

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky



Česká společnost pro osvětlování
Regionální skupina Ostrava



Národní konference s mezinárodní účastí
Kurz osvětlovací techniky XXVI

6. – 8. října 2008

HOTEL DLOUHÉ STRÁNĚ
Kouty nad Desnou

ISBN 978-80-248-1851-1

Partneři akce

časopis „SVĚTLO“, FCC Public

ČKAIT

PTD Muchová, s.r.o.

časopis „Elektrotechnika v praxi“, BAEL

**časopis „INTERIÉR veřejných budov“,
NAKLADATELSTVÍ MISE**

Slovenská svetelnotechnická spoločnosť

Děkujeme za dotace a sponzorské dary firmám

THORN-LIGHTING CS, s. r. o.

Na Březince 6/930, Praha 5, 150 00 – www.thornlight.cz

ČEZ, a. s.

Duhová 2/1444, Praha 4, 140 53 – www.cez.cz

HORMEN CE, a. s.

Libušská 8/191, Praha 4, 142 00 – www.hormen.cz

OBO BETTERMANN PRAHA, s. r. o.

Modletice 81, Říčany u Prahy, 251 01 – www.obo-bettermann.com

ELTODO-CITELUM, s. r. o.

Novodvorská 1010/4, Praha 4, 142 01 – www.eltodo.cz

Artechnic-Schröder a.s.

Vinohradská 74, Praha 3, 130 00 – www.artechnic-schreder.cz

SITECO LIGHTING, spol. s. r. o.

U Nikolajky 1085/15, Praha 5 – Smíchov, 150 00 – www.siteco.cz

HELUKABEL CZ, s. r. o.

Areál dolu Max, Libušín okr. Kladno, 273 06 – www.helukabely.cz

OSMONT, s. r. o.

Hybrálec 129, Jihlava, 586 01 – www.osmont.cz

OSTRAVSKÉ KOMUNIKACE, a. s.

Novoveská 25/1266, Ostrava - Mar. Hory, 709 00 – www.okas.cz

ELSTAV lighting, s. r. o.

Výstavní 2942/108A, Ostrava – Vítkovice, 703 00 – www.elstav.cz

HELLUX ELEKTRA s.r.o

Okružní 526, České Budějovice 4, 370 2100 – www.hellux-elektra.trade.cz

ELEKTROSVIT SVATOBŔICE, a. s.

Nádražní 277, Svatobořice – Místřín, 696 04 - www.elektrosvit.cz

METASPORT akciová společnost

Lešetínská 47, Ostrava – Kunčice, 719 00 – www.metasport.cz

Konference Kurz osvětlovací techniky XXVI je tradičním, jak je již z názvu patrné, 26. 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 heslo letšního roku v souvislosti se stálým zdražováním energií zní:

JAK KOMPENZOVAT ZDRAŽOVÁNÍ ELEKTRICKÉ ENERGIE V OBLASTI OSVĚTLOVÁNÍ?

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

- **Hygiena**
- **Vnitřní osvětlení**
- **Venkovní osvětlení**
- **Elektro**
- **VENKOVNÍ workshop - Propagace úsporných opatření v oblasti VO ve městech a obcích, rušivé světlo**

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

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

Obsah:

Příspěvek	Strana
1. RUŠIVÉ SVĚTLO NAD AREÁLEM ČVUT V PRAZE Bálský, Habel	11
2. ELEKTRONICKÉ FORMÁTY POPISU SVÍTIDEL, ANEB NENÍ FORMÁT JAKO FORMÁT Baxant	16
3. KABELOVÉ ÚLOŽNÉ SYSTÉMY PRO OSVĚTLENÍ A POŽÁRNÍ FUNKČNOST SVĚTELNÝCH ROZVODŮ Burant	21
4. SVĚTELNÁ INSTALACE V BUDOVÁCH V SOULADU S PLATNÝMI PŘEDPISY ČSN Dudek	28
5. POKLADY SVĚTELNÉ TECHNIKY V NTM Dvořáček	36
6. SOFTWAREOVÁ PODPORA MCA8 PŘI VÝBĚRU SVÍTIDEL. Gurecký	42
7. VÝZNAM INTEGRÁLNÍCH CHARAKTERISTIK PRO NÁVRH OSVĚTLENÍ Habel, Žák	50
8. OSVĚTLENÍ KRÁTKÝCH TUNELŮ Hladký	59
9. RUŠIVÉ SVĚTLO POZEMNÍ KOMUNIKACE JIŽNÍ SPOJKA Hladký, Kocifaj, Sokanský	64
10. OPTIMALIZACE MŘÍŽKY MODERNÍHO SVÍTIDLA Höchsmann	70
11. MATEMATICKÝ MODEL ODRAZNÝCH VLASTNOSTÍ POVRCHŮ VOZOVEK Holec, Habel	75
12. DENNÍ OSVĚTLENÍ – HYGIENICKÉ ASPEKTY Hollerová, Mathauserová	79
13. UMĚLÉ OSVĚTLENÍ HRACÍ PLOCHY FOTBALOVÉHO STADIONU SK SLAVIA PRAHA Holub	82

14. OPATRENIA, KTORÉ VEDÚ K ZVYŠOVANOU BEZPEČNOSTI V PRÍPADE POŽIARU V TUNELOVÉM RÚRE	86
Horňák	
15. VO Z POHLADU TRENDOV BUDÚCNOSTI	89
Horňák	
16. VÝPOČET ČINITELE DENNÍHO OSVĚTLENÍ OBJEKTŮ NOVÁ KAROLÍNA	95
Hrabčík, Vysloužil	
17. DOMÁCE SVIETIDLO SO ZDRAVOTNE PRIAZNIVÝMI ÚČINKAMI	100
Hrdlík	
18. MOŽNOSTI EFEKTIVNÍHO OSVĚTLENÍ PŘEDNÁŠKOVÝCH HAL	105
Hurt	
19. VEŘEJNÉ OSVĚTLENÍ PAMÁTKOVÉ ZÓNY V OSTRAVĚ PŘÍVOZE	109
Chobot, Muchová	
20. JAK JSEM ŘEŠIL LED SVÍTIDLO PRO VEŘEJNÉ OSVĚTLOVÁNÍ	116
Kalous	
21. LED SYSTÉMY V ARCHITEKTUŘE	119
Kaňa	
22. VÝPOČET DENNÍHO OSVĚTLENÍ ZENITNÍMI SVĚTLÍKY S ROZPTYLNÝM ZASKLENÍM	126
Kaňka	
23. NOVÝ SDRUŽENÝ SVĚTLOMET PRO AUTOMOBILY Z VISTEON-AUTOPALU	130
Kocián	
24. AUTOMATIZOVANÉ PRACOVÍŠTĚ GONIOFOTOMETRU	134
Kolář, Dostál, Novák	
25. TERMINOLOGIE A RUŠIVÉ VLIVY SVĚTLA	140
Kotek	
26. PRAKTICKÉ ZKUŠENOSTI SE SYSTÉMOVÝM KNX/EIB ŘÍZENÍM OSVĚTLENÍ V KOMERČNÍCH OBJEKTECH	143
Kunc	
27. VÝSKUM OSLNENIA V DOPRAVE	151
Krasňan	
28. VÝVOJ OSVETĽOVACEJ TECHNIKY A ZÁSADY Z POHLADU ILUMINÁCIE	157
Krasňan	

29. MOŽNOSTI VYUŽITIA DENNÉHO SVETLA NA OSVETĽOVANIE VNÚTORNÝCH PRIESTOROV	162
Krasňan	
30. PROSLUNĚNÍ OBYTNÉHO BLOKU V OBJEKTU NOVÁ KAROLÍNA	166
Křívová, Juklová	
31. PRAKTICKÉ ZKUŠENOSTI Z MĚŘENÍ OBCHODNÍCH CENTER	169
Lepší, Stupka	
32. ENERGETICKÁ NÁROČNOST UMĚLÉHO OSVĚTLENÍ VNITŘNÍCH PROSTORŮ	175
Linda	
33. OSVĚTLENÍ V HALÁCH PRO CHOV DRŮBEŽE	179
Liška, Kic	
34. OSVĚTLOVÁNÍ PŘECHODŮ PRO PĚŠÍ	182
Maixner	
35. ZPRÁVA O STAVU NEBE 2008	186
Maixner	
36. PRŮMYSLOVÁ SVÍTIDLA PRO EXTRÉMNÍ TEPLoty OKOLÍ	189
Marek	
37. LIGHT GUIDES FOR AUTOMOTIVE APPLICATIONS	192
Martoch, Šimíček	
38. NOVÉ NAŘÍZENÍ VLÁDY Č. 361/2007, KTERÝM SE STANOVÍ PODMÍNKY OCHRANY ZDRAVÍ PŘI PRÁCI	198
Motyčková	
39. NASVĚTLENÍ KOSTELA V OSTRAVĚ - ZÁBŘEHU	204
Muchová, Gřes, Gavlovský	
40. DLOUHODOBÉ MĚŘENÍ RUŠIVÉHO SVĚTLA V AREÁLU VŠB-TUO	208
Novák, Dostál	
41. LED' 2008 - IN THE LIGHTING EQUIPMENTS	214
Novomeský	
42. VÝKLAD ČSN EN 12464-2	219
Novotný	
43. SVĚTLOVODY PŘÍCHOD MODERNÍCH TECHNOLOGIÍ	224
Otýpka	

44. VLIV BARVY SVĚTLA NA SYSTÉM NOUZOVÉHO OSVĚTLENÍ	228
Penn	
45. NEKONVENČNÍ APLIKACE LINEÁRNÍCH ZÁŘIVEK	233
Plch	
46. ZDRAVOTNÍ ASPEKTY NEVHODNÉHO ZASTÍNĚNÍ	239
Plch	
47. DENNÍ OSVĚTLENÍ SCHODIŠTĚ VÝŠKOVÉ BUDOVY	243
Plch, Mohelníková, Vakay	
48. APLIKACE STMÍVATELNÝCH ELEKTRONICKÝCH PŘEDŘADNÍKŮ VE VO	247
Polínek	
49. MĚŘENÍ PARAMETRŮ UMĚLÉHO OSVĚTLENÍ PODLE POŽADAVKŮ ČSN EN 12464-2	250
Slezák	
50. NORMALIZOVANÉ ENERGETICKÉ HODNOTENIE POTREBY ENERGIE NA OSVETLENIE BUDOV A ICH CERTIFIKÁCIA	253
Smola, Gašparovský	
51. POKLES SVETELNÉHO TOKU PRI STARNUTÍ TEPLOTNÝCH SVETELNÝCH ZDROJOV	258
Smola	
52. FÊTE DES LUMIÈRES	263
Sněhota	
53. ENERGETICKÉ ÚSPORY VE VEŘEJNÉM OSVĚTLENÍ	268
Sokanský, Novák	
54. PŘÍKLADY MĚŘENÍ JASŮ OBLOHY VE VYBRANÝCH LOKALITÁCH	273
Sokanský, Novák, Žwak, Dostál	
55. TESTOVÁNÍ NOVÝCH OBJEKTIVŮ JASOVÉHO ANALYZÁTORU LMK MOBILE ADVANCED	279
Sokanský, Žwak	
56. OSVĚTLENÍ OD NÁVRHU K REALIZACI S PODPOROU POČÍTAČE	284
Staněk	
57. VÝPOČET ČAR SVÍTIVOSTI Z DIGITÁLNÍ FOTOGRAFIE	293
Škoda, Baxant	

- 58. STAV VENKOVNÍHO OSVĚTLENÍ OBCÍ LIBERECKÉHO KRAJE S POČTEM OBYVATEL DO 10.000 - PRŮZKUM, VYHODNOCENÍ , NÁVRH OPATŘENÍ. 297**
Tesař
- 59. HODNOCENÍ FLICKERU V PRŮMYSLOVÝCH SÍTÍCH 301**
Tlustý, Sýkora, Müller
- 60. ŘÍZENÍ OSVĚTLENÍ V NOVÉ BUDOVĚ FEI VŠB-TU V OSTRAVĚ 306**
Trawinski
- 61. STATISTIKA NEHODOVOSTI NA PŘECHODECH PRO CHODCE V OSTRAVĚ 314**
Voráček
- 62. COMPUTER COMPLETION OF THE PROCESS OF MODELLING THE LAYOUT OF ILLUMINATION OF WAWEL HILL IN CRACOW 316**
Żagan, Ciupak, Płuska

Rušivé světlo nad areálem ČVUT v Praze

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

ČVUT v Praze, Fakulta elektrotechnická, katedra elektroenergetiky

<http://light.feld.cvut.cz>

Velmi diskutovaným tématem mezi odbornou i laickou veřejností se stávají rušivé účinky umělého světla ve venkovním prostředí. Aktuálnost této problematiky stoupá i s postupným zaváděním limitů pro omezování rušivého světla do praxe. V letošním roce nabyla účinnosti nová norma ČSN EN 12464-2 „Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 2: Venkovní pracovní prostory“, v níž jsou zahrnuty požadavky na omezení světelného toku svítidel vyzařovaného nad horizont. Právě světelný tok svítidel vyzařovaný nad horizont je jednou z příčin zvyšování jasů noční oblohy. Jde o umělé světlo vyzařované osvětlovací soustavou mimo hranice osvětlovaného objektu, tedy v podstatě i o nehospodárné využití spotřebované elektrické energie.

Chceme-li posoudit vliv zmíněných limitů na jas noční oblohy, je třeba nalézt objektivní metodu měření jasů noční oblohy a zjistit rozložení jasů na noční obloze před a po zavedení limitů pro omezování rušivého světla. Proto byla na katedře elektroenergetiky ČVUT v Praze, FEL, zkoumána možnost měření jasů noční oblohy a jejich rozložení v prostoru. Na základě dostupného přístrojového vybavení byly vyzkoušeny následující metody měření rozložení jasů na noční obloze: měření jasoměrem s následným vyhotovením počítačového modelu rozložení jasů po celé noční obloze, následné ověření počítačového modelu měřením osvětlenosti vodorovné roviny a dále měření jasů oblohy digitálním fotoaparátem.

Model rozložení jasů na noční obloze

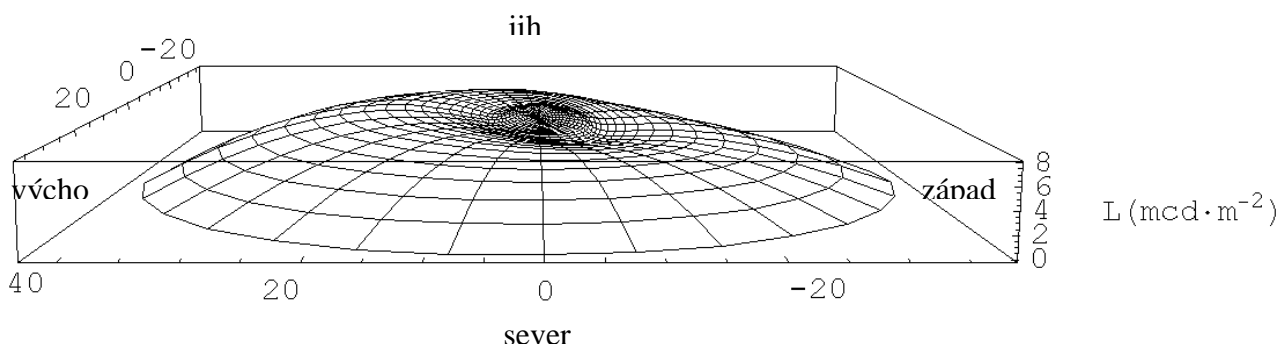
První z metod spočívá v prostém změření jasů jednotlivých částí noční oblohy (poloprostoru) jasoměrem a následném vytvoření počítačového modelu rozložení jasů po celé obloze. K měření jasů oblohy byl použit jasoměr firmy *Lichtmesstechnik LMT L 1009* s měřicím rozsahem $0,0001 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$ až $19\,990\,000 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$. Jas noční oblohy byl měřen na střeše laboratoře antén FEL ČVUT (Technická 2, Praha 6) ve směru čtyř světových stran (sever, východ, jih, západ) a ve čtyřech různých výškách nad obzorem (10° , 30° , 50° , 70°), dále pak v zenitu (nadhlavníku). Měření nebylo záměrně provedeno na obzoru, kde se vyskytují samotné zdroje světla – osvětlovací soustavy. V době měření – 9. 11. 2006 v 19:45 až 20:45 – bylo jasno, téměř bez oblačnosti. Venkovní teplota byla 10°C , bez sněhové pokrývky. Měření bylo zahájeno cca 90 minut po západu slunce a ukončeno cca 45 minut před východem měsíce, nemohlo tedy být ovlivněno svitem těchto těles. Měřený jas oblohy je zapříčiněn pouze umělým osvětlením.

Naměřená data jsou shrnuta v tabulce 1:

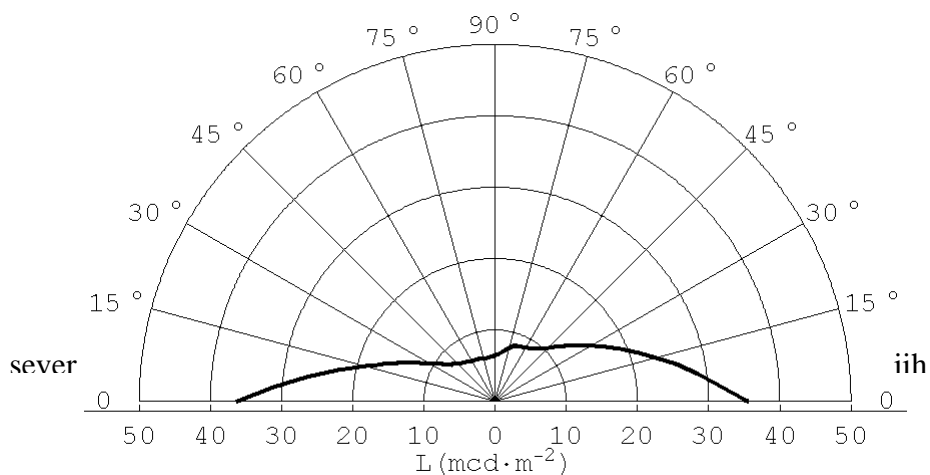
Světová strana:	S	V	J	Z
	ζ ($^\circ$)	0	90	180
Úhel nad obzorem ϑ ($^\circ$)	Naměřené hodnoty jasů L_{sk} v tisícinách $\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$			
90 (zenit)	6,4			
70	6,3	7,4	8,2	6,8
50	7,1	8,4	9,6	7,7
30	10,5	14,9	15,5	9,4
10	23,7	29,8	27,1	22,6

• tabulka 1: Naměřené hodnoty jasů, 9. 11. 2006 19:45 – 20:45, budova FEL ČVUT v Praze Dejvicích, laboratoř antén (GPS poloha $50^\circ 6' 11.692''\text{N}$, $14^\circ 23' 33.418''\text{E}$)

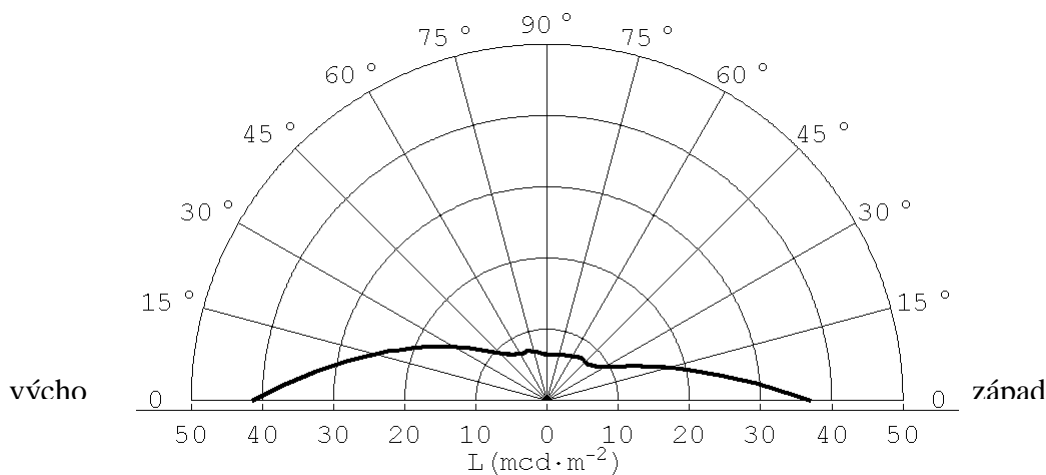
Naměřené hodnoty jasů byly interpolovány programem Mathematica[®] a následně byl vytvořen počítačový model jasů noční oblohy (viz obr. 1), který umožňuje určit jas oblohy v jakémkoliv směru.



• obr. 1: Model rozložení jasů na noční obloze. Místo měření je v bodě [0;0;0].



• obr. 2: Rozložení jasů na noční obloze v rovině sever – jih (příčný řez modelem).



• obr. 3: Rozložení jasů na noční obloze v rovině východ – západ (podélný řez modelem).

Z grafů (obr. 1 až 3) jsou patrné několikanásobně vyšší jasy noční oblohy v blízkosti obzoru v porovnání s jasy v zenitu (nadhlavníku). Vzhledem k plošnému charakteru zdroje světla (rozmístění osvětlovacích soustav na zemském povrchu) je to zřejmě dáno poklesem osvětlenosti jednotlivých vrstev atmosféry s rostoucí vzdáleností od zemského povrchu (osvětlenost v ideálním případě klesá s druhou mocninou vzdálenosti od zdroje světla, v atmosféře navíc dochází k rozptylu světla na jejích částicích). Při pohledu směrem nad obzor tak prohlížíme oblast téměř rovnoměrně osvětlenou nezávisle na vzdálenosti od místa pozorování, naopak směr vzhůru (kolmo k zemi) je směrem nejvyššího gradientu osvětlenosti atmosférických částic.

Patrný je i vliv instalovaného výkonu osvětlovacích soustav. Zatímco směrem k severu a západu se již prakticky nenachází žádná rozsáhlá městská zástavba, od jihozápadu až po východ se nacházejí nejintenzivněji osvětlené městské části (na jihu centrum Prahy, na východě velká sídliště). Tento vliv se nejvíce projevuje v oblasti okolo 30° nad obzorem, kde je jas nad městskou zástavbou cca o třetinu vyšší než nad okrajovou částí města.

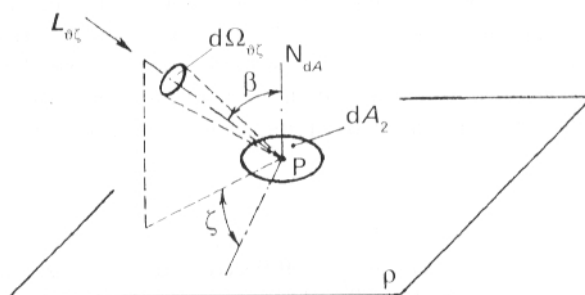
Rozložení jasů na noční obloze je dáno také aktuálními povětrnostními podmínkami. Za jasného počasí narůstá jas noční oblohy ve směru od zenitu k obzoru prudčeji než v případě velké oblačnosti. Absolutní hodnoty jasů noční oblohy jsou naopak vyšší při velké oblačnosti, což je dáno větším množstvím rozptýlných částic.

Ověření počítačového modelu na základě měření osvětlenosti vodorovné roviny

Měření rozložení jasů na noční obloze bylo ověřeno měřením osvětlenosti horizontální roviny v místě měření jasů, které probíhalo současně po celou dobu měření jasů. Abychom předešli zkreslení měření přímým světlem uličního osvětlení, bylo pro celé měření vybráno místo nacházející se vysoko nad úrovní okolní zástavby a nad úrovní blízkých osvětlovacích soustav. Tím bylo zajištěno, že na fotočlánek luxmetru nebude dopadat žádné přímé světlo z blízkých osvětlovacích soustav. Při měření horizontální osvětlenosti $E_{P\rho}$ v místě měření jasů by pak teoreticky mělo být dosaženo stejné hodnoty osvětlenosti, jako po intergaci jasů noční oblohy L_{Ω} přes celý horní poloprostor podle rovnice (1). Integrace jasů byla provedena na základě výše uvedeného Model rozložení jasů na noční obloze (viz obr. 1).

$$E_{P\rho} = \int_0^{4\pi} \cos \beta \cdot L_{\nu\zeta} d\Omega_{\nu\zeta} \quad (\text{lx}; \text{cd} \cdot \text{m}^{-2}, \text{sr}), \quad (1)$$

kde $E_{P\rho}$ je osvětlenost v bodě P roviny ρ (lx)
 $L_{\nu\zeta}$ je jas ve směru určeném úhly ν a ζ ($\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$)
 β je úhel, který svírá dílčí světelný vektor s normálou roviny P ($^\circ$)



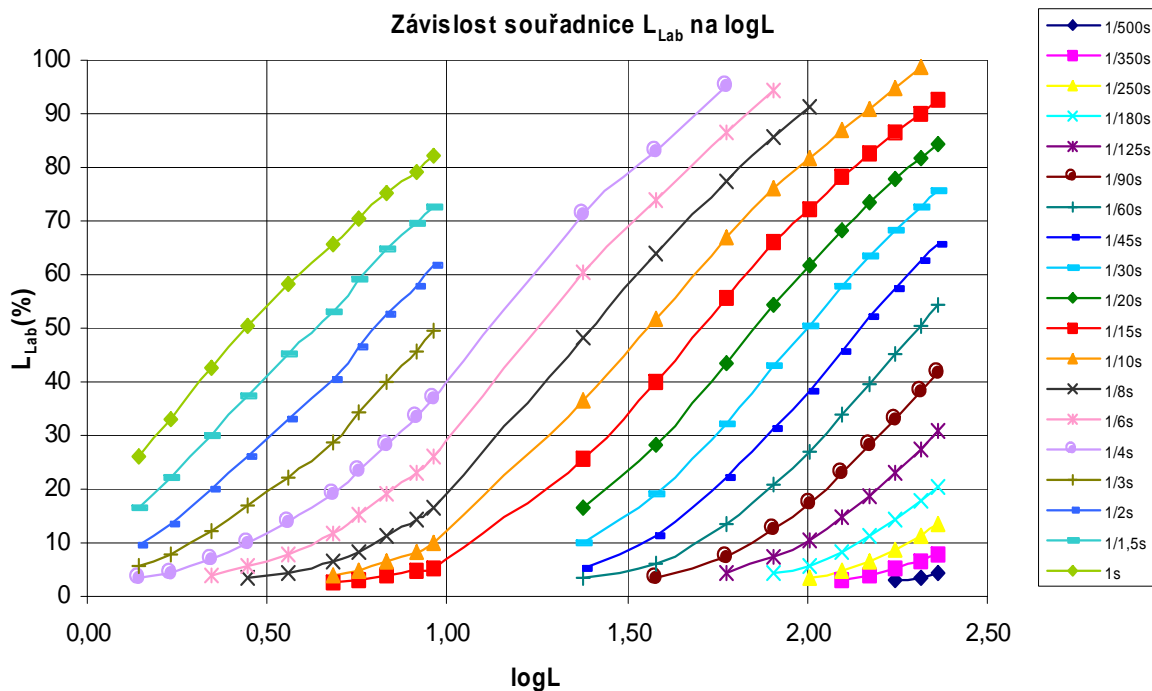
• obr. 4: Vztah mezi jasnem a osvětleností; převzato z [4]

Pro měření osvětlenosti horizontální roviny byl použit radiometr-fotometr *Krochmann, typ 211*, s měřicím rozsahem 0,001 lx až 200 000 lx. Po celou dobu měření jasů byla hodnota horizontální osvětlenosti stálá, $E_h = 0,038$ lx. Integrací jasů horního poloprostoru pomocí počítačového modelu byla vypočtena osvětlenost horizontální roviny $E_{hi} = 0,0345$ lx. Horizontální osvětlenost vypočtená integrací jasů noční oblohy je o 8,6 % nižší než hodnota naměřená luxmetrem, což lze odůvodnit tím, že na fotočlánek luxmetru mohlo dopadat i světlo z vodorovného směru pocházející přímo z osvětlovacích soustav vzdálené městské zástavby na obzoru, kde měření neprobíhalo. Nejbližší taková zástavba však byla poměrně značně vzdálena (Petřiny – cca 2 km; Bohnice, Kobylisy – cca 5 km).

Měření jasů noční oblohy digitálním fotoaparátem

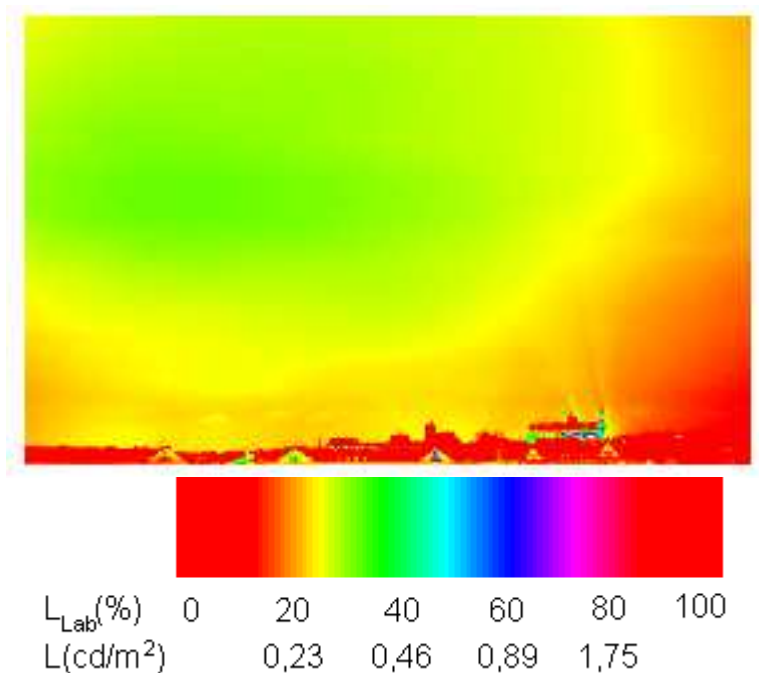
Základem této metody je schopnost snímacích prvků digitálních fotoaparátů (CCD či CMOS čipů) zaznamenávat jasovou informaci, která je nezbytně nutná pro pořízení snímku a je doplněna informací o rozložení barev na snímku. Výhodou měření jasů digitálním fotoaparátem je v první řadě schopnost zaznamenat na jednom snímku větší část prostoru s různými jasy s možností následného výběru výřezů snímku pro získání informace o jasu konkrétní oblasti. Pro určování jasu z pořízeného snímku se jako nejvhodnější jeví převod snímku do soustavy *CIE Lab*, kde souřadnice L je přímo úměrná jasu snímaného předmětu a odpovídá optické hustotě D . Souřadnice a a b soustavy *Lab* obsahují informaci o barvě. Souřadnice L_{Lab} vyjadřuje pouze jasovou informaci a není nijak závislá na barvě příslušného obrazového bodu.

Při měření jasů noční oblohy byly použity převodní charakteristiky fotoaparátu *Fujifilm FinePix S2 Pro* vypočtené programem Mathematica® pro běžné jasy v interiérech (viz [1]). Tyto charakteristiky vznikly lineární regresí hodnot jasů naměřených jasoměrem a souřadnic L_{Lab} snímků z digitálního fotoaparátu. Zmíněné převodní charakteristiky byly rozšířeny do oblasti velmi nízkých jasů a opětovně ověřeny souběžným měřením jasoměrem (viz [1]).



• graf 1: Ukázka závislosti souřadnice L_{Lab} na jasů snímku (změřeném jasoměrem) pro clonové číslo 4 (viz [1])

Jako ukázkou výsledků měření jasů noční oblohy digitálním fotoaparátem *Fujifilm FinePix S2 Pro* uvádíme zpracovaný snímek oblohy nad Pražským hradem převedený na škálu jasů. Obloha byla při měření zatažena nízkou oblačností, jejíž vliv se projevil na řádově vyšších hodnotách jasů oproti výše uvedeným měřením. Vliv oblačnosti na jas noční oblohy je tedy velmi silný.



• obr. 5: Snímek noční oblohy nad Pražským hradem převedený na škálu jasů, foceno z 4. patra ČVUT, FEL, Technická 2, 20. 12. 2005 20:15; doba expozice: 8 s, clona: f4

Jasoměrem byl v místě vyznačeném kruhem na obr. 5 naměřen jas $L_j = 0,33 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$. V programu Mathematica® byl pomocí převodních charakteristik fotoaparátu vypočten jas stejné oblasti $L_f = 0,330675 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$. Výsledky podobných měření ukazují, že tato metoda by mohla díky své jednoduchosti a relativně velké přesnosti zaujímat významnou pozici mezi ostatními metodami měření nízkých jasů.

Literatura a odkazy

- [1] Bálský, M. Hodnocení rušivých účinků umělého světla. Diplomová práce, ČVUT v Praze, Fakulta elektrotechnická, 2007
- [2] Fišera, M. Digitální fotografie a zorné pole lidského oka. Diplomová práce, ČVUT v Praze, Fakulta elektrotechnická, 2005
- [3] ČSN EN 12464-2 Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 2: Venkovní pracovní prostory
- [4] Habel, J. a kol. Světelná technika a osvětlování. FCC Public, Praha, 1995

Elektronické formáty popisu svítidel, aneb není formát jako formát

Petr Baxant, Ing., Ph.D.

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

Úvodem

Výpočetní technika dnes umožňuje celou řadu aplikací a jednou z nejvíce využívaných oblastí jsou počítačové simulace a výpočty. Díky počítačům, resp. výkonným softwarovým simulátorům, můžeme dnes velice věrně modelovat světelné podmínky prakticky v libovolném prostoru. Samozřejmě, stále se pracuje s řadou omezujících předpokladů, mezi něž patří klíčové aspekty, jako je použití ideálně difúzních povrchů, neselektivních odrazných ploch, zanedbání spektrální distribuce světla zdrojů a další. Nicméně i přes tyto zjednodušení poskytují výpočetní programy a výsledky výpočtů přijatelnou přesnost, která se pohybuje mnohdy na úrovni jednotek procent odchylky od výsledné reality.

