru + rušení z rádia ( $SSNR_3 = -1,2138$  [dB] a  $SSNR_4 = -2,57$  [dB])). Větší úspěšnost rozpoznání lze pozorovat při vyslovení příkazu "vypni světla". Povel "zapni světla" má v prvním slově "zapni" neznělou úžinovou souhlásku "z", tzv. frikativa [3, 7]. Při vyslovení příkazu "zapni světla" se při rozpoznávání stalo to, že aditivní hluk ( $SSNR_1 = -0,0959$  [dB] a  $SSNR_2 = -0,8931$  [dB]) tuto souhlásku v některých případech překryl a rozpoznání neproběhlo úspěšně. Z experimentální části vyplývá, že software MyVoice se prokázal dobrými vlastnostmi při rozpoznávání řeči. V případě reálného prostředí s nadměrným hlukem lze pro odstranění aditivního hluku použít signálový procesor s implementovaným adaptivním filtrem s LMS algoritmem v aplikaci pro odstranění šumu.

## Literatura a odkazy

- [1] Jan J.: Číslíková filtrace, analýza a restaurace signálů, nakladatelství VUTIUM, Brno 2002, ISBN 80-214-1558-4 (2. uprav. vydání)
- [2] <http://www.fit.vutbr.cz/study/courses/ZRE/public>
- [3] Uhlíř J., Sovka P., Pollák P., Hanžl V., Čmejla R.: Technologie hlasových komunikací, nakladatelství ČVUT Praha 2007, ISBN 978-80-01-03888-8
- [4] Pávek J.: Inteligentní elektroinstalace Nikobus – systém Nikobus, uživatelský manuál v.1, Moeller Elektrotechnika s.r.o., Praha, 2004
- [5] Tkáč V.: Zpracování a vyhodnocení naměřených dat vizualizačním a řídicím systémem Promotic, Bakalářská práce, VŠB TU Ostrava 2008
- [6] manuál vizualizačního software Promotic, fy Mikrosys, 2003 <http://www.microsys.cz>
- [7] Pšutka J., Müller L., Matoušek J. Radová V.: Mluvíme s počítačem česky, ACADEMIA, Praha 2006, ISBN 80-200-1309-1
- [8] Sedláček M., Šmíd R.: MATLAB v měření, Vydavatelství ČVUT, Praha 2005, ISBN 80-01-02851-85

# VO v Ostravě - máme za sebou 10 let a jedeme dál

Petra Zatloukalová

Správa veřejného osvětlení města Ostravy, [www.okas.cz](http://www.okas.cz), zatloukalova@okas.cz



## Vážené dámy, vážení pánové

Dovolte mi, abych Vám představila, čím si prošla správa VO v městě Ostrava od roku 1999, kdy vznikla jako jedno z technických oddělení na Ostravských komunikacích, a.s., které jsou ve 100% vlastnictví města Ostravy.

Kdo jezdí na tato setkání pravidelně, možná si vzpomene na příspěvky mého předchůdce p. Bíny nebo mé v předcházejících letech, kdy jsme Vás seznamovali s úskalími se kterými se správa v uplynulém období potýkala.

Před 10 lety byla převedena správa VO ve městě z 23 městských obvodů na Ostravské komunikace, a.s. Především v počátcích se řešilo snížení počtu firem údržby, kterých bylo 19. Postupně byl jejich počet snížen na 5 externích zhotovitelů a malé středisko údržby na OK, a.s. Od roku 2006 už provoz a údržbu VO plně zajišťuje naše středisko údržby se 16 zaměstnanci.

Jedním z velkých problémů v počátcích činnosti byl stav pasportů po 8leté správě VO městskými obvody, kde v některých lokalitách nebyl pasport vůbec nebo v lepším případě nebyl aktualizován. A pak problém s prováděním údržby, zejména v menších městských obvodech, kde aby se ušetřily prostředky, byla prováděna jen základní údržba, vůbec nebyla prováděna modernizace soustav, preventivní údržba, odstraňovány havarijní stavy, někde byla dokonce vypnuta i část VO.

Je třeba poznamenat, že aby došlo k nějakému zlepšení VO ve městě, bylo nutné přesvědčit městské zastupitele o posílení finančních prostředků vložených do VO. Ostrava se řadí mezi větší města s počtem obyvatel kolem 300 tisíc a ti vnímají nefunkční osvětlení velmi negativně. Tmavá místa nevytvářejí bezpečnou pohodu při pohybu osob a dopravu v nočních hodinách, nejsou kladně vnímána ani při ochraně soukromého majetku před nenechavými ručičkami zlodějů a vandalů. Spokojení občané jsou zase přínosem pro městské zastupitele, kteří jsou ve čtyřletých cyklech voleni a mohou s úspěchem „prodat“ i výsledek v oblasti VO. Možná i proto byly tyto naše žádosti ze strany vlastníka vyslyšeny a mohli jsme začít s nápravou stavu způsobeného na VO v předchozích letech.

Jako priorita byla digitalizace mapové části pasportu, následně převedené do celého souboru GIS, který je v současné době kompletní, pravidelně aktualizovaný a postupně je naplňována databáze s informacemi o prvcích v soustavě VO.

Postupně byl zjištěn technický stav soustavy VO, kdy finance byly směřovány zejména do odstraňování havarijních stavů (kabelové poruchy, rozbitá nebo chybějící svítidla, výměna zastaralých nefunkčních prvků, rozvaděčů), především však do kontroly stavu dřívků ocelových stožárů, které mnohdy po odkrytí patíc byly ihned pro silnou korozi nebo díru pro zajištění bezpečnosti demontovány. Byl zaveden 24h poruchový dispečink k hlášení poruch a zabezpečení pohotovostní služby nejprve prostřednictvím dodavatelů, od r.2006 pak vlastním střediskem údržby.

Po zajištění těchto nejobavějších prací a zmapování technického stavu VO byla nastartována plánovaná preventivní údržba, která měla prodloužit životnost VO. Tak jako i v jiných městech i v Ostravě bohužel VO stárne rychleji, než je vlastník schopen zajistit realizaci rekonstrukcí celých soustav VO. Rekonstrukce vzhledem k vysokému podílu VO postaveném v 60tých letech 20tého století nestačí pokrýt plně požadavky na obnovu. Preventivní údržba byla postupně v desetiletém období realizována a můžeme se v současné době v Ostravě pochlubit těmito výsledky:



- Problémy s původní venkovní sítí VO s holými vodiči pod vedením NN, které byly častou příčinou výpadků soustavy při větrném počasí jsou odstraňovány výměnou za vodiče izolované. V současné době máme takto realizováno již 75% venkovního rozvodu
- Instalovaný příkon na 1 sv. místo byl snížen v průběhu 10 let ze 140W na 125W, napomáhá tomu uplatňování požadavků na projektanty použít moderní svítidla s lepšími světelně technickými parametry, provedení racionalizace soustavy VO na významných komunikacích ve městě
- Veškeré rozvaděče, kterých je v Ostravě pomalu 2 tisíce, jsou ve velmi dobrém stavu. Původní oceloplechové jsou z větší části již vyměněny za celoplastové s modernějšími spínacími a jisticími prvky.
- Odstranily se oblasti s kritickým stavem ocelových stožárů, kterých je v Ostravě 26 tisíc, jejich ošetřování ve svém nejchoulostivějším místě. Dřív stožáru je prohlédnut, případně změřen ultrazvukovým přístrojem a po té ošetřen antikoročním nátěrem a provedena oprava betonové nadzemní hlavice. Kromě této prevence provádíme technické prohlídky cca 2500 stožárů ročně, které jsou již za dobou životnosti nebo se jí blíží. U těchto stožárů podle stavu stožárů pak uplatňujeme rekonstrukce v celých lokalitách, případně realizujeme opravy stožárů navařením manžet – zesílení dřívku.
- Sjednocení časů spínání instalací ročních programovatelných hodin s pětidenními cykly

V roce 2006 se podařilo ve spolupráci s inženýrskou kanceláří Ing. Muchové aktualizovat „Generel VO statutárního města Ostrava“, což je závazný dokument pro město, který stanoví cíle a povinnosti majitele a zejména hlavní zásady koncepce v oblasti VO, dokumentuje současný stav VO a jehož součástí je příloha „Přiřazení tříd osvětlení komunikací na území města“. Příloha byla zpracována v návaznosti na platnost nových norem od r.2007, které představují nový přístup k návrhu soustav VO a jejich měření.

Činnost správy na úseku pasportizace a posouzení PD se v průběhu 10 let také značně zkvalitnila. Aktualizace pasportu je prováděna měsíčně, je uplatňována úzká spolupráce mezi techniky, kteří jednají s projektanty již v průběhu přípravy stavby až po její předání do majetku města. Zlepšila se komunikace se stavebními úřady městských obvodů, kteří stavebníky upozorňují na možnou kolizi se zařízením VO a nutnost jednat se správcem o podmínkách. Ročně je poskytnuto kolem 2 tisíc vyjádření ke stavbám.

V průběhu letošního roku si nechal vlastník VO zpracovat nezávislou společností „Studii provozování služeb VO na území statutárního města Ostravy“. V současné době nejsou dosud známy konkrétní závěry z této studie, proběhla pouze prezentace pro zástupce vedení města. Avšak podněty, které jsme při projednávání požadavků k zpracování studie s konsultanty pověřené společností zaznamenali nás iniciovaly k hledání způsobu jak lépe a srozumitelněji informovat vlastníka o stavu, finančních nákladech a změnách ve VO. Připravujeme návrh na stanovení měřítek s jejichž využitím bude mapován rozvoj, finance a rozsah soustavy VO, tzv. KPI – key performance indicators (klíčové výkonnostní ukazatele). Očekáváme, že po předložení návrhu KPI vlastník bude srozumitelněji a přesněji informován o tom, jak je nakládáno s financemi vloženými do VO a jak je zmapována soustava VO z hlediska provozu a investic.

Za uplynulé desetileté období jsme získali hodně zkušeností, poučili se z chyb, značně přispěli svou činností k podstatnému zlepšení technického stavu VO, zvýšili jeho spolehlivost, jeho důležitost pro město, neopomíjenost u investorů, kvalitu u zhotovitelů a i v dalším období očekáváme úspěšnou spolupráci v této oblasti s městem. Věříme, že vlastník neopomene při schvalování rozpočtu na důležitou funkci VO ve městě, bude příznivý spolupráci s naší společností a i nadále se bude řídit mottem: Jak VO vypadá a funguje je v přímé úměře s tím kolik finančních prostředků je ochoten jako vlastník vložit.

# Měření jasů noční oblohy ve Frýdku-Místku

Ing. Petr Závada, prof. Ing. Karel Sokanský, CSc.,  
Ing. Tomáš Novák, Ph.D., Ing. Zdislav Žvak

VŠB-TU Ostrava, Fakulta elektrotechniky a informatiky, 17. listopadu 15,

Ostrava-Poruba 708 33, [petr.zavada@vsb.cz](mailto:petr.zavada@vsb.cz)

## Popis měřicího stanoviště

Měřicí stanoviště bylo zvoleno přibližně uprostřed města Frýdku-Místku na panelovém domě (třináctipatrový obytný panelový dům vysoký cca 50 m) se souřadnicemi 49°40'23.866"N 18°20'30.183"E na křižovatce ulic Hlavní třída a Frýdlantská. Mapa s detailním popisem a okolím jsou na obrázcích 1 a 2.



Obr. 1. Detailní mapa umístění měřicího stanoviště na panelovém domě ve Frýdku-Místku



Obr. 2. Mapa umístění měřicího stanoviště ve Frýdku-Místku a okolních měst

Na dalších třech následujících obrázcích je vidět panoramatický pohled z měřicího stanoviště při různých situacích, které jsou popsány pod jednotlivými obrázky.



Obr. 3. Panoramatický pohled z panelového domu, kdy svítí VO i architektonické osvětlení



Obr. 4. Panoramatický pohled, kdy svítí VO a je vypnuté architektonické osvětlení

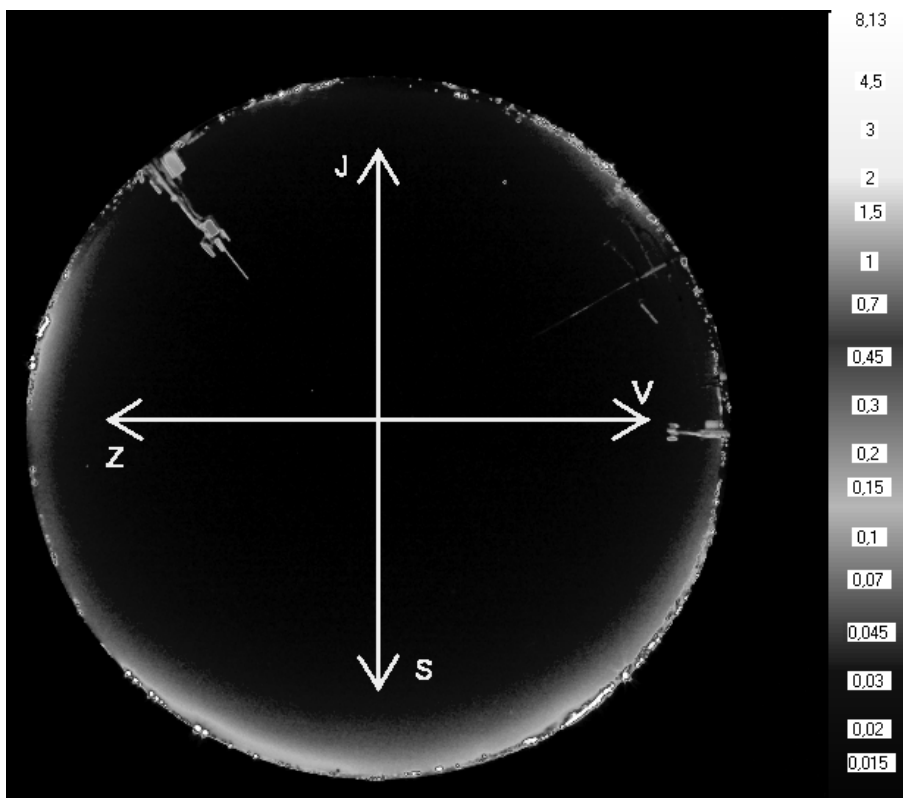


Obr. 5. Panoramatický pohled při vypnutém VO i architektonickém osvětlení

U těchto panoramatických pohledů je směr sever na pravé straně. Pohled dále k levému okraji pokračuje přes západní směr, kde je na zejména na pátém obrázku vidět zářící reklama obchodního domu Tesco, pak přes jižní směr až k východu.

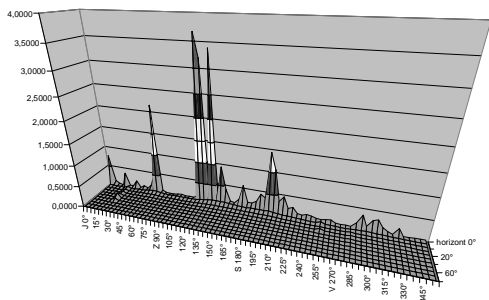
## Vyhodnocení měření

Pro vyhodnocení jasů noční oblohy byl použit software LMK Mobile Advanced. Tentosoftware pak vyhodnocuje jas, který přepočítává z RGB údajů. Snímky byly pořízené fotoaparátem s použitím objektivu rybiho oka. Na obrázcích 6, 9, 12 a 15 jsou jasové mapy vyhodnocené v tomto software s vyznačenou orientací světových stran. Pro vyobrazení grafů byly odečteny hodnoty z rastru vytvořeného speciálně pro objektiv rybiho oka. Tento rast zachycuje hodnoty v 5° krocích v horizontálním směru, kde 0° horizontálně a 0° vertikálně odpovídá směru jih. 90° na horizontu odpovídá směru západ, 180° směru sever a 270° východnímu směru. Vertikálně jsou hodnoty odečítány v krocích: 0°, 5°, 10°, 15°, 20°, 25°, 30°, 40°, 50°, 60°, 75° a 90°, což odpovídá zenitu. Během celého měření byla jasná obloha a foukal mírný vítr. Teplota vzduchu se pohybovala okolo 15°C. Rozptylové podmínky během měření byly taky dobré.

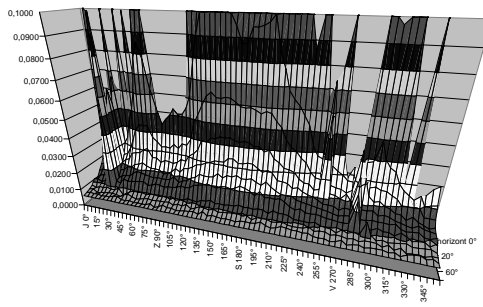


Obr. 6. Jasová mapa snímku č. 3989:

- čas expozice: 22 hodin 26 minut,
- délka expozice: 90 sekund,
- situace: VO bez regulace, architektonické osvětlení zapnuto



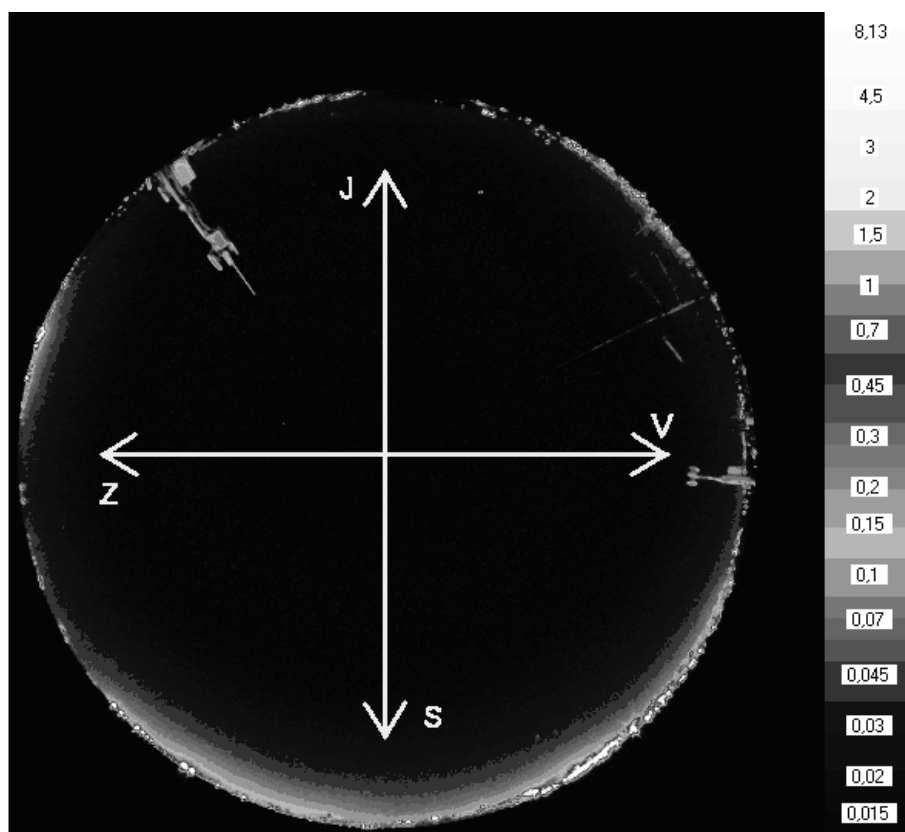
Obr. 7. Graf jasů s maximálními hodnotami



Obr. 8. Graf jasů z rastru s hodnotami do 0,1 cd/m<sup>2</sup>

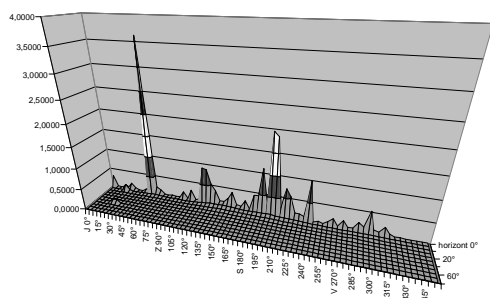
	horizont 0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	45°	60°	75°	zenit 90°
<b>Průměrný jas (cd/m<sup>2</sup>)</b>	0,36032	0,0587	0,0374	0,0286	0,0222	0,0196	0,0157	0,0102	0,0084	0,0075	0,0063
<b>Maximální jas (cd/m<sup>2</sup>)</b>	3,672	0,1232	0,0648	0,0623	0,0515	0,1329	0,0585	0,0167	0,0108	0,0097	0,0063
<b>Minimální jas (cd/m<sup>2</sup>)</b>	0,01358	0,0223	0,0187	0,0142	0,0118	0,0106	0,0091	0,0059	0,0061	0,0059	0,0063

• Tabulka 1: Hodnoty jasů ve vertikálních řadách

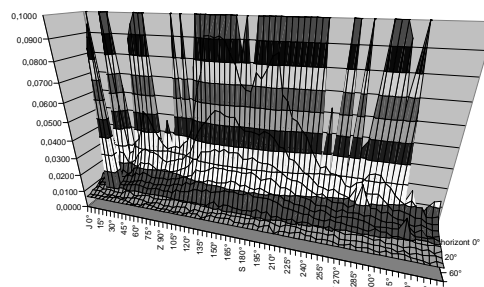


Obr. 9. Jasová mapa snímku č. 4000:

- čas expozice: 23 hodin 05 minut,
- délka expozice: 90 sekund,
- situace: VO v prvním stupni regulace, architektonické osvětlení zapnuto



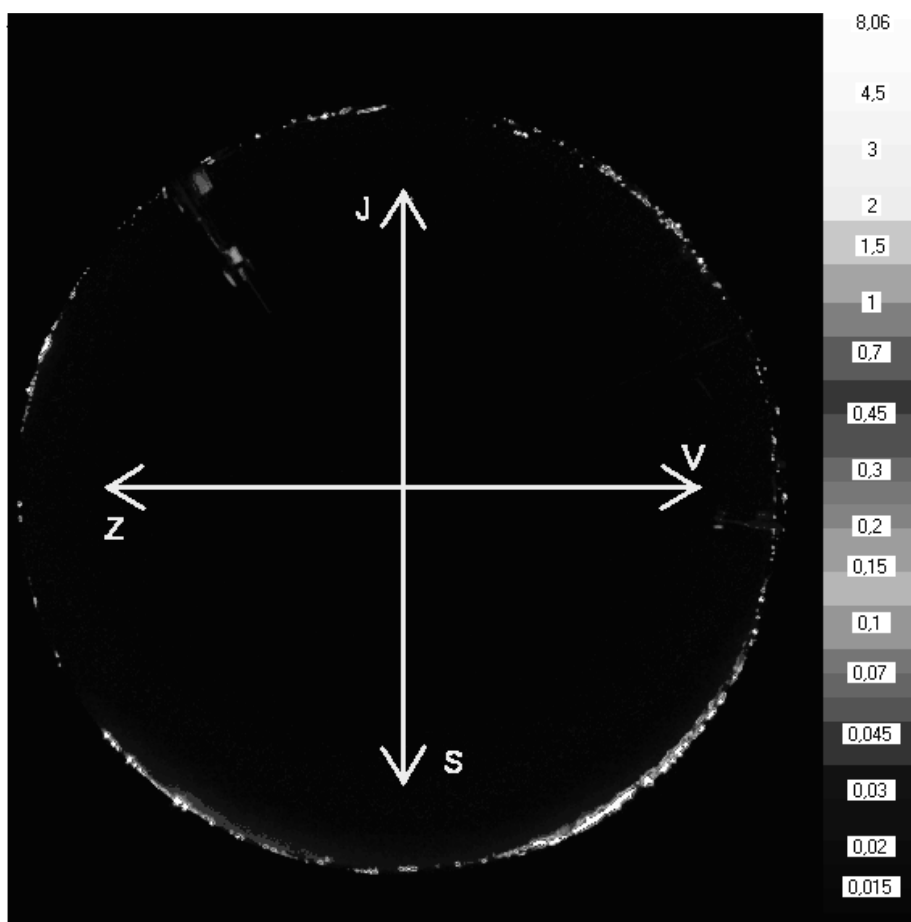
Obr. 10. Graf s maximálními hodnotami



Obr. 11. Graf do hodnot 0,1 cd/m<sup>2</sup>

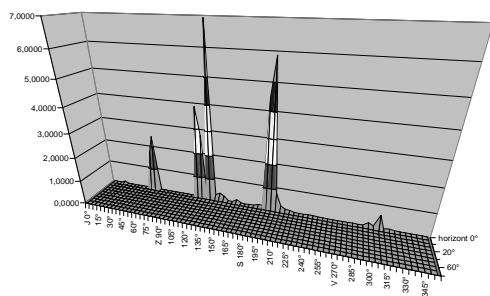
	horizont 0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	45°	60°	75°	zenit 90°
<b>Průměrný jas (cd/m<sup>2</sup>)</b>	0,29532	0,0468	0,0307	0,0232	0,0187	0,0161	0,0159	0,0096	0,0079	0,0071	0,007
<b>Maximální jas (cd/m<sup>2</sup>)</b>	3,613	0,1745	0,0568	0,0379	0,0289	0,0341	0,0957	0,0132	0,0099	0,0091	0,007
<b>Minimální jas (cd/m<sup>2</sup>)</b>	0,01155	0,0183	0,0149	0,0123	0,0107	0,0098	0,0091	0,0073	0,0063	0,005	0,007

• Tabulka 2: Hodnoty jasů ve vertikálních řadách

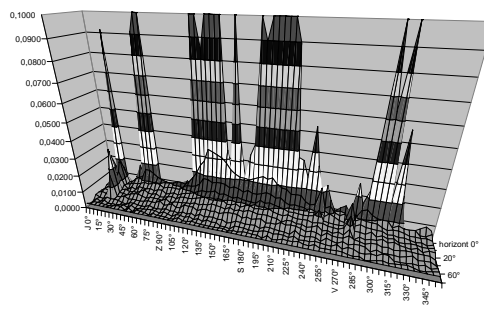


Obr. 12. Jasová mapa snímku č. 4031:

- čas expozice: 0 hodin 21 minut,
- délka expozice: 90 sekund,
- situace: VO ve druhém stupni regulace, architektonické osvětlení vypnuto



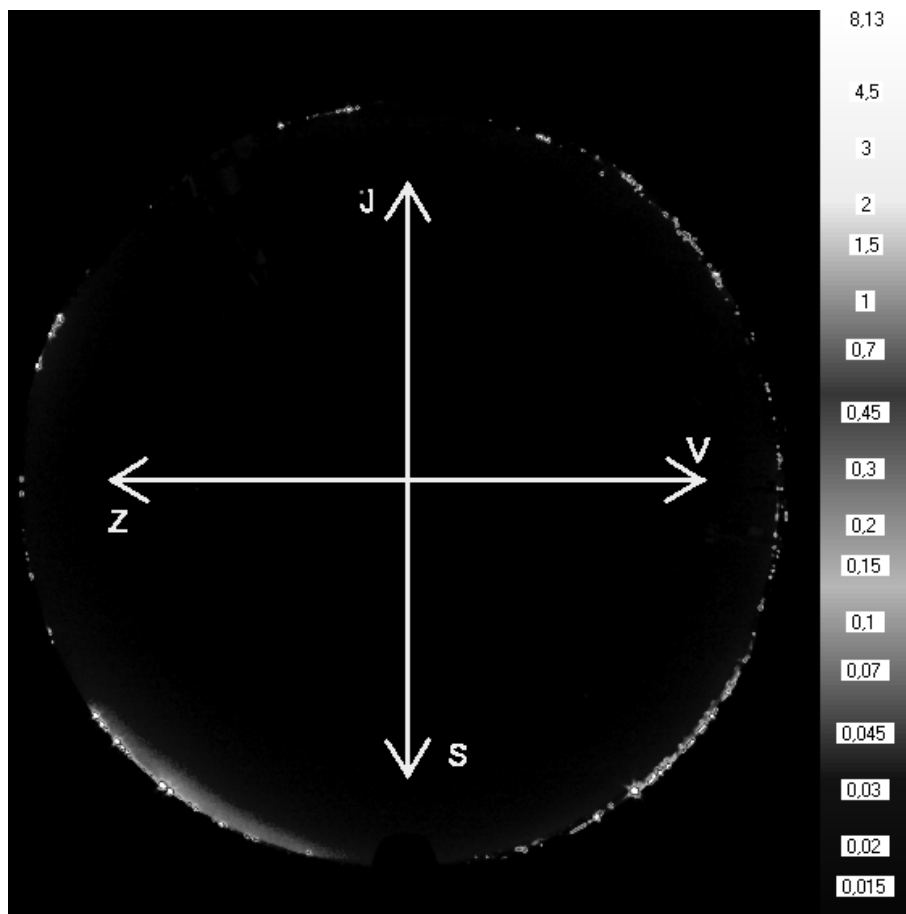
Obr. 13. Graf s maximálními hodnotami



Obr. 14. Graf s hodnotami do 0,1 cd/m<sup>2</sup>

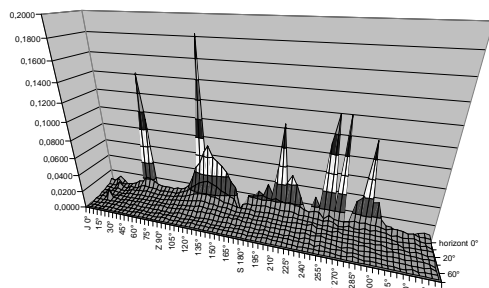
	horizont 0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	45°	60°	75°	zenit 90°
<b>Průměrný jas (cd/m<sup>2</sup>)</b>	0,4480	0,0149	0,0106	0,0084	0,0071	0,0064	0,0053	0,0036	0,003	0,0027	0,0032
<b>Maximální jas (cd/m<sup>2</sup>)</b>	6,92	0,0346	0,0212	0,0148	0,0138	0,0314	0,0169	0,006	0,0047	0,0044	0,0032
<b>Minimální jas (cd/m<sup>2</sup>)</b>	0,0020	0,0058	0,0049	0,0043	0,0032	0,0034	0,0029	0,0015	0,0013	0,0012	0,0032

• Tabulka 3: Hodnoty jasů ve vertikálních řadách

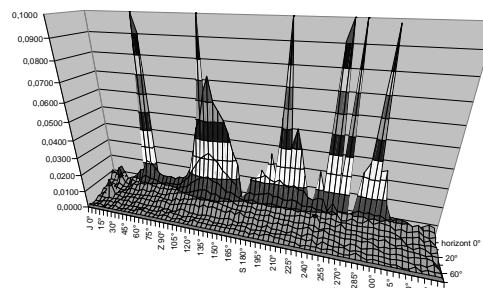


Obr. 15. Jasová mapa snímku č. 3989:

- čas expozice: 01 hodin 10 minut,
- délka expozice: 90 sekund,
- situace: VO vypnuto, architektonické osvětlení vypnuto



Obr. 16. Graf s maximálními hodnotami



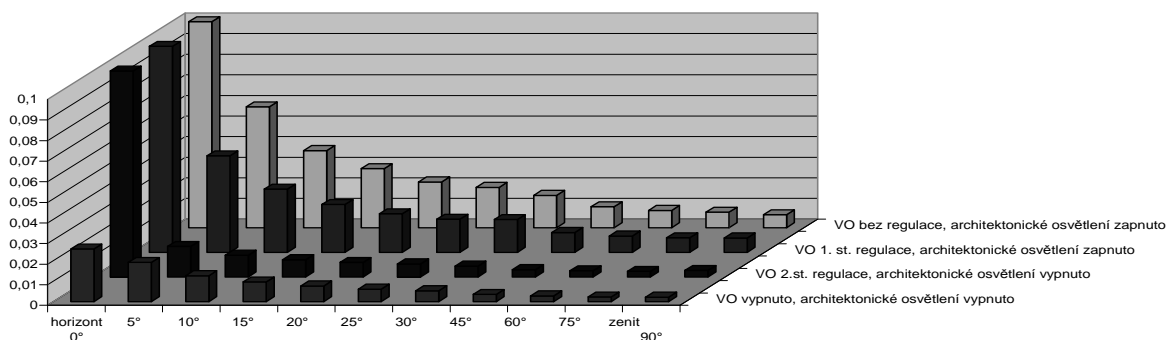
Obr. 17. Graf s hodnotami do 0,1 cd/m<sup>2</sup>

	horizont 0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	45°	60°	75°	zenit 90°
<b>Průměrný jas (cd/m<sup>2</sup>)</b>	0,0256	0,0191	0,0126	0,0096	0,0076	0,0061	0,0053	0,0035	0,0028	0,0023	0,0022
<b>Maximální jas (cd/m<sup>2</sup>)</b>	0,1823	0,0724	0,0332	0,0206	0,0141	0,0109	0,0134	0,0052	0,0042	0,0041	0,0022
<b>Minimální jas (cd/m<sup>2</sup>)</b>	0,0001	0,0017	0,0025	0,0048	0,0036	0,0035	0,0026	0,0018	0,0011	0,0006	0,0022

• Tabulka 4: Hodnoty jasů ve vertikálních řadách

## Závěr

Porovnání jasů v různých situacích



Obr. 18. Porovnání několika situací stavu veřejného osvětlení

Na grafu v obrázku 18 je vynesena hodnota průměrného jasů v horizontále pro každou vertikálu a při odlišných stavech veřejného osvětlení a architektonického osvětlení. V prvních třech situacích (tabulky 1, 2, 3) dosahují tyto hodnoty výrazně vyšších jasů, cca 0,4 cd/m<sup>2</sup>. Aby pro lepší znázornění je u grafu na obrázku 18 zvolena maximální hodnota 0,1 cd/m<sup>2</sup>. Je vidět, že hodnota jasů směrem od horizontu k zenitu klesá exponenciálně. Taky je zřejmé, že veřejné osvětlení ovlivňuje velikost jasů v zenitu.

Tento článek vznikl za podpory – GA ČR 102/09/1986 – „Výzkum rušivých účinků umělého venkovního osvětlení“.

## Literatura

- [1] Sokanský, K. Maixner, T., Novák, T. (2008): Rušivé světlo v ČR, mezinárodní konference SVĚTLO 2008, Ostrava, 2008
- [2] Sokanský, K. a kol. (2007): 26TH SESSION OF THE CIE, 4 JULY - 11 JULY 2007, Beijing
- [3] Sokanský, K., a kol (2004b): RACIONALIZACE V OSVĚTLOVÁNÍ VENKOVNÍCH PROSTORŮ, ČEA, 2004, Ostrava



# Trendy ve veřejném osvětlení

P. Žák

ETNA s.r.o., Mečislavova 2, 140 00 Praha 4, tel.: +420 257 320 595, email: zak@etna.cz

## Úvod

Veřejné osvětlení a jeho vývoj je ve stále větší míře ovlivňován tématy souvisejícími s životním prostředím a to jak z pohledu energetické náročnosti, tak i z pohledu rušivých vlivů na okolní prostředí. Tato situace má své kořeny v 80. letech minulého století, kdy byla z iniciativy astronomů otevřena diskuze na téma omezení světleného toku do horního poloprostoru vyzařovaného městskými aglomeracemi. V posledním desetiletí pak přibýlo téma globálního oteplování a jeho spojitost s lidskou aktivitou. Tlak na řešení uvedených témat měl za následek nejen vývoj účinnějších technických prostředků, ale také změny v oblasti legislativy a norem.

Nejvýznamnější technickou novinkou, která začíná ovlivňovat veřejné osvětlení, jsou nové světelné zdroje, světelné diody (LED). V roce 1993 Shuji Nakamura (fy. Nichia) představil první prakticky použitelnou modrou světelnou diodu, která následně umožnila vývoj světelné diody bílé (1995). Od té doby dochází k velmi rychlému zdokonalování světelné i provozně technických parametrů bílých LED a také k jejich používání ve stále širším aplikačním záběru. V dnešní době dosáhl technologický vývoj takové úrovně, že se LED začínají postupně využívat také v oblasti veřejného osvětlení. Tento okamžik lze označit za historické zlomové období ve veřejném osvětlení. Pro rychlost a úspěšnost využití LED ve veřejném osvětlení jsou důležité dva hlavní faktory:

- technické parametry LED;
- náklady a návratnost investic.

V současné době světelné i provozně technické parametry světelných diod již dosáhly parametrů světelných zdrojů, běžně používaných ve veřejném osvětlení. Podle trendu v technologickém vývoji LED lze s velkou pravděpodobností předpokládat výrazný útlum, ne-li zánik sodíkových výbojových zdrojů, pro které je právě veřejné osvětlení jednou z nejdůležitějších aplikačních oblastí.

Druhým, neméně důležitým aspektem podmiňujícím rychlost dalšího rozvoje LED jsou náklady a návratnost vložených investic. Veřejné osvětlení je městskou infrastrukturou, u které je velmi názorná vizuální vazba mezi užitím umělého osvětlení, tedy spotřebou elektrické energie, a jejím využitím (obr. 1). Osvětlovací soustava veřejného osvětlení je ve srovnání s jinými aplikačními oblastmi unikátní v tom, že u ní lze, díky samostatnému měření, rychle a přesně vyčíslit náklady na provoz. Poměrně přesná znalost doby využití a instalovaného příkonu pak umožňují snadné vyčíslení nákladů a návratnosti vložených investic při budování nebo rekonstrukci veřejného osvětlení. Otázka účinnosti nebo využitelnosti veřejného osvětlení je aktuální hlavně v pozdních nočních hodinách, kdy se město nebo obec vyliční a veřejné osvětlení osvětluje v podstatě prázdný prostor. V interiérech je takovýto stav automaticky považován za plýtvání elektrickou energií. Ve veřejném osvětlení je situace poněkud odlišná. Jednak noční osvětlení město je většinou lidí považováno za již normální stav, ke kterému nemají srovnání a dále jsou zde otázky bezpečnosti a pocitu bezpečí, které je třeba brát v úvahu.

Velmi významným faktorem, který bude akcelarovat nasazení této nové technologie do veřejného osvětlení, jsou dotační programy, které se v současné době objevují, zatím hlavně v zahraničí, především v USA (např. LEDCity). Vznik těchto programů souvisí jednak se snadným vyčíslením nákladů a návratnosti investic, relativně jednoduchou kontrolou jejich využití a také tím, že tato infrastruktura je v podstatě součástí státní správy. Vzhledem k tomu, že v rámci tématu globálního oteplování je otázka energetických úspor jedním z hlavních témat, jsou takové dotační programy logickým vyústěním politiky jednotlivých států. Pravděpodobně neexistuje jiná aplikační oblast ve všeobecném osvětlování, kde by mohla vzniknout tak velká intenzivní poptávka akcelarovaná dotačními tituly pro zavádění svítidel s LED jako je veřejné osvětlení.



Obr. 1 Kutná Hora, noční letecký snímek (fotoarchív ETNA s.r.o.)

Nové světelné zdroje ovlivňují nejen vývoj nových svítidel pro veřejné osvětlení, ale také jeho dalších součástí jako je systém napájení, ovládání a regulace.

## 1 Napájení

První venkovní osvětlení veřejných prostorů existovalo již ve starověkých antických městech a využívalo olejových svítidel. Zdroj energie byl umístěn lokálně v každém svítidle a bylo třeba jej individuálně aktivovat. S nástupem plynového a elektrického veřejného osvětlení došlo k centralizaci zdroje energie pro osvětlení a začali vznikat technické sítě (plynové, elektrické), zásobující jednotlivá svítidla z centrálního zdroje energie. Napájení svítidel veřejného osvětlení lze tedy principiálně rozdělit na

- individuální;
- centrální.

Pokud budeme srovnávat pouze otázku napájení, tak centrální napájení je daleko náročnější jelikož vyžaduje vybudování poměrně složité napájecí sítě. Její budování znamená zásah do komunikací, budování tras a napájecích bodů atd. Hlavní výhodou centrálního způsobu napájení je fakt, že není třeba doplňovat energii v každém svítidle. V současné době se v oblasti veřejného osvětlení začínají, zatím pouze sporadicky, objevovat systémy založené na individuálním napájení svítidel, které se energií zásobují sami z okolního prostředí bez přispění člověka. Jedná se o systémy využívající fotovoltaických panelů nebo větrných turbín. Mají uvedené technologie šanci se prosadit v oblasti veřejného osvětlení? A jak posoudit jejich možnosti objektivně a nedívat se na ně ani s přehnaným respektem, ale ani s přílišným despektem? Možným přístupem je jejich posouzení v širších souvislostech rámci následujících oblastí:

- systém připojení;
- kapacita využití ve městech a obcích;
- klimatické podmínky v ČR;
- technické parametry.

### 1.1 Systém připojení

Teoreticky mohou být svítidla napájena buď pouze z alternativních zdrojů energie bez připojení na napájecí síť, nebo je napájení kombinované, při kterém jsou svítidla připojena na napájecí síť. V tomto případě alternativní zdroje dodávají energii pouze po omezenou dobu (z důvodů kapacity, klimatických podmínek apod.), a po zbývající část provozní doby jsou svítidla napájena z centrální sítě.

V případě druhé varianty si lze položit otázku, zda má takové řešení nějaké opodstatnění. Pokud zůstává zachována napájecí síť, není vhodnější vybudovat elektrárnu na alternativní zdroj energie v místech (v blízkosti města), kde lze nalézt optimálnější klimatické podmínky než na jednotlivých světelných místech a elektrickou energii z této elektrárny použít pro napájení veřejného osvětlení? Silným argumentem pro budování systému

individuálního napájení bez napojení na centrální síť je totiž významná úspora nákladů na budování napájecí sítě a napájecích bodů. Úspora těchto nákladů se pak významně promítne do výpočtu návratnosti uvedených technologií. Pokud by se uvedené technologie ukázaly po technické stránce použitelné, pak je jeví jako logické uvažovat o individuálním systému napájení bez připojení na napájecí síť.

## 1.2 Kapacita využití ve městech a obcích

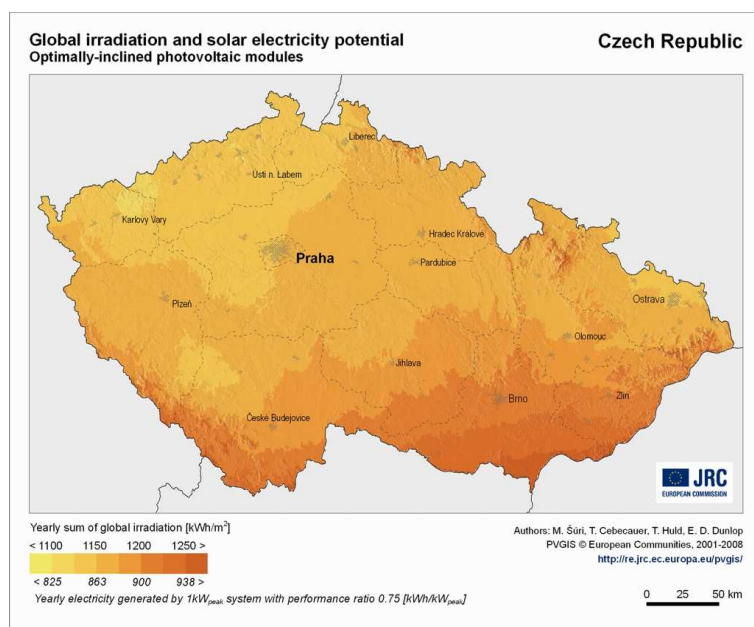
V diskuzi o využití alternativních zdrojů energie ve veřejném osvětlení je vhodné také posoudit použitelnost těchto technologií ve městech a obcích. Z pohledu historického vývoje je možné město chápat jako určitý symbol civilizace a pokroku, jako místo, které si člověk vybudoval pro snazší život. Touha po maximálním pohodlí se však projevila v odcizení městského prostředí od prostředí přírodního. U venkovských sídel je vazba mezi přírodním prostředím a lidskými sídly daleko silnější a zřejmější. Ve městech je veřejné osvětlení poměrně přirozeným technickým prvkem, kde je již vnímán jako jeho běžná součást, ve venkovských oblastech je veřejné osvětlení spíše cizorodým prvkem. Z tohoto pohledu by ve venkovských oblastech mělo být veřejné osvětlení využíváno v uměřené míře. Použití alternativních zdrojů lze přitom odůvodnit jak ve městských, tak i venkovských oblastech. Zatímco ve městech může být symbolem technologického pokroku, na venkově může být symbolem využití přírodních zdrojů energie.

Pokud budeme uvažovat o geometrické struktuře místa, je většina venkovských sídel i menších obcí otevřenějších (v prostorovém smyslu) pro využití uvedených alternativních technologií. Ve struktuře městských aglomerací se nachází řada geometricky stísněných prostorů (např. historická centra), kde je využití uvedených technologií omezené případně nemožné. Ve městech existují různé topologické typy veřejných prostorů, u kterých je třeba posoudit vhodnost alternativních zdrojů nejen z pohledu funkčnosti, ale také z pohledu jejich estetické působení (střed města), možného akustického rušení např. v obytných čtvrtích (větrné turbíny) apod.

Zatímco v případě většiny venkovských sídel by z prostorového hlediska neměl být problém použít systém individuálního napájení, v rozsáhlejších městských aglomeracích je třeba počítat s možností použití jak individuálního tak i centrálního napájení osvětlovací soustavy.

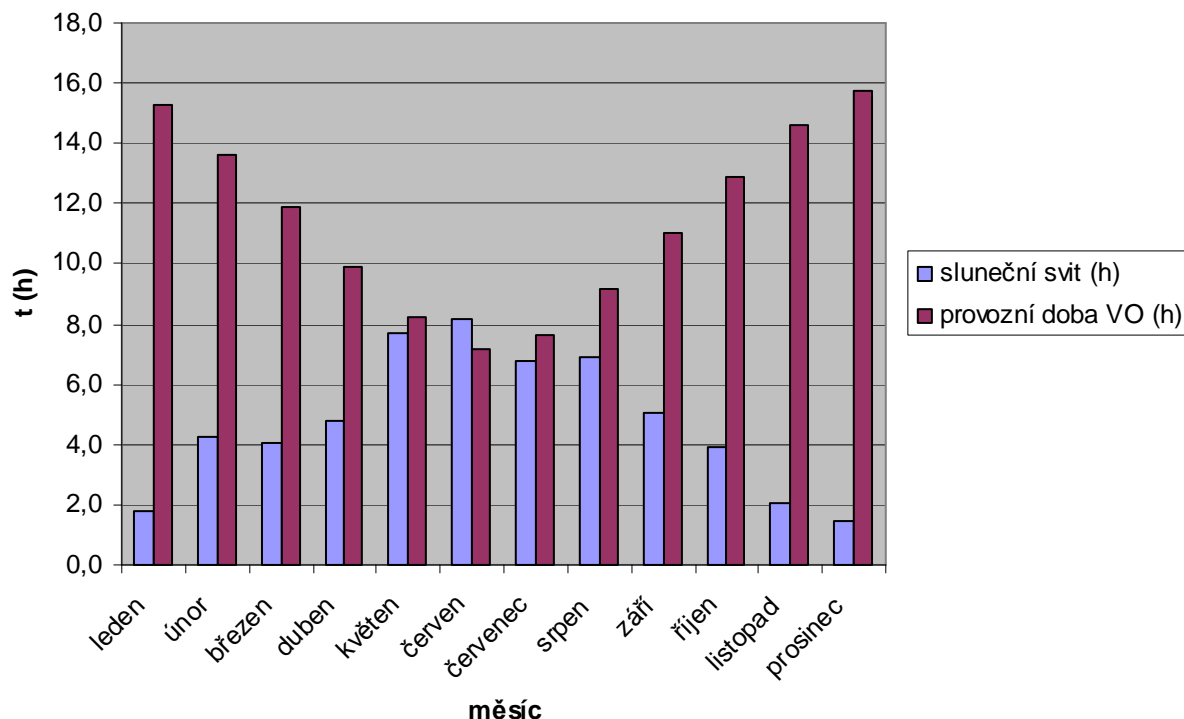
## 1.3 Nároky VO a klimatické podmínky v ČR

Zatímco údaje o slunečních podmínkách (obr.2) jsou poměrně dobře dostupné a využitelné, údaje o povětrnostních podmínkách využitelné pro účely napájení veřejného osvětlení, tedy v zastavěném území v nízké výšce nad zemí, k dispozici nejsou a je třeba provádět ověřovací měření.



Obr. 2 Schematické znázornění potenciálu získání elektrické energie z fotovoltaických panelů v ČR

Z hlediska možnosti využití alternativních zdrojů je třeba znát nejen časové charakteristiky zdrojů energie, ale také časové charakteristiky energetické náročnosti veřejného osvětlení. Z obr. 3, kde jsou uvedeny průběhy obou těchto časových charakteristik v případě využití sluneční energie, je zřejmé že jsou vzájemně protichůdné. V zimních měsících, kdy jsou nároky na elektrickou energii nejvyšší, je přísun sluneční energie nejmenší. Tento fakt například ovlivňuje natočení světelných panelů, kdy v případě VO není cílem získat maximální množství energie v průběhu roku, ale maximální množství energie v zimních měsících. V zimních měsících je třeba počítat i s dalšími nepříznivými vlivy jako je sněhová pokrývka, nízká teplota ovlivňující provozní podmínky akumulátorů apod.



Obr. 3 Porovnání průměrné doby slunečných hodin za den a doby provozu veřejného osvětlení pro jednotlivé měsíce (Praha 2008)

## 1.4 Technické parametry

Současné fotovoltaické panely mají účinnost přeměny sluneční energie na elektrickou v rozsahu asi od 14 do 17%. Tento údaj ovlivňuje velikost panelů a vzhledem ke slunečním podmínkám v ČR výrazně limituje využití fotovoltaických panelů pro VO v našich zeměpisných podmínkách. Díky několika významným technologickým trendům se nároky na velikost panelů pro napájení VO budou snižovat. Jedná se především o

- nové typy fotovoltaických panelů s vyšší účinností cca. 50% (nanotechnologie);
- nové fotovoltaické technologie (fotovoltaické nátěry, flexibilní panely);
- nižší energetická náročnost veřejného osvětlení (zvyšování měrného výkonu LED, regulace, předpisy);

Větrné turbíny, vhodné pro využití ve VO jsou v současné době v nabídkách cca od 200 W do 5 kW. Jejich velikost se samozřejmě odvíjí od výkonu. Tyto turbíny začínají pracovat již od rychlosti větru 2 – 3 m/s. Nasazení alternativních zdrojů elektrické energie ve veřejném osvětlení bude primárně souviset s jejich návratností a částečně jej může také ovlivnit tlak na využívání alternativních zdrojů podpořený dotačními tituly. Myšlenku o budoucím využití těchto technologií ve veřejné osvětlení, částečně podporuje zájem o tyto technologie u renomovaných výrobců svítidel (obr.4).



Obr. 4 Koncept „Světelný květ“ (Philips), projekt La Maddalena, Sardinie (iGuzzini), typový fotovoltaický panel pro veřejné osvětlení (Carmanah), pružné fotovoltaické články na stožáru VO v kombinaci s LED (HEI Solarlight)

## 2 Ovládání

Ovládáním je zde myšleno pouze jednoduché zapnutí a vypnutí veřejného osvětlení. Podle způsobu napájení lze její ovládání realizovat několika následujícími způsoby.

Při individuálním napájení lze svítidla veřejného osvětlení teoreticky ovládat nezávisle nebo centrálně. Při nezávislém ovládání se svítidla zapínají například na základě soumrakového čidla, podle radiového signálu DCF77 (signál s informací o přesném čase) apod. Hlavní nevýhodou nezávislého způsobu ovládání je to, že neumožňuje zásah zvenčí (ruční zapnutí nebo vypnutí z důvodu kontroly apod.) a proto je tento způsob ovládání pro VO nevhodný. Druhým způsobem je centrální ovládání radiofrekvenčním signálem, který může být aktivován automaticky i ručně.

Při centrálním napájení je nejjednodušším způsobem ovládání VO jeho připojení nebo odpojení od napájecího napětí. Složitějším způsobem je pak použití svítidel se samostatným ovládacím (řídícím) vstupem, který se pak zpravidla využívá i k regulaci svítidel. Tento způsob ovládání může být realizován samostatným řídícím kabelem, modulací řídicího signálu na napájecí síťové napětí nebo radiofrekvenčním signálem. Využití prvního způsobu přenosu řídicího signálu je poměrně složité, jelikož vyžaduje další kabel a nelze tak jednoduše využít u stávajících soustav VO. Prakticky využitelný se proto jeví druhý a třetí způsob přenosu řídicího signálu.

Ovládání veřejného osvětlení může být realizován buď ručně nebo automaticky. Pro automatické zapnutí a vypnutí lze použít buď informaci o úrovni denního osvětlení nebo aktuálním čase.

## 3 Regulace

Regulace veřejného osvětlení souvisí se dvěma základními aspekty. Jednak snižuje spotřebu elektrické energie a dále omezuje vedlejší (rušivé) účinky venkovního osvětlení na okolní prostředí. Obě tyto hlediska jsou regulací ovlivněny, ale regulace není zdaleka jediným faktorem, který je ovlivňuje. Zatímco regulace osvětlení z pohledu energetické náročnosti souvisí s otázkou provozních nákladů a může ji částečně vyřešit trh, otázku rušivých vlivů osvětlení je třeba řešit prostřednictvím norem nebo legislativy. Regulaci ve veřejném osvětlení lze provádět dvěma základními způsoby:

- individuální;
- centrální.

Individuální regulace se provádí samostatně na každém svítidle. Jedná se o zařízení, které je umístěno přímo ve svítidlech nebo ve stožáru VO, na kterém lze nastavit požadovaný provozní režim. Výhodou těchto systémů je to, že nevyžadují centrální řídicí systém. Svítidla lze přitom ovládat jednoduchým zapnutím a vypnutím napájecího napětí. Nevýhodou je skutečnost, že provozní režim nelze změnit nebo upravit centrálně z jednoho místa. Otázkou je do jaké míry je možnost změny provozního režimu využitelná a zda má praktický význam.

Centrální řízení dnešních osvětlovacích soustav veřejného osvětlení se sodíkovými výbojkami se nejčastěji provádí fázovou nebo napěťovou regulací napájecího napětí. Tento způsob regulace u svítidel se světelnými diodami již není možný a je třeba použít svítidla se samostatným řídicím vstupem. Přenos řídicího signálu lze provést stejnými způsoby, které byly popsány u ovládání VO (řídicí kabel, modulace, radiofrekvenční přenos). Základními vstupními informacemi, které lze použít jako vstupů do řídicího systému pro regulaci úrovně osvětlení je například úroveň denního osvětlení, jas povrchu komunikace, hustota provozu, noční doba, pevně nastavený provozní režim apod.

#### 4 Svítidla

Nejdůležitější součástí svítidla, jeho srdcem, je světelný zdroj. Ve veřejném osvětlení patří mezi nejpoužívanější světelné zdroje vysokotlaké sodíkové výbojky, které se začaly postupně využívat od 70. let minulého století. Jejich hlavními výhodami, pro které se ve veřejném osvětlení stále používají, je jejich velký měrný výkon a dlouhá doba života. I přes zdokonalování technických parametrů sodíkových výbojek se postupně začalo poukazovat na jejich slabiny, kterými jsou barevné vlastnosti (index podání barev a teplota chromatičnosti). To byl jeden z důvodů většího rozvoje halogenidových výbojek, u kterých došlo k řadě technologických vylepšení, např. keramický hořák. Tyto světelné zdroje se začaly uplatňovat při osvětlování středů měst, pěších zón, náměstí, tedy prostorů se zvýšeným pohybem chodců, kde je kvalita vjemu barev důležitým faktorem. I když se měrný výkon těchto světelných zdrojů téměř vyrovnal sodíkovým výbojkám, jejich širšímu využití brání kratší doba života a relativně vysoká cena.

Dalším vývojovým krokem ve světelných zdrojích pro veřejné osvětlení byla vysokotlaká výbojka pod značením Cosmopolis (Philips), která kombinuje výhody obou předchozích zdrojů. Vyznačuje se vysokým měrným výkonem, velmi dobrými barevnými vlastnostmi a delší dobou života v porovnání s halogenidovými výbojkami a řadou dalších technických inovací. Hlavními nevýhodami, které brání většímu rozšíření těchto zdrojů je jejich cena a skutečnost, že je nelze použít ve stávajících svítidlech.

Tab. 1 Porovnání parametrů světelných zdrojů pro veřejné osvětlení, vztahené vůči sodíkové výbojce 70W

Parametry	Typ světelného zdroje			
	Sodíková výbojka	Halogenidová výbojka	Cosmopolis	LED (59x1W)**
$P_{zdroj}$ (W)	70	70	60	66
$P_{systém}$ (W) <sup>1)</sup>	83	83	66	79
$\Phi$ (W)	6 600	6 500	6 800	6 608
$\eta_{zdroj}$ (lm/W)	94	93	113	100
$\eta_{systém}$ (lm/W)	80	78	103	84
$R_a$ (-)	25	83	66	80
$T_c$ (K)	2 000	3 000	2 720	5 500
$t_{5\%}$ (h)	16 000	9 000	11 000	x
$t_{20\%}$ (h)	22 000	11 000	14 000	65 000
$t_{50\%}$ (h)	28 000	15 000	18 000	x
$\Phi_{10\,000h}$ (%)	90%	75%	82%	93%
$\Phi_{20\,000h}$ (%)	88 %	x	x	89%
$\Phi_{50\,000h}$ (%)	x	x	x	82%
$\Phi_{100\,000h}$ (%)	x	x	x	75%

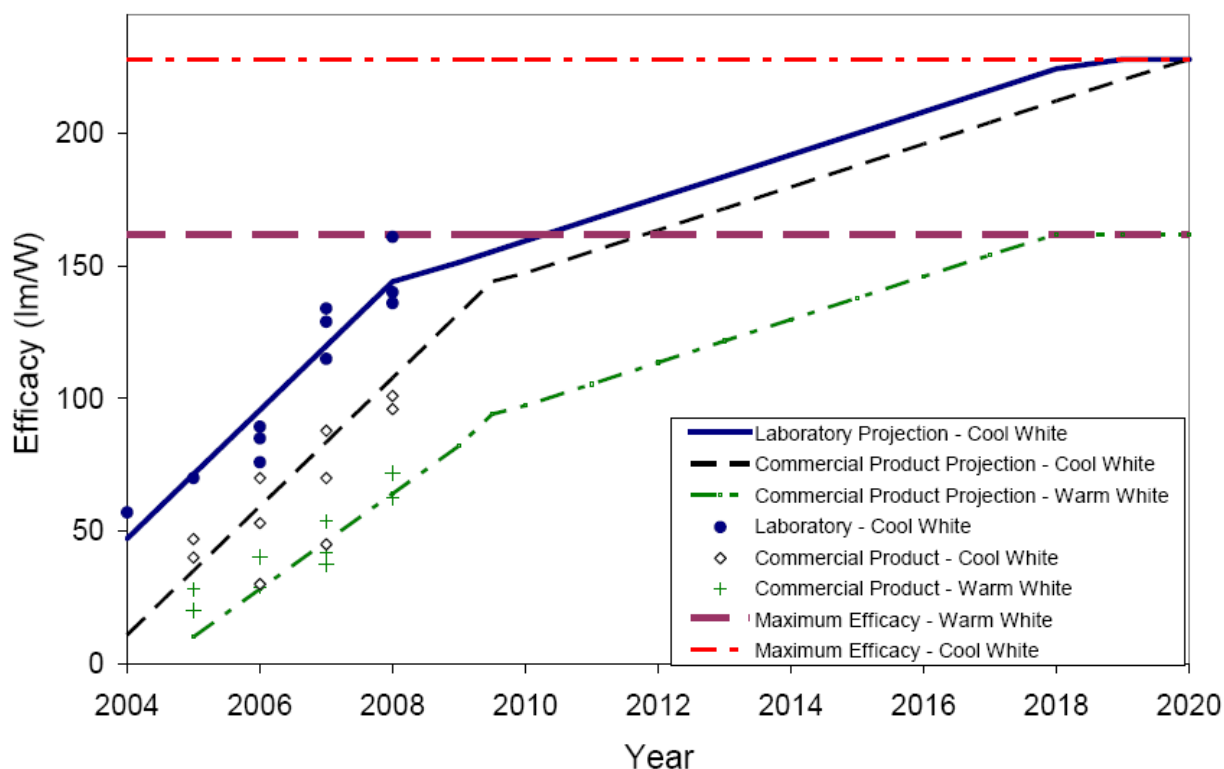
Pozn.: <sup>1)</sup> Celkový příkon světelného zdroje a předřadného zařízení

\*\*\*) 59 ks LED je zde uvedeno pro názorné srovnání příkonu celého systému při srovnatelných světelných tocích

Jak již bylo zmíněno v úvodu, dnešní doba je výraznou přelomovou etapou v oblasti veřejného osvětlení. Hlavním důvodem je velmi rychlý vývoj v oblasti světelných diod (LED), které se svými technickými parametry přiblížily světelným zdrojům, běžně používaných ve veřejném osvětlení. V tabulce 1 je provedeno porovnání parametrů vysokotlakých výbojových zdrojů a světelných diod. Uvedené parametry LED se týkají výrobků, které jsou již dostupné na trhu (Cree, Osram, Lumileds, Nichia, Seoul Semiconductor). Podle tempa vývoje v oblasti LED se dá předpokládat, že v dohledné době (do tří let) se stanou nejúčinnějším světelným zdrojem v oblasti všeobecného osvětlení. Nasvědčuje tomu i tempo vývoje. V květnu letošního roku představila společnost Cree světelnou diodu s měrným výkonem 132 lm/W (350mA) s plánovanou výrobou do konce roku 2009. Již na podzim loňského roku představila tato firma v laboratorních podmínkách LED s měrným výkonem 161 lm/W. Odhady růstu měrného výkonu se liší. Někteří výrobci odhadují, že by se měrného výkonu 200 lm/W mohlo dosáhnout již okolo roku 2010.



Prognózy státní a vědeckých institucí jsou opatrnější a odhadují dosažení takového měrného výkonu kolem roku 2015. Na obr. 3 je uvedena jedna z oficiálních prognóz růstu měrného výkonu LED.



Obr.5 Prognóza vývoje měrného výkonu LED (LED Technical Committee and the Department of Energy, 2008)

- Pozn. 1. Cool white LED (chladně bílá LED) -  $T_c = 4\ 100 - 6\ 500\ K$ ;  $R_a = 70 - 80$ ;  
 2. Warm white LED (teple bílá LED) -  $T_c = 2\ 800 - 3\ 500\ K$ ;  $R_a > 85$ ;  
 3. Odhad růstu měrného výkonu je pro samostatnou LED - čip  $1\text{mm}^2$ ,  $T_a = 25^\circ\text{C}$ ,  $I_f = 350\text{ mA}$

Předpokládané dosažitelné maximální hodnoty měrných výkonů světelných diod s různou teplotou chromatičnosti jsou následující:

Tab. 2 Předpokládaný maximálně dosažitelný měrný výkon u světelných diod (LED Technical Committee, Fall 2008)

Náhradní teplota chromatičnosti $T_c$ (K)	Měrný výkon LED (lm/W)	
	$R_a = 75$	$R_a = 90$
3 000 K	182	162
4 100 K	220	193
6 500 K	228	186

Hlavní výhody použití světelných diod ve svítidlech pro veřejném osvětlení jsou následující:

- Světelné diody umožňují účinnější využití světelného toku. Světelný tok lze lépe usměrnit než u klasických svítidel s reflektorovým optickým systémem.
- Dlouhá doba života: 65 000 hodin pro LED (20% výpadek) a 50 000 hodin pro elektronický napájecí zdroj (10% výpadek). Údaje se platí pro výroky renomovaných výrobců.
- Vyšší index podání barev v porovnání se sodíkovými výbojkami, větší hodnota index podání barev souvisí se zrakovým výkonem (BS EN 12301, UNI EN 12301).
- Větší podíl záření v oblasti kratším vlnových délek v porovnání se sodíkovou výbojkou znamená větší mezopický a skotopický světelný tok (projekt MOVE).
- Snadnější regulace
- Možnost volby různých teplot chromatičnosti.
- Prognóza růstu měrného výkonu až na úroveň okolo 220 lm/W

V tab. 3 je provedeno porovnání osvětlovacích soustav se svítidly pro sodíkové vysokotlaké výbojky a světelné diody pro komunikace s třídou osvětlení ME4b. Při výpočtu byla použity kvalitní řady svítidel renomovaných výrobců, v případě sodíkových výbojek Philips, Siteco, Schréder, Thorn, v případě světelných diod iGuzzini a



BetaLED. Návrh jednotlivých soustav byl prováděn v rámci optimalizačního programu s okrajovými podmínkami: výška - od 7 do 10 m, rozteč od 20 do 50 m, přesah – od -2 do 2m. Sklon svítidel byl uvažován 0°. Uvedené srovnání má sice určitou vypovídací hodnotu, ale nelze jej v zobecňovat jelikož se jde o jednu individuální situaci. Rozborem uvedených výsledků lze upozorovat určité skutečnosti:

- účinnost optických reflektorových systému u výbojkových svítidel se pohybuje okolo 80%. U svítidel s LED je přibližně o 15 procentních bodů nižší (65%);
- měrný výkon svítidel LER je u svítidel LED téměř o 30% nižší v porovnání se svítidly pro vysokotlaké sodíkové výbojky.
- Svítidla s LED umožňují dosáhnout i při velmi dobré eliminaci světelného toku do horního poloprostoru a nižší účinnosti velmi vysokým maximálních hodnot svítivosti  $I_{max}$ .
- V současné době je energetická náročnost na uvedeném výpočtu okolo 20% ve prospěch vysokotlakých výbojek.

Při tomto orientačních porovnání je třeba si dále uvědomit, že se jedná o optimalizované varianty, se kterými lze počítat pouze při nově budovaných osvětlovacích soustavách. U svítidel LED existuje další potenciál pro snížení jejich energetické náročnosti, který nebyl ve výpočtech respektován. Použitá svítidla pro LED lze provozovat v různých provozních režimech, které se nastavují přímo na svítidlech.

Tab. 3 Porovnání osvětlovacích soustav pro svítidla s vysokotlakými sodíkovými výbojkami a světelnými diodami. Návrh je proveden pro komunikaci ME4b (B=6m, 2 jízdní pruhy, povrch komunikace C2).

Parametr	Svítidlo pro veřejné osvětlení										
	HST									LED	
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	SA	SB
$P_z$ (W)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	94	112
$P_{sv}$ (W)	114	115	115	115	115	115	115	115	115	114	129
$\Phi_z$ (lm)	10 700	10 500	10 500	10 500	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	9 408	10 000
$\eta_{sv}$ (%)	79%	85%	75%	83%	81%	83%	80%	82%	81%	68%	62%
LER (lm/W)	74	78	68	76	70	72	70	71	70	56	48
$I_{90^\circ}$ (cd/km)	7,85	10	0	5,3	3,36	60	12	18	13	0,05	0
$I_{max}$ (cd)	5 168	8 757	5 166	7 298	4 970	5 630	4 770	6 930	3 726	15 401	4 350
rozteč (m)	46	44	44	49	45	45	46	48	47	39	39
výška (m)	10	10	8,5	9,5	9	9,5	10	10	8	10	8
n (ks/km)	22	23	23	20	22	22	22	21	21	26	26
$P_l$ (kW/km)	2,48	2,61	2,61	2,35	2,56	2,56	2,50	2,40	2,45	2,92	3,31

Pozn. 1. SA – 84 x 1W LED, SB – 100 x 1W LED

2. Udržovací činitel pro svítidla s vysokotlakými sodíkovými výbojkami byl uvažován  $z=0,8$ , pro svítidla s LED  $z=0,7$

3. LER – měrný výkon svítidla (luminaire efficacy rating)  $LER = \Phi_z \times \eta_{sv} / P_{sv}$

Jednou z důležitých změn vyvolanou nástupem LED do oblasti veřejného osvětlení je odlišný způsob návrhu optického systému svítidel. U svítidel určených pro osvětlování silničních komunikací lze v současné době vyzorovat dva základní směry ve vývoji optických systémů. U první skupiny optických systémů jsou diody osazeny na tvarovaném povrchu (konvexním nebo konkávním) a křivka svítivosti je složena z dílčích křivek svítivosti jednotlivých diod (obr.6). Diody jsou osazeny optickými čočkami, které vytvářejí symetrickou křivku svítivosti s různými úhly poloviční svítivosti v závislosti na prostorové orientaci diody.



Obr 6 Svítidla s tvarovanou optickou částí (iGuzzini, Siteco, Schreder)

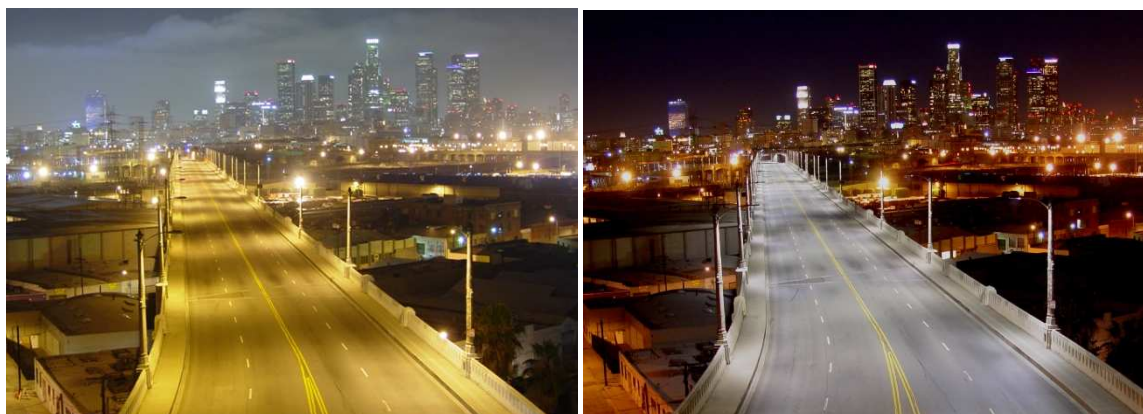
U druhé skupiny optických systémů jsou diody osazeny na rovinné montážní desce a jsou opatřeny optickými čočkami, které přímo vytváří požadovaný tvar křivky svítivosti (obr.7). Oba uvedené optické systémy zatím nedosahují takových účinností (65% - 70%) jako nejlepší reflektorové optické systémy (80% - 85%). Vzhledem k tomu, že vývoj svítidel pro LED je ve svém počátku, lze předpokládat zvýšení účinnosti jejich optických systémů.



Obr 7 Svítidla s rovinnou optickou částí (Philips, BetaLED, iGuzzini)

## ZÁVĚR

Závěrem byl chtěl zmínit aktuální zprávu, která je náznakem zlomového období v oblasti veřejného osvětlení. Dne 15. září 2009 bylo ukončeno výběrové řízení na výměnu stávajících svítidel za svítidla s LED v Los Angeles. Pro realizaci této zakázky byla vybrána firma BetaLED. Jedná se o výměnu 140 000 svítidel v průběhu 5 let. Návratnost investic je 7 let. Po sedmi letech, kdy se investice zaplatí město ušetří v nákladech na veřejné osvětlení 10 milionů dolarů ročně a úspory elektrické energie dosáhnou 68 GWh za rok.



Obr. 87 Porovnání původní osvětlovací soustavy se sodíkovými výbojkami a nové soustavy s LED (Los Angeles)

# Centrální nouzový bateriový systém INOTEC CLS 24V

Michal, Fišera, Ing.

Hormen CE a.s., [www.hormen.cz](http://www.hormen.cz), ostrava@hormen.cz

I navzdory vysoké náročnosti na tvorbu projektu, montáž a údržbu se stále ještě široce využívá zastaralý koncept nouzového osvětlení, který využívá části osvětlení hlavního. Oproti tomu novou moderní a bezpečnou alternativou je optimalizovaný systém separátních nouzových LED svítidel.



Obr. 2. Příklady LED

Pokud pro účely nouzového osvětlení používáme svítidla hlavní (tj. kompaktní zářivky, halogenová žárovky apod.), musí být splněny požadavky i na nouzové baterie. V těchto případech se užívají centrální baterie s jmenovitým napětím 230V, které musí mít pro zajištění dostatku energie určité rozměry. Běžná velikost pro uložení potřebné řídicí elektroniky a bateriových článků těchto centrálních baterií odpovídá 2m vysoké rozvaděčové skříni.

Přicházející technologie LED, a s ní spojená kompaktnější konstrukce jednotlivých svítidel, ukazuje v posledních několika letech cestu ke zcela novým možnostem. Přičemž architektů a projektantů si proto získali LED únikové značky a LED stropní downlighty. Toto řešení je ideální způsob, jak omezit vliv nouzového osvětlení na návrh celkového interiérového i projektového řešení a navíc je to první krok k elegantnímu a jednoduchému provedení.

**INOTEC nyní nabízí i druhý krok s plně monitorovaným systémem CLS 24.** Ten je kromě využití nouzových LED svítidel založen na další nové myšlence a to na využití jednoho 24V systému pro každý požární úsek.

Výhody jsou zcela zjevné! 24V bezpečné nízké napětí pro nouzová svítidla (třída ochrany III – SELV) vylučuje úraz elektrickým proudem. Lze je proto využít i v tak citlivých prostorách jako jsou plavecké bazény, nemocnice či dětské školky, a navíc bez dříve nutných doplňujících ochran.

Připojená LED svítidla zaručují oproti zářivkovým zdrojům nízkou spotřebu elektrické energie, což přináší nesrovnatelně menší nároky na kapacitu nouzových baterií. Nižší spotřeba energie se pak pozitivně promítá do celkové energetické bilance systému. Systém jako takový má kompaktní rozměry (CLS je pou ze 466mm (resp. 631mm) vysoká a 253mm široká).

Díky decentralizovanému uspořádání dochází ke značným úsporám na nehořlavé kabeláži.

Ve zkratce řečeno: systém CLS 24 kombinuje výhody decentralizovaně instalovaných samostatných nouzových svítidel s vysokým uživatelským komfortem a stupněm bezpečí centrálních bateriových systémů.

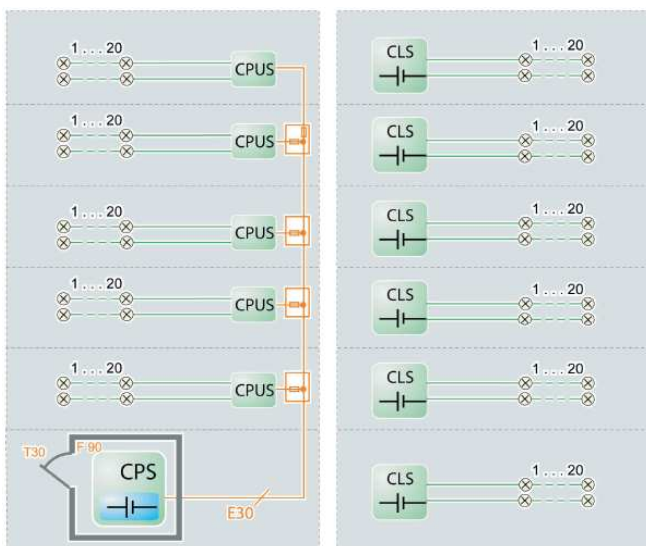


Obr. 1. Centrála CLS24

Co se kontrolní jednotky týče, ta umožňuje kontrolu a změnu nastavení

jednotlivých komponentů systému. Má čtyřřádkový displej (dvacet znaků na řádek a čtyři ovládací tlačítka) a je vyhotovena v elegantním designu.

Pouhým stiskem klávesy mohou být doplňovány komponenty nebo vyvolávána různá nastavení v jasném a čistě strukturovaném menu. Samotné získávání a zadávání informací a programování zařízení, okruhů či svítidel je jednoduché a časově nenáročné a to za pomoci počítačové klávesnice (zabudované rozhraní PS2 poskytuje příjemnou možnost zadávání informací a také možnost připojení InoStick). Klávesnice může být využita k popisu umístění svítidel, okruhů i dalších zařízení systému. Celé nastavení může být při využití INOTEC systém konfigurátoru provedeno doma v osobním počítači a poté přeneseno pomocí InoStick za několik sekund do řídicí jednotky.



Obr. 3. Tradiční koncept nouzového osvětlení s centrální baterií (CPS) a decentralizovaný koncept nouzového osvětlení (CLS).

K dispozici jsou celkem 4 výstupní okruhy z nichž na každém může být připojeno maximálně 20 nouzových svítidel.

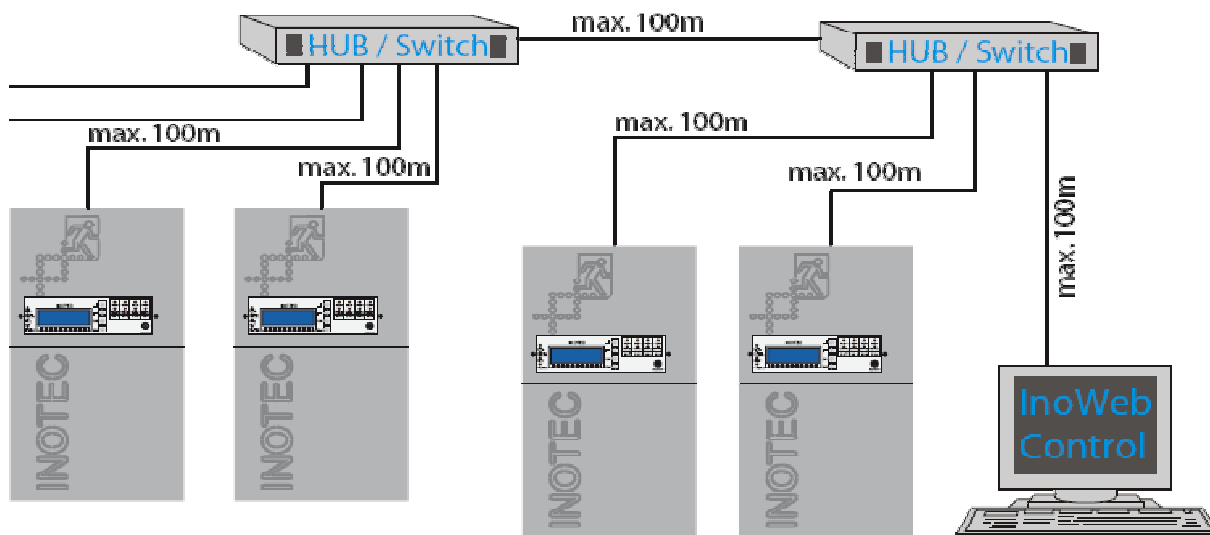
Každé jednotlivé svítidlo může být programováno, adresováno a stmíváno centrálně z řídicí jednotky bez jakékoliv přídavné datové linky.

Systém CLS také podporuje technologii JOKER, díky níž je možné na jednom okruhu zapojit jak svítidla stále svítící, svítící jen při výpadku i spínaná nouzová svítidla. Navíc k těmto výhodám JOKER technologie mohou být svítidla centrálně stmívána. V praxi to znamená, že např. v kinech nebo divadlech nebudou nouzová svítidla narušovat představení. K setmění a návratu zpět k plnému svítu stačí stisk jednoho tlačítka a to při zapnutí hlavního osvětlení nebo v případě nouze.

Jednotlivé vstupy zabudovaného modulu LSA4 lze volně programovat a přiřazovat k nim jednotlivá nouzová svítidla (například pro spuštění nočního pochůzkového osvětlení).

V běžných systémech se nastavuje čas a perioda vykonávání funkčních a bateriových testů.

Z integrovaného provozního deníku (paměť událostí minimálně 2 roky zpět) mohou být dokonce výsledky jednotlivých testů kontrolovány, externě ukládány nebo tištěny.



Obr. 3. Příklad sledování více jednotek CLS pomocí InoWeb Control

Další důležitou funkci, pro zvýšení uživatelského komfortu, představuje podpora INOTEC InoWeb.

Pomocí ethernetového připojení lze monitorovat každý individuální CLS systém. Všechny informace se pak zobrazují pomocí html stránky v běžném internetovém prohlížeči. Například je možné touto cestou ručně vyvolat funkční test nebo lokalizovat poruchu z vašeho PC nebo z PC v kontrolním centru budovy. InoWeb Control Software automatizuje a koordinuje monitoring v případě většího počtu CLS systémů. Integrovány jsou i další možnosti jako například zasílání definovaných chybových hlášení pomocí emailové zprávy.

Nový koncept INOTEC CLS ve spojení s moderními LED nouzovými svítilny je zaměřen na budoucnost a uživatelskou přístupnost. Tento malý, nízkonapěťový systém kombinovaný se známými výhodami systémů INOTEC představuje inovativní, moderní a elegantní způsob řešení nouzového osvětlení.

# Parametrické posuzování vlastností světelných diod

Doc.Ing.Jiří Plch, CSc.  
Světelná technika Brno

## Úvod

Dnes, 130 roků po vstupu žárovky na technické kolbiště světelných zdrojů jsme na jedné straně svědky toho, že tento jednoduchý teplotní zdroj pomalu odchází z aplikační scény a na straně druhé se musíme smířit se skutečností, že pokroky ve vývoji a výrobě spojených s novými technologiemi v oblasti světelných diod (LED), povedou k tomu, že u řady dalších světelných zdrojů se aplikační oblasti budou zmenšovat, budou postupně vytlačeny, jako je tomu u naší „žárovky“.

Vývoj u světelných diod byl tak neočekávaný, že zaskočil i celou řadu profesně zdatných odborníků a předpovědi o jejich skutečných aplikacích nebudou za 5 – 10 roků, ale teď – „fčíl“. Jakákoliv nerozhodnost není proto na místě.

Jejich aplikační možnosti jsou bezesporu svázány se znalostmi jejich parametrů, při různých provozních stavech, v různých aplikacích. Ty v souhrnu potom popisují parametrické vlastnosti světelných diod.

## Souhrn základních parametrů světelných diod

Souhrn základních parametrů světelných diod můžeme rozdělit do tří skupin :

### A. Elektrické parametry

Elektrické parametry jsou měřeny laboratorním multimetrem s vysokou přesností podle následující tabulky :

Typ světelné diody
Datum měření a čas
Napětí na světelné diodě [V]
Proud světelné diody [A]
Výkon světelné diody [W]
Ustálená teplota okolí [°C]
Ustálená provozní teplota přechodu diody [°C]
Přečtená hodnota životnosti [h]

### B. Světelně technické parametry

V následující tabulce jsou uvedeny parametry, které jsou měřeny přímo měřicím zařízením. Jde o :

Typ světelné diody
Datum měření a čas
Jas [cd/m <sup>2</sup> ]
Prostorové a plošné rozložení energie [W/ sr .m <sup>2</sup> .nm]
Dominantní vlnová délka – $\lambda_{\text{pek}}$ [nm]
Kolorimetrická čistota $p_e$ [%]
Trichromatická souřadnice x
Trichromatická souřadnice y
Cirkadiánně účinný faktor $a_{cv}$ (1)

Poznámka :

(1) -  $a_{cv}$  v odborných kruzích je diskutována otázka, zda tento cirkadiánně účinný faktor nenahradit pojmem metabolický činitel prostoru.

Při výpočtu tohoto činitele se vychází ze základní rovnice (podle Galla)

$$a_{cv} = \frac{\int X_{e\lambda} \cdot c(\lambda) \cdot d\lambda}{\int X_{e\lambda} \cdot v(\lambda) \cdot d\lambda} \approx \frac{\int X_{e\lambda} \cdot \bar{z}(\lambda) \cdot d\lambda}{\int X_{e\lambda} \cdot \bar{y}(\lambda) \cdot d\lambda}$$

A po úpravách z rovnice

$$a_{cv} = \frac{Z}{Y} = \frac{z}{y} = \frac{1-x-y}{y}$$

### C. Ostatní světelně technické parametry

Tato skupina světelně technických parametrů světelných diod je určena výpočtem z naměřených hodnot podle A) a B).

První část tvoří tyto vypočtené hodnoty :

Typ světelné diody
Datum měření a čas
Světelný tok [lm]
Měrný výkon [lm/W]

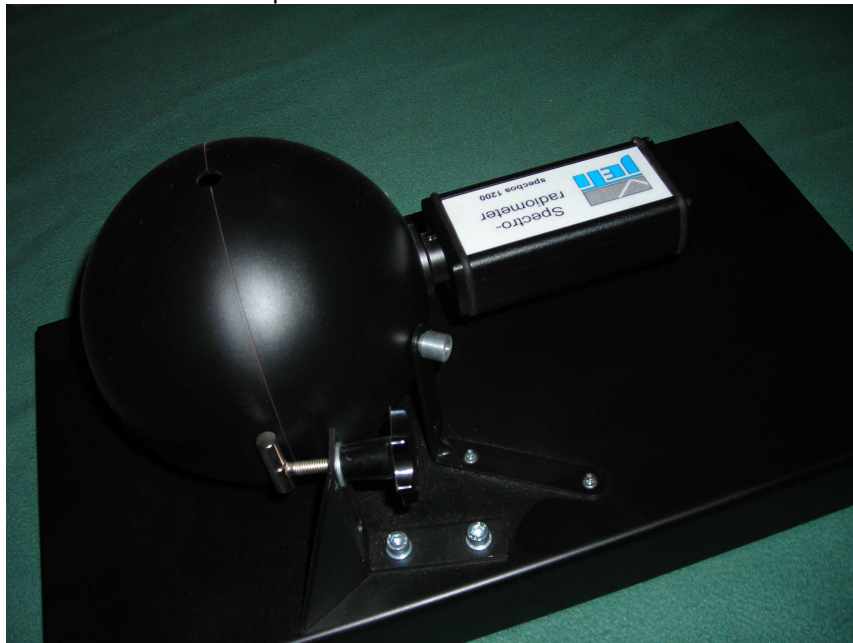
a ze spektrální skladby světelné diody se stanoví všeobecný index barevného podání včetně dílčích, pro rozšířenou stupnici barev dle CIE, jak je dále zřejmé.

Dílčí a všeobecný index barevného podání Ra
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R9
R10
R11
R12
R13
R14
Ra



## Měřicí pracoviště pro parametrické posuzování světelných diod

S ohledem na celkové rozměry světelných diod je praktické využití stávajících kulových integrátorů velmi problematické. Proto byl vyvinut a zhotoven speciální kulový integrátor, který je vyobrazen na obrázku 1, s přesně definovanou vnitřní plochou.



Obr. 1 – Měřicí sestava pro parametrické hodnocení a posuzování světelných diod (bez napájecího zdroje a ostatních měřících přístrojů)

Nátěry jsou provedeny v souladu se zavedenou metodikou CIE, měřící okénko má kalibrovaný otvor, umožňující velmi přesné měření hodnot H a L.

Ve střední části kulového integrátoru se umísťuje držák s elementem chladicí plochy či bez něho pro zjištění základních parametrů světelných diod, ve shodě s uvedeným popisem.

S ohledem na to, že i v těchto případech může element hladicí plochy včetně světelné diody svými neaktivními plochami ovlivňovat celkový výsledek měření, je pro tento případ kulový integrátor vybaven korekční žárovkou (světelnou diodou), umožňující provést spolehlivě korekci na neaktivní části.

## Mobilní spektrofotometr

Vlastní měření rozložení spektrálních energií (spektrální analýza) jako základ

parametrického hodnocení a posuzování světelných diod pro obor vlnových délek – ve

zvoleném oboru viditelného záření, tj. od  $\lambda = 380 - 780$  nm, se provádí mobilním,

automatickým spektrofotometrem JETI – Specbos 1200 – (Software version : 4.1) s krokem

1 nebo 5 nm, pro dosažení odpovídající přesnosti posuzování.

Spektrofotometr firmy JETI má tyto základní technické parametry :

Parametry optického systému	
Měřicí rozsah	380 nm ... 780 nm
Spektrální rozlišení	9 nm
Digitální spektrální rozlišení	4.1 nm
Digitální rozlišení	14 bit ADC
Přesnost nastavení vlnové délky	$\pm 0.5$ nm
Měřicí úhel	1,5°

Průměr měřicí plochy pro vzdálenost	20 cm – Dm 7mm;100 cm – Dm 17,5mm
<b>Měření jasů , osvětlení</b>	Spektrální rozložení energie Integrální jas, osvětlení; Integrální zářivá energie , ozáření,  Trichromatické souřadnice x,y; u',v'; Náhradní teplota chromatičnosti; Dominantní vlnová délka; – $\lambda_{peak}$ Kolorimetrická čistota  Všeobecný index barevného podání
<b>Měřicí rozsahy</b>	
<b>Jas</b>	2 ... 7×10 <sup>4</sup> cd/m <sup>2</sup>
<b>Přesnost měření jasů</b>	± 5 %
<b>Reprodukovatelnost</b>	± 2 %
<b>Přesnost kol měření</b>	± 0.002 x, y
<b>Reprodukovatelnost kol měření</b>	± 0.0005 x, y
<b>Přesnost měření chromatičnosti</b>	± 20 K (@ 2900 K)
<b>Disperzní element</b>	Difrakční mřížka
<b>Snímač</b>	128 pixel - fotodioda
<b>Technické parametry</b>	
<b>Pracovní režimy okolí</b>	Teplota-10 ... 40 °C Vlhkost < 85 % relativní při 35 °C
<b>PC interfaces</b>	USB1.1 (12Mbit/sec)
<b>Rozměry</b>	120 mm x 58 mm x 34 mm
<b>Hmotnost</b>	300 g

TAB. V. – Souhrn technických parametrů mobilního spektrofotometru JETI

### Měření provozních teplot

Parametrické hodnocení a posuzování světelných diod se neobejde bez stanovení provozních teplot vlastního přechodu diod při předdefinované provozní teplotě okolí, v tomto případě kulového integrátoru.

V kulovém integrátoru je proto v měřicí clonce zabudován termočlánek pro stanovení provozní teploty okolí – vnitřního prostoru. Vlastní zvolený systém pro danou aplikaci světelné diody a její uložení na elementu chladicí plochy je v kulovém integrátoru uložena ve střední části a má vlastní termočlánek pro zjištění teploty pájecího bodu.

Vlastní výpočet provozní teploty přechodu světelné diody vychází ze vztahu

$$T_c = T_{pa} + P \cdot 6 \text{ K / W}$$

a hodnoty oteplení ze vztahu

$$\Delta T_c = (T_{pa} + P \cdot 6 \text{ K / W}) - T_{kul}$$

S ohledem na požadavek, aby dosahované přesnosti měření teplot byly co nejvyšší, byl zvolen termočlánek DEGUSA NiCr-Ni dle DIN 43 710 o průměru drátů 0,2 mm, kalibrováný s přesností nastavení do 200 °C s diferencí  $\Delta + 6 \cdot 10^{-2}$  mV .

Upevnění termočláneků je provedeno klasickým způsobem, aby se vyloučil teplotní skok na přechodu i když zvolený termočlánek má z hlediska tepelné vodivosti nejnižší hodnotu oproti všem dalším typům.

### Závěr

Měřicí sestava plně odpovídá základním požadavkům na parametrické hodnocení a posuzování vlastností světelných diod. Probíhající testování tohoto zařízení, ve spolupráci s VŠB Ostrava, má v konečné fázi prokázat, jakých přesností bude dosahováno. První ověřovací měření na tomto měřícím zařízení ukazují shodu s naměřenými hodnotami v některých jiných laboratořích výrobců světelných diod.

# Předběžná statistická analýza kontinuálního měření osvětlenosti v areálu VŠB-TU Ostrava

Zdeněk Mikulášek<sup>1,2</sup>, Tomáš Gráf<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hvězdárna a planetárium Johana Palisy, VŠB-TU, 17. listopadu 15, 708 33 Ostrava-Poruba, tomas.graf@vsb.cz

<sup>2</sup> Ústav teoretické fyziky a astrofyziky, Masarykova univerzita, Kotlářská 2, 611 37 Brno, mikulas@ics.muni.cz

## Abstrakt

Prezentujeme první výsledky hloubkové statistické analýzy kontinuálního měření střední osvětlenosti v nočních hodinách vlastních měření v areálu Technické univerzity Vysoké školy báňské v Ostravě. Podrobně byla studována střední osvětlenost v 509 nocích v letech 2006-9 ve vztahu k několika známým okolnostem vztahujícím se k příslušné noci. Pomocí sofistikovaného lineárního modelu aplikovaného na logaritmus střední noční osvětlenosti byla jednoznačně prokázána závislost noční osvětlenosti na oblačnosti, dále pak na fázi Měsíce, na ročním období a přítomnosti čerstvé sněhové pokrývky. Model je schopen předpovědět noční osvětlenost, ovšem s kvazináhodnou neurčitostí 0,21 dex. Zmíněnou neurčitost lze přičíst vlivu nezapočtených meteorů jako jsou srážky všeho druhu, mlha, či výskyt mraků s velmi odlišným albedem, může být ovšem i důsledkem nejruznějších lidských aktivit, které mohou osvětlenost noční oblohy ovlivnit.

## Pozorování osvětlenosti

Hlavním cílem našeho projektu sledování noční osvětlenosti je zjištění vlastností a změn v úrovni rušivého světla v moderních aglomeracích a hledání jeho příčin. K tomu slouží vybudované zařízení, které umožňuje prakticky kontinuální měření světelného toku, který přichází z tzv. horního poloprostoru v období nautické noci (doba, kdy je střed slunečního kotouče hlouběji než 12° pod obzorem). Kalibrovaný luxmetr je umístěn na pevném stanovišti (střecha knihovny VŠB-TU Ostrava) a je v provozu již několik let. Měření jsou prováděna každých 30 sekund. Technické parametry měřicí soupravy viz Novák (2006). Přehled o oblačnosti jsme získali z dat pro meteorologickou stanici Mošnov, jež nám poskytla pobočka Českého hydrometeorologického ústavu v Ostravě-Porubě.

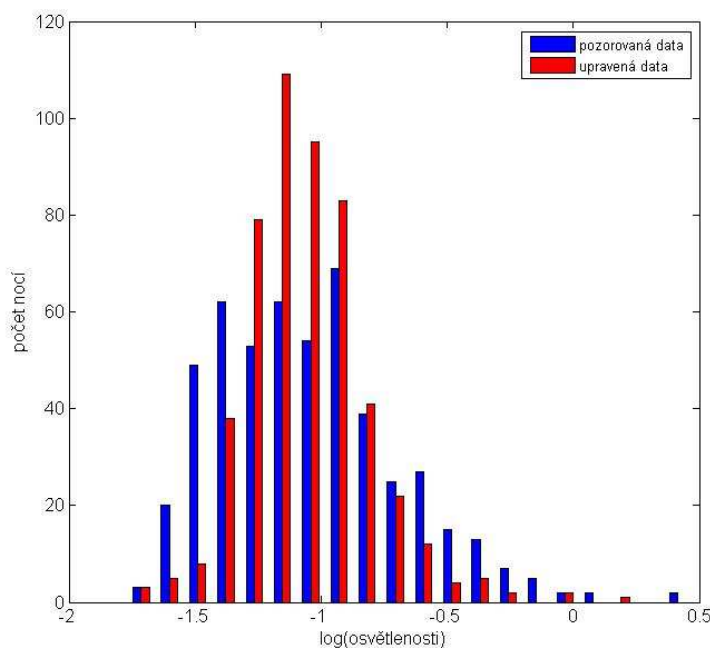
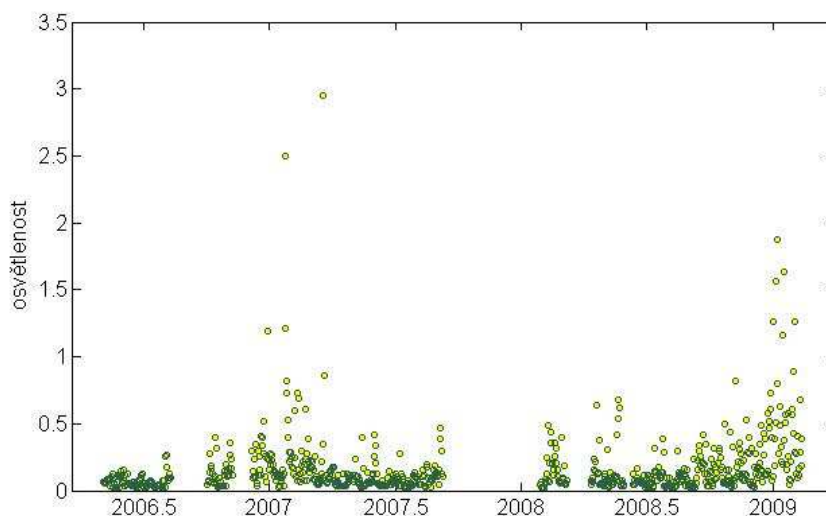
## Deskriptivní statistika souboru noční osvětlenosti

V období, kdy měření probíhala, nedošlo v okolí měřicí soupravy k žádné výrazné změně světelného výkonu ani konfigurace osvětlovacích těles, takže je můžeme považovat za konstantní. K tomu, abychom zmapovali pozorované změny noční osvětlenosti a signifikace různých předpokládaných vlivů na ní, jsme se rozhodli nejprve prostudovat variace mediánu měřené osvětlenosti v průběhu 5 hodin od 21 h 30 min do 2h 30 min SEČ založených na 600 jednotlivých měření během noci. Tento výchozí soubor tak představuje 450 tisíc jednotlivých měření noční osvětlenosti uskutečněných během 750 nocí v období od 5.5.2006 do 12.2.2009. Přehled středních osvětleností v jednotlivých nocích přináší obr. 1. Ve smyslu našeho dělení nocí do pěti stejně populovaných skupin jsme našli následující empirické dělicí hodnoty: 0,043; 0,073; 0,116 a 0,215.

## Příčiny změn osvětlenosti

Pro další analýzu jsme dále použili pouze ty noci, pro něž byla současně měřena oblačnost na stanici Ostrava-Mošnov v intervalu od 22 do 2 hodin SEČ. Celkem jsme tak získali dvojici údajů medián noční osvětlenosti a průměrnou hodnotu oblačnosti pro 509 nocí (to reprezentuje cca 300 tisíc jednotlivých měření osvětlenosti) dobře pokrývajících veškeré fáze Měsíce a jednotlivé měsíce v roce. Nejvyšší střední noční osvětlenost byla zaznamenána v noci 20/21 3. 2008 – 2.956 jednotek, nejnižší pak 3/4 2. 2007 – 0.017. Střední osvětlenosti se tak měnily v rozsahu 1: 174, tedy více než dvou řádů!

Aritmetický průměr takto vybraného souboru nočního osvětlení je 0,137 jednotek a medián jen 0,081! Histogram rozložení osvětlenosti je drasticky asymetrický, takže na takový soubor nelze aplikovat standardní statistické metody zpracování. To byl též důvod, proč jsme se rozhodli v další analýze pracovat s dekadickým logaritmem osvětlenosti  $E$  (viz histogram na obr. 2).



Jakkoli i nyní je asymetrický, jde o únosnou asymetrii (medián a průměr logaritmu nočního osvětlení jsou postupně -1,09 a -1,05), kterou lze případně zvládnout např. použitím robustní regrese. Malá špičatost souboru nepochybně souvisí s tím, že pozorovaný rozptyl hodnot kolem mediánu nebude dán pozorovacími chybami, které jsou mimochodem zanedbatelné vzhledem vlastní hodnotě veličiny  $E$ , ale vlivy, které lze popsat pomocí modelu.