Aby však byla simulace úspěšná, musí být pro danou úlohu sestaven odpovídající výpočetní model. Dnešní počítačové programy výrazně ulehčují tvorbu modelů, neboť dovolují vizuální modelování geometrie prostoru, včetně snadné definice odrazných vlastností a v některých případech i možnosti mapování textur (obrazů) na nakreslené 3D objekty.

Geometrický model však sám o sobě pouze definuje překážky, které omezují šíření světla. Zdrojem světla jsou zpravidla svítidla osazená světelnými zdroji a tyto svítidla určují počáteční podmínky pro šíření světla modelovým prostorem (neuvažujeme zde výpočty denního osvětlení). Prakticky všechny výpočetní programy pro návrh osvětlení využívají pro deklaraci svítidel fotometrické údaje poskytované výrobcí svítidel v podobě elektronických souborů fotometrických dat. Hlavním atributem těchto souborů jsou data o rozložení svítivosti doplněná o některé další popisné údaje, které pro vlastní výpočet nejsou většinou tolik důležité. Pokud však provádíme další navázané simulace a výpočty, můžeme např. z geometrických rozměrů sestavit jednoduchý 3D model, provést výpočet jasů aktivní plochy svítidla, používat systém dělení aktivních ploch na menší části pro dosažení přesnějších výsledků.

Uživatelé i výrobce často trápí otázka, jaká data se do souborů vlastně ukládají a co ve svém důsledku znamenají pro návrh osvětlení. Někdy totiž data korespondují s výslednou realitou a mohou být zdrojem závažných chyb. Zejména výrobci, snažící se zvýhodnit svá svítidla často uvádějí údaje, které zkreslují skutečné světelné výkony svítidel a mohou poškodit nejen investora, ale i zodpovědné projektanty a dodavatele. Jádrem problému je fakt, že prakticky žádný z dnes používaných fotometrických formátů nedovoluje uchovávat všechny potřebné atributy, kam by se ukládaly např. informace o podmínkách při měření a korekcích, které je nutné aplikovat při výpočtu v korelaci s praktickou aplikací. Největším problémem se stává zejména nejednoznačná definice jmenovitého toku světelných zdrojů, vliv teploty, vliv polohy světelného zdroje, vliv napájecího napětí na světelný tok.

Další skupinu výpočtů tvoří např. hodnocení oslnění, kde jsou výchozím podkladem jasy oslňujících zdrojů. Ty se prakticky získávají odhadem pomocí zjednodušeného výpočtu jasu průměrných ploch ze známých hodnot svítivosti v daném směru. U některých formátů je již na toto pamatováno a alespoň existuje propracovanější definice svítících ploch. Ovšem např. nejrozšířenější formát v Evropě – Eulumdat, používá jen velice omezenou strukturu pěti základních vyzařovacích ploch a při komplikovaných tvarech svítidel je toto zcela nevyhovující.

Podívejme se teď podrobněji na některá úskalí, které přináší striktní a mnohdy nedokonalá struktura datových souborů pro fotometrické údaje o svítidlech a ukažme si hlavní vlastnosti a rozdíly mezi formáty. Měli byste pak porozumět tomu, proč není formát jako formát, a že není vždy zcela možné data konvertovat mezi sebou, neboť atributy jednotlivých formátů nejsou vzájemně kompatibilní.

Stručně o formátech

Na světě existuje několik významných organizací, které sdružují světelné techniky do určitých regionálních skupin. I proto se ve světě ustálilo hned několik formátů pro ukládání fotometrických dat a neexistuje prakticky žádný jednotný standard. Každý formát má své výhody a nevýhody a unifikovaný systém, který by odstraňoval známé problémy je zatím stále pouze otázkou návrhů. A tak jsou dnes používány prakticky dvě, resp. tři klíčové třídy formátů v jejich různých generačních verzích.

Evropa

EULUMDAT format (*.LDT, *.ELX, *.EUL)

Jedná se o poměrně starý formát, který vzniknul pravděpodobně kolem roku 1990 jako snaha vytvořit určitý přenositelný standard pro záznam fotometrických dat [1]. Přestože není Eulumdat standardizován, je prakticky celosvětově využíván a podporován v podstatě všemi hlavními producenty svítidel a výrobci výpočetních programů. Základní popis je možné najít v [2]. Existuje i zmínka o verzi EULUMDAT2 formátu [2], který by měl být rozšířenou a vylepšenou verzí, nicméně tato verze se zřejmě neujala, neboť data v tomto formátu výrobci nenabízejí.

Výhody formátu

- Umožňuje zaznamenat více sad světelných zdrojů – různé zdroje v jednom svítidle
- Vymezený prostor pro činitele přímé osvětlenosti DR – rychlý výpočet pro deset typů místnosti dle činitele místnosti. Bohužel není přesně specifikováno, pro jaké k jsou DR stanoveny $k = 0.6 \dots 5$ (pro určení počtu svítidel pomocí tokové metody a činitele využití prostoru.)
- Ukládá teplotu barev zdroje
- Ukládá index barevného podání.

Nevýhody

- Umožňuje zaznamenat pouze omezené informace o geometrii svítidla – kubické a kruhové
- Neuvádí informace o napájecím napětí, zdánlivém příkonu, kmitočtu
- Neuvádí informace o předřadnicích
- Světelný tok světelného zdroje je uveden pouze jako jmenovitá (katalogová) hodnota
- Intenzity jsou určeny pouze pro 1000 lm zdroj, nelze volit jinou referenci.

CIE formát

Mezinárodní komise pro osvětlování ve svém dokumentu CIE 102-1993 doporučila standardizaci fotometrických formátů [4] a navrhla koncept pro budoucí standard. Na základě tohoto standardu vznikl normativní formát CEN, který je zakotven v Evropské normě EN 13032-1:2004 [5] a je přijímán do národních norem členských zemí EU.

CEN formát (*.CEN)

CEN souborový formát verze 1.0, jehož specifikace je uvedena v normě (EN 13032-1:2004) [5] má na rozdíl od předchozího a formátu, atributy vyjádřeny explicitně, nikoliv jako implicitní dané pouze pozicí dat v souboru. Jedná se o jednoduchý ASCII textový soubor, který je snadno čitelný i editovatelný v běžném textovém editoru. Odstraňuje některé nevýhody Eulumdat formátu, nicméně díky historické zastaralosti (specifikace vznikla začátkem 90. let minulého století) obsahuje stále řadu nedokonalostí.

Výhody formátu

- Informace o předřadníku BLID – Ballast IDentification
- BAFA – BALLast lumen FActor – světelný činitel předřadníku
- Napájecí napětí INVO, frekvence INFH, příkon činný INPW i zdánlivý INVA
- Kód tvaru svítidla (LSHP – Luminaire SHaPe code)
- Možnost definice průmětů svítících ploch (až 99) Luminous Areas
- Vedle jmenovitého světelného toku zdrojů se objevuje i hodnota naměřeného světelného toku zdrojů MTLF - Measured Total Luminous Flux
- LLGE – Lamp Luminaire GEometry – popisuje umístění světelného zdroje ve svítidle a nabízí programům využít tuto informaci pro kompenzaci změny světelného toku při změně polohy světelného zdroje, kdy se svítidlo naklání a směřuje. Bohužel existují pouze 4 základní modifikace, které nijak nevystihují např. závislost toku zdroje na natočení svítidla.

Nevýhody

- Neumožňuje definovat svítidla s více sadami zdrojů různého typu
- Neřeší problematiku oteplení svítidla a změnu toku zdrojů
- Nemá prostředky pro kompenzaci vlivu napájecího napětí, kromě možnosti využít různé násobitele, např. MULT (MULTiplier nebo CONF – intensity CONVersion Factor).
- Neukládá informace o barevném podání světelného zdroje
- Neukládá informace o teplotě chromatičnosti.

Velká Británie

Ve Velké Británii se jako standard používá formát CIBSE-TM14. Je popsán v publikaci [6, 7]. Podrobnosti je tedy možné nalézt v tomto dokumentu, v příspěvku se tímto formátem nezabýváme. Používaná extenze souborů je *.TM4 nebo *.CIB.

Severní Amerika

Společnost pro světelné techniky Severní Ameriky (IESNA) publikovala doporučení s názvem "IES LM-63-1986: IES Recommended Standard File Format for Electronic Transfer of Photometric Data." [8]. To bylo v roce 1986 a tento standard byl brzy používán severoamerickými producenty svítidel a výrobci. Od roku 1986 bylo provedeno několik revizí a dnes poslední používaná verze je LM-63-2002 [9] i když již existuje verze novější.

IES formát (*.IES)

Existují následující modifikace IES formátu:

IES LM-63-86, IES LM-63-91, IES LM-63-95, LM-63-2001, IES LM-63-2002, IES LM-74-2005.

Některé základní vlastnosti a srovnání jsou uvedeny v tabulce 1.

Klíčové problémy obecně

Jedním z největších problémů fotometrických formátů je principiálně to, že ukládají informace o svítivosti svítidla jako bodového zdroje, nikoliv jako reálného svítidla. Není to však chyba fotometrických formátů, ale koncepce popisu svítidel. Nicméně pokud budeme tolerovat tuto odchylku od reality, dalším problémem je špatná reprezentace jasových poměrů u svítidel. I když v některých formátech je přítomna sekce, kde se dají zaznamenat určité informace o tvaru svítících ploch, je tento způsob obecně nepoužitelný, neboť nevyhovuje na libovolné svítidlo. Program pak musí mít pro každou variantu implementovány jiné prostředky reprodukce jasů ze svítivosti a průměrných ploch a ty mohou být navíc různými programy řešeny různě. V Evropě nejrozšířenější formát Eulumdat je v tomto ohledu nejhorší, neboť umožňuje popsat prakticky pouze dvě geometrie – kruhový otvor a obdélníkové kolmé plochy. Jakýkoliv jinak deformovaný tvar je prakticky nevyjádřitelný a musí se používat ekvivalentní plochy, aby se dal jas určit alespoň přibližně, což ovšem v mnoha případech vůbec nelze.

Formáty CEN a IES určité prostředky mají, ale opět pro složitější tvary není možné geometrii postihnout. Ve formátu CEN je možné sice definovat až 99 uživatelských ploch, které určují jejich velikost a úhel, ale na základě těchto dat není schopen žádný software rekonstruovat skutečný tvar svítidla – jedná se o plochy hypotetické.

Dalším problémem je absence důležitých informací o laboratorních podmínkách měření, typicky např. skutečné světelné toky použitých zdrojů. Formáty Eulumdat a IES zaznamenávají jmenovité toky zdrojů, tj. ty co uvádějí výrobci zdrojů. Ovšem v konfiguraci s určitými předřadníky tyto zdroje svítí jinak, než dle katalogu. Je tedy nutné použít jiný korekční činitel na přepočítání hodnot svítivosti, abychom se dopracovali ke správným hodnotám. To však není zcela regulární, neboť výrobce může stejný optický systém osadit jinými podobnými zdroji a předřadníky a použije-li stejná fotometrická data a nahradí pouze hodnotu jmenovitého toku, může dojít k významným odchylkám. Velmi málo výrobců využívá multiplikační koeficienty, kterými by se pravděpodobně měly korigovat hodnoty odchylek světelného toku. Tento multiplikační atribut obsahují všechny formáty, nicméně u různých formátů je jeho použití zamýšleno různě. Někde např. na to, aby se velmi malá čísla mohla zobrazovat s přijatelnou přesností.

Typickým příkladem za všechny, je uvádění sice katalogových údajů zdrojů, ale svítivosti jsou změřeny se skutečnými zdroji se skutečným vlivem např. teploty uvnitř svítidla. Typicky u zářivek dochází k poklesu světelného toku v uzavřených svítidlech, což v důsledku vede k mylné informaci o účinnosti svítidla. Do účinnosti se pak musí zahrnovat i vliv snížení toku vlivem teploty anebo uvést správnou optickou účinnost svítidla a zadat skutečný světelný tok zdrojů při dané teplotě.

Existují i opačné případy, kdy vlivem teplotní optimalizace zdrojů výrobci uvádějí sice katalogové údaje, ale pro zdroje bez optimalizace, tj. pro typických 25 stupňů Celsia okolní teploty. Zdroje pak při 35 stupních optimalizované teploty svítí více, což má za následek zvýšení svítivosti. Vypočtený světelný tok je vyšší, než by byl s katalogově uváděnou hodnotou toku zdroje a účinnost svítidla je tak paradoxně zvýšená. Opět jako důsledek chybného uvedení toku zdroje. Při výpočtu se sice dopracujeme ke správným hodnotám osvětlenosti i celkových toků svítidel, nicméně pokud budeme zběžně procházet katalog, zaujmou nás právě svítidla s takto upravenou vysokou účinností. Přitom jejich optika se nemusí v ničem lišit od jiného svítidla, které je pouze osazenou jiným zdrojem anebo předřadníkem. Problém nastane ve chvíli, kdy údržba nepoužije předepsané zdroje anebo přidavné optimalizační prvky a osadí svítidlo nesprávným typem zdroje. Pak bude samozřejmě výstup jiný a pravděpodobně menší než by měl být. Zhorší se hladina osvětlení a to je nepřijatelné.

Dalšími problémy jsou již jen ve zkratce:

- absence informací o teplotě chromatičnosti, barevném podání,
- nemožnosti definovat různé sady zdrojů – svítidla s různými zdroji v jednom svítidle
- nedostatečný popis parametrů spotřeby elektrické energie, jmenovité napětí, frekvence apod.
- vliv polohy zdroje a další.

Tyto jmenované problémy, dávají prostor pro další vývoj formátů. V následující kapitole je pojednáno o možnostech vylepšení stávajících specifikací tak, aby pokryly potřeby budoucího softwaru a sjednotily se mnohdy různorodé pohledy na stejná data. Nicméně i tak bude sada fotometrických údajů stále zatížena koncepčními chybami vzdálené fotometrie, a dokud se postupně nepřejde na fotometrii blízkého pole, resp. fotometrii svítících elementů, tak jakékoliv další vylepšení nebude mít požadovaný efekt. Může se však značně snížit nepřehlednost a omezit prezentace zavádějících údajů, které zkreslují publikovaná data.

Tabulka 1. Srovnání vlastností vybraných atributů jednotlivých formátů

Atribut	Eulmdat	CEN	IES
Typ světelného zdroje	ANO	ANO	ANO
Informace o předřadníku	NE	ANO	Částečně
Více sad zdrojů	ANO	NE	NE
Barevné podání zdrojů	ANO	NE	NE
Teplota chromatičnosti zdrojů	ANO	NE	NE
Činný příkon [W]	ANO	ANO	ANO
Zdánlivý příkon [VA]	NE	ANO	NE
Napětí [V]	NE	ANO	NE
Frekvence [Hz]	NE	ANO	NE
Jmenovitý světelný tok zdrojů	ANO	NE	ANO
Skutečný světelný tok zdrojů	NE	ANO	NE
Přídavný násobitel intenzit	ANO	ANO	ANO
Vliv polohy zdroje	NE	Částečně LLGE	ANO
Vliv teploty na světelný tok	NE	NE	NE
Vliv napájecího napětí	NE	NE	NE
Definice vlivu stárnutí	NE	NE	NE
Sklon při měření	ANO	ANO	ANO
Definice svítících ploch	obdélníkové kruhové	koule, polokoule, válec, poloválec, kostka, 99 uživatelsky definovaných svítících ploch	bod, obdélník, kruh, koule, válec (vertikální i horizontální) elipsa a elipsoid.

Možnost řešení

Jak již bylo naznačeno, k dokonalosti elektronickým formátům dosud hodně chybí. Poměrně dobře vybaveným formátem, i co se týká koncepce záznamu dat, je formát CEN. Díky explicitní definici atributů je možné měnit jejich pořadí bez ztráty informace. Řada atributů nemusí být vůbec použita, a přesto bude formát čitelný. Navíc je celá struktura dobře čitelná i běžnému uživateli bez znalosti formátu, zvláště pokud se použijí plné názvy atributů. Pokud bychom tedy tento formát vzali jako budoucí standard, bylo by dobré jej doplnit o následující atributy:

- Podrobnější informace o světelném zdroji, tj. např. dle vzoru Eulmdat - index barevného podání, teplota chromatičnosti nebo např. životnost zdrojů. Bylo by dobré zaznamenávat také spektrum světelných zdrojů pro přesnější výpočty osvětlení.
- Možnost definovat více sad zdrojů, opět podobně jako nabízí Eulmdat. Zde se narazí na problém definice klíčových slov pro atributy, ale pokud by se vyřešilo podobně jako např. definice uživatelských svítících ploch, tedy s využitím indexů, nebude větší problém tuto specifikaci zavést.
- Možnost zaznamenat i data o použitých předřadnících.
- Možnost explicitně zaznamenat vlivy teploty, napětí a polohy zdrojů. Tyto definice by výrazně pomohly při provozu svítidel za nestandardních podmínek – snížené napětí na koncích vedení, vysoké nebo naopak nízké teploty okolí.
- Možnost definovat 3D geometrii svítících ploch jako síť bodů v 3D souřadnicích. Pak by bylo možné snadno implementovat jakoukoliv svítící geometrii a jednotné zpracování v softwaru.
- Možnost uvádět světelný tok zdroje jak katalogový tak skutečný v dané kombinaci svítidlo – zdroj – předřadník.

- Možnost ukládat data o nejistotách měření, alespoň na úrovni jedné hodnoty procentuální tolerance uvedených hodnot svítivosti.
- Možnost definovat libovolné krokování úhlů v libovolné rovině. To by umožnilo v dynamických přechodech zvolit jemnější krokování úhlu pro přesnější uvádění svítivosti.

Zřejmě právě kvůli absenci dalších potřebných atributů se formát dodnes neujal, a pokud nebude revidován, tak se tak ani nestane v budoucnu. Kromě navržených úprav by se jistě našla řada dalších připomínek, které by měly budoucí formáty akceptovat, pokud mají plnit svou roli elektronického modelu svítidla.

Závěr

Obecně lze uvítat snahu CIE implementovat budoucí formát na standardu XML, který dává mnohem více možností pro záznam strukturovaných dat. Bylo by tak možné vytvořit pouze rámcový návrh formátu, určit povinné atributy a pravidla pro tvorbu nových. Pravděpodobně by se časem automaticky vytvořily atributy dle potřeb výrobců a producentů výpočetního software, tak aby pokrývaly veškeré potřeby budoucího designu. Kapacity dnešních komunikačních prostředků jsou nesrovnatelně vyšší, než bychom nyní potřebovali pro záznam podrobných údajů o svítidlech. Je tedy vhodná chvíle tuto kapacitu začít konečně využívat.

Pokud se má situace v budoucnu výrazně zlepšit, je třeba zapojit do diskuze o novém fotometrickém formátu mnohem více subjektů. Je třeba vytipovat všechny možné variace, které u svítidel připadají v úvahu a navrhnout potřebné množství atributů, kterými bude možné svítidla popsat. Proprietární řešení firemními formáty nemá z důvodu nepřenositelnosti budoucnost a pro všechny bude výhodnější používat jednotný formát, který nebude nikomu komplikovat práci. Jedná se o měřicí laboratoře, které jsou v podstatě generujícími subjekty, výrobce svítidel, kteří tato data nabízejí společně se svítidly, výrobci počítačových programů a v neposlední řadě projektanti. Ti všichni mohou přispět k nové definici. Nechť se tento článek stane výzvou k podávání podnětných návrhů, které je možné směřovat na autora článku. V některé další diskuzi se pak můžeme již bavit o konkrétních krocích, které by nový standard umožnili uvést do života.

Poděkování

Příspěvek obsahuje výsledky výzkumu a vývoje financovaného z projektu Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky pod č. MSM0021630516.

Literatura

- [1] Stockmar, A. W.: "EULUMDAT – ein Leuchtendatenformat für den europäischen Beleuchtungplaner," Tagungsband Licht '90, 1990, pp. 641–644.
- [2] EULUMDAT Photometric Data File Format Specification, [online]. [Cited: 2008-05-25], Available online: <<http://www.helios32.com>>
- [3] Stockmar, A. W. 1998. "EULUMDAT/2 – Extended Version of a Well Established Luminaire Data Format," Proceedings of the 1998 CIBSE National Lighting Conference, pp. 353–362.
- [4] CIE Publication No. 102-1993, Recommended File Format for Electronic Transfer of Luminaire Photometric Data. 1993
- [5] ČSN EN 13032-1, Světlo a osvětlení – Měření a uvádění fotometrických údajů světelných zdrojů a svítidel – Část 1: Měření a formát souboru údajů, Červenec 2004.
- [6] CIBSE Bookshop, Standard file format for transfer of luminaire photometric data [online]. [Cited: 2008-05-25] Available online: <<http://www.cibse.org/index.cfm?go=publications.view&item=38>>
- [7] CIBSE TM14:1988, CIBSE Standard File Format for the Electronic Transfer of Luminaire Photometric Data.
- [8] ANSI/IESNA LM-63-1986, IES Recommended Standard File Format for Electronic Transfer of Photometric Data.
- [9] ANSI/IESNA LM-63-2002, ANSI Approved Standard File Format for Electronic Transfer of Photometric Data and Related Information

Kabelové úložné systémy pro osvětlení a požární funkčnost světelných rozvodů

Jiří, Burant, Ing.

OBO Bettermann Praha s.r.o., internet: www.obo.cz, e-mail: burant@obo.cz

Osvětlovací systémy tvoří součást většiny elektrických silových rozvodů. Proto se lze v průmyslu, zemědělství i objektech infrastruktury často setkat s požadavky na upevnění osvětlovacích těles přímo k jednotlivým kabelovým trasám. Obdobné aplikace však vnášejí do oblasti návrhu a realizace kabelových úložných systémů specifické požadavky, které nemusí být vždy zcela snadné splnit. U rozvodů nouzového osvětlení komplikují tuto situaci navíc požadavky na časově omezené zachování jejich funkčnosti při požáru.

Nosníky svítidel

V případě požadavku na společné mechanické upevnění běžných zářivkových nebo obdobných svítidel a souvisejících kabelových rozvodů ve výrobních resp. skladových halách, prodejních prostorách nebo nástupištích dopravní infrastruktury může návrh a realizaci celého systému podstatnou měrou usnadnit využití tzv. nosníků svítidel. Jedná se o speciální kabelové žlaby, jejichž mechanická konstrukce je uzpůsobena k přímé montáži nesených osvětlovacích těles.

Příklad využití nosníků svítidel z ocelového plechu ve spojení se zářivkovými tělesy přináší obrázek 1. Nosníky svítidel jsou vyvěšeny na lanových závěsech ve výšce potřebné pro montáž svítidel a tvoří mechanicky stabilní základ pro jejich zavěšení. Osvětlovací tělesa jsou k nim fixována pomocí kluzné matice založené v podélné drážce, vytvarované ve dně nosníku. Mimo kabelů osvětlovacích okruhů lze na takovéto nosníky svítidel zavěsit např. i rozvody stlačeného vzduchu nebo jiných médií, a lze je tedy využít i jako sdružené technologické nosiče.



• Obrázek 1: Nosník svítidel OBO LTK pod stropem výrobní haly

Společné uložení kabelových tras a svítidel je samozřejmě možné i ve spojení s běžnými děrovanými nebo neděrovanými kabelovými žlaby. U těchto kombinací je ale zpravidla třeba počítat s náročnější montáží a nižší estetickou úrovní takto vytvořené sestavy. Viz obrázek 2.



• Obrázek 2: Zářivkové osvětlovací těleso pod běžným děrovaným kabelovým žlabem

Nouzové osvětlení

Specifická bezpečnostní funkce nouzového osvětlení je velmi často důvodem požadavku na časově omezené zachování jeho funkčnosti i v případě požáru. Tyto nároky jsou specifikovány především ve vyhlášce MV č. 23/2008 Sb. [3] a normách řady ČSN 73 08.. pro požární bezpečnost staveb. Z elektrotechnických norem je v této souvislosti důležitá především ČSN EN 1838 [4].

U menších objektů se často využívají nouzová osvětlovací tělesa s vlastní záložní baterií. Je-li interní baterie dimenzovaná na celou požadovanou dobu zachování funkce, nepředstavuje tento požadavek pro návrh ani realizaci souvisejících kabelových rozvodů žádné komplikace, neboť ty zůstávají v běžném provedení. Jiná je však situace při provozu takového systému. Údržba a revize větších systémů s lokálním bateriovým napájením totiž není z dlouhodobého hlediska právě jednoduchá ani levná záležitost. Ve větších stavebních objektech se proto používají převážně nouzové osvětlovací systémy napájené z jednoho centrálního resp. několika málo společných zdrojů. V tomto případě je však třeba zajistit i požární odolnost a funkčnost souvisejících napájecích kabelových rozvodů. A to vždy po dobu minimálně shodnou s vyžadovanou dobou funkčnosti nouzového osvětlení. Způsob zajištění tohoto požadavku závisí na druhu použitých rozvodů.

Při uložení jednotlivých kabelů pod omítkou je třeba pro daný druh kabelů vždy dodržet minimální hodnotu překrytí stavební hmotou. U volně vedených elektrických rozvodů, tedy v případě kabelů uložených v plechovém nebo mřížovém kabelovém žlabu, na kabelovém žebříku i při fixaci pomocí jednotlivých objímek, mohou být kabely vystaveny přímému působení požárních teplot. V tomto případě jsou důležité především požadavky přílohy č.2 vyhlášky MV č. 23/2008 Sb. z 01/2008, která stanoví, jaké kabely je třeba k napájení nouzového osvětlení použít a současně připomíná skutečnost, že je třeba tyto kabely uložit na kabelové úložné konstrukce, jejich způsobilost k tomuto účelu byla prokázána společně s kabely odpovídající požární klasifikace společnou zkouškou. Viz tab. 1.

Nutno zdůraznit, že vyhl. MV č. 23/2008 Sb. uvažuje zcela jinou klasifikaci kabelů než dřívější technické předpisy z oblasti požární bezpečnosti staveb (ČSN 73 08..). Pro klasifikaci hořlavosti kabelů vyžaduje zařazení do tříd reakce na oheň podle Rozhodnutí komise evropského společenství ze dne 28. října 2006, kterým se mění rozhodnutí 2000/147/ES, kterým se provádí směrnice Rady 89/106/EHS. Pro kabely v chráněných únikových cestách vyžaduje navíc i další doplňkovou klasifikaci na vývoj dýmu a skapávání hořící platové izolace kabelů.

Pro zachování funkčnosti předepisuje zmíněná vyhláška použití kabelů s klasifikací P nebo PH a dobou deklarované funkčnosti větší nebo rovnou požadavkům navazujících předpisů. Zvolené kabely musí být přitom uloženy na kabelových nosných konstrukcích s deklarovanou dobou zachování funkčnosti větší nebo rovnou požadavkům předpisů. Kabelové nosné konstrukce musí být upevněny k nosné stavební konstrukci s deklarovanou požární odolností a mechanickou stabilitou větší nebo rovnou požadované době zachování funkčnosti uvažované kabelové

trasy. Navíc musí být kabelové trasy s deklarovaným zachováním funkčnosti při požáru instalovány tak, aby jejich provoz nebyl v požadované době funkčnosti ohrožen žádnými padajícími nebo deformujícími se stavebními prvky, dílci nebo sestavami a totéž platí i pro části jiných technologických rozvodů.

Kabelové rozvody zajišťujících funkci a ovládání zařízení sloužících k požárnímu zabezpečení staveb		Druh vodiče nebo kabelu		
		I	II	III
a)	domácí rozhlas podle ČSN 73 0802, evakuační rozhlas podle ČSN 73 0831, zařízení pro akustický signál vyhlášení poplachu podle ČSN 73 0833, nouzový zvukový systém podle ČSN EN 60849	x	x [*])	x
b)	nouzové a protipanické osvětlení	x	x [*])	x
c)	osvětlení chráněných únikových cest a zásahových cest		x	x
d)	evakuační a požární výtahy	x	x [*])	x
e)	větrání únikových cest		x	x
f)	stabilní hasicí zařízení	x	x [*])	x
g)	elektrická požární signalizace	x	x [*])	x
h)	zařízení pro odvod kouře a tepla	x	x [*])	x
i)	posilovací čerpadla požárního vodovodu	x	x [*])	x
<i>Kabelové rozvody v prostorech požárních úseků vybraných druhů staveb</i>				
a)	zdravotnická zařízení			
	1. jesle		x	
	2. lůžková oddělení nemocnic		x	x
	JIP, ARO, operační sály		x	x
	4. lůžkové části zařízení sociální péče		x	x
b)	stavby s vnitřními shromažďovacími prostory (například školy, divadla, kina, kryté haly, kongresové sály, nákupní střediska, výstavní prostory)			
	1. shromažďovací prostor		x	
	2. prostory, ve kterých se pohybují návštěvníci		x	
c)	stavby pro bydlení (mimo rodinné domy)			
	1. komunikační prostory		x	
d)	stavby pro ubytování více než 20 osob (například hotely, internáty, lázně, koleje, ubytovny apod.)			
	1. společné prostory (haly, recepce, jídelny, menzy, restaurace)		x	
Vysvětlivky:				
I – kabel B2 _{ca}				
II – kabel B2 _{ca,s1,d0}				
III – kabel funkční při požáru (se stanovenou požární odolností)				
*) – v případech umístění v chráněných únikových cestách				

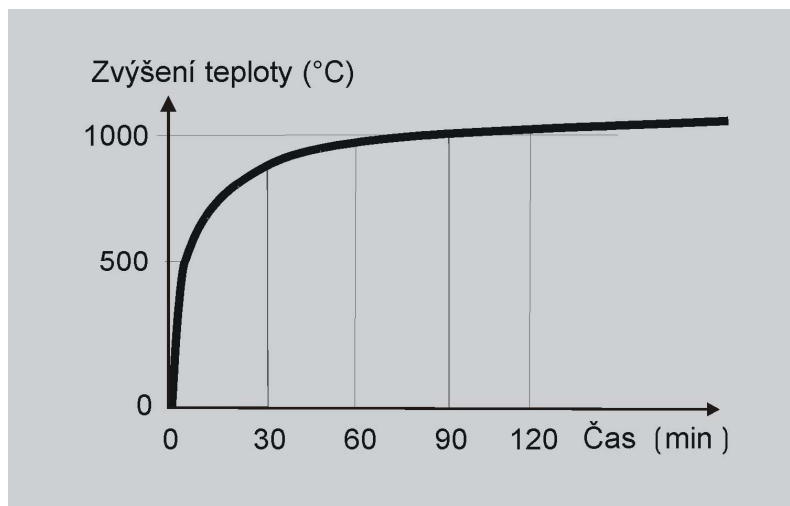
• Tabulka 1: Druhy volně vedených vodičů a kabelů elektrických rozvodů

Funkčnost podle vyhl. 23/2008 Sb.

Jestliže byl v předchozím textu zmíněn požadavek na zachování funkčnosti volně vedených tras nouzového osvětlení, je třeba také definovat, jakým způsobem se jeho splnění prokazuje. Na rozdíl od Slovenska nebo Německa však není pro provádění zkoušek zachování funkčnosti kabelových tras v České republice k dispozici žádný obecný normativ. Průkaz schopnosti kabelů a kabelových nosných konstrukcí zachovávat funkčnost i při požárních teplotách se tedy v našich národních podmínkách provádí jen podle zkušební předpisu naší požární autorizované zkušebny PAVUS.

Nese označení ZP 27/2008 PAVUS (dříve ZP 27/2006) PAVUS a obsahuje popis speciální zkoušky v požární komoře o minimální délce 3 m, ve které je namontován celý kabelový nosný systém včetně všech závěsných konstrukcí, na něž jsou uloženy zkoušené kabely. Jedná se tedy o zkoušku ve shodě s praxí, což zároveň představuje základní rozdíl oproti laboratorním testům funkční schopnosti kabelu (označení FE...) podle výrokové normy ČSN IEC 60331-11 pro kabely [5].

Při zkouškách podle ČSN IEC 60331-11 je totiž poměrně krátký kus testovaného kabelu uložen velmi ohleduplně do zkušebních držáků a v těchto laboratorních podmínkách vystaven působení konstantní teploty 750 °C. V oblasti požární bezpečnosti staveb se však, není-li uvedeno pro určitou konkrétní aplikaci jinak, používá zkušební metodika podle evropských stavebních předpisů, vycházejících z podmínek tzv. „rozvinutého požáru“ popsaného normovou teplotní křivkou z ČSN EN 1363-1 [6]. Uvedené zkušební teploty 750 °C obsahuje tento teplotní průběh již po cca 17 min., ve třicáté minutě překračuje 840 °C a po 90 minutách zkoušky dokonce 1000 °C .



• Obrázek 3: Normová teplotní křivka dle ČSN EN 1363-1

Jestliže by tedy byly k realizaci systémů vyžadujících časově omezené zachování funkčnosti kabelů v případě požáru použity kabely klasifikované pouze podle ČSN IEC 60331-11 a nikoliv podle ZP 27/2008 (dříve ZP27/2006) PAVUS, dojde při uvažování normové teplotní křivky z ČSN EN 1363-1 k překročení garantovaných parametrů již po 17 minutách. Pro delší časy tedy dochází ke zjevnému nesouladu mezi požadavky standardních výrobních norem pro kabely a požadavky obecných požárně bezpečnostních předpisů z oblasti požární bezpečnosti staveb.

Chování kabelů při požárních teplotách ovlivňuje podstatnou měrou navíc i způsob jejich uložení ve stavbě, což laboratorní testy podle ČSN IEC 60331-11 opět zcela opomíjejí.

Funkčnost podle ZP 27/2008 PAVUS

Uvedený zkušební předpis PAVUS tedy poskytuje, jako jediný domácí technický předpis, komplexní obraz o chování kabelů a jejich nosných konstrukcí při požáru. Analogicky i u nás poměrně známé německé normě DIN 4102 část 12 [7] zavádí také tak zvané:

- Normové resp. standardní kabelové nosné konstrukce a
- Ostatní resp. jiné kabelové nosné konstrukce.