## Formulace a aplikace lineárního modelu

Pro popis vlastností měřeného souboru byla vyzkoušena řada modelů různého stupně složitosti. Jako nejlepší a současně nejjednodušší model byl nakonec zvolen lineární model popisující vliv oblačnosti  $C$  v intervalu 0 až 1, fáze Měsíce v jednotkách synodické periody  $f$  a ročního období  $a$  v jednotkách tropického roku, v následující formě:

$$E \cong A_0 + A_1 C^q + A_2 \left[ \frac{3}{8} - \frac{1}{2} \cos(2\pi f) + \frac{1}{8} \cos(4\pi f) \right] + \frac{1}{2} A_3 \sin(2\pi a) + \frac{1}{2} A_4 \cos(2\pi a).$$

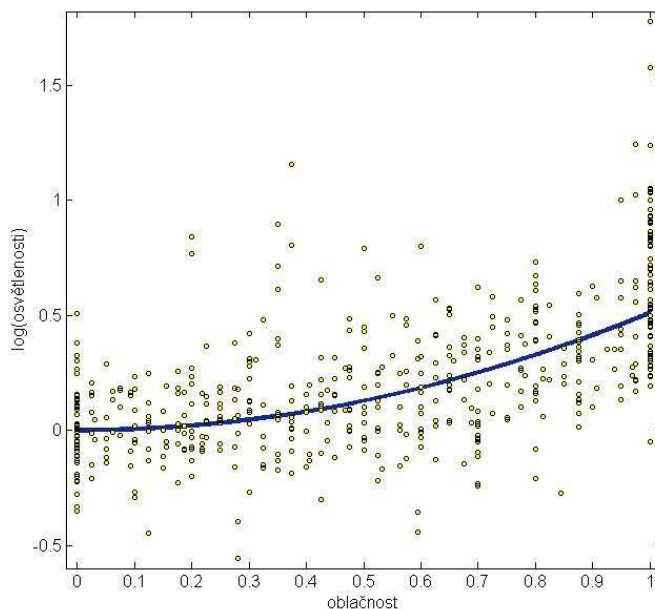
Model je popsán celkem 6 parametry, které lze vypočítat lineární regresí nebo ještě lépe metodou robustní regrese (viz např. Mikulášek et al. 2008), která eliminuje odlehle body zjevně se vymykající zvolenému modelu.

Střední kvadratická odchylka v logaritmické míře je 0,21 (dále 0,21 dex), což odpovídá střední relativní chybě cca 50%. Nalezeno bylo:  $A_0 = -1,335 \pm 0,018$ ;  $A_1 = 0,51 \pm 0,03$ ;  $q = 2,0$ ;  $A_2 = 0,259 \pm 0,025$ ;  $A_3 = 0,00 \pm 0,03$  a  $A_4 = 0,29 \pm 0,03$ . Ve všech případech s výjimkou  $A_3$  je hodnota parametru mnohem větší než odhad její neurčitosti. Znamená to tedy, že všechny uvažované vlivy lze považovat za prokázané.

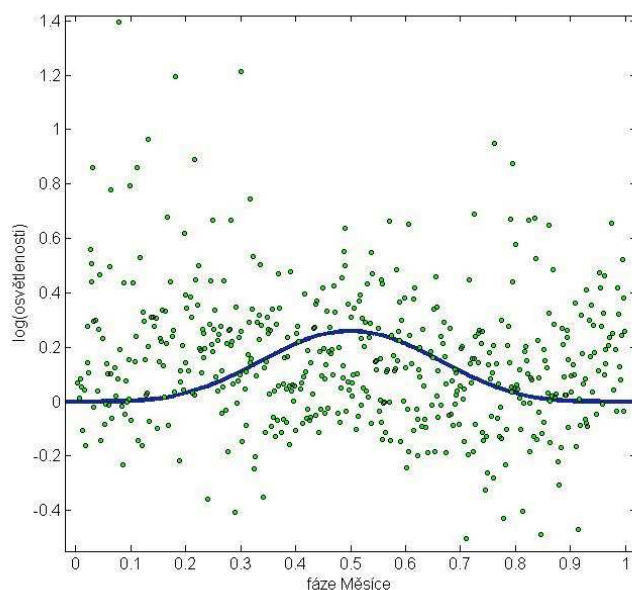
## Diskuse výsledků modelování

Absolutní člen v modelu  $A_0$  číselně odpovídá logaritmu noční osvětlenosti  $E$  v dokonale bezoblačné bezměsíčné noci v jarních či podzimních měsících. Další členy v modelu popisují pozorované variace osvětlenosti v jednotlivých nocích. Z rozboru vyplývá, že ze studovaných mechanismů má na ony změny největší vliv oblačnost, vliv měsíčního světla a roční variace zatím nejasného původu způsobují změny zhruba poloviční.

Prvním, poněkud překvapivým zjištěním je fakt, že noční osvětlenost není přímo úměrná relativnímu pokrytí oblohy mračny  $C$ , ale tato závislost je mnohem prudší. Ukazuje se totiž, že logaritmus osvětlenosti je úměrný v prvním přiblížení druhé mocnině oblačnosti. Speciálně v průměru jsou bezmračné noci asi 1,3krát temnější než polooblačno a 3,2krát temnější než zcela zamračené noci. Viz obr. 2, kde je eliminován vliv roční variace a fáze Měsíce.

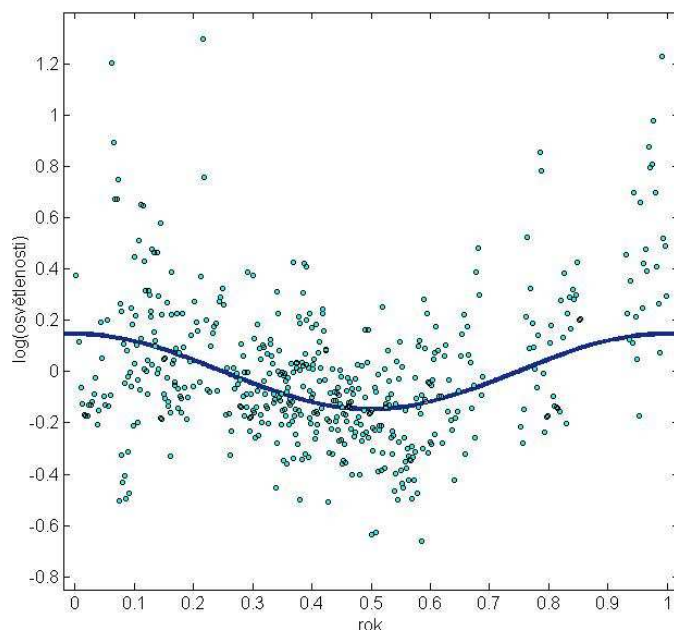


Vliv přímého i rozptýleného měsíčního světla by sice bylo možné vypočítat přímo, bylo by to však nesmírně komplikované. Vztah užitý v modelu je empirický a velice dobře vystihuje fakt, že nejvíce se uplatňuje měsíční světlo v období těsně kolem úplňku, kdy je Měsíc nad obzorem nejvýš a současně také nejvíce září – viz obr.3



Světlo měsíčního úplňku zvyšuje noční osvětlenost až o 82%.

Roční variace zřejmě souvisí se zvýšenou odrazivostí zemského povrchu v zimních měsících, tak i s větší odrazivostí a menší průměrnou výškou mraků v zimních měsících. Zimní noci jsou až dvakrát jasnější, než letní. Tento fakt by bylo možno zohlednit např. zmenšením počtu činných osvětlovacích těles v zimním období. To by přineslo nemalou úsporu i vzhledem k delším zimním nocím. Zcela extrémní osvětlenost oblohy pak zřejmě souvisí se situací, kdy při zatažené obloze napadne čerstvý, vysoce odrazivý sníh.



## Další příčiny variací osvětlenosti

Přesnost určení střední hodnoty osvětlenosti v příslušné noci je mimořádně vysoká, poněvadž je určena standardně z 600 nezávislých měření s relativní chybou zaručeně menší 10%. Přesto i při opravě o roční variaci, vliv měsíčního světla a oblačnosti, zůstává rozptýl popsán standardní váhovanou odchylkou 0,21 dex. Histogram této zbytkové variace je znázorněn v obr. 1 červenými sloupci. Rozložení je nyní jež hodně podobné gaussovskému, což ukazuje na to, že příčinou již nebudou více či méně periodické děje, ale spíše náhodné či kvazináhodné jevy. Může to např. být proměnná odrazivost mraků, déšť, sněžení, mlha nebo projevy lidské aktivity,

které jsme nevzali v úvahu. Zčásti se též může jednat o účinky vlivů, které jsme sice do modelu zahrnuli, ale ne zcela adekvátně.

Ve svém souhrnu jsou pak účinky těchto kvazistochastických dějů srovnatelné s účinky všech dějů, které jsme kvantifikovali v použitém lineárním modelu. Pomocí modelu tak můžeme zhruba předpovědět, jak jasná bude ta která noc, musíme však předem počítat s tím, že pozorovaná skutečnost se od předpovězené bude lišit o  $\pm 0,21$  dex. Nicméně i tak lze model použít k obecnějším závěrům, které mohou mít i praktický výstup, např. v úpravě režimu veřejného osvětlení v letních a zimních měsících.

## **Literatura**

Mikulášek, Z., Krtička, J., Henry, G. W. et al. 2008, *Astronomy and Astrophysics*, 485, 585

Novák (2006), ve sborníku *Kurz osvětlovací techniky XXV*, str. 166, ISBN 80-248-1178-2



# Možnosti úspor energie v zmysle komplexnej metódy na energetickú certifikáciu osvetlenia s kvantifikáciou vybraných ukazovateľov

Doc. Ing. Dionýz Gašparovský, PhD.<sup>1,2</sup> – Prof. Ing. Alfonz Smola, PhD.<sup>1,2</sup> –  
– Ing. Peter Janiga, PhD.<sup>1,2</sup>

1) Slovenská technická univerzita FEI, Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava

2) Lucent Labs, s.r.o., Obchodná 15, 811 06 Bratislava

## Úvod

Povinnou súčasťou energetickej certifikácie budov je okrem výpočtu potreby energie aj návrh racionalizačných opatrení a kvantifikácia úspor energie pri aplikácii týchto opatrení. V rámci riešenia výskumnej úlohy bol spracovaný dokument, ktorý sa zaoberá možnosťami úspor energie v budovách, čo je užitočné z dvoch hľadísk. Pre certifikantov predstavuje pomôcku, použitím ktorej certifikanti môžu navrhnúť vhodné racionalizačné opatrenia a posúdiť ich dopad ešte pred prácnym nastavením vstupných údajov pre alternatívny výpočet (s aplikovanými opatreniami). Druhým cieľom je odhadnúť potenciál úspor energie v budovách v rámci celého Slovenska; tieto údaje sú potrebné pre Ministerstvo výstavby a regionálneho rozvoja SR, ktoré príslušnú výskumnú úlohu zadalo. Konečným cieľom je posúdiť možné dopady implementácie príslušnej európskej direktívy o energetickej certifikácii budov.

## Možnosti úspor energie v zmysle komplexnej metódy na energetickú certifikáciu osvetlenia

Základná metodika výpočtu ročnej spotreby energie na osvetlenie, v rámci energetickej certifikácie budov, je definovaná normou STN EN 15193 a doplnená Slovenskou národnou metodikou. Takúto spresňujúcu metodiku si môže zaviesť každá členská krajina EÚ a uplatniť tak národné špecifiká a klimatické osobitosti. Návrh energeticky úsporných opatrení je organickou súčasťou procesu certifikácie. Možné úspory energie preto úzko súvisia s danou metodikou a v určitých ohľadoch sa líšia od bežne známych racionalizačných možností vo svetelnej technike. Základné princípy samozrejme zostávajú zachované, konkrétne výsledky sa však môžu vo všeobecnosti líšiť a niektoré nové špecifické opatrenia vyplývajú priamo z metodiky.

Bolo identifikovaných celkom 6 základných energeticky úsporných opatrení, ktoré sú označené písmenami veľkej abecedy od A do F:

### A. VÝMENA SVETELNÝCH ZDROJOV

Jedná sa o jedno z opatrení s významným potenciálom úspor. Pri výmene svetelných zdrojov vzniká rozdiel v inštalovanom príkone za predpokladu ekvivalencie svetelného toku. Ovplyvneným parametrom je preto priamo inštalovaný príkon osvetľovacej sústavy, v prípade nasadenia sodíkových výbojok typu 4Y aj možný vplyv na udržiavací činiteľ MF. Toto opatrenie však vyžaduje splnenie istých podmienok na zabezpečenie optických, elektrických, technických aj prevádzkových charakteristík svetelných zdrojov – preto v niektorých prípadoch je možná priama náhrada svetelných zdrojov, v iných prípadoch bude potrebná nepriama náhrada, t.j. vyžaduje sa súčasná výmena svietidla. Pri tomto opatrení však musia byť zohľadnené okrem svetelného toku aj iné fotometrické vlastnosti vyžarovaného svetla ako napr. spektrum a pod. Potenciál elementárnych úspor je stanovený na základe podrobného výpočtu merných výkonov a prepočtov pri ekvivalencii svetelného toku pre rôzne typy svetelných zdrojov, rôzne príkony a rôznych výrobcov.

### B. VÝMENA SVIETIDIEL (NEPRIAMA VÝMENA SVETELNÝCH ZDROJOV)

Opatrenie predstavuje kusovú výmenu svietidiel, keď sa nové svietidlo inštaluje na miesto pôvodného, čím nevzniká nutnosť úpravy elektroinštalácie. Potenciál úspor spočíva vo vyššej optickej účinnosti nových svietidiel. Súčasne sa môžu aplikovať svietidlá s účinnejšími svetelnými zdrojmi ako tzv. nepriama náhrada.

Potenciál úspor je stanovený na základe štúdia katalógových údajov rôznych typov technických svietidiel. Ovplyvneným parametrom je inštalovaný príkon osvetlenia.

#### C. REKONŠTRUKCIA OSVETĽOVACEJ SÚSTAVY

Toto opatrenie predstavuje väčší zásah do osvetľovacej sústavy a vyžaduje aj zmenu elektroinštalácie. Vyššia účinnosť svetelných zdrojov a svietidiel sa zohľadní v zmene počtu svietidiel a v konečnom dôsledku v zmene inštalovaného príkonu. Predpokladá sa, že táto zmena má väčší dopad ako v prípade kategórií A a B. Potenciál úspor je stanovený na základe riešenia typizovaných prípadov miestností svetelnotechnickým výpočtom v programe Dialux. V rámci tejto kategórie sa rieši aj účinnosť osvetlenia vo vzťahu k rozloženiu pracovných miest vrátane zónového osvetlenia s využitím denného svetla.

#### D. RIADENIE OSVETLENIA

Zmena spôsobu riadenia osvetlenia prináša bezprostredné úspory časovou reguláciou inštalovaného príkonu plynule (stmievanie) alebo v diskretných krokoch (spínanie). Jednotlivé opatrenia sledujú metodiku v súlade s normou STN EN 15193 a pridávajú nové opatrenie, ktorým je individuálne stmievanie a ktoré norma v tomto čase ešte nerieši. Uvažuje sa s nasadením technických opatrení na strane svietidiel (stmievateľné predradníky), najmä však na strane snímačov (snímač jasu, snímač pohybu). Osobitne sa rieši centrálné ovládanie osvetlenia. Ovplyvneným parametrom sú činitele zníženia spotreby, a to  $F_D$ ,  $F_O$  a  $F_C$ , v prípade riadenia na konštantnú osvetlenosť je to prostredníctvom udržiavacieho činiteľa MF. Súčasne sa obmedzuje čas používania osvetľovacej sústavy, čo má dopad na časy  $t_D$  a  $t_N$ . Cieľom úlohy je nájsť také všeobecné pravidlá pre budovy, ktoré sa dajú paušálne uplatniť pri použití rýchlej metódy. Aktuálne je rýchla metóda zjednodušená do takej miery, že odchýlka od komplexnej metódy prakticky znemožňuje jej praktické použitie.

#### E. ZMENA SYSTÉMU ÚDRŽBY

Zlepšenia pri údržbe osvetľovacej sústavy patria medzi najjednoduchšie a najefektívnejšie opatrenia. Vyžaduje sa len vstup v podobe dôkladnej a kvalifikovanej obsluhy. Bezprostredne sa ovplyvňuje udržiavací činiteľ MF, ktorý má však väčší význam iba pri riadení osvetlenia na konštantnú osvetlenosť. Ak sa však toto opatrenie použije napr. spolu s opatreniami kategórie C (rekonštrukcia osvetlenia), prináša pozitívny efekt na zníženie inštalovaného príkonu potrebného na zabezpečenie predpísaných hladín osvetlenosti.

#### F. ZVÝŠENIE VYUŽITIA DENNÉHO SVETLA

Denné svetlo má mimoriadny význam na úspory energie. Opatrenia v tomto smere predstavujú predovšetkým investičné náklady a takmer žiadne budúce náklady, v porovnaní s inými opatreniami (denné svetlo je zdarma). Ovplyvňovaným parametrom je  $F_D$ .

Váha jednotlivých kategórií sa posudzuje na základe váhy jednotlivých ovplyvnených parametrov v súlade s výpočtovými procedúrami podľa normy.

### **Štruktúrovaný katalóg energeticky úsporných opatrení**

S cieľom komplexného spracovania racionalizačných možností, ale aj s cieľom uľahčenia zápisu a automatizovaného spracovania bol zostavený štruktúrovaný katalóg energeticky úsporných opatrení. Vertikálne sa katalóg člení na tri úrovne – kategóriu, typ a verziu opatrenia. Systém využíva na označenie alfanumerický kódovací systém. Možnosti sú nasledovné:

#### **A. VÝMENA SVETELNÝCH ZDROJOV**

##### A1 Žiarovka → kompaktná žiarivka

A1.1 Hruškovité žiarovky → Kompaktné žiarivky DULUXSTAR 6 000 h

A1.2 Hruškovité žiarovky → Kompaktné žiarivky DULUX EL Longlife 12 000 h

A1.3 Hruškovité žiarovky → Kompaktné žiarivky DULUX EL Classic/Economy v tvare žiarovky

A1.4 Sviečkovité žiarovky → Kompaktné žiarivky DULUX EL Longlife 12 000 h

A1.5 Sviečkovité žiarovky → Kompaktné žiarivky DULUX EL Classic/Economy v tvare sviečkovitej žiarovky

##### A2 Žiarovka → halogénová žiarovka

A2.1 Hruškovité žiarovky → Halogénové žiarovky CLASSIC/BT

A2.2 Sviečkovité žiarovky → Halogénové žiarovky HC/CF/T

##### A3 Halogénová žiarovka bežná → halogénová žiarovka IRC

A3.1 Halogénové žiarovky bežné → Halogénové žiarovky IRC

A3.2 Reflektorové halogénové žiarovky bežné → Reflektorové halogénové žiarovky IRC

- A4 Výmena lineárnych žiaroviek
  - A4.1 Žiarivky BASIC T12 → Žiarivky BASIC T8
  - A4.2 Žiarivky BASIC T12 → Žiarivky LUMILUX T8
  - A4.3 Žiarivky BASIC T8 → Žiarivky LUMILUX T8
- A5 Lineárna žiarivka T5 HO → HE
- A6 Ortuťová výbojka → Sodíková výbojka s Penningovou zmesou
- A7 Sodíková výbojka bežná → SUPER
- A8 Sodíková výbojka bežná → 4 Y
- A9 Halogenidová výbojka kremenná → Halogenidová výbojka keramická
  - A9.1 Kremenné RX7s → Keramické RX7s → Powerball keramické RX7s
  - A9.2 Kremenné G12 → Keramické G12 → Powerball keramické G12
  - A9.3 Kremenné E27/E40 T → Powerball keramické E27/E40 T
  - A9.4 Kremenné E27/E40 E → Keramické RX7s → Powerball keramické E27/E40 E
- A10 Aplikácia svetelných zdrojov LED

## **B. VÝMENA SVIETIDIEL**

- B1 Žiarovkové  Žiarivkové
- B2 Ortuťové  Sodíkové
- B3 Ortuťové  Halogenidové
- B4 Žiarivkové T12/8  Žiarivkové T5
- B5 Klasický predradník  Elektronický predradník
  - B5.1 Žiarivkové svietidlá
  - B5.2 Svietidlá pre kompaktné žiarivky

## **C. REKONŠTRUKCIA OSVETĽOVACEJ SÚSTAVY**

- C1 Výmena žiarivkových svietidiel T12/8  T5 so zmenou počtu a geometrie svietidiel
- C2 Inštalovanie účinnejších svietidiel
- C3 Zmena geometrie osvetľovacej sústavy vo vzťahu k rozloženiu pracovných miest
- C4 Vytvorenie zónového osvetlenia so zmenou rozloženia pracovných miest vo vzťahu k dennému svetlu

## **D. RIADENIE OSVETLENIA**

- D1 Klasický predradník  Elektronický predradník stmievateľný
  - D1.1 Analógový predradník
  - D1.2 Digitálny predradník
- D2 Nasadenie riadenia R2 – automatické vypínanie
- D3 Nasadenie riadenia R3 – pohybový snímač: auto ZAP + stmievanie
- D4 Nasadenie riadenia R4 – pohybový snímač: auto ZAP + auto VYP
- D5 Nasadenie riadenia R5 – pohybový snímač: manuálne ZAP + stmievanie
- D6 Nasadenie riadenia R6 – pohybový snímač: manuálne ZAP + auto VYP
- D7 Nasadenie riadenia R7 – fotobunka: manuálne ZAP + stmievanie na konštantnú osvetlenosť
- D8 Nasadenie riadenia R8 – fotobunka: spínanie alebo stmievanie v závislosti od denného svetla
- D9 Nasadenie riadenia R9 – centrálné ovládanie osvetlenia
- D10 nasadenie riadenia R10 – individuálne stmievanie

## **E. ZMENA SYSTÉMU ÚDRŽBY**

- E1 Zmena intervalu údržby
- E2 Zavedenie systému pravidelnej údržby
- E3 Zavedenie systému čistenia povrchov v rámci údržby

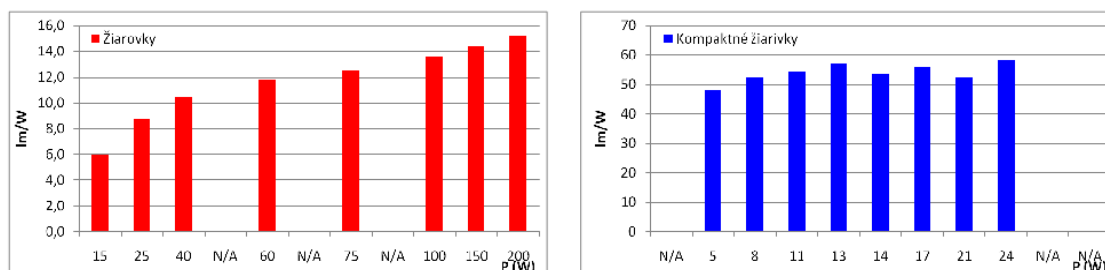
## **F. ZVÝŠENIE VYUŽITIA DENNÉHO SVETLA**

- F1 Výmena zasklenia v oknách
- F2 Výmena okien bez zmeny geometrie okenných otvorov
- F3 Výmena okien so zmenou geometrie okenných otvorov
- F4 Inštalovanie okien s tenšími rámami
- F5 Inštalovanie svetlíkov do stropnej konštrukcie
- F6 Inštalovanie svetlovodov
- F7 Zavedenie systému pravidelného čistenia okien
- F8 Vymaľovanie stien
- F9 Zmena geometrie miestnosti
- F10 Zmena účelu využitia miestnosti

V rámci jednotlivých opatrení uvedených vyššie sa riešia tieto položky:

- **Spôsob aplikácie:** detailný popis aplikácie racionalizačného opatrenia z technického hľadiska
- **Podmienky aplikácie:** technické podmienky a obmedzenia použitia daného opatrenia
- **Ovplyvnené parametre:** v súlade s výpočtovou procedúrou podľa normy a prijatej národnej metodiky sa identifikujú čiastkové aj výsledné parametre váhované podľa miery dopadu na celkovú spotrebu energie
- **Potenciál úspor:** presná kvantifikácia úspor s rozpracovaním na všetky dostupné typy, možnosti, varianty a alternatívy
- **Finančné vyjadrenie:** výpočet technicko-ekonomických ukazovateľov, finančných objemov a relatívnych finančných ukazovateľov pre nasadenie jednotlivých opatrení

Príklad pre opatrenie A1.1 je znázornený na obr. 1.



**Obrázok 1** Výsledky analýzy pre energeticky úsporné opatrenie A1.1

### Odhad úspor energie pre administratívne budovy

V rámci štruktúrovaného katalógu boli riešené tzv. "elementárne" racionalizačné opatrenia, izolovane bez vzájomných súvislostí. V ďalšom kroku bolo preto potrebné aplikovať tieto elementárne opatrenia na budovy rôznych typov a veľkostí. V prvom rade bolo potrebné získať štruktúru miestností rôznych druhov budov. Bližšie výsledky týchto prác sú nad rámec tohto príspevku a budú publikované samostatne v budúcich príspevkoch. Aplikácia elementárnych racionalizačných opatrení v podstate znamená ich výber a vzájomné kombinovanie.

V procese doterajšieho spracovania auditov a certifikátov osvetlenia boli získané dostatočné údaje pre dve kategórie budov, pre ktoré bolo možné vykonať hlbšie analýzy: administratívne a školské budovy. Pre ostatné budovy budú vykonané rovnaké analýzy, až keď bude k dispozícii dostatok pokladových údajov. V tomto príspevku sa zameriame na administratívne budovy, ktoré v súčasnosti predstavujú najvyžadovanejší druh budov na certifikáciu. Všeobecná identifikácia analyzovaných budov je uvedená v tab. 1.

Treba uviesť, že vzhľadom na významné rozdiely medzi materskými školami, základnými školami a ZUŠ sa tieto musia posudzovať samostatne a nedajú sa zahrnúť pod spoločnú kategóriu. Aj tieto zistenia podporujú možný vznik podkategórií v budúcnosti – a to platí aj pre iné miesta spotreby ako vykurovanie, chladenie a TUV.

**Tabuľka 1** Identifikácia analyzovaných budov

Počet analyzovaných budov	<b>B</b>		<b>39</b>
Počet miestností	<b>M</b>		<b>4 324</b>
Celková úžitková plocha	<b>A</b>	m <sup>2</sup>	<b>88 190,30</b>
A/M (m <sup>2</sup> /miestnosť) pomer	<b>A/M</b>	m <sup>2</sup> /room	<b>20,40</b>
A/M (m <sup>2</sup> /room) priemer	<b>A/M</b>	m <sup>2</sup> /room	<b>20,01</b>

**Poznámka:** Pomer A/M je počítaný z celkového počtu miestností a celkovej úžitkovej plochy pre všetky uvažované budovy, avšak priemerná hodnota A/M (ako alternatívny prístup) je vypočítaná ako priemer všetkých pomerov A/M pre jednotlivé budovy, čo je prakticky presnejším prístupom.

Hodnota priemernej podlahovej plochy jednej miestnosti 20 m<sup>2</sup> v administratívnych budovách sa dá použiť na konverzný prepočet medzi počtom miestností a celkovou plochou podľa toho, ktorý z týchto údajov je známy.

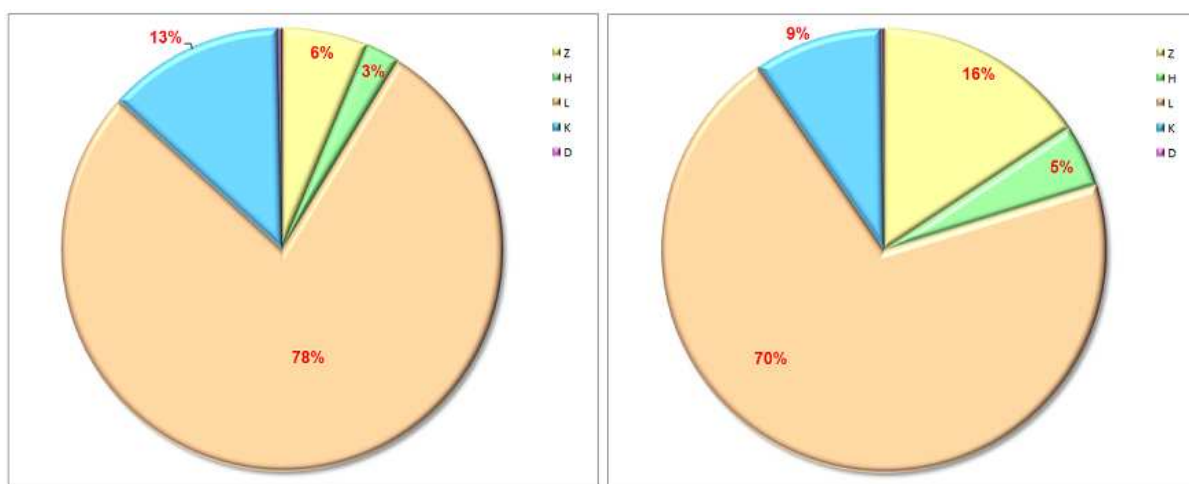
Príklad vyhodnotenia zdrojovej štruktúry pre administratívne budovy je uvedený nižšie v tab. 2 a na obr. 2. Podobné výsledky sú k dispozícii aj pre štruktúru svetiel. Percentuálne zastúpenie jednotlivých typov svetelných zdrojov je vyhodnotených tak podľa počtu kusov, ako aj podľa inštalovaného príkonu.

**Tabuľka 2** Zdrojová štruktúra v administratívnych budovách

<b>Štruktúra svetelných zdrojov:</b>	<b>n (ks)</b>	<b>P (kW)</b>	<b>n (%)</b>	<b>p (%)</b>
Žiarovky	2 496	153	6,3	15,7
Halogénové žiarovky	989	45	2,5	4,6
Lineárne žiarivky	30 941	685	78,0	70,2
Kompaktné žiarivky	5 134	91	12,9	9,3
Iné	130	2	0,3	0,2
<b>SPOLU</b>	<b>39 690</b>	<b>976</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

n počet svetelných zdrojov (ks)

P celkový inštalovaný príkon jednotlivých druhov svetelných zdrojov (kW)



**Obrázok 2** Zdrojová štruktúra v administratívnych budovách – zloženie podľa počtu kusov (vľavo) a podľa príkonu (vpravo)

Legenda: Z = žiarovky, H = halogénové žiarovky, L = lineárne žiarivky, K = kompaktné žiarivky, D = výbojky

**Tabuľka 3** Relatívna zdrojová štruktúra v administratívnych budovách

<b>Štruktúra svetelných zdrojov:</b>	<b>n/100M</b>	<b>P/100M</b>	<b>n/1000m<sup>2</sup></b>	<b>P/1000m<sup>2</sup></b>
Žiarovky	57,7	3,54	28,3	1,74
Halogénové žiarovky	22,9	1,03	11,2	0,51
Lineárne žiarivky	715,6	15,84	350,8	7,77
Kompaktné žiarivky	118,7	2,11	58,2	1,03
Iné	3,0	0,05	1,5	0,02
<b>SPOLU</b>	<b>917,9</b>	<b>22,57</b>	<b>450,0</b>	<b>11,06</b>

Na generalizačné účely, napr. na odhad celkového počtu jednotlivých druhov svetelných zdrojov v celej krajine sa pri známom počte budov B príslušnej kategórie (tieto údaje sa monitorujú a sú k dispozícii) dajú použiť indikatívne čísla typového zloženia svetelných zdrojov a príslušný inštalovaný príkon pre tzv. "priemernú budovu" (pozri tab. 4).

**Tabuľka 4** Priemerná zdrojová štruktúra v administratívnych budovách

<b>Štruktúra svetelných zdrojov:</b>	<b>n/B (ks)</b>	<b>P/B (kW)</b>
Žiarovky	64	3,92
Halogénové žiarovky	25	1,14
Lineárne žiarivky	793	17,56
Kompaktné žiarivky	132	2,34
Iné	3	0,05
<b>SPOLU</b>	<b>1 017</b>	<b>25,01</b>

Z výsledkov je zrejmé, že v administratívnych budovách prevažujú lineárne žiarivky, avšak najväčší podiel tvoria najmenej účinné 18 W typy prevažne vo vstavaných modulárnych svietidlách (4 x 18 W). Na druhej strane, neúčinné osvetľovacie systémy sú zdrojom významného potenciálu energetických úspor. Podiel žiaroviek je tiež nezanedbateľný. Žiarovkové svietidlá sa používajú v skladoch a v niektorých sociálnych miestnostiach, hoci ich prevádzkový čas je obmedzený.

Pri voľbe vhodných energeticky úsporných opatrení a pri následnom výpočte úspor energie boli prijaté tieto predpoklady:

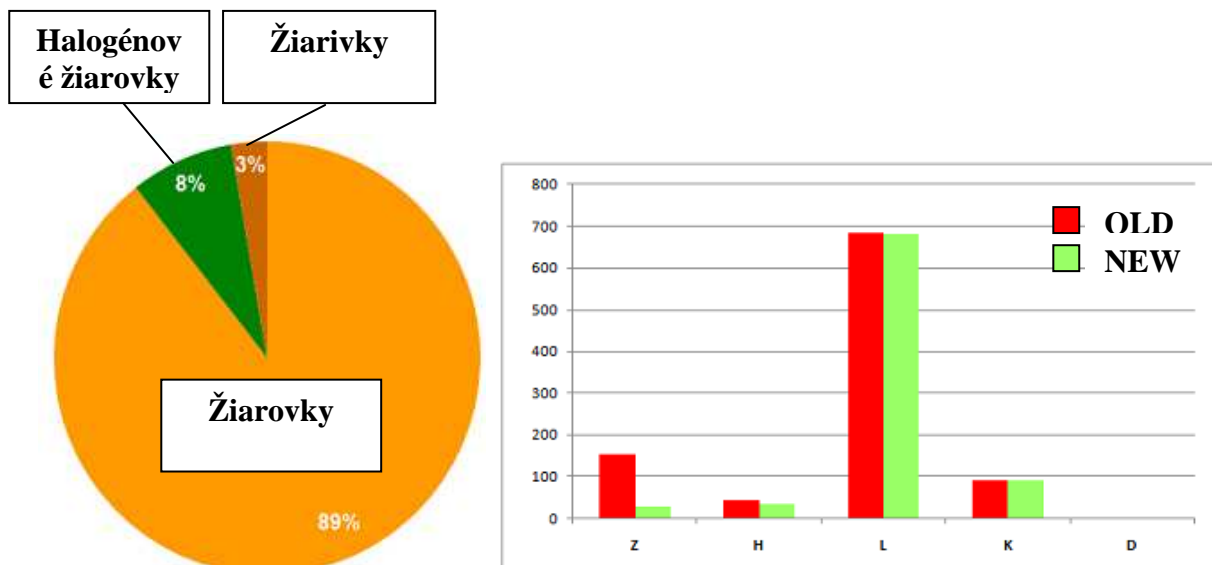
- neuvažuje sa aktuálna funkčnosť existujúcej osvetľovacej sústavy
- parametre osvetlenia vyhovujú príslušným predpisom
- núdzové svietidlá nie sú zahrnuté do výpočtu, ak súčasne neplnia funkciu normálneho osvetlenia
- vonkajšie svietidlá nie sú zahrnuté do výpočtu (v súlade s STN EN 15193)

Náhrada svetelných zdrojov zahŕňa tieto opatrenia: A1.1, A1.2, A3.1, A4.1 (pozri vyššie). Treba zdôrazniť, že jednoduchá priama náhrada svetelných zdrojov NIE JE vhodným a udržateľným racionalizačným opatrením. Nezaručuje, že po skončení života úsporného svetelného zdroja bude do objímky vložený adekvátny svetelný zdroj. Preto priama náhrada svetelných zdrojov je vhodná len na ilustračné účely a v praxi je potrebné uvažovať aspoň s výmenou svietidiel. Súhrnný prehľad úspor energie aplikovaním vyššie uvedených opatrení je uvedený v tab. 5 a na obr. 3.

**Tabuľka 5** Súhrnný prehľad absolútnych a relatívnych úspor energie U pre rôzne druhy svetelných zdrojov

<b>Štruktúra svetelných zdrojov:</b>	<b>n (ks)</b>	<b>P<sub>OLD</sub> (kW)</b>	<b>P<sub>NEW</sub> (kW)</b>	<b>U (kW)</b>	<b>U (%)</b>
Žiarovky	2 496	153	30	122,6	80,1
Halogénové žiarovky	989	45	34	10,7	24,1
Lineárne žiarivky	30 941	685	681	3,7	0,5
Kompaktné žiarivky	5 134	91	91	0,0	0,0
Iné	130	2	2	0,0	0,0
<b>SPOLU</b>	<b>39 690</b>	<b>976</b>	<b>839</b>	<b>137</b>	<b>14,0</b>

<b>Štruktúra svetelných zdrojov:</b>	<b>U/100M</b>	<b>U/1000m<sup>2</sup></b>	<b>U/B</b>
Žiarovky	2,84	0,139	3,14
Halogénové žiarovky	0,25	0,012	0,28
Lineárne žiarivky	0,09	0,004	0,10
Kompaktné žiarivky	0,00	0,000	0,00
Iné	0,00	0,000	0,00
<b>SPOLU</b>	<b>3,17</b>	<b>0,155</b>	<b>3,52</b>



**Obrázok 3** Úspory energie (vľavo) a porovnanie celkového príkonu P (kW) pred a po rekonštrukcii osvetlenia (vpravo)

### Navrhované štatistické ukazovatele na rýchle odhady

Na účely rýchlych odhadov sú navrhnuté štatistické ukazovatele uvedené v tab. 6 až 11. Tieto hodnoty sú výsledkom analýz administratívnych a školských budov a pre certifikantov predstavujú užitočný nástroj.

Legenda:

ADMIN = administratívne budovy  
MŠ = materské školy  
ZŠ = základné školy

ZUŠ = základné umelecké školy  
CVČ = centrá voľného času

**Tabuľka 6** Počet jednotlivých druhov svetelných zdrojov **n/B (ks)** v priemernej budove:

Štruktúra svetelných zdrojov:	ADMIN	MŠ	ZŠ	ZUŠ/CVČ
Žiarovky	64	107	289	130
Halogénové žiarovky	25	0	7	5
Lineárne žiarivky	793	85	824	287
Kompaktné žiarivky	132	15	14	41
Iné	3	0	7	0
<b>SPOLU</b>	<b>1 017</b>	<b>207</b>	<b>1 141</b>	<b>463</b>

**Tabuľka 7** Inštalovaný príkon jednotlivých druhov svetelných zdrojov **P/B (kW)** v priemernej budove:

Štruktúra svetelných zdrojov:	ADMIN	MŠ	ZŠ	ZUŠ/CVČ
Žiarovky	3,92	7,30	19,64	8,90
Halogénové žiarovky	1,14	0,03	1,92	3,54
Lineárne žiarivky	17,56	3,29	31,09	10,46
Kompaktné žiarivky	2,34	0,50	0,48	1,42
Iné	0,05	0,00	1,28	0,00
<b>SPOLU</b>	<b>25,01</b>	<b>11,12</b>	<b>54,41</b>	<b>24,32</b>



**Tabuľka 8** Počet jednotlivých druhov svetidiel **n/B (pcs)** v priemernej budove:

<b>Štruktúra svetelných zdrojov:</b>	<b>ADMIN</b>	<b>MŠ</b>	<b>ZŠ</b>	<b>ZUŠ/CVČ</b>
Žiarovky	58	102	257	103
Halogénové žiarovky	24	0	5	2
Lineárne žiarivky	263	43	397	143
Kompaktné žiarivky	85	0	2	0
Iné	1	0	0	0
<b>SPOLU</b>	<b>431</b>	<b>145</b>	<b>661</b>	<b>248</b>

**Tabuľka 9** Inštalovaný príkon jednotlivých druhov svetidiel **P/B (kW)** v priemernej budove:

<b>Štruktúra svetelných zdrojov:</b>	<b>ADMIN</b>	<b>MŠ</b>	<b>ZŠ</b>	<b>ZUŠ/CVČ</b>
Žiarovky	3,92	7,30	19,64	8,90
Halogénové žiarovky	1,26	0,03	0,58	0,54
Lineárne žiarivky	24,82	3,35	31,14	10,46
Kompaktné žiarivky	2,52	0,00	0,05	0,00
Iné	0,06	0,00	0,00	0,00
<b>SPOLU</b>	<b>32,58</b>	<b>10,68</b>	<b>51,41</b>	<b>19,90</b>

**Tabuľka 10** Potenciál úspor energie pri výmene svetelných zdrojov **U/B (kW)** v priemernej budove:

<b>Štruktúra svetelných zdrojov:</b>	<b>ADMIN</b>	<b>MŠ</b>	<b>ZŠ</b>	<b>ZUŠ/CVČ</b>
Žiarovky	3,14	2,48	7,14	1,08
Halogénové žiarovky	0,28	0,00	0,01	0,00
Lineárne žiarivky	0,10	0,10	0,69	0,02
Kompaktné žiarivky	0,00	0,00	0,00	0,00
Iné	0,00	0,00	0,01	0,00
<b>SPOLU</b>	<b>3,52</b>	<b>2,58</b>	<b>7,85</b>	<b>1,10</b>

**Tabuľka 11** Potenciál úspor energie pri výmene svetidiel **U/B (kW)** v priemernej budove:

<b>Štruktúra svetelných zdrojov:</b>	<b>ADMIN</b>	<b>MŠ</b>	<b>ZŠ</b>	<b>ZUŠ/CVČ</b>
Žiarovky	2,80	2,15	6,20	0,96
Halogénové žiarovky	0,37	0,01	0,59	0,37
Lineárne žiarivky	7,02	0,52	4,65	0,43
Kompaktné žiarivky	0,00	0,00	0,00	0,00
Iné	0,00	0,00	0,02	0,00
<b>SPOLU</b>	<b>10,19</b>	<b>2,68</b>	<b>11,46</b>	<b>1,76</b>

## Literatúra

- [1] Zákon č. 555/2005 NR SR o energetickej hospodárnosti budov
- [2] Vyhláška č. 625/2006 MVaRR SR
- [3] STN EN 15193:2008
- [4] Slovenská národná metodika na energetickú hospodárnosť budov
- [5] FLIMEL, M.: New approaches to obtrusive light evaluation inside the interiors. In: Journal of Light & Visual Environment. vol. 31, no. 3 (2007), pp. 141-145. ISSN 0387-8805
- [6] KITTLER, R. – DARULA, S: Progressive trends and criteria for the assessment of daylight in interiors. In CD Proc. Conf. Vysegrad Countries for Illuminating LUMEN V4, 28. -29. September 2006 Balatonfüred, p. 1A-6A.
- [7] DARULA, S: Calculation of window luminances and sky illuminance in side-lit working places. In Proc. Int. Conf. Lighting Engineering 2006, 11. – 13. 10. 2006 Bled, Slovensko družstvo za razsvetljavo, Maribor, p. 103-108. ISBN 86-435-0799-7
- [8] DARULA, S.- KITTLER, R.: How to stimulate energy savings by means of daylight utilisation? (in Czech), Light No. 1/2008
- [9] ONAYGIL, S., GULER, O.: Determination of the Energy Saving by Daylight Responsive Lighting Control Systems with an Example from Istanbul. Building and Environment, Vol 38/7, pp.973-977, July, 2003
- [10] ONAYGIL, S., GULER, O., ERKIN, E., SAIGIN, H.: Energy Efficient Lighting by Compact Fluorescent Lamps (CFLs) at the Residences. In Proc. Leon'05, CIE Midterm Meeting and International Lighting Congress, 12-21 May, Leon, Spain, 2005

# Nedostatky metodiky na energetickú certifikáciu osvetlenia v budovách a možnosti ich riešenia

Doc. Ing. Dionýz Gašparovský, PhD.<sup>1,2</sup> – Prof. Ing. Alfonz Smola, PhD.<sup>1,2</sup> –

– Ing. Peter Janiga, PhD.<sup>1,2</sup>, Ing. Emre Erkin<sup>3</sup>

1) Slovenská technická univerzita FEI, Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava

2) Lucent Labs, s.r.o., Obchodná 15, 811 06 Bratislava

3) Istanbul Technical University, Ayazaga Kampusu, 34469 Maslak, Istanbul, Turkey

V súlade so zákonom NR SR č. 555/2005<sup>[1]</sup> a vyhláškou MvaRR č. 625/2006<sup>[2]</sup>, ako vykonávacím predpisom k uvedenému zákonu, sa s účinnosťou od 1. januára 2008 na Slovensku spustil proces energetickej certifikácie budov. Oblasť osvetlenia je z pohľadu energetickej certifikácie budov metodicky podchytená v norme STN EN 15193<sup>[4]</sup>. Treba však upozorniť, že certifikant musí pri svojej práci využívať aj celý rad ďalších noriem – jednak normy zamerané na energetickú certifikáciu (napr. STN EN 15217<sup>[6]</sup>), jednak svetelnotechnické normy (napr. STN EN 12464-1). Norma STN EN 15193 sa na úrovni CEN tvorila za veľmi náročných časových podmienok, preto obsahuje celý rad chýb, nepresností a nedorobkov. Certifikáciu musíme chápať ako novú oblasť, ktorej postupné zavedenie nemôže byť „veľkým skokom“. Predpokladá sa, že metodika aj legislatívne predpisy sa budú postupne vylepšovať a zdokonaľovať.

Snáď najdôležitejším právnym rámcom bola doteraz vyhláška č. 625/2006. Jej najväčším kameňom úrazu bolo vymedzenie hraníc pre jednotlivé energetické triedy, k čomu neexistovali prakticky žiadne skúsenosti. Prax však ukázala, že hranice tried boli zhruba stanovené dobre. Tu sa nemôžeme oprieť ani o zahraničné prístupy, lebo Slovensko je v tomto smere vpredšie ako väčšina ostatných krajín. Napríklad samostatné škály pre jednotlivé miesta spotreby nemá väčšina krajín (otázne je, či vôbec niekto tieto škály má). Príslušná norma hovorí, že takéto škály sú potrebné, avšak dajú sa pripraviť neskôr, keď bude dostatok podkladov na ich vypracovanie. Ďalšie problémy, ktoré sa dajú pripísať nedokonalosti vyhlášky, vyplynuli až v procese spracúvania prívých certifikátov.

V tomto príspevku sú zhrnuté najdôležitejšie problémy a spôsoby ich riešenia, ako boli zapracované do dikcie novej novej vyhlášky č. 311/2009<sup>[3]</sup>. Táto vyhláška nadobúda účinnosť 1. októbra 2009 (okrem dvoch odsekov s predĺženou účinnosťou od 1. januára 2010, ktoré sa týkajú evidencie certifikátov). Do vyhlášky sa premietli získané praktické skúsenosti a aktuálny stav poznania. Očakáva sa, že vyhláška bude novým impulzom pre proces certifikácie budov. V tomto príspevku sa zameriame na oblasť osvetlenia, aj keď pozornosť by si zaslúžili aj nové podmienky všeobecného charakteru (ako napr. spôsob evidencie certifikátov a pod.); v prípade potreby sa dajú nájsť v spomínanej vyhláške.

Je dôležité upozorniť, že nakoľko vyhláška má vyššiu právnu silu ako norma, vyhláškou bolo možné vyriešiť aj zjavné nedostatky normy STN EN 15193 a týmto spôsobom ich prakticky eliminovať. V takomto prípade je pri tvorbe alebo revízii normy obvyklé vyžadovať národnú odchýlku, ktorá je publikovaná v európskej norme EN a ktorú preberajú členské krajiny CEN. V tomto prípade sa ale predpokladá, že pri najbližšej revízii normy EN 15193 sa bude meniť priamo metodika v normatívnej (resp. aj v informatívnej) časti.

## PROBLÉM 1: Priestory s nedostatočným osvetlením

Doterajšie predpisy a najmä metodika definovaná normou automaticky uvažujú s tým, že základné normatívne požiadavky na osvetlenie sú splnené. Ak je, naopak, návrh kvalitnejší, zrejme vyžaduje vyššiu spotrebu energie, čo metodika netrestá, ale zohľadňuje. Ako však postupovať v prípade, že osvetlenie je nedostatočné, dokonca že je hlboko pod požiadavkami normy? Paradoxne sa to môže odraziť na nízkej spotrebe energie a vysokej triede energetickej hospodárnosti.

Podľa novej vyhlášky certifikant bude môcť posúdiť dodržanie noriem pre osvetlenie. Bude plne v jeho kompetencii a na jeho zodpovednosť, aby sa k problému postavil odborne a zodpovedne.

Princíp: V prvom priblížení certifikant posúdi stav osvetlenia, či na základe odborného odhadu môžu byť normy splnené alebo nie. Úroveň osvetlenia však certifikant bude musieť podložiť orientačným meraním

vybraných miestností. Miestnosti na meranie vyberie na základe predchádzajúcej prehliadky tak, aby zahŕňali miestnosti s predpokladaným nedostatočným osvetlením. Počet miestností na meranie bude musieť tvoriť aspoň 10 % celkového počtu miestností.

**Poznámka:** Z uvedeného vyplýva, že certifikant musí byť dostatočne odborne zdatný v oblasti svetelnej techniky, aby mohol vykonať kvalifikovaný odhad!

**Poznámka:** Toto overenie meraním sa nebude musieť vykonať, ak sa doloží protokol z **úradného merania** osvetlenia nie starší ako 6 mesiacov, pričom stav osvetľovacej sústavy uvedený v protokole nesmie byť zmenený.