Pro normové konstrukce připouští jednu v praxi velice důležitou skutečnost, kterou je výsledků zkoušek. To znamená, že kabely vyzkoušené na normovém kabelovém nosném systému od jednoho výrobce, lze použít i ve spojení s kabelovým nosným systémem jiného výrobce, splňujícím tytéž normové parametry. Pro kabelové nosné konstrukce odlišující se od normových parametrů v jednom nebo více ohledech již tento přenos výsledků zkoušek možný není.

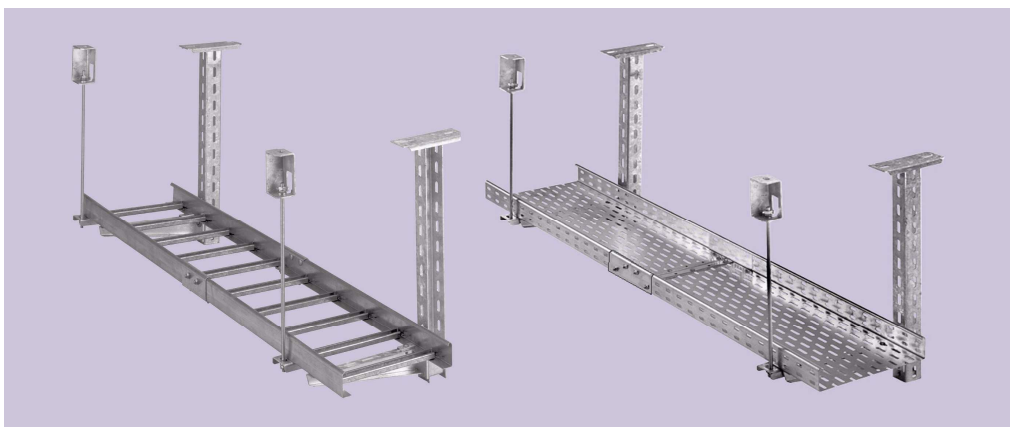
Funkční odolnost kabelů se při zkoušce prokazuje analogicky ČSN IEC 60 331-11, tedy s kabely připojenými po celou dobu zkoušky na napájecí napětí. Silové vodiče na jmenovité síťové sdružené napětí 400 V a slaboproudé na napětí 100 V. Zkoušeny jsou přitom samostatně vždy tři základní způsoby uložení kabelů:

- Instalace kabelů na kabelových žebřících
- Instalace kabelů v kabelových žlabech
- Instalace jednotlivými příchytkami

Normové systémy

Pro všechny tři výše uvedené způsoby uložení kabelů je zkušebním předpisem ZP 27/2008 (dříve ZP 27/2006) PAVUS definována poměrně podrobně celá řada parametrů normových konstrukcí, pro které

platí následně možnost přenosu výsledků zkoušek. Pro nejčastější uložení kabelů na kabelovém žebříku nebo v kabelovém žlabu vyžaduje ZP 27/2008 (dříve ZP 27/2006) PAVUS striktně instalaci pomocného závěsu ze závitových tyčí, upevněného v blízkosti volného konce výložníku. Odpovídající sestavy z produkce OBO Bettermann přináší obrázek 4. Normou předepsané základní parametry k těmto sestavám přináší tabulka 2.

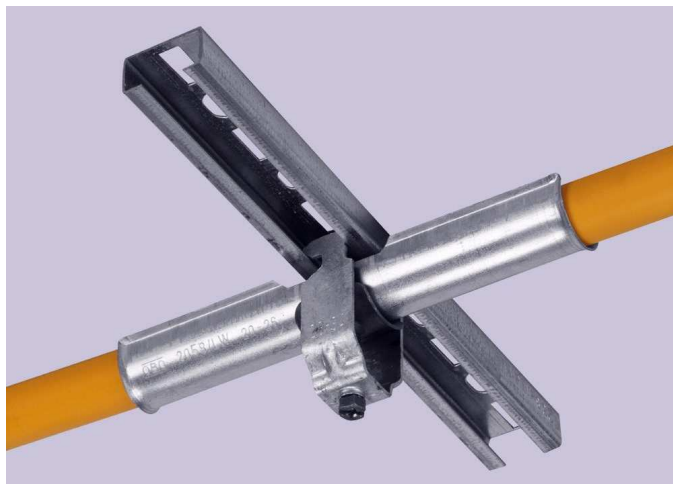


• Obrázek 4: Normové kabelové nosné konstrukce podle ZP 27/25008 PAVUS

Parametr	Kabelový žebřík	Kabelový žlab
Min. výška bočnice [mm]	60	
Min. tloušťka plechu bočnice [mm]	1,5	
Max. rozestup podpěr [m]	1,2	
Max. zátěž trasy [kg/m]	20	10
Max. šířka trasy [mm]	400	300

• Tabulka 2: Parametry normových kabelových nosných konstrukcí podle ZP 27/2008 PAVUS

Dalším často využívaným standardním způsobem uložení kabelů je jejich samostatná montáž pod stropem a vodorovně po stěně pomocí jednotlivých příchytok nebo třmenových příchytok (Sonapek). Pro jednotlivé příchytky stanoví norma vlastní šířku 15 ± 5 mm a jejich maximální vzdálenost v ose kabelu 300 mm. U třmenových příchytok na profilové liště připouští vzájemnou vzdálenost úchytů v ose kabelu buď maximálně 300 mm nebo až 600 mm, ale to jen za předpokladu, že každá příchytka bude doplněna podélnou opěrkou délky min. 200 mm podle obr.5.



• Obrázek 5: Normová konstrukce s třmenovou příchýtkou - vzdálenost 60 mm

Kotevních body nosných profilových lišt nesmí být přitom nikdy vzdáleny více než 250 mm. Zkoušeny jsou přitom jen kabely upevněné na stropě a výsledky těchto zkoušek platí i pro trasy vedené vodorovně podél svislé stěny a stoupací trasy. Svislou montáž kabelů pomocí třmenových příchatek OBO typ 2056M a jednotlivých příchýtek typu 732 a 733 od téhož výrobce ilustruje obr.6.



• Obrázek 6: Normová konstrukce pro svislou montáž kabelů

V případě náročnějších stoupacích kabelových tras s více kabely lze k jejich fixaci do stavby využít i speciální stoupací žebříky. Na rozdíl od běžných stoupacích žebříků s příčkami po 600 mm mají příčky namontovány po 300 mm, analogicky montáži jednotlivými objímkami. Upevnění těchto žebříků ke stěně se provádí max. po 1,2 m s tím, že je třeba mezi jednotlivými kusy žebříků použít spojky nebo provést fixaci jejich konců do stavby ve vzdálenosti menší než 10 cm od místa napojení.

Nenormové systémy

Zkušební předpis ZP 27/2008 (dříve ZP 27/2008) PAVUS však připouští nejen normové nosné systémy, ale i specifická řešení, lišící se dílčím nebo i podstatným způsobem od normových resp. standardních systémů. Pro tyto nenormové resp. nestandardní systémy však vylučuje možnost přenosu výsledků zkoušek. Do této oblasti patří např. hromadná instalace kabelů ve společných kabelových příchýtkách podle obr.7. Jedná se o kabelové spony OBO Grip M/15, určené přednostně pro silové kabely malých průřezů 1,5 resp. 2,5 mm² nebo pro slaboproudé párové a čtyřkové kabely.



• Obrázek 7: Skupinový kabelový držák OBO Bettermann s požární klasifikací

Nenormové resp. jiné kabelové nosné systémy s deklarovaným zachováním funkčnosti při požáru reprezentují často také úložné systémy typu kabelový žlab nebo žebřík se vzdáleností podpěr 1,5 m, s šířkou trasy zvětšenou na 500 mm, popřípadě se zvýšenou přípustnou maximální zátěží. Zvětšení vzdálenosti na 1,5 m snižuje cenu kabelové nosné konstrukce, nicméně vylučuje volnost při výběru kabelů.

Závěr

Návrh osvětlovacích soustav nelze chápat jen jako problém osvětlení, ale je třeba jej pojímat jako součást většího stavebního celku, včetně všech vzájemných souvislostí. Tuto skutečnost je třeba mít na paměti zejména při požadavcích předpisů na jejich specifické požární vlastnosti.

Literatura a odkazy

- [1] Burant, J., Brabec, L. Požární bezpečnost elektrických instalací. IN-EL spol. s r.o., Praha 2004, ČR.
- [2] Firemní literatura firmy OBO Bettermann, SRN. Poskytnuto firmou OBO Bettermann Praha s.r.o., Modletice, ČR
- [3] Vyhláška MV č. 23/2008 Sb. o technických podmínkách požární ochran. Sběrka zákonů ČR, částka 10 ze dne 8.2.2008.
- [4] ČSN EN 1838: Světlo a osvětlení - Nouzové osvětlení. ČNI Praha, 09/2000.
- [5] ČSN IEC 60331-11: Zkoušky elektrických kabelů za podmínek požáru - Celistvost obvodu - Část 11: Zařízení - Samostatné hoření při teplotě plamene alespoň 750 °C. ČNI Praha, 10/2001.
- [6] ČSN EN 1363-1: Zkoušení požární odolnosti - Část 1: Základní požadavky. ČNI Praha, 02/2000.
- [7] DIN 4102 Teil 12: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen. Teil 12: Funktionserhalt von elektrischen Kabelanlagen, Anforderungen und Prüfungen. DIN e.V., Berlin, 11/1998.

Světelná instalace v budovách v souladu s platnými předpisy ČSN

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 poukázat na platné normy, závazné při projektování světelné instalace v budovách, včetně postřehů a úlev, které normy připouštějí, resp. na které autor narazil při studiu odborné literatury zabývající se provedením silnoproudých rozvodů. Příspěvek může posloužit začínajícím projektantům jako hrubé seznámení s problematikou elektrických světelných rozvodů.

1. Všeobecné požadavky na provedení světelné instalace

Světelná instalace v obytných budovách je součástí silnoproudé elektroinstalace. Pro korektní provedení této instalace je nutné respektovat požadavky souboru norem ČSN 33 2000, zejména pak částí 4 - 41 (kap.4 –ochrana před úrazem elektrickým proudem) pro ověření impedance vypínací smyčky při použití svítidel kat. I. a pro použití a připojování svítidel kat. II., částí 5 – 52 (kapitola 52 – výběr soustav a stavba vedení) pro návrh silnoproudých rozvodů, dále pak částí 3, resp. 5 – 51 (kap. 51 – Výběr a stavba elektrických zařízení – Všeobecné předpisy) pro respektování charakteristik požadovaných pro výběr a instalaci zařízení zejména s ohledem na uvažované vnější vlivy. Do těchto požadavků dále vstupuje norma ČSN 73 0831 – Požární bezpečnost staveb – shromažďovací prostory pro instalace a dokument ESČ 33.01.03.

Do tohoto souboru harmonizovaných norem dále pro světelné instalace na území ČR vstupuje stále ČSN 33 2130 - Elektrotechnické předpisy – vnitřní elektrické rozvody z roku 1983. Přestože si tyto normy vesměs neprotiřečí, jsou zde patrné jisté odlišnosti v pojetí této světelné instalace.

Provedení světelných okruhů v pevné instalaci je možno použít pro vodiče Cu s průřezem 1,5 mm² a vyšším (pro úplnost je vhodné dodat, že pro nové instalace je použití vodiče PEN povoleno od 16mm² Al resp, 10 mm² Cu (výjimka – ovšem ne na světelné okruhy je pro přípojky nn, kde je užití vodiče PEN dovoleno pro průřezy 10mm² Al resp, 6 mm² Cu). Vodiče Al se u nových instalací smějí používat od průřezu 16mm². Tolik ve zkratce požadavky ČSN 33 2000 – 5 – 52.

Norma ČSN 33 2130 dále zpřesňuje, že pro světelné okruhy je maximální přípustné jištění 25 A s požadavkem na jištění vedení proti přetížení (ten je koneckonců formulován i v ČSN 33 2000 – 5 – 52, resp. 5 – 523). Počet světelných vývodů je omezen pouze požadavkem, aby součet jmenovitých proudů nepřekročil jmenovitý proud jisticího prvku proti přetížení.

Přestože obecně vzato platí, že každý proudový obvod elektrického rozvodu (tedy i světelná instalace) musí mít plný počet vodičů pro funkci připojovaných zařízení a pro ochranu před nebezpečným dotykem živých i neživých částí, lze s výhodou u světelných okruhů využít úlevy v ČSN 33 2000 – 52 na sloučení do tzv. sdružených obvodů.

Podmínkou je splnění níže uvedených požadavků:

- 1) Střední, ochranný a PEN vodič se dimenzuje jako fázový nebo krajní vodič (to ovšem platí zejména pro PE a N vodič do průřezu 16mm² vždy)
- 2) Spotřebiče mají být připojeny tak, aby jednotlivé fáze sdruženého obvodu byly stejně zatíženy (to v případě osvětlení společných prostor s vyšším počtem světelných zdrojů není problém)
- 3) Pojistky nebo jističe vedení **musí** být v rozváděči seskupeny do trojic, které patří témuž sdruženému obvodu, přičemž je nutno, aby v rozváděči byly jednotlivé obvody (pojistky, jističe) označeny trvanlivým a čitelným štítkem, na kterém je kromě označení jednofázového obvodu je nutno uvést označení sdruženého obvodu

- 4) všechny vodiče sdruženého obvodu až k rozbočení na jednofázové odbočky musí být ve společném několikažilovém vodiči nebo kabelu; jsou-li z jednožilových vodičů, musí být tyto vodiče ve společném obložení (trubce, dutině apod.)
- 5) do sdruženého obvodu musí být vřazen přístroj (spínač, jistič, stykač apod.), jímž lze vázaně vypnout všechny krajní vodiče sdruženého obvodu a teprve za tímto přístrojem je pak možno vypínat jednotlivé fáze;
- 6) odbočování u jednotlivých fází sdruženého obvodu lze provést v jedné krabici (rozvodce).

Referenční způsob uložení v tabulce 52-B1	Počet zatížených vodičů a druh izolace											
		Tři PVC	Dva PVC		Tři XLPE	Dva XLPE						
A1		Tři PVC	Dva PVC		Tři XLPE	Dva XLPE						
A2	Tři PVC	Dva PVC		Tři XLPE	Dva XLPE							
B1				Tři PVC	Dva PVC		Tři XLPE		Dva XLPE			
B2			Tři PVC	Dva PVC		Tři XLPE	Dva XLPE					
C					Tři PVC		Dva PVC	Tři XLPE		Dva XLPE		
E						Tři PVC		Dva PVC	Tři XLPE		Dva XLPE	
F							Tři PVC		Dva PVC	Tři XLPE		Dva XLPE
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Průřez mm ² měď												
1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	18,5	19,5	22	23	24	26	-
2,5	17,5	18	19,5	21	23	25	27	30	31	33	36	-
4	23	24	26	28	31	34	36	40	42	45	49	-
6	29	31	34	36	40	43	46	51	54	58	63	-
10	39	42	46	50	54	60	63	70	75	80	86	-
16	52	56	61	68	73	80	85	94	100	107	115	-
25	68	73	80	89	95	101	110	119	127	135	149	161
35	-	-	-	110	117	126	137	147	158	169	185	200
50	-	-	-	134	141	153	167	179	192	207	225	242
70	-	-	-	171	179	196	213	229	246	268	289	310
95	-	-	-	207	216	238	258	278	298	328	352	377
120	-	-	-	239	249	276	299	322	346	382	410	437
150	-	-	-	-	285	318	344	371	395	441	473	504
185	-	-	-	-	324	362	392	424	450	506	542	575
240	-	-	-	-	380	424	461	500	538	599	641	679

• Tab. 1 – A52 – Dovolené zatěžovací proudy v ampérech z ČSN 33 2000 – 5 – 523 ed. 2

Vynechání vodiče PE v silových rozvodech norma 33 2000 – 5 – 52 přímo nezakazuje (za předpokladu striktního dodržování připojování pouze spotřebičů třídy II., tohoto nedostatku vzhledem k budoucímu využití a charakteru údržby a obsluhy rozhodně nelze doporučit.

Jako trasy rozvodů jsou podle ČSN 33 2130 předepsány svislice a horizontály vedené v příslušných instalačních zónách (30 cm od stropu nebo od podlahy, 20 cm od rohů, oken, dveří apod.), ve střepech pak kolmo ke stěnám. Šikmo vedené rozvody jsou nepřipustné, na toto pravidlo je nutné dávat pozor zejména při instalaci rozvodů uvnitř zavěšených podhledů. Rozvody a instalace v dutých příčkách je nutno ukládat do potrubí, aby je bylo možno vyměnit.

2. Počty světelných obvodů, dovolené úbytky napětí

Pro světelné instalace v bytech se evropské standardy a česká ČSN 33 2130 rozcházejí v názoru na sdružení světelné a zásuvkové instalace. Původní norma ČSN 33 2130 hovoří o použitelnosti světelného rozvodu převážně pro pevné připojení svítidel (nebo na zásuvky ovládané spínači), na světelný okruh se smí připojit nanejvýš jedna zásuvka na místnost. (Minimální počet světelných obvodů v bytech je v tab. 2).

Velikost kategorie bytů – – plocha bytu - praxe v ČR*)	I	II až IV	V až VIII		
	do 50 m ²	do 75 m ²	do 100 m ²	do 125 m ²	nad 125 m ²
Světelný ¹⁾	1 (0)	1	1	2	2
Zásuvkový ²⁾	1	2 (1)	3 (2)	3 (2)	4 (3)
Pro bytové jádro ³⁾	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)

*) V případě, že byt dané kategorie přesahuje uvedenou plochu, je třeba zřizovat počet obvodů již jako pro kategorii o stupeň vyšší.

Vysvětlivky:

¹⁾ Světelný obvod je určen pro pevné připojení svítidel, popř. pro připojení svítidel na zásuvky ovládané spínači. Na tento obvod lze také připojit zásuvky, a to v jedné místnosti nejvýše jednu zásuvku. V každé obytné místnosti a v kuchyni, která není připojena na obvod pro obytné jádro, musí být alespoň jeden vývod připojen na světelný obvod.

²⁾ Zásuvkový obvod je určen převážně pro připojování spotřebičů do zásuvek. Na tento obvod lze také pevně připojit spotřebiče do celkového maximálního příkonu 2 kW (např. svítidla, ventilátory, infra-zářiče apod.)

³⁾ Na obvod pro bytové jádro se připojí osvětlení, zásuvky a pevně připojené spotřebiče v bytovém jádru a v kuchyňské sestavě, s výjimkou zásuvky pro pračku, elektrický sporák, popř. další spotřebič, které je nutno připojit na samostatné obvod. Tento obvod je dle ČSN 33 2000-7-701 nutno vybavit proudovým chráničem s vybavovacím reziduálním proudem ≤ 30 mA. Výhodou tohoto obvodu bude rovněž ochrana exponovaných zásuvek nad pracovní plochou v kuchyni.

- Tab. 2 – Minimální počty obvodů zřizované v ČR dle ČSN 33 2130, pozn. dle ČSN 33 2000 – 4 -41 ed. 2 je již nutno veškeré zásuvkové obvody s proudem do 20A zřizovat s proudovým chráničem viz 411.3.3 příslušné normy.

V západní Evropě jsou dle lit [1] obvody světelné a zásuvkové určeny pro připojení svítidel popř. svítidel na zásuvky ovládané spínači a zásuvky. Samostatné světelné a zásuvkové obvody jsou doporučovány jako vyšší standard. Viz tab. 3.

Velikost kategorie bytů – – plocha bytu – minimum	do 50 m ²	od 51 do 75 m ²	od 75 do 125 m ²	nad 125 m ²
Světelný a zásuvkový ¹⁾	3	4	6	7
Telefonní zásuvky	2	3	4	5
Zásuvky pro společný příjem TV a R signálu	2	3	4	5
Obvody pro tyto pevně připojené spotřebiče	elektrický sporák, myčka nádobí, automatická pračka, sušička, ohříváč vody, mikrovlnná trouba			

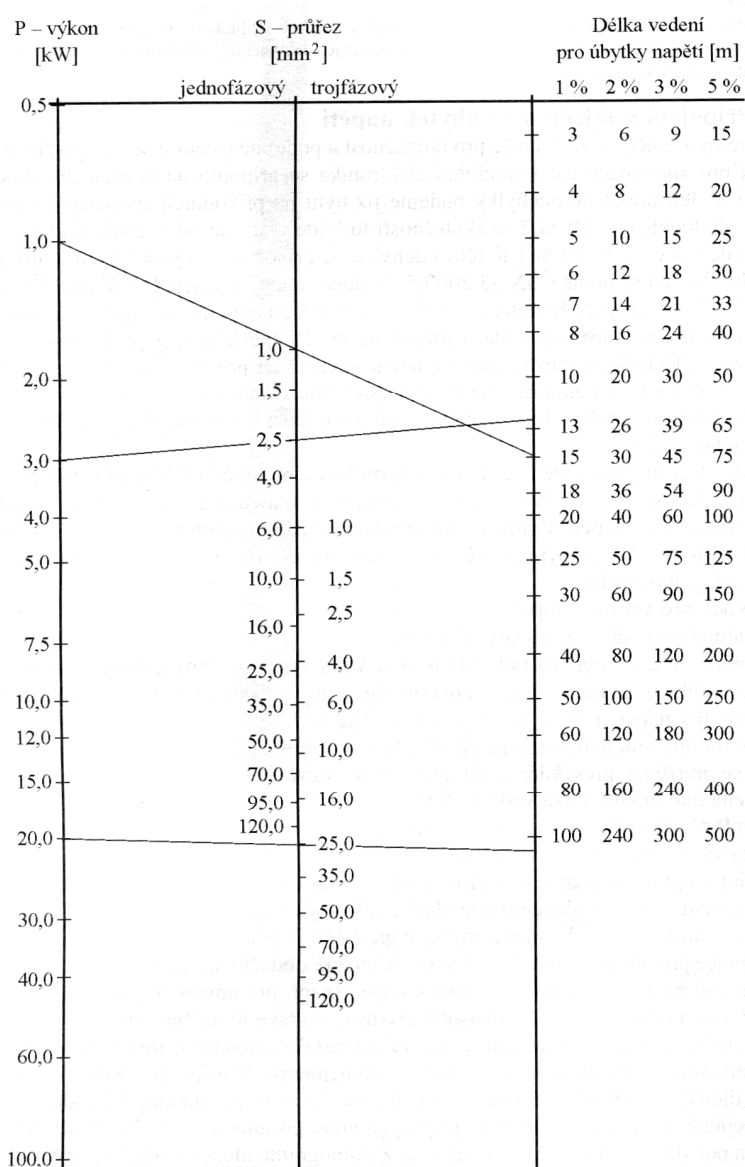
- Tab. 3 – Minimální počty silových a sdělovacích obvodů zřizované v západní Evropě.

Samotné úbytky napětí jsou pak definovány v normě ČSN 33 2000 – 5 – 52 formou doporučení, aby mezi začátkem instalace a provozním zařízením uživatele nepřekročil úbytek 4 %, tedy shodně s doporučením ČSN 332130 pro světelné okruhy.

Norma ČSN 33 2130 definuje úbytek napětí následovně:

1. úbytek napětí mezi přípojkovou skříní a rozváděčem nemá přesáhnout 2% pro světelné a smíšené rozvody resp. 3% pro jiný než světelný odběr
2. úbytek napětí od rozváděče (bytové rozvodnice) za elektroměrem pro světelný (a smíšený, viz výše) obvod jako 2% pro svítidla resp. 3% pro jiný než světelný odběr

přičemž lze připustit úbytek vyšší, avšak tento úbytek nesmí překročit mezi přípojkovou skříní a spotřebičem světelného vývodu 4%. Pro jiné obvody (např. zásuvkové) vyplývá, že úbytek může dosáhnout celkově hodnoty až 8%. Příslušné nomogramy pro určení úbytku jsou na obr. 1.



• obrázek 8 – Nomogramy pro určení úbytků napětí. Máme – li např. přenášený výkon 1 kW s vedením 1 mm² potom pro úbytek napětí 1 % je pro délku vedení 15 m. Pro trojfázový přenos výkonu 20 kW s vedením 25 mm² pro úbytek napětí 1 % je délka vedení přes 100 m

Důvodem pro přísnější pojetí světelného okruhu v české normě ČSN 33 2130 od např. okruhů zásuvkových je fakt, že při kolísání napětí výrazně klesá intenzita osvětlení zejména u žárovek, kdy tento jev pokud se často opakuje je zvláště nepříjemný. V lit.[2] se uvádí, že při poklesu napětí o 7% dojde ke snížení světelného výkonu žárovky o plných 20 %. Pro ilustraci autor uvádí, že při rozběhu vysavače s příkonem 1000 W je pro 5-ti násobek rozběhového proudu záběrový proud v zásuvkovém obvodu cca 22 A, což při projektovaném úbytku 5% pro 16 A jištění právě zmíněných 7%. Tyto relativně tvrdší požadavky na úbytky napětí v obvodu vedou k tomu, že impedance vypínací smyčky pro samočinné odpojení od zdroje, jak předepisuje ČSN 33 2000 – 4 – 41 ed.2 vyhoví.

3. Požadavky na osvětlení společných komunikací

Osvětlení společných komunikací (schodišť, chodeb, nástupišť výtahů) se provádí těmito způsoby

- a) S jedním obvodem – svítidla jsou zapojena na jeden obvod
- b) Se dvěma obvody – svítidla jsou zapojena na dva obvody jedné fáze tak, aby při poruše jednoho obvodu bylo možno zabezpečit orientační osvětlení osvětlení o minimální intenzitě 2lx z druhého obvodu *
- c) Se dvěma a více obvody – svítidla jsou zapojena na obvody napájené ze dvou popř. ze tří fází tak, aby při poruše jednoho obvodu bylo možno zabezpečit orientační osvětlení osvětlení o minimální intenzitě 2lx z ostatních obvodů
- d) Nouzovým osvětlením, které doplňuje jeden ze způsobů uvedených v odstavcích a), b), c).

Nouzové osvětlení se napájí ze zdroje nezávislého na síti (baterie nebo agregát) a zapíná se automaticky a to:

- U způsobu vedeného ad a) při přerušení napájení obvodu pro osvětlení společných komunikací
- U způsobů uvedených ad b), ad c) při přerušení napájení rozváděče, na němž jsou jištěny obvody pro osvětlení společných komunikací

Na společných komunikacích objektů, kde se zřizuje nouzové osvětlení podle odst. d) postačí z hlediska bezpečnosti osvětlení provedené způsobem podle odst. a). Způsoby osvětlení v závislosti na výšce budovy jsou uvedeny v tabulce 4.

* pozn. Citace z literatury 1: V tomto případě lze využít základní kritérium „nezávaznosti ČSN“, tj. použít technické řešení minimálně stejně vhodné ze všech hledisek, jako je řešení uvedené v příslušném ustanovení elektrotechnického předpisu. Pro bezpečné užití jiného řešení je nutné znát důvody řešení uvedeného v normě. V tomto případě byl požadavek dvou napájecích obvodů schodišťových a podest'ových svítidel napájených z jedné fáze odůvodněn jevem, kdy prasknutí žárovky vyvolá přechodové jevy, které zapříčiní odpojení daného obvodu jističem. Navrhnou – li se však k osvětlení komunikace v objektu svítidla s kompaktními zdroji (s nezáměnnou patičí, např. G23) je možno zřídit pouze jeden obvod, neboť porucha těchto typů světelných zdrojů nevyvolává odpojení obvodu jističem. Další výhodou této volby je i zajištění nízké energetické náročnosti tohoto osvětlení.

Pro zajištění hospodárného a bezpečného provozu je nutno zajistit nastavení časových intervalů osvětlení na časových spínačích. Tyto hodnoty se sčítají pro maximální uvažovanou délku. Základní hodnoty pro výpočet osvětlení jsou:

Chodby:

- a) průměrná rychlost pohybu osob po vodorovné komunikaci 1 m/s
- b) doba potřebná k vyhledání klíčů od bytu 30 s
- c) doba potřebná k odemknutí, vstupu do bytu, rozsvícení v předsíni 10s

Schodiště:

- d) průměrný čas potřebný na překonání schodiště mezi dvěma podlažími (konstrukční výška podlaží do 3 m) 35 s.

Výška budovy		Budovy pro bydlení
Počet nadzemních podlaží	Výška [m]	Způsob osvětlení podle kapitoly 6.1.3.2
do 4	do 9	a) ¹⁾
od 5 do 8	nad 9 do 22,5	b) ⁵⁾ nebo c) ²⁾
od 9 do 16	nad 22,5 do 45	c) ³⁾
nad 16	nad 45	d) ⁴⁾

Poznámky:

¹⁾ U budov pro bydlení a ubytování s konstrukční výškou vstupního podlaží do 4 m, u obytných podlaží budov pro bydlení do 3 m a obytných podlaží budov pro ubytování do 3,3 m se stanoví podle počtu nadzemních podlaží; při větších konstrukčních výškách a pro ostatní budovy občanské výstavby v metrech. Výška budovy se měří od podlahy prvního nadzemního podlaží k podlaze nejvyššího užitného (obytného) podlaží.

²⁾ Budovy pro bydlení nebo ubytování realizované před platností ČSN 33 2130 mohou mít schodiště a chodby osvětlené způsobem podle odstavce a).

³⁾ Osvětlení únikových cest typu B a C (dle ČSN 73 0833) musí být připojeno podle kapitoly 6.1.3.3.

⁴⁾ Nouzové osvětlení se zřizuje alespoň na chráněných únikových cestách (ČSN 73 0802).

⁵⁾ Viz poznámku u kapitoly 6.1.3.2 odstavec b).

- Tab. 4 – Způsoby osvětlení obytné budovy podle její výšky.

Ve vnitřních prostorech s vnějšími vlivy jinými než BD1 (tj. malá hustota osob, snadný únik) se požadavky na elektrickou instalaci doplňují dle ČSN 33 2000 – 3 resp. elektrotechnických pravidel elektrotechnického svazu (číslo dokumentu ND EŠČ 33.01.03.)

Světelná instalace musí být provedena s ohledem na charakter prostorů tak, aby byla zajištěna předepsaná úroveň osvětlení. V prostoru přístupném veřejnosti musí být alespoň jeden bod pro připojení osvětlení. Každý prostor s velkou podlahovou plochou musí být vybaven alespoň dvěma body pro připojení, které jsou napájeny alespoň ze dvou nezávislých koncových obvodů. (To platí i pro rozvody s jednofázovými koncovými obvody). Při ochraně před přímým dotykem proudovými chrániči musí být tyto rozvody chráněny samostatným proudovým chráničem.

V chráněných únikových cestách nesmějí být volně vedené elektrické rozvody (kabely), které nemají izolaci se sníženou hořlavostí (kategorie B) – tj. třída reakce na oheň A2 dle ČSN EN 13501-2003. Tento požadavek je možno zajistit tak, že chráněnými únikovými cestami mohou být vedeny:

- Vodiče a kabely vyhovující příslušným částem ČSN EN 60265 nebo ČSN EN 60266 tj. např. kabely CHKE-R volně (kabel se zvýšenou odolností vůči šíření plamene)
- Kabely běžných typů (CYKY) uložené nebo chráněné tak, aby v případě požáru nedošlo k porušení jejich funkčnosti a aby při jejich hoření byla úniková cesta chráněná před účinky ohně tj.
 - a) Vedené pod omítkou s krytím min. 10 mm, popř. v samostatných drážkách, uzavřených dutinách či šachtách určených pouze pro elektrické vodiče a kabely
 - b) Uložené v protipožárních kabelových kanálech zaručujících ochranu únikových cest jak proti požáru kabelů, tak proti kouři a teplu z hořících kabelů, které musí vykazovat požární odolnost min EI 30D1(30 minut), pokud se v konkrétním případě nevyžaduje odolnost vyšší
 - c) Opatřené protipožárními nástřiky, popř. oddělené deskami z nehořlavých materiálů (zpravidla tloušťky alespoň 10 mm), které musí vykazovat požární odolnost EI 30D1, pokud se v konkrétním případě nevyžaduje odolnost vyšší

4. Příklady vnějších vlivů pro obytné prostory, minimální hodnoty osvětlení

V tabulce 5 jsou vyobrazeny nejnižší přípustné hodnoty udržované osvětlenosti pro veřejné prostory v obytných budovách.

Prostor	Udržovaná osvětlenost \bar{E}_m [lx]	Index oslnění U_{GRL}	Index podání barev R_a	Výška vodorovné srovnávací roviny nad podlahou [m]
domovní dvory, atria	10	—	—	0
domovní, méně frekventované komunikace	20	25	60	0
vnitřní části domovních vstupů, vstupy do výtahů u objektů s malou frekvencí	30	25	60	0
na místě se jménem uživatele bytu, na zvonkovém tablu a na vstupu do bytu	30	—	—	—
sušárny, úschovny kočárků a kol	100	28	60	0,85
domovní frekventované komunikace včetně vnitřních částí vstupů a vstupy do výtahu – zvýšený pohyb v objektu nebydlících osob	100	25	60	0
domovní prádelny	150	25	80	0.85
domácí dílny, místnost pro domácí práce, mandl	300	22	80	0.85

• Tab. 5 – nejnižší přípustné hodnoty udržované osvětlenosti E_m (dříve pak E_{pk})

Na další straně jsou příklady protokolu o určení vnějších vlivů ve společných prostorách budov. Tyto jsou převzaty z literatury [1]. Jedná se jednak o ukázkové protokoly o určení vnějších vlivů schodišť, podest a vstupů, jednak o protokoly suterénních prostorů a úložných sklípků.

Literatura a odkazy

- [1] Dvořáček, K. Rekonstrukce elektrických rozvodů v panelových domech, knižnice elektro, svazek 76, ISBN 80-86230-41-4
- [2] Kříž, M. Montáž, připojování, kontroly a revize elektrických spotřebičů, knižnice elektro, svazek 77, ISBN 80-86230-42-2
- [3] ČSN 33 2130 : Elektrotechnické předpisy – vnitřní elektrické rozvody
- [4] ČSN 33 2000 – 5 – 52 : Elektrotechnické předpisy – část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení, kapitola 52: Výběr a stavba vedení
- [5] ESČ 33.01.03 – Elektrotechnická pravidla ESČ – Elektrické instalace v objektech se shromažďovacími prostory pro služby a ve výškových budovách

Místnost č.: Schodiště, podesty, vstupy
Účel místnosti: Schodiště a podesty
Popis místnosti: Podesta, mezipodesta, schodiště

Určené vnější vlivy v dané místnosti:

321	PROSTŘEDÍ s povahou		Výskyt, třída vnějšího vlivu
321.1	Teplota okolí	AA	nevyskytuje se
321.2	Atmosférické podmínky v okolí	AB	AB5
321.3	Nadmožská výška	AC	AC1
321.4	Výskyt vody	AD	AD1
321.5	Výskyt cizích pevných těles	AE	AE1
321.6	Výskyt korozivních nebo znečišťujících látek	AF	AF1
321.7	321.7.1 Ráz	AG	AG1
Mechanické namáhání	321.7.2 Vibrace	AH	AH1
321.8	Výskyt rostlinstva nebo plísní	AK	AK1
321.9	Výskyt živočichů	AL	AL1
321.10	Elektromagnetická, elektrostatická nebo ionizující působení	AM	AM1
321.11	Sluneční záření	AN	AN1
321.12	Seismické účinky	AP	AP1
321.13	Bouřková činnost	AQ	AQ1
321.14	Pohyb vzduchu	AR	AR1
321.15	Větr	AS	nevyskytuje se
322	VYUŽITÍ s povahou		
322.1	Schopnost osob	BA	BA1
322.3	Dotyk osob s potenciálem země	BC	BC2
322.4	Podmínky úniku v případě nebezpečí	BD	BD2
322.5	Povaha zpracovávaných nebo skladových látek	BE	BE1
323	KONSTRUKCE BUDOV s povahou		
323.1	Stavební materiály	CA	CA1
323.2	Konstrukce budovy	CB	CB1

Vnější vlivy mimo rámec kapitoly 32 ČSN 33 2000-3

Nevyskytují se

Soupis vnějších vlivů v místnosti, které nejsou dle čl. 512.2.4 ČSN 33 2000-5-51 **normální**

BD2

Rozhodnutí:

Vnější vlivy byly určeny v souladu s ČSN 33 2000-3 kapitola 32 a ČSN 33 2000-5-51. Opatření vyplývající z vlivů, které nejsou dle čl. 512-2-4 ČSN 33 2000-5-51 normální:

- a) V prostoru schodiště bude při provádění nástavby použito pouze elektroinstalačního materiálu, který zpočátku šíření plamene, vytváření kouře a jedovatých plynů. Z tohoto důvodu se navrhuje užití oceloplechových rozváděčů a vodičů H07Z - K s jádrem plným – třída 1. Alternativně se navrhuje soustředění elektroměrů na elektroměrových rozváděčích v samostatné místnosti v 1. nadzemním podlaží, dříve kočárkárna. Příklady k bytům se uloží (společně s dalšími rozvody) ve stávající trase HDV, obezděné. Okno dýmového odvětrání bude napájeno ze zdroje nezávislého na odpojení hlavního domovního vedení v přípojkové skříně bytového objektu. Napájení bude samostatné.
- b) Z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem: prostory normální.

Místnost č.: Suterénní prostory
Účel místnosti: Úložné sklípky, komunikace
Popis místnosti: Komunikace mezi sklípkami, sklípky

Určené vnější vlivy v dané místnosti:

321	PROSTŘEDÍ s povahou		Výskyt, třída vnějšího vlivu
321.1	Teplota okolí	AA	nevyskytuje se
321.2	Atmosférické podmínky v okolí	AB	AB5
321.3	Nadmožská výška	AC	AC1
321.4	Výskyt vody	AD	AD1
321.5	Výskyt cizích pevných těles	AE	AE4 (nehořlavý)
321.6	Výskyt korozivních nebo znečišťujících látek	AF	AF1
321.7	321.7.1 Ráz	AG	AG1
Mechanické namáhání	321.7.2 Vibrace	AH	AH1
321.8	Výskyt rostlinstva nebo plísní	AK	AK1
321.9	Výskyt živočichů	AL	AL1
321.10	Elektromagnetická, elektrostatická nebo ionizující působení	AM	AM1
321.11	Sluneční záření	AN	AN1
321.12	Seismické účinky	AP	AP1
321.13	Bouřková činnost	AQ	AQ1
321.14	Pohyb vzduchu	AR	AR1
321.15	Větr	AS	nevyskytuje se
322	VYUŽITÍ s povahou		
322.1	Schopnost osob	BA	BA1
322.3	Dotyk osob s potenciálem země	BC	BC2
322.4	Podmínky úniku v případě nebezpečí	BD	BD1
322.5	Povaha zpracovávaných nebo skladových látek	BE	BE1
323	KONSTRUKCE BUDOV s povahou		
323.1	Stavební materiály	CA	CA2
323.2	Konstrukce budovy	CB	CB1

Vnější vlivy mimo rámec kapitoly 32 ČSN 33 2000-3

Nevyskytují se

Soupis vnějších vlivů v místnosti, které nejsou dle čl. 512.2.4 ČSN 33 2000-5-51 **normální**

AE4 (nehořlavý) CA2

Rozhodnutí:

Vnější vlivy byly určeny v souladu s ČSN 33 2000-3 kapitola 32 a ČSN 33 2000-5-51. Opatření vyplývající z vlivů, které nejsou dle čl. 512-2-4 ČSN 33 2000-5-51 normální:

- a) elektrické rozvody nebudou pokládány na dřevěné konstrukce kóji,
- b) z důvodu výskytu prachu se použije elektrických zařízení s ochrannou krytem alespoň IP 5X,
- c) z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem: prostory normální,
- d) v suterénu nebudou shromažďovací prostory a prostory budou uzavřeny.

Poklady světelné techniky v NTM

Vladimír Dvořáček, Ing.

Základ velmi kvalitní sbírky světelných zdrojů v NTM tvoří velkorysý dar Ing. Miloslava Prokopa, významného českého elektrotechnika a světelného technika, čítající více než 800 kusů vzácných exemplářů žárovek. Sbíрка obsahuje všechny základní skupiny těchto světelných zdrojů, které se ve své době objevily na evropském trhu a které názorně dokumentují dlouhou a namáhavou cestu, kterou museli naši předchůdci překonat, abychom dnes, bez sebemenšího přemýšlení, mohli prostě stisknout vypínač a svítit.

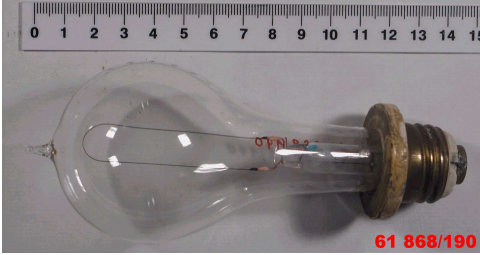
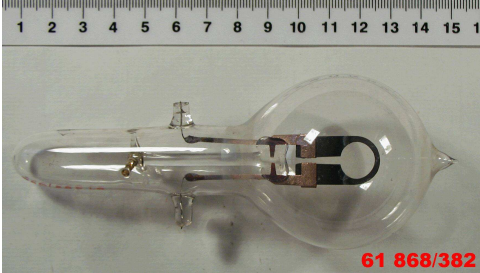
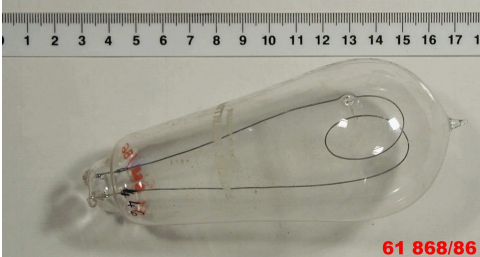
Odborníky fascinuje, kolik vynalézavosti a úsilí muselo být vynaloženo při vyhledávání materiálu, z něhož se zhotovilo vlákno. Ve sbírce jsou zastoupeny žárovky s uhlíkovým, tantalovým, osmiiovým i wolframovým vláknem, přičemž velká většina z nich je dokonce funkční. Ze starých článků se dozvídáme o množství provedených pokusů s nejrůznějšími výchozími materiály, než se z nich podařilo vyrobit vyhovující vlákno požadovaných mechanických a elektrických parametrů a kolik různých technologií muselo být vyzkoušeno, než vlákno získalo svůj typický štíhlý a elegantní tvar jednoduché smyčky později svinuté do několika kruhových či eliptických závitů. Některá vlákna jsou zhotovena z robustního drátu, jiná jsou však natolik tenká, že jen s velkými obtížemi lze v nerozsvíceném stavu objevit pouhým okem. A přesto vydržela již téměř jedno století a nadále mohou svítit. Další pozoruhodnou operací je způsob fixace polohy vlákna v žárovce. Zde nacházíme vskutku unikátní, doslova filigránská řešení, využívající velmi malé kovové a skleněné podpěrky mistrně přitavené k vnitřní stěně baňky a zajišťující správnou polohu vlákna uvnitř žárovky. Dokumentují úžasnou zručnost sklářů, kteří je tvořili. Ojedinelé a zároveň velmi estetické jsou konstrukční prvky zhotovené z barevného skla, které zpevňují vnitřní systém žárovky a zvyšují jeho odolnost proti vibracím. Řada nápadů byla uplatněna u další životně důležité operace pro život žárovky a sice vakuově těsného zatavení přívodních vodičů napájejících vlákno a nalezení vhodného materiálu, který by se „snášel“ se sklovinou používanou pro výrobu nožky nebo baňky. Po dlouhou dobu se využívala drahá platina a její spotřeba na jednu žárovku činila u prvních vzorků až 20mm, což z ní činilo luxusní zboží. Postupně se však použití platiny omezilo pouze na tu část přívodu, která byla bezprostředně zatavena do skla, zbývající díly byly zhotoveny z mědi a niklu, aby nakonec i tento díl byl nahrazen levnějším plášťovým drátem. Zátav stiskem nebo na perličky se postupně měnil na zátav na talířek, který se udržel až do dnešních moderních žárovek či zářivek. Zajímavým vývojem prošel způsob čerpání vnitřního prostoru baňky, rovněž jedné z rozhodujících operací výroby. První žárovky až do 30let minulého století se vyznačují charakteristickou špičkou na vrchlíku baňky, která tam zůstala jako zbytek po čerpací trubičce, jíž se odčerpával vzduch. Teprve později se čerpací trubička stala součástí nožky a mohla se tak schovat do patice, kde byla i mechanicky chráněna před poškozením. Konstrukce žárovky se tak již velmi přiblížila jejímu dnešnímu provedení. Je zajímavé, že tvar baňky, připomínající ladné křivky hrušky, nás provází po celou historii existence žárovky. Stejně obdivuhodný je i osud patice, tedy součásti, kterou se žárovka spojuje s objímkou ve svítidle. Edisonův princip patice s kovovým závitem E27 se zachoval od prvopočátku v prakticky nezměněné podobě a přesto, že výrobci museli po dobu platnosti patentu Edisona přicházet s odlišnými řešeními, po ukončení jeho platnosti se ve velké většině vrátili k tomuto geniálnímu a jak již tomu bývá - jednoduchému řešení. Velké písmeno E používané na celém světě k označení tohoto typu patice bude tak trvale připomínat jméno tohoto velkého vynálezce. Zatímco základní tvar patice zůstal původní, docházelo ke změnám materiálu používaného ke zhotovení její izolační části. Z původní sádry, která se zároveň používala i ke spojení patice a baňky, se postupně přecházelo na keramiku s následným definitivním přechodem na černé sklo, jak jej známe dodnes. Sympaticky působí různé nápisy na baňce nebo patici žárovky, charakterizující jejího výrobce a informující o parametrech žárovky, tj. na jaké napětí je určena a jakou má svítivost. Prvními předchůdci dnešního razítka byly ruční nápisy tuší na sádrové izolaci patice, kde byly ozdobným písmem uvedeny požadované informace. Profesionálněji již vypadaly kruhové papírové štítky, dnes již patřičně zažloutlé, ale stále čitelné, nalepené na baňku, s vytištěným číselným údajem napětí a svítivosti bez označení jednotek. Později se tyto údaje přestěhovaly na límeček patice, odkud postupně v důsledku stáří mizely a jejichž identifikace si vyžádala značnou dávku trpělivosti

Z razítek se rovněž dozvídáme kdo danou žárovku vyrobil. A tak před námi defilují výrobci němečtí, rakouští, američtí a holanďtí, ale najdeme zde i firmy české, jejichž výrobky v ničem nezaostávají za svými zahraničními sestrami. Sbíрка NTM se může pochlubit žárovkami Edisona, Swana, je zde první exemplář žárovky firmy českého velíkána Křížika, najdeme zde vzorek žárovky Jabločkova, výrobky v současnosti již možná zapomenutých firem jako Kremenetzky, OSA, Watt, ale i dodnes známých světových firem Siemens & Halske, Philips, Osram a dalších. S úctou a obdivem jsem bral do rukou díla neznámých mistrů „řemesla žárovkárenského“, autorů mnoha originálních a jedinečných technologických postupů a řešení, jejichž kultivované výrobky byly nejen předmětem běžné spotřeby, ale

mnohdy dílem přímo uměleckým, z něhož vyzařuje zaujetí a láska, s jakou bylo tvořeno. Určitě si proto zaslouží, aby bylo zachováno pro další generace.

Do textu pro sborník jsme zařadili pouze několik ukázek typických představitelů jednotlivých skupin žárovek včetně jejich popisu. Podstatně větší prostor bude věnován těmto výrobkům v rámci přednášky, kde je možnost lépe si přiblížit zajímavé konstrukční detaily a důvtipná řešení a podat k nim náležité vysvětlení.

Mohu-li na závěr doplnit jeden osobní pocit člověka, který více než 40 let pracuje ve vývoji a výrobě světelných zdrojů, pak pokud bychom dnes chtěli reprodukovat některé vzorky žárovek v provedení, v jakém je vidíme v této krásné sbírce, bylo by i při dnešních možnostech techniky zapotřebí spolupráce většího kolektivu velmi zkušených odborníků, aby takový úkol zvládli.

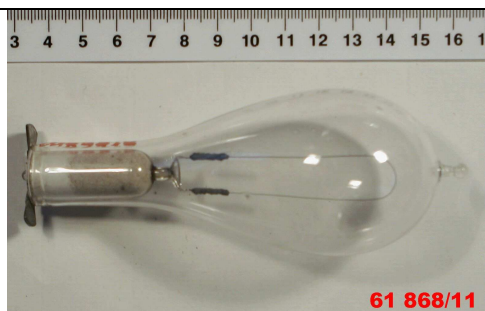
 <p>61 868/190</p>	<p>Žárovka Edisonova s uhlíkovým vláknem tvaru protáhlého písmene U. Vnitřní systém je samonosný, poloha vlákna je fixována pouze jeho upevněním v přívodech. Spojení vlákna s přívody je provedeno zamáčknutím předem zploštělých konců vlákna do zploštělých konců vnitřní části přívodu, takže plochá část přívodu obaluje plochou část vlákna. Toto spojení je následně galvanicky poměděno. Přívod je třídílný, zátavový drát-Pt. Zátav na talířek. Baňka čirá, hrušková, čerpání vrchlíkem. Patice E 27 mosazná s kratší závitovou částí. Izolace ze sádry. Patice má široký sádrový límeček, částečně poškozený. Žárovka je funkční. El. a sv. parametry (dle záznamu Ing. Prokopa) asi 100V, asi 16 sv. Jedná se o unikátní exponát! Rok výroby 1881.</p>
 <p>61 868/382</p>	<p>Žárovka Müller -Notthombova s uhlíkovým svíticím tělesem, zhotoveným zuhelnatěním pergamenu. Svítící tělísko má tvar písmene U s tím, že jeho horní část má tvar neuzavřeného prstence o šířce cca 1,5-1,8mm přecházejícího do přímých ramen o šířce 6 a délce 13mm. Přívody jsou dvojdílné, zátavový díl je z platiny a vytváří z vnější strany kontaktní očko. U daného vzorku jsou však obě očka již ulomena. Druhý díl přívodu má poměrně složitý tvar, je zhotoven z měděného plechu, do jehož horní části jsou mechanicky upevněny konečky svítícího tělesa. Spojení měděného a platinového dílu přívodů je provedeno tak, že Pt-drát je zamáčknut mechanicky do Cu-dílu a místo spojení je pokryto tmelem šedo-černé barvy. Poloha vnitřního systému v žárovce je fixována pomocí skleněné tyčinky o průměru 4mm, na jejímž horním konci je vytvořen stisk, v němž jsou zataveny hroty vytvořené na měděné části přívodu. K dolní části tyčinky jsou radiálně přitaveny tři krátké tyčinky kuželového tvaru, svírající navzájem úhly 120°, které jsou následně přitaveny k vnitřní stěně baňky v její válcové části. Baňka čirá, kulová, přecházející v poměrně dlouhou válcovou část, která sloužila k umístění žárovky do vhodného stojánku. V plášti této válcové části jsou provedeny průtavky Pt-částí obou přívodů. Čerpání vrchlíkem. Žárovka je funkční. Jedná se o unikátní exemplář! Rok výroby 1881-1884.</p>
 <p>61 868/86</p>	<p>Žárovka Edisonova s uhlíkovým vláknem tvaru písmene U. Vnitřní systém je samonosný, poloha vlákna je fixována pouze jeho uchycením v přívodech. Přívody jsou třídílné. Vnitřní díl včetně místa spojení přívodu s vláknem je pokryt galvanicky mědí, zátavový díl-Pt, vnější díl-Cu. Spojení přívodu s vláknem je provedeno takovým způsobem, že konec přívodu je roztepán do tenkého pásku, do něhož je zamáčknut předem zploštělý koneček vlákna. Zátav na talířek. Baňka hrušková, čirá, čistá, čerpání vrchlíkem. Na baňce je nalepena papírová nálepka obdélníkového tvaru s dvouřádkovým nápisem: v prvním řádku je vytištěna číslice 8, ve druhém – nápis „EDISON'S PATENTS“. Patice mosazná E27 s krátkým závitem, se sádrovou izolací ve tvaru válce. Jsou na ní ručně psané číslice 5 / 124. Na středním kontaktu patice je vyražena číslice 5. Tmel rezavé barvy. El. a svět. parametry: asi 50V, 8sv (dle záznamu v ev. kartě Ing. Prokopa). Žárovka je funkční. Jedná se o unikátní exemplář! Rok výroby asi 1884.</p>



Žárovka s uhlíkovým vláknem svinutým do šroubovice s jedním a půl kruhovým závitem o průměru 25mm. Poloha vlákna je fixována pouze jeho uchycením v přívodech, jinak je samonosné. Přívod dvojdílný, vnitřní díl a zátav-Pt, vnější-Cu. Zátav stiskem. Baňka hrušková, čirá, čerpání vrchlíkem. Na baňce je vyleptáno jméno výrobce DEKHOTINSKY a vyobrazení královské koruny. Dále je zde vyleptán perem nápis 110.16.3 a nečitelná značka. Patice jazýčková mosazná s válcovým pláštěm a se sádrovou izolací. Tmel sádra. Žárovka je funkční. El. a svět. parametry:110V, 16sv. Rok výroby 1885-1895, fa deKhotinsky.



Žárovka Swanova s uhlíkovým vláknem svinutým do šroubovice s jedním a půl kruhovým závitem o průměru cca 30mm. Poloha vlákna je fixována pouze jeho uchycením v přívodech, jinak je samonosné. Přívod dvojdílný, vnitřní díl a zátav-Pt, vnější-Cu. Spojení přívodu s vláknem je provedeno takovým způsobem, že konec přívodu je roztepán na tenký pásek, kterým je obalen konec vlákna. Místo spojení je pokryto suspenzí stříbrně-šedé barvy. Zátav stiskem. Baňka eliptická, čirá, čerpání vrchlíkem. Patice Ganzova mosazná (s válcovým pláštěm o průměru 26 a výšce 12 mm bez závitu a středním kontaktem ve tvaru kužele) se sádrovou izolací. Plášť patice je osazen dvěma mosaznými protilehlými kolíky o průměru 2,5 a délce 3mm. Tmel - sádra. Ve válcové části jsou dva protilehlé otvory o průměru 2mm. Na baňce je razítko ve tvaru stylizované žárovky s vláknem s jedním závitem a očkovou paticí. Uvnitř obrysů žárovky je nápis THE SWAN UNITED ELECTRIC LIGHT C.L. Na protilehlé straně baňky je kruhové razítko – uvnitř kruhu jsou písmena K A L K (umístěna v poloze číslic 3,6,9,12 na hodinovém ciferníku) . El. a svět. parametry:asi 100V, 16sv. Žárovka je funkční. Unikátní exponát -jedna z prvních evropských žárovek! Rok výroby 1882.



Žárovka Siemensova s uhlíkovým vláknem tvaru dlouhého písmene U. Vnitřní systém je samonosný, poloha vlákna je fixována pouze jeho uchycením v přívodech. Přívody jsou celé z platínové drátu. Každý z nich je dvojitý, vytvořený tak, že výchozí drát je složen do úzké smyčky, jejíž konce nacházející se ve vnitřním prostoru žárovky nad místem zátavu, jsou zkrouceny a omotávají konec vlákna. Místo spoje je pokryto silnou vrstvou tmele šedé barvy. Druhý konec přívodu vytvářející podlouhlé očko je v místě ohybu připájen ke křídélku patice. Zbývající část přívodu mezi očkem na jedné straně a zkroucenými konečky na straně druhé, tvořená dvěma paralelními, ale vzájemně se nedotýkajícími díly zajišťujícími vakuovou těsnost, je zátavena do skleněné trubičky o průměru cca 5mm. Konec trubičky je vytvarován do tvaru písmene T, které určuje vnitřní rozteč konečků vlákna. Zmíněnou trubičkou tak procházejí celkem čtyři vzájemně oddělené díly obou přívodů. Je to velmi neobvyklý, originální a technologicky velmi náročný způsob zátavu přívodů. Další zvláštností je zátav baňky, který je proveden na talířek dlouhý cca 35mm, přitavený ve své horní části k tyčince s přívody. Baňka čirá, čistá, hrušková, protáhlá, čerpání vrchlíkem. Vnější prostor talířku je ze dvou třetin vyplněn bílým pískem, zbytek směrem k patici je vyplněn sádrou. Patice křídélková, mosazná pocínovaná. Žárovka je funkční. Dle záznamu v ev.kartě Ing. Prokopa je žárovka asi na napětí 90V. Jedná se o unikátní exponát! Rok výroby 1890.



Žárovka s uhlíkovým vláknem sestávajícím ze dvou sériově spojených segmentů, z nichž každý je svinut do šroubovice se dvěma a půl závity o průměru cca 10 mm. Spojení obou segmentů je provedeno pomocí držáku tvaru protáhlého písmene V, zapíchnutého vrcholem do zátavu baňky. Poloha vnitřního systému jako celku je fixována příčným skleněným můstkem, do něhož jsou zataveny oba přívody i obě části držáku. Poloha každého segmentu je fixována pomocí háčku zapíchnutého do tenké skleněné tyčinky dlouhé cca 5mm každá. Tyčinky jsou přitaveny k vnitřní stěně baňky v rovníku, přibližně kolmo k podélné ose žárovky. Přívody jsou třídílné, zátavový drát – platina, vnější díl - Cu. Spojení vlákna s přívody a držákem je provedeno takovým způsobem, že konce přívodů a držáku jsou roztepány do tenkého pásku, jímž jsou obaleny konce vlákna. Místo spojení je pokryto tmelem stříbrné barvy. Zátav na perličky. Baňka hrušková, čirá. Čerpání vrchlíkem. Patice E27, mosazná s porcelánovým kamenem. Tmel sádra. El. a sv. parametry: 240V, 25sv. Žárovka je funkční. Rok výroby 1901-1910. Výrobce fa Watt Vídeň.



Žárovka se dvěma přepínatelnými uhlíkovými vlákny (s větším a menším příkonem). Vláknem s větším příkonem je svinuto do šroubovice se dvěma a půl kruhovými závity o průměru cca 15mm, vláknem s menším příkonem je svinuto do šroubovice se dvěma a půl kruhovými závity o průměru cca 8mm a je umístěno pod vláknem s větším příkonem s tím, že osy obou šroubovic svírají pravý úhel. Vnitřní systém žárovky je samonosný, vlákna jsou fixována pouze jejich upevněním v přívodech. Jeden konec obou vláken je v dolní části stisku talířku připojen na společný přívod, který je vyveden na kovový kontakt patice umístěný u límečku a jenž je izolovaný od pláště patice. Druhý konec menšího vlákna je vyveden na plášť patice, druhý konec většího vlákna je vyveden na její střední kontakt. Součástí patice je dále pohyblivý mosazný kontakt, jímž lze otáčet kolem osy pomocí provázku procházejícího dvěma kolíčky s otvorem, spojenými s pláštěm patice a dvěma očky pohyblivého kontaktu. Zatažením za šňůrky jedním nebo druhým směrem lze přivádět napětí buď na obě vlákna, která jsou zapojena v sérii anebo pouze na silnější vlákno. Žárovku tak lze provozovat ve dvou režimech-na plný výkon silnějšího vlákna nebo na snížený výkon při zapojení obou vláken do série. Na každém konci šňůrky je kruhový štítek, na jednom z nichž je oboustranný nápis „SOMBRE“ (černou barvou) a na druhém rovněž oboustranný nápis „CLAIRE“ (červenou barvou). Dále je na obou stranách obou štítků uvedeno jméno výrobce „ECONOMICAL ELECTRIC LAMP CO NY.“ v odpovídající barvě. Přívody jsou třídílné, vnitřní-Ni, zátavový drát-Pt, vnější -Cu. Spojení přívodů s konečky vláken je provedeno takovým způsobem, že konce přívodů jsou roztepány do tenkého pásku, jímž jsou obaleny konečky vláken. Místo spoje je pokryto tmelem šedočerné barvy. Zátav je na talířek, jeden přívod v patici je chráněn převlečnou skleněnou trubičkou, zabraňující vzniku zkratu. Baňka hrušková, čistá, čerpání vrchlíkem. Patice mosazná E27 s rozšířeným límečkem, izolace z černé skla. Tmel béžové barvy. Na límečku patice je razítko s číslicemi: 10 120 o-9. Na baňce jsou nad sebou vyleptány následující číslice a písmena: 16 ZF So. El. a svět. parametry: 120V, asi 16/2 sv. Žárovka je funkční. Jedná se o velmi vzácný exponát! Rok výroby 1904-1910. USA.



Žárovka s uhlíkovým vláknem stočeným do šroubovice se třemi a půl kruhovými závitami o průměru cca 20 mm. Poloha vlákna v baňce je fixována pomocí 5 kovových (pravděpodobně Cu) vějířovitě zapíchnutých do stisku talířku. Obě krajní podpěrky (současně jsou to i přívody) jsou kratší (cca 22mm), tři vnitřní jsou nastaveny přivařením dalšího kousku drátu, takže jejich celková délka je cca 32 mm. Na konci každé podpěrky je vytvořeno očko, jímž prochází střední závit vlákna ve svém nejnižším bodě. Místa spojení jsou pokryta tmelem černé barvy. Přívody jsou třídílné, vnitřní část-Cu, zátavový drát-plášťový, vnější část-Cu. Zátav na talířek, pod jehož stiskem se nachází čerpací trubička. Baňka je hrušková, čirá, nažloutlá – od getru. Patice E27, mosazná, izolace- vitrit. Zátav je tvarovaný, zajišťuje lepší pevnost přitmelení patice k baňce. Na vrchlíku žárovky je kruhové razítko s nápisem Philips, 220-230V 60W, 16C.P.* c8 a tradiční firemní znak PHILIPS. El. a svět. parametry 220-230V, 60W. Vláknem je neporušené, žárovka je funkční. Rok výroby 1905-1910.



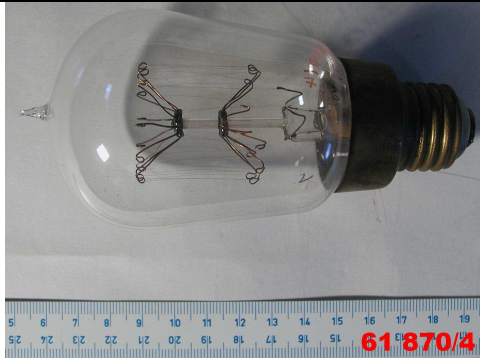
Žárovka s osmiovým vláknem sestávajícím ze šesti sériově spojených částí tvaru protáhlého písmene V. Jednotlivé segmenty vlákna jsou svými konci přímo svařeny na 5 kovových držácích zapíchnutých do dolní skleněné čočky nacházející se bezprostředně u stisku nožky. Poloha vláken je fixována šesti háčky zapíchnutými do horní čočky umístěné na tyčince dlouhé cca 55mm. Přívody jsou třídílné (vnitřní část Ni, zátavový drát Pt, vnější část Cu). Baňka hruškového tvaru, na baňce je vyleptán kruhový nápis WESTINGHOUSE Patent, OSMIOVÁ ŽÁROVKA, VERTEX a obrys žárovky, čerpání vrchlíkem. V oblasti patice je na baňce vyleptáno výrobní číslo. Patice mosazná E27 s límečkem a s izolací z černého skla. Na límečku patice je razítko 125V 50 a číslo 4112. Tři segmenty vlákna jsou přerušeny. Vnější část jednoho přívodu je izolovaná skleněnou trubičkou. Ze sbírky Ing. Prokopa. Rok výroby 1899-1906.



Žárovka s osmiovým vláknem sestávajícím ze dvou sériově spojených částí tvaru protáhlého písmene U. Spojení vláken je provedeno pomocí Pt-háčku tvaru písmene V, jehož vrchol je zapíchnutý do stisku nožky. Poloha vláken je fixována dvěma háčky zapíchnutými do skleněných dlouhých tenkých tyčinek, přitavených v rovniku k baňce ve směru kolmém k její podélné ose. Jeden segment vlákna je přerušen. Baňka čirá, hruškový tvar, čerpání vrchlíkem. Zátavový drát-platina. Na vrchlíku baňky je vyleptáno kruhové razítko „AUER OSMIUM LAMPE“ (velmi obtížně čitelné) a písmeno K. Na baňce u patice je vyleptáno písmeno J v kroužku a výrobní číslo. V místě zátavu, které se nachází v patici, jsou provedeny dva protilehlé vpichy, které zvyšují pevnost přitmelení patice k baňce. Patice mosazná E27 s keramickým kamenem. Ze sbírky Ing. Prokopa. Rok výroby 1899-1906.



Žárovka s tantalovým klikatým (mírně zvlněným) vláknem vytvářejícím plochu pláště pomyslného válce o průměru cca 30mm a výšce cca 37mm. Poloha vlákna je fixována pomocí dvou soustav kovových háček zapíchnutých radiálně do dvou čoček vytvořených na tyčince o průměru cca 4mm a délce 32mm. Vzájemná vzdálenost čoček – cca 25mm. Do horní čočky je zapíchnuto 11 háčeků, do dolní čočky-10. Vláknem postupně prochází střídavě horními a dolními háčky, na jejichž koncích jsou vytvarována očka. Přívody třídílné, vnitřní část Ni, zátavový drát Pt, vnější část Cu. Spojení vlákna s přívodem je provedeno tak, že konec přívodu je roztepán do pásku, který obaluje vlákno. Zátav na nožku. Baňka hrušková, čerpání vrchlíkem. Poloha vnějších částí přívodů je fixována pomocí korkové zátky, jejíž průměr odpovídá vnitřnímu průměru talířku. Patice mosazná E27 s rozšířeným límečkem a porcelánovou izolací. Na patici je razítko 125, znak firmy Siemens Halske a číslice 25.IX.a. Elektrické a svět. parametry: 125V, 25sv. Žárovka je funkční. Rok výroby 1909.



Žárovka s tantalovým klikatým (mírně zvlněným) vláknem vytvářejícím plochu pláště pomyslného válce o průměru cca 32mm a výšce cca 35mm. Poloha vlákna je fixována pomocí dvou soustav měděných háčků zapíchnutých šikmo do dvou čoček vytvořených na tyčince o průměru cca 4mm a délce 32mm. Vzájemná vzdálenost čoček – cca 12mm. Do horní čočky je zapíchnuto 11 háčků, do dolní čočky-10. Vláknem postupně prochází střídavě horními a dolními háčky, na jejichž koncích jsou vytvarována očka. Přívody třídílné, vnitřní část Cu, zátavový drát Pt, vnější část Cu. Spojení vlákna s přívodem je provedeno tak, že konec přívodu je roztepán do pásku, který obaluje vlákno. Zátav na nožku. Baňka hrušková, čerpání vrchlíkem. Poloha vnějších částí přívodů je fixována pomocí korkové zátky, jejíž průměr odpovídá vnitřnímu průměru talířku. Patice mosazná E27 s rozšířeným límečkem a porcelánovou izolací. Na patici je razítko 120, znak firmy Siemens Halske a číslice 25 I. Elektrické a svět. parametry: 120V, 25sv. Žárovka je funkční. Rok výroby 1904-1913.

Softwarová podpora MCA8 při výběru svítidel.

Jiří Gurecký, Doc. Dr. Ing.

VŠB – TU Ostrava, FEI, katedra elektroenergetiky, jiri.gurecky@vsb.cz

Úvod

Tento příspěvek se zabývá výběrem optimálních svítidel pro osvětlení dané plochy z pohledu mnoha kritérií, která mohou být často i protichůdná. Pomocníkem v tomto procesu je softwarová aplikace vícekriteriálního rozhodování, vytvořená na katedře elektroenergetiky a katedře informatiky FEI VŠB-TU Ostrava, nazvaná MCA8.