Cieľom merania je zistiť udržiavanú osvetlenosť podľa technických noriem. Meranie sa vykonáva v dostatočne hustej sieti kontrolných bodov. Nameraná hodnota priemernej osvetlenosti sa musí znížiť s ohľadom na stanovený udržiavací činiteľ (ktorý sa súčasne použije ako vstupný údaj na výpočet potreby energie na osvetlenie) a s ohľadom na predpokladaný čas do nadchádzajúcej údržby osvetľovacej sústavy. Na meranie sa musí použiť luxmeter s platnou kalibráciou, môže sa použiť luxmeter aspoň triedy presnosti 2 (dovolená chyba 5% v rozsahu do 10 000 lx).

Z merania sa vystaví zjednodušený protokol, ktorý bude obsahovať minimálne tieto údaje pre každú meranú miestnosť:

- identifikácia predmetu merania
- meno a podpis pracovníka, ktorý vykonal meranie
- dátum a čas merania
- teplota prostredia počas merania
- napätie vo svetelnom obvode v čase merania
- namerané hodnoty osvetlenosti
- vypočítaná priemerná osvetlenosť a rovnomernosť osvetlenia
- udržiavací činiteľ a čas do nadchádzajúcej údržby
- stav osvetľovacej sústavy a iné dôležité skutočnosti potrebné na posúdenie vplyvov na osvetlenosť
- vypočítaná hodnota udržiavanej osvetlenosti
- porovnanie nameranej udržiavanej osvetlenosti s normatívnou požiadavkou
- jednoznačný výsledok overenia

**Princíp:** Overenie dodržania projektovej hodnoty osvetlenosti sa pokladá za pozitívne, ak je dosiahnutá predpísaná osvetlenosť aspoň v 90 % meraných miestností, ináč je výsledok overenia negatívny. V prípade negatívneho výsledku overenia dodržania projektovanej hodnoty osvetlenosti sa celková ročná potreba energie na osvetlenie v budove zvýši o 200 %. Tým sa budova dostane do veľmi nevýhodnej energetickej triedy.

**Poznámka:** Navýšenie o 200 % (t.j. v podstate na trojnásobok nameranej hodnoty) treba chápať ako určité paušálne „penále“, ktorého hodnota vychádza z doterajších skúseností – udržiavaná osvetlenosť veľmi často dosahuje iba tretinu požadovaných hodnôt a niekedy aj menej.

## **PROBLÉM 2: Nesprístupnené miestnosti a miestnosti bez osvetlenia**

Často sa vyskytuje problém s tým, že počas certifikácie nie sú alebo nemôžu byť sprístupnené niektoré miestnosti. Tak vzniká pri certifikácii chyba, ktorú nemôžeme vo všeobecnosti zanedbať.

**Princíp:** Nová vyhláška priamo vyžaduje sprístupnenie všetkých miestností a iba ako to nie je v odôvodnených prípadoch možné a ak sa potrebné údaje nedajú zistiť z dôveryhodných podkladových materiálov, ročná potreba energie na osvetlenie sa v nesprístupnených miestnostiach číselne určí ako päťdesiatnásobok podlahovej plochy týchto miestností. Týmto spôsobom bude spotreba nesprístupnených miestností zahrnutá.

Týmto opatrením sa má eliminovať zámerné nesprístupnenie miestností za účelom dosiahnutia lepších výsledkov. 50-násobok podlahovej plochy totiž predstavuje približne horné hranice LENI najhorších energetických tried (pre rôzne kategórie budov), teda nevýhodnú situáciu.

**Dôležité upozornenie:** Treba upozorniť, že cieľom certifikácie nie je ani tak čo najpresnejší výpočet skutočnej spotreby energie na osvetlenie, ale výpočet spotreby za štandardných podmienok, porovnateľných s inými budovami.

### PROBLÉM 3: Hranice energetických tried

Z praktických skúseností vyplýva, že doterajšie hranice energetických tried pre osvetlenie sú mierne prísne. Navrhovaná úprava preto zvyšuje hodnoty koeficientov  $R_r$  a  $R_s$  približne o 10 %, čo s ohľadom na súčasný stav poznania lepšie korešponduje so skutočnosťou.

**Príklad:** Auditpasportovaním osvetlenia škôl a školských zariadení bolo zistené, že referenčná hodnota fondu budov tejto kategórie je v skutočnosti výrazne vyššia, osvetlenie je vo väčšine budov veľmi staré a neefektívne. V porovnaní s administratívnymi budovami sú však nároky na osvetlenie nižšie, čo následne vedie k nižšej spotrebe energie.

V zmysle uvedeného bola zvýšená referenčná hodnota  $R_s$  tak, aby bola adekvátne nižšia ako pre administratívne budovy.

Pre športové zariadenia bola z podobných dôvodov mierne zvýšená hodnota  $R_s$ . Hranice jednotlivých tried sa určili postupom podľa STN EN 15217<sup>[6]</sup> z referenčných hodnôt  $R_r$  a  $R_s$ . Navrhované rozpätie jednotlivých tried je v tab. 1. Na obr. 1 je uvedená šablóna na prezentáciu výslednej energetickej triedy pre osvetlenie a celkovú dodanú energiu. Potreba energie na osvetlenie sa uvedie aj číselne v kWh/(m<sup>2</sup>.a) a porovná sa s požadovanou minimálnou hodnotou.


Návrh nových škál energetických tried pre osvetlenie

Tabuľka 1

Kategória budovy	Triedy energetickej hospodárnosti budovy						
	A	B	C	D	E	F	G
Administratívne budovy	< 10	10 - 20	21 - 25	26 - 30	31 - 38	39 - 45	> 45
Budovy škôl a školských zariadení	< 8	8 - 16	17 - 22	23 - 27	28 - 34	35 - 41	>41
Budovy nemocníc	< 13	13 - 26	27 - 33	34 - 40	41 - 50	51 - 60	> 60
Budovy hotelov	< 12	12 - 24	25 - 31	32 - 37	38 - 46	47 - 56	> 56
Budovy reštaurácií	< 12	13 - 24	25 - 31	32 - 37	38 - 46	47 - 56	> 56
Športové haly a iné budovy určené na šport	< 9	9 - 17	18 - 23	24 - 28	29 - 35	36 - 42	> 42
Budovy pre veľkoobchodné a maloobchodné služby	< 11	11 - 21	22 - 27	28 - 33	34 - 41	42 - 50	> 50

Osvetlenie			Výsledok hodnotenia:	
	kWh/(m <sup>2</sup> .a)	Hodnotenie	Potreba energie na osvetlenie kWh/(m <sup>2</sup> .a):	
A	≤ 10	A	Požiadavka:	
B	11 - 20		Splňa požiadavku (áno / nie):	
C	21 - 25			
D	26 - 30			
E	31 - 38			
F	39 - 45			
G	> 45			

Celková dodaná energia			Výsledok hodnotenia:	
	kWh/(m <sup>2</sup> .a)	Hodnotenie	Celková dodaná energia spolu kWh/(m <sup>2</sup> .a) :	
A	≤ 58	A		
B	59 - 115		Meno a priezvisko oprávnenej osoby pre tepelnú ochranu budov:	
C	116 - 166		Podpis:	
D	167 - 217		Sídlo:	
E	218 - 271		Meno zhotoviteľa:	
F	272 - 326		Identifikačné číslo: Register: č. zápisu:	
G	> 326			

Obrázok 1: Šablóna na zobrazenie energetickej triedy pre oblasť osvetlenia a pre celkovú dodanú energiu

## PROBLÉM 4: Prevádzkový čas budov

Jedným z najväčších problémov pri certifikácii bola nejednoznačnosť použitia prevádzkových časov budov. V metodike figuruje prevádzkový čas (vo formáte od – do), ktorý sa ešte delí na čas s dostupným denným svetlom a bez denného svetla. Od prevádzkového času ale priamo závisí spotreba energie na osvetlenie za rok, čo je prirodzené. Ak však chceme navzájom porovnať budovy, **uplatnenie takéhoto prístupu je výslovne chybné**. Vyskytli sa prípady, keď napr. niektoré administratívne budovy pracovali na dve zmeny, alebo v prípade dispečerskej budovy na tri zmeny. **Spôsob využívania budovy ale nepredstavuje energetické vlastnosti budovy!** A o to pri certifikácii ide.

Príklad: Majme dve navlas rovnaké budovy, rovnako orientované, v rovnakej lokalite, s rovnakým vybavením atď. Jedna budova by podľa súčasných prístupov mohla mať triedu A, kým druhá, prevádzkovaná nepretržite, prakticky s trojnásobnou spotrebou, by bola na chvoste hodnotenia!

Princíp: Riešenie spočíva v zavedení štandardných prevádzkových časov, ktoré by sa pri výpočte používali bez ohľadu na skutočné prevádzkové časy budovy.

Ešte raz zdôraznime, účelom certifikácie je porovnať navzájom budovy, nie dospieť k presnej spotrebe energie.

Východiskovým údajom pri návrhu bola tabuľka ročných prevádzkových časov pre jednotlivé kategórie budov  $t_D$ , používaná v rámci rýchlej metódy. Použitelnosť údajov v tabuľke súvisí s nasledovnými skutočnosťami:

- rýchla metóda ako celok ani jej jednotlivé časti nie sú rozhodujúce pre aplikáciu komplexnej metódy, pretože v súčasnosti metóda poskytuje nepoužiteľné výsledky, vyžaduje kompletnú revíziu
- ročné prevádzkové časy pre rýchlu metódu patria iba k informatívnym hodnotám normy
- nie je zrejmé, za akých podmienok a predpokladov autori rýchlej metódy dospeli k údajom uvedeným v tabuľke
- najmä nie je zrejmé, či sa jedná o prevádzkové časy osvetľovacej sústavy s možným časom nečinnosti počas dňa (t.j. s deleným prevádzkovým časom pre  $t_D$ )
- nie je zrejmé, či uvedené ročné prevádzkové časy zahŕňajú alebo nezahŕňajú víkendy

Napriek uvedenému rýchla metóda poskytuje určité vodítko a podľa možnosti bolo snahou uvedené časy dodržať.

Analýzou údajov bolo zistené a overené, že v prípade niektorých druhov budov prevádzkové časy zahŕňajú aj víkendy, v troch prípadoch (kancelárie, školy a výrobné prevádzky) však určite nie. Napríklad v prípade kancelárií (administratívnych budov) by denný prevádzkový čas bol kratší ako 7 h, čo nepokrýva ani základnú pracovnú zmenu.

V ďalšom kroku bolo potrebné denný prevádzkový čas vymedziť začiatkom a koncom tak, aby bol podľa možnosti v súlade so súhrnným ročným rozdelením na časy s denným svetlom  $t_D$  a bez denného svetla  $t_N$  podľa rýchlej metódy, s uvážením vyššie uvedených skutočností. Treba však pripomenúť, že prípadná prevádzka osvetľovacej sústavy počas dňa nezvyšuje podiel  $t_N$  (čo sa neskôr ukázalo ako najväčší problém) a že na komplexnú metódu tieto nejasnosti rýchlej metódy nemajú žiaden vplyv, pretože rýchla metóda uplatňuje vplyv dostupnosti denného svetla odlišným spôsobom.

Ročné rozdelenie prevádzkových časov na  $t_D$  a  $t_N$  na základe stanovených časov OD – DO bolo riešené pomocou certifikačného softvéru *EHB LiteCalc*<sup>[8]</sup>. Z výsledkov vyplynulo, že údaje uvedené v rýchlej metóde sú nereálne, teda nepoužiteľné. Predpokladáme, že časy majú vyhovovať pre európsky geografický priestor, uplatniť sa dá zemepisná šírka 50° ako určitá stredná hodnota. Väčšie rozpory sú však napr. s rozdelením časov pre reštaurácie a všetky ostatné prípady s 2000 h svietenia v časoch bez denného svetla. V týchto prípadoch sa nedajú nájsť uspokojivé riešenia.

Príklad: V prípade kancelárií by sa 250 h ročne v čase bez denného svetla dalo dosiahnuť len vtedy, ak by prevádzka začínala o 6:00 ráno a jednalo by sa o lokalitu na 60° severnej šírky, čo je sever Európy.

Pri vymedzení časov prevádzky OD – DO bola do úvahy braná aj bežná prax na Slovensku, avšak s uvážením denných prevádzkových časov v hodinách. Výsledky sú v tab. 2 a tab. 3.

Štandardné časy využitia denného svetla  $t_D$  a časy využitia osvetlenia bez denného svetla  $t_N$  pre rýchlu metódu

Tabuľka 2

Kategória budovy	$t_D$	$t_N$
Administratívne budovy	2 250	250
Budovy škôl a školských zariadení	1 800	200
Budovy nemocníc	3 000	2 000
Budovy hotelov	3 000	2 000
Budovy reštaurácií	1 250	1 250
Športové haly a iné budovy určené na šport	2 000	2 000
Budovy pre veľkoobchodné a maloobchodné služby	3 000	2 000

Štandardné prevádzkové časy budov pre komplexnú metódu

Tabuľka 3

Kategória budovy	Začiatok prevádzky	Koniec prevádzky
Administratívne budovy	7:00	16:30
Budovy škôl a školských zariadení	7:00	14:30
Budovy nemocníc	7:00	21:00
Budovy hotelov	7:00	21:00
Budovy reštaurácií	10:00	22:00
Športové haly a iné budovy určené na šport	7:00	20:00
Budovy pre veľkoobchodné a maloobchodné služby	6:00	20:00

Ďalšie predpoklady:

- pracovná činnosť v kanceláriách a školách začína približne o 8:00, určitý čas je vyčlenený na príchod a odchod
- v školách sa neuplatňuje poobedňajšie (dvojzmenné) vyučovanie
- pre školy sa neuvažovali prázdniny, ináč by výsledné hodnoty neboli v súlade so skutočnosťou
- v nemocniciach bežne tvorí veľkú čas budovy lôžková časť, kde je situácia podobná ako v hoteloch, pracovné priestory s týmto do značnej miery korelujú
- malý počet reštaurácií, ktoré nie sú v hoteloch, poskytuje raňajky; prevádzka začína približne o 10:00 (s otvorením pre hostí v priemere medzi 10 a 11 h) a končí najčastejšie okolo 22:00 (iba v piatok a v sobotu o niečo dlhšie)
- športoviská začínajú rannými tréningmi a končia hodinami pre verejnosť, v rámci jednotlivých športov sa tieto časy môžu aj výraznejšie líšiť; pred 7 h môže byť v prevádzke len technologické osvetlenie (maľovanie čiar, upratovanie), po 20 h sú otvorené len určité typy športovísk (napr. verejné telocvične s posilňovňami) alebo určité zápasy v neskorších hodinách sa konajú len výnimočne (napr. v prime time TV)
- pre obchody sa nedá nájsť ideálny čas v trvaní 14 h, výsledok je najvhodnejším kompromisom; niektoré potraviny otvárajú o 6:00 a prevádzku končia o 18:00, po 20 h sú v prevádzke väčšinou len supermarkety (buď do 21 h alebo do 22 h); posun na 7:00 – 21:00 sa ukazuje ako menej vhodný
- pri výrobných prevádzkach sa 15 h dá uplatniť približne na dvojzmennú prevádzku

Stanovené vymedzenie prevádzkových časov súhlasí s bežnou praxou a je v dobrom súlade s ročnými prevádzkovými časmi rýchlej metódy. Rozdelenie prevádzkových časov na časy s denným svetlom a bez denného svetla uvedené v rýchlej metóde sú chybné. Dá sa odporúčať komplexná revízia rýchlej metódy.

### PROBLÉM 5: Národné činitele pre rýchlu metódu

Odhad potreby energie na osvetlenie rýchlou metódou má slúžiť na orientačné zatriedenie budovy z pohľadu energetickej náročnosti vo fáze spracovania projektovej dokumentácie. Na základe prijatých predpokladov má rýchla metóda dávať horšie výsledky ako metóda komplexná, čo vytvára prirodzený tlak na využitie sofistikovanejšej komplexnej metódy v procese certifikácie.

Vzťah na výpočet odhadu ročnej potreby energie na osvetlenie rýchlou metódou uvažuje s inštalovaným príkonom ako východiskovým údajom, prevádzkovými časmi osvetlenia rozdelenými na čas s dostatočným denným svetlom a čas bez denného svetla (úpravu prevádzkových časov rieši samostatná úloha)



a s činiteľmi, ktoré inštalovaný príkon znižujú v dôsledku spôsobu riadenia osvetlenia na základe vonkajších vplyvov (vrátane manuálnych povelov). Ide o činiteľ riadenia na konštantnú osvetlenosť  $F_C$ , činiteľ využitia denného svetla  $F_D$  a činiteľ obsadenosti  $F_O$ .

Doteraz rýchla metóda, tak ako je definovaná v norme STN EN 15193, dávala značne neadekvátne výsledky, ktoré posúvajú energetickú triedu budovy aj o 2 až 4 stupne nadol oproti výsledkom komplexnej metódy. Ak zoberieme do úvahy, že nová alebo rekonštruovaná budova má spĺňať aspoň požiadavky na triedu B a že projekt osvetlenia (resp. elektroinštalácie) má v samostatnej časti aj hospodárnosť osvetlenia, **výsledky rýchlej metódy sú nepoužiteľné, zavádzajúce až odstrašujúce**. Pritom komplexná metóda je bližšie k realite a výsledky získané komplexnou metódou, hoci ide o štandardné posúdenie potreby a nie čo najvernejší výpočet skutočnej spotreby, reálne vyjadrujú energetickú náročnosť budovy z pohľadu osvetlenia.

Z uvedeného vyplýva, že normou odporúčané hodnoty činiteľov sú v našich podmienkach nepoužiteľné. Norma však výslovne uvádza, že sa v rámci jednotlivých krajín môžu prijať národné hodnoty (normatíva) a údaje uvedené v norme sa môžu použiť, ak takéto národné hodnoty nie sú k dispozícii. Legislatívnym dokumentom sa teda dajú stanoviť štandardné hodnoty s vyššou právnou silou a nebude to v rozpore s normou, t.j. **normu nebude nevyhnutné upraviť o národné odchýlky následne**. Tento problém teda plne rieši nová vyhláška č. 311/2009.

V súčasnosti sú k dispozícii dostatočné údaje o praktických výpočtoch činiteľa denného svetla a činiteľa obsadenosti len pre administratívne budovy. Údaje o ostatných budovách sú v tejto fáze len odvodené od administratívnych budov.

Princíp: Priemerný činiteľ využitia denného svetla resp. obsadenosti je získaný priemerovaním údajov za celú budovu, t.j. pre všetky miestnosti, čo sa dá týmto spôsobom premietnuť do rýchlej metódy, ktorá pracuje s inštalovaným príkonom osvetlenia v celej budove. Ďalším priemerovaním týchto údajov bola získaná hodnota činiteľa využitia denného svetla resp. činiteľa obsadenosti, ktorá sa navrhuje na použitie ako štandardná hodnota pre rýchlu metódu. Rozptyl výsledkov okolo priemernej hodnoty je malý v oboch prípadoch, čo dáva dobré predpoklady na zavedenie národných štandardných hodnôt.

Poznámka: Uvedeným spôsobom boli získané priemerné činitele za 23 administratívnych budov.

Národné hodnoty zavedené novou vyhláškou č. 311/2009 sú uvedené v tab. 4 a tab. 5.

Národné hodnoty činiteľa využitia denného svetla  $F_D$  pre rýchlu metódu

Tabuľka 4

Kategória budovy	R1 – R7	R8	R9
Administratívne budovy	0,92	0,85	0,92
Budovy škôl a školských zariadení	0,92	0,85	0,92
Budovy nemocníc	0,92	0,90	0,92
Budovy hotelov	0,92	0,92	0,92
Budovy reštaurácií	0,98	0,98	0,98
Športové haly a iné budovy určené na šport	1,00	1,00	1,00
Budovy pre veľkoobchodné a maloobchodné služby	1,00	1,00	1,00

Národné hodnoty činiteľa obsadenosti  $F_O$  pre rýchlu metódu

Tabuľka 5

Kategória budovy	R1 – R2	R3 – R6	R7 – R8	R9
Administratívne budovy	0,7	0,5	0,7	0,6
Budovy škôl a školských zariadení	0,5	0,4	0,5	0,5
Budovy nemocníc	0,9	0,9	0,9	0,9
Budovy hotelov	0,8	0,7	0,8	0,8
Budovy reštaurácií	1,0	1,0	1,0	1,0
Športové haly a iné budovy určené na šport	1,0	1,0	1,0	1,0
Budovy pre veľkoobchodné a maloobchodné služby	1,0	1,0	1,0	1,0

### **Spôsoby riadenia osvetlenia** (vysvetlivky k tabuľkám 4 a 5):

- R1 Manuálne: dvojestavový spínač ZAP/VYP bez snímačov
- R2 Manuálne: dvojestavový spínač ZAP/VYP s funkciou časového vypnutia
- R3 Pohybový snímač: auto ZAP + stmievanie
- R4 Pohybový snímač: auto ZAP + auto VYP
- R5 Pohybový snímač: manuálne ZAP + stmievanie
- R6 Pohybový snímač: manuálne ZAP + auto VYP
- R7 Fotobunka: manuálne ZAP + stmievanie na konštantnú osvetlenosť
- R8 Fotobunka: spínanie alebo stmievanie v závislosti od denného svetla
- R9 Centrálne ovládanie osvetlenia

### **PROBLÉM 6: Softvér pre energetickú certifikáciu budov**

Napriek širším diskusiám u nás aj v zahraničí otázka použiteľnosti softvéru nie je upravená žiadnym legislatívnym predpisom. Svetlo do tohto problému zatiaľ nevnáša ani nová vyhláška, lebo doteraz nie je dohodnuté všeobecne akceptovateľné riešenie.

V rámci EÚ bolo vykonané celoeurópske zisťovanie v rámci projektu CENSE<sup>[9]</sup>, ktoré v otázkach softvéru prinieslo takisto rozporné výsledky. Najmä fakt, že respondenti nie sú pripravení spoľahnúť sa na softvérovú podporu. V Českej republike bol spracovaný národný kalkulačný nástroj, ktorý je síce voľne šíriteľný, využíva však rýchlu metódu na výpočet osvetlenia. A tá na certifikáciu nie je použiteľná. V Slovenskej republike je k dispozícii samostatný softvérový produkt pre oblasť certifikácie osvetlenia – LiteCalc 2.0. V súčasnosti prebieha spracovanie nového softvéru podľa novej vyhlášky č. 311/2009, a to verzia LiteCalc 3.0. Oproti pôvodnej verzii priniesie zásadné zmeny, o čom pojednáva samostatný príspevok. V prípade záujmu sa uvažuje aj s úpravou programu LiteCalc pre iné národné podmienky. Súbežne s verziou 3.0 sa napr. spracúva turecká verzia.

Pre úplnosť spomeňme všeobecne zamerané svetelnotechnické programy ako napr. Dialux, ktoré umožňujú výpočet spotreby energie na osvetlenie v zmysle EN 15193. S použitím tohto programu je však spojené množstvo problémov, najmä implementácia národných podmienok. V tomto smere je Dialux u nás na nepoužiteľný ani na certifikáciu a dnes už ani na projektový návrh osvetlenia (čo sa týka energetickej hospodárnosti).

Otázky a problémy súvisiace so softvérom sa dajú zhrnúť do nasledovných bodov:

- Má existovať špeciálny softvér na energetickú certifikáciu alebo má byť výpočet spotreby energie na osvetlenie súčasťou všeobecných svetelnotechnických programov? Projekt CENSA priniesol názor, že sú vhodné oba prístupy s vytvorením všeobecného rozhrania na výmenu údajov. S týmto názorom sa dá súhlasiť, problémy však môžu vzniknúť v prispôbení väčších programových balíkov národným podmienkam jednotlivých krajín.
- Má byť jeden softvér pre certifikáciu budovy alebo samostatne pre jednotlivé miesta spotreby? Doterajšie názory prevažujú v prospech jedného spoločného softvéru. Tu však treba namietať. Ani u nás ani v žiadnej krajine nemôžeme očakávať odborné znalosti certifikantov pre všetky oblasti. U nás je to navyše upravené legislatívne, pre oblasť osvetlenia sa vyžaduje vzdelanie elektrotechnického zamerania. Takto je veľmi ťažké zdieľať spoločný softvér medzi viacerými odborníkmi. Riešením môže byť opäť vytvorenie spoločného rozhrania medzi rôznymi programami alebo vytvorenie jedného softvéru so samostatne použiteľnými modulmi.
- Kto bude zodpovedný za správnosť výpočtov, ktoré vykoná softvér? A to hlavne s ohľadom na značnú nejednoznačnosť metodiky, ktorú je potrebné do softvéru implementovať. Softvér by mal byť pomôckou pre certifikanta, nástrojom, ktorý umožní vykonať rutinné výpočtové operácie. Nemá však byť prostriedkom, do ktorého certifikant „nakŕmi“ vstupné údaje a prevezme si nekriticky výsledky. Certifikant by mal mať plnú kontrolu nad výpočtom a mal by mať možnosť zobrazíť si všetky medzivýsledky. To softvér typu Dialux neumožňuje. Istý čas trvali aj diskusie na možné centrálné (oficiálne) validovanie softvérov, v súčasnosti však tento prístup nie je aktuálny, o.i. by vyžadoval spracovanie štandardných vstupných údajov na komparatívne účely a pod.

### **PROBLÉM 7: Personálne zabezpečenie procesu energetickej certifikácie budov**

Tento problém presahuje rámec oblasti osvetlenia aj rozsah tohto príspevku, musíme však naň aspoň upozorniť. Dôležitou súčasťou procesu zavádzania energetickej certifikácie do praxe je totiž aj príprava odborne spôsobilých osôb. Na tento účel existuje spracovaný metodický materiál, pripravuje sa kvalitná odborná publikácia, prebiehajú školenia a skúšky odborne spôsobilých osôb. Rezervy sa tu dajú nájsť predovšetkým v odbornej pripravenosti uchádzačov. Na jednej strane v ČR aj na Slovensku potrebujeme dostatok odborne spôsobilých osôb, aby proces certifikácie mohol naštartovať naplno, v súčasnosti chýbajú pracovné kapacity. Na druhej strane, odborne spôsobilá osoba musí byť expertom v oblasti svetelnej

techniky. A to je, žiaľ, dnes nereálne. Akceptujú sa skúsenosti z oblasti elektroenergetiky resp. elektrických inštalácií, ak sa uchádzač v rámci svojej práce venoval riešeniu svetelnotechnických úloh, kvalita prezentovaných výstupov však často značne zaostáva. Riešením je skvalitnenie prípravy odborníkov v rámci kurzov svetelnej techniky a pod.

Za najväčší problém súčasnosti však treba považovať fakt, že výrazne poklesol záujem odborníkov o autorizáciu na vykonávanie energetickej certifikácie v oblasti osvetlenia. Dôvodom je aj rozpačitý nástup tohto procesu u nás, ale predovšetkým s tým súvisiace vyžadovanie – nevyžadovanie energetickeho certifikátu príslušnými orgánmi. Je verejným tajomstvom, že majitelia budov alebo iné zodpovedné budovy si nelámu hlavu s energeticou certifikáciou a radšej sú ochotní znášať sankcie. Alebo si zabezpečujú odklad tejto povinnosti.

## PROBLÉM 8: Energetický certifikát a správa z certifikácie

Doteraz nebola predpísaná jednotná forma energetickeho certifikátu v zmysle rozsahu uvádzaných údajov. V podstate stačilo vypracovať a odovzdať výsledný certifikát. Certifikáty neboli centrálné číslované ani evidované. To však mení nová vyhláška č. 311/2009. Podrobnejší popis je nad rámec tohto príspevku, fragment certifikátu a popis pre oblasť osvetlenia uvádza na ilustráciu obr. 2 a 3.

**Energetický certifikát budovy**

vydaný podľa zákona č. 555/2005 Z. z.  
 o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov  
 č. .... / 20 .. / .. / .... 120 .. / ECB

Názov budovy: Ulica, číslo:	Parc. č.: Obec:																							
Účel spracovania energetickeho certifikátu: Nová budova <input type="checkbox"/> Významná obnova <input type="checkbox"/> Predaj <input type="checkbox"/> Prenájom <input type="checkbox"/> Iný účel <input type="checkbox"/>																								
foto	ENERGETICKÝ CERTIFIKÁT BUDOVY	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%;"> <b>Kategória budovy:</b> </td> <td style="width: 30%;"> <b>Aktuálny stav</b> </td> </tr> <tr> <td> <b>Globálny ukazovateľ:</b>  <b>Celková dodaná energia</b> </td> <td>           kWh/(m<sup>2</sup>.a)         </td> </tr> <tr> <td>           Nízka potreba energie            A         </td> <td rowspan="7" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> <div style="width: 100px; height: 100px; background-color: black; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">B</span> </div> </td> </tr> <tr> <td>B</td> </tr> <tr> <td>C</td> </tr> <tr> <td>D</td> </tr> <tr> <td>E</td> </tr> <tr> <td>F</td> </tr> <tr> <td>G</td> </tr> <tr> <td>           Vysoká potreba energie         </td> <td></td> </tr> <tr> <td>           Normalizované hodnotenie:         </td> <td style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> </td> </tr> <tr> <td>           Prevádzkové hodnotenie:         </td> <td style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> </td> </tr> <tr> <td> <b>Minimálna požiadavka R<sub>f</sub>:</b> </td> <td></td> </tr> <tr> <td> <b>Typická budova R<sub>f</sub>:</b> </td> <td></td> </tr> </table>	<b>Kategória budovy:</b>	<b>Aktuálny stav</b>	<b>Globálny ukazovateľ:</b> <b>Celková dodaná energia</b>	kWh/(m <sup>2</sup> .a)	Nízka potreba energie A	<div style="width: 100px; height: 100px; background-color: black; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">B</span> </div>	B	C	D	E	F	G	Vysoká potreba energie		Normalizované hodnotenie:	<input type="checkbox"/>	Prevádzkové hodnotenie:	<input type="checkbox"/>	<b>Minimálna požiadavka R<sub>f</sub>:</b>		<b>Typická budova R<sub>f</sub>:</b>	
<b>Kategória budovy:</b>		<b>Aktuálny stav</b>																						
<b>Globálny ukazovateľ:</b> <b>Celková dodaná energia</b>		kWh/(m <sup>2</sup> .a)																						
Nízka potreba energie A		<div style="width: 100px; height: 100px; background-color: black; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">B</span> </div>																						
B																								
C																								
D																								
E																								
F																								
G																								
Vysoká potreba energie																								
Normalizované hodnotenie:	<input type="checkbox"/>																							
Prevádzkové hodnotenie:	<input type="checkbox"/>																							
<b>Minimálna požiadavka R<sub>f</sub>:</b>																								
<b>Typická budova R<sub>f</sub>:</b>																								
Celková podlahová plocha: m <sup>2</sup>																								
<b>Hodnotenie jednotlivých miest spotreby</b>																								
Vykurovanie: A B C D E F G																								
Príprava teplej vody: A B C D E F G																								
Vetranie/klimatizácia: A B C D E F G																								
Osvetlenie: A B C D E F G																								

Obrázok 2: Časť energetickeho certifikátu podľa novej vyhlášky

## PROBLÉM 9: Kvalita spracovaných certifikátov


Za jeden z najväčších problémov sa dá považovať kvalita mnohých doteraz spracovaných certifikátov. Príčinou je najmä cenový boj, snaha znížiť cenu certifikátu na minimum, čomu zodpovedá aj nevyhnutné zníženie prácnosti a patričná kvalita celého procesu. Jedna spoločnosť sa vo svojej internetovej ponuke dokonca netajila tým, že poskytuje spracovanie certifikátu poštou: „Pošlite nám podklady, my vám zašleme certifikát“. Bez návštevy objektu, bez vizuálnej prehliadky a akéhokoľvek odborného posúdenia skutkového stavu! Bez akéhokoľvek overenia, aké zariadenia (svietidlá, ovládacie prístroje) sú v objekte skutočne nainštalované!

Oblasť osvetlenia sa často vyrieši jednoduchou aplikáciou rýchlej metódy, ktorá však na tento účel nie je určená a nikdy nebola na tento účel zamýšľaná. Žiaľ, doterajšie predpisy tomu nijako nebránili. Nová vyhláška č. 311/2009 tento problém už rieši a na certifikáciu vyžaduje použitie komplexnej metódy (príslušné ustanovenie je v Prílohe 3 bod h)). Na projektové hodnotenie vyhláška umožňuje použitie rýchlu metódu (Príloha 3, bod l)). Použitie komplexnej metódy znamená prácu s väčším súborom údajov, čo bude musieť viesť ku skvalitneniu certifikácie. Uvidíme, čo prinesie prax.

## ZÁVER

Určite by bolo možné nájsť ďalšie a ďalšie problémy v legislatívnych podmienkach či v normou predpísanej metodike. Už teraz sa pracuje na riešení viacerých sporných častí metodiky, uvedme aspoň niektoré:

- Podrobnejšia klasifikácia jednotlivých kategórií budov na podkategórie: napr. školské zariadenia bude potrebné rozčleniť na materské školy, základné školy, stredné školy, vysoké školy, ZUŠ a CVČ – situácia z pohľadu energetickej náročnosti je v nich zásadne odlišná!
- Niektoré druhy budov sa nedajú zaradiť do žiadnej kategórie; spomeňme napr. kongresové centrá, obchodné centrá a pod.
- Výpočet časov  $t_D$  a  $t_N$  nie je náplňou normy EN 15193 z dôvodu nefunkčnosti metodiky v návrhu normy<sup>[5]</sup>, certifikanti však postup výpočtu týchto časov nevyhnutne potrebujú v normatívnej podobe. Tento problém nie je priamo uvedený v základnej časti tohto príspevku, lebo ho rieši Slovenská národná metodika<sup>[7]</sup>, a takto má oficiálny štatút. Ako však ukazujú posledné prepočty pre Turecké podmienky (s porovnaním oficiálnych meteorologických údajov) s využitím našej národnej metodiky, možno budú potrebné korekcie niektorých vzťahov.

ENERGETICKÝ CERTIFIKÁT BUDOVY	
Názov budovy: Ulica, číslo: Kategória budovy:	Parc. č.: Obec:
<b>Osvetlenie</b>	
Spôsob hodnotenia: Lokalita (zemepisná šírka a dĺžka): Prevádzkový čas: Typ budovy z hľadiska osvetlenia:	
	Potreba energie na osvetlenie kWh/(m <sup>2</sup> .a): Požiadavka : Splňa požiadavku (áno/nie):
	Meno a priezvisko oprávnenej osoby: Podpis: Sídlo: Meno zhotoviteľa: Identifikačné číslo:      Register:      č. zápisu:
<b>Popis aktuálneho stavu</b>	
Osvetlenie:	
Iné:	
<b>Popis navrhovaných úprav na zlepšenie energetickej hospodárnosti</b>	
Osvetlenie:	
Iné:	
č. .... / 20 .. / ... / 20 .. / ECB	
Strana 7	

Obrázok 3: Popisná časť pre osvetlenie podľa novej vyhlášky

Aktuálne sa uvažuje nad revíziou normy EN 15193 v CEN. Ak tento proces bude spustený, mnohé z metodických problémov sa budú dať vyriešiť novou verziou normy – napr. doplnenie výpočtu časov  $t_D$  a  $t_N$ , úprava prevádzkových časov a ďalšie nedostatky spomenuté vyššie.

## Literatúra

- [1] Zákon č. 555/2005 NR SR o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- [2] Vyhláška MVaRR SR č. 625/2006 ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- [3] Vyhláška MVaRR SR č. 311/2009, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o výpočte energetickej hospodárnosti budov a obsah energetického certifikátu
- [4] STN EN 15193:2008
- [5] prEN 15193:2005
- [6] STN EN 15217:2008
- [7] Slovenská národná metodika na energetickú hospodárnosť budov
- [8] LiteCalc 2.0. Výpočtový softvér na energetickú certifikáciu osvetlenia. Typhoon 2008
- [9] Staudt, A.- deBoer, J.- Erhorn, J.: CENSE: A joint effort on bringing the EPBD and CEN 15193 „prEN 15193: Energy performance of buildings – Energy requirements for lighting“ into practice. In Proc: Lux Europa 2009, Turkish National Committee on Illumination, Istanbul 2009 , pp. 571 – 578, ISBN 978-975-561-352-9

# Nový softvér LiteCalc 3.0 pre výpočet spotreby energie na osvetlenie komplexnou metódou

Doc. Ing. Dionýz Gašparovský, PhD.

Typhoon, s.r.o., Obchodná 15, 811 06 Bratislava, [mail@typhoon.sk](mailto:mail@typhoon.sk)

Súbežne s prípravou národných metodík na energetickú certifikáciu osvetlenia sa pripravuje aj softvérové vybavenie. V rôznych krajinách sú však prístupy rôzne. Treba povedať, že rozdiely v národnej legislatíve a v metodológii prakticky neumožňujú použiť rovnaký softvér v celej Európe, a to napriek tomu, že prapôvodným zámerom smernice bolo pripraviť rovnaké podmienky pre všetky členské štáty EÚ. Ale aj keď filozofia je rovnaká, rozličné klimatotechnické dáta (čo sú vstupné údaje používané softvéromi), rôzne prístupy pri definovaní energetických tried, vôbec rôzny rozsah a členenie týchto tried atď. predstavujú značne diverzifikované podmienky a prístupy. Tvorcovia softvéru preto najprv vyrábajú výpočtové jadro, s využitím ktorého pripravujú rôzne národné verzie.

Doterajšie prístupy v oblasti tvorby softvéru sa dajú zovšeobecniť takto:

- **Jeden softvér pre všetky miesta spotreby:** Výhodou je úplná kompatibilita všetkých súčastí a automatická výmena údajov medzi jednotlivými časťami. Ako však ukazuje prax, spoločné zdieľanie takéhoto softvéru rôznymi certifikantmi je komplikované až nemožné. Pri niektorých testovacích verziách národných výpočtových softvérov sa zistilo, že pokiaľ nie sú vložené všetky vstupné údaje za všetky miesta spotreby, ďalší postup riešenia je prakticky zablokovaný.
- **Rôzne softvéry pre jednotlivé miesta spotreby:** Pre každé miesto spotreby je k dispozícii špecializovaný softvér, ktorý sa pripravuje odborníkmi na danú oblasť. Výhodou je nezávislosť a úplná samostatná použiteľnosť. Určitou nevýhodou sú komplikácie pri výmene údajov medzi jednotlivými miestami spotreby.

Riešenie vzájomnej kompatibility je v tvorbe samostatných modulov, ktoré by sa dali spájať prostredníctvom nadradeného softvéru a s využitím výmenných formátov súborov. Zatiaľ tieto možnosti u nás končia na chýbajúcom koordinovaní postupov pri tvorbe softvéru, čo sa však v budúcnosti môže zmeniť.

Inou otázkou je autorizácia softvérov. V súčasnosti je v tomto smere u nás úplná liberalizácia, softvér môže pripraviť ľubovoľný komerčný subjekt alebo si určité softvérové alebo tabuľkové nástroje môže vyhotoviť certifikant sám. Tu si však treba uvedomiť, že certifikant v žiadnom prípade nesmie svoju činnosť obmedziť na plnenie softvéru vstupnými údajmi a po spustení výpočtu priamo tlačiť výsledky. Certifikant musí mať nad priebehom výpočtu absolútnu kontrolu, musí si stáť za vypočítanými medzivýsledkami a musí vedieť posúdiť ich validnosť. Softvér je skutočne len pomôckou, nie nástrojom na náhradu celej duševnej práce certifikanta. Certifikant musí poznať všetky metodologické údaje o softvéri, čo softvér rieši a akým spôsobom, aké má možnosti a obmedzenia. Metodika prezentovaná v norme či v národnej metodike nie je dogmou a dajú sa použiť aj odlišné prístupy, napríklad presnejšie stanovenie zatienu budovy a pod. Dobrý softvér by mal umožňovať, aby si certifikant určité časti mohol metodicky prispôbiť, vypočítať si ručne alebo pomocou iných nástrojov a tieto medzivýsledky zaviesť do softvéru a nahradiť tak implicitne vypočítané hodnoty softvérom. Softvér EHB LiteCalc používaný na Slovensku (pre oblasť osvetlenia) tieto možnosti má.

Program EHB LiteCalc je v podstate tabuľková aplikácia, ktorá obsahuje spracovanú národnú metodiku výpočtu spotreby energie na osvetlenie, a to formou tzv. komplexnej metódy podľa normy STN EN 15193. Treba si uvedomiť, že norma v mnohých ohľadoch prináša nekomplexné metodické postupy s otvorenými možnosťami. Postupy ani vzťahy uvedené v norme nemusia byť tie jediné správne, niektoré tabelizované hodnoty dokonca norma uvádza ako neúplné – s otvoreným koncom.

Podobne ako s normou je to aj s týmto softvérom. Predpokladá sa, že tak ako sa energetická certifikácia budov postupne zavedie do praxe, sa budú vyvíjať a zdokonaľovať aj softvéry (nielen EHB LiteCalc, ale aj prípadné ďalšie produkty, ak budú spracované a uvedené).

Program je koncipovaný tak, že hoci vo viacerých prípadoch ponúka údaje alebo medzivýsledky, umožňuje ich ručne prepísať. To je užitočné napríklad vtedy, ak si certifikant želá zvoliť odlišnú metodiku alebo chce príslušný výpočet vykonať podrobnejšie, presnejšie a pod.

Uvedené údaje sa menia v samostatnej časti tabuľky, ktorá má označenie MANUAL INPUT. Vložením príslušných údajov sa zmena automaticky objaví aj v hlavnej tabuľke. Časť tabuľky pre ručné vkladanie sa neobjavuje v tlačových výstupoch. Výhodou tohto prístupu je aj to, že certifikant má prehľad o vykonaných zmenách.

MANUAL INPUT						
OSVETLENIE		PREVÁDZKA				A <sub>n</sub>
LDCC	h <sub>Ta</sub>	R	t <sub>start</sub>	t <sub>end</sub>	C <sub>we</sub>	
-	m	-	hh:mm	hh:mm	-	m <sup>2</sup>
	0,1					6,50
		2				
	0,1		5:00	18:00	1,00	

Program EHB LiteCalc je aktuálne k dispozícii vo verzii 2.0.

### ZÁKLADNÁ CHARAKTERISTIKA

Počet miestností:	max. 2 000
Počet typov:	130 typov svietidiel, 52 typov okien
Segmentácia:	výpočet pre jednostranne súvislé okná, jedna zóna s denným svetlom
Svetlíky:	nie sú uvažované
Okná:	τ a koeficienty k sa berú do úvahy za prevažujúci typ okna
Určenie F <sub>A</sub> :	ručne
Overenie vstupov:	bez overovania správnosti zadaných vstupných údajov
Prehľadnosť:	ľahká orientácia v tabuľkách, bunky na vkladanie údajov sú rozlíšené farebne, skupiny údajov sú takisto odlíšené farebne
Výpočet t <sub>D</sub> a t <sub>N</sub> :	prevádzkové časy pre celú budovu aj individuálne po miestnostiach
Nastavenie C <sub>we</sub> :	pre celú budovu aj individuálne po miestnostiach
Určenie MF:	jedna vstupná hodnota, bez jednotlivých zložiek
Určenie H <sub>AT</sub> :	ručne zadávané
Určenie F <sub>DS</sub> :	štandardné hodnoty pre Bratislavu s možnosťou ručnej zmeny
GDF:	sú uvažované
Výpočet D <sub>C</sub> :	prevažujúci typ okna sa určuje automaticky z pasportu
Zobr. desat. čísel:	pevné
Mes. prerozdelenie:	jednoduché prerozdelenie bez iterácie
Štandardné údaje:	možnosť ručného nastavenia globálnych tabuliek a štandardných údajov

**EHB LiteCalc**  
Developed by **TYPHOON**





Výpočtový program je členený na tieto pracovné listy resp. tabuľky:

V aktuálnej verzii je list **[ECB]**, ktorý obsahuje grafický formát energetického certifikátu za časť osvetlenie, v súlade so vzorom uvedeným v prílohe vyhlášky č. 625/2006. Číselné údaje sa na tomto liste vygenerujú automaticky z výpočtového procesu, základné údaje o certifikantovi sú vložené licenčne, ďalšie textové informácie (napr. popis súčasného stavu, racionalizačné opatrenia atď.) sa vkladajú ručne.

## ENERGETICKÝ CERTIFIKÁT BUDOVY

<b>Názov budovy:</b>	Budova THOMSON	
<b>Ulica, číslo:</b>	Obchodná 15	<b>Mesto:</b> Bratislava

### Osvetlenie

	Jednotka	Hodnotenie
A		
B		
C		
D		
E		
F		
G		G

Výsledky normalizovaného/prevádzkového hodnotenia	
Potreba energie na osvetlenie kWh/(m <sup>2</sup> .rok):	1 070
Požiadavka:	20
Splňa požiadavku (áno/nie):	nie
Meno oprávnenej osoby:                      Meno Priezvisko, Reg. č.: XXX	
Obchodné meno:	Sídlo:
Identifikačné číslo:	Register:
Meno zhotoviteľa:	Č. zápisu:
Meno štatutárneho orgánu oprávnenej osoby:	Podpis:
Podpis štatutárneho orgánu:	

### Popis aktuálneho stavu pre osvetlenie

Budova je bez okien a bez denného svetla. Osvetľovacia sústava je nová, s použitím účinných typov svietidiel. Riadenie osvetlenia je manuálne (typ R1). Vonkajšie osvetlenie je spínané súmrakovým spínačom. V miestnostiach sú použité aj núdzové svietidlá. Deficitom energetickej hospodárnosti sú chýbajúce okná, z čoho vyplývajú aj zvýšené nároky na dimenzovanie osvetlenia oproti podobným budovám s oknami.

### Popis navrhovaných úprav na zlepšenie energetickej hospodárnosti pre osvetlenie

Energetická hospodárnosť sa dá zlepšiť inštalovaním pohybových snímačov, t.j. riadením typu R6. Výsledné zariadenie budovy salepší o dva stupne - z triedy D do triedy B.

### Možná úspora energie po vykonaní navrhovaných úprav

Potreba energie	Aktuálny stav v kWh/m <sup>2</sup>	Po realizácii navrhovaných úprav v kWh/m <sup>2</sup>	Úspora v kWh/m <sup>2</sup>	Úspora v %
na osvetlenie	1 070		1 070	100

Na liste **[NASTAVENIA]** sa dajú zmeniť globálne premenné programu. Ide predovšetkým o niektoré tabuľky a štandardne ponúkané údaje, vrátane štandardných údajov uvedených v norme STN EN 15 193. Je veľmi užitočné, že certifikant si môže aj tieto údaje prispôbiť individuálnym požiadavkám.

**Príklad:** Norma uvádza štandardné údaje pre znečistenie skla okien, čo program automaticky ponúka pre všetky miestnosti a certifikant si v prípade jednotlivých miestností môže zapísať odlišné čísla. Ale ak sú v celej budove okná znečistené viac, certifikant si môže globálnu hodnotu zmeniť a program ju bude ponúkať pre všetky miestnosti, možnosť individuálnych zmien je samozrejme zachovaná.

Väčšinu medzivýsledkov a výsledkov vypočítava program automaticky. Výpočet sa vykonáva priebežne, nie je potrebné spúšťať ho. Takže pri akejkolvek zmene alebo doplnení vstupných údajov sa výsledky automaticky prepočítavajú. Pri značnom počte miestností (aktuálne 2 000) a typov svietidiel či okien však skúsenosti ukazujú, že to spomaľuje beh programu.

V niektorých prípadoch je výpočet zložitejší a vyžadoval by napríklad grafické modelovanie budovy, čo program nerieši. V iných prípadoch zase nie je doriešená metodika normy STN EN 15193 alebo dáva priestor na vlastné rozšírenie príp. na aplikáciu vlastných alebo presnejších výpočtových postupov. Národná metodika už je akýmsi rozšírením normy, napríklad v oblasti výpočtu času využitia denného svetla a pod. Národná metodika je len nezáväzným doplnkom normy, certifikant si na základe svojho odborného zváženia môže zvoliť aj odlišné prístupy – či áno alebo nie, jasne definuje vyšší právny predpis, ktorým je vyhláška č. 625/2006, 311/2009 resp. zákon č. 555/2005. V takýchto prípadoch program síce ponúka riešenia, dáva však možnosť ručnej zmeny medzivýsledkov za iné.

Názov budovy:

**Budova**

	Meno / Názov firmy					
Majiteľ	Firma, s.r.o.					
Prevádzkovateľ	Firma, s.r.o.					
Objednávateľ	Firma, s.r.o.					
	Mesto	PSČ	Ulica, č.d.	Tel	Fax	E-mail
Objekt						
Majiteľ						
Prevádzkovateľ						
Objednávateľ						

**VSTUPNÉ ÚDAJE a MEDZIVÝSLEDKY**

Typ budovy:	Kód: Bx B1	Slovné: kancelárie	
Typ riadenia:	Kód: Rx R1	Slovné: manuálne	
Vstupné údaje:	Udrž. šim.: MF 0,89	Cell. plocha: A (m <sup>2</sup> ) 400,0	P: P <sub>W</sub> (kW) 3,2
Časy:	Denný čas: t <sub>D</sub> (h) 2 260	Nočný čas: t <sub>N</sub> (h) 250	Σ: t <sub>0</sub> (h) 2 500
Činitele:	Denné iv: F <sub>D</sub> 1,00	Riadenie: F <sub>C</sub> 1,00	Obs: F <sub>O</sub> 1,00
Spotreba energie:	Aktivna: W <sub>L</sub> (W/rok) 8 070,0	Pa. ivna: W <sub>P</sub> (W/rok) 0,5	

**VÝSLEDKY**

W	8 070,48 kWh/rok	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="12">MESAČNÉ PREROZDELENIE (kWh/m<sup>2</sup>/mes)</th> </tr> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,68</td><td>1,68</td><td>1,68</td><td>1,68</td><td>1,68</td><td>1,68</td><td>1,68</td><td>1,68</td><td>1,68</td><td>1,68</td><td>1,68</td><td>1,68</td> </tr> </tbody> </table>	MESAČNÉ PREROZDELENIE (kWh/m <sup>2</sup> /mes)												1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68
MESAČNÉ PREROZDELENIE (kWh/m <sup>2</sup> /mes)																																						
1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																										
1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68																											
LENI	20,18 kWh/m <sup>2</sup> /rok																																					
Energetická trieda	<b>C</b>	<table border="1"> <tr> <td>A</td><td>B</td><td><b>C</b></td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>G</td> </tr> </table>	A	B	<b>C</b>	D	E	F	G																													
A	B	<b>C</b>	D	E	F	G																																

**TYPHOON**

V niektorých prípadoch program ponúka štandardné údaje, ktoré sa vyskytujú tak často a pravidelne, že by ich musel certifikant prácne zakaždým zadávať. Program v tomto smere značne uľahčuje prácu. Je však veľmi dôležité vedieť, že certifikant si nemá uľahčovať prácu nadmerne a nie vždy je možné alebo dokonca výhodné štandardné údaje používať.

Príklad: Ak nepoznáme a nevieme zistiť údaj o znečistení skiel (pozri tiež príklad uvedený vyššie), môžeme použiť štandardné hodnoty. Ale ak sa pri vizuálnej prehliadke zistia vážne skutočnosti, ktoré spôsobujú pravidelné a značné znečisťovanie skiel (prašnosť v exteriéroch, ťažká dostupnosť okien zvonka na čistenie a pod.), treba tieto skutočnosti zväžiť a hodnoty adekvátne upraviť. Tu nejde len o aktuálny stav čistoty okien, ale všeobecné podmienky a možnosti. Naopak, ak sa jedná o čisté podmienky, treba štandardné hodnoty zvýšiť. Ináč sa možno ochudobňujeme o dobrý konečný výsledok zatriedenia budovy.

Fotodokumentácia svietidiel a okien je voliteľnou časťou programu z nachádza sa v samostatnom súbore „EHB LiteCalc Photo“. Pre každý typ svietidla resp. okna sa do vyznačeného poľa dá vložiť fotografia.



A



B



A



B

#### Verzia **EHB LiteCalc 3.0**:

Táto verzia sa v súčasnosti pripravuje a v prvom rade má byť aktualizáciou v zmysle novej vyhlášky č. 311/2009. Hlavné pripravované zmeny sa dajú zhrnúť do týchto bodov:

- nový vzor energetického certifikátu podľa šablóny vo vyhláške 311/2009
- implementovanie nových národných koeficientov, prevádzkových časov, škál energetických tried atď. v zmysle novej vyhlášky
- nástroje pre spracovanie protokolu z orientačného merania osvetlenia
- výber a aplikácia energeticky úsporných opatrení
- na základe požiadaviek certifikantov bude výpočtový program distribuovaný v excelovskej podobe XLS, súčasná verzia sa distribuuje v kompilovanej podobe vykonateľného súboru EXE

#### **Literatúra**

- [1] Zákon č. 555/2005 NR SR o energetickej hospodárnosti budov
- [2] Vyhláška č. MVaRR SR 625/2006
- [3] Vyhláška č. MVaRR SR 311/2009
- [4] STN EN 15193:2008
- [5] Slovenská národná metodika na energetickú hospodárnosť budov

# Výpočet parametrov verejného osvetlenia pomocou počítača – aktuálne prístupy pri algoritmickej výpočtovej jadre

Doc. Ing. Dionýz Gašparovský, PhD. – Radovan Bagačka

Slovenská technická univerzita FEI, Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava, [dionyz.gasparovsky@stuba.sk](mailto:dionyz.gasparovsky@stuba.sk)

Tento príspevok sa venuje výpočtu parametrov verejného osvetlenia pomocou počítača. Príspevok vzhádza z aktuálnych prác a úloh, ktoré sa riešia v rámci Medzinárodnej komisie pre osvetľovanie CIE. Práce na tvorbe nového výpočtového softvéru sú v počiatkoch štádia, preto prinášame len prvé informácie o filozofii riešenia a návrhu ďalších postupov. Vývoj a aktuálny stav týchto prác budú postupne publikované v ďalších odborných článkoch a v prednáškach na konferenciách.

## Súčasný stav a východiská

Postup výpočtu parametrov verejného osvetlenia je pre odbornú verejnosť známy skôr z európskej technickej normy EN 13201-3<sup>[3]</sup>, pretože norma má vyššie postavenie (ako napr. odporúčania CIE) a pri návrhu verejného osvetlenia je potrebné tieto normy dodržať. V praxi sa však na výpočet osvetlenosti či jasov, príp. iných fotometrických parametrov, používajú softvérové prostriedky ako napr. Dialux, Relux, Calculux, Wils a iné. Projektant sa málokedy dostáva priamo do styku s výpočtovými postupmi a vzorcami, problematiku by však mal plne ovládať (čo ale v skutočnosti často nebýva!). Softvérová pomôcka by mala projektanta iba odbremeniť od početných rutinných výpočtových operácií. Niektoré univerzálnejšie výpočtové programy umožňujú zvoliť metodiku výpočtu, u nás dostupné programy sa však v súčasnosti sústreďujú na aplikáciu spomínanej normy EN 13201-3.

Ako však ukázali porovnávacie analýzy dostupných výpočtových programov, pri štandardných vstupných údajoch sa výsledky jednotlivých programov líšia o viac ako tolerovateľné rozdiely. Nie všetky definície a požiadavky sú jednoznačné, a tak ich implementácia vo výpočtových programoch môže byť nesprávna alebo aspoň sporná. Program Dialux napr. neakceptovateľne zaokrúhľuje výsledky jasov na jedno desatinné miesto, čo pri triede osvetlenia ME 5 a pri požadovanom udržiavanom jase  $0,5 \text{ cd.m}^2$  neumožňuje projektantovi vykonať spoľahlivý návrh.

Metodika normy EN 13201-3 vychádza prakticky úplne z dokumentu CIE 140<sup>[1]</sup>. V chronologickom ponímaní dokumenty CIE predchádzajú normám EN. Preto sa tvorba metodiky výpočtu verejného osvetlenia takisto najprv rieši v rámci Medzinárodnej komisie pre osvetľovanie CIE a následne sa prepracúva do normatívnej podoby. Platí to aj pre prípadné aktualizácie. Výpočet verejného osvetlenia bol pôvodne upravený starším dokumentom CIE 30.2<sup>[2]</sup> z roku 1982, ktorý bol v roku 2000 nahradený dokumentom CIE 140. Základné prístupy sa v podstate nezmenili, postup výpočtu však bol významne „modernizovaný“.

V súčasnosti sa pripravuje revízia dokumentu CIE 140. Cieľom revízie je odstrániť niektoré chybné formulácie, doplniť dokument o vybrané nové kapitoly (napr. so zameraním na meranie osvetlenia) a najmä definovať množinu testovacích údajov na posúdenie výpočtových programov. Tieto úlohy rieši technická komisia TC 4-15 v rámci 4. divízie CIE. V súčasnosti sa zameranie a náplň komisie (a teda aj dokumentu) prehodnocujú a zvažujú, preto sa ešte nedá hovoriť o tom, čo všetko nová verzia dokumentu CIE 140 prinesie.

Pôvodne sa práce komisie C 4-15 sústreďovali na skúmanie testovacej množiny vstupných údajov na analýzu výpočtových programov, k jedným z hlavných cieľov bolo vytvoriť kalibračné intervaly, do ktorých sa výsledky výpočtových programov majú zmestiť. Tento prístup však odmietajú viacerí odborníci a požadujú spresnenie výpočtových postupov tak, aby boli jednoznačné a neumožňovali žiadne odchýlky. Starší dokument CIE 30.2 mal v prílohe publikovaný výpis (listing) štandardného a rozšíreného výpočtového programu v jazyku Fortran. Štandardný program sa nazýva STAN, sofistikovanejší program má názov LUCIE. Dodnes sa LUCIE považuje za akýsi „výpočtový štandard“. Pri príprave dokumentu CIE 140 neboli k dispozícii kapacity na vytvorenie podobného modernejšieho programu, preto tento dokument žiaden výpis programu neobsahuje, v úvode na tento fakt však priamo upozorňuje a predpovedá možné riešenie pomocou kalibračných intervalov. Dnes sa tvorba štandardného výpočtového programu opäť dostáva do popredia a aktuálne boli započaté práce na tomto programe.

## Koncepcia tvorby výpočtového jadra na výpočet parametrov verejného osvetlenia

V tomto príspevku z priestorových dôvodov nebudeme uvádzať podrobný postup výpočtu parametrov verejného osvetlenia ani požiadavky na výpočet. Uvedené informácie sa dajú nájsť v príslušnej literatúre. Je však dôležité spomenúť aspoň hrubé rysy týchto postupov a požiadaviek:

- Ak je návrhovým kritériom jas, počíta sa **priemerný jas** (uvažuje sa udržiavaná hodnota jasú prostredníctvom udržiavaného činiteľa MF, ktorého určenie ale nie je predmetom tohto výpočtového postupu). Okrem jasú sa počíta celková a pozdĺžna rovnomernosť jasú.
- Ak je návrhovým kritériom osvetlenosť, počíta sa **priemerná osvetlenosť** (uvažuje sa udržiavaná hodnota) a celková rovnomernosť osvetlenia.
- Predmetom výpočtu je aj prahový prírastok TI a pomer osvetlenia okolia SR.
- Na výpočet jasú je pre každý jazdný pruh definovaná poloha pozorovateľa. Do výsledku sa berie najnižšia hodnota za všetkých jazdných pruhov.
- Pri výpočte jasú sa odrazné vlastnosti vozovky zohľadňujú prostredníctvom tzv. **r-tabuliek**.
- Pri výpočte jasú aj osvetlenosti sa priestorové rozloženie svetelného toku svietidiel popisuje tzv. **I-tabuľkami** (tabelizované vyjadrenie kriviek svetivosti v predpísaných uhlových intervaloch). Na prezentáciu údajov I-tabuľky sú k dispozícii všeobecne akceptované formáty ako napr. EULUMDAT, IES a pod.
- Svetivosť pre konkrétny uhol resp. smer, ktorý predstavuje spojnicu svetelného stredu svietidla s vyšetrovaným bodom na vozovke (alebo inej komunikácii), sa z I-tabuliek určí interpoláciou susedných hodnôt. V súčasnosti sa vyžaduje predovšetkým kvadratická interpolácia, v osobitných prípadoch je dovolená lineárna interpolácia. Požiadavky na interpoláciu sa v súčasnosti prehodnocujú. Interpolácia sa obdobne uplatňuje aj v r-tabuľkách.
- Natočenie alebo sklon svietidla sa zohľadňuje prostredníctvom operácií s maticami (rotácia a pod.) a vplýva najmä na určenie správneho smeru pre svetivosť v I-tabuľkách.
- Výpočet jasú a osvetlenosti sa realizuje vo výpočtovej sieti kontrolných bodov a následnom priemerovaní týchto vypočítaných údajov. Poloha aj hustota tejto výpočtovej siete je definovaná metodikou.

Aj keď na prvý pohľad sa výpočtový postup zdá triviálny, algoritmizácia a programovanie v skutočnosti tak jednoduché nie sú. Hlbšia analýza problémov je nad rámec tohto príspevku, niektoré otázky sú však načrtnuté v závere príspevku.

Ako bolo uvedené vyššie, pripravuje sa nová verzia výpočtového jadra, ktorá by mala nahradiť starý „fortranovský“ výpis z počiatku 80-tych rokov. Nejedná sa však o preklad či novú implementáciu, ale o úplne nové riešenie. Ciele a základná koncepcia návrhu sa dajú zosumarizovať v nasledovných bodoch:

- Cieľom je vytvoriť štandardné výpočtové jadro, nie samostatne použiteľný program. Výpočtové jadro má byť aplikovateľné v akomkoľvek komerčne vytváranom softvéri na výpočet a návrh verejného osvetlenia.
- Výpočtové jadro nebude mať žiadne užívateľské (grafické) rozhranie. To sa predpokladá ako súčasť komerčného softvéru, ktorý bude výpočtové jadro využívať.
- Obslužné rutiny výpočtového jadra však budú zabezpečovať transfer vstupných a výstupných údajov do/z výpočtového jadra. Na vstupe sa z externých súborov načíta I-tabuľka, r-tabuľka a geometria komunikácie a osvetľovacej sústavy. Pre I-tabuľku existujú štandardné formáty, pre ostatné vstupné údaje sa štandardné formáty pripravujú v rámci prác na výpočtovom jadre. Pre vstupy bude zvolený len jeden dohodnutý formát, komerčné programy môžu zabezpečiť prípadné načítanie a transformovanie iných súborových formátov. Výstupné údaje vrátane všetkých medzivýsledkov budú po skončení výpočtu takisto transportované do externého textového súboru. Teda aj keď samotné jadro bude oslobodené od komunikačných schopností, výsledky budú ľahko kontrolovateľné (jadro načíta vstupy, zabezpečí výpočet a vygeneruje výstupy).
- Výpočtové jadro sa vytvára v jazyku C++.
- Výpis programu bude plne komentovaný, s odkazmi na konkrétne vzťahy alebo články metodiky v CIE 140. Algoritmus programu je znázornený na obr. 1.
- Program bude mať otvorený výpis (tzv. *open source*) na implementáciu do komerčného softvéru.

- Spôsob zverejnenia výpisu nie je v súčasnosti ešte doriešený. Výpis v tlačenej podobe je však náročný na priestor a pre implementáciu je náročný na čas a námahu (potreba prepisovania) a predstavuje riziko vzniku chýb pri prepise. Preto sa uvažuje nad distribúciou v digirálnej podobe (napr. na CD), konečné riešenie je však v rukách vydavateľa dokumentu.
- Program bude umožňovať experimentálne využitie. Napríklad vzorec na interpoláciu sa bude dať meniť a následne sa bude dať sledovať vplyv výberu interpolačného vzťahu alebo metódy (lineárna, kvadratická) na výsledky. Predpokladá sa, že takéto využitie bude mať program ešte pred konečným zverejnením a umožní vybrať do nového dokumentu CIE 140 najvhodnejšie vzťahy a postupy.

### Úskalia výpočtu parametrov verejného osvetlenia

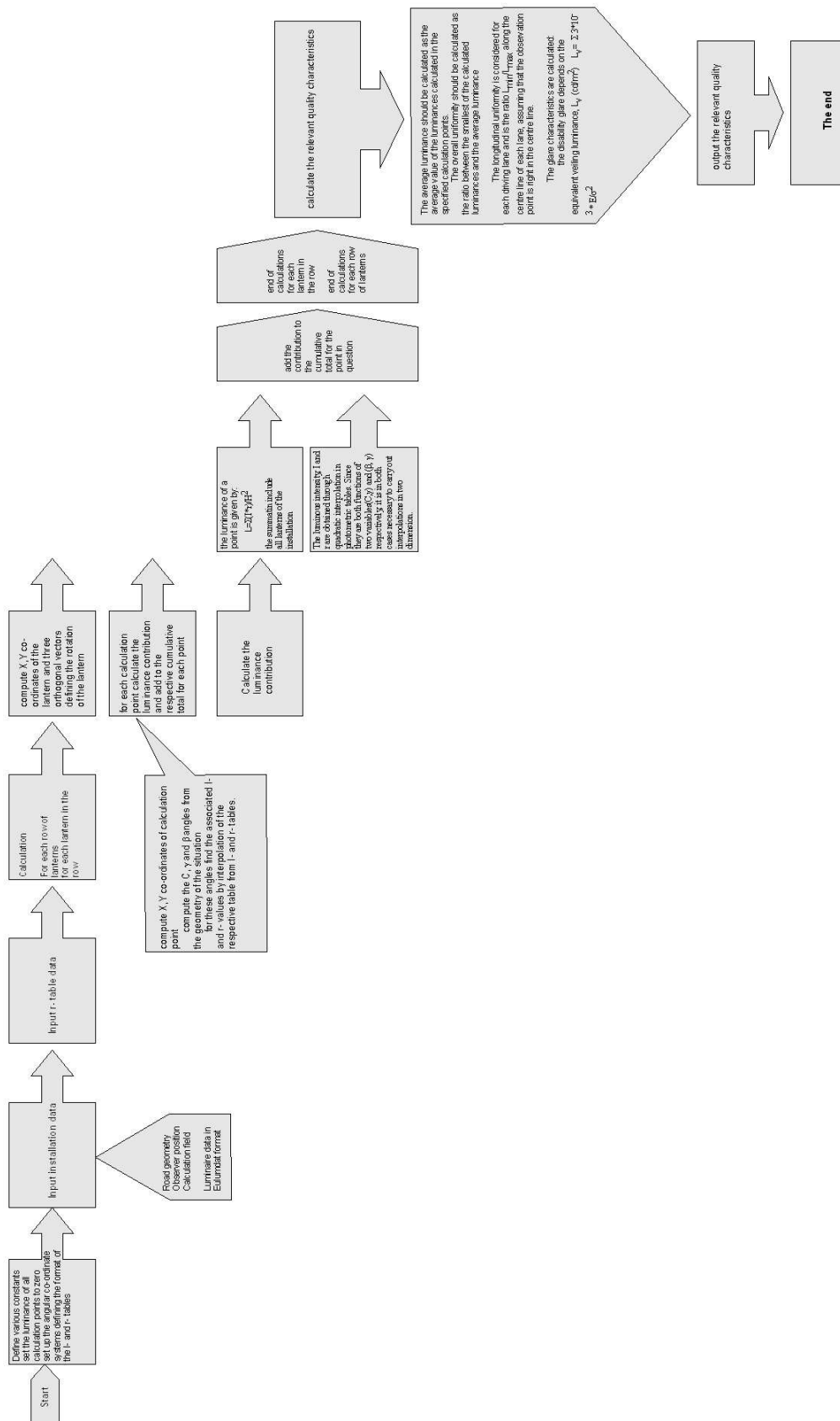
Nové výpočtové jadro má byť oživením CIE 140 ako jeho príloha. Samotný text CIE 140 však prechádza viac-menej len kozmetickými úpravami. Nové výzvy, ktoré sa v oblasti verejného osvetlenia aktuálne objavujú, však prinášajú ďalšie a ďalšie námety aj v takej konzervatívnej časti akou je výpočet fotometrických veličín. Áno, základná teória určite platí a platiť bude, praktická aplikácia je však podstatne otvorenejšia voči budúcim zmenám. Skúsme zhrnúť, čo sa dá očakávať v blízkej budúcnosti:

- Už v pripravovanej verzii CIE 140 sa bude meniť vzťah na výpočet TI, v predchádzajúcej verzii je tento vzťah chybný.
- Nesprávny je aj prístup pri výpočte pomeru osvetlenia okolia SR. Predpoklad je chybný v tom, že do úvahy berie obe strany osvetľovanej komunikácie. Vodič sa však sústreďuje na svoj jazdný pruh a riziko hrozí pri náhlom vstupe chodca a pod. sprava – t.j. len z jednej strany. Druhá strana je v tomto prípade irelevantná. Treba ale dodať, že výpočet SR nie je predmetom komisie TC 4-15, a teda ani dokumentu CIE 140, je však predmetom výpočtu a návrhu verejného osvetlenia.
- Predmetom vážnej diskusie je aj hustota výpočtovej siete kontrolných bodov. Podľa aktuálnych požiadaviek sú rozstupy výpočtových bodov rádovo v metroch, čo je z dnešného pohľadu veľmi riedko. Tieto požiadavky boli tvorené v čase menej výkonných počítačov a menej presnej meracej techniky. Dnešné počítače si v krátkom čase dokážu poradiť s oveľa hustejšou sieťou a aj meranie sa dá vykonať hustejšie pomocou digitálnej fotografie (meranie verejného osvetlenia je však spojené s množstvom problémov, ktoré sa aktuálne riešia v rámci iných komisií). Hustejšiu výpočtovú sieť však predovšetkým vyžaduje použitie modernejších svietidiel, najmä svietidiel so zrkadlovou optikou a svietidiel s LED. Situácia sa na tomto poli zásadne mení, lebo pre staršie svietidlá s difúznou optikou bola hustejšia sieť vlastne zbytočná. Pri nových svietidlách, ako ukázali experimentálne prepočty, však môžu nastať veľmi výrazné rozdiely, ak krivky svietivosti vykazujú lokálne extrémy (tzv. „peaky“). Tieto môžu zasiahnuť miesto medzi výpočtovými bodmi siete, a tak nebudú zahrnuté do výpočtu, čo výsledky zásadným spôsobom skreslí. Tieto rozdiely sú také výrazné, že diskusia o presnosti interpolácie (v I-tabuľkách) by tu napr. strácala zmysel.
- V súvislosti s predchádzajúcim bodom sa tiež môžu požadovať hustejšie uhlové intervaly pre I-tabuľky, to znamená hustejšie meranie kriviek svietivosti. Dnešná meracia technika s automatickým natáčaním svietidiel a s automatickým odpočtom údajov toto takisto umožňuje. Uhlové intervaly by sa mohli dostať na úroveň 1°. Predpokladom je veľmi presné nastavenie svietidla pri meraní.
- Budúcnosť napokon môže priniesť zásadné zmeny prístupov pri návrhu a výpočte verejného osvetlenia. Ako odznelo na konferencii Lux Europa 2009 v Istanbule (záverečná prednáška Wout van Bommela, nie je publikovaná v zborníku z konferencie), osvetlenostné a jasové parametre sa dostávajú na hranice svojich možností a vízie treba hľadať v komplexnejšom ponímaní osvetleného priestoru, napr. tvorbou 3D modelov (veličín, nielen priestoru!). To by ale mohlo znamenať „oprášenie“ teórie svetelného poľa. Alebo príde niečo úplne nové?

### Záver

Naučili sme sa efektívne používať najmodernejší softvér, prestali sme sa ale venovať otázkam typu „čo ten softvér vlastne robí?“. Projektant osvetlenia by nepochybne mal byť oslobodený od práce rutínnej činnosti, nemal by ale zabudnúť na podstatu. A pri návrhu verejného osvetlenia je to výpočtová metodika. Priznajme si, kto z nás, čo projektujeme verejné osvetlenie, počul o dokumente CIE 140 a kto pozná dôkladne normu EN 13201-3?

CIE 140 je v tomto smere základnou pomôckou, metodickým návodom. Softvér vieme pripraviť len v takej kvalite, akú kvalitu má metodický podklad. Preto sa treba aktívne zapojiť do práce TC 4-15 prostredníctvom národných komítetov v Českej republike aj na Slovensku – ak nie priamo tvorbou metodiky, tak aspoň pripomienkovaním čiastkových riešení. Pripravované výpočtové jadro je v počiatočných štádiách spracovania a každá odborná rada či pripomienka ho pomôžu skvalitniť.



Obr. 1 Vývojový diagram výpočtu veřejného osvětlení



## **Literatúra**

- [1] CIE 140 (2000) Roadlighting Calculations, ISBN 3 901 906 03 7
- [2] CIE 30.2 (1982) Calculation and Measurement of Luminance and Illuminance in Road Lighting, ISBN 92-9034-030-4
- [3] EN 13021-3 (2003) Road lighting. Calculation of performance.

# Vyhodnocení osvětlení centrálního skladu světlovody

Jiří Plch  
Jitka Mohelníková

## Úvod

Při výstavbě velkokapacitních skladů investor přistoupil na myšlenku realizovat, pro celkové zlepšení pracovních podmínek v těchto prostorách, instalovat v předefinovaných místech vybrané typy světlovodů. Mezi tyto typy úpatřily i světlovodu českého výrobce a distributora společnosti Lighthway.

Jejich kvality mělo prokázat realizované měření a vyhodnocení osvětlenosti části skladovací haly TESCO, Hala Herceghalom v Maďarsku.

Z celkového pohledu jde o velmi vysokou skladovací halu. Světlá výška haly je 14,8 m a proto bylo použito tubusových světlovodů o průměr 0,76 m, délky 1,5 m, o celkovém počet 14 kusů.

## Použité přístroje a zařízení

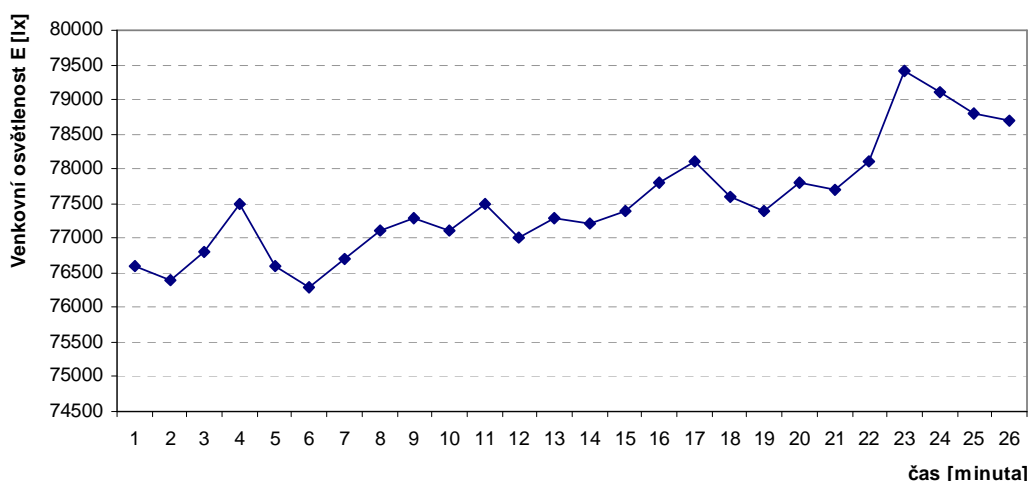
Světelně technické měření bylo realizováno s využitím těchto přístrojů:

1. Jasový analyzátor LMK 2000 Vario
2. Luxmetr Konica Minolta
3. HOBO U12-012:
  - 223 2553 – střecha
  - 223 2556 – hala u vstupu
  - 223 2551 – hala střed
  - 223 2548 – hala zadní část

## Průběh změn venkovního osvětlení a vlastní měření

Během celého měření ve skladovací hale byla snímána hodnota venkovní úrovně osvětlení jednak luxmetrem Minolta a dále potom externím čidlem HOBO-Lagger. Orientační hodnoty jsou uvedeny v obrázku 1.

TESCO Hala Herceghalom



Obr. 1 Vývoj úrovně denního osvětlení u kopolí v průběhu měření

střecha

Pohled na celkovou sestavu  
kopulí světlovou  
velkokapacitního  
skladu



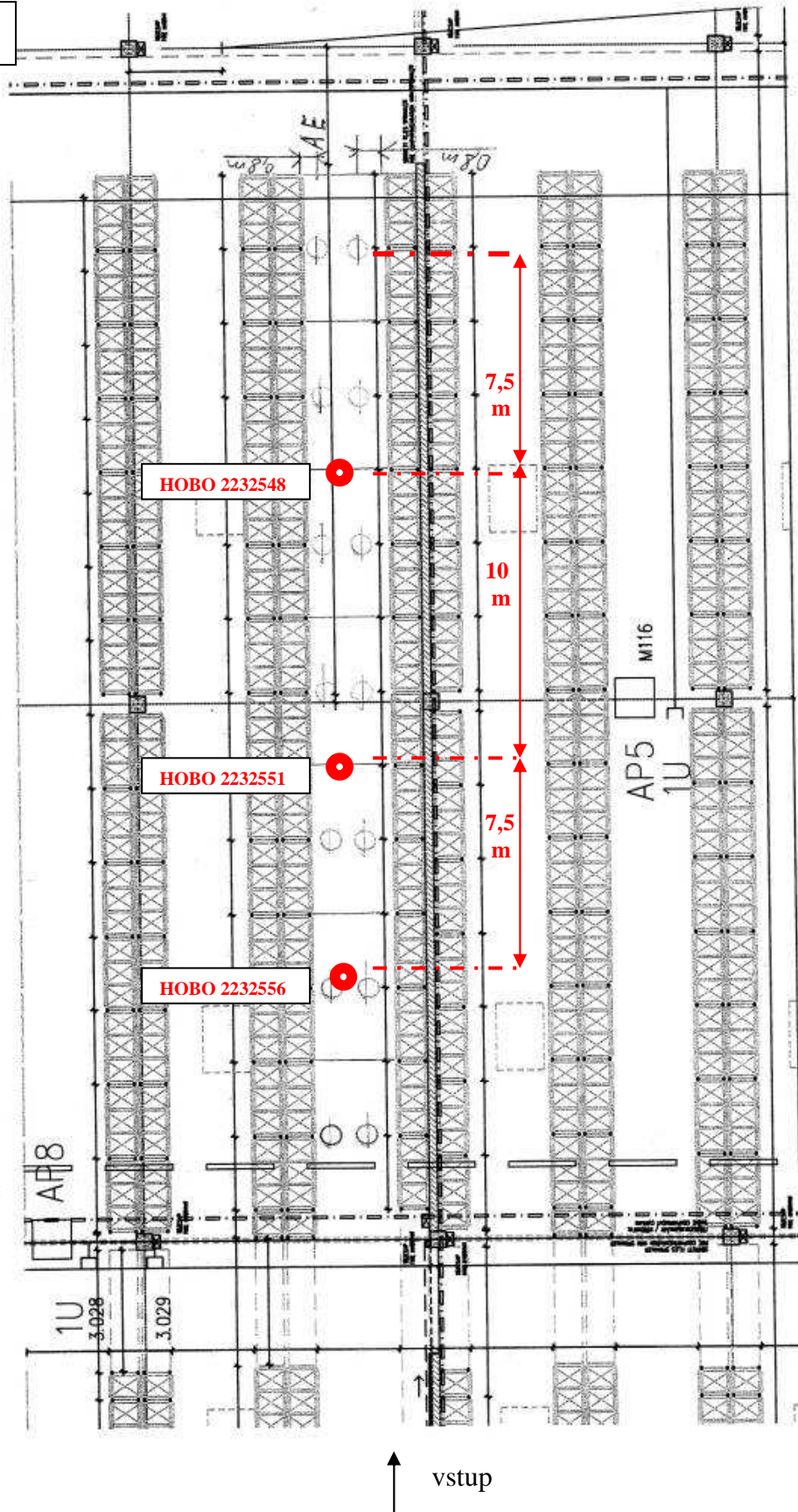
hala

Pohled na vyvedené  
Světlovou do vnitřního  
Prostoru skladu



Obr. 2 Fotografie nástřešní části s kopulemi světlovodů a vnitřní části skladovací haly osvětlované světlovody

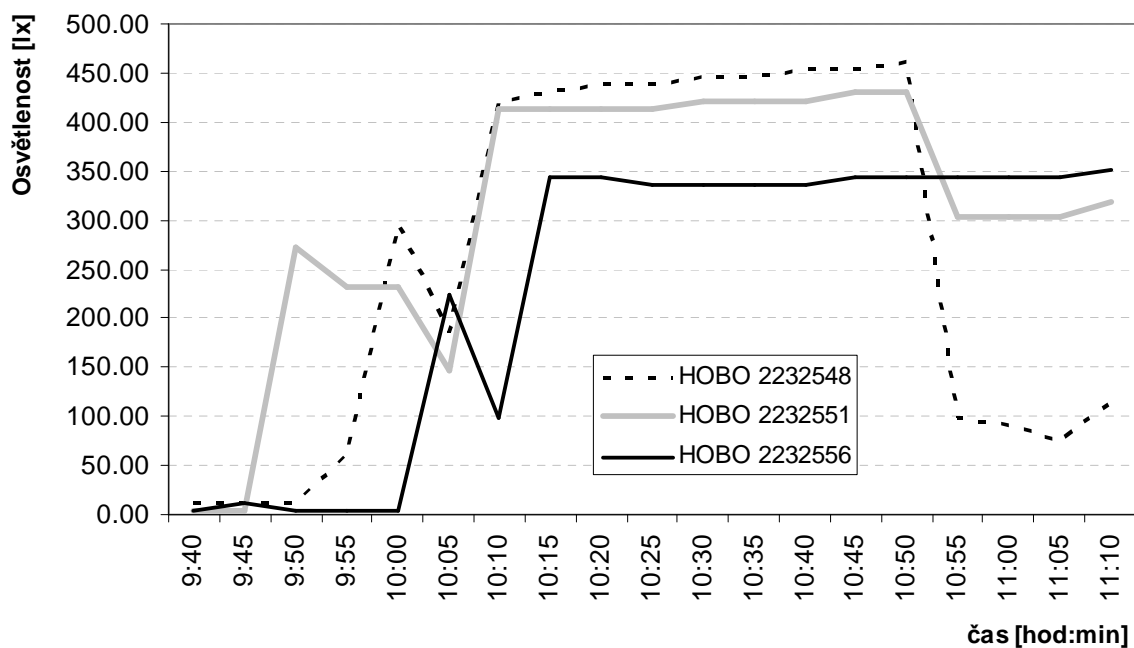
**Střecha**  
**HOBO 2232553**



Obr. 3 Rozmístění měřících čidel HOBO pro měření osvětlenosti na pracovní rovině 850 mm nad podlahou



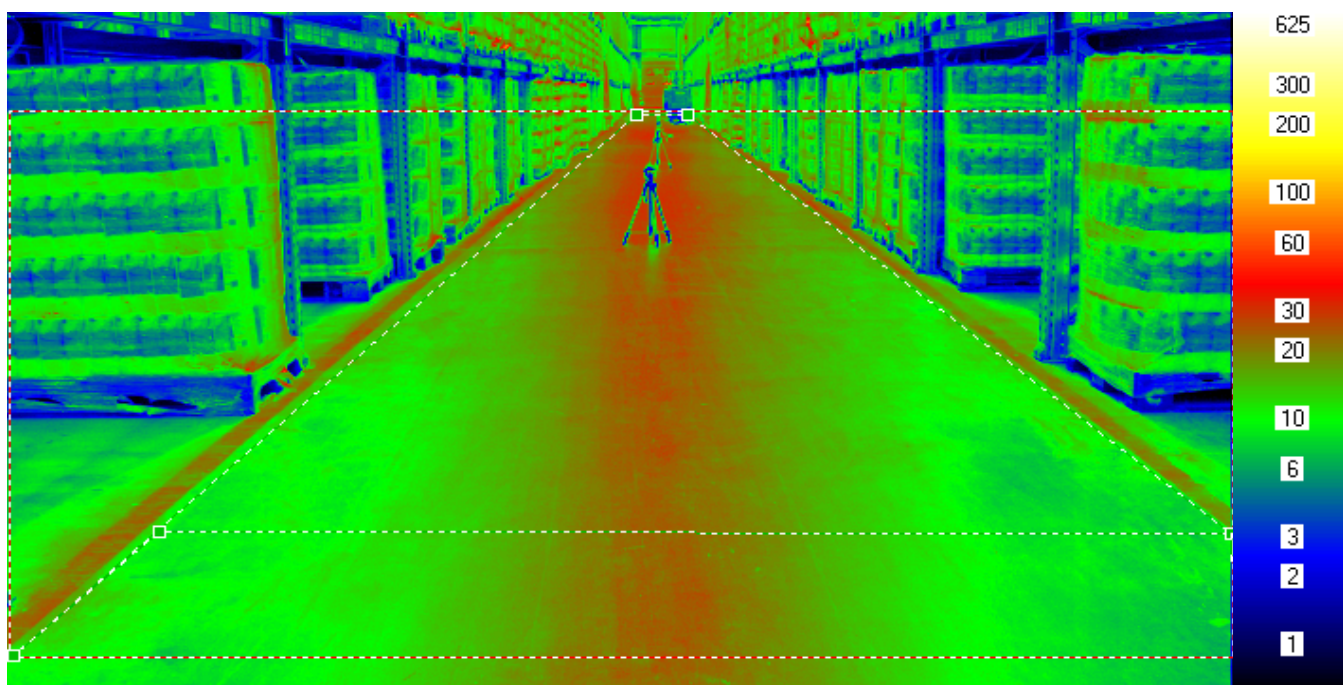
## TESCO Herceghalom, hala



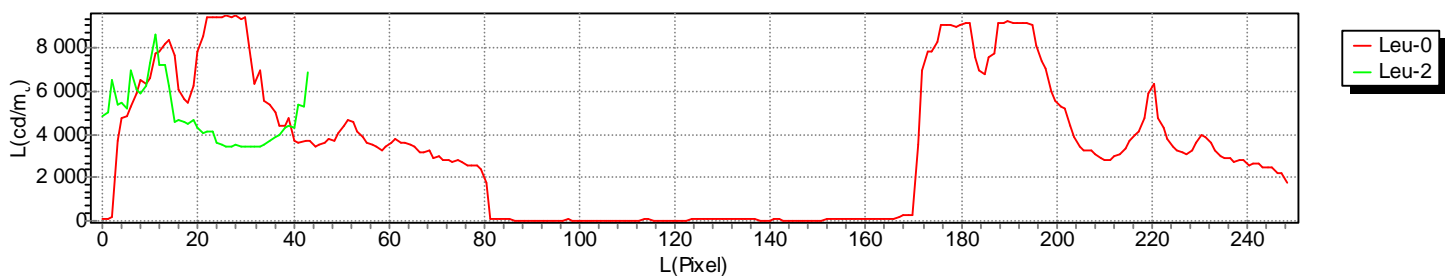
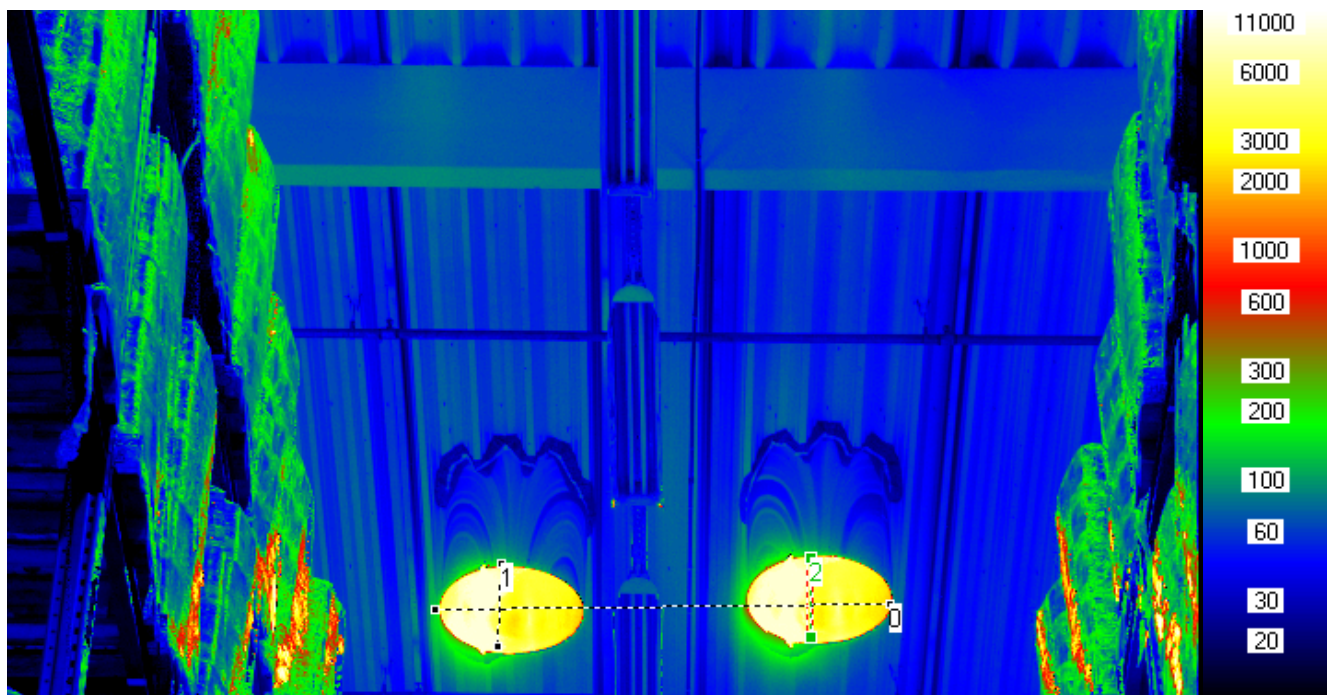
### Naměřené a vyhodnocené parametry

HOBO	2232548	2232551	2232556
průměrná hodnota osvětlenosti v hale [lx]	<b>358.0</b>	<b>366.60</b>	<b>286.50</b>

Obr. 4 Osvětlenosti ve venkovním prostoru i v prostoru skladovací haly pod světlovedy



Obr. 5 Jasová analýza měřeného a posuzovaného prostoru skladu



Číslo	Typ vyhodnocení	Reg.	Stupeň vyhodnocení	Jednotka	Střední	$\sigma$	Min	Max	Plocha
0	Jasová analýza	0	Standard	cd/m <sup>2</sup>	3263	3075	32.99	9458	250
1	Jasová analýza	1	Standard	cd/m <sup>2</sup>	6368	2581	165.3	9462	46
2	Jasová analýza	2	Standard	cd/m <sup>2</sup>	4856	1333	3404	8583	44

Obr. 6 Jasová analýza dvojice světlovou ve skladu

### Závěr

Posouzení a vyhodnocení denního osvětlení prostoru velkoskladu se prokázalo, že hodnoty úrovně osvětlení dosahované na rovině podlahy, během slunečního dne, jsou vyšší, než je požadováno podle současných platných harmonizovaných technických norem a předpisů pro vnitřní pracovní prostory.

Dále lze mít za prokázané, že světlovody významnou měrou přispívají k celkové pohodě pracovníků tím, že přivádějí do prostoru cirkadiánně účinnou energii skloubenou s přirozenou dynamikou denního světla.

Během vlastního měření a posuzování se ukázalo, že celý systém denního osvětlení a umělého osvětlení bude nutné skloubit s vhodným automatickým systémem řízení, aby se dosáhlo energetických úspor během celoročního provozu tohoto skladu.

## **Literatura :**

- [1] Kolektiv autorů : Osvětlování světlovou, GRADA Praha 2009, 160 sstran  
ISBN : 978-80-247-2459-1
- [2] Plch, J. Světelná technika v praxi, IN-EL Praha 1999,196 stran
- [3] Plch, J., Mohelníková, J., Suchánek, P. Osvětlení neosvětlitelných prostor.Era, Brno  
2004,130stran  
ISBN 80-86517-82-9

Autoři:

Doc.Ing. Jiří Plch, CSc.,

Světelná technika Brno

Mail : jiri\_plch@volny.cz

Doc.Ing. Jitka Mohelníková, PhD.,

Stavební fakulta VUT v Brně

jitka.mohlenikova@fs.vutbrno.cz



# Řízení OS s halogenidovými výbojkami vyšších příkonů

**Doc. Ing. Jiří Plch, CSc.,**  
Světelná technika Brno  
**Ing. Dušan Kubela,**  
LUXART, s.r.o.

## Úvod

Řízení provozu osvětlovacích soustav průmyslových podniků a všech dalších, kde jsou aplikovány halogenidové výbojky vyšších příkonů (400W), nebylo doposud možné. Ojedinelé aplikace využívaly omezených možností k řízení provozu, nicméně tento typ světelného zdroje s kmitočtem průmyslové sítě, to prakticky vylučoval.

Někteří výrobci elektronických předřadníků zvládali doposud úspěšně řídit provoz halogenidových výbojek nižších příkonů. Novinkou v této oblasti je potom inteligentní elektronický předřadník, který využívá k řízení změn harmonických hodnot výkonů na kmitočtových úrovních až 250 kHz.

Tento příspěvek má ukázat, jaké jsou možnosti aplikace tohoto elektronického předřadníku, vyšší

## Parametry elektronického předřadníku

Analýza provozních vlastností svítidla s předřadníkem VENTRONIC VTC 400 255 a halogenidovou výbojkou 400 W byla postavena na předdefinovaných výkonových provozních stavech, které vyplývají ze specifikace tohoto předřadníku. Výrobce tohoto předřadníku uvádí, že lze jej aplikovat jak pro vysokotlakou sodíkovou výbojku tak i pro halogenidovou výbojku.

Vzhledem k tomu, že zajímavější podněty při řízení osvětlovacích soustav lze vidět u aplikací halogenidových výbojek, bude analýza orientována jen tímto směrem.

Tato specifikace je určena těmito hodnotami provozních parametrů :

Parametr	Provozní hodnoty
Napájecí napětí	185-254 V
Provozní kmitočet	50/60 Hz
Celkový příkon	432 W
Výstupní výkon	400 W
Jmenovitý proud při 240V	1,8 A
Max proud při 185V	2,4 A
Min P pro sodík výbojku	40 %
Min P pro halogenid výbojku	50 %
Účinnost	0,98-1,00
THD	< 10%
Provozní kmitočet	> 101 kHz
Maximální kmitočet	250 kHz
Zapalovací impuls	Max 5 kV
Kapacita připoj vedení	3 000pF (do 30m)
Max provozní teplota	90 °C
Rozsah prov teplot	- 40 do + 60 °C
Automatická diagnostika	Ano
Krytí	IP 43

TAB. I. – Provozní parametry elektronického předřadníku VENTRONIC

## Předvolitelné výkonové změny bez časových limitů

Elektronický předřadník umožňuje nastavit výklopnou stupně bez časových limitů, pouze přivedeným napětím na řídicí svorku ( 240V). Podle nastavení jednotlivých prepínačů lze dosáhnout výkonových změn, které jsou uvedeny v následující tabulce.

Výkonové stupně	Výchozí stav	Konečný stav
	%	%
1	100	87
2	100	80
3	100	60
4	100	50

### Předvolitelné výkonové změny s časovými limity

Během provozu OS mohou nastat případy, kdy je požadováno snížení výkonu celé OS. Tedy doba, po jejíž uplynutí se z původní maximální hodnoty výkonu snížení výkon celé OS a přicházejí v úvahu dvě možnosti, jak je zřejmé z následující tabulky.

Časové limity	Výchozí stav
	(h)
T1	3
T2	6

### Výchozí podklady měření

Analýza provozních vlastností svítidla v řízených výkonových režimech, bez časových limitů, byla provedena na předloženém vzorku závěsného výbojkového reflektoru s halogenidovou výbojkou ALESTES BELL 480 s elektronickým předřadníkem VENTURE - Ventronic VTC 400 255.

Zkoušky byly provedeny s halogenidovou výbojkou Typ - 10058...HIE 200W/C/U/PS/4K, E40 (izotermální - elipsoidní opalizovaná), výrobce zdrojů VENTURE Lighting – USA

*Poznámka :*

*Světelné zdroje byly před realizací vlastní analýzy provozních režimů zahořeny v celkové době 100 hodin*

### Použité přístroje a zařízení :

- a) Digitální Energy monitor vč 235 645 178  
230 V, 16 A, mod 231  
Záznam parametrů : U (V), I (A), f (Hz), P (W), S (VA),  $\cos \varphi$  (-)  
Přesnost 1 %  
poslední kalibrace, X. 2007
- b) Multimetr BRYMEN laboratorní  
mikroampérmetr pro stanovení relativní hodnoty světelného toku  $\varphi$  (lm)  
přesnost 0,1%
- c) Stabilizátor napětí METRA  
230 V, 50 Hz,  $\pm 3\%$   
v.č. 523 14 548
- d) Křemíkový fotočlánek WESTON  
Bez kosinového nadstavce a přizpůsobení  $V_{\lambda}$
- e) Voltmetr METRA, laboratorní  
v.č. 235 64 656  
rozsah 0 – 250 V  
tř. přesnosti 0,2

Měření elektrických parametrů svítidla bylo provedeno standardním způsobem, popsáním v technickém předpisu měření elektrických veličin spotřebičů s přesností realizovaných měření  $\pm 3\%$ .

### Vyhodnocení dílčích měření:

Byly provedeny tyto čtyři soubory provozních měření s halogenidovou výbojkou o příkonu 400 W s četností záznamu měřené veličiny 60 s. Při každém měření byly zaznamenávány hodnoty těchto elektrických veličin : U (V), I (A), f (Hz), P (W), S (VA),  $\cos \varphi$  (-) a relativní hodnoty světelného toku  $\varphi$  (lm) pro komplexní posouzení.

Měření číslo 1

Ze záznamu z provedeného měření s halogenidovou výbojkou 400 W je provedeno tabelární zpracování naměřených hodnot v tabulce II. pro ustálený stav a vyhodnoceny grafické průběhy základních parametrů v příloze II-1 ( P(W) -  $\varphi$  (%) ) a II-2 ( U(V), I(A),  $\cos \varphi$ (-) ).

Provozní stav	Výkonová hodnota	Jmenovité napětí	Čas	Zdánlivý výkon	Činný výkon	Proud	Účinnost	Světelný tok
	%	V	min	VA	W	A	-	%
Výchozí	100	230	28	418,0	418,0	1,825	1,00	100
Konečná	87	230	97	365,1	365,1	1,60	1,00	75,4
Poměrné hodnoty	<b>87</b>	<b>100</b>	-	<b>87,34</b>	<b>87,34</b>	<b>87,6</b>	<b>100</b>	<b>75,4</b>

Tab. II. Při provozu (dle přílohy 2), (spínače v postavení 111100)

### Měření číslo 2

Ze záznamu z provedeného měření s halogenidovou výbojkou 400 W je provedeno tabelární zpracování naměřených hodnot v tabulce III. pro ustálený stav a vyhodnoceny grafické průběhy základních parametrů v příloze III-1 ( P(W) -  $\varphi$  (%) ) a III-2 ( U(V), I(A),  $\cos \varphi(-)$  ).