Software MCA8

Použití programu MCA8

Program MCA8 je určen pro podporu vícekriteriálního rozhodování. Usnadňuje řešení rozsáhlejších vícekriteriálních úloh, tedy úloh charakteristických velkým počtem hodnocených variant (možných alternativ řešení) a velkým počtem hodnotících kritérií. Pro řešení takovýchto úloh nabízí MCA8 celkem šest různých matematických metod MCA (multikriteriální analýzy), a sice:

- Metoda váženého součtu - WSA (Weighted Sum Approach)
- Metoda ideálních bodů - IPA (Ideal Points Analysis)
- Metoda TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)
- Metoda shody a neshody - CDA (Concordance Discordance Analysis)
- Metoda AGREPREF (Aggregation Preferences)
- Metoda PROMETHEE (Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations)

Výsledkem aplikace zmíněných metod na konkrétní rozhodovací úlohu jsou pořadí (pro každou metodu jedno) hodnocených variant, uspořádaných od nejlepší varianty po variantu nejhorší.

Vstupní data pro výpočet zmíněnými metodami MCA:

- *Kritéria* - Na jejich základě se vyhodnocují varianty. Požaduje se zadání výstižných názvů těchto kritérií (pro přehlednost v programu MCA8), dále jejich váhy nebo-li důležitosti (každému kritériu se přidělí váha ve formě desetinného čísla, tak aby součet vah všech kritérií byl roven „1“), dále rozlišení, jedná-li se o tzv. maximalizační či minimalizační kritérium a v případě řešení metodami AGREPREF a PROMETHEE se ještě požaduje zadání specifických parametrů.
- *Varianty* – Možné alternativy řešení, u nichž se rozhoduje o jejich pořadí (od nejlepší varianty po nejhorší). Požaduje se zadání výstižných názvů těchto variant (pro přehlednost v programu MCA8) a dále hodnoty všech zvolených kritérií pro jednotlivé varianty (tzv. kriteriální hodnoty variant).

Program MCA8 obsahuje grafickou nadstavbu, pomocí které lze provádět tzv. citlivostní analýzu. Ta je nástrojem, kterým lze zjišťovat, jaký dopad bude mít změna vstupních parametrů rozhodovací úlohy (v případě MCA8 změna vah kritérií) na její výsledky (v případě MCA8 na výsledné pořadí hodnocených variant). Tím si je možné vytvořit dostatečnou představu o možném chování řešení úlohy v důsledku změn vstupů.

Závěrem je třeba upozornit, že obecně žádná metoda MCA nenahrazuje v procesu rozhodování člověka – rozhodovatele, ale spíše posouvá jeho působení na kvalitativně vyšší úroveň.

Rozbor metod MCA obsažených v programu MCA8

Základním počátečním krokem multikriteriální analýzy (MCA) je sestavení vyhodnocovací, tzv. kriteriální matice Y , jejíž prvky odrážejí vlastnosti daných variant (alternativ) na základě určitého souboru kritérií. Matice Y sestává z $i = 1, \dots, p$ variant (řádky matice) a $j = 1, \dots, k$ kritérií (sloupce matice). Hodnocení variant podle jednotlivých kritérií tvoří prvky této matice (y_{ij}). Vyhodnocovací matice Y :

$$Y = \begin{matrix} & f_1 & f_2 & \dots & f_k \\ a_1 & \left[\begin{array}{cccc} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1k} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ y_{p1} & y_{p2} & \dots & y_{pk} \end{array} \right. \end{matrix}$$

V programu MCA8 použité metody vícekriteriální analýzy vyžadují zadání kardinální informace o relativní důležitosti kritérií. Ta se vyjadřuje pomocí vektoru vah kritérií:

$$\bar{v} = (v_1, v_2, \dots, v_k), \quad \sum_{j=1}^k v_j = 1, \quad v_j \geq 0$$

Čím vyšší hodnotu váhy dané kritérium má, tím je důležitější.

Podle výpočetního principu, který metody využívají, je možné tyto metody obecně rozdělit na:

- Metody s maximalizací užítku
- Metody s minimalizací vzdálenosti od ideální varianty
- Metody s vyhodnocováním variant na základě preferenční relace

V dalším jsou podrobně teoreticky popsány metody multikriteriální analýzy s nimiž program MCA8 pracuje.

1. Metoda váženého součtu - WSA (Weighted Sum Approach)

Metoda WSA vychází z principu maximalizace užítku, dopouští se však zjednodušení v tom, že předpokládá pouze lineární funkci užítku. Postup výpočtu touto metodou je následující. Nejprve vytvoříme normalizovanou kriteriální matici $R=(r_{ij})$, jejíž prvky získáme z kriteriální matice $Y=(y_{ij})$ pomocí transformačního vzorce:

$$r_{ij} = \frac{Y_{ij} - D_j}{H_j - D_j}$$

Matice R již představuje matici hodnot užítku z i -té varianty podle j -tého kritéria. Podle výše uvedeného vzorce lineárně transformujeme kriteriální hodnoty tak, že $r_{ij} \in \langle 0,1 \rangle$, přičemž D_j je minimální hodnota kritéria ve sloupci j a H_j je maximální hodnota kritéria ve sloupci j . Tento vzorec se používá v případě, že kritérium v daném sloupci j je považováno za maximalizační. Pro případ minimalizačního kritéria lze provést normalizaci takového sloupce v matici přímo použitím vztahu:

$$r_{ij} = \frac{H_j - Y_{ij}}{H_j - D_j}$$

Při použití aditivního tvaru vícekriteriální funkce užítku je pak užitek varianty a_i roven:

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^k v_j \cdot r_{ij}$$

Varianta, která dosáhne maximální hodnoty užítku je vybrána jako „nejlepší“, případně je možno uspořádat varianty podle klesající hodnoty užítku.

2. Metoda ideálních bodů - IPA (Ideal Points Analysis)

Tato metoda vychází rovněž z principu maximalizace užítku. Tak jako u metody WSA, i zde se musí nejprve provést normalizace kriteriální matice. Při použití aditivního tvaru vícekriteriální funkce užítku je pak užitek varianty a_i roven:

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^k v_j \cdot (1 - r_{ij})$$

Podle vypočítaných hodnot užítu je možné varianty uspořádat. Zde je ovšem nejlepší variantou ta s nejnižší hodnotou užítu.

3. Metoda TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)

V případě této metody se jedná o princip minimalizace vzdálenosti od ideální varianty. Ideální variantou se nazývá varianta, pro kterou všechny hodnoty kritérií dosahují nejlepších hodnot. Je variantou většinou hypotetickou. Jako nejlepší varianta je určena ta, která je podle určité metriky nejbližší k této ideální variantě a zároveň nejdále od tzv. bazální (nejhorší) varianty. Nejprve se konstruuje normalizovaná kritériální matice $R=(r_{ij})$, kde pro výpočet normalizovaných hodnot je navržen vzorec:

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^p (y_{ij})^2}} \quad ; \quad i=1,2,\dots,p, \quad ; \quad j=1,2,\dots,k$$

Následně se vypočítá vážená kritériální matice W tak, že se každý j -tý sloupec normalizované matice R násobí odpovídající vahou v_j :

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1k} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ w_{p1} & w_{p2} & \dots & w_{pk} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_1 r_{11} & v_2 r_{12} & \dots & v_k r_{1k} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ v_1 r_{p1} & v_2 r_{p2} & \dots & v_k r_{pk} \end{bmatrix}$$

Dále se určí ideální varianta (H_1, H_2, \dots, H_k) a bazální varianta (D_1, D_2, \dots, D_k) vzhledem k hodnotám ve vážené kritériální matici. Platí, že: $H_j = \max_i(w_{ij})$ a, $D_j = \min_i(w_{ij})$

Další krok spočívá ve výpočtu vzdáleností variant od ideální varianty:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^k (w_{ij} - H_j)^2} \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, p$$

a vzdáleností variant od bazální varianty:

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^k (w_{ij} - D_j)^2} \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, p$$

V obou případech je použita Euklidova míra vzdálenosti.

Následuje výpočet relativního ukazatele vzdáleností variant od bazální varianty:

$$c_i = \frac{d_i^+}{d_i^+ + d_i^-} \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, p$$

Pro hodnoty c_i platí:

$$0 \leq c_i \leq 1$$

$$c_i = 0 \Leftrightarrow a_i \approx (D_1, D_2, \dots, D_k)$$

$$c_i = 1 \Leftrightarrow a_i \approx (H_1, H_2, \dots, H_k)$$

Varianty se nakonec seřadí podle klesajících hodnot ukazatele c_i , čímž se získá úplné uspořádání všech variant.

4. Metoda shody a neshody - CDA (Concordance Discordance Analysis)

Metoda CDA je založena na porovnávání variant po dvojicích. Měří stupeň, kterým varianty a váhy kritérií potvrzují nebo vyvracejí tzv. vyřazovací vzájemný poměr mezi variantami. Rozdíly ve vahách kritérií a hodnocení variant jsou pomocí postupů shody a neshody analyzovány odděleně. Metoda při výpočtu vychází z normalizované kritériální matice. Výpočet touto metodou je založen na určení následujících indexů:

- *Index shody varianty a_1 s variantou a_2* - je definován jako podíl součtu vah těch kritérií, pro která je normalizované hodnocení a_1 větší nebo rovno normalizovanému hodnocení a_2 a součtu vah všech kritérií:

$$C_{a_1 a_2} = \frac{\sum v_j (r_{a_1 j} \geq r_{a_2 j})}{\sum v_j}$$

• *Index neshody varianty a_1 s variantou a_2* - je definován jako podíl, kde čítec je roven maximálnímu rozdílu vážených normalizovaných hodnocení, pro která je normalizované hodnocení a_1 menší než normalizované hodnocení a_2 a jmenovatel je roven maximálnímu rozdílu vážených normalizovaných hodnocení všech variant pro kritérium vykazující maximální hodnotu výše definovaného čitatele:

$$D_{a_1 a_2} = \frac{D1}{D2} = \frac{\max_j (v_j \cdot r_{a_2 j} - v_j \cdot r_{a_1 j}) (r_{a_1 j} < r_{a_2 j})}{\max_i v_m \cdot r_{im} - \min_i v_m \cdot r_{im}}$$

Kde: $m = j$ při $D1 = \max$

• *Celkový index shody varianty a_1* - získáme ho jako součet všech indexů shody varianty a_2 vzhledem ke všem ostatním:

$$C_{a_1} = \sum_{j=1}^k C_{a_1 j}$$

• *Celkový index neshody varianty a_1* - získáme ho jako součet všech indexů neshody varianty a_2 vzhledem ke všem ostatním:

$$D_{a_1} = \sum_{j=1}^k D_{a_1 j}$$

Posledním krokem je seřazení jednotlivých variant podle maximálního indexu shody a minimálního indexu neshody. Výsledné hodnocení dané varianty se získá dle vztahu:

$$CDA_i = I - C_i + D_i$$

Kde I je počet variant.

Varianty je možno seřadit podle rostoucí hodnoty indexu CDA_i .

5. Metoda AGREPREF (Aggregation Preferences)

Pro úlohy, v nichž je zadána konečná množina variant a soustava kritérií, můžeme definovat tzv. stupeň preference varianty a_i před variantou a_j :

$$S_{ij} \in \langle 0, 1 \rangle$$

Předpokládáme, že máme zadány relativní důležitosti jednotlivých kritérií pomocí vah. Pro každou dvojici variant a_i a a_j seskupíme kritéria, která:

- 1) preferují variantu a_i před variantou a_j , množinu jejích indexů označíme I_{ij}
- 2) preferují variantu a_j před variantou a_i , množinu jejích indexů označíme I_{ji}
- 3) mají obě varianty a_i a a_j stejné hodnoty a z hlediska těchto kritérií jsou obě varianty indiferentní, množinu jejích indexů označíme $I_{i'j}$

Potom bude stupeň preference varianty a_i před variantou a_j :

$$S_{ij} = \sum_{h \in I_{ij}} v_h$$

a stupeň preference varianty a_j před variantou a_i :

$$S_{ji} = \sum_{h \in I_{ji}} v_h$$

a stupeň indiference variant a_i a a_j :

$$S_{i'j} = \sum_{h \in I_{i'j}} v_h$$

Vzhledem k podmínce: $\sum_{h=1}^k v_h = 1$ platí: $s_{ij} + s_{ji} + s_{i'j} = 1$

Cílem dalšího postupu je získat výslednou preferenční relaci $R = (P, I, N)$, podle které by bylo možné varianty uspořádat. P označuje relaci preference, I relaci indiference a N relaci nesrovnatelnosti. Nejjednodušším způsobem získání této relace je tzv. Pravidlo většiny:

- Jestliže platí $s_{ij} > s_{ji}$, potom je varianta a_i preferována před variantou a_j , tedy: $a_i P a_j$
- Jestliže $s_{ij} = 1$ nebo $s_{ij} = s_{ji}$, potom jsou varianty a_i a a_j indiferentní.

Metoda AGREPREF je založena na zobecnění pravidla většiny. U této metody jsou použity dva prahy citlivosti a sice Práh indiference a Práh preference.

- *Práh indiference variant α* - udává, jak velký by měl být alespoň součet vah těch kritérií, z jejichž hlediska jsou obě posuzované varianty a_i a a_j indiferentní.
- *Práh preference dvou variant β* - udává, jak velký musí být rozdíl mezi součtem vah kritérií, z jejichž hlediska je varianta a_i preferována před variantou a_j a součtem vah kritérií, které preferují variantu a_j před variantou a_i .

Hodnoty obou prahů leží v intervalu: $\alpha, \beta \in \langle 0,1 \rangle$

6. Metoda PROMETHEE (Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations)

Základem této metody je párové porovnání variant, postupně z hlediska všech kritérií. Výsledkem je vyjádření intenzity preference mezi dvojicemi variant při hodnocení z hlediska všech kritérií. Koeficienty $P_i(a_r, a_s)$, vyjadřující intenzitu preference varianty a_r ve vztahu k variantě a_s z hlediska kritéria f_i , jsou přitom uvažovány v intervalu $\langle 0,1 \rangle$. Jejich hodnota závisí na rozdílu kritériálních hodnot:

$$d_i = f_i(a_r) - f_i(a_s)$$

Čím vyšší bude tato diference, tím vyšší bude intenzita preference (platí pro maximalizační kritérium). Aby bylo možné při hodnocení dvojic kritérií vyhodnocovat současně intenzitu preference varianty a_r nad a_s i naopak, zavádí se funkce $Q(d_i)$, pro kterou platí:

$$Q(d_i) = P_i(a_r, a_s), \text{ pro } d_i \geq 0$$

$$Q(d_i) = P_i(a_s, a_r), \text{ pro } d_i < 0$$

Oblast pro kladné hodnoty d_i tedy odpovídá preferenci varianty a_r nad a_s , oblast pro záporné hodnoty d_i je naopak preferencí varianty a_s nad a_r . Metoda PROMETHEE nabízí šest základních typů preferenčních funkcí (pro transformaci hodnot diferencí d_i na hodnoty preferenčních indexů) s parametry q, p, \square :

1. typ:

$$Q(d_i) = 0, \text{ pro } d_i = 0$$

$$Q(d_i) = 1, \text{ pro } |d_i| > 0$$

tato funkce nevyžaduje zadání žádného parametru

2. typ:

$$Q(d_i) = 0, \text{ pro } |d_i| \leq q$$

$$Q(d_i) = 1, \text{ pro } |d_i| > q$$

tato funkce vyžaduje zadání prahu indiference q

3. typ:

$$Q(d_i) = \frac{|d_i|}{p}, \text{ pro } |d_i| \leq p$$

$$Q(d_i) = 1, \text{ pro } |d_i| > p$$

tato funkce vyžaduje zadání prahu preference p

4. typ:

$$Q(d_i) = 0, \text{ pro } |d_i| \leq q$$

$$Q(d_i) = \frac{1}{2}, \text{ pro } q < |d_i| \leq p$$

$$Q(d_i) = 1, \text{ pro } |d_i| > p$$

tato funkce vyžaduje zadání obou prahů, p i q

5. typ:

$$Q(d_i) = 0, \text{ pro } |d_i| \leq q$$

$$Q(d_i) = \frac{|d_i| - q}{p - q}, \text{ pro } q < |d_i| \leq p$$

$$Q(d_i) = 1, \text{ pro } |d_i| > p$$

tato funkce vyžaduje zadání obou prahů, p i q

6. typ:

$$Q(d_i) = 1 - \exp\left(-\frac{d_i^2}{2\sigma^2}\right)$$

jedná se o Gaussovu funkci, jejíž hodnota se s rostoucí diferencí blíží hodnotě 1. Parametr σ je směrodatnou odchylkou normálního rozdělení.

Pro každé z hodnotících kritérií je potřeba zvolit některý z výše uvedených typů preferenční funkce (to mimo jiné závisí na interpretaci a rozsahu hodnot daného kritéria) a parametry této funkce, kterými jsou:

- *práh indiference* q - což je horní mez pro rozdíl hodnocení dvou variant tak, aby byly ještě považovány za indiferentní
- *práh absolutní preference* p - což je dolní mez pro rozdíl hodnocení dvou variant tak, aby mezi nimi nastala preference
- *směrodatná odchylka normálního rozdělení* σ

Za předpokladu, že byly pro každou dvojici variant kvantifikovány (na základě zvolených preferenčních funkcí) intenzity preferencí, lze vypočítat tzv. globální preferenční indexy jako:

$$P(a_r, a_s) = \int_{i=1}^k v_i \times P_i(a_r, a_s), \quad r, s = 1, 2, \dots, p$$

Kde v_i pro $i = 1, 2, \dots, k$ jsou váhy jednotlivých kritérií, pro které platí, že jejich součet je roven jedné. Hodnoty $P(a_r, a_s)$ jsou z intervalu $\langle 0, 1 \rangle$ a lze je interpretovat jako globální stupeň preference varianty a_r nad a_s . Pro získání výsledné relace je pro každou variantu vypočten tzv. *Pozitivní* a *Negativní tok*:

$$F^+(a_r) = \int_{s=1}^p \frac{P(a_r, a_s)}{(p-1)}, \quad F^-(a_r) = \int_{s=1}^p \frac{P(a_s, a_r)}{(p-1)}, \quad r = 1, 2, \dots, p$$

Pozitivní tok - oceňuje intenzitu preference varianty a_r vzhledem ke všem ostatním variantám *Negativní tok* - oceňuje intenzitu preference všech variant vůči variantě a_r .

Pro získání úplného uspořádání variant se počítá tzv. *Čistý tok*:

$$F(a_r) = F^+(a_r) - F^-(a_r), \quad r = 1, 2, \dots, p$$

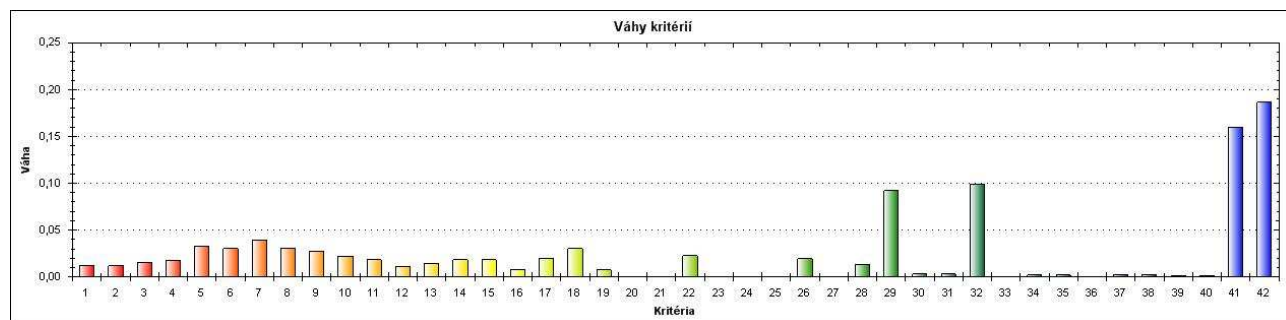
Nejlepší variantou je ta, která dosáhne nejvyšší hodnoty čistého toku. Varianty je možné podle tohoto toku uspořádat.

Konkrétní úloha

Aplikace metodiky výběru optimálního svítidla pro osvětlování pozemních komunikací byla provedena na soubor celkem 14 svítidel (navíc bylo z demonstrativního důvodu hodnoceno tzv. „ideální svítidlo“, které naplňuje všechna kritéria v maximální míře.). Byla stanovena kritéria (celkem cca 40 kritérií rozdělených do šesti hlavních oblastí) a těmto kritériím byly určeny váhy Fullerovou metodou na základě názorových hladin odborníků. Jiná skupina odborníků pak určovala kritériální hodnocení, tzn. do jaké míry jsou daná kritéria naplňována.

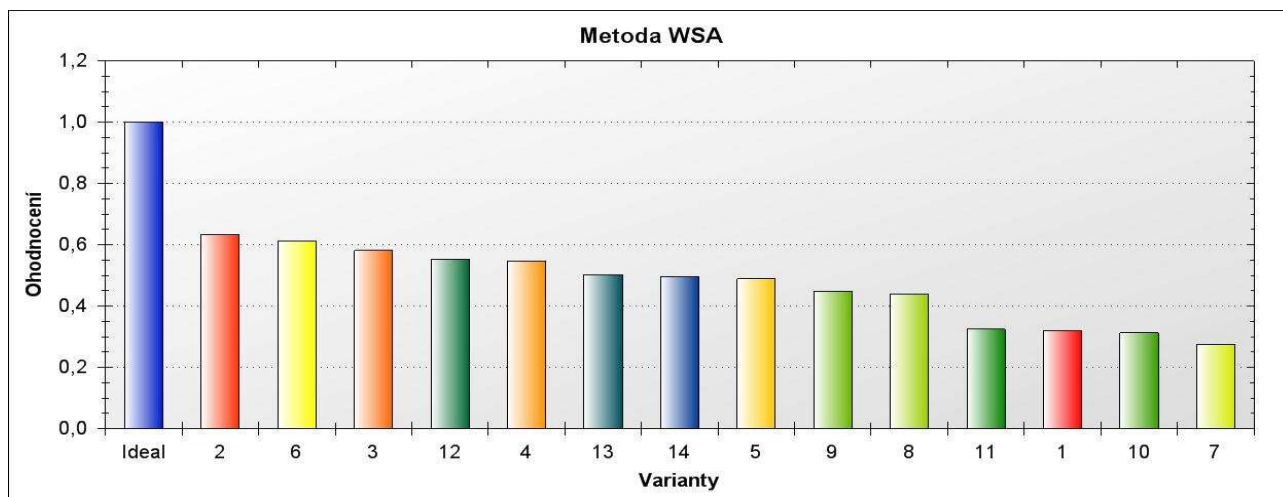
Číslo kritéria	Kritérium
1	Provedení a životnost odrazné plochy svítidla
2	Provedení a životnost optického krytu svítidla
3	Nastavitelnost polohy svítidla na stožáru (úhel, výložník, sloup)
4	Nastavitelnost polohy světelného zdroje
5	Krytí svítidla
6	Krytí světelně-činné části (pokud nemá extra krytí tak 0)
7	světelně-technická účinnost svítidla
8	Oslnění – třída svítivosti svítidla - dle ČSN EN 13201-2 - tab A1
9	Oslnění – třída činitele oslnění svítidla - dle ČSN EN 13201-2 - tab. A2
10	Rušivé světlo (kolik procent světelného toku je vyzářeno do horního poloprostoru v rovině C0)
11	Předpoklad dlouhodobého zachování krytí svítidla - stálost parametrů
12	Provedení upevňovacího prvku na výložník nebo dřík stožáru
13	Způsob otvírání krytu svítidla v pracovní poloze (náročnost + použití nástrojů)
14	Způsob provádění výměny světelného zdroje v pracovní poloze svítidla (náročnost)
15	Mechanická odolnost svítidla
16	Provedení přípojovací svorkovnice svítidla
17	Možnost kompletní výměny předřadné části svítidla
18	Přístup ke komponentům v otevřeném svítidle v pracovní poloze
19	Odpojení el. části při otevření svítidla
20	rozteč pro zadanou cyklostezku S3 (v=5m, š=3m, odstup=0,5m)
21	rozteč pro zadanou cyklostezku S4 (v=5m, š=3m, odstup=0,5m)
22	rozteč pro zadaný park (v=5m)S3
23	rozteč pro zadaný park (v=5m)S4
24	Em pro zadanou cyklostezku S3 (v=5m, š=3m, odstup=0,5m)
25	Em pro zadanou cyklostezku S4 (v=5m, š=3m, odstup=0,5m)
26	Em pro zadanou parkovou plochu S3(v=5m)
27	Em pro zadanou parkovou plochu S4(v=5m)
28	porovnání naměřených osvětleností s osvětlenostmi vypočtenými pomocí výpočetních programů
29	porovnání naměřených rovnoměrností s rovnoměrnostmi vypočtenými pomocí výpočetních programů
30	průměrný jas svítidla v daném směru 60st
31	průměrný jas svítidla v daném směru 80st
32	průměrný jas naměřené komunikace z daného směru
33	dostupnost informací
34	cena svítidla
35	perspektiva ceny svítidla v horizont 10-ti let
36	dopravné
37	garance dodávek náhradních dílů a jejich cen
38	poskytnutí záruky na výrobek
39	prohlášení o shodě podložené protokolem o typové zkoušce
40	místo odběru zboží - vzdálenost od OK
41	Design - subjektivní hledisko
42	Ekologické hledisko

Výsledky vah kritérií zpracovaných do sloupcového grafu jsou uvedeny v následujícím obrázku.



• obrázek 9

Pořadí vhodnosti svítidel pro předmětnou plochu k osvětlování je uvedeno na obr. 2.



• obrázek 2

Závěr

V článku byla popsána softwarová aplikace MCA8, určená pro podporu vícekritériálního rozhodování, umožňující aplikovaný výpočet šesti metod MCA (vícekritériální analýzy) a vyvinutá pro tyto účely na VŠB-TU Ostrava. Byla popsána včetně grafické nadstavby, dovolující provádět citlivostní analýzu.

Je ovšem nutné připomenout, že žádná z metod multikritériální analýzy (MCA) nenahrazuje v procesu rozhodování člověka rozhodovatele, ale spíše posouvá jeho působení na kvalitativně vyšší úroveň. V metodách vždy vystupuje subjektivní činitel (např. při stanovení relativní důležitosti jednotlivých kritérií – vah kritérií). Užitečnost metod MCA spočívá především v tom, že umožňují rozhodovateli v případě velké množiny variant a kritérií velmi dobře se v této množině orientovat.

Literatura

- [1] Moldřík, P., Gurecký, J., Paszek, L.: PROMETHEE METHOD AND SENSITIVITY ANALYSIS IN THE SOFTWARE APPLICATION FOR THE SUPPORT OF DECISION-MAKING. In časopis AEEE, 2008, vol. 2008, čís. 7, 150-153
- [2] Paszek, L., Moldřík, P., Gurecký, J.: DETERMINATION OF CRITERIA WEIGHTS IN TERMS OF COMPUTER SOFTWARE. In časopis AEEE, 2008, vol. 2008, čís. 7, 154-157
- [3] Moldřík, P., Gurecký: Solving decision-making tasks in electrical power engineering through the MCA. In sborník EPE 2008, Brno, ČR, 05/2008

Význam integrálních charakteristik pro návrh osvětlení

Jiří Habel, Petr Žák

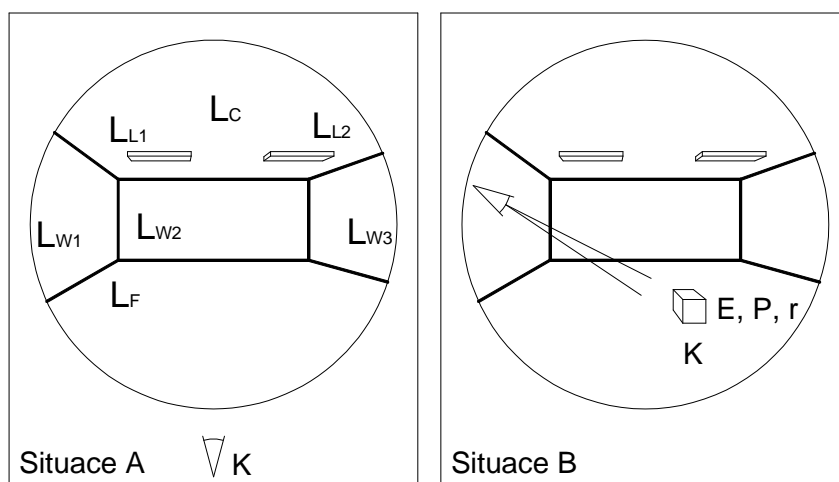
ČVUT Praha, fakulta elektrotechnická, habel@fel.cvut.cz, ETNA s.r.o., zak@etna.cz

Úvod

Při subjektivním posuzování, zda je ten který prostor celkově dostatečně osvětlen nestačí hodnotit pouze osvětlenost vybraných rovin, neboť zrakový vjem okolního prostředí je složitý proces interakce mezi světelným zářením, okolním prostředím a zrakovým orgánem. Prvotním podnětem jakéhokoliv zrakového vjemu je existence světelného prostředí. Vlastnosti tohoto prostředí je možné popisovat a zkoumat prostřednictvím třech hlavních skupin parametrů, které vyjadřují:

- množství světla (L, E);
- spektrální vlastnosti osvětlení (R_s, T_c);
- prostorové vlastnosti osvětlení ($\varepsilon, P, E_{4\pi}$).

V současné době jsou parametry popisující množství světla a spektrální vlastnosti osvětlení již poměrně dobře popsány jak v odborné literatuře, tak v rámci mezinárodních norem a doporučení. Naproti tomu popis prostorových vlastností osvětlení není doposud natolik rozpracovaný, aby bylo možné jeho širší praktické využití. Prostorové vlastnosti osvětlení ve vybraných kontrolních bodech lze posuzovat ve dvou odlišných situacích znázorněných na obrázku 1. V situaci A se hodnotí to, jak prostorové vlastnosti osvětlení ovlivňují vjem prostoru. Posuzuje se tedy prostorové rozložení jasů z daného kontrolního bodu. V druhé situaci B se zjišťuje, jak prostorové vlastnosti osvětlení ovlivňují vjem předmětu, umístěného do zvoleného kontrolního bodu. V první situaci se tedy v kontrolním bodě nachází pozorovatel, v druhé pozorovaný předmět.



Obr. 1 Prostorové vlastnosti osvětlení v kontrolním bodě (K) hodnocené z pohledu vjemu prostoru (situace A) a vjemu předmětu (situace B)

Pro obě situace lze jako vstupních informací využít fotometrických ploch rozložení jasů, ale v každé z uvedených situací se s těmito vstupními informacemi pracuje odlišným způsobem. V první situaci lze určit rozložení jasů v zorném poli, rovnoměrnost jasů, adaptační jas nebo míru oslnění pozorovatele. Ve druhém případě je možné stanovit osvětlenost libovolné roviny, světelný vektor, činitel podání tvaru apod. Popis vizuálního dojmu v druhé situaci je v porovnání s prvním případem složitější, neboť vjem určitého předmětu umístěného do kontrolního bodu podmiňují tři aspekty:

- prostorové rozložení jasů;
- tvar předmětu a odrazné vlastnosti jeho povrchu;
- poloha pozorovatele vůči kontrolnímu bodu.

V následující části je uvedeno objektivní vyjádření prostorových vlastností světelného prostředí s využitím integrálních charakteristik světelného pole.

Popis prostorových vlastností osvětlení

Obecně jsou prostorové vlastnosti světelného prostředí dány primárními zdroji světla a vlastnostmi světelně činných ploch (sekundární zdroje světla). Primární zdroje světla ovlivňují prostorové vlastnosti svým charakterem vyzařování, velikostí svítící plochy, počtem a polohou. Vliv světelně činných ploch se projevuje hlavně ve vnitřních prostorech v souvislosti s mnohonásobnými odrazy.

Část prostoru, ve které se odehrává určitý fyzikální děj, se všeobecně označuje pojmem fyzikální pole. Podle toho, zda probíhající děj charakterizuje skalární nebo vektorová veličina, se hovoří o skalárním nebo vektorovém poli. Světelným polem se pak nazývá část prostoru, ve které probíhá přenos světelné energie. Světelné pole je tedy všude, kde lze výpočtem či měřením prokázat existenci světla.

Pokud chceme určit prostorové charakteristiky osvětlení v daném prostoru, je třeba analyzovat jak se v prostoru světlo šíří a nalézt způsob jak toto prostorové rozložení světla popsat. Šíření světla prostorem jednoznačně charakterizuje fotometrická plocha rozložení jasu. Je to nejobecnější popis vlastností osvětlení libovolného prostoru, ze kterého lze stanovit hodnoty všech ostatních světelně technických parametrů. Takový popis světelného pole umožňuje vyhodnotit prostorové vlastnosti osvětlení v obou výše uvedených situacích (obr.1), tj. jak z pohledu vjemu prostoru, tak z pohledu vjemu předmětu.

Nanesou-li se hodnoty normálových osvětleností různě natočené elementární plošky (se středem v kontrolním bodě) jako radiusvektory od uvažovaného bodu na příslušné normály k osvětlované plošce a spojí-li se koncové body radiusvektorů, získá se fotometrická plocha rozložení osvětlenosti. Z této plochy lze v uvažovaném bodě určit osvětlenost kterékoliv roviny i směr, ze kterého přichází největší světelný tok. Plocha rozložení jasu a plocha rozložení osvětlenosti pro určitý bod světelného pole spolu úzce souvisí. Znalost rozložení jasu vždy umožňuje jednoznačně určit rozložení osvětlenosti, neboť pro každý směr z daného bodu lze stanovit osvětlenost E v rovině kolmé k uvažovanému směru z rovnice

$$E = \int_0^{4\pi} L_{\vartheta\zeta} \cdot \cos \beta \cdot d\Omega_{\vartheta\zeta} \quad (\text{lx; cd.m}^{-2}, -, \text{sr}) \quad (1)$$

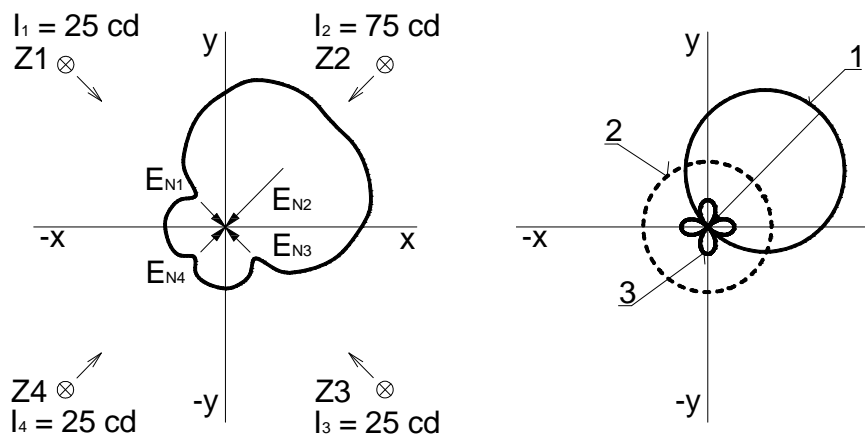
kde β - úhel mezi osou prostorového úhlu $d\Omega_{\vartheta\zeta}$ a normálou k osvětlované rovině;
 $L_{\vartheta\zeta}$ - jas svazku paprsků šířící se v prostorovém úhlu $d\Omega_{\vartheta\zeta}$;
 $d\Omega_{\vartheta\zeta}$ - prostorový úhel.

Naopak k dané fotometrické plošce rozložení osvětlenosti nelze jednoznačně přiřadit plochu rozložení jasu, jelikož jedna plocha rozložení osvětlenosti může odpovídat různým plochám rozložení jasu.

Další způsob popisu světelného pole lze získat stanovením rozdílu osvětlenosti protilehlých stran určité plošky v kontrolním bodě. Tento rozdíl je roven průmětu světelného vektoru do směru normály k uvažované plošce. Vynesou-li se zmíněné rozdíly osvětleností protilehlých stran různě natočených plošek jako radiusvektory na příslušné normály a spojí-li se koncové body radiusvektorů, zjistí se, že získaná plocha je vždy plochou kulovou a uvažovaný bod leží na povrchu této koule. Průměr nalezené kulové plochy je roven velikosti světelného vektoru, který charakterizuje světelné pole v daném bodě. Největší ze sledovaných radiusvektorů určuje nejen velikost, ale i orientovaný směr světelného vektoru. Tato kulová plocha se označuje jako plocha světelného vektoru. Znalost rozložení osvětlenosti umožňuje jednoznačně určit plochu světelného vektoru, ale naopak to nelze. Stanovení fotometrické plochy rozložení jasu je i při současném stavu techniky komplikované. Z tohoto důvodu se pro popis prostorového rozložení světelného toku využívá fotometrické plochy rozložení osvětlenosti. Tuto plochu, popřípadě i její rovinné řezy, lze rozložit [1, 2, 3] na tři složky:

1. první složka umožňuje určit světelný vektor a tvoří ji kulová plocha rozdílů osvětleností v protilehlých směrech, tzv. „plocha světelného vektoru“;
2. druhá složka charakterizuje rozptýlené osvětlení a zkráceně se nazývá „difúzní složka osvětlení“. Tato část fotometrické plochy rozložení osvětlenosti je určena kulovou plochou o poloměru rovném minimální hladině osvětlenosti se středem v kontrolním bodě;
3. zbývající třetí část fotometrické plochy osvětlenosti tvoří plocha, pro níž jsou protilehlé hodnoty osvětleností stejné.

Na obr. 2 je znázorněn rovinný řez fotometrickou plochou rozložení osvětlenosti vytvořený zdroji světla Z1, Z2, Z3 a Z4. Její jednotlivé složky jsou označené podle předchozího popisu. Praktické využití plochy rozložení osvětlenosti naráží na skutečnost, že plocha popisuje světelné pole v každém bodě ne jednou, ale mnoha hodnotami. Z tohoto důvodu byly pro praxi navrženy tzv. integrální charakteristiky světelného pole, které každému bodu prostoru přiřazují jen jedinou hodnotu. Tyto veličiny mohou být jak skalární, tak i vektorové a mohou vyjadřovat jak kvantitativní, tak kvalitativní parametry světelného prostředí.



Obr.2 Fotometrická plocha osvětlenosti a její složky

Kvantitativní ukazatelé prostorových vlastností

Pro posouzení toho, zda je daný prostor celkově dostatečně osvětlen ("nasyčen světlem") se využívá skalárních integrálních charakteristik světelného pole, které udávají střední hodnotu osvětlenosti povrchu určitého typu modelového přijímače, umístěného do kontrolního bodu. Pro přijímač obecného tvaru lze obecnou integrální charakteristiku C matematicky zapsat výrazem

$$C = \lim_{\substack{R_1 \rightarrow 0 \\ R_2 \rightarrow 0}} \frac{\Delta\Phi}{A_p} \quad (lx; lm, m2) \quad (2)$$

kde: $\Delta\Phi$ - světelný tok dopadající na povrch přijímače,
 A_p - plocha povrchu modelového přijímače.

Vychází-li se z fotometrické plochy rozložení jasu v daném bodě pole a označí-li se $L_{\vartheta\zeta}$ jas svazku paprsků dopadajících do uvažovaného bodu v mezích prostorového úhlu $d\Omega_{\vartheta\zeta}$, lze odvodit rovnici obecné prostorové charakteristiky C v integrálním tvaru

$$C = \int_0^{4\pi} f_p \cdot L_{\vartheta\zeta} \cdot d\Omega_{\vartheta\zeta} \quad (lx; -, cd.m^{-2}, sr) \quad (3)$$

kde: f_p - funkce přijímací charakteristiky přijímače;
 $L_{\vartheta\zeta}$ - jas svazku paprsků;
 $d\Omega_{\vartheta\zeta}$ - prostorový úhel.

V praxi se používají modelové přijímače, které nahrazují reálné předměty a objekty. Podle tvaru modelového přijímače se pak jednotlivé veličiny nazývají například střední kulová osvětlenost, střední válcová osvětlenost, střední polokulová osvětlenost atd.

Osvětlenost rovinné plochy

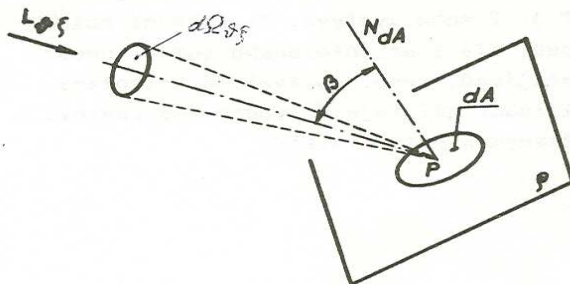
Rozbor prostorových vlastností osvětlení lze v určitých případech, např. v čítárnách, kancelářích apod., omezit na zkoumání rozložení světelného toku na některé rovinné ploše. Modelovým přijímačem záření je pak rovinná ploška, jejíž rozměry jsou zanedbatelné ve srovnání se vzdáleností zdroje světla od daného kontrolního bodu. Střední hodnota osvětlenosti zmíněné plošky je rovna plošné hustotě světelného toku dopadajícího na tuto plošku, tj. poměru dopadlého světelného toku a velikosti plošky. Nejčastěji se uvažuje přijímací ploška ve vodorovné rovině. Obecně však může být libovolně nakloněna podle stanovené pracovní roviny. Osvětlenost v daném bodě určité roviny ρ je dána součtem dílčích osvětleností odpovídajících jednotlivým zdrojům, které rovinu z přilehlého poloprostoru osvětlují. Předpokládejme, že pole jednotlivých elementárních zdrojů charakterizují dílčí světelné vektory o velikosti

$$d\epsilon = L_{\vartheta\zeta} \cdot d\Omega_{\vartheta\zeta}$$

Svírá-li dílčí světelný vektor $d\epsilon$ se směrem normály k osvětlované rovině ρ úhel β (obr.3), pak je možno pro výslednou osvětlenost $E_{P\rho}$ v bodě P obecně položené roviny ρ odvodit integrální rovnici ve tvaru

$$E_{P\rho} = \int_0^{4\pi} \cos \beta \cdot L_{\vartheta\zeta} \cdot d\Omega_{\vartheta\zeta} = \int_{\zeta=0}^{2\pi} \int_{\vartheta=0}^{\pi} L_{\vartheta\zeta} \cdot \cos \beta \cdot \sin \vartheta \cdot d\vartheta \cdot d\zeta \quad (\text{lx; cd.m}^{-2}, -; \text{cd.m}^{-2}, -) \quad (4)$$

I když je integrace naznačena v mezích celého prostoru, hodnotu osvětlenosti $E_{P\rho}$ s ohledem na rovinný charakter přijímače ovlivní pouze zdroje umístěné v poloprostoru přilehlém k přijímací ploše přijímače. Porovnáním rovnice (4) s rovnicí (3) obecné integrální charakteristiky C se zjistí, že funkce f_{ρ} popisující přijímací charakteristiku přijímače je v tomto případě rovna $f_{\rho} = \cos \beta$. Osvětlenost jako prostorová charakteristika světelného pole je tedy skalární funkcí nejen bodu, ale i orientovaného směru, neboť závisí na orientaci normály rovinného přijímače záření.

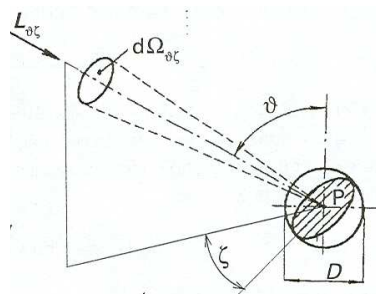


Obr. 3 Stanovení osvětlenosti rovinné plochy

Střední kulová osvětlenost

Střední kulová osvětlenost je určena střední hodnotou osvětlenosti povrchu přijímače ve tvaru koule se středem v daném bodě (obr. 4), jejíž průměr D je zanedbatelný v porovnání se vzdáleností uvažovaných zdrojů od kontrolního bodu P pole. Hodnota střední kulové osvětlenosti není závislá na směru dopadu světelných paprsků na kulový přijímač, takže není funkcí orientovaného směru, ale je pouze funkcí bodu světelného pole. Střední kulová osvětlenost $E_{4\pi}$ je v daném bodě pole rovna jedné čtvrtině algebraického součtu všech normálových osvětleností v uvažovaném bodě a je určena vztahem

$$E_{4\pi} = \frac{1}{4} \int_0^{4\pi} dE_N = \frac{1}{4} \int_0^{4\pi} L_{\vartheta\zeta} \cdot d\Omega_{\vartheta\zeta} \quad (\text{lx; cd.m}^{-2}, \text{sr}) \quad (5)$$



Obr. 4 Stanovení střední hodnoty kulové osvětlenosti

Střední prostorová osvětlenost

Podobně jako se z fotometrické plochy svítivosti určí světelný tok zdroje, stanoví se z fotometrické plochy jasu prostorová osvětlenost E_o . Tuto veličinu zavedl Arndt [9]. Prostorová osvětlenost E_o je skalární veličinou světelného pole definovaná jako algebraický součet všech normálových osvětleností dE_N v uvažovaném bodě pole výrazem

$$E_o = \int_0^{4\pi} dE_N = \int_0^{4\pi} L_{\vartheta\zeta} \cdot d\Omega_{\vartheta\zeta} \quad (\text{lx; cd.m}^{-2}, \text{sr}) \quad (6)$$

Z porovnání definičních vztahů (6) pro střední prostorovou osvětlenost E_o a (5) pro střední kulovou osvětlenost $E_{4\pi}$ vyplývá, že obě veličiny jsou v podstatě shodné až na konstantu a současně jsou veličiny E_o a $E_{4\pi}$ úměrné střednímu sférickému jasu $L_{4\pi}$, tj. střednímu jasu obklopujícímu uvažovaný bod. Platí tedy

$$E_{4\pi} = \frac{1}{4} E_o = \pi \cdot L_{4\pi} \quad (\text{lx; lx; cd.m}^{-2}) \quad (7)$$

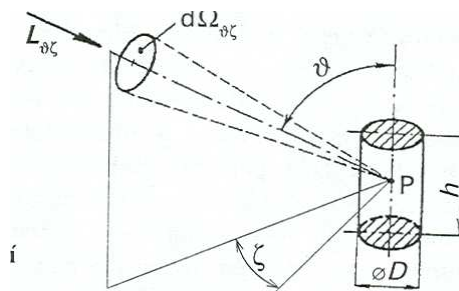
Hodnotami střední kulové, resp. prostorové osvětlenosti lze vystihovat subjektivní dojem o celkové dostatečnosti osvětlení v prostorech, ve kterých rozlišované předměty mají složitý prostorový tvar, kde ploché předměty nemají pevnou orientaci a kde se předměty pozorují z nejrůznějších směrů.

Střední válcová osvětlenost

Výsledky řady experimentů potvrdily, že celkový dojem o dostatečnosti osvětlení ve veřejných a společenských prostorech, v nichž převažují směry pozorování blízké k vodorovnému, dobře vystihuje střední válcová osvětlenost, která je rovna střední hodnotě osvětlenosti pláště elementárního válečku svisle umístěného v uvažovaném bodě pole, tj. střední hodnotě osvětlenosti všech vertikálních rovin v daném bodě. Má-li tedy v daném prostoru na zrakový vjem pozorovatele rozhodující vliv výše a rozložení jasů, popřípadě osvětleností na svislých plochách, lze skutečný přijímač záření nahradit modelovým přijímačem ve tvaru válečku (obr. 5) se svislou osou s neprůsvitnými podstavami a s rozměry zanedbatelnými ve srovnání se vzdáleností uvažovaných zdrojů od kontrolního bodu P. Celková dostatečnost osvětlení takového prostoru hodnocená v určitém místě, do kterého se umístí modelový přijímač, se pak posuzuje podle střední hodnoty osvětlenosti povrchu pláště zmíněného válečku, tzn. podle střední válcové osvětlenosti E_z , která je rovna střední hodnotě osvětlenosti všech svislých rovin v uvažovaném bodě světelného pole. Pro střední válcovou osvětlenost lze odvodit integrální rovnici ve tvaru:

$$E_z = \frac{1}{\pi} \int_0^{4\pi} \sin \vartheta \cdot L_{\vartheta\zeta} = \frac{1}{\pi} \int_0^{4\pi} \sin \vartheta \cdot dE_N \quad (\text{lx; -, cd.m}^{-2}, \text{-, lx}) \quad (8)$$

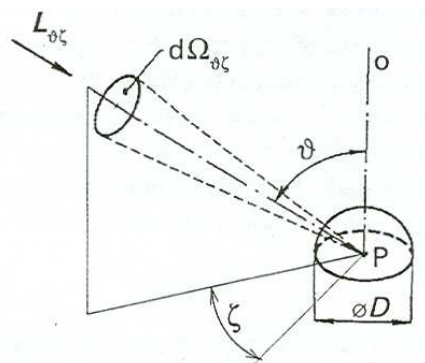
Střední válcová osvětlenost E_z závisí na směru dopadu paprsků na válcový přijímač, resp. na zvolené orientaci osy válečku, je proto skalární funkcí nejen bodu, ale i orientovaného směru.



Obr. 5 Stanovení střední válcové osvětlenosti

Střední polokulová osvětlenost

V případech, kdy se zkoumají podmínky osvětlení trojrozměrných detailů rozmístěných na velké ploše a kdy pro zrakové vnímání není rozhodující osvětlení částí předmětů odvrácených od pozorovatelů, se doporučuje pro hodnocení prostorových vlastností osvětlení využívat střední polokulovou osvětlenost. Jde o skalární integrální charakteristiku světelného pole, která je rovna střední hodnotě osvětlenosti povrchu elementární půlkoule umístěné do sledovaného bodu pole. Rozměry modelového přijímače jsou, stejně jako v předchozích případech, zanedbatelné v porovnání se vzdáleností kontrolního bodu P od jednotlivých zdrojů. Uvažme, že na zmíněný polokulový přijímač dopadá ve směru určeném úhly ϑ, ζ v mezích prostorového úhlu $d\Omega_{\vartheta\zeta}$ svazek paprsků charakterizovaný jasem $L_{\vartheta\zeta}$ a že osa o půlkoule svírá s osou prostorového úhlu $d\Omega_{\vartheta\zeta}$ úhel ϑ (obr. 6).



Obr. 6 Stanovení střední polokulové osvětlenosti

Za předpokladu, že osa o přijímače je umístěna do směru $\vartheta = 0$ (obr. 6), platí pro střední polokulovou osvětlenost E_{hs} vztah

$$E_{hs} = \frac{1}{4} \int_0^{4\pi} (1 + \cos \vartheta) \cdot L_{\vartheta\zeta} \cdot d\Omega_{\vartheta\zeta} \quad (\text{lx; -, cd.m}^{-2}, \text{sr}) \quad (9)$$

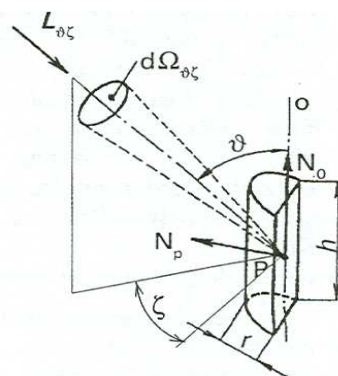
Střední polokulová osvětlenost závisí na směru dopadu paprsků na polokulový přijímač, resp. na zvolené orientaci jeho osy a je proto skalární funkcí nejen bodu, ale i orientovaného směru. Obvykle se základna polokulového přijímače umísťuje do vodorovné roviny. Výjimečně se uvažuje polokoule s vrcholem obráceným k pozorovateli.

Střední poloválčová osvětlenost

Ve společenských i v pracovních prostorech, ale například také na pěších zónách ve městech se setkáváme se situacemi, kdy při hodnocení kvality vjemu trojrozměrných předmětů je zapotřebí přesněji vymezit směry osvětlování, resp. pozorování rozlišovaných detailů. V takových případech nepostačuje pracovat se střední válcovou nebo polokulovou osvětleností a doporučuje se využít střední poloválčové osvětlenosti E_{sc} . Tato skalární integrální charakteristika je rovna střední hodnotě osvětlenosti povrchu jedné poloviny pláště válcové plochy, jejíž rozměry jsou zanedbatelné v porovnání se vzdáleností kontrolního místa od uvažovaných zdrojů světla resp. svítidel. Je pochopitelné, že střední poloválčová osvětlenost je současně rovna střední hodnotě osvětleností všech svislých rovin v poloprostoru přilehlém k půlválci modelového přijímače, neboť jsou to tečné roviny k plášti poloválčového přijímače.

Orientace modelového přijímače (obr.7) je určena polohou dvou vektorů, a to vektoru \vec{N}_0 umístěným ve směru podélné osy o přijímací plochy pláště půlválce a vektoru \vec{N}_p normály k obdélníkové základně přijímače ve směru k povrchu půlválce. Na městských pěších zónách a ve společenských prostorech se uvažuje, že osa o přijímače je

svislá. V pracovních prostorech však může být někdy výhodné uvažovat i jiné umístění poloválcového přijímače, např. vodorovné, či podle pracovní plochy nakloněné.



Obr. 7 Stanovení střední poloválcové osvětlenosti

Umístíme-li do kontrolního bodu P modelový poloválcový přijímač podle obr. 7 tak, že vektor \vec{N}_o bude orientován ve směru $\vartheta = 0$ a vektor \vec{N}_p ve směru $\zeta = 0$, platí pro poloválcovou osvětlenost E_{sc} vztah

$$E_{sc} = \frac{I}{\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi/2} \sin \vartheta (1 + \cos \zeta) \cdot L_{\vartheta\zeta} \cdot d\Omega_{\vartheta\zeta} \quad (\text{lx; -, -, cd.m}^{-2}, \text{sr}) \quad (10)$$

S ohledem na orientaci pláště půlválce ovlivní hodnotu E_{sc} pouze zdroje světla osvětlující vnější přijímací plochu pláště půlválce. Střední poloválcová osvětlenost E_{sc} závisí na zvolené orientaci jak podélné osy o modelového půlválce, tak i normály N_p k obdélníkové základně přijímače a proto je tato skalární funkcí nejen bodu, ale i dvou orientovaných směrů.

Střední krychlová osvětlenost

Střední krychlová osvětlenost je určena střední hodnotou osvětlenosti povrchu přijímače ve tvaru krychle se středem v daném bodě (obr. 8). Délka strany modelové krychle je zanedbatelná v porovnání se vzdáleností uvažovaných zdrojů od kontrolního bodu P pole. Orientace normál stěn modelové krychle se obvykle volí rovnoběžně se stěnami osvětlovaného prostoru. Osvětlenosti jednotlivých stěn krychle v daném bodě jsou pak rovny hladinám osvětlenosti v běžných svislých rovinách i v rovině vodorovné. Výhodou osvětleností E_{+x} , E_{-x} , E_{+y} , E_{-y} , E_{+z} , E_{-z} jednotlivých stěn modelové krychle, stanovených měřením nebo výpočtem, je, že tyto hodnoty umožňují ve zvoleném ortogonálním systému souřadnic x , y , z určit nejen průměry ε_x , ε_y , ε_z světelného vektoru do zvolených souřadnicových os x , y , z

$$\varepsilon_x = E_{+x} - E_{-x} \quad \varepsilon_y = E_{+y} - E_{-y} \quad \varepsilon_z = E_{+z} - E_{-z}$$

a úhly ξ_x , ξ_y , ξ_z světelného vektoru ε s kladnými směry souřadnicových os

$$\xi_x = \arccos \frac{\varepsilon_x}{\varepsilon} \quad \xi_y = \arccos \frac{\varepsilon_y}{\varepsilon} \quad \xi_z = \arccos \frac{\varepsilon_z}{\varepsilon}$$

ale i velikost ε světelného vektoru ze vztahu

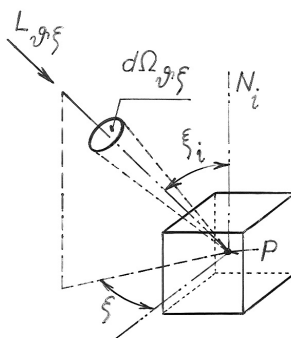
$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_x^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_z^2} \quad (\text{lx; lx, lx, lx}) \quad (11)$$

Střední krychlová osvětlenost E_{06} je v daném bodě pole rovna jedné šestině algebraického součtu všech normálových osvětleností E_{+x} , E_{-x} , E_{+y} , E_{-y} , E_{+z} , E_{-z} jednotlivých stěn modelového přijímače ve tvaru krychle v uvažovaném bodě a je tedy určena vztahem

$$E_{06} = \frac{1}{6} (E_{+x} + E_{-x} + E_{+y} + E_{-y} + E_{+z} + E_{-z})$$

který lze přepsat do obecného integrálního tvaru obdobného vztahu (5)

$$E_{06} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \left[\int_0^{2\pi} \cos \xi_i \cdot L_{\vartheta\xi} \cdot d\Omega_{\vartheta\xi} \right] \quad (\text{lx; -, cd, m}^{-2}, \text{ sr}) \quad (12)$$



Obr. 8 Stanovení střední krychlové osvětlenosti

Kvalitativní ukazatele prostorových vlastností

Předchozí integrální charakteristiky pole umožňují vyjádřit, jaké množství světelného toku bude dopadat do daného kontrolního místa na povrch přijímače zvoleného tvaru, ale neumožňují popsat kvalitativní povahu světelného prostředí. Tou se v tomto případě myslí to, zda vytvořené světelné podmínky umožňují přirozený vjem trojrozměrných předmětů, reliéfních povrchů, lesklých ploch apod. Tyto vlastnosti světelného prostředí se popisují směrovostí a stínivostí osvětlení.

Směrovost

Směrovost je vlastnost osvětlení, která charakterizuje převažující směr světla v daném místě prostoru a je určena světelným vektorem. Světelný vektor určuje v libovolném bodě světelného pole, měrný výkon přenosu světelné energie, která projde za jednotku času jednotkovou plochou kolmou na směr šíření záření. Velikost světelného vektoru v uvažovaném bodě je rovna rozdílu normálových osvětleností jedné a druhé strany plochy, umístěné v kontrolním bodě, kolmo ke směru šíření záření. Orientovaný směr světelného vektoru je určen směrem přenosu světelné energie v uvažovaném bodě pole. V poli jediného bodového zdroje je velikost světelného vektoru rovna plošné hustotě světelného toku $d\Phi$, který dopadá na plošku dA_N , tzn. normálové osvětlenosti E_N v daném kontrolním bodě

$$|\vec{\varepsilon}| = \varepsilon = \frac{d\Phi}{dA_N} = E_N \quad (\text{lx; lm, m}^2) \quad (13)$$

kde: $d\Phi$ - světelný tok,
 dA_N - přijímací plocha.

Směr světelného vektoru je v tomto případě shodný se směrem paprsku a je orientovaný ve směru od zdroje světla ke kontrolnímu bodu. Světelný vektor v poli několika světelných zdrojů je v každém bodě dán vektorovým součtem dílčích světelných vektorů, které charakterizují pole jednotlivých zdrojů světla.

Stínivost

Stínivost je schopnost osvětlení vytvářet na předmětech stíny. Rozvržení stínů, jak v místě pracovního úkolu, tak v zorném poli pracovníka, je velmi důležitým činitelem prostorové rozlišitelnosti detailů. Při vysoké stínivosti vznikají tmavé vržené stíny, jež znesnadňují rozeznávání. Při malé stínivosti je zhoršeno prostorové vidění, nesnadno se rozeznává tvar předmětů a ztěžuje se odhad vzdáleností. V praxi se proto zpravidla upřednostňuje osvětlení vytvářející měkké stíny. Jednou z prvních snah o číselné vyjádření stínivosti bylo použití stupně stínivosti (Norden), který se stanoví ze vztahu:

$$S_N = \frac{E_p}{E_p + E_o} = \frac{E - E_o}{E} \quad (-; \text{lx, lx, lx}) \quad (14)$$

kde: E_p - střední hodnota přímé složky osvětlenosti,
 E_o - střední hodnota odražené složky osvětlenosti,
 E - celková osvětlenost $E = E_p + E_o$.

Stupeň stínivosti SN charakterizuje hloubku stínu a jeho hodnota se pohybuje v intervalu od 0 do 1. Při SN = 0 dopadá do kontrolního bodu pouze odražená složka světelného toku, při SN = 1 dopadá do kontrolního bodu pouze přímá složka světelného toku. Pro praktické návrhy osvětlení se doporučuje, aby činitel SN pohyboval v rozmezí 0,2 až 0,8.

Novější přístup ke stanovení schopnosti světelného prostředí vytvářet plastický vjem předmětů využívá integrálních charakteristik světelného pole, které určují směr přenosu a objemovou hustotu světelné energie. Směr a velikost přenosu světelné energie popisuje světelný vektor. Objemovou hustotu energie, pak vyjadřuje střední kulová osvětlenost $E_{4\pi}$, popř. střední válcová osvětlenost E_z . Z těchto parametrů se stanoví činitel podání tvaru P:

$$\vec{P} = \frac{\vec{\varepsilon}}{E_{4\pi}} \quad (-; lx, lx) \quad (15)$$

kde: $\vec{\varepsilon}$ - světelný vektor,
 $E_{4\pi}$ - střední kulová osvětlenost.

Orientovaný směr činitele podání tvaru je určen orientovaným směrem světelného vektoru. Činitel podání tvaru P může teoreticky nabývat hodnot v rozsahu 0 až 4. V případě ideálně rozptýleného osvětlení, např. v kulovém integrátoru, je $P = 0$, při osvětlení jedním bodovým zdrojem světla v černém prostoru je $P = 4$. Doporučované hodnoty činitele P souvisejí s tím jaký předmět či objekt se má rozlišovat. V případě lidského obličeje se doporučuje [2], aby se hodnota činitele P pohybovala v rozsahu 1,2 až 1,8. U tvarově komplikovanějších předmětů je pro jejich dobré rozlišení zapotřebí vyšších hodnot (1,6 až 4) činitele P.

LITERATURA

- [1] Cuttle C., Cubic illumination, *Lighting Res. Technol.* 29(1) 1-14 (1997)
- [2] Cuttle C., *Lighting by design*, Architectural Press, (2003)
- [3] Habel J., *Osvětlování*, Skriptum ČVUT FEL, (1995)
- [4] Habel J. a kol., *Světelná technika a osvětlování*, FCC Public, (1995)
- [5] EN 12464-1 Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 1: Vnitřní pracovní prostory, 2004
- [6] EN 12464-2 Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 1: Venkovní pracovní prostory, 2007
- [7] EN 13201-1 Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky, 2003
- [8] ČSN EN 12464-1/Z1 Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 1: Vnitřní pracovní prostory, 2005
- [9] Arndt W., *Raumbeleuchtungstechnik*, Union-verlag, Berlin, (1932)

Osvětlení krátkých tunelů

Luděk, Hladký, Ing. Ph.D.

ELTODO EG, a.s., Novodvorská 1010/14, Praha 4

Osvětlení tunelů v Evropě není řešeno jednotnou metodikou, neboť dlouho očekávaná evropská norma pro osvětlení tunelů stále není v platnosti a osvětlení krátkých tunelů tak může být realizováno velmi rozdílně v jednotlivých zemích EU. Příspěvek uvádí nejnovější poznatky v oblasti metodik pro stanovení nutnosti vybavit krátký tunel osvětlením a také nejvýznamnější koncepce jeho osvětlení.

Krátký tunel je definován až do délky 500 m, přičemž nejkratší délka tunelu se uvažuje 100 m [1]. V případě, že svým postupem výstavby nebo konstrukčním uspořádáním má kratší silniční objekt (mimoúrovňové křížení komunikací, viadukt) charakter raženého nebo hloubeného podzemního liniového objektu, je také klasifikován jako silniční tunel. Problematika osvětlení krátkého tunelu je v prostředí České republiky řešena pomocí multikriteriální analýzy v TP98/2004, která je nejpřísnějším posuzovacím vodítkem pro nutnost vybavení krátkého tunelu denním osvětlením. Samotný návrh osvětlení krátkého tunelu vychází z koncepce osvětlení pro dlouhý tunel, tzn. že se vychází z úrovně jasu v prahovém pásmu, který má zajistit odpovídající adaptační stav zraku.

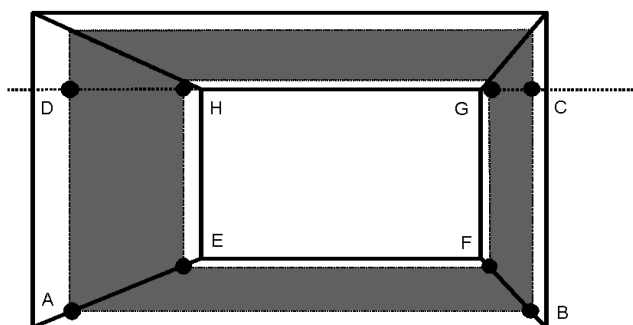
Nutnost osvětlit krátký tunel

Obecně lze stanovit, že tunely kratší než 25 m není třeba osvětlit speciálním umělým denním osvětlením. Posouzení nutnosti umělého denního osvětlení tunelu se provádí pro tunely v rozmezí délky 25 m až 200 m. Tunely delší než 200 m potřebují vždy nějaký druh denního osvětlení. Posouzení nutnosti vybavit tunel umělým denním osvětlením podle různých standardů je zobrazeno na Obrázek 13. V zásadě se uplatňují dva přístupy – multikriteriální analýza a vyhodnocení průhledu skrze tunel.

Pro informativní posouzení nutnosti vybavit tunel umělým denním osvětlením se využívá multikriteriální analýza, která hodnotí, zda je ze vzdálenosti rovné brzdě délce vidět celý výjezd, dále také vnikání denního světla do tunelu, odraznost stěn a hustotu dopravy. Při splnění určitých podmínek nemusí být tunel osvětlen až do délky 75 m. Delší tunel je doporučeno osvětlit alespoň na 50 % úrovně osvětlení prahového pásma pro dlouhý tunel. Tunel delší než 125 m se doporučuje osvětlit jmenovitou úrovní osvětlení pro prahové pásmo dlouhého tunelu.

Pro detailnější posouzení nutnosti vybavit tunel umělým denním osvětlením se využívá také grafické metody procentuálního průhledu LTP [5] nebo poměrného výhledu DSP [4], které jsou založeny na poměru viditelného výjezdu a viditelného vjezdu a závisí na:

- geometrických parametrech tunelové roury,
- horizontálním a vertikálním zakřivení tunelové roury,
- délce brzdě dráhy,
- vlivu přirozeného denního světla na osvětlení vjezdu a výjezdu portálu.



• Obrázek 10: Plocha výjezdového EFGH a vjezdového portálu ABCD pozorovaná z referenčního bodu

Při využití jedné z metod pro detailní posouzení nutnosti umělého denního osvětlení v tunelu, může často nastat situace, kdy tunel, který by dle multikriteriálního hodnocení měl být osvětlen, nemusí být osvětlen vůbec. Doporučuje se proto v případech, kdy je to možné, provést grafické posouzení viditelnosti skrze tunel. Perspektivní znázornění může vycházet z výkresů tunelu nebo fotografií existujícího tunelu. V některých případech nelze snadno vytvořit

perspektivní výkres, obzvláště když je tunel svisle i vodorovně zakřiven. V těchto případech je dostatečně přesné, když se rozměry tmavého rámu odvodí z půdorysu a svislého řezu.

Stanovení procentuálního průhledu LTP

Referenční místo pozorování před tunelem je definováno na vodorovné přímce 1,2 m nad povrchem komunikace, v ose jízdního pruhu ve vzdálenosti rovné brzdě dráze (Obrázek 10). Strop tunelu se nebere v úvahu, protože normálně netvoří pozadí, s nímž by mohli splynout účastníci provozu nebo překážky. Pronikající denní světlo zkracuje zdánlivou vizuální délku tunelu, proto se při zjišťování LTP vychází ze zdánlivého vjezdového a výjezdového portálu. Zdánlivý vjezdový portál je normálně posunut do tunelu asi 5 m a zdánlivý výjezdový portál asi 10 m.