Provozní stav	Výkonová hodnota	Jmenovité napětí	Čas	Zdánlivý výkon	Činný výkon	Proud	Účinnost	Světelný tok
	%	V	min	VA	W	A	-	%
Výchozí	100	230	28	418,0	418,0	1,825	1,00	100
Konečná	80	230	97	332,0	332,0	1,48	1,00	60,0
Poměrné hodnoty	<b>80</b>	<b>100</b>	-	<b>79,4</b>	<b>79,4</b>	<b>81,1</b>	<b>100</b>	<b>60</b>

Tab. III. Při provozu (dle přílohy 3), (spínače v postavení 110100)

### Měření číslo 3

Ze záznamu z provedeného měření s halogenidovou výbojkou 400 W je provedeno tabelární zpracování naměřených hodnot v tabulce IV. pro ustálený stav a vyhodnoceny stanoveny grafické průběhy základních parametrů v příloze IV-1( P(W) -  $\varphi$  (%) ) a IV-2 ( U(V), I(A),  $\cos \varphi(-)$  ).

Provozní stav	Výkonová hodnota	Jmenovité napětí	Čas	Zdánlivý výkon	Činný výkon	Proud	Účinnost	Světelný tok
	%	V	min	VA	W	A	-	%
Výchozí	100	230	28	418,0	418,0	1,825	1,00	100
Konečná	60	230	97	255,1	250	1,01	0,98	30
Poměrné hodnoty	<b>60</b>	<b>100</b>	-	<b>61,0</b>	<b>59,8</b>	<b>55,34</b>	<b>98</b>	<b>30</b>

Tab. IV. Při provozu (dle přílohy 4), (spínače v postavení 110110)

#### Měření číslo 4

Ze záznamu z provedeného měření s halogenidovou výbojkou 400 W je provedeno tabelární zpracování naměřených hodnot v tabulce V. pro ustálený stav a vyhodnoceny stanoveny grafické průběhy základních parametrů v příloze V-1( P(W) -  $\varphi$  (%) ) a V-2 ( U(V), I(A),  $\cos \varphi(-)$  ).

Provozní stav	Výkonová hodnota	Jmenovité napětí	Čas	Zdánlivý výkon	Činný výkon	Proud	Účinnost	Světelný tok
	%	V	min	VA	W	A	-	%
Výchozí	100	230	28	418,0	418,0	1,825	1,00	100
Konečná	50	230	97	207,0	205,0	0,922	0,99	20
Poměrné hodnoty	<b>50</b>	<b>100</b>	-	<b>49,5</b>	<b>49,04</b>	<b>50,52</b>	<b>99</b>	<b>20</b>

Tab. V. Při provozu (dle přílohy 5), (spínače v postavení 110101)

#### Souhrn naměřených hodnot

Na podkladě dílčích vyhodnocení realizovaných měření svítidla s halogenidovou výbojkou Typ - 10058...HIE 200W/C/U/PS/4K, E40 ( izotermální - elipsoidní opalizovaná baňka) s elektronickým předřadníkem VENTURE - Ventronic VTC 400 255 je provedeno souhrnné zpracování naměřených hodnot veličin v tabulce VI.

Provozní stav	Výkonová hodnota	Jmenovité napětí	Čas	Zdánlivý výkon	Činný výkon	Proud	Účinnost	Světelný tok
Jednotka	%	V	min	VA	W	A	-	%
Výchozí	100	230	28	418,0	418,0	1,825	1,00	100
Měření číslo 1	87	230	97	365,1	365,1	1,60	1,00	75,4
Měření číslo 2	80	230	97	332,0	332,0	1,48	1,00	60,0
Měření číslo 3	60	230	97	255,1	250	1,01	0,98	30
Měření číslo 4	50	230	97	207,0	205,0	0,922	0,99	20

TAB. VI – Souhrn výsledků měření v reálných hodnotách

Obdobně pro komplexnější srovnání je provedeno porovnání v poměrných hodnotách, které potom ukazují, jaká je shoda či neshoda s uváděnými hodnotami v technických podkladech. toto srovnání je provedeno v tabulce VII.

Provozní stav	Výkonová hodnota	Jmenovité napětí	Čas	Zdánlivý výkon	Činný výkon	Proud	Účinnost	Světelný tok
Jednotka	%	%	-	%	%	%	%	%
Výchozí	100	100	-	100	100	100	100	<b>100</b>
Poměrné hodnoty č. 1	87	100	-	87,34	87,34	87,6	100	<b>75,4</b>
Poměrné hodnoty č. 2	80	100	-	79,4	79,4	81,1	100	<b>60</b>
Poměrné hodnoty č. 3	60	100	-	61,0	59,8	55,34	98	<b>30</b>
Poměrné hodnoty č.4	50	100	-	49,5	49,04	50,52	99	<b>20</b>

TAB. VII – Souhrn výsledků měření v poměrných hodnotách

## Závěr

Při porovnávání hodnot, uváděných v technických podkladech s hodnotami naměřenými, lze konstatovat shodu ve většině uváděných elektrických veličin pro jednotlivé předdefinované provozní stavy. Z tohoto pohledu lze konstatovat, že jde o velmi zdařilou aplikaci elektronického předřadníku pro vysokotlaké halogenidové výbojky vyšších příkonů, což v blízké minulosti nebylo možné.

Principiálně jsou všechny takové aplikace postaveny na změnách harmonických výkonů, které předpokládají vyšší napájecí kmitočty. Z tohoto pohledu to bude v souladu s připravovaným technickým předpisem, který mj počítá s tím, že budou aplikovány i vyšší kmitočty než bylo zde uvedeno.

V technických podkladech výrobce elektronického předřadníku nejsou uváděny žádné dopady na provoz světelného zdroje, přitom zákonitě musí dojít ke změnám světelně technických parametrů, jako jsou světelný tok, teplota chromatičnosti či index barevného podání. Tato problematika bude řešena nádstavbově v nejbližším období.

První výsledky potom ukazují, že tato zákonitost se projevila a se snižováním celkové hodnoty výkonu takového svítidla, dochází i k poklesu hodnoty světelného toku ( i když jde o relativní hodnotu). Je proto nutné, s ohledem na vysokou objektivitu předávaných podkladů, dodatečně stanovit a definovat ještě další světelně technické parametry.

S ohledem na uvedené skutečnosti je zřejmé, že bude nutné provést souhrnný test kompatibility vysokotlakých sodíkových výbojek a halogenidových výbojek s elektronickými předřadníky jak pro stmívatelné (regulovatelné) tak i nestmívatelné typy, tak aby v katalogu světelných zdrojů výrobců byly (pro uvedené typy světelných zdrojů) uváděny nejen hodnoty světelného toku při provozu s klasickým elektromagnetickým předřadníkem, ale též světelné toky při aplikacích vysokofrekvenčního napájení.

Jestliže nebude prokázáno žádné negativní ovlivňování, dá se očekávat, že doba životnosti světelných zdrojů bude nejméně 16.000 hodin.

# Kolaudace osvětlení

Karel, Chudoba, Ing.

Krajská hygienická stanice Ústeckého kraje se sídlem v Ústí nad Labem, karel.chudoba@khsusti.cz

## Vážené dámy, vážení pánové,

tato přednáška se bude týkat kolaudace umělého osvětlení z hlediska orgánů ochrany veřejného zdraví („OOVZ“) a to konkrétně postupu pracovníků Krajské hygienické stanice Ústeckého kraje se sídlem v Ústí nad Labem.

## Stavební řízení

Ve stavebním řízení se OOVZ vyjadřuje k předloženým projektovým dokumentacím. Projektová dokumentace je zkontrolována zda splňuje všechny podmínky dané zákonnými předpisy ochrany veřejného zdraví, mj. nařízení vlády č.361/2007 Sb. kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. Projektová dokumentace musí také obsahovat světelně technický projekt na umělé osvětlení, který bude prokazovat splnění všech světelně technický norem umělého osvětlení. V případě, že projektová dokumentace dokládá, že stavba bude splňovat všechny podmínky dané zákonnými předpisy ochrany veřejného zdraví, je vydáno závazné stanovisko s podmínkami.

Př.:

...

1. Ke kolaudaci bude předložen světelně technický projekt umělého osvětlení prokazující splnění požadavků ČSN EN 12464-1 (Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část1: - Vnitřní pracovní prostory) a s ním i průkaz instalace svítidel a světelných zdrojů uvedených v tomto světelně technickém projektu.
2. Ke kolaudaci bude předložen protokol z měření umělého osvětlení splňující požadavky ČSN 36 0011-1 a 3 (Měření osvětlení vnitřních prostorů, Část 1: Základní ustanovení, Část 3: Měření umělého osvětlení), který bude prokazovat splnění požadavků ČSN EN 12464-1, uvedených ve světelně technickém projektu za provozních podmínek a na pracovních místech.

Odůvodnění:

Při splnění podmínek č.1 až č.2 bude prokázáno splnění §45 odst.1 nařízení vlády č.361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, podle ustanovení §21 písm.a) zákona č.309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci). Průkazem instalace svítidel a světelných zdrojů v podmínce č.1 je myšleno to, že budou předloženy dodací listy svítidel a světelných zdrojů s uvedením výrobce, plné označení typu výrobku a počtu kusů dodaných na předmětnou stavbu, nebo jiný ověřitelný průkaz instalace svítidel a světelných zdrojů. Tento ověřovací postup je nutný k ověření umělého osvětlení podle čl. 6.2 Jednotné hodnocení oslnění a čl. 6.3 Index podání barev podle normy ČSN EN 12464-1 Světlo a osvětlování - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory z března 2004.

...

## Platná legislativa

Nařízení vlády č.361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci:

### § 45

#### Osvětlení pracoviště

(1) K osvětlení pracoviště včetně spojovacích cest se užívá denní, umělé nebo sdružené osvětlení. Osvětlení pracoviště a spojovacích cest mezi jednotlivými pracovišti denním, umělým nebo sdruženým osvětlením musí odpovídat náročnosti vykonávané práce na zrakovou činnost a ochranu zdraví v souladu s normovými hodnotami a požadavky. Normovou hodnotou se rozumí konkrétní hodnota denního, umělého nebo sdruženého osvětlení obsažená v příslušné české technické normě upravující hodnoty denního, sdruženého a umělého osvětlení. Normovým požadavkem se rozumí technický požadavek obsažený v příslušné české technické normě. Osvětlení nesmí být příčinou oslňování.

### **Kolaudace stavby**

Při kolaudaci je vyžádán OOVZ světelně technický projekt umělého osvětlení, který byl předložen při stavební řízení, popř. doplněný světelně technický projekt umělého osvětlení dle podmínek závazného stanoviska z důvodu ověření čl. 6.2 a 6.3 normy ČSN EN 12464-1. Tedy z důvodu kontroly umělého osvětlení musí světelně technický projekt obsahovat souřadnice svítidel (x, y, z), natočení svítidel a pro přehlednost obrázků umístění svítidel, odraznost stropu, stěn a podlahy, typ a výrobce svítidla a světelné zdroje, případně katalogový list svítidla s obrázkem a katalogový list světelného zdroje s podáním barev a světelným tokem.

OOVZ při prohlídce stavby kontroluje výškové a souřadnicové umístění svítidel nebo v případě rastrového stropu, zda je správná rozteč svítidel, správný počet svítidel, správné natočení svítidel, správný typ svítidla (např. matná mřížka), správný typ světelného zdroje z hlediska podání barev atd.

Následně je OOVZ vyžádán průkaz instalace svítidel a světelných zdrojů, který může být proveden vícero způsoby.

1. Jsou předloženy dodací listy svítidel a světelných zdrojů s uvedením výrobce, plného označení typu výrobku a počtu dodaných kusů.
2. Jsou sundána svítidla nebo kryty svítidel, tak aby bylo možné přečíst štítky svítidel a nápisy na světelném zdroji.
3. U malých staveb jsou předloženy obaly svítidel a světelných zdrojů, na kterých jsou uvedeny výrobci a typy.

### **Kontrola měření umělého osvětlení**

Při kolaudaci je dále OOVZ vyžádán protokol z měření umělého osvětlení, který musí obsahovat všechny náležitosti dle norem ČSN 36 0011–1 a ČSN 36 0011–3 pro provozní přesnost měření. Měření umělého osvětlení je důležité k ověření čl. 6.1 normy ČSN EN 12464–1.

OOVZ kontroluje měření umělého osvětlení, kde a za jakých podmínek bylo měřeno, jaký byl výsledek měření atd. OOVZ při porovnání měření a výpočtů umělého osvětlení, sleduje udržovací činitel pro stanovení udržované osvětlenosti a kontroluje vstupní hodnoty pro výpočet udržovacího činitele, zda jsou reálné.

### **Legislativní postup OOVZ**

Vzhledem k tomu, že investor v den kolaudačního řízení musí odevzdat souhlasná stanoviska dotčených orgánů, aby mu bylo vydáno rozhodnutí stavebního úřadu s užíváním stavby, jsou OOVZ oslovovány před kolaudací.

Je prováděno OOVZ místní šetření na stavbě, při kterém je prohlédnuta stavba jako taková a investor je dotazován na samotný provoz. Mimo jiné je cílem zjistit, zda soustava umělého osvětlení odpovídá všem nárokům na vykonávané činnosti. Je proveden zápis z místního šetření a v případě souhlasu je vydáno souhlasné stanovisko. V případě, že byly zjištěny nedostatky je proveden pouze zápis z místního šetření a v den kolaudace, jestliže nebyly odstraněny všechny nedostatky je vydáno nesouhlasné stanovisko. Současný stavební zákon neumožňuje souhlasit s podmínkami.

V případě, že OOVZ provádí místní šetření v den kolaudačního řízení vydá souhlasné nebo nesouhlasné stanovisko, případně provede zápis do protokolu stavebního úřadu.

Jestliže OOVZ vydá nesouhlasné stanovisko, má možnost investor stavby provést odstranění nedostatků, ale pouze po dohodě se stavebním úřadem, který prozatím nevydá rozhodnutí. Po skutečném odstranění nedostatků a po místním šetření OOVZ je změněno stanovisko na souhlasné. Tato možnost je časově omezena, protože stavební zákon nařizuje stavebnímu úřadu (v případě nesouhlasu dotčených orgánů) do určité doby po kolaudačním řízení vydat zákaz užívání stavby.

### **Konkrétní případy**

**1)** Při kontrolní prohlídce stavby je zjištěno, že instalovaná svítidla neodpovídají typem a výrobcem odsouhlaseným svítidlům ve stavebním řízení a předložený světelně technický projekt toto potvrzuje. OOVZ nemůže konstatovat, že stavba je provedena dle schváleného projektu a OOVZ nemůže konstatovat, že stavba splňuje všechny zákonné předpisy ochrany veřejného zdraví a tedy OOVZ vydá nesouhlasné stanovisko.

**ad 1)** Investor stavby požádá stavební úřad o změnu stavby před dokončením zároveň s žádostí o kolaudaci a OOVZ předá při místním šetření nový světelně technický projekt umělého osvětlení s instalovanými svítidly a zdroji, který bude prokazovat splnění ČSN EN 12464-1 za vstupních podmínek odsouhlaseného světelně technického projektu nebo za skutečných provozních podmínek (v případě, že jsou přísnější než v odsouhlaseném projektu).

**2)** Při kontrolní prohlídce bylo zjištěno, že světelné zdroje nemají odpovídající podání barev než požaduje norma ČSN EN 12464-1 a tedy mají jiný světelný tok. Dále měření umělého osvětlení bylo provedeno za těchto podmínek. OOVZ nemůže konstatovat, že stavba splňuje všechny zákonné předpisy ochrany veřejného zdraví a tedy OOVZ vydá nesouhlasné stanovisko.



**ad 2)** Investor stavby provede výměnu světelných zdrojů za správné světelné zdroje a po jejich zahoření provede nové měření umělého osvětlení.

**3)** Při kontrolní prohlídce bylo zjištěno, že světelný tok instalovaných světelných zdrojů neodpovídá předloženému světelně technickému projektu umělého osvětlení. OOVZ nemůže konstatovat, že stavba splňuje všechny zákonné předpisy ochrany veřejného zdraví a tedy OOVZ vydá nesouhlasné stanovisko.

**ad 3)** Investor stavby provede výměnu světelných zdrojů za správné světelné zdroje a po jejich zahoření a provede nové měření umělého osvětlení nebo provede nový výpočet umělého osvětlení, který bude prokazovat splnění ČSN EN 12464-1 za vstupních podmínek odsouhlaseného světelně technického projektu nebo za skutečných provozních podmínek (v případě, že jsou přísnější než v odsouhlaseném projektu).

**4)** Při kontrolní prohlídce bylo zjištěno, že svítidla nejsou umístěna dle předloženého světelně technického projektu, protože např. se nevešla do rastrového stropu kvůli vzduchotechnice. Dále bylo zjištěno, že byla provedena záměna mřížek, tedy neodpovídá svítidlo projektovanému typu apod. OOVZ nemůže konstatovat, že stavba splňuje všechny zákonné předpisy ochrany veřejného zdraví a tedy OOVZ vydá nesouhlasné stanovisko.

**ad 4)** Investor stavby provede nápravu a předložený výpočet umělého osvětlení bude prokazovat splnění ČSN EN 12464-1 za vstupních podmínek odsouhlaseného světelně technického projektu nebo za skutečných provozních podmínek (v případě, že jsou přísnější než v odsouhlaseném projektu). Dále bude předložen nový protokol z měření umělého světlení.

**5)** Při kontrolní prohlídce bylo zjištěno, že předložený protokol z měření umělého světlení neobsahuje veškeré náležitosti požadované normami ČSN 36 0011-1 a -3 pro provozní měření, popř. nebylo provedeno měření za požadovaných podmínek, nebylo provedeno měření na pracovištích, které bylo nutné provést k hodnocení umělého světlení. OOVZ nemůže konstatovat, že stavba splňuje všechny zákonné předpisy ochrany veřejného zdraví a tedy OOVZ vydá nesouhlasné stanovisko.

**ad 5)** Investor stavby provede nové měření umělého osvětlení.

**6)** Při kontrolní prohlídce bylo zjištěno, že předložený protokol z měření umělého světlení prokazuje nevyhovující udržovanou osvětlenost (případně nacházející se v pásmu nepřesnosti měření) nebo rovnoměrnost. OOVZ nemůže konstatovat, že stavba splňuje všechny zákonné předpisy ochrany veřejného zdraví a tedy OOVZ vydá nesouhlasné stanovisko.

**ad 6)** Investor stavby provede nápravu a předloží nový protokol z měření umělého světlení, případně předloží nový výpočet umělého osvětlení, který bude prokazovat splnění ČSN EN 12464-1 za vstupních podmínek odsouhlaseného světelně technického projektu nebo za skutečných provozních podmínek (v případě, že jsou přísnější než v odsouhlaseném projektu).

Zde byly vyjmenovány jen nejčastější nedostatky při kolaudaci umělého osvětlení, s kterými se OOVZ setkávají.

## **Závěr**

Zjednodušeně řečeno OOVZ kontrolují při kolaudaci umělého osvětlení 3 věci. To co je vyprojektováno, musí být i instalováno a následně ověřeno měřeními. Vše pak musí souhlasit. Jestliže se změní instalovaná soustava, musí se změnit výpočet umělého osvětlení, aby spolu souhlasily a obráceně. Jestliže se změní instalovaná soustava za které bylo provedeno měření, musí se provést nové měření.

## **Literatura**

- [1] zákon č.309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci)
- [2] nařízení vlády č.361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- [3] norma ČSN 36 0011-1 Měření osvětlení vnitřních prostorů, Část 1: Základní ustanovení
- [4] norma ČSN 36 0011- 3 Měření osvětlení vnitřních prostorů, Část 3: Měření umělého osvětlení
- [5] norma ČSN EN 12464-1 Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část1: Vnitřní pracovní prostory

# Moderní prostředky pro eliminaci rušivých vlivů v elektrických světelných obvodech

Zdeněk Müller, Tomáš Sýkora, Jan Švec, Josef Tlustý

ČVUT v Praze, Fakulta elektrotechnická

Katedra elektroenergetiky

<http://k315.feld.cvut.cz/>, [tlusty@fel.cvut.cz](mailto:tlusty@fel.cvut.cz)

Článek se zabývá možnostmi eliminace rušení vyššími harmonickými, které se v elektrických sítích mohou začít více vyskytovat z důvodu používání méně kvalitních světelných zdrojů. Článek reaguje i na aktualizaci norem a vyhlášek, které úzce souvisí s dodávkou a kvalitou elektrické energie. Díky nařízení EU, kdy došlo k zákazu výroby klasických žárovek od 100 W a vyšších, budou tyto světelné zdroje nahrazovány kompaktními zářivkami, které obsahují elektronické předřadníky. V elektronických předřadnících používají polovodičové součástky a na trhu se objevují i méně kvalitní světelné zdroje, které jsou i zdrojem rušení, je třeba do budoucna s eliminací tohoto rušení, které si vyžádá nemalé investiční náklady.

## 1 ZDROJE VYŠŠÍCH HARMONICKÝCH

Pokud budeme uvažovat, že zdroje soustavy dodávají pouze sinusové napětí základního kmitočtu, pak pro udržení napěťové rovnováhy mezi sítí a jedním z výše uvedených spotřebičů musí protékat proud vyšší harmonické takovou částí obvodu, aby na jeho indukčnostech respektive odporech vybudil rozdílová napětí o kmitočtu vyšší harmonické. Takto vzniklá napětí se superponují na sinusové napětí síťového kmitočtu a jsou pak měřitelná na všech odběrových místech a způsobují přídavné namáhání jiných zařízení připojených do téže sítě. Překročení napětí vyšší harmonické, přes hodnotu odolnosti proti rušení, se u připojeného zařízení projeví následujícími způsoby:

- zkrácením životnosti a tím způsobenými předčasnými výpadky kondenzátorů a motorů v důsledku tepelného přetížení
- poruchami funkce elektronických zařízení
- chybou funkcí ochrany
- nesprávnou funkcí přijímačů HDO (nespínání nebo nadbytečné spínání)

Z těchto důvodů je provozovatel distribuční sítě nucen dbát, aby napětí vyšších harmonických nepřevyšovala určené meze. Zcela nepřijatelné je připojit zařízení způsobující stejnosměrný proud v distribuční síti nn (např. usměrňovač s vyvedeným středem připojený přímo bez předřazeného transformátoru), který by mohl způsobit korozi v PEN-vodiči. Při hlubším pohledu zjistíme, že pro vyšší harmonické proudy se uplatňují zákony elektrodynamiky (skinefekt, blízkostní jevy). Pokud činné odpory vodičů i vinutí strojů vzrůstají, rostou i jejich činné ztráty. Například i velice malý proud 11. harmonické může být příčinou značných činných ztrát, protože protéká velkým odporem. Odpor roste rychleji u vícevrstvých vinutí (např. transformátory). Vodiče a vinutí strojů, navržených na 50 Hz, většinou nevyhoví z hlediska ztrát od vyšších harmonických proudů, asynchronních motorů, transformátorů i na vedeních, proto se je snažíme uzavřít dokrátka, co možná nejbliže k jejich zdrojům. Zdroje vyšších harmonických lze rozdělit na dvě skupiny na zdroje vyšších harmonických napětí a na zdroje vyšších harmonických proudů.

Zdroje vyšších harmonických proudů jsou v elektrické síti mnohem častější. Jsou to zejména elektrická zařízení, která mají nelineární voltampérovou charakteristiku. Tyto zdroje rušení můžeme dále rozdělit na jednofázové a třífázové.

Jednofázové zátěže:

- elektronické předřadníky kompaktních svítidel tzv. CFL
- spínané napájecí zdroje
- malé zdroje pro nepřerušované napájení – UPS
- zářivky, plynové výbojky a domácí spotřebiče, aj.

Třífázové zátěže:

- transformátory
- usměrňovače a měniče
- velké jednotky záložního napájení – UPS

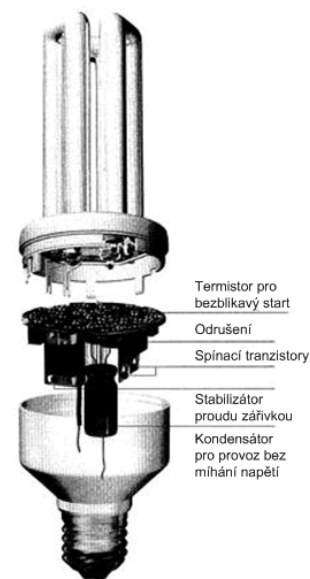
**Proud procházející středním vodičem**

Obecně platí, že harmonický proud procházející středním vodičem je pro daný řád harmonických příspěvků určen vektorovým součtem proudů od všech tří fází. Pro lepší orientaci a návrh opatření v trojfázovém systému, je vhodné přetransformovat vyšší harmonické proudy do složkové soustavy.

## Svítilna s elektronickými předřadníky

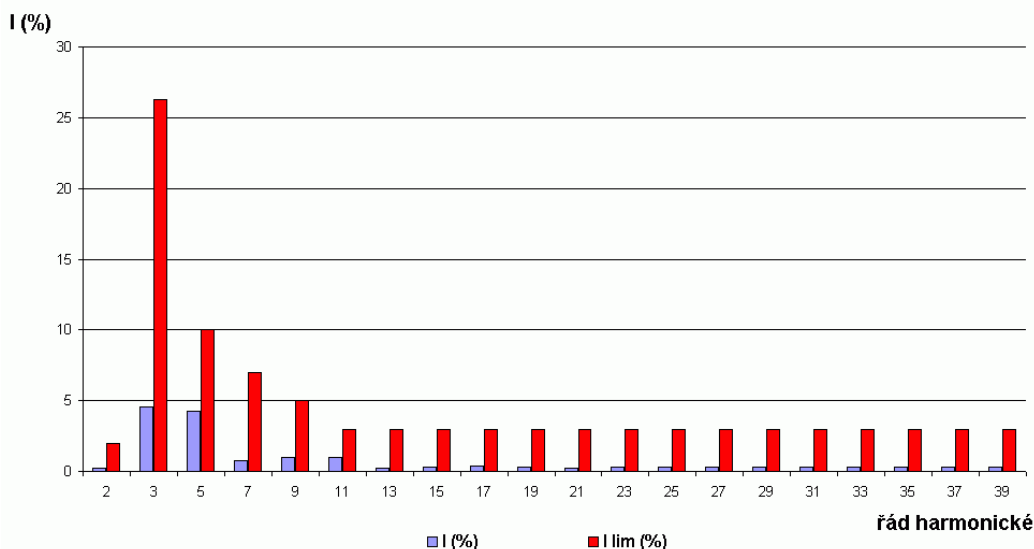
Elektronické předřadníky svítidel se v poslední době velmi často používají a často nahrazují klasické předřadníky. Svítilna s elektronickým předřadníkem dosahuje vyšší účinnosti, protože jsou napájeny napětím s vysokou frekvencí, čímž svítilna dosahuje o něco vyšší účinnosti. Výhodou těchto předřadníků je zachování a zároveň i prodloužení životnosti svítilny. Největší nevýhodou svítidel s elektronickými předřadníky je, že generují v odebíraném proudu vyšší harmonické. Výkonově větší svítilny se provádějí s kompenzací účinnosti, malé světelné jednotky jsou většinou vyráběny bez kompenzace.

Kompaktní svítilny (CFL) se nyní prodávají jako náhrada za klasické žárovky s wolframovým vláknem. Miniaturní elektronický předřadník je umístěn v patce svítilny, do které je zasazena zářivková trubice. Tato svítilna jsou velmi často využívány jako náhrada klasických žárovek v domácnostech a dále v hotelech, v administrativních budovách, kde se následně mohou objevit vážné problémy s vyššími harmonickými v elektrické síti. Tyto problémy mohou být dále ovlivněny spínanými napájecími zdroji, které jsou používány v počítačích.



Obr. 1: Kompaktní svítilna

## Harmonické spektrum proudu



Obr. 2: Harmonické spektrum proudu s vyznačenými limity

## 2 ELIMINACE VYŠŠÍCH HARMONICKÝCH

### Potlačení vyšších harmonických procházejících středním vodičem

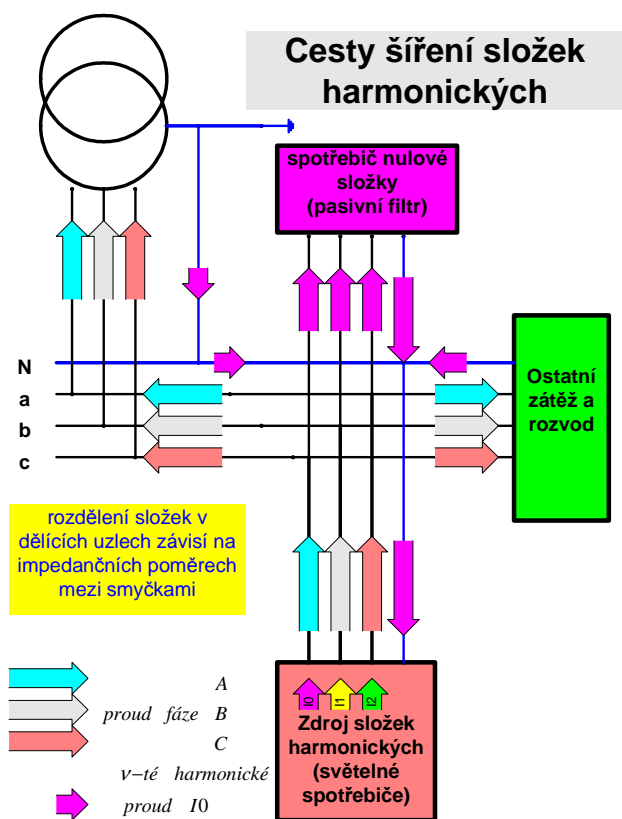
Jedním z nejčastějších negativních projevů vyšších harmonických je proudové přetížení středního vodiče. Jsou známy případy, kdy efektivní hodnota proudu středního vodiče byla dvojnásobná než hodnota fázového vodiče. Přitom průřez středního vodiče je obvykle pro průřezy větší než 35 mm<sup>2</sup> volen o stupeň menší než vodičů fázových. Z těchto důvodů budeme v následujícím analyzovat tento jev a budeme se zabývat především novými způsoby eliminace vyšších harmonických uzavírajících se přes střední vodič.

### Specifické způsoby omezení 3. harmonické ( popřípadě lichých násobků) v energetických sítích

Sudé harmonické vznikají vlivem různého zkreslení v jednotlivých půlvlnách, které ovšem není typické pro energetická rušení v distribučním systému, a proto v elektrických rozvodech obvykle vznikají a jsou dominující pouze liché harmonické kmitočty. Z tohoto důvodu se soustředíme pouze na 3.harmonickou, která je obvykle ve světelných rozvodech dominující, a její liché násobky.

Pro omezení vlivu třetí harmonické proudu je možno obecně použít pasivního či aktivního filtru, ale narážíme zde na různá omezení, především cenu u aktivních filtrů a u pasivních filtrů možnost vzniku nežádoucích rezonancí, neúčinnost, případně zhoršení účinníku atd. Tyto problémy lze obvykle eliminovat pomocí izolačního transformátoru ve spojení uzemněná hvězda/trojúhelník a připojení rušících spotřebičů (svítidel) na mezifázové obvody. Toto řešení je jednoduché a spolehlivé, ale přináší několik problémů z hlediska ochrany před nebezpečným dotykovým

napětím a dvoufázovým vypínáním obvodů a tím i jinou strukturou světelných obvodů apod. Tento způsob je vhodný při novém návrhu a nelze použít při rekonstrukcích světelných soustav a nedodrжуje stávající zvyklosti.



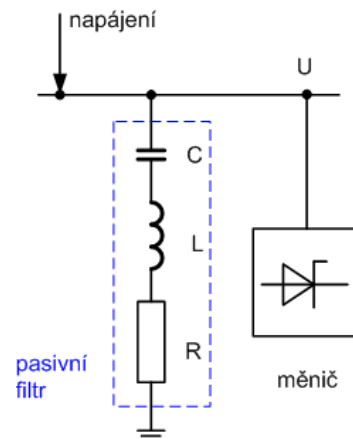
Jedním z nových možných způsobů řešení je použití nového typu pasivního filtru, který zkratuje a nebo funguje naopak jako zádrž pro netočivou složku. Vzhledem k tomu, že pro symetricky proudový zdroj třetí harmonické a její liché násobky je dominantní soustava netočivá, je možno těchto prvků použít k selektivní eliminaci harmonických. Tyto filtry můžeme připojovat k systému paralelně a dodatečně, bez rizika rezonancí a jejich účinnost je závislá na poměru netočivých impedancí v soustavě. Obecně lze říci, tento princip je vhodný aplikovat v sítích malého rozsahu s nízkým zkratovým výkonem, optimální je nasazení v soustavách napájených UPS, kde jsou vyšší harmonické proudy obzvláště významné. Princip těchto nových pasivních filtrů v podstatě rozvádí metody, které se již dříve používaly pro omezení šíření třetí harmonické přes transformátory.

Obr. 3: Toky vyšších harmonických v síti

### Potlačení vyšších harmonických pomocí pasivních filtrů

Pasivní filtr se používají v sítích, kde je třeba dosáhnout snížení vyšších harmonických a zároveň snížení vlivu jalového výkonu. Tyto pasivní filtry jsou tvořeny vhodným zapojením výkonových kondenzátorů a tlumivek. Výkonový kondenzátor můžeme považovat za zdroj jalového výkonu a lze jej ke spotřebiči připojit buď sériově a nebo paralelně. Při připojování výkonových kondenzátorů je třeba dávat pozor, aby nebyly přetěžovány nad povolené hranice. V případě nadměrného přetěžování může dojít ke zrychlenému stárnutí a tím i snížení základní funkce kondenzátoru, což by mohlo vést i tzv. rozladění celého pasivního filtru pro danou vyšší harmonickou. Pasivní filtr je značně namáhán vyššími harmonickými a proto je důležité při návrhu filtru znát možnosti přetěžování kondenzátorů.

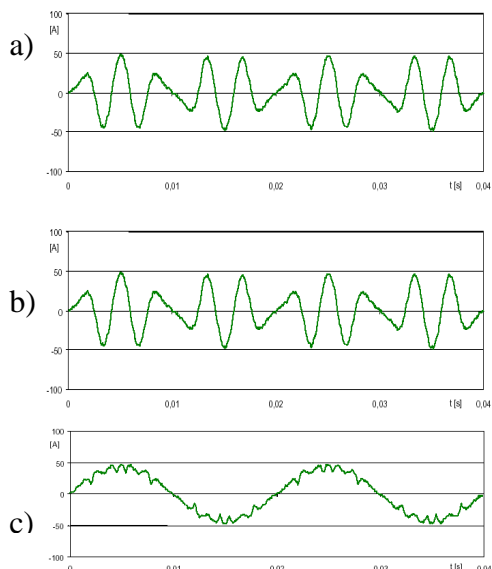
Velmi důležitým činitelem přetížení kondenzátorů jsou jeho tepelné ztráty. Vlivem nárůstu teploty kondenzátoru resp. dielektrika se urychluje jeho stárnutí a tím se zkracuje jeho životnosti a může dojít i k tepelnému průrazu dielektrika. Pro filtraci vyšších harmonických síťového proudu a napětí se nejčastěji používá zapojení jako sériový RLC obvod. Tento rezonanční obvod je naladěn na kmitočet impedance rovné pouze odporu R, paralelně připojeného ke zdroji rušení (viz obr. 4). Pro kmitočty nižší než je rezonanční kmitočet se pasivní filtr chová jako kondenzátor a dodává do sítě jalový výkon. Pro kmitočty vyšší než je rezonanční kmitočet se chová pasivní filtr jako cívka a potlačuje rezonanční jevy. V oblasti podrezonančních kmitočtů je jalový výkon dán součtem 1. harmonické a spektra vyšších harmonických.



Obr. 4: Připojení pasivního filtru do sítě

## Potlačení vyšších harmonických pomocí aktivních filtrů

Aktivní výkonové filtry (APF) mohou plnit celou řadu různých funkcí, což je dáno jejich začleněním do systému a dále také způsobem řízení. Podle funkcí, které aktivní filtr plní, se využívají v zařízeních FACTS (Flexible Alternating Current Transmission System) a nebo CP (Custom Power). Aktivní filtr lze použít pro kompenzaci vyšších harmonických, jalového výkonu, nesymetrie, flickeru a řízení velikosti napětí a kmitočtu.

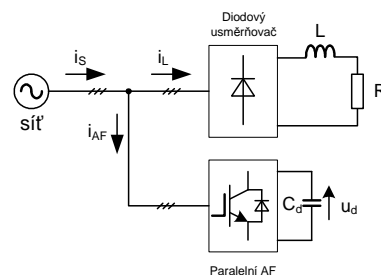


Aktivní filtr je tvořen výkonovými obvody, vícefázovým polovodičovým můstkem se stejnosměrným napětovým meziobvodem, který je řízen pulzně šířkovou modulací (PWM). Tyto filtry lze zapojit jako řízené generátory sériově či paralelně ke spotřebiči, který je zdrojem rušení. Princip funkce aktivního filtru je, že měřicí jednotka provede vzorkování průběhu síťové veličiny (napětí nebo proud), který chceme vyfiltrovat od vyšších harmonických (viz obr. 5a) a poté provede řízenou injekci této veličiny do sítě (proud – přímo do uzlu, napětí – přes transformátor) stejného frekvenčního spektra jako bylo vzorkované (kromě 1. harmonické) s opačnou fází (viz obr. 5b). Po sečtení těchto dvou průběhů získáme výslednou veličinu bez obsahu vyšších harmonických (viz obr. 5c).

**Obr. 5:** a) Proud neřízeného usměrňovače s kapacitní zátěží  
b) Proud z aktivního filtru  
c) Proud po vyhlazení aktivním filtrem

### Paralelní aktivní filtr

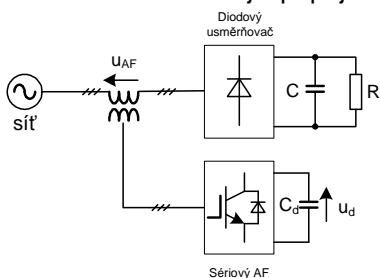
Paralelní aktivní výkonový filtr (APF) je tvořen řízeným generátorem proudu zapojeným paralelně k zátěži. Takto zapojený aktivní filtr je schopen odstranit nežádoucí vyšší harmonické proudy tím způsobem, že generují shodné složky proudu, ale opačné fáze a ty zavádí do sítě. Výsledný proud je potom zbaven zvolených vyšších harmonických proudů. Tímto způsobem lze filtrovat proud odebíraný ze sítě a také lze provést úpravy napětí způsobené zátěží. Takto zapojený APF umožňuje také v každém okamžiku provést selektivní kompenzaci podle požadovaného výskytu harmonických složek bez nebezpečí, že dojde k nežádoucí rezonanci sítě. Zapojení paralelního aktivního filtru je zobrazeno na obr. 6.



**Obr. 6:** Zapojení paralelního APF do sítě

### Sériový aktivní filtr

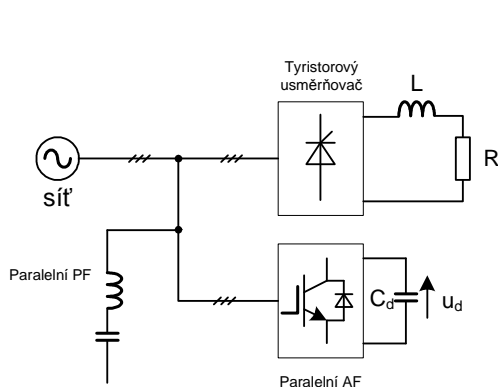
Sériový aktivní výkonový filtr je zapojen mezi svorky sítě a spotřebiče a je tvořen generátorem napětí. Podobně jako paralelní aktivního filtru upravuje proud, sériový aktivní filtr upravuje napětí. Sériový aktivní filtr má schopnost udržovat amplitudu napětí, kompenzovat poklesy a špičky napětí, odstraňovat vyšší harmonické a zajišťovat symetrické rozložení napětí. Zapojení sériového aktivního filtru je zobrazeno na obr. 7. Oba způsoby připojení (paralelní a sériový aktivní filtr) lze kombinovat v jeden celek a tím vznikne systém zajišťující jak vhodné napětí v místě připojení tak i definovaný průběh odebíraného proudu. Paralelní část aktivního filtru je připojena paralelně k zátěži a slouží pro kompenzaci proudů zátěže, sériová část aktivního filtru je připojena na straně napájecí sítě a pracuje jako blokový filtr. Sériová část filtru má schopnost udržovat amplitudu napětí, kompenzovat poklesy a špičky, odstraňovat vyšší harmonické, zajišťovat symetrické rozložení napětí. Derivační část kompenzuje harmonické proudy zátěže, reaktivní výkon odebíraný zátěží a nesymetrii zátěže, navíc zajišťuje požadovanou velikost stejnosměrného napětí v meziobvodu.



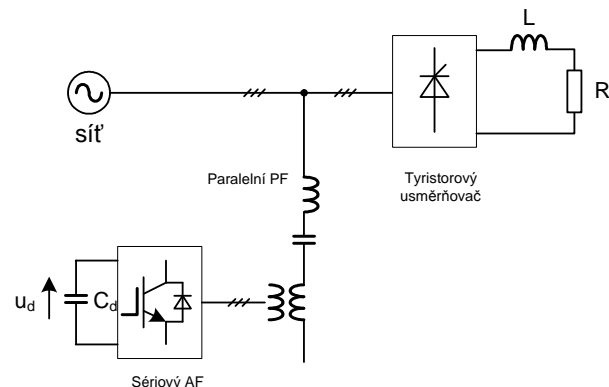
**Obr. 7:** Zapojení paralelního APF do sítě

## Hybridní aktivní filtry

Použití samotných výkonových filtrů není zejména pro větší výkony optimální a to z důvodů vyšší ceny a problémy s řízením. Z těchto důvodů se využívá kombinace aktivních filtrů s klasickými pasivními filtry. Tyto sestavy se označují jako kombinované nebo hybridní výkonové filtry (HPF). Principiální schéma zapojení paralelního a sériového APF a pasivního filtru ukazují obr. 8 a 9.



Obr. 8: Princip zapojení kombinovaného paralelního APF a pasivního filtru



Obr. 9: Princip zapojení kombinovaného sériového APF a pasivního filtru

## 3 POROVNÁNÍ PASIVNÍCH A AKTIVNÍCH FILTRŮ

Nyní můžeme porovnat jednotlivé varianty filtrací pasivním, aktivním a hybridním výkonovým filtrem:

### Pasivní filtry:

- vysoké náklady inženýrského řešení
- problémy interakce sítě
- nutné naladění na místě
- menší účinnost
- choulostivé na spínací děje v síti

### Aktivní filtry:

- + malé náklady inženýrského řešení
- vyšší harmonické vyvolané pulzně šířkovou modulací (PWM) mohou téci do ostatních pasivních filtrů
- + možné paralelní řazení pro větší výkony

Tabulka1: Porovnání aktivních a pasivních filtrů

	aktivní filtry	pasivní filtry
vzájemná interakce mezi filtry či sítě	není nebezpečí	nebezpečí ovlivňování filtrů naladěných na blízké frekvence a nebezpečí rezonancí v síti
šířka kompenzovaného pásma harmonických	je kompenzováno několik řádů harmonických složek	každý filtr je navržen na specifický řád harmonických
přetížení	chráněn proti přetížení	nebezpečí přetížení z důvodu překročení maximálního dovoleného proudu procházejícího filtru
změna konfigurace sítě	bez vlivu na funkčnost zařízení, které i nadále pracuje v rámci svých technických limitů	nebezpečí zesílení vyšších harmonických, nutnost opětovného dimenzování filtrů
stárnutí	vzhledem ke zpětné vazbě dochází ke kompenzaci změn na filtru	i malá změna parametrů filtru může mít výrazný vliv na naladění filtru
dimenzování filtru	není nutná podrobná analýza rezonancí, postačí jen jednodušší analýza	nutná podrobná analýza sítě
sledování provozu	Cena vlastního zařízení vyšší cena analýzy sítě nižší	Cena vlastního zařízení nižší, cena analýzy sítě vyšší

Další možností filtrace je použití kombinace pasivního a aktivního filtru, které lze označit jako hybridní filtry. Hybridní aktivní filtry mají své výhody, ale i nevýhody:

- + střední náklady inženýrského řešení
- + změna impedance sítě neovlivní kompenzaci vyšších harmonických
- + vyšší harmonické jiných spotřebičů nejsou interaktivní s pasivním filtrem
- + možné modifikace aplikace
- + zabudovaný pasivní filtr umožňuje kompenzaci jalového výkonu
- + výkonové dimenzování HPF je jen 5 – 8 % jmenovitého výkonu zátěže
- cena vazebního transformátoru zvyšuje cenu filtru
- je třeba naladit na místě

Na závěr uvedme tabulku č. 2 pro možné rozdělení aplikace pasivních, aktivních a nebo hybridních filtrů podle výkonu zátěže.

**Tabulka2:** Porovnání aplikace různých typů filtrů podle velikosti zátěže

Výkon zátěže	Pasivní filtr	Paralelní aktivní filtr	Kombinovaný sériový a pasivní filtr
< 500 kVA	Nejhorší řešení	Nejlepší řešení	Možné řešení
500 kVA až 5 MVA	Možné řešení	Nevhodné velká Sp	Nejlepší řešení
>5 MVA	Nejlepší řešení min. cena	Nevhodné velká Sp	Nevhodné

### Závěrečné zhodnocení

Jedna kompaktní zářivka nepředstavuje v elektrické síti žádné nebezpečí co se týká rušení, ale problém nastává v případě, kdy bude v administrativní budově nainstalováno těchto kompaktních zářivek tisíce, potom je třeba zabývat se touto problematikou rušení. V článku byly uvedeny možnosti filtrace vyšších harmonických a to prostřednictvím pasivních a aktivních filtrů. Aktivní filtry umožňují eliminaci vyšších harmonických a meziharmonických a tím i eliminaci kolísání napětí, které jsou způsobené interharmonickými. Důvody proč provádět filtraci vyšších harmonických jsou obsaženy i v novele v novele energetického zákona č. 458/2000 Sb., kde jsou zavedeny pokuty za nedodávku a nedodržení kvality elektrické energie.

### Literatura a odkazy

- [1] Zákon č. 458/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů
- [2] Grosh A., Ledwich G.: Power Quality Enhancement Using Custom Power Devices, Kluwer Academic Publishers, 2002
- [3] Arrillaga J., Watson N. R.: Power System Harmonics, Wiley 2004
- [4] Tlustý J.: Energetická rušení v průmyslových a distribučních sítích, Praha 1999
- [5] ČSN EN 50 160 (33 0122): Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejné distribuční sítě



# Poranění oka v pracovním procesu

MUDr. Richard Holan  
KHS MSK se sídlem v Ostravě



V rámci pracovního procesu dochází ke vzniku mnoha různých poranění a úrazů, od banálních až po závažné, oko nevyjímaje. Úrazy oka lze podle způsobujícího faktoru rozdělit na mechanická traumata, poleptání chemickými látkami a poškození zářením. Níže uvedený přehled je spíše přehledem a nemá za cíl detailně řešit rozsáhlou a komplikovanou problematiku úrazů oka včetně všech možných komplikací a léčebných postupů, ale má dát čitateli rámcově nahlédnout do této problematiky a získat základní informace o nejčastějších poraněních oka a jejich primárním ošetření. Je samozřejmostí, že léčba patří do rukou odborného očního lékaře.

## MECHANICKÉ ÚRAZY

U mechanických úrazů oka je třeba zmínit hlavně cizí tělísko rohovky a spojivky, erozi rohovky a kontuzi bulbu. Při poranění rohovky či skléry je vždy nutné vyloučit případné penetrující poranění, což je poranění rohovky či skléry v celé její tloušťce se známkami ruptury bulbu. Ruptura bulbu musí být vyloučena i u kontuze bulbu, tedy tupého poranění oka. Při známkách perforujícího poranění jsou indikována vyšetření, která mají objasnit, zda uvnitř oka není přítomno cizí tělísko. Perforující poranění oka a ruptura bulbu vyžadují neodkladné chirurgické řešení.

### Cizí těleso rohovky a spojivky

Projevuje se pocitem cizího tělíska v oku, řezáním v oku a slzením. Pacient udává pobyt v zaprášeném prostředí, fouknutí „něčeho“ do oka, práci s bruskou, frézování, soustružení apod. Práce s bruskou resp. rozbrušovačkou je velice častou příčinou cizího tělíska rohovky a souvisí hlavně s nekázní při používání ochranných brýlí.

Nálezem je cizí tělísko – při broušení vesměs na rohovce, ale také na spojivce nebo volně ve spojivkovém vaku. Dále může být při rohovkovém tělísku přítomen lem infiltrace v jeho okolí. Při lokalizaci tělíska pod horním víčkem bývají na rohovce poměrně často přítomny vertikálně orientované čárovité eroze, způsobené mrkáním.

Léčba cizího tělíska rohovky spočívá v jeho odstranění pomocí kopíčka na šterbinové lampě po aplikaci lokálních anestetik, dočištění prstence rzi se provádí oční frézkou.

Následuje aplikace antibiotické masti event. kapek a krytí oka. V případě cizího tělíska ve spojivkovém vaku se k jeho odstranění používá vatová štětka navlhčená lokálním anestetikem, pokud je tělísek více volně ve spojivkovém vaku, lze provést výplach oka fyziologickým roztokem. Pro odstranění cizího tělíska zpod horního víčka je nutné nejprve provést everzi horního víčka tzn. jeho otočení.

### Eroze rohovky

Mezi příznaky patří výrazná bolest, slzení, pocit cizího tělíska, v anamnéze je většinou škrábnutí se do oka předmětem při neopatrné manipulaci s ním nebo prstem.

Nálezem je chybějící epitel rohovky - léze je dobře patrná po obarvení fluoresceinem. V rámci léčby lze zarovnat okraje defektu epitelu, samozřejmostí je aplikace antibiotické masti a krytí oka. Komplikací může být recidivující eroze nebo infekce. Po dobu léčení je zakázáno nosit kontaktní čočky, následné kontroly trvají do doby, než je defekt rohovkového epitelu zhojen.