Procentuální průhled LTP se stanoví:

$$LTP = 100 \cdot \frac{A_{EFGH}}{A_{ABCD}}$$

A_{EFGH} – plocha výjezdového portálu, pozorováno z referenčního bodu R

A_{ABCD} – plocha vjezdového portálu, pozorováno z referenčního bodu R

Na základě výzkumů je možno formulovat závěry pro nutnost osvětlit krátký tunel:

- při $LTP < 20 \%$ je umělé denní osvětlení vždy potřeba,
- při $LTP > 50 \%$ není umělé denní osvětlení nikdy potřeba,
- při $20 \% < LTP < 50 \%$ může být umělé denní osvětlení potřeba.

Posouzení nutnosti vybavit tunel denním osvětlením v případech, kdy je $20 \% < LTP < 50 \%$, má být provedeno na základě viditelnosti kritického relevantního objektu. Je-li jediným povoleným uživatelem motorová doprava, představuje tento objekt vozidlo a v případě smíšené dopravy by měli být uvažováni chodci nebo cyklisté. V případě automobilu je kritický objekt definován jako obdélník široký 1,6 m a vysoký 1,4 m. V případě chodce/cyklisty je kritický objekt definován jako obdélník široký 0,5 m a vysoký 1,8 m. Kritický objekt se umísťuje do středu jízdního pruhu.

Umělé denní osvětlení je potřeba, není-li více než 30 % kritického objektu rozeznatelného vůči zdánlivému výjezdovému portálu. Metodika ve srovnání s metodou poměrného výhledu nezohledňuje nákladní vozidla.

Poměrný výhled DSV

Metoda je založena na obdobném principu jako v předchozím případě. Pro krátký tunel je potřeba vypočítat poměrný výhled – DSV pro každou tunelovou troubu definovaný vztahem:

$$DSV = 100 \cdot \frac{A_{AFP}}{A_{EFP}} \cdot f_Q \cdot f_{SH} \cdot f_{SV}$$

A_{AFP} - plocha výjezdového portálu, pozorovaná z referenčního bodu R,

A_{EFP} - plocha vjezdového portálu, pozorovaná z referenčního bodu R,

f_Q - součinitel průřezu tunelu,

f_{HS} - součinitel horizontálního omezení viditelnosti,

f_{VS} - součinitel vertikálního omezení viditelnosti.

V případě, že poměrný výhled $DSV < 6$, pak tunel potřebuje během dne vždy umělé osvětlení. Umělé denní osvětlení se nenavrhuje pro případ, kdy poměrný výhled $DSV > 10$. V případě, že hodnota DSV leží mezi uvedenými intervaly, tak se doporučuje přiklonit k nepříznivější variantě, která vede k nárokům na umělé osvětlení.

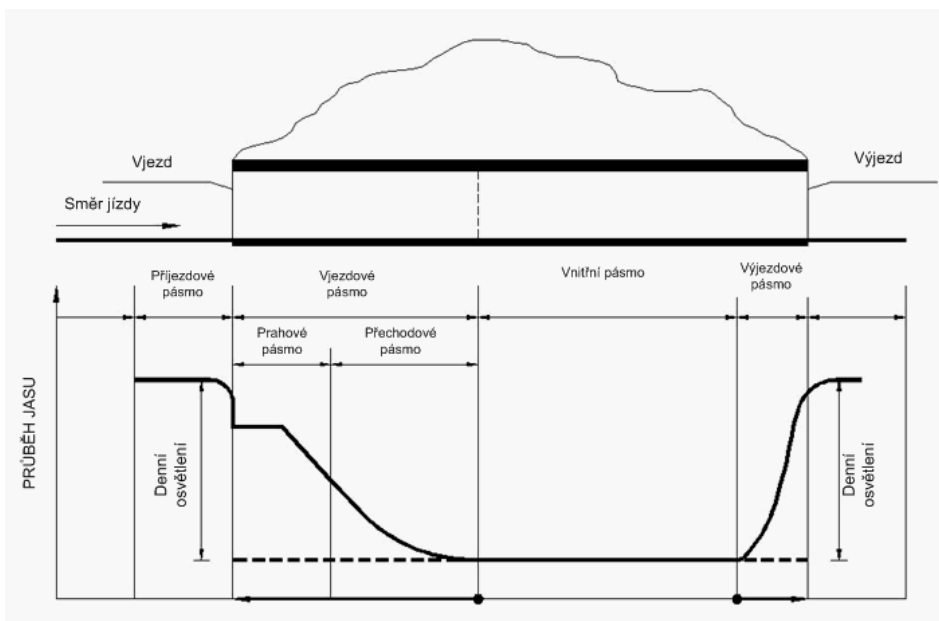
Návrh osvětlení krátkého tunelu

Pro návrh samotného osvětlení krátkého tunelu se v zásadě v současnosti využívá dvou koncepcí. V praxi běžnější je koncepce založená na návrhu osvětlení stejná jako pro dlouhý tunel (Obrázek 11), tzn. že se vychází z úrovně jasu v prahovém pásmu, který má zajistit odpovídající adaptační stav zraku [2], [3]. Druhá koncepce využívá zvýšení

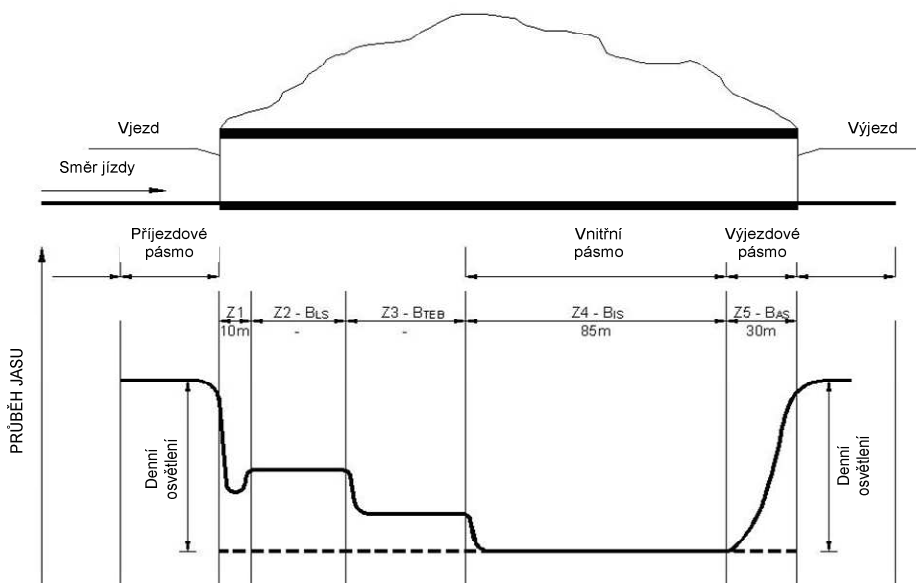
kontrastu jasů pozadí s jasnou překážkou; v tunelu se tak vytvářejí tzv. „světelné louže“, a tím vznikne vjem dvou na sobě navazujících podjezdů (Obrázek 12). Překážky, které se vyskytují v tunelu je možno vidět jako tmavé objekty na světlejším pozadí. Přístup zvýšených kontrastů je uveden v dokumentu [4]. Obě výše uvedené koncepce jsou alternativně uvedeny i v dokumentu [5].

V krátkých tunelech se zrak řidiče většinou nestačí adaptovat na nízkou úroveň jasů tmavého rámce, protože se v jeho zorném poli nachází celý výjezd nebo jeho část s vysokým jasnem, proto čím je větší kontrast jasů mezi překážkou uvnitř tunelu a vozovkou, tím lepší je jeho viditelnost. Kontrast jasů závisí na odrazových vlastnostech překážky, povrchu vozovky a stěn tunelu a na druhu použité osvětlovací soustavy. Poměrně vysoké hodnoty kontrastu jasů zajišťuje protisměrné osvětlení.

Pro noční osvětlení krátkých tunelů se doporučuje v případě, kde se tunel nalézá na neosvětlené komunikaci, zajistit uvnitř tunelu hodnotu udržovaného jasů nejméně $1 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$ při celkové rovnoměrnosti 40% a podélné rovnoměrnosti nejméně 60%. Nachází-li se tunel na úseku osvětlené komunikace, mělo by mít noční osvětlení uvnitř tunelu nejméně stejnou hladinu, rovnoměrnost a stupeň zábrany oslnění jako na příjezdové komunikaci.



• Obrázek 11 Podélný řez jednosměrným tunelem (koncepte osvětlení dlouhého tunelu)



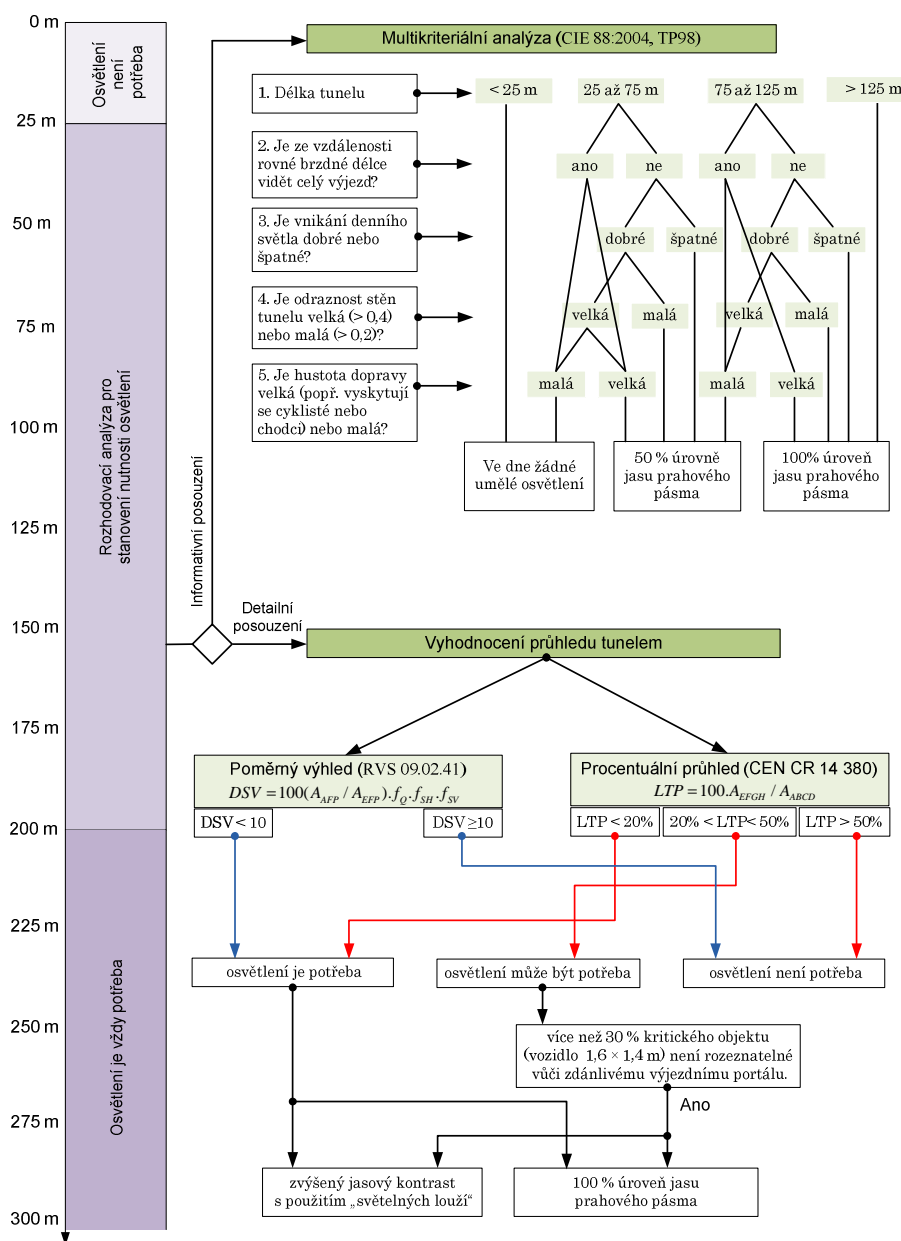
• Obrázek 12 Podélný řez jednosměrným tunelem (koncepte „světelných louží“)

Závěr

Podle dokumentu [2] se návrh osvětlení krátkých tunelů provádí jako pro dlouhý tunel, tzn. že se vychází z úrovně jasu v prahovém pásmu jako pro dlouhý tunel. Podle multikriteriální analýzy lze stanovit, že tunely délky 25 -75 m jsou osvětleny na úrovni 50% prahového pásma. Pro tunely mezi 75m a 125 m se používá osvětlení na úrovni 50% nebo 100%. Tunely nad 125 m jsou osvětleny na úroveň 100% prahového pásma.

Koncepce osvětlení pomocí „světelných louží“ uvedená v [4] je aplikována především v Rakousku a Švýcarsku. Metodika výpočtů vykazuje významné odchylky ve výpočtu brzdné dráhy než je tomu pravidlem v ČR. Vypočtená brzdná dráha bývá výrazně kratší a i díky tomu lze předpokládat, že tento systém osvětlení je obecně méně energeticky náročný. Nutné je ovšem detailněji sledovat a vyhodnotit zejména rizikové faktory dopravy, jako je nehodovost.

Příspěvek byl zpracován v rámci výzkumného projektu Ministerstva dopravy ČR „SAFETUN“ [6]. Výstupy výzkumného projektu budou sloužit také k revizi dokumentu [2], kapitoly IV. - Osvětlení tunelů.



• Obrázek 13 : Posouzení nutnosti vybavit tunel umělým denním osvětlením

Literatura a odkazy

- [1] ČSN 73 7507 – Projektování tunelů pozemních komunikací
- [2] TP 98/2004 – Technologické vybavení tunelů pozemních komunikací
- [3] CIE 88:2004 – Guide for the lighting of road tunnels and underpasses
- [4] RVS 09.02.41 – Projektierungsrichtlinien Tunnelbeleuchtung (Version 20)
- [5] CEN CR 14 380 – Lighting applications – Tunnel lighting
- [6] SAFETUN – „Harmonizace bezpečnosti tunelů pozemních komunikací s požadavky Direktivy 2004/54/ES a optimalizace tunelů z hlediska bezpečnosti“, výzkumná zpráva 249/07- ELTODO EG

Rušivé světlo pozemní komunikace Jižní spojka

Luděk Hladký, Ing. Ph.D.¹⁾; Miroslav Kocifaj, Mgr. Ph.D.²⁾; Karel Sokanský, Prof. Ing. CSc.¹⁾;

¹⁾Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 17. listopadu 15, 70 800 Ostrava – Poruba

²⁾Astronomický ústav SAV, Dúbravská cesta 9, 845 04 Bratislava, Slovenská republika

Úvod

Vliv osvětlovací soustavy na své okolí lze hodnotit na základě vyšetření kritických projevů rušivého světla, jedním ze základních je závojevý jas noční oblohy, který je způsoben světelným tokem šířícím se do horního poloprostoru z umělých světelných zdrojů.

Výsledky projektu [1] byly podpořeny teoretickým modelem výpočtu jasu noční oblohy – Model of Spectral NightSky Radiance and Luminance uvedeném v [2], který je založený na analytickém řešení rozptylu světla v atmosféře. Analýza je prováděna pro bodový nebo plošný zdroj, který vyzařuje do prostoru světelný tok se známým rozložením a spektrálním složením. Rozptýlené záření je posléze vyhodnocováno pozemským pozorovatelem s možností nastavení různé spektrální citlivosti zraku. Model je schopen predikovat úroveň difúzního světla v různých elementech oblohy za proměnlivých meteorologických podmínek a při libovolném rozložení světelných zdrojů v okolí místa pozorování a zohledňuje také oslabení světla absorbcí a rozptylem na molekulách a aerosolu. V každém elementárním objemu atmosféry dochází k rozptylu světla, přičemž detekované záření je navíc oslabováno extinkcí na své dráze. Integrací příspěvků od všech elementárních objemů ve směru pozorování můžeme získat celkový jas oblohy. Porovnáním vlivu osvětlení navržených soustav na noční oblohu lze určit, která soustava je pro osvětlení vhodnější. Pro zkoumání vlivu osvětlení pozemní komunikace na jas noční oblohy byl zvolen z hlediska intenzity dopravy nejzatíženější úsek v České republice - Jižní spojka, v obou směrech dosahuje intenzita dopravy přes 120 tisíc vozidel za 24 hodin.

Popis situace

Předmětná trasa je definována pozicí dopravních detektorů vycházející na mostním křížení Jižní spojky a ulice Záběhlické - bod A, napojením na Jižní Spojku a vyústěním před Barrandovským mostem - bod B o celkové délce 7 080 m (viz. Obrázek 14). Jižní spojka, jako dopravně kritická komunikace, je postupně vybavována dopravními detektory, které jsou primárním zdrojem informací o charakteru dopravy na této komunikaci. Intenzita dopravy je základním parametrem pro dopravně závislou regulaci světelného toku. Snížení velikosti světelného toku v období se sníženým dopravním tokem má pozitivní vliv na velikost závojevého jasu oblohy a celkovou spotřebu elektrické energie osvětlovací soustavy.



• Obrázek 14: Monitorovaná trasa na Jižní spojce

Na trase je vybrán jako referenční strategický detektor s největším dopravním zatížením v úseku do centra při napojení na dálnici D1 na Jižní spojku - Det_1. Historická data naměřená v období půlročního provozu jsou zpracovávána ve formě hodinových intenzit dopravy.

Například průměrná denní intenzita dopravy (ADT) v pracovní dny za sledované období je zaznamenána ve směru z centra – 69178 vozidel. Průměrná hodinová intenzita dopravy (AHT) dosahuje 2882 vozidel. Prakticky lze hodnoty

ADT a AHT pro nastavení optimální regulace vyhodnotit pro pracovní dny, víkendy či ročního období a optimalizovat tak regulační režim pro danou oblast.

Předmětný úsek směrově rozdělené komunikace Jižní spojky je osvětlován jednostrannou osvětlovací soustavou po levé straně vozovky. Celkový počet světelných míst (stožárů) ve středovém dělicím pásu je 236 s roztečí 30m, celkově je komunikace osvětlována 472 svítidly s vypouklým difuzorem v příkonové řadě 150 W s účinností 84,7%. Stávající svítidlo vyzařuje 0,2% světelného toku do horního poloprostoru z celkového světelného toku zdroje. Stávající osvětlení vyhovuje požadavkům třídy osvětlení ME 2, podle dřívější ČSN 360410 vyhovuje požadavkům pro I. stupeň osvětlení.

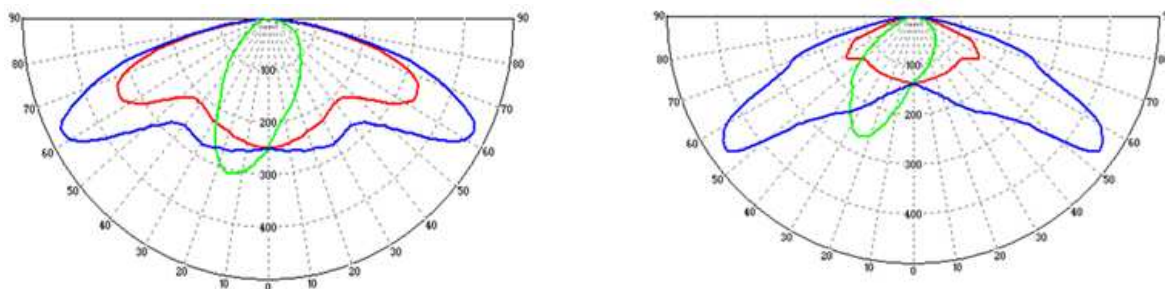
Pro srovnání bylo provedeno také vyhodnocení rušivého světla osvětlovací soustavy s ekvivalentními svítidly s plochým sklem. Obecně lze prokázat, že vlastností takového svítidla je nižší účinnost [3], a to z důvodů většího clonění světelného zdroje a závislosti činitele prostupu světla na úhlu dopadu světelného paprsku na difuzní část optického krytu. Při velkém úhlu dopadu světelného paprsku na ploché sklo dochází k odrazu zpět do svítidla z důvodu rozdílného indexu lomu vzduchu a skla, tento efekt je pak znásoben ještě několikanásobným odrazem v plochém skle.

Ekvivalentní typ svítidla s plochým sklem vykazuje účinnost 69,2% s množstvím vyzařovaného světelného toku do horního poloprostoru 0,1% toku světelného zdroje. Z výpočtů bylo zřejmé, že osvětlovací soustava s plochým sklem díky výrazně nižší účinnosti svítidla vykazuje nižší průměrný jas na vozovce ve srovnání se stávajícími svítidly.

Pro zajištění stejných světelnotechnických požadavků na vozovce je nutné instalovat větší počet stožárů a zmenšení jejich výšky. Rozteč stožárů osvětlovací soustavy byla snížena na 21 m a výška stožárů se snížila na 12 m a počet světelných míst se tak na předmětném úseku zvýšil na 337, tzn. počet svítidel na 674.

Vliv spektrálního vyzařování světelného zdroje na jas noční oblohy je dále zkoumán pro dva typy výbojových zdrojů; stávající vysokotlakou sodíkovou výbojku a porovnanou nízkotlakou sodíkovou výbojku – obě se jmenovitým světelným tokem 16,5 klm. Celkový světelný tok je tvořen přímou složkou ze svítidel a odraženou složkou od terénu a objektů. Ve výpočtu se uvažuje s Lambertovským odrazem povrchu vozovky R3 (0,07) a travnatým okolím (0,11).

Vliv osvětlení na noční oblohu byl vyšetřen také pro adaptivní osvětlení, tzn. pro případy adaptace hladiny osvětlení na časové změny dopravních parametrů.



• Obrázek 15 Křivka svítivosti ekvivalentních svítidel s vypouklým difuzorem (vlevo) a s plochým sklem (vpravo)

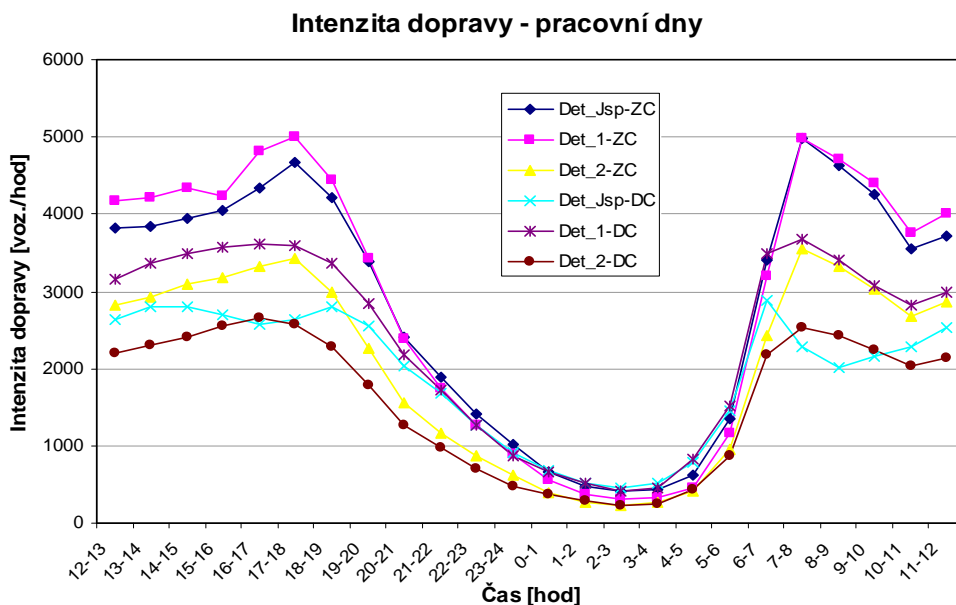
Návrh adaptivního osvětlení

Třída osvětlení pozemní komunikace je zvolena na základě její funkce, návrhové rychlosti, celkového uspořádání dopravního prostoru, intenzity dopravy, skladby uživatelů a environmentálních podmínek. Časové změny parametrů mohou v konečném důsledku znamenat přizpůsobení hladiny osvětlení, kdy osvětlení dynamicky reaguje na aktuální stav.

Vezmeme-li v úvahu, že ve většině případů se během noci ostatní parametry nemění, je aktuální třída osvětlení definována aktuálním dopravním proudem. Lze tak odvodit, že při snížení z velmi vysoké intenzity dopravy na velmi nízkou se sníží hladina osvětlení o dvě třídy, tzn. o dva provozní stupně [4].

Provozní doba osvětlovací soustavy je delší v zimních měsících o několik hodin ve srovnání s obdobím letním. Úspory energie jsou tak v těchto měsících výrazně vyšší, proto je dále uvažováno s průměrným ročním provozním diagramem, který odpovídá celkově 4015 hodinám za rok. V průměru je tak osvětlovací soustava denně provozována dvě hodiny v I. provozním stupni se jmenovitým světelným tokem; celkově to představuje roční provoz 730 hodin. Ve II. provozním stupni, kdy je světelný tok snížen na 75% jmenovité hodnoty, je osvětlovací soustava v provozu 3 hodiny denně (1095 h/rok). Ve III. provozním stupni, kde regulace světelného toku dosahuje 50%, je osvětlovací soustava v průměru 6 hodin denně (2190 h/rok).

Příkon osvětlovací soustavy se tak během noci sníží přibližně na 85% a 67%. Celková roční spotřeba elektrické energie se v důsledku třístupňového provozního režimu sníží přibližně o 22%. Výrazně se sníží provozní náklady za spotřebovanou elektrickou energii a tyto úspory lze využít pro financování samotného regulačního systému.



• Obrázek 16 Intenzita dopravy pro pracovní dny

Hodnocení rušivého světla

Na základě výpočtů bylo zjištěno, že světelné místo osazené stávajícími svítidly s vypouklým difuzorem (hodnoceno jako jednotka v osvětlovacím systému) působí rušivěji ve srovnání se světelným místem s plochým sklem; celkový světelný tok do horního poloprostoru je o 18 % větší. Z důvodu nižší účinnosti svítidla s plochým sklem je ale nutné zmenšit výšku a rozteče mezi svítidly. Míra „rušivosti“ s délkou osvětlovaného úseku se úměrně zvyšuje a celkový světelný tok do horního poloprostoru je v konečném důsledku pro stávající řešení nižší o 18 % při energetické náročnosti nižší o 30 %. V případě instalace svítidel s plochým sklem na předmětném úseku komunikace to představuje nárůst produkce CO₂ tepelnou elektrárnou o 130 kg za rok.

Srovnání celkového světelného toku do horního poloprostoru osvětlovací soustavy se svítidlem s vypouklým difuzorem a plochým sklem pro provozní režim s regulací i bez regulace je uvedeno na Obrázek 17.

Srovnání osvětlovací soustavy (stávající svítidlo vs. svítidlo s plochým sklem) na komunikaci Jižní spojka						
Typ svítidla	Svítidlo s vypouklým difuzorem (LD)			Svítidlo s plochým sklem (FG)		
Provozní režim	I. stupeň	II. stupeň	III. stupeň	I. stupeň	II. stupeň	III. stupeň
Celkový světelný tok soustavy do horního poloprostoru UTLF [lm]	542427	406820	271214	641570	481178	320785
Spotřeba energie [MWh]	Bez regulace – I. stupeň	320,3	-	457,5	-	-
	S regulací – I., II. a III. stupeň	250,0			356,5	

• Obrázek 17: Srovnání parametrů osvětlovací soustavy (stávající svítidlo LD vs. svítidlo s plochým sklem FG)

Jas noční oblohy způsobený osvětlením úseku komunikace je vyhodnocen pro pozorování pro stav bezoblačné a rovnoměrně oblačné oblohy. Vyšetřován je I. II. a III. stupeň provozu osvětlení pro oba typy svítidel a dva typy světelných zdrojů - vysokotlakou (HPS) i nízkotlakou (LPS) sodíkovou výbojku.

Pozice světelných zdrojů jsou vztaženy vzhledem k lokalizaci pozorovatele v objektu Krčského zámečku. Pozorovatel je definován se skotopickou spektrální citlivostí zraku vzhledem ke skutečnosti, že se nachází v zámečském parku, který je obklopen lesy, tedy okolím s nízkými adaptačními jasy.

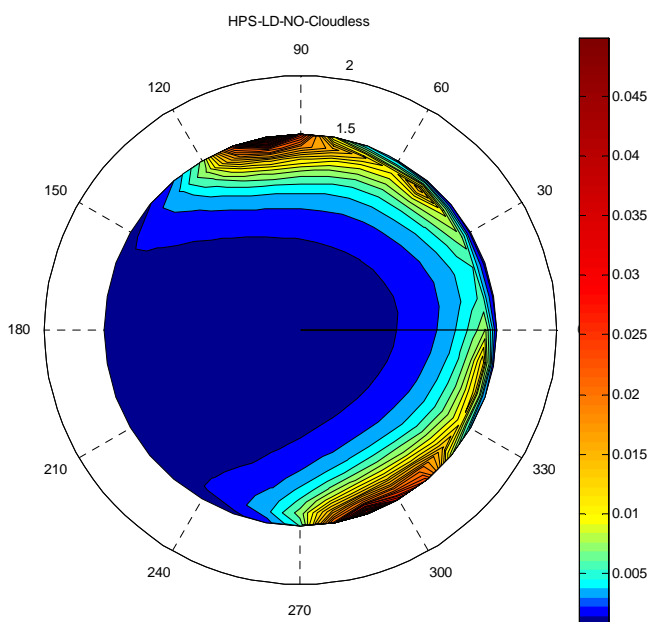
Bezoblačná obloha

V případě bezoblačné oblohy osvětlovací soustava se stávajícími svítidly LD s HPS v I. provozním stupni vyvolá průměrný jas oblohy v zorném poli pozorovatele $2,975 \cdot 10^{-3} \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$. Naproti tomu při instalaci ekvivalentní soustavy se svítidly s plochým sklem zvýší závojevý jas o 18%. Při instalaci LPS vnímá pozorovatel skotopickým viděním vypočtené hodnoty jasu oblohy až 3,5krát méně intenzivně. Snížením světelného toku o dva stupně se vjem jasu noční oblohy pozorovatele sníží 2krát, při instalaci LPS až 6,9krát vzhledem ke stávajícímu stavu. Vypočtené hodnoty jasů na bezoblačné obloze jsou uvedeny v Tabulka 3. V praxi se ovšem hodnotí světelnotechnické parametry osvětlované oblasti přístroji kalibrovanými pro fotopické vidění, proto vypočtené a potenciálně změřené hodnoty jasu noční oblohy se budou lišit, přičemž významný vliv má spektrálním složení záření světelného zdroje. Hodnotíme-li přesnost vidění, spektrální složení zdrojů při adaptačních jasech noční oblohy nemá výrazný vliv.

Vypočtené hodnoty jasů na bezoblačné obloze			
zní režim	svítidla	Typ světelného zdrojlohy	[cd.m ⁻²]
tupeň	LD	HPS	$975 \cdot 10^{-3}$
		LPS	$860 \cdot 10^{-3}$
	FG	HPS	$521 \cdot 10^{-3}$
		LPS	$018 \cdot 10^{-3}$
tupeň	LD	HPS	$231 \cdot 10^{-3}$
		LPS	$645 \cdot 10^{-3}$
	FG	HPS	$641 \cdot 10^{-3}$
		LPS	$764 \cdot 10^{-3}$
stupeň	LD	HPS	$486 \cdot 10^{-3}$
		LPS	$430 \cdot 10^{-3}$
	FG	HPS	$760 \cdot 10^{-3}$
		LPS	$509 \cdot 10^{-3}$

• Tabulka 3 Vypočtené hodnoty jasů na bezoblačné oblohy

Rozložení jasu na bezoblačné noční obloze v polárních souřadnicích je zobrazeno na Obrázek 18. Střed polárních souřadnic odpovídá zenitu a okraj horizontu. Počátek souřadného systému leží ve směru severu - 0°. Iso čáry spojují místa se stejným jasem a přímo tak určují, jak je noční obloha ovlivněna osvětlením pozemní komunikace. Ze zobrazení distribuce jasů na bezoblačné obloze lze vystopovat tvar souboru světelných zdrojů, který vede ve směru západ – sever – východ. Maximální jas noční oblohy je lokalizován na obou stranách horizontu v rovinách 115° (západ) a 290° (východ).



• Obrázek 18 Rozložení jasu pro jasnou oblohu - svítidlo LD s HPS při I.prozním stupni

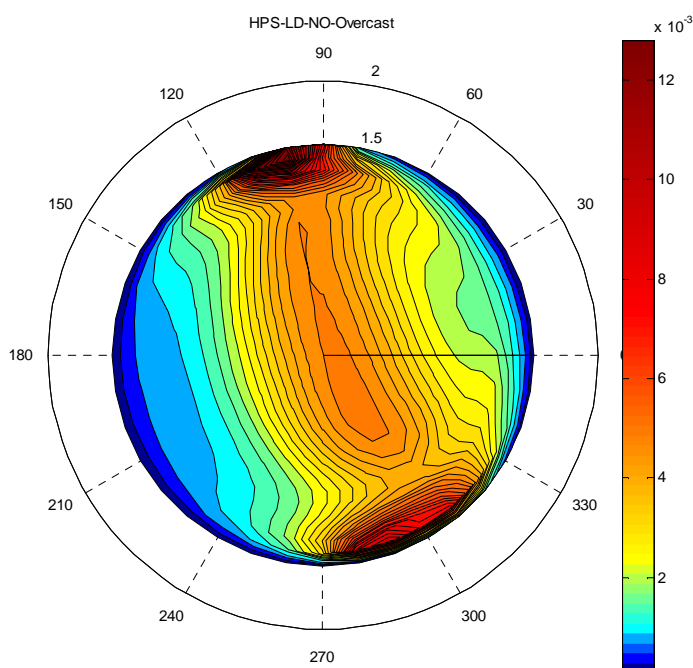
Obláčná obloha

Obláčná obloha je definována se spodní hranicí oblačnosti ve výšce 2 km. Osvětlovací soustava osazena stávajícími svítidly s HPS provozovaná v I. stupni, vyvolá průměrný jas oblohy v zorném poli pozorovatele $3,384 \cdot 10^{-3} \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$, v porovnání s bezoblačnou oblohou se díky odrazným vlastnostem oblačnosti zvýšil jas oblohy o 14%. Vypočtené hodnoty jasů pro bezoblačnou oblohu jsou uvedeny v Tabulka 4.