## Kontuze oka

Příznakem je bolest oka, zamlžené vidění, v anamnéze je tupý úraz oka – úder letícím nebo odraženým předmětem – např. polenem event. pád okem na tupý předmět.

Nálezem je dle velikosti kontuze hladina krve nebo jen volně rozptýlené erytrocyty v přední komoře, zornice může být širší, reakce na osvit obleněná. Duhovka může být odtržena od kořene a čočka může být částečně nebo úplně luxována do přední komory nebo do sklivce. Poškození může zasáhnout i sítnici v podobě trhliny. Závažnější případy je možno hospitalizovat, obecně léčba spočívá v klidovém režimu, tišení bolesti, lokální aplikaci steroidních kapek, při zvýšení nitroočního tlaku i dalších léčiv. Po odeznění akutních obtíží následuje pečlivé vyšetření sítnice a pravidelné kontroly nitroočního tlaku.

## POLEPTÁNÍ CHEMICKÝMI LÁTKAMI

V pracovním procesu přichází v úvahu relativně často, jedná se např. o maltu, omítku, cement, zásady, kyseliny, ředidla a detergenty. Je rozdíl mezi poleptáním kyselinami, kdy výsledkem poleptání je vznik koagulační nekrózy a poleptáním zásadami, které vyvolávají nekrózu kolikvačnickou, která umožňuje rychlé pronikání chemikálie do hlubších struktur oka. U těžkých poleptání dochází ke zničení zárodečných buněk epitelu rohovky, porušení krevního zásobení (ischémie) apod.

U poleptání je zásadní poskytnutí první pomoci, která spočívá v intenzivním, minimálně 30 min. trvajícím výplachu oka proudem tekutiny za účelem odstranění pevných částic z oka a naředění chemikálie. Následuje kontinuální vyplachování spojivkového vaku infúzním setem až do úpravy pH, dokonalé vyčištění spojivkového vaku, odstranění nekrotických, aplikace antibiotik, steroidů a cykloplegik, v případě zvýšení nitroočního tlaku i antiglaukomatik. Těžká poleptání končí částečným nebo úplným zkalením rohovky s vrůstáním cév do postiženého okrsku a vznikem jizevnatých změn na rohovce. S časovým odstupem je možné stavy, kdy došlo ke zkalení rohovky, řešit chirurgicky (perforující keratoplastikou). Výsledek je však ovlivněn řadou faktorů.

U mírných a středně těžkých poleptání jsou nalézány při vyšetření drobné tečkovité defekty epitelu rohovky, případně ztráty větších ploch epitelu až po jeho většinové odloučení. Léčba spočívá v odstranění pevných částí chemikálií a výplachu oka, aplikaci antibiotické masti, event. kapek, aplikaci cykloplegik, umělých slz a celkově podávaných analgetik. Analgetika celkově je možné nasadit i u cizího tělíska rohovky a eroze rohovky.

## POŠKOZENÍ UV ZÁŘENÍM

Mezi příznaky patří bolest oka od mírné až po výraznou, pocit cizího tělíska, slzení a zamlžené vidění. V anamnéze bývá uvedeno nechráněné svařování či přihlížení při svařování. Typická je latence nástupu subjektivních obtíží, kdy nejvýraznější jsou za 6 – 12 hod. a proto se jedná o pacienty, kteří většinou sloužícího lékaře navštíví po půlnoci. Nálezem bývají podle míry poškození tečkovité až splývající defekty epitelu rohovky v rozsahu oční štěrbin, mezi další nálezy patří otok víček a podrážděné oko. Není vzácností i přítomnost cizího tělesa rohovky, protože většinou platí, že co si kdo posvařuje, to si i obrousí. Léčba spočívá v extrakci cizího tělíska (je-li přítomno) a aplikaci antibiotické masti či kapek, lze přidat i umělé slzy.

Závěrem bych chtěl všem účastníkům kurzu osvětlovací techniky, ale nejen jim popřát, aby se jim veškeré úrazy, včetně úrazů oka vyhnuly. Pro člověka je zrak bezpochyby nejdůležitějším smyslem a proto by si měl oči při rizikových činnostech adekvátně chránit. Je lepší ztratit 15 minut hledáním ochranných brýlí, než se trápit s odstraňováním cizího tělíska rohovky a následnou několikadenní léčbou. A to je ten lepší případ !

### Literatura :

1. Diagnostika a léčba očních chorob v praxi - The Wills Eye Manual, překlad 3. anglického vydání, 2004, ISBN 80-7254-536-1
2. Josef Hycl, Lucie Valešová : Atlas oftalmologie, 2003, ISBN 80-7254-382-2

# Osvětlování venkovních pracovních prostor v kombinaci s kamerovými systémy

Ing. Tomáš Novák, Ph.D., Ing. Ivo Ullman, Ph.D., prof. Ing. Karel Sokanský, CSc.

## Úvod

Nová norma ČSN EN 12464-2 na osvětlování venkovních pracovních prostor nahrazuje především normu ČSN 36 0451 v článku 3.5. Dochází zde k výraznému zvýšení požadavků na osvětlení. Kvantitativní požadavky na osvětlení u nové normy převyšují v některých případech více jak dvojnásobně požadavky normy staré. Cílem tohoto příspěvku je aplikace vybraných kritérií nové normy v osvětlování rozvoden. Zvyšování bezpečnosti v elektrických stanicích (v rozvodnách a na transformátorech) také souvisí prudkým vývojem kamerové techniky (zvýšování citlivosti čipů kamer). K nasazování kamerových systémů dochází zejména u dálkově ovládaných rozvoden. Toto vyžaduje zajištění kamerového osvětlení v nočních hodinách na důležitých místech elektrické stanice.

## Požadavky na zatřídění osvětlení v jednotlivých částech elektrických stanic

### Celkové osvětlení

Zatřídění požadavků na celkové osvětlení rozvoden a transformace lze provést podle tabulky 5.11.

Tabulka 5.11 – Provozy v elektrárnách, rozvodnách, plynárnách a teplárnách

Referenční číslo.	Druh prostoru, úkolu nebo činnosti	$\bar{E}_m$ lx	$U_0$ –	$GR_L$ –	$R_a$ –	Poznámky
5.11.3	Celková kontrola	50	0,40	50	20	
5.11.6	Opravy elektrických zařízení	200	0,50	45	60	Použij místní osvětlení.

$\bar{E}_m$  udržovaná osvětlenost – hodnota pod kterou nesmí průměrná osvětlenost na určené rovině klesnout

$U_0$  rovnoměrnost osvětlení – poměr minimální a průměrné osvětlenosti

$GR_L$  horní hranice oslnění – největší hodnota činitele oslnění

$R_a$  index podání barev

Podle tabulky 5.11. normy ČSN EN 12464-2 lze standardně vykonávanou činnost v rozvodnách a na transformátorech specifikovat jako „CELKOVÁ KONTROLA“. V rámci nestandardních situací, kdy bude nutno provést opravy na elektrických zařízeních v rámci el. stanice (v rozvodně nebo na transformátoru) pod umělým osvětlením, lze doporučit zatřídění dle tabulky „OPRAVY ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ“. Toto zatřídění umožňuje využití místního osvětlení, které lze chápat jako osvětlení mobilní, tedy přenosné.

### Osvětlení komunikací

Další prostory, které je nutné v rámci elektrických stanic uvažovat, jsou komunikace uvnitř stanice. Zatřídění komunikací popisuje tabulka 5.1. příslušné normy. Protože maximální rychlost uvnitř elektrických stanic lze omezit na max. 10 km/h, lze provést i následné zatřídění.

Tabulka 5.1 – Komunikační prostory ve venkovních pracovních prostorech

Referenční číslo.	Druh prostoru, úkolu nebo činnosti	$\bar{E}_m$ lx	$U_0$ –	$GR_L$ –	$R_a$ –	Poznámky
5.1.2	Prostranství pro pomalu jedoucí vozidla (max. 10 km/h), např. jízdní kola, nákladní auta a rypadla	10	0,40	50	20	

### Požadavky na zajištění bezpečnosti pomocí umělého osvětlení v elektrických stanicích

Rozvodny lze jednoznačně zařadit do prostorů s velkým stupněm rizika, a to nejen z pohledu ochrany zdraví osob, ale také z pohledu zabezpečení rozvodu proti cizím osobám. V příloze A normy ČSN EN 12464-2, která je pouze informativní a týká se bezpečnosti a ochrany, jsou zmiňovány konkrétně rozvodny. Toto osvětlení zajišťuje ochranu zdraví a zabezpečení proti cizím osobám, tedy osobám, které mohou do objektu elektrické stanice neoprávněně vniknout.

### Příloha A (informativní) – Světelnětechnické požadavky na bezpečnost a ochranu (ochranu zdraví a zabezpečení proti cizím osobám)

Stupeň rizika	$\bar{E}_m$ lx	$U_0$ –	$GR_L$ –	$R_a$ –	Poznámky
Velké riziko, například:  – sklady součástí forem, řeziva a oceli, stavební základové jámy a pracovní prostory na stranách jámy na staveništích, – prostory s nebezpečím požáru, otravy, radiace v přístavech, průmyslových dvorech a skladištích; – sklady olejů a paliv, chladič věže, kompresorovny u kotlů, prostory čerpadel, ventilů a výfukových potrubí, provozní plošiny, pravidelně užívaná schodiště, křížení dopravníků, rozvodny v petrochemickém i jiném rizikovém průmyslu, – rozvodny v elektrárnách, – křížení dopravníků, prostory s nebezpečím požáru na pilách.	50	0,40	45	20	Na staveništích a na pilách může být  $GR_L = 50$ .

### Požadavky na omezení rušivého světla

Požadavky normy ČSN EN 12464 - 2 – Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 2: Venkovní pracovní prostory, na omezení rušivého světla popisuje tabulka 2 předmětné normy.

Tabulka 2 – Přípustné maximum rušivého světla ve venkovních osvětlovacích soustavách

Zóna (charakteristika) prostředí	Světlo na objektech		Svítivost svítidla		Světlo nahoru	Jas	
	$E_v$ lx		$I$ cd		$ULR$ %	$L_b$ cd·m <sup>-2</sup>	$L_s$ cd·m <sup>-2</sup>
	mimo noční klid <sup>a)</sup>	v době nočního klidu	mimo noční klid	v době nočního klidu		fasády budov	značky
<b>E1</b>	2	0	2500	0	<b>0</b>	0	50
<b>E2</b>	5	1	7500	500	<b>5</b>	5	400
<b>E3</b>	10	2	10000	1000	<b>15</b>	10	800
<b>E4</b>	25	5	25000	2500	<b>25</b>	25	1 000

<sup>a)</sup> V případě kdy se neuplatňuje noční omezení, větší hodnoty nesmí být překročeny a menším hodnotám se má dát přednost.

## POZNÁMKY K TABULCE

- E1** představuje skutečně tmavé prostory jako národní parky a chráněná území;
- E2** představuje oblasti s velmi malým jasem jako průmyslové a obytné venkovské zóny;
- E3** představuje středně světlé oblasti jako průmyslová a obytná předměstí;
- E4** představuje velmi světlé oblasti jako městská centra a obchodní zóny;
- $E_v$**  je největší hodnota svislé (vertikální) osvětlenosti na objektech v luxech,
- $I$**  svítivost každého světelného zdroje v potenciálně rušivém směru,
- ULR** podíl (poměrná část) světelného toku svítidla (svítidel) vyzařovaného nad horizont v jeho (jejich) pracovní poloze a umístění,
- $L_b$**  největší průměrný jas fasády budovy v  $\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$ ,
- $L_s$**  největší průměrný jas značek v  $\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Zatřídění elektrických stanic (rozvoden a transformace) do jednotlivých zón E1 – E4 (dle tabulky 2 ČSN EN 12464-2) se provádí za účelem zlepšení nočního prostředí prostřednictvím omezením rušivého světla. Čím dále je elektrická stanice umístěna od města, tím je důležitější omezit světelný tok jdoucí do horního poloпростору vycházející ze svítidel pro osvětlování stanice. Elektrické stanice se zpravidla vyskytují v oblastech mimo zástavbu, a to znamená, že je lze zařazovat do zón E1 – E2. Požadavkem normy je, že světelný tok jdoucí ze svítidel přímo do horního poloпростору může být maximálně 5 % z celkového světelného toku svítidel v zóně E2 a 0 % v zóně E1.

## Volba světelných zdrojů

Na základě rozměrových požadavků současných rozvoden pro napětí 420 kV nebo 245 kV (až 300 x 150 m) je nutné využití světelných zdrojů s vysokým světelným tokem, které splňují kvalitativní požadavky na osvětlení (index podání barev musí být vyšší než 20). Dalšími požadavky na tyto světelné zdroje jsou vysoký měrný výkon a dlouhá doba technického života. Těmto požadavkům vyhovují vysokotlaké sodíkové výbojky ve výkonech 250 W, 400 W, 600 W a 1000 W dle výšky zavěšení a velikosti osvětlovaného prostoru a halogenidové výbojky s dlouhým obloukem (dvoupaticové o výkonu 2000 W). Srovnání parametrů vybraných světelných zdrojů, které jsou v elektrických stanicích instalovány, se nachází v následujících dvou tabulkách.

Tabulka srovnání základních parametrů doporučených světelných zdrojů

popis světelného zdroje	halogenidová výbojka	vysokotlaká sodíková výbojka
typ	OSRAM HQI-TS 2000W/N/L	OSRAM NAV-T 600W SUPER 4Y
orientační příkon svítidla	2 180 W	645 W
světelný tok světelného zdroje	230 000 lm	<b>90 000 lm</b>
měrný výkon	107 lm/W	<b>150 lm/W</b>
počet světelných zdrojů na 100 klm	0,43 ks	<b>1,11 ks</b>
náhradní teplota chromatičnosti	4400 K	2000 K
Index podání barev	65	25
doba technického života	8 000 h	<b>32 000 h</b>
doba dosažení udržovacího činitele 0,8 složeného z činitele stárnutí světelných zdrojů ( $Z_z$ ) a činitele funkční spolehlivosti světelných zdrojů ( $Z_{fz}$ )	cca 4 000 h	<b>cca 20 000h</b>

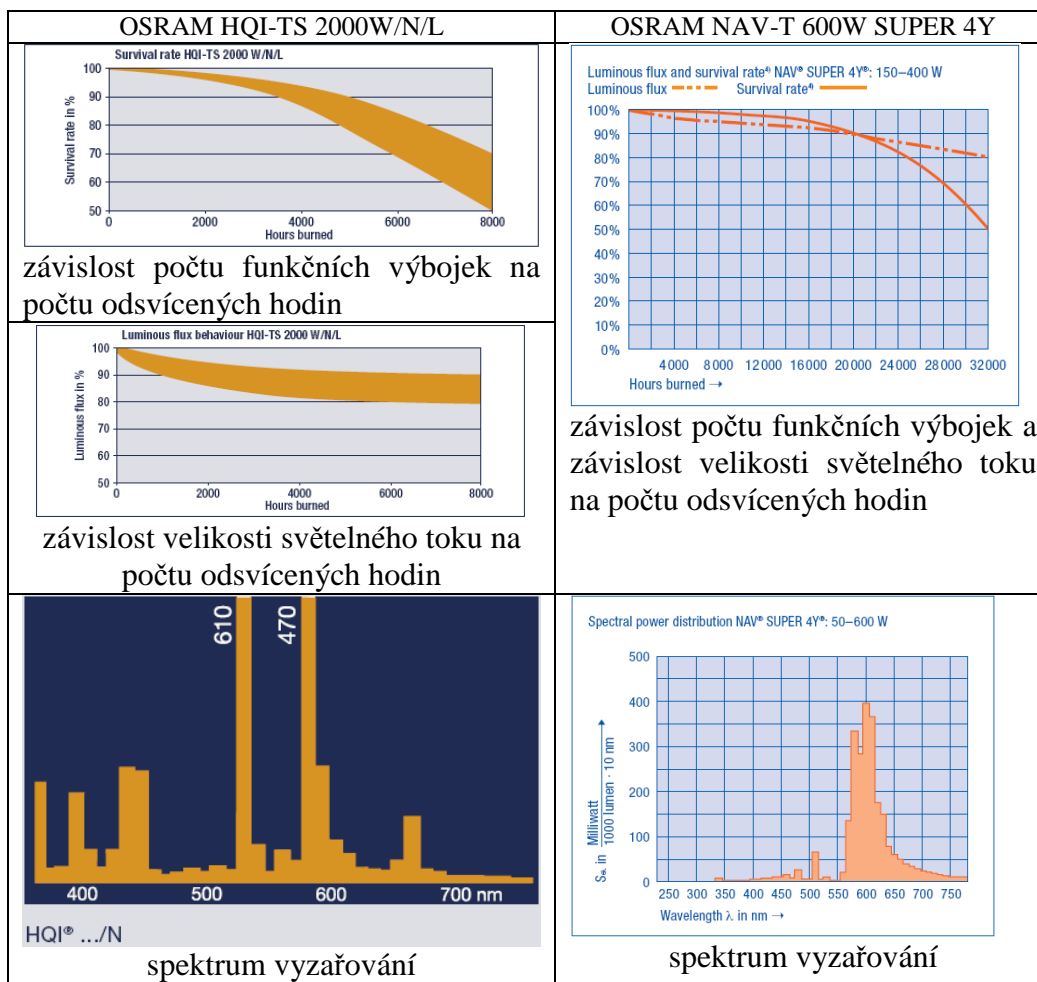
**poznámka k halogenidové výbojce s dlouhým obloukem OSRAM HQI-TS 2000/N/L**

- díky indexu podání barev lze použít pro kamerový systém s barevným snímáním

**poznámka k vysokotlaké sodíkové výbojce OSRAM NAV-T 600 SUPER 4Y**

- nízký index podání barev není vhodný pro použití u barevného značení – špatně rozeznatelné barvy

Tabulka srovnání úbytku světelného toku a vyzařovacích spekter doporučených světelných zdrojů



Z výše uvedených popisů a technických parametrů lze udělat následující závěry k volbě světelných zdrojů pro osvětlování rozvoděn a transformátorů. Pro celkové osvětlení rozvoděn (celkovou kontrolu) jsou nejvýhodnější vysokotlaké sodíkové výbojky. K tomu vede zejména vysoký měrný výkon, nízká spotřeba, velmi vysoká doba technického života a velmi dobrá je i variabilita výkonové řady (250 W – 1000 W) z hlediska požadavků na různé závěsné výšky svítidel a různé osvětlované plochy. Výkonová variabilita je výhodná i z hlediska potenciálního přepínání osvětlovací soustavy pouze do režimu kamerového snímání – avšak v pouze v černobílém režimu. Jako nevýhodu těchto světelných zdrojů lze chápat nízký index podání barev, který tyto světelné zdroje znevýhodňuje při požadavcích na snímání barevného obrazu.

Pro použití halogenidových výbojek pro celkové osvětlení rozvoděn a zejména pro osvětlení transformátorů s vyvedeným terciárem (pro jeho celkovou kontrolu) hovoří jejich vyšší index podání barev. Ten je nutný splnit při kamerovém snímání barevného obrazu, zvláště u dálkově ovládaných rozvoděn a transformátorů (požadavky provozovatel - ČEPS).

## Volba svítidel

Z důvodu omezení světelného toku jdoucího do horního poloprostoru je nutné použití asymetrických svítidel s plochými skly. Z důvodu minimalizace jejich počtu na stožárech je vhodné použití maximálního světelného toku na svítidlo. Maximální světelný tok světelného zdroje je nutné kombinovat s případnými požadavky na kamerové osvětlenosti tak, aby bylo možné přepínání jednotlivých svítidel na tuto osvětlenost s ohledem na postupné a rovnoměrné zatěžování všech svítidel na jednom osvětlovacím stožáru z hlediska rovnoměrného stárnutí osazených světelných zdrojů.

## Filozofie kamerového osvětlení

Kamery zajišťují celkový přehled o dění v rozvodně ve dne i v noci. To znamená, že musí být zajištěny zejména podmínky snímání v noci. Osvětlení musí rovněž splňovat požadavky na nestandardní situace, při kterých je třeba provést ZOOM konkrétního místa. Umístění kamer z pohledu umělého osvětlení musí být

provedeno následovně. Kamera snímá jasy osvětlovaných předmětů. Nejvyšších jasů standardně je dosahováno v případech, kdy světelný tok dopadá na osvětlovaný objekt ze směru pohledy kamery. Ideální umístění kamery je tedy ve směru maximálního vyzařování svítidel zajišťujících kamerovou osvětlenost. Standardně používané bezpečnostní kamery dosahují citlivosti pro barevné snímání  $E = 0,4 \text{ lx}$  a pro černobílé snímání  $E = 0,05 \text{ lx}$  (viz. informace výrobců bezpečnostních kamer).

### Filozofie osvětlení transformátorů

Vzhledem k výrazně menším rozměrům transformátorů vůči rozvodnám je na filozofii jejich osvětlení pohlíženo poněkud odlišně. Normativní požadavky na osvětlení vychází ze stejných podkladů jako celkové osvětlení rozveden. Vzhledem k tomu, že je velká pravděpodobnost výskytu barevných značek a zobrazovacích jednotek na plášti transformátorů, je požadováno použití halogenidových výbojek. Malé vzdálenosti a deklarované osvětlenosti vyžadují nižší výkony použitých světelných zdrojů (250 W, 400 W). Protože je nutné osvětlit všechny viditelné plochy transformátoru zvláště jeho horní část včetně průchodek, musí být normou požadované hodnoty a kamerové osvětlenosti dosaženy na všech výše popsanych plochách transformátorů.

### Filozofie osvětlení příjezdových komunikací

Osvětlení příjezdových a obslužných komunikací vychází ze standardů používaných pro klasické osvětlování komunikací a z požadavků na osvětlení dle výše uvedené tabulky 5.1. Při požadavcích na barevné snímání je nutné i pro osvětlení komunikace v oblasti, do které kamera „vidí“, použití halogenidových výbojek. Umístění sloupu osvětlení je nutné učinit i s ohledem na kamerovou osvětlenost v požadovaném snímaném prostoru.

### Příklad osvětlení rozvodny (transformátoru)

Z následujícího příkladu lze vyvodit důvod pro vypracování metodiky osvětlování elektrických stanic. Původní osvětlení přenosového transformátoru, které je popsáno fotodokumentací, výstupem z kamerového systému a jasovou mapou, zjevně nevyhovovalo současným normativním a kamerovým požadavkům. To lze dokumentovat na záznamu bezpečnostní kamery, jejíž výstup může být v souvislosti s nedostatečným osvětlením (jasem) pouze černobílý.

Obrázek osvětlení stanoviště přenosového transformátoru







První snímek pořízený fotoaparátem ukazuje reálný stav osvětlení transformátoru. Druhý snímek téhož transformátoru je pořízený kamerovým systémem. Třetí snímek téhož transformátoru je pořízený jasovým analyzátozem a vykazuje nízké hladiny jasů (cca 0,1 – 0,5 cd/m<sup>2</sup> viz. zelená až červená barva na stupnici obrázku). Naměřeným jasům odpovídá osvětlenost transformátoru podle následujícího vztahu:

$$\rho * E = \pi * L$$

Při předpokládané průměrné odraznosti transformátoru  $\rho \approx 0,1$  a maximálním jasem  $L = 0,5 \text{ cd/m}^2$  se dostaneme na maximální osvětlenost transformátoru 15 lx. Budeme-li však předpokládat jeho průměrný jas  $L = 0,1 \text{ cd/m}^2$  dostaneme se na průměrnou osvětlenost pouze 3 lx.

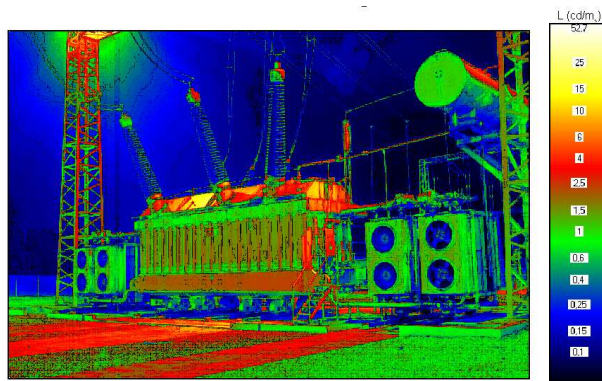
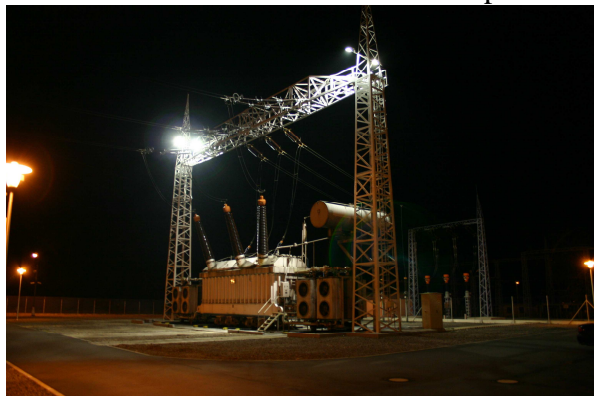
Porovnáme-li nasnímané hodnoty, můžeme učinit několik dílčích závěrů:

- Osvětlení je provedeno vysokotlakými sodíkovými výbojkami, které díky svému nízkému indexu podání barev neumožňují barevné snímání – viz. první foto.
- V pohledu kamery se nachází světelný zdroj, který výrazným způsobem zvyšuje jas v zorném poli kamery (viz. výstup z kamery – druhé foto), která se dostává do saturace a tudíž v inkriminované oblasti není schopna vyhodnocovat změny stavu transformátoru (například není vidět průchodka transformátoru).
- Na základě vypočtených hodnot osvětleností je důvodné předpokládat, že citlivost kamery neodpovídá současným možnostem používaných průmyslových kamer, které jsou schopné barevného přenosu již od hodnoty osvětlenosti 0,4 lx.
- Osvětlenosti transformátoru vypočtené z naměřených jasů se nacházejí hluboko pod normou požadovanou hodnotou 50 lx.

## Závěr

Osvětlování rozveden není z důvodu jejich velkých rozměrů a prostorové členitosti vůbec jednoduché. Kvalitně osvětlit je třeba, a to z různých směrů pohledů, především pohybující se části jako jsou například odpojovače z důvodu ověření jejich polohy. Dále to jsou různá místa výskytu možných poruch (vypínače, přístrojové transformátory). Samostatnou kapitolu tvoří nasvětlení vertikálních, ale také horizontálních částí transformátorů a to především těch míst, ze kterých se provádí kontrola stavu při případné závadě nebo poruše. Jako příklad zlepšení situace je nové osvětlení transformátoru 250 MVA pomocí halogenidových výbojek.

## Obrázek nového osvětlení stanoviště přenosového transformátoru



Nová norma může být vodítkem pro návrh osvětlení, avšak zcela nemůže vystihnout výše popsaná specifika. To vyžaduje vytvoření metodických pokynů, ze kterých se projektant dozví jak má osvětlení pro danou sestavu rozvodny navrhnout. Nutnost vytvoření těchto pokynů rovněž znásobuje to, že se do rozvodu z důvodu bezpečnosti zavádí kamerové osvětlení. Jeho správný návrh ve směru pohledu kamery vyžaduje soulad mezi umístěním a nasměrováním kamer i svítidel. Novým fenoménem, který nová norma uvedla do života, je rovněž požadavek na omezení výskytu rušivého světla.

Výše uvedená pravidla a požadavky se podařilo zapracovat do technické normy ČEPS a.s. s názvem **Venkovní osvětlení v elektrických stanicích PS** (TN/59/2009).

**Kvalitně navržená osvětlovací soustava pracující v součinnosti s kamerovým systémem může výrazným způsobem přispět ke zvýšení spolehlivosti provozu a bezpečnosti elektrických stanic.**

## Literatura

- [1] ČSN EN 12464-2 - Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 2: Venkovní pracovní prostory
- [2] Katalog OSRAM – [http://www.osram.com/osram\\_com/](http://www.osram.com/osram_com/)
- [3] Sokanský, K., a kol.: Posouzení osvětlení ve stanicích PS s ohledem na správnou funkci kamerového systému TSFO, Smlouva o dílo č. 1700000703 (451 713), VŠB-TU, Ostrava, 2007
- [4] Sokanský, K., a kol.: Měření osvětlení ve stanicích TR Lískovec a TR Horní Životice, koncepční návrh osvětlení v těchto stanicích, Smlouva o dílo č. 1700001000 (451 805), VŠB-TU, Ostrava, 2008
- [5] Sokanský, K., a kol.: Osvětlování venkovních elektrických stanic, SVĚTLO 2/2009, FCC PUBLIC, Praha, 2009
- [6] Sokanský, K., a kol.: Lighting of outdoor electrical stations philosophy, EPE 2009, VŠB-TU, Ostrava, 2009

# **Ukázka spolupráce DALI řídicího systému osvětlení s CUE řídicím systémem AV techniky v konferenčním sále Fakultní nemocnice Ostrava**

Ing. Josef Nezval, Ph.D.

NEZPROJECT, Smetanova 13, 73701 Český Těšín, [www.nezproject.wz.cz](http://www.nezproject.wz.cz)

Ing. Ján Hadžega

AV MEDIA, a.s.- klientské centrum Ostrava, Nivnická 14, 709 00 Ostrava – Mariánske Hory

## **Úvod**

Předmětem příspěvku je představení projektu světelné elektroinstalace v konferenčním sále v objektu Fakultní nemocnice Ostrava. Tento projekt vznikl za úzké spolupráce projektantů silnoproudé elektroinstalace (návrh osvětlovací soustavy, silové zapojení svítidel) a projektanta audio-vizualizační techniky (nadřazený systém ovládání osvětlení). Generálním dodavatelem stavby a koordinátorem projektu byla firma INTERDEKOR HP s.r.o.

## **Zadání projektu**

Návrh AV řídicího systému v konferenčním sále, tak aby veškerá technika instalovaná v sále, včetně osvětlení a zatemnění, byla ovládána pomocí tohoto řídicího systému. Systém bude obsahovat předem naprogramované funkce (sekvence povelů), aby po zapnutí systému a stisku virtuálního tlačítka na panelu bylo po několika vteřinách vše připraveno například k přednášce.

Dalším bodem zadání bylo stanovení vstupních požadavků na určení rozsahu systému. Diskusí s odpovědnými zástupci generálního dodavatele stavby a budoucího provozovatele dodavatele, byl stanoven následující rozsah a funkce AV systému:

- instalace projekce.
- ovládání žaluzií,
- ovládání elektrických pláten,
- ovládání výsunu pláten,
- ovládání a stmívání osvětlení,
- silové ovládání vybraných zásuvkových okruhů,
- osazení a ovládání ozvučení a plazmových televizorů,
- instalace videokonference.

V příspěvku se zaměříme na instalaci osvětlovací soustavy a možnosti jejího řízení v nadřazeném AV řídicím systému.

## **Teoretický základ**

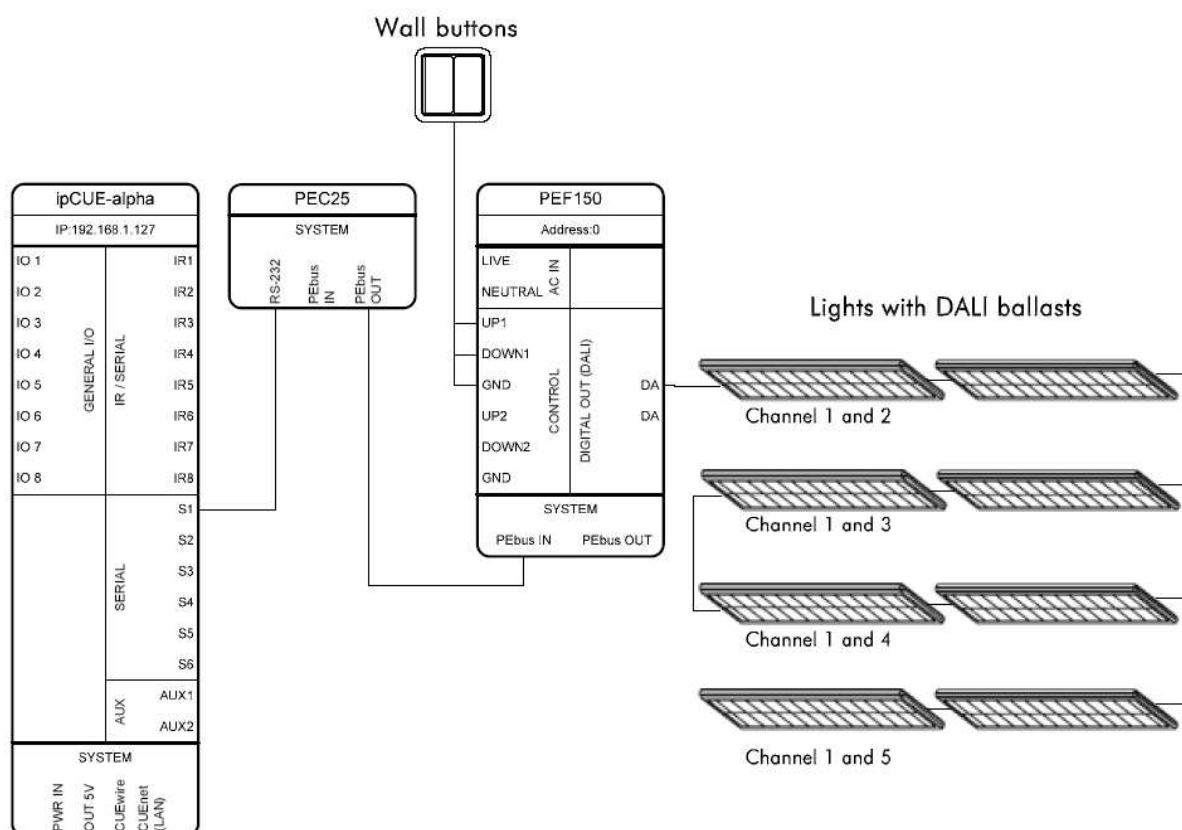
### **AV řídicí systémy CUE**

Rozsáhlé soubory audiovizuální techniky přináší na jedné straně možnost velmi zefektivnit komunikaci, na straně druhé mohou být obtížné na obsluhu. Problematická bývá zpravidla ta skutečnost, že každé zařízení se ovládá nezávisle pomocí speciálního (zpravidla dálkového) ovladače.

Moderně vybavené konferenční prostory se vybavují speciálním integrovaným systémem ovládání, který obsluhu výrazným způsobem zjednodušuje.

Pomocí integrovaného řídicího systému je možné ovládat:

- základní funkce projekčního přístroje (např. přepínat vstupy, nastavovat parametry, zapínat a vypínat)
- běžné audiopřístroje a videopřístroje (např. posun dopředu i dozadu, přepínání mezi zdroji, ovládání hlasitosti, zapínání a vypínání)
- osvětlení (spínání jednotlivých okruhů a jejich kombinací, stmívání,...), zatemnění, atd.



- Příklad zapojení řízení osvětlení nadřazeným AV systémem

Velkou výhodou je pro uživatele možnost použití tzv. konfiguračních funkcí. Stisknutím jediného tlačítka (například nazvaného VIDEOKONFERENCE) se systém sám postará o spuštění zatemnění, ztlumení osvětlení u projekční plochy, rozsvícení osvětlení u jednacího stolu, zapnutí videokamery a mikrofonu, zapnutí projektoru a jeho přepnutí na videosignál z videokonferenční soupravy, nastavení předdefinované úrovně hlasitosti atd.

Řídicí systém lze ovládat pomocí malé barevné dotykové obrazovky. To poskytuje jak široké možnosti ovládání daného souboru zařízení, tak dostatečnou názornost a snadnost obsluhy.



- Ukázka ovládacího panelu AV řídicího systému.

## Rozhraní DALI

Byl vyvinut s ohledem na nízkou flexibilitu analogových systému pro stmívání osvětlení. Jedná se o sběrnicový systém, který umožňuje digitální komunikaci mezi všemi zúčastněnými komponenty v osvětlovacím systému nebo v celých systémech správy budov. Systém DALI je možné integrovat jako subsystém do nadřazeného systému správy budovy.

DALI je akronymum a znamená (Digital Addressable Lighting Interface = digitální adresovatelné světelné rozhraní). Každý prvek na sběrnici lze individuálně řídit, protože má svoji předepsanou adresu.

Systém DALI byl navržen pro:

max. 64 individuálních jednotek (individuálních adres)



max. 16 skupin (skupinových adres)

max. 16 scén (světelných hodnot scén)

DALI sběrnice zároveň napájí všechny prvky v systému a celkový příkon prvků zapojených na DALI sběrnici nesmí překročit 250 mA. Limitní délka sběrnice nesmí překročit 300m nebo pokles napětí 2 V.

Všechny prvky osvětlovací soustavy jsou navzájem propojeny datovou sběrnicí, kterou tvoří dva vodiče. Zapojení prvků může být libovolnou kombinací hvězdicové a větvené soustavy, není povoleno kruhové uspořádání. [1]

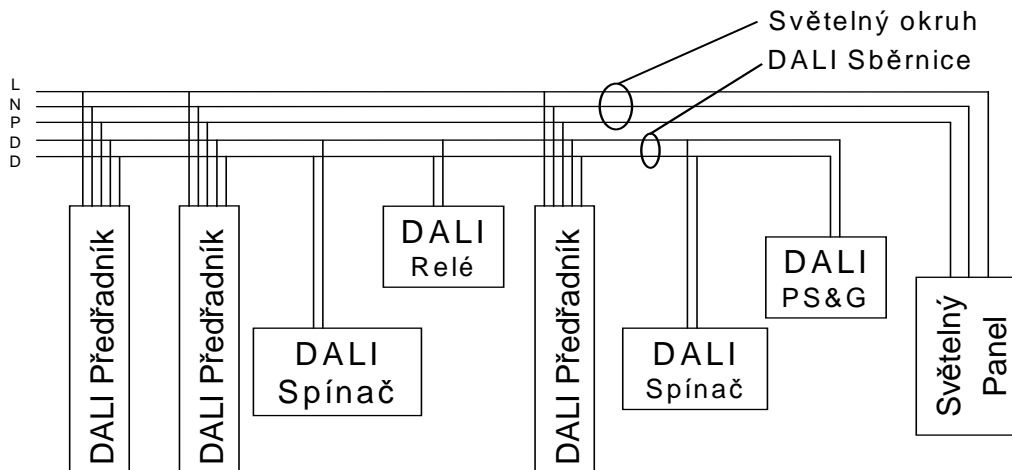
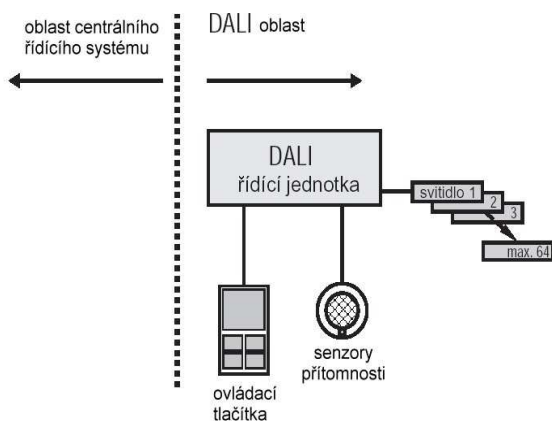


Schéma zapojení osvětlovacího systému s DALI protokolem.

#### DALI jako samostatný systém

Toto řešení je nejjednodušší možností aplikace DALI systému. Systém je vytvořen datovou sběrnicí, napájením datové sběrnice, řídicí jednotkou a řízenými prvky - předřadníky. Jedna z možností je na řídicí jednotky přímo napojit ovládací prvky jako jsou přepínače, senzory pohybu, senzory denního světla, dotykové obrazovky atd. Jako druhou možnost výrobci umožňují připojení ovládacích prvků přímo na datovou sběrnicí. Řídicí jednotka, která komunikuje s těmito zařízeními přes DALI sběrnici, potom vyhodnocuje jednotlivé požadavky. Nastavení se provádí pomocí PC napojeného na DALI systém modulem, který převádí DALI protokol na rozhraní RS 232. Využití se nabízí v konferenčních sálech, galeriích, obchodech, barech atd. [1]

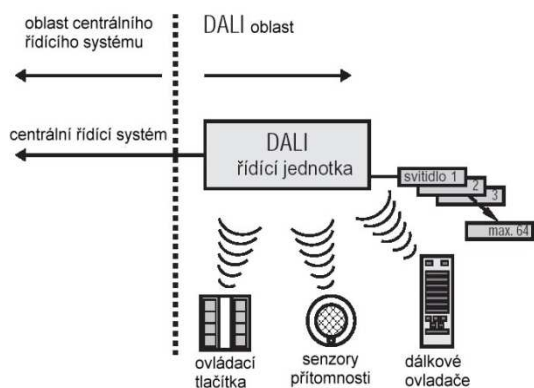


DALI jako samostatný systém

#### DALI jako samostatný podsystém

V tomto případě se jedná o možnost využít DALI jako samostatný subsystém v rámci systému správy budovy. Všechny ovládací prvky, senzory či programovací jednotky máme zapojeny v DALI podsystému. Pomocí řídicí jednotky je však DALI systém připojen na centrální řídicí systém jako jsou KNX/EIB, LON atd. S centrálním systémem správy budovy dochází pouze k výměně nejdůležitějších informací (funkce centrálních spínačů, vyvolání zvolené scéně) a také může zpětně od DALI podsystému přijímat některé důležité informace např. chybová hlášení nebo informace o stavu vybraných prvků. Nastavení DALI podsystému lze provést přes systém správy budovy za předpokladu, že tato možnost bude nabídnuta softwarovými nástroji. Tento systém funguje i bez napojení na

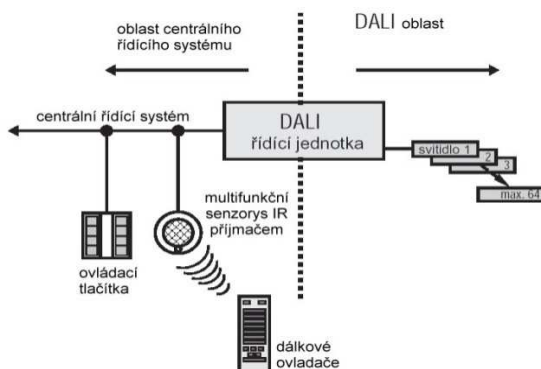
system správy budovy. Takto lze zapojit několik podsystémů na centrální řídicí systém budovy, který tyto subsystemy řídí a monitoruje. Využití takového systému je například v kontrole a monitorování poruchového osvětlení, zapínání nočního osvětlení budovy atd. [1]



DALI jako samostatný podsystém

### DALI jako závislý podsystém

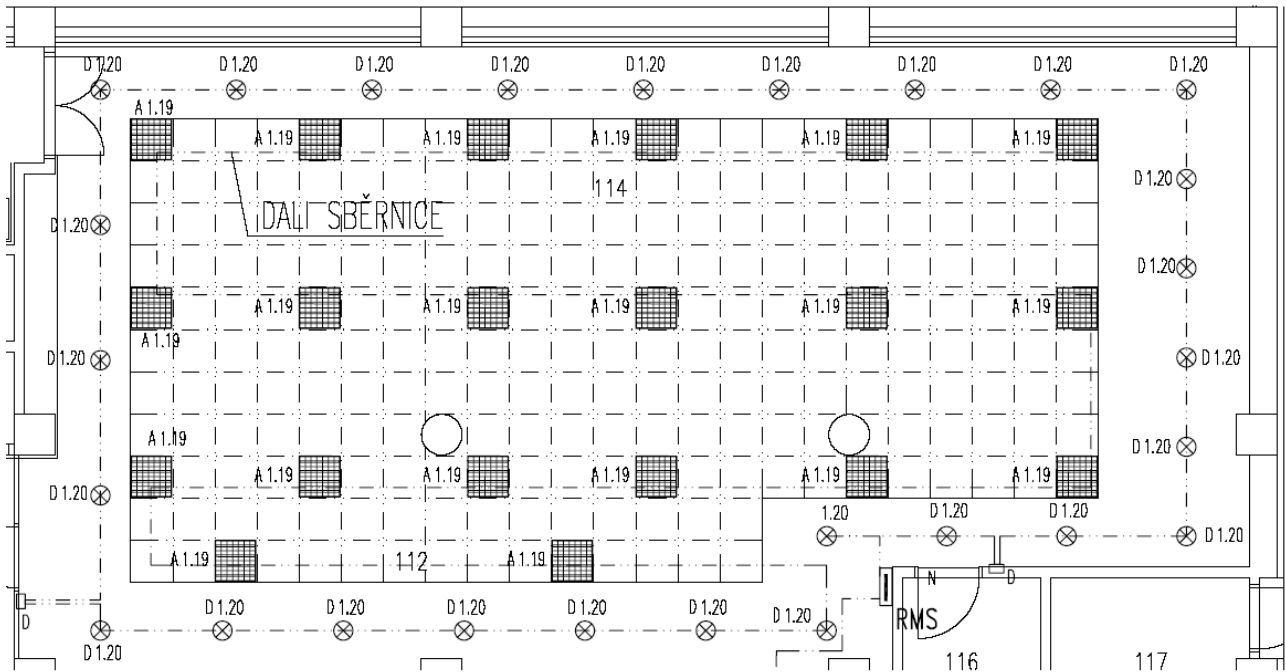
Centrální řídicí systém přebírá všechny funkce DALI subsystému a to včetně adresace systému, jeho konfigurace a řízení. Pro komunikaci mezi DALI jednotkami a centrálním systémem se navrhuje překladač(brána). Ve většině případů nejsou v těchto řešeních ovládací prvky součástí DALI podsystémů. Typickým příkladem použití je systém KNX/EIB, který používá příslušné ovládací prvky, spínače, senzory, atd. Při poruše centrálního řídicího systému nefungují všechny DALI podsystémy. Využití takového systému je možno v moderních kancelářských a obchodních centrech. Například u kanceláří s posuvnými stěnami schopnými měnit půdorys dle momentální potřeby nájemců, které se nachází v jednom podlaží, je výhodné použít tohoto systému, pro řízení svítidel v místnostech aniž bychom museli zasáhnout do kabelové instalace. [1]



DALI jako závislý podsystém

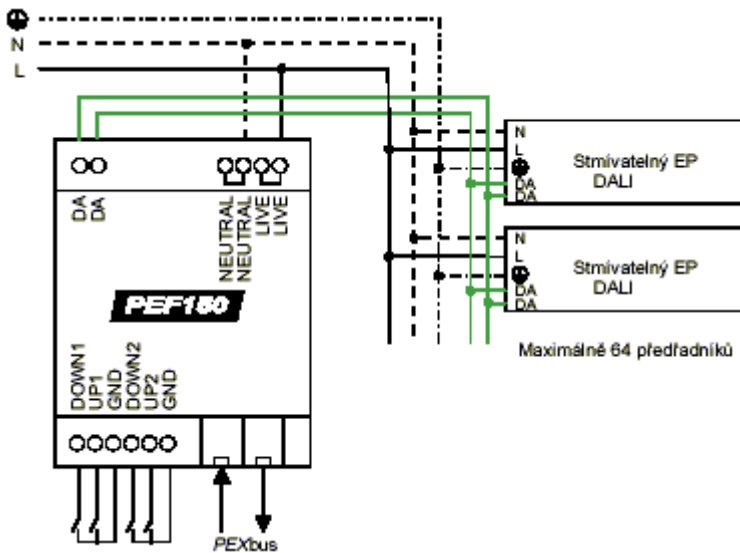
## Technické řešení

Předmětem řešení je pouze ukázka možnosti spolupráce AV řídicího systému a řízení osvětlovací soustavy. Ovládání osvětlení je realizováno přímo pomocí sběrnice DALI, světla v sále jsou vybavena elektronickými předřadníky DALI, které umožňují také stmívání. Jednotlivá svítidla jsou prosmyčována DALI sběrnicí, která je zatažena do silového rozvaděče RMS viz výřez půdorysu. U vchodových dveří jsou osazena ovládací dvojtláčky pro možnost ručního ovládání osvětlení při užívání sálu bez AV techniky, údržbu nebo pro úklid. Tlačítka lze soustavy osvětlení vypnout, zapnout a stmívat.



• Půdorys osvětlení sálu

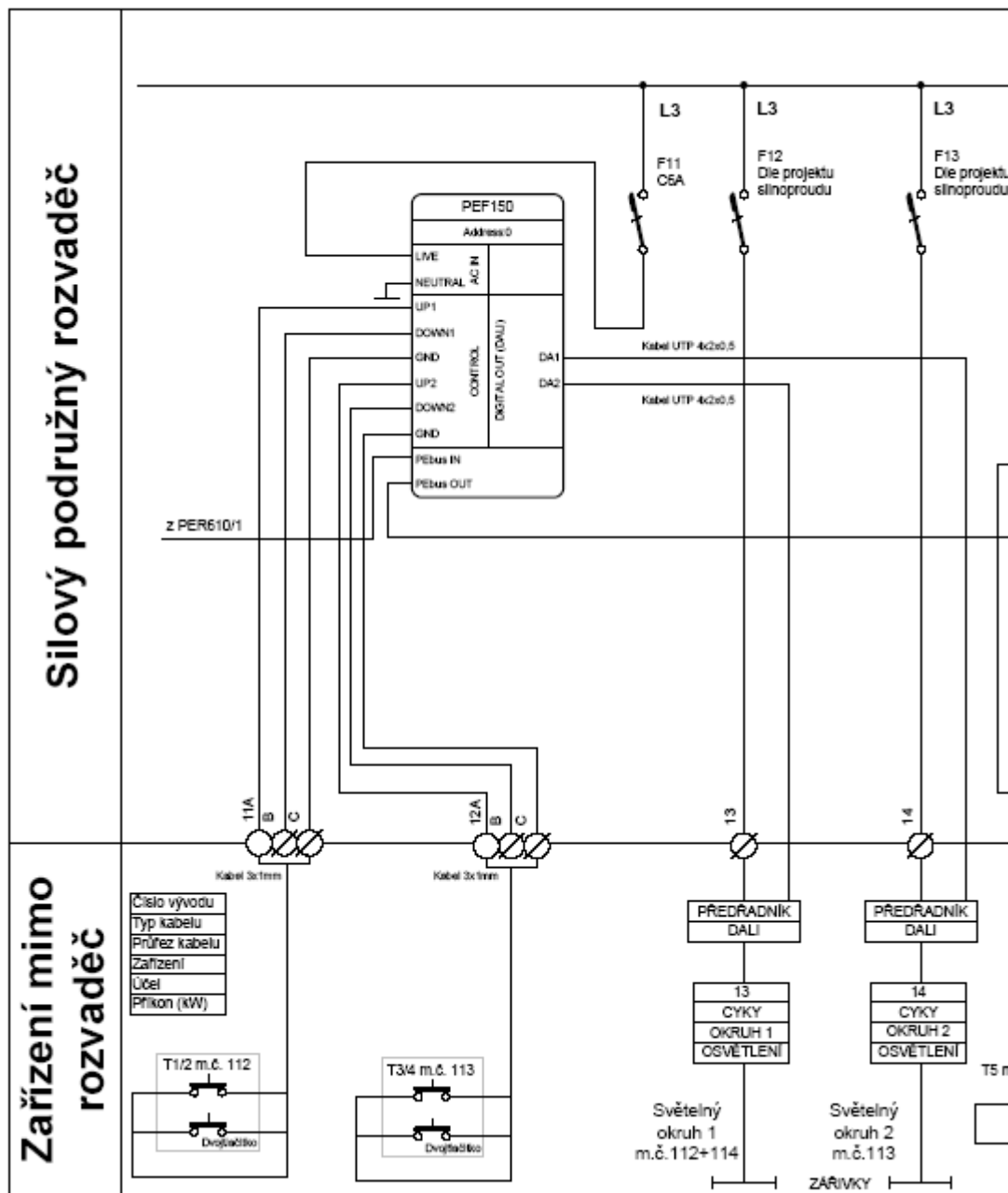
Rozhraní (brána) mezi systémem řízení osvětlení DALI a nadřazeným AV systémem je modul PEF150, který převádí povely z nadřazeného systému na protokol DALI. Tento modul je osazen v silovém rozvaděči RMS. Do modulu je přivedena DALI linka, ovládací tlačítka a řídicí sběrnice nadřazeného AV systému. Příklad zapojení modulu je na obrázku níže.



• Zapojení brány PEF 150 a DALI předřadníků

Jednotka může řídit 64 předřadníků, které lze rozdělit do 15 skupin. Je možné konfigurovat jednotlivé scény osvětlení v závislosti na druhu přednášky atd.





- Konkrétní aplikace v rozvaděči RMS

## Závěr

Příspěvek popisuje na konkrétním příkladě instalace možnost řízení osvětlovací soustavy jako podsystému v nadřazeném řídicím systému AV techniky. Osvětlovací soustavu je možné jednoduše ovládat řídicím systémem AV techniky dle předem naprogramovaných světelných scén, nebo v ručním režimu pomocí tlačítek u vstupních dveří. Je nutné upozornit, že jednotlivá ovládaná zařízení AV řídicím systémem (osvětlení, plátna, žaluzie) je možné ovládat i v ručním režimu bez nutnosti chodu nadřazeného AV systému.

## Literatura a odkazy

- [1] Inteligentní řízení osvětlovacích soustav vnitřního osvětlení - Prof. Ing. Karel Sokanský, CSc. z VŠB-TU Ostrava, Fakulty elektrotechniky a informatiky a tým autorů: Ing. Petr Krejčí, Ph.D., Ing. Josef Nezval, Ing. Tomáš Novák, Ing. František Orság

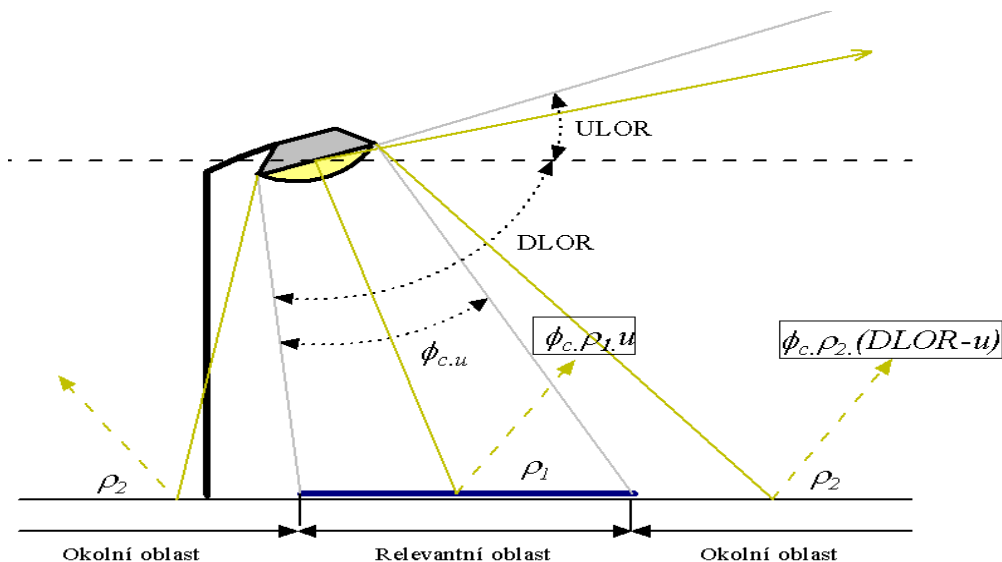
# Zpráva o stavu legislativy v oblasti rušivého světla

prof. Ing. Karel Sokanský, CSc., Ing. Tomáš Novák, Ph.D., Ing. Jaroslav Šnobl  
VŠB-TU Ostrava, Fakulta elektrotechniky a informatiky, 17. listopadu 15,  
Ostrava-Poruba, 708 33

## Úvod

Cílem tohoto referátu je seznámení veřejnosti s novinkami z oblasti rušivého světla, protože problematika rušivého světla zasahuje do celé řady oblastí našeho života. Zdrojem informací je Draft [1] (Návod pro minimalizaci záře oblohy), ve kterém je proveden návrh revize publikace CIE č.126 z r. 1997. Článek obsahuje rovněž vybrané informace z vlastních měření. Z pedagogického hlediska je nutno zopakovat nejdůležitější pojmy.

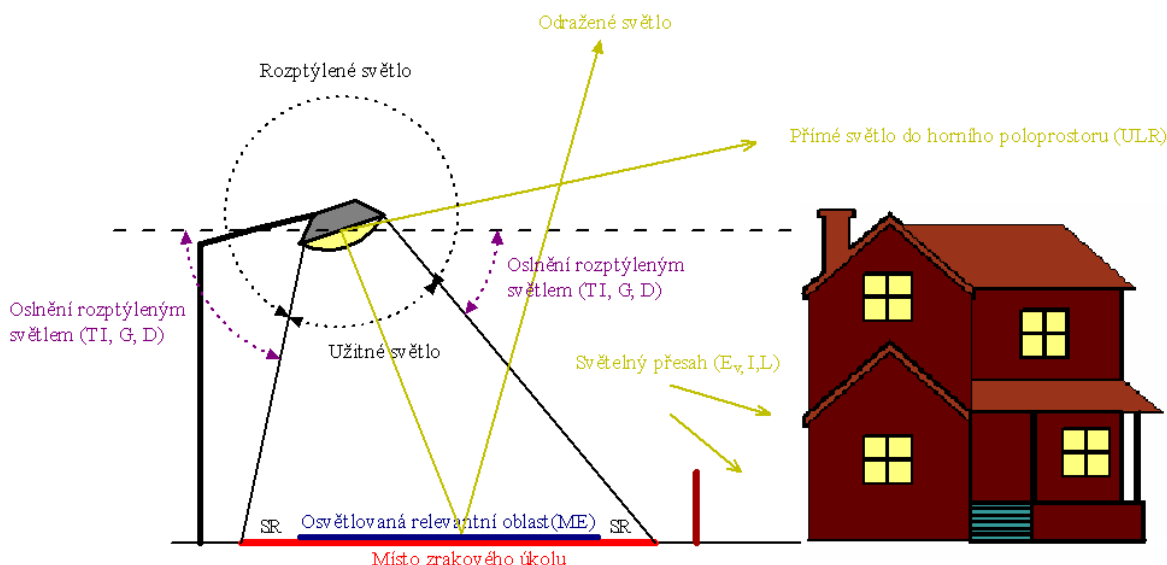
## Základní pojmy



Obr. 1 Přímá a odražená složka světelného toku

kde:

$\phi_c$	(lm)	celkový světelný tok svítidla
$\phi_{c,ULOR}$	(lm)	světelný tok vyzařován přímo ze svítidel do horního poloprostoru
$\phi_{c,\rho_1,u}$	(lm)	světelný tok odražený od osvětlované relevantní oblasti
$\phi_{c,\rho_2,(DLOR-u)}$	(lm)	světelný tok odražený od povrchu okolní oblasti
$\rho_2$	(%)	činitel odrazu osvětlovaného okolí
$\rho_1$	(%)	činitel odrazu relevantní oblasti
ULOR	(%)	podíl světelného toku svítidla v instalované pozici, který je distribuován do horního poloprostoru,
DLOR	(%)	podíl světelného toku svítidla v instalované pozici, který je distribuován do dolního poloprostoru
UPF	(%)	celkový světelný tok jdoucí do horního poloprostoru (přímá + odražená složka)



Obr. 2 Rušivé světlo – světlo rozptýlené mimo oblast zrakového úkolu

Celkový světelný tok UPF, který se šíří do horního poloprostoru a způsobuje tak zvýšený závojevý jas oblohy se fakticky skládá ze tří složek (viz. Obr. 1):

- $\phi_c \cdot ULOR$  je světelný tok vyzařovaný přímo ze svítidel do horního poloprostoru, ( $\phi_c$  je celkový světelný tok zdrojů)
- $\phi_c \cdot \rho_1 \cdot u$  je světelný tok odražený od osvětlované relevantní oblasti, ( $u$  - činitel využití osvětlovací soustavy,  $\rho_1$  - činitel odrazu relevantní oblasti)
- $\phi_c \cdot \rho_2 \cdot (DLOR - u)$  je světelný tok odražený od povrchu okolní oblasti, ( $\rho_2$  - činitel odrazu osvětleného okolí)

Pro celkový světelný tok do horního poloprostoru pak platí:

$$UPF = \phi_c [ULOR + \rho_1 u + \rho_2 \cdot (DLOR - u)] \quad (1)$$

Pro osvětlenost relevantní oblasti dále platí:

$$E = \frac{\phi_c \cdot u}{A} \quad (2)$$

Rovnici (1) lze dále uvést do tvaru:

$$UPF = \frac{E \cdot A}{u} \cdot [ULOR + \rho_1 \cdot u + \rho_2 \cdot (DLOR - u)] = E \cdot A \left[ \frac{ULOR}{u} + \rho_1 + \rho_2 \cdot \left( \frac{DLOR}{u} - 1 \right) \right] \quad (3)$$

Celkový světelný tok jdoucí do horního poloprostoru je úměrný osvětlenosti a velikosti osvětlované oblasti. Parametry ULOR, DLOR a  $u$  (činitel využití osvětlovací soustavy) jsou dány optickými vlastnostmi svítidla a geometrií osvětlovací soustavy, parametr  $E$  vychází z požadavku na osvětlení relevantní oblasti  $A$  a parametry  $\rho_1$ ,  $\rho_2$  závisí na daném prostředí.

Světelný tok jdoucí do dolního poloprostoru šířící se mimo relevantní oblast (DLOR) je prakticky vždy větší než světelný tok dopadající na relevantní oblast ( $u$ ) a platí:

$$\left[ \frac{ULOR}{u} + \rho_1 + \rho_2 \left( \frac{DLOR}{u} - 1 \right) \right] \geq 0 \quad (4)$$

Minimální nevyužitý světelný tok UPF nastane v případě (světelný tok osvětlovací soustavy bude maximálně využit), když  $ULOR = 0$  a  $DLOR = u$  a pak platí:

$$UPF_{\min} = \rho_1 \cdot E \cdot S \quad (5)$$

Jestliže  $ULOR = 0$  a  $\rho_1, \rho_2 = \rho$  pak platí, že:

$$UPF = \rho \cdot E \cdot S \cdot \frac{DLOR}{u} = UPF_{\min} \cdot \frac{DLOR}{u} \quad (6)$$

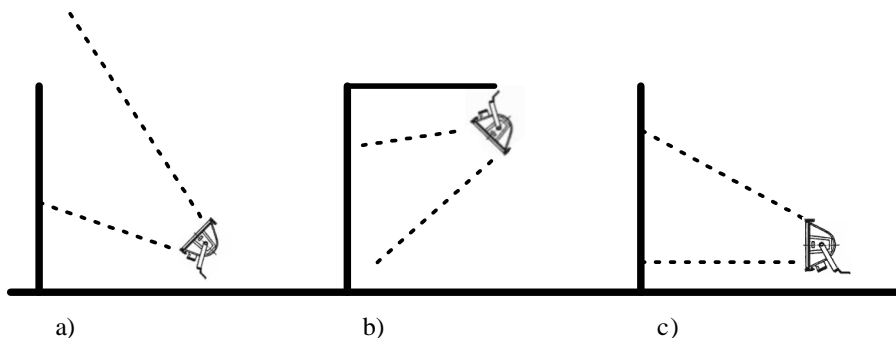
$UPF$  je tedy minimální, když hodnota činitele využití  $u$  se blíží DLOR.

Poté lze zavést tzv. koeficient rušivého světla UFR:

$$UFR = \frac{UPF}{UPF_{\min}} = \frac{E \cdot A \cdot \left[ \frac{ULOR}{u} + \rho_1 + \rho_2 \cdot \left( \frac{DLOR}{u} - 1 \right) \right]}{\rho_1 \cdot E \cdot A} \quad (7)$$

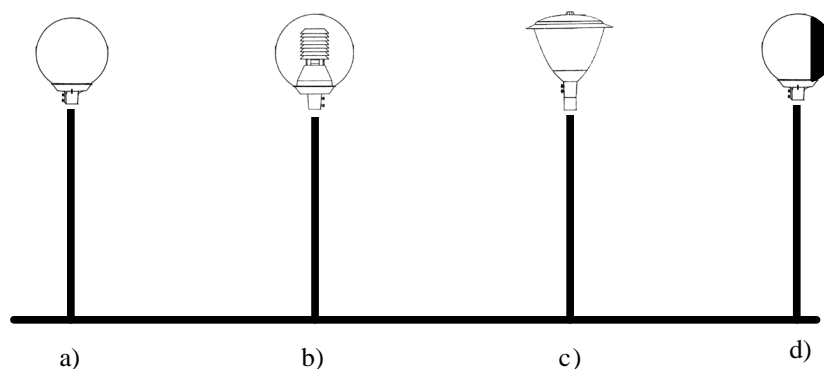
### Doporučená instalace a nasměrování svítidel

Doporučuje se používat k osvětlování svislých a vodorovných ploch svítidel, která jsou nasměrována tak, aby světelný tok směřoval přímo dolů (Obr. 3) případ *b*) nebo alespoň směřován přímo na osvětlovaný objekt *c*). Pokud to není technicky možné a použijeme svítidla nasměrovaná vzhůru, pak využíváme clon, které omezují neefektivně distribuovanou složku světla.



Obr. 3 Závislost mezi variací dopravy v Praze v roce 2005, příkonem a světelným tokem osvětlovací soustavy

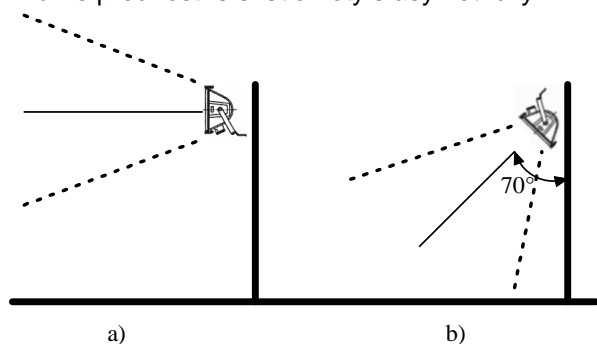
Doporučuje se používat technická zařízení, která jsou schopna eliminovat složku světelného toku distribuovanou přímo do horního poloprostoru. Např. parkové svítidlo na Obr. 4 případ *a*) vyzářuje přímo do horního poloprostoru přímo 60% světelného toku a způsobuje oslnění. Proti oslnování je svítidlo v případě *b*) vybaveno prstencovou clonou, vyrobenou z čistého leštěného hliníku. Omezení distribuce světelného toku do horního poloprostoru slouží vrchlík svítidla v případě *c*). Pro omezení světelného přesahu je možné svítidlo vybavit clonou, která zamezí v šíření světla v nežádoucím směru *d*).



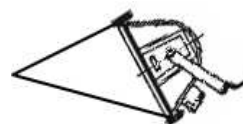
Obr. 4 Omezení distribuce technickými prostředky

Pro omezení oslnění se doporučuje nasměrovat svítidla tak, aby hlavní paprsek žádného ze svítidel směřujících na kteréhokoli potenciálního pozorovatele neměl elevační úhel větší než  $70^\circ$ . Je třeba si uvědomit, že čím vyšší je montážní výška, tím menší elevační úhel postačuje. Navíc při vhodném nasměrování svítidla zamezíme i světelnému přesahu.

Používáme přednostně světlometry s asymetrickými křivkou svítivosti.



Obr. 5 Velikost elevačního úhlu



Obr. 6 Světlomet se speciálním

směrovačem světelného toku

## Optické vlastnosti daného prostoru

Na dráhu světelného toku ze světelného zdroje mají vliv optické parametry prostředí. Velikost světelného toku, který je rozptýlen na své dráze do horního poloprostoru je možné omezit těmito opatřeními:

- Použitím vhodného krytí IP 65 až IP 68, které zamezuje vniknutí nečistot do optického bloku, čímž dochází k menšímu rozptylu světelného toku na optickém krytu svítidla.
- Volbou povrchu osvětlované oblasti, tzn. volit povrch s co nejlepšími difúzními vlastnostmi (tmavý nelesklý povrch).
- Čistotou vzduchu v osvětlovaném prostoru. Platí, že čím více nečistot v prostoru, tím více se bude světelný tok odrážet nevhodným směrem.

## **Závěr**

Publikace [1] konečně definuje světelný tok jdoucí do horního poloprostoru jako součet toku přímého a odraženého, což dosud nebylo.

Za nové lze považovat i odlišný přístup k řešení světelného toku ve městech a vesnicích. Ve městech, kde se předpokládá zastavba se světlo šíří jakoby z dutin a tudíž lze toto považovat za rovnoměrný rozptylovač. Z tohoto pohledu ztrácí na významu svítidla s plochým sklem, která mají navíc i nižší účinnost. Na vesnicích je tomu právě naopak. Světelný tok šířící se do 20° od horizontály je projevem velmi negativním [viz Obr. 1]. Je to způsobeno tím, že světlo emitované v nízkých elevačních úhlech nad horizontem se více rozptyluje. Nový přístup má Draft [1] rovněž k osvětlení pro pěší a k osvětlení konfliktních prostor, ve kterých se kromě jiného vychází i z jasových činitelů  $Q_0$  a  $Q_L$ .

## **Literatura a odkazy**

- [1] Draft - GUIDE FOR MINIMIZING SKY GLOW, TC 4-21, DRAFT PUBLICATION (DRAFT N°9), DATE: 2008 – 11 – 05
- [2] Hladký, L.: Výzkum světelného znečištění v podmínkách České republiky – disertační práce, Ostrava 2007

# SVĚTELNÉ DIODY A JEJICH POUŽITELNOST VE VEŘEJNÉM OSVĚTLENÍ

Doc.Ing. Jiří Plch, CSc.,  
Světelná technika Brno

## Úvod

Pokroky ve světelné technice spojené s novými světelnými zdroji, začaly ovlivňovat pozemský život. Světelné zdroje se stávaly ozdobou osvětlovaných prostorů, lákaly tisíce lidí, staly se předzvěstí nové éry, podmíněné nezávislosti na přirozeném zdroji světla, Slunci.

Historie žárovky má svoji spletitou historii. I když byl T.A. Edison prvním, který získal patent na uhlíkovou žárovku v roce 1879, tedy před 130 léty, je nesporné, že původním vynálezcem elektrické žárovky byl Heinrich Goebel.

Přínos T.A. Edisona je možné vidět v tom, že vyřešil technologické problémy teplotního zdroje, prodloužil technický život až na 45 hodin, ale hlavně byl schopen svůj vynález, v relativně krátké době, uvést do praxe.

Okamžik, kdy byl k dispozici světelný zdroj s relativně dlouhým technickým životem (až 300 hodin) můžeme považovat za počátek elektrického světla - osvětlovací techniky.

Dnes stojíme na prahu nové éry v technice osvětlování. Na jedné straně končí aplikace klasických žárovek, na straně druhé nové technologie vytvářejí předpoklady k tomu, aby se do podvědomí dostal nový zdroj – světelné diody. A právě pro značnou rozporuplnost pohledů, je snahou tohoto příspěvku ukázat na některé skutečnosti, které zásadním způsobem ovlivní jejich aplikaci.

## Duševně zesláblé lidstvo

Podle Světové zdravotnické organizace trpí nějakou formou duševní poruchy až 460 miliónů lidí. Ještě v roce 1999 vyšetřili tuzemští psychiatři 360 tisíc pacientů, Předloni jich bylo již o 28 % více. Zjistit, co Čechům podlamuje duševní zdraví není jednoduché, vlastně se o to nikdo moc nezajímá, je však jisté, že velkoměstský systém života vede k proměně psychiky. Soukromý život se přesunul z domova do kanceláří, všechny krásy světa byly vyměněny za práci s počítačem a to již od útlého mládí!

## Člověk světlo prostředí

Dnes již ale víme, že spektrum a tedy barva světla má významný biologický vliv. Život ve velkých městech vede sám o sobě k proměně psychiky. Jsme obklopeni ohromným množstvím nebývalých barev, tvarů, zvuků. Jejich zkreslení je dáno možnostmi určitých světelných zdrojů. Duševní zdraví ničí především život ve městech, umělé osvětlení v kancelářích narušuje přirozené biorytmy.

Za soumraku a večer je potom obklopující prostředí silně demotivující v důsledku toho, že prostor nemá odpovídající barevnou skladbu. Do venkovních prostorů potřebujeme vrátit věrnost barevného podání. Velmi zajímavé je z tohoto pohledu srovnání doposud známých světelných zdrojů. V souhrnu jsou známé přirozené a umělé zdroje, jen z pohledu jejich biologických aktivit, shrnuty v následující tabulce.

Světelný zdroj	cirkadiání faktor $a_{cv}$
přímé slunce	0,83
oblačné nebe	1,73
modré nebe	1,02
měsíc	0,62
domácí-svíčka	0,20
žárovka	0,40
<b>Na-vysokotlaká výbojka</b>	<b>0,21</b>
zářivka	
- teplý tón	0,36
- neutrální bílá	0,60



- denní světlo (7100 K) TLD 965	1,18
- Bio-lux	1,00 - 1,15
- Bio-světlo	0,98
- True-Light	0,93 - 0,98
- Narva-vitální	0,99
Světelná dioda (modrá $\lambda_{\max} = 468 \text{ nm}$ )	6,90
<b>Světelná dioda (bílá)</b>	<b>1,0 ... 2,0</b>

**TAB I. – Cirkadiánně účinný faktor přirozených a umělých zdrojů**

Obdobně je velmi dobře známo, že barva světla má emocionální význam a je tedy důležitá pro vytváření působivé atmosféry prostoru. Z toho potom vyplývá, že namodralé studené světlo má biologicky větší efekt než teplé načervenalé, jinak řečeno, ranní namodralé světlo má biologicky aktivační efekt, kdežto večerní načervenalé světlo má efekt relaxační.

V pracovním prostředí jsou potřebné oba tyto efekty.

### **Souhrn funkčních vlastností světelných zdrojů**

Pro celou řadu odborníků je výchozím kritériem, při volbě světelných zdrojů pro cílené aplikace, hodnota měrného výkonu. Vývoj těchto měrných výkonů od doby zrození žárovky se zvýšil asi 100 x, ale při provozu světelného zdroje se uplatňují v souhrnu všechny funkční vlastnosti. Ty jsou u každého zdroje různé, všechny ale mají základ ve třech podskupinách, navzájem skloubených a neoddělitelných, jak je uvedeno v tabulce II.

<b>I. Světelně technické vlastnosti</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– měrný výkon</li> <li>– index barevného podání</li> <li>– závislost parametrů na napětí</li> <li>– závislost parametrů na teplotě</li> <li>– metabolický činitel</li> <li>– tvar a velikost aktivní části</li> <li>– pracovní poloha</li> </ul>
<b>II. Elektrické vlastnosti</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– provozní napětí zdroje</li> <li>– připojení na rozvodnou soustavu</li> <li>– typ regulace zdroje</li> <li>– způsob jištění zdroje</li> <li>– ostatní vlastnosti</li> </ul>
<b>III. Ekonomie provozu</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– technický život zdroje</li> <li>– světlený tok zdroje</li> <li>– celkový příkon</li> <li>– cena elektrické energie</li> <li>– produkce Kč/M.lm.h</li> </ul>

**TAB. II – Souhrn funkčních vlastností světelných zdrojů**

Z uvedeného souhrnu funkčních vlastností světelných zdrojů vyplývá, jak je vytržena z kontextu skutečnost výběru světelného zdroje podle hodnoty měrného výkonu, určující jen kvantitativní přeměnu elektrické energie v energii světelnou ( $\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$ ).

Určení ekonomicky výhodného světelného zdroje. Při určování ekonomické výhodnosti světelného zdroje je nutné vycházet z komplexního pohledu aplikace s respektováním všech funkčních podskupin.

Prvním takovým orientačním kritériem se může stát určení nákladu na výrobu 1 M.lm.h, což je hodnota analogická třeba k ceně tepla či elektrické práce. V tom případě se bude vycházet z těchto základních vstupních údajů:

- cena světelného zdroje  $N_{zd}$  (Kč)
- celkový příkon  $P_{zd}$  (kW)
- světelný tok  $\Phi_{zd}$  (lm)
- technický život  $t_{zd}$  (h)
- měrný výkon  $m_{zd}$  (lm·W<sup>-1</sup>)

Tak se určí výhodnost použití určitého typu světelného zdroje ve všech aplikacích, jako první výchozí kritérium. Jednotková produkce je zde představována cenou v Kč, kterou zaplatí uživatel za vyrobené světelné množství (obdobu za dodanou jednotku tepla).

Vypočte se podle výše uvedeného vztahu

$$\frac{\text{Cena zdroje} + \text{Cena spotřebované energie}}{\frac{\text{Světelný tok zdroje}}{1000} \cdot \frac{\text{Technický život}}{1000}} = \text{Kč} / \text{M} \cdot \text{lm} \cdot \text{h}$$

*Poznámka :*

*Hodnoty měrných výkonů světelných zdrojů jsou uváděny bez výkonové ztráty na předřadníku. Správně potom musíme provést přepočítání na celkový příkon světelný zdroj + předřadník a provést opravu hodnoty měrného výkonu. Ta bude pochopitelně nižší.*

*Dále je nutné uvažovat i s tím, že celá řada svítidel má nižší provozní účinnost svítidla a to v absolutním hodnocení podstatně snižuje celkovou hodnotu měrného výkonu zdroje. To jsou skutečnosti, které také musí být zahrnuty ve všech případech, kdy chceme posuzovat výhodnost jednoho typu světelného zdroje před druhým ( sodík versus světelné diody).*

## **Svítidla a jejich aplikační možnosti**

Hospodárné osvětlení spočívá v tom, že s co nejmenším vynaložením elektrické energie a nákladů dosáhneme kvalitní osvětlení a vytvoříme podmínky pro všechny činnosti i zrakovou pohodu.

Účelné využívání světla znamená, že osvětlujeme tam, tehdy a jen tak, jak je to pro funkci prostoru potřebné. Osvětlujeme tedy jen ty plochy, kde je osvětlení zapotřebí, a odstupňujeme osvětlení v souladu s probíhajícími činnostmi. Přizpůsobujeme důsledně osvětlení změnám činností a funkcí a změnám využití prostoru i jeho částí.

V celé řadě aplikací je vyloučeno, aby bylo použito světelného zdroje, zcela samostatně přepojeného na napájecí síť, jak by si to někteří přáli. Proto se vytvářejí taková konstrukční řešení, a používají takové prvky, aby světelný zdroj se svými charakteristickými vlastnostmi, byl použitelný pro osvětlovací účely. Taková sestava prvků tvoří svítidlo, které by mělo splňovat tyto funkce :

### **I. Světelně technické**

pro dosažení odpovídajícího prostorového rozložení světelného toku, případně umožňující změnu spektrálního složení světla zdroje nebo obecně ke světelně technickému účelu.

K naplnění této funkční podskupiny potřebujeme :

- Upevňovací element světelného zdroje (mechanicky) s možností nastavení objímky,
- Definovanou odraznou plochu pro aktivní část zvoleného světelného zdroje,
- Vlastní světelný zdroj

### **II. Elektrické**

pro zabezpečení spolehlivého připojení na rozvodnou soustavu a zajištění bezporuchového a bezpečného provozu.

K naplnění této funkční podskupiny potřebujeme pro svítidla s výbojových zdrojem :

- Přívodní svorkovnice,
- Tlumivku,
- Zapalovač,
- Kompenzační kondenzátor,
- Objímku,
- Ostatní části (vodiče, průchodky a pod)

Naopak

K naplnění této funkční podskupiny potřebujeme pro svítidla se světelnými diodami :

- Přívodní svorkovnice,
- Měnič,
- Ostatní části (vodiče, průchodky a pod)

### III. Aplikační vlastnosti

pro provoz v daném prostředí bez důsledků negativního ovlivňování.

K naplnění této funkční podskupiny potřebujeme :

- Odpovídající krytí svítidla,
- Odolný materiál UV záření a teplotním změnám svítidla ve venkovním prostoru,
- Snadné čištění a údržbu.

Z tohoto jednoduchého výčtu vidíme, že při aplikaci např vysokotlaké sodíkové výbojky ve svítidle, musíme uvažovat i s provozní spolehlivostí všech těchto prvků, každá je jiná, ale v souhrnu není jejich spolehlivost relativně velká. Je celkem 6 prvků, které se na ni podílejí, které mají nejvyšší poruchovost z pohledu provozu, přitom výpadek jednoho vede zákonitě k výpadku celého svítidla – sériově pojímaná spolehlivost dílčích prvků (poruchy tlumivky, kondenzátoru, zapalovače, opalování kontaktů objímky a to při definovaném technickém životu světelného zdroje s charakteristickou úmrtností před jejím uplynutím).

Naproti tomu ztráta odrazných vlastností vede ve svém důsledku ke snížení celkové provozní účinnosti svítidla, nedojde k jeho výpadku.

Je tedy na místě konfrontovat tyto skutečnosti s aplikací svítidla se světelnými diodami. Ze všech uvedených prvků potřebuje takové svítidlo pouze měnič a modul se světelnými diodami. Z pohledu provozní spolehlivosti se tak snížil počet prvků vytvářející souhrnnou spolehlivost, z 5ti na 2 prvky. To je potom ten klíčový moment při posuzování celkových provozních nákladů na osvětlovací soustavu se světelnými diodami versus osvětlovací soustavy se sodíkovými výbojkami.

Jen jako malý příklad je možné uvést skutečnost, že za elektrickou práci zaplatí obec 250 000.- Kč/rok pro danou osvětlovací soustavu se sodíkem a individuální opravy všech prvků ve svítidlech potom vycházejí na 125 000.-Kč/rok. Tedy 1/3 všech ročních provozních nákladů připadá na nízkou provozní spolehlivost. To v případě aplikací svítidel se světelnými diodami se dá dosáhnout daleko vyšších hodnot provozních spolehlivostí a tím i snížení nákladů na výměnu vadných prvků.

Z pohledu aplikace některých korpusů svítidel pro různé světelné zdroje je samozřejmě vyvolán ekonomickými hledisky. Mállokdo si dovolí aplikovat Krajty, když je silně omezen finančními prostředky. Dnes běžně aplikujeme jediný korpus pro minimálně dva typy výbojových zdrojů a ukazuje se, že je to schůdná cesta, jak snížit celkový náklad na pořízení svítidla se světelnými diodami. Vyžaduje to ovšem dokonalou znalost konstrukce svítidel a hlavně odpovídající „thermomanagement“, aby se předešlo zkrácení technického života světelných diod.

Tato problematika spojená s aplikacemi světelných diod předních světových výrobců s vysokou hodnotou měrného výkonu ( 97 – 117 lm/W), je dnes řešena na velmi vysoké úrovni. Jsou vytvářeny moduly, snadno umístitelných do některých korpusů svítidel, umožňují zajistit vhodnou distribuci světelného toku, podle druhu aplikace. Takový modul je na následujícím obrázku.



**Obr. 1 – Vyobrazení modulu svítidla se světelnými diodami**

Je tak položen velmi seriózní základ pro širší aplikace svítidel se světelnými diodami ve svítidlových korpusech vhodných typů.

## Ostatní hlediska

V těchto souvislostech je nutné mít na paměti, že v dobách hospodářské krize (recese) se vždy upřednostňovali domácí výrobci, producenti. V tomto směru stále ještě jsme pozadu za některými státy a bezdůvodně upřednostňujeme zahraniční dovozce. Tím znevýhodňujeme domácí produkci a pro nejbližší období by se tato praxe měla zásadním způsobem změnit. K tomu máme dostatek vhodných nástrojů.

## Závěr :

Dnes, s odstupem 130 roků po vstupu žárovky na technické kolbiště světelných zdrojů jsme svědky toho, že tento jednoduchý teplotní zdroj pomalu odchází z aplikační scény a na straně druhé se musíme smířit se skutečností, že pokroky ve vývoji a výrobě spojených s novými technologiemi v oblasti světelných diod (LED) , povedou k tomu, že u řady dalších světelných zdrojů se aplikační oblasti budou zužovat a budou postupně vytlačeny, jako je tomu u naší „žárovky“.

Vývoj u světelných diod byl tak neočekávaný, že zaskočil i celou řadu profesně zdatných odborníků a předpovědi o jejich skutečných aplikacích nebudou za 5 – 10 roků, ale teď – „fčíl“. Jakákoliv nerozhodnost není proto na místě.

Jejich aplikační možnosti jsou bezesporu svázány se znalostmi jejich parametrů, při různých provozních stavech, v různých aplikacích a jsou pospány v souhrnu parametrickými vlastnostmi světelných diod.

S ohledem na celkový hospodářský vývoj u nás, můžeme předvídat, že nejbližší období bude ve venkovním osvětlování spojeno s

- Nárůstem potřeby kvalitního osvětlení se světelnými diodami
- Větší využití designu a uplatnění ekonomicky dostupných svítidel
- Posílení významu údržby s minimalizací provozních nákladů
- Aplikací jednoduchých svítidel s vysokou provozní spolehlivostí
- Uplatnění tuzemských výrobců svítidel se světelnými diodami

To je v souhrnu odůvodněná vize pro nejbližší období ve veřejném osvětlování.

## Literatura

- [1] Plch, J.:Světelná technika v praxi.In-EI, Praha 1999
- [2] Plch,J.: Člověk a světlo, Stavba, č.7, 1999, příloha 2 a 3, ISSN 1210-9568
- [3] Plch,J.:Energie pro lidstvo na počátku XXI.století, ISBN-80-7060-482-1,VII. Mezi- konference o měření, Brno, Praha 1999, str. 52-54
- [4] Plch,J.: Moderní metody osvětlovacích soustav , VII. Mezi- konference o měření, Brno, Praha 1999, str. 55-57
- [5] Plch,J.: Hodnocení osvětlovacích soustav z mezi-ho pohledu, VŠB-TU Ostrava, 1999, str. 107-11
- [6] Plch, J.:Světlo pro člověka v novém tisíciletí, XII. Celoštátní konferenci, Slovenský elektrotechnický zväz, Bratislava 2000, 12 stran
- [7] Brainhard, G.C.u.a., Action Spectrum for Melatonin Regulation in Humans: Evidence for a Novel Circadian Photoreceptor, J. of Neuroscience 21 (2001) 16, S. 6405 –6412
- [8] CIE Publikation - 106 (93), 103 (93), 125 (1997)
- [9] DIN 5031: Strahlungsphysik im optischen Bereich und Lichttechnik
- [10]Grothmann, K., Messung und Bewertung optischer Strahlung in der Phototherapie, Dissertation am FG Lichttechnik der TU Berlin
- [11]ICNIRP: Guidelines on limits of exposure to broad-band incoherent optical radiation (0,38 to 3  $\mu$ m), Health Physics 73 (1997) 3, pp 539 – 554
- [12]Kranhold, Th.,Charakterisierung weißer LED, Diplomarbeit, FG Lichttechnik, TU Ilmenau, 2002

- [13]Kronauer, R.E. u.a., Mathematical model of the human circadian system with two interacting oscillators, Am. Journal of Physiology 242 (1982) R3 - R17
- [14]Porsch, T., Experimentelle Bestimmung der circadianen Lichtwirkung von Monitoren und TV-Bildschirmen, Diplomarbeit, FG Lichttechnik, TU Ilmenau, 2003
- [15]Schierz, Ch.,
- [16] Leben wir in der "biologischen Dunkelheit"?, Tagung Licht 2002, Maastricht, Tagungsband S. 381 – 389
- [17]Thapan, K., An action spectrum for melatonin suppression: evidence for a novel non-rod, non-cone photoreceptor system in humans, Journal of Physiology 535 (2001) 1, S. 261 – 267
- [18]Triandor, S.M. u.a., Inhibition of melatonin secretion onset by low levels of illumination, Journal Sleep Res. 5 (1996), S. 77 – 82

## Obsah:

<b>Příspěvek</b>	<b>Strana</b>
<b>1. APLIKAČNÍ MOŽNOSTI JASOVÉ ANALÝZY V OBLASTI SVĚTELNÉ TECHNIKY</b>	<b>1</b>
<b>2. KOMFORTNÍ OVLÁDÁNÍ SVÍTIDEL DALI</b>	<b>7</b>
<b>3. OSVĚTLENÍ STUPŇOVITÉ POSLUCHÁRNY NA VŠB-TU OSTRAVA</b>	<b>12</b>
<b>4. ZÁSADY KONSTRUKCE SVÍTIDEL S LED</b>	<b>14</b>
<b>5. JAS OKNA V NOCI</b>	<b>24</b>
<b>6. MĚSTO A JEHO VLIV NA HODNOTY OSVĚTLENÍ V NOČNÍCH HODINÁCH</b>	<b>30</b>
<b>7. SIMULACE ZKRATOVÝCH POMĚRŮ V SÍTÍCH NN</b>	<b>37</b>
<b>8. MOŽNOSTI ELIMINÁCIE RUŠIVÉHO SVETLA V BUDOVAČH</b>	<b>45</b>
<b>9. ZÁSADY PROJEKTOVÁNÍ VEŘEJNÉHO OSVĚTLENÍ</b>	<b>49</b>
<b>10. ENERGETICKÁ NÁROČNOST OSVĚTLOVACÍCH SOUSTAV</b>	<b>52</b>
<b>11. ROZBOR NEJISTOTY MĚŘENÍ ČAR SVÍTIVOSTI NA GONIOFOTOMETRU</b>	<b>59</b>
<b>12. OSVĚTLENÍ Z POHLEDU ROSTLIN</b>	<b>66</b>
<b>13. ODLIŠNOSTI V POŽADAVCÍCH NA PARAMETRY SVÍTIDEL V EVROPĚ</b>	<b>71</b>
<b>14. HARMONICKÁ ANALÝZA V OBVODOCH S LINEÁRNOU ŽIARIVKOU PRI RÔZNYCH PREVÁDZKOVÝCH STAVOV SVIETIDLA</b>	<b>74</b>
<b>15. PROBLÉMY PŮSOBENÍ UV ZÁŘENÍ NA LIDSKÝ ORGANISMUS A POHLED DERMATOLOGŮ NA SOLARIA</b>	<b>78</b>
<b>16. DOWNLIGHT NA BÁZI LED: KOMBINACE ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI A DLOUHÉ ŽIVOTNOSTI</b>	<b>83</b>
<b>17. ČSN 730581 OSLUNĚNÍ BUDOV A VENKOVNÍCH PROSTOR – METODA STANOVENÍ HODNOT</b>	<b>88</b>
<b>18. EFEKTIVNÍ VIZUÁLNÍ KOMFORT</b>	<b>89</b>

<b>19. SVĚTLO V EXTERIÉRU</b>	<b>95</b>
<b>20. O PRÍČINÁCH PREMENLIVOSTI ÚROVNE RUŠIVÉHO SVETLA</b>	<b>104</b>
<b>21. OSVETĽOVANIE SVETLOVODMI: OD MODELU K NÁVRHU REALIZÁCIE</b>	<b>108</b>
<b>22. UMĚLÉ OSVĚTLENÍ A ZÁVOJOVÝ JAS NOČNÍ OBLOHY</b>	<b>112</b>
<b>23. MOŽNOSTI ÚSPOR ELEKTRICKEJ ENERGIE POUŽITÍM SVETLOVODOV</b>	<b>114</b>
<b>24. JEDNODUCHÉ OVLÁDÁNÍ OSVĚTLENÍ S VYSOKÝMI ÚSPORAMI ENERGIE JE PŘEDNOSTÍ SYSTÉMOVÉ INSTALACE KNX</b>	<b>119</b>
<b>25. ENERGETICKÝ A TECHNOLOGICKÝ SYSTÉM AISYS®</b>	<b>125</b>
<b>26. LOGISTIKA A SVĚTLO – PICK TO LIGHT</b>	<b>128</b>
<b>27. SERVÍRKA, ČÍŠNÍK, BARMAN, KUCHAŘ VE SVĚTLE NV 361/2007</b>	<b>132</b>
<b>28. VPLYV VSTUPNÝCH PARAMETROV NA SVETELNOTECHNICKÉ VLASTNOSTI SVIETIDEL</b>	<b>142</b>
<b>29. ENVIRONMENTALISMUS VE VEŘEJNÉM OSVĚTLENÍ</b>	<b>150</b>
<b>30. SPECIÁLNÍ PROBLÉMY VEŘEJNÉHO OSVĚTLENÍ SOUČASNOSTI</b>	<b>151</b>
<b>31. SVÍTIDLA LED VE VEŘEJNÉM OSVĚTLENÍ MÝTY A SKUTEČNOSTI</b>	<b>153</b>
<b>32. ENERGETICKÉ ÚSPORY A SVĚTELNÉ ZDROJE</b>	<b>160</b>
<b>33. NAPÁJENÍ VENKOVNÍHO OSVĚTLENÍ Z HYBRIDNÍCH SYSTÉMŮ OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ</b>	<b>164</b>
<b>34. NOVELA NAŘÍZENÍ VLÁDY Č. 361/2007 SB., KTERÝM SE STANOVÍ PODMÍNKY OCHRANY ZDRAVÍ PŘI PRÁCI</b>	<b>168</b>
<b>35. NASVĚTLENÍ SLEZSKOOSTRAVSKÉ RADNICE</b>	<b>170</b>
<b>36. HELVAR / 920 IMAGINE ROUTER KOMERČNĚ ARCHITEKTONICKÉ ŘÍZENÍ OSVĚTLENÍ DALI / DMX / SDIM</b>	<b>175</b>
<b>37. NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) Č. 244/2009 O SVĚTELNÝCH ZDROJÍCH PRO DOMÁCNOST</b>	<b>177</b>
<b>38. RŮZNÉ VÝKLADY VYHLÁŠKY 137/1998 SB. O OBECNÝCH TECHNICKÝCH POŽADAVCÍCH NA VÝSTAVBU</b>	<b>183</b>



<b>39. SUBJEKTIVNÍ POSOUZENÍ SYSTÉMŮ NO</b>	<b>185</b>
<b>40. THE VALIDITY OF SUBJECTIVE ASSESSMENT AND OBJECTIVE MEASUREMENT IN EVALUATION OF NATURAL LIGHTING</b>	<b>190</b>
<b>41. PROVOZNÍ NÁKLADY VE VO</b>	<b>192</b>
<b>42. ILUMINÁCIA HISTORICKÉHO CENTRA BRATISLAVY</b>	<b>194</b>
<b>43. KONCEPCIA ILUMINÁCIE A VEREJNÉHO OSVETLENIA BRATISLAVY</b>	<b>200</b>
<b>44. POROVNÁNÍ MĚŘENÍ DENNÍHO OSVĚTLENÍ S VÝPOČTEM</b>	<b>205</b>
<b>45. ROZDÍLNÉ ZPŮSOBY STANOVENÍ UDRŽOVACÍHO Činitele</b>	<b>213</b>
<b>46. JASOVÁ ANALÝZA OLED DISPLEJŮ</b>	<b>218</b>
<b>47. PŘÍPRAVA TECHNICKÝCH PROSTŘEDKŮ PRO OSVĚTLOVÁNÍ PŘECHODŮ PRO CHODCE</b>	<b>223</b>
<b>48. HLASOVÉ OVLÁDÁNÍ OSVĚTLENÍ</b>	<b>230</b>
<b>49. VO V OSTRAVĚ - MÁME ZA SEBOU 10 LET A JEDEME DÁL</b>	<b>236</b>
<b>50. MĚŘENÍ JASŮ NOČNÍ OBLOHY VE FRÝDKU-MÍSTKU</b>	<b>238</b>
<b>51. TRENDY VE VEŘEJNÉM OSVĚTLENÍ</b>	<b>244</b>
<b>52. CENTRÁLNÍ NOUZOVÝ BATERIOVÝ SYSTÉM INOTEC CLS 24V</b>	<b>253</b>
<b>53. PARAMETRICKÉ POSUZOVÁNÍ VLASTNOSTÍ SVĚTELNÝCH DIOD</b>	<b>256</b>
<b>54. PŘEDBĚŽNÁ STATISTICKÁ ANALÝZA KONTINUÁLNÍHO MĚŘENÍ OSVĚTLENOSTI V AREÁLU VŠB-TU OSTRAVA</b>	<b>260</b>
<b>55. MOŽNOSTI ÚSPOR ENERGIE V ZMYSLE KOMPLEXNEJ METÓDY NA ENERGETICKÚ CERTIFIKÁCIU OSVETLENIA S KVANTIFIKÁCIU VYBRANÝCH UKAZOVATEĽOV</b>	<b>265</b>
<b>56. NEDOSTATKY METODIKY NA ENERGETICKÚ CERTIFIKÁCIU OSVETLENIA V BUDOVÁCH A MOŽNOSTI ICH RIEŠENIA</b>	<b>274</b>
<b>57. NOVÝ SOFTVÉR LITECALC 3.0 PRE VÝPOČET SPOTREBY ENERGIE NA OSVETLENIE KOMPLEXNOU METÓDOU</b>	<b>284</b>
<b>58. VÝPOČET PARAMETROV VEREJNÉHO OSVETLENIA POMOCOU POČÍTAČA – AKTUÁLNE PRÍSTUPY PRI ALGORITMIZÁCI VÝPOČTOVÉHO JADRA</b>	<b>289</b>

<b>59. VYHODNOCENÍ OSVĚTLENÍ CENTRÁLNÍHO SKLADU SVĚTLOVODY</b>	<b>294</b>
<b>60. ŘÍZENÍ OS S HALOGENIDOVÝMI VÝBOJKAMI VYŠŠÍCH PŘÍKONŮ</b>	<b>300</b>
<b>61. KOLAUDACE OSVĚTLENÍ</b>	<b>305</b>
<b>62. MODERNÍ PROSTŘEDKY PRO ELIMINACI RUŠIVÝCH VLIVŮ V ELEKTRICKÝCH SVĚTELNÝCH OBVODECH</b>	<b>308</b>
<b>63. PORANĚNÍ OKA V PRACOVNÍM PROCESU</b>	<b>314</b>
<b>64. OSVĚTLOVÁNÍ VENKOVNÍCH PRACOVNÍCH PROSTOR V KOMBINACI S KAMEROVÝMI SYSTÉMY</b>	<b>316</b>
<b>65. UKÁZKA SPOLUPRÁCE DALI ŘÍDÍCÍHO SYSTÉMU OSVĚTLENÍ S CUE ŘÍDÍCÍM SYSTÉMEM AV TECHNIKY V KONFERENCEČNÍM SÁLE FAKULTNÍ NEMOCNICE OSTRAVA</b>	<b>323</b>
<b>66. ZPRÁVA O STAVU LEGISLATIVY V OBLASTI RUŠIVÉHO SVĚTLA</b>	<b>329</b>
<b>67. SVĚTELNÉ DIODY A JEJICH POUŽITELNOST VE VEŘEJNÉM OSVĚTLENÍ</b>	<b>334</b>

Autor:	Kolektiv autorů
Katedra, institut:	Katedra elektroenergetiky
Název:	Kurz osvětlovací techniky XXVII
Místo, rok, vydání:	Ostrava, 2009, 1. vydání
Počet stran:	350
Vydala:	VŠB – Technická univerzita Ostrava
Tisk:	Ediční středisko VŠB – TUO
Náklad:	150 ks

NEPRODEJNÉ

**ISBN 978-80-248-2087-3**