Vypočtené hodnoty jasů na oblačné obloze			
ozní režim	svítidla	Typ světelného zdroje	Jas oblohy [cd.m ⁻²]
		HPS	$384 \cdot 10^{-3}$
		LPS	$134 \cdot 10^{-3}$
		HPS	$005 \cdot 10^{-3}$
		LPS	$342 \cdot 10^{-3}$
		HPS	$537 \cdot 10^{-3}$
		LPS	$850 \cdot 10^{-3}$
		HPS	$003 \cdot 10^{-3}$
		LPS	$006 \cdot 10^{-3}$
		HPS	$690 \cdot 10^{-3}$
		LPS	$567 \cdot 10^{-3}$
		HPS	$001 \cdot 10^{-3}$
		LPS	$671 \cdot 10^{-3}$

• Tabulka 4 Vypočtené hodnoty jasů na oblačné obloze

Rozložení distribuce jasů na noční obloze v polárních souřadnicích je zobrazeno na Obrázek 19. Z grafů je patrné, že odraznost oblačnosti má výrazný vliv na rozložení jasů na obloze. Distribuce jasů na noční obloze je rovnoměrněji rozložena s maximy v rovině $115^\circ - 290^\circ$, v porovnání s bezoblačnou oblohou se výrazně zvýšil jas v zenitu pozorovatele, přičemž tvar souboru pozemních zdrojů již není čitelný.



• Obrázek 19 Rozložení jasů pro oblačnou oblohu - svítidlo LD s HPS při I. prozorním stupni

Závěr

Snížit vliv osvětlení na vjem jasu noční oblohy, lze zajistit vhodnou volbou svítidla, světelného zdroje, návrhem osvětlovací soustavy a aplikací dopravně závislé regulace. Z výsledků experimentu lze ale usoudit, že některé z požadavků na snížení rušivého světla nejsou zcela oprávněné. Například požadavek na využití svítidel s plochým sklem (viz. například v roce 2007 vydaný slovinský zákon [5]), které distribuují méně přímého světelného toku do horního poloprostoru je v rozporu se snižováním energetické náročnosti, neboť jejich účinnost je obecně nižší než je tomu u svítidel s vypouklým difuzorem. V případě jejich nasazení je nutné použít většího počtu a v konečném důsledku lze očekávat i zvýšení odražené složky světelného od osvětlovaného povrchu.

Světelný tok světelného zdroje je v prostředí s nízkými adaptačními jasy zhodnocován pozorovatelem s mezopickým viděním výrazně rozdílně než je tomu při fotopickým vidění. Halogenidová výbojka je v tomto prostředí až několikanásobně účinnější než nízkotlaká sodíková výbojka. Výhodnější je pro snížení vnímání jasu noční oblohy pozorovatelem (v době s nižší intenzitou dopravy) využít světelné zdroje se spektrálním složením světelného toku blíže k červené oblasti. Snížením světelného toku soustavy v prostředí s nízkými hodnotami jasové adaptace se výrazně sníží vnímání jasu noční oblohy posunem spektrální křivky účinnosti zraku směrem k nižším vlnovým délkám. Naopak při využití zdrojů se spojitým nebo čárovým vyzařováním v celé šíři viditelné oblasti může naopak docházet k zintenzivnění vnímání světelného toku zdrojů.

Při prosté náhradě světelného vysokotlaké sodíkové výbojky za nízkotlakou se sníží vnímaný jas oblohy skotopickému pozorovateli až o 70%, přičemž se ale výrazně sníží podání barev na samotné pozemní komunikaci. Uvedené výpočty jasu noční oblohy neuvažují selektivní odraznost povrchů v závislosti na vlnové délce. Například v případě půdního povrchu či vegetace v okolí komunikace může docházet k efektu, kdy odražená složka světelného toku v oblasti červeného spektra se bude odrážet až o polovinu více ve srovnání s viditelným zářením v modrém spektru. Nelze proto zobecnit volbu světelného zdroje a je nutné provádět individuální posouzení v kontextu celkového prostředí.

Poděkování

Tato práce byla podpořena slovenskou Grantovou Agenturou VEGA (grant č. 1/3074/06).

Literatura a odkazy

- [1] Sokanský K. a kol., Výzkum emisí světelného rušení vyvolaného veřejným osvětlením za účelem jeho omezení v dopravě měst a obcí, MMR ČR, WB-23-05, 2005-2006
- [2] Kocifaj, M.: Light pollution model for cloudy and cloudless night skies with ground-based light sources, Appl. Opt. 46, 2007, 3013-3022
- [3] Maixner T.: Rušivé světlo, část 2. – Ekologická svítidla, časopis Světlo 6/2005
- [4] Hladký L., Projekty EU na podporu energeticky účinných osvětlovacích soustav – E-Street, Greenlight, EnLight, Světlo 2007, ISBN 978-80-248-1579-4
- [5] Uradni list republike Slovenije št. 81 ze 7.9.2007

Optimalizace mřížky moderního svítidla

Petr, Höchsmann, Ing.

HALLA, a.s., www.halla.cz, hochsmann@halla.cz

Optická mřížka je jeden z typů optických částí svítidla, která tvaruje distribuci světelného toku v něm použitých zdrojů. Po dlouhou dobu je optická mřížka charakteristickým znakem osvětlovacích soustav kancelářských prostorů.

V současnosti se neustále zvyšují nároky na kvalitu osvětlení s přihlédnutím na snižování spotřeby elektrické energie a design osvětlovacích těles. V souvislosti s těmito požadavky a novými světelnými zdroji je nutné pracovat i s optickou částí svítidla. Optická část svítidla se musí přizpůsobovat požadavkům nových trendů ve světelné technice při zachování kvalitativních požadavků na osvětlení. V současné době je optická mřížka nejúčinnější nástroj pro osvětlování, byť současný trend nekoresponduje s tímto faktem.

Požadavky na optickou mřížku se odvíjí od prostorů, kde jsou svítidla umístěna. Optimalizace mřížky musí být zaměřena především na prostory s vyšší zrakovou náročností, kde je požadavek na vysoký zrakový výkon a doba výkonu je delší než 4 hodiny. V souvislosti s tímto požadavkem je kladen důraz na kvalitu osvětlení a na jasové poměry ve směru převážného pohledu pozorovatele.

Mezi tyto prostory patří:

- školní učebny,
- kanceláře,
- CAD pracoviště, apod.

V případě, že se jedná například o pracoviště určené pro práci s počítači, požadavky jsou mnohem přísnější na zábranu oslnění. Účinnou zábranou oslnění u přímého osvětlení lze zatím dosáhnout pouze optickými mřížkami.

Přímé osvětlení je základním typem osvětlování masivní většiny velkoprostorových kanceláří či administrativních budov. Nejčastějším provedením svítidel pro tyto prostory jsou svítidla vestavná s definovaným rastrem o modulech 600mm nebo 625mm. Právě pro tento případ je vhodné zaměřit se na optimalizaci optických částí svítidel. Čím jsou lepší optické vlastnosti svítidla, tím je možné lépe s prostorem pracovat. S vhodnou křivkou svítivosti a vysokou účinností lze značně ovlivnit počty svítidel a s tím i celkovou energetickou bilanci budovy.

Zábrany oslnění

Úhel clonění určuje kategorii svítidla, kde se vychází z vyzařovacího úhlu svítidla. Úhel vyzařování je úhel od svislice po bod, kdy svítidlo ještě vyzařuje světlo.

Dalším parametrem jsou mezní jasy při použití zobrazovacích jednotek, což jsou především monitory počítačů. Tento parametr norma ČSN EN 12464-1 předepisuje pro dva typy dle kvality stínítka podle ISO 9241-7:

- Jas svítidla pod úhlem 65° nesní p řekročit 1000cd/m² pro kvalitu stínítka I. a II.
- Jas svítidla pod úhlem 65° nesní p řekročit 200cd/m² - pro kvalitu stínítka III (př. vakuové obrazovky).

Tyto parametry závisí na poloze trubic a počtu lamel, které určují úhel clonění. Zpravidla platí, že čím je větší úhel clonění, tím se snižuje účinnost svítidla.

Křivka svítivosti

Nejlépe popisuje vlastnosti svítidla a reprezentuje distribuci světelného toku vyzářeného svítidlem křivka svítivosti. Na základě křivek svítivosti je možno navrhnout osvětlovací soustavu podle předepsaných požadavků dle platných norem.

Při návrhu optimálního tvaru křivky svítivosti je nejdůležitějším faktorem tvar reflektorů a lamel v souvislosti s jejich počtem a polohou vůči světelným zdrojům. Vychází se zde z principu zrcadlového odrazu na ploše parabol, kde se hledá jejich správná ohnisková vzdálenost vůči světelnému zdroji. Tento proces návrhu se provádí ve speciálních programech, které umí na základě polohy zdrojů spočítat křivku svítivosti nebo opačně dle křivky svítivosti namodelovat parabolickou mřížku a definovat polohu trubic. Dalším vstupem jsou materiálové vlastnosti, kde se výsledek výpočtu velice blíží skutečnému tvaru křivky svítivosti.

Účinnost svítidla

Tento parametr charakterizuje efektivitu svítidla. Účinnost je velice závislá na optimálním tvaru a typu křivky svítivosti a zároveň na materiálových vlastnostech povrchu použitého materiálu. Zpravidla se pro parabolické mřížky používají hliníkové plechy. Povrchová úprava stanovuje kvalitu materiálu.

Základní kvalitativní ukazatelé materiálu jsou:

- stupeň iridiscence
- celková odraznost (RT)
- difúzní odraznost (RD)
- zrcadlový odraz pod úhlem 60° (RSL 60)
- difúzní odraz pod úhlem 60° (RST 60)

Účinnost svítidla má velký vliv na energetickou náročnost osvětlovací soustavy. Použitím svítidel s vysokou účinností lze dosáhnout značnou úsporu elektrické energie. Princip je takový, že při stejné hladině osvětlenosti se instaluje podstatně menší počet svítidel.

Typy používaných optických mřížek

Na tuzemském trhu se lze setkat s širokou škálou optických mřížek. Pouze některé jsou vhodné pro návrh osvětlení prostorů s vyšší zrakovou náročností. Následně uvádím základní typy mřížek.

Lamelová plastová mřížka – nejjednodušší typ mřížky, která má funkci omezení oslnění v podélném směru. V příčném směru je zcela bez omezení.

Rastrová plastová pokovená mřížka – je produkt, který se v současné době používá ve velmi malé míře a pouze pro speciální aplikace. Mřížka zaručuje vysokou zábranu oslnění, ale s velmi nízkou světelnou účinností.

V-mřížka s rovnými lamelami – zde je zábrana oslnění na střední úrovni. Optická účinnost je o něco vyšší než rastrová mřížka (zastaralá konstrukce).

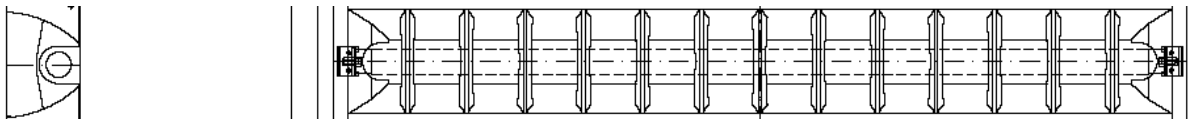
V-mřížka s profilovanými lamelami – obdobné vlastnosti jako V-mřížka s rovnými lamelami. Použití je spíše pro průmyslové prostory (zastaralá konstrukce).

Parabolická mřížka s konkávními lamelami – moderní konstrukce svítidla. Mřížka s velkou variabilitou zábrany oslnění a účinností svítidla. Využívá se zde vlastností parabolických tvarů konstrukce mřížky. Výhodou této konstrukce je rovnoměrné rozložení jasů.

Parabolická mřížka – moderní konstrukce svítidla. Mřížka s velkou variabilitou zábrany oslnění a účinností svítidla. Využívá se zde vlastností parabolických tvarů konstrukce mřížky.

Složení optického systému parabolické mřížky

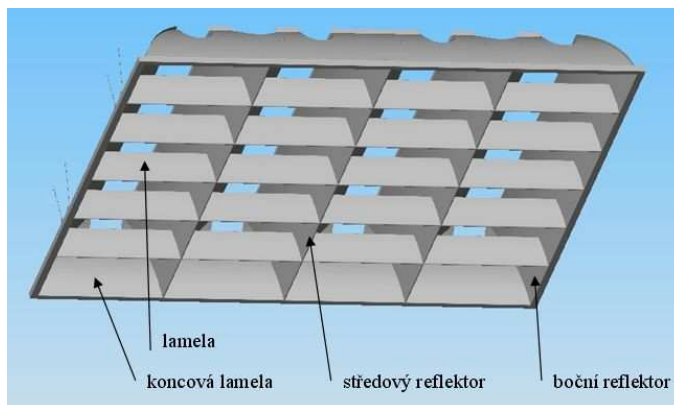
Zapuštěná zářivková svítidla jsou klasické konstrukční koncepce. Základ svítidla je tvořen rámem z Fe plechu, který má zhotovenou povrchovou úpravu bílým komaxitem (prášková barva). Část svítidla s jednou trubicí je uvedena na obrázku 1.



• obrázek 1 – Schematické znázornění základové části zapuštěného zářivkového svítidla.

S ohledem na zavedenou technickou praxi, je nutné vycházet z toho, že některé rozměry svítidel mají definitivní rozměry, které jsou odvozeny od stavebně konstrukčních prvků. Jejich podobu, zvláště pak u zapuštěných svítidel lze měnit jen v omezené míře. Omezení velikosti svítidel, je dáno především normalizovaným stropním rastrem (600 x 600 mm).

- boční reflektory – nejdůležitější část, mají největší vliv na tvar křivky svítivosti, převážně v rovině C0
- lamely – slouží k omezení jasu v podélném směru a tvarování křivky svítivosti v rovině C90
- koncové lamely – uzavírají mřížku a zaručují celistvost svítící plochy,
- středový reflektor – u mřížek s více trubicemi, stejná geometrie jako boční reflektor,
- horní reflektor – v případě požadavku na vysokou účinnost. Reflektor se vkládá nad světelný zdroj. Zvýší se odrazná plocha nad trubicí a uzavírá parabolou tvořenou z bočních reflektorů. Na konstrukci horního reflektoru značně závisí tvar křivky svítivosti.



• obrázek 2: Zobrazení parabolické mřížky

Složky vyzařování světelného toku do prostoru

K návrhu optické mřížky lze přistupovat různým způsobem. Důležité je uvědomit si z jakých složek se skládá distribuovaný světelný tok zdrojů ze svítidla. Tento tok lze rozdělit do kvadrantů a následně řešit jednotlivé kvadranty samostatně a to pro příčné a podélné vyzařování svítidla.

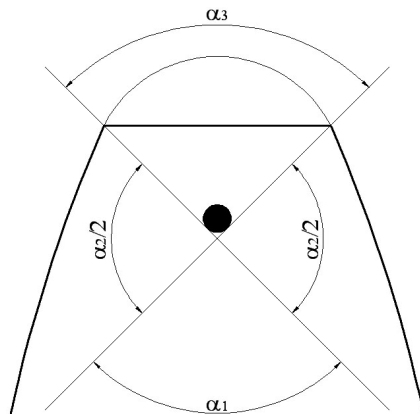
Z této úvahy plyne, že celkový světelný tok svítidla se bude skládat z těchto složek [1]:

$$\Phi_c = \Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 \quad (\text{lm}) \quad (2)$$

kde je:

Φ_1 světelný tok vystupující přímo ze světelného zdroje,

Φ_2 světelný tok vystupující ze světelného zdroje přes odraznou plochu,

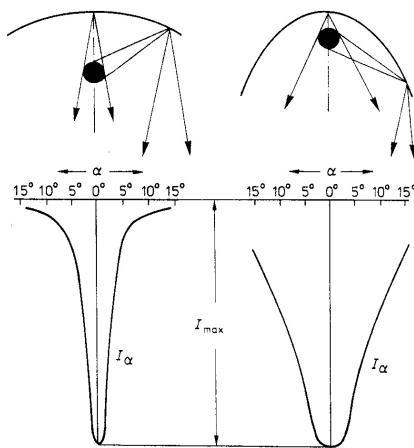


• obrázek 2: Schéma světelně technického řešení optické mřížky

Stanovení jejich podílů v rámci celkového světelného toku zdroje se dá při částečném zjednodušení určit na základě znalosti světelného toku a jeho vztahu k požadovaným hodnotám.

Na základě úhlu α_3 , který je závislý na velikosti rozteče bočních reflektorů v nejužším místě mřížky, dojde k vyzáření světelného toku do této části svítidla, který bude odpovídat až 40% celkového světelného toku. Na základě tohoto zjištění je velmi efektivní zaměřit se mřížky nejen na kvadrant II, ale z důvodu vyšší účinnosti i na kvadrant III.

Kvadrant II přímo ovlivňuje tvar křivky svítivosti. V tomto případě jde o odvození paraboly v podélném směru a bude vycházeno ze skutečnosti, že nejvyšší účinnost bude vykazovat svítidlo, které bude mít parabolu otevřenou, naopak se celková provozní účinnost sníží v okamžiku, kdy dojde k uzavření paraboly. V praxi to znamená, že zvětšením poloměru zakroužení reflektoru dochází ke zvýšení účinnosti svítidla a zároveň svítidlo bude mít široký tvar křivky svítivosti. V opačném případě se budou paprsky koncentrovat do jednoho bodu ve středu svítidla. Tyto dva charakteristické případy paraboly jsou naznačeny na následujícím obrázku.



• obrázek 3: Vliv otevření paraboly na tvar křivky svítivosti

Pro využití světelného toku kvadrantu III je nutné aplikovat takovou odraznou plochu, která, která jednoduchým způsobem odrazí tok na hlavní odraznou plochu mřížky. Aby tomu skutečně tak bylo, lze použít jedině křivku plochy, která je vyššího řádu než vlastní parabola [1].

V úvahu přichází :

- hyperbola,
- elipsa.

Dále je nutné vycházet z toho, že tento prostor je výškově značně omezen a větší odstup světelného zdroje od zadní plochy by vedl zákonitě k tomu, že se změní jasové poměry a zvýší se riziko oslnění. Za tohoto předpokladu je potom ideální vycházet z toho, že bude použito části elipsy.

Přístupy k vývoji mřížek

Při vývoji mřížek svítidel, jak jsem již zmiňoval velice záleží na použitém materiálu, ale především na geometrických vlastnostech materiálu, který zajišťuje vlastní distribuci světelného toku. V rámci optimalizace křivky svítivosti je nejdůležitější tvar reflektorů a lamel v kombinaci s jejich počtem a polohou trubíc. Při její optimalizaci se vychází z principu zrcadlového odrazu na ploše parabol ev. částí elips, kde se hledá správná ohnisková vzdálenost reflektorů a lamel vůči světelnému zdroji.

K vývoji můžeme přistoupit experimentální metodou, kde si dopředu stanovíme jednotlivé mezníky v tvarech reflektorů a lamel. Na základě experimentu jednotlivých možností se docílí optimalizace. Tato metoda je velmi zdoluhavá časově náročná a především nákladná. Pro každý pokus je nutné vytvořit nový prototyp.

Druhou metodou je analytický přístup k řešení problematiky návrhu geometrie mřížky. Tento přístup méně náročný na výrobu prototypů, ale velmi náročný na analýzu jednotlivých tvarů mřížky a aplikování použitého materiálu pro výrobu této mřížky.

Třetí metodou je využití adekvátního softwarového vybavení a moderní výpočetní techniky, která dokáže pracovat s 3D modelem mřížky. Na základě materiálových a geometrických vlastností spočítá křivku svítivosti a příslušnou účinnost svítidla. Při práci s tou to technikou je samozřejmě nutné použít i analytický přístup.

Závěr

Ve společnosti HALLA, a.s. tento vývoj optické mřížky proběhl. Na základě výše uvedených přístupů se ve spolupráci s ČSO regionální skupinou Ostrava a Doc. Plchem podařilo vyvinout vestavné svítidlo s optimalizovanou parabolickou mřížkou s požadovanou křivkou svítivosti a vysokou účinností 90,8%. Vzhledem k tomu, že jsme pro vývoj vycházeli ze svítidla s účinností 58,8% můžeme hovořit o velmi dobrém výsledku.

Energetické požadavky se časem budou velmi zpřísňovat, proto je nutné těmto požadavkům vyjít vstříc nejen používáním nízkoztrátových předřadníků nebo použitím inteligentního řízení budov, ale i vlastním návrhem svítidel a jejich optických částí.

Literatura a odkazy

- [1] Sokanský, K. a kolektiv STUDIE PROVEDITELNOSTI OPTIMALIZACE PROVOZNÍCH ÚČINNOSTÍ ZÁŘIVKOVÝCH SVÍTIDEL S MŘÍŽKAMI, Vypracováno pro HALLA, a.s. HS 451715, VŠB-TU Ostrava, Česká Republika, 2008

Matematický model odrazných vlastností povrchů vozovek

Petr Holec, Ing., Jiří Habel, prof. Ing. DrSc

ČVUT v Praze, Fakulta elektrotechnická, Katedra elektroenergetiky

<http://light.feld.cvut.cz>

Při návrzích osvětlovacích soustav komunikací se dnes většinou používají metody založené na předpokladu, že jejich povrch vykazuje ideálně difúzní odrazné vlastnosti. S tímto typem ideálního odrazu se ale v praxi setkáme jen zcela výjimečně. Ve skutečnosti všechny povrchy vozovek vykazují smíšený odraz vznikající kombinací základních typů odrazu, tj. difúzního a zrcadlového. U některého materiálu je dominantní zrcadlová složka, u jiného difúzní, nebo mohou být složky rovnoměrně vyvážené.

Abychom při světelně technických výpočtech mohli pracovat se smíšeným odrazem, musíme mít k dispozici aparát, který by jej dokázal popsat co nejvěrohodněji. Pokusili jsme se proto sestavit matematický model popisující reálné odrazné vlastnosti povrchů materiálů.

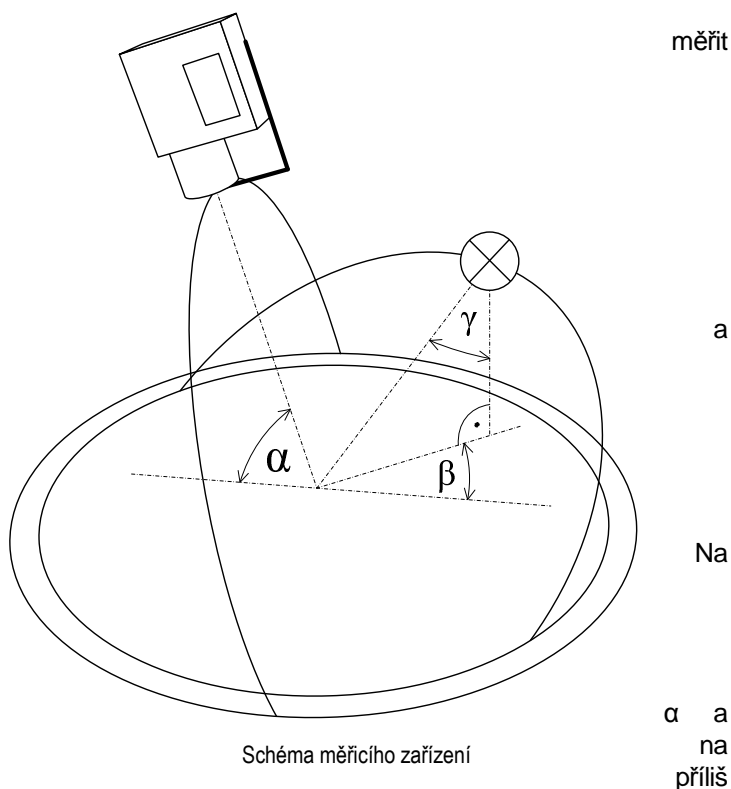
Pro získání potřebných vstupních údajů byly zkoumány vzorky čtyř vozovek s různým druhem použitého asfaltu. Pro měření prostorového rozložení jasů sledovaných povrchů vozovek bylo sestrojeno mobilní zařízení, jehož náčrt je zřejmý z obrázku.

Měřicí zařízení a metoda měření

Při návrhu měřicího zařízení se vycházelo z požadavku, aby jeho konstrukce umožňovala v jakémkoliv bodě v prostoru hodnoty jasů zkoumaného povrchu. Navržené uspořádání dovoluje nastavovat různé úhly pozorování α , úhly dopadu světla γ i různá vzájemná natočení (úhel β) rovin pozorování a roviny dopadu světla. Schematické znázornění měřicího zařízení můžeme vidět na vedlejším obrázku.

Zařízení se skládá ze dvou soustředně umístěných obručí. Větší z nich o průměru 100 cm menší pak o průměru 95 cm. Na každé obruči je připevněno otočné rameno obloukového tvaru o průměru stejném jako příslušná obruč. Oba konce ramene jsou uchyceny k obruči tak, že spoje jsou středově souměrné. Na vrcholu většího ramene je napevno přišroubován jasoměr LMT L1009, kterým byl měřen jas povrchu při zorném úhlu 1° . Vrchol menšího ramene bylo upevněno malé přenosné svítidlo s diodou LED o příkonu 1 W. V místech spojů ramen s obručí jsou umístěny úhlooměry, aby bylo možno přesně nastavit požadovaný sklon ramen, a tedy úhlů pozorování dopadu světla γ . Celé zařízení je pak instalováno povrch komunikace tak, aby měřený povrch nebyl nerovný. Neměly by se v něm vyskytovat velké výmoly nebo naopak vyvýšeniny. K zajištění stability celého systému se musí dbát na to, aby převážná část plochy dotyku obručí byla v přímém kontaktu s povrchem komunikace. Jinak by se rameno s jasoměrem mohlo při malých úhlech převrátit.

Nevýhodou vyplývající z toho konstrukčního uspořádání je, že se v širokém rozsahu nastavení úhlů vyskytují i úhly, ve kterých nelze měření provést. Je to z důvodů vzájemného zákrytu světelného zdroje a měřicího čidla a nemožnosti nastavení úhlu pozorování α blízko k 0° a úhlu dopadu světla γ blízko k 90° . Toto vyplývá z rozměrů přístrojů a použitého materiálu zařízení.



Pro každý vzorek byly postupně nastavovány tyto úhly:

α , úhel pozorování	$2^{\circ}17' - 90^{\circ}$, s krokem 5°
γ , úhel dopadu světla	$90^{\circ}, 45^{\circ}, 25^{\circ}$
β	$= 0^{\circ}, 22,5^{\circ}, 45^{\circ}, 67,5^{\circ}$

Vzorky byly zkoumány v suchém i mokřém stavu. Změřené hodnoty jasu byly shrnuty do tabulek a vyneseny do grafů. V těchto grafech byly vyneseny závislosti naměřených hodnot jasů na úhlech natočení roviny pozorovatele β a úhlech pozorování α , při konstantní hodnotě úhlu dopadu světla γ .

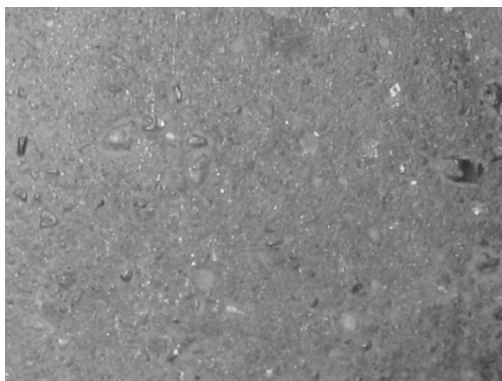
Popis zkoumaných vzorků

Měření odrazných vlastností bylo provedeno celkem na čtyřech různých vzorcích asfaltových komunikací. Ty byly vybrány tak, aby každý z nich představoval již od pohledu odlišný druh použitého asfaltu – různé stáří, světlost, drsnost. Jeden ze zkoumaných vzorků, vzorek č. 4, byl zkoumán přímo na veřejné komunikaci, ostatní tři vzorky byly z komunikace odebrány a poté měřeny v laboratoři.

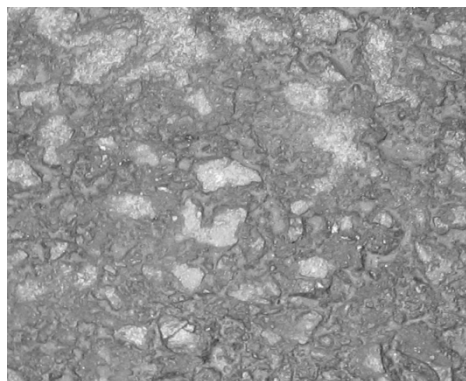
Zkoumány byly tyto vzorky:

Vzorek č. 1 – světlý, hladký, představuje komunikaci přibližně 20 let starou. Jeho povrch je oproti ostatním hladký a světlejší.

Vzorek č. 2 – světlý, hrubý, zastupuje vozovku mladší, a sice 5 let. Je přibližně stejně světlý, jeho povrchová struktura je však výrazně hrubší.



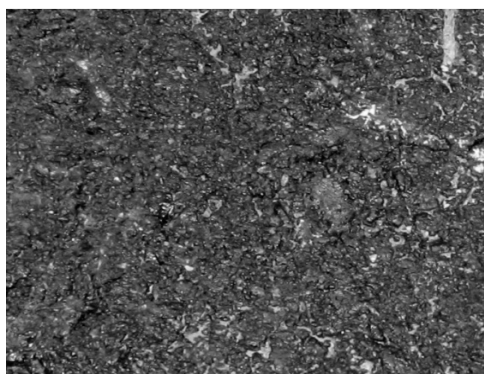
Detail povrchu vzorku č. 1



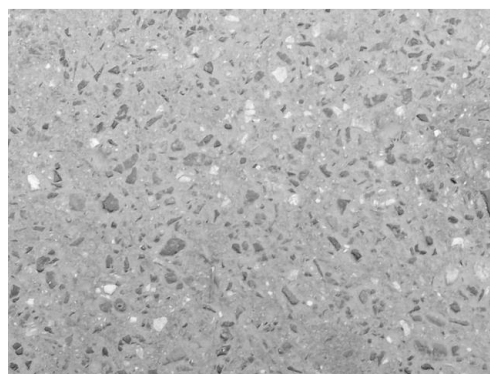
Vzorek č. 2. Fotografie pořízená krátce po měření vlhkého stavu, kdy asfalt postupně osychá.

Vzorek č. 3 – tmavý, hrubý, reprezentuje vozovku starou pouze několik měsíců. Její povrch je značně tmavý s hrubou strukturou.

Vzorek č. 4 – měření provedeno přímo na vybrané části povrchu komunikace, je světlejší než vzorky č. 1 a 2, na jeho povrchu jsou však znatelné značné příměsi tmavší i světlejší barvy o různých velikostech.



Detail povrchu vzorku č. 3



Detail povrchu vzorku č. 4

Postup určování modelu činitele odrazu světelně činných materiálů

V počítačové grafice je nejčastěji používán empirický vztah, tzv. Phongův model [5], který navrhl již v roce 1977 Bui-Tuong Phong. V tomto modelu je zrcadlová složka svítivosti I_s vyjádřena vztahem

$$I_s = I_L \cdot r_s \cdot \cos^h(\theta_0 + \theta) \quad (\text{cd}; \text{cd}, -, -, \text{rad}) \quad (3)$$

kde:

- r_s je parametr určující míru zastoupení zrcadlové složky v celkovém odraženém světle (-),
- I_L je svítivost dopadajícího paprsku (cd),
- h exponent, celé číslo vyjadřující rozptyl zrcadlového odrazu (-),
- θ_0 je úhel vyjadřující natočení směrově difúzního odrazu (rad),
- θ je úhel odrazu světla (rad).

Exponent h se udává v rozmezí $\langle 1, \infty \rangle$. Důležité je, že množství zrcadlově odraženého světla nabývá maxima tehdy, když směr dopadu a směr pohledu svírají s povrchem totožné úhly. Toto maximum je tím výraznější, čím je parametr h větší. S rostoucím h se odlesky na zobrazovaném tělese stávají menšími a ostřejšími, dokonalé zrcadlo má $h = \infty$. Při počítačovém zpracování se nekonečno nahrazuje konkrétním číslem. Prakticky se běžně vystačí s hodnotou $h = 10\,000$.

Vztah pro difúzní I_d složku svítivosti má v závislosti na svítivosti I_L dopadajícího paprsku tvar

$$I_d = I_L \cdot r_d \cdot \cos(\theta_0) \quad (\text{cd}; \text{cd}, -, \text{rad}) \quad (0 < \theta < \pi/2) \quad (4)$$

kde r_d je koeficient difúzního odrazu a udává zastoupení difúzní složky v celkovém odraženém světle. Množství světla je tím menší, čím je směr dopadu bližší normále.

Sečtením zrcadlové I_s a difúzní I_d složky svítivosti získáme vztah pro celkovou svítivost I_v sledovaného povrchu, resp. pro jas povrchu vnímaný pozorovatelem, tj.

$$I_v = I_s + I_d \quad (\text{cd}; \text{cd}, \text{cd}) \quad (5)$$

Z Phongova modelu jsme použili jen části popisující difúzní a zrcadlovou složku. Další části tohoto modelu, jež se v počítačové grafice uvádějí, již nereprezentují fyzikální model, ale slouží k lepšímu optickému výsledku vizualizace. Dopadají-li do kontrolního bodu P paprsky z n světelných zdrojů, lze vztah pro výslednou svítivost I_v vztah zapsat ve tvaru

$$I_v = \sum_{k=1}^n I_{L_k} \cdot [r_{s_k} \cdot \cos^h(\theta_0 + \theta) + r_{d_k} \cdot \cos(\theta_0)] \quad (\text{cd}; \text{cd}, -, -, \text{rad}, -) \quad (6)$$

S využitím rovnic (1) až (4) byla sestavena [5] charakteristické funkce f jasu. Pro výsledný tvar funkce f lze pak napsat rovnici

$$f = j + a \cdot \sin^d(\alpha + g) + b \cdot \sin^e(\alpha + h) + c \cdot \sin^f(\alpha + i) \quad (7)$$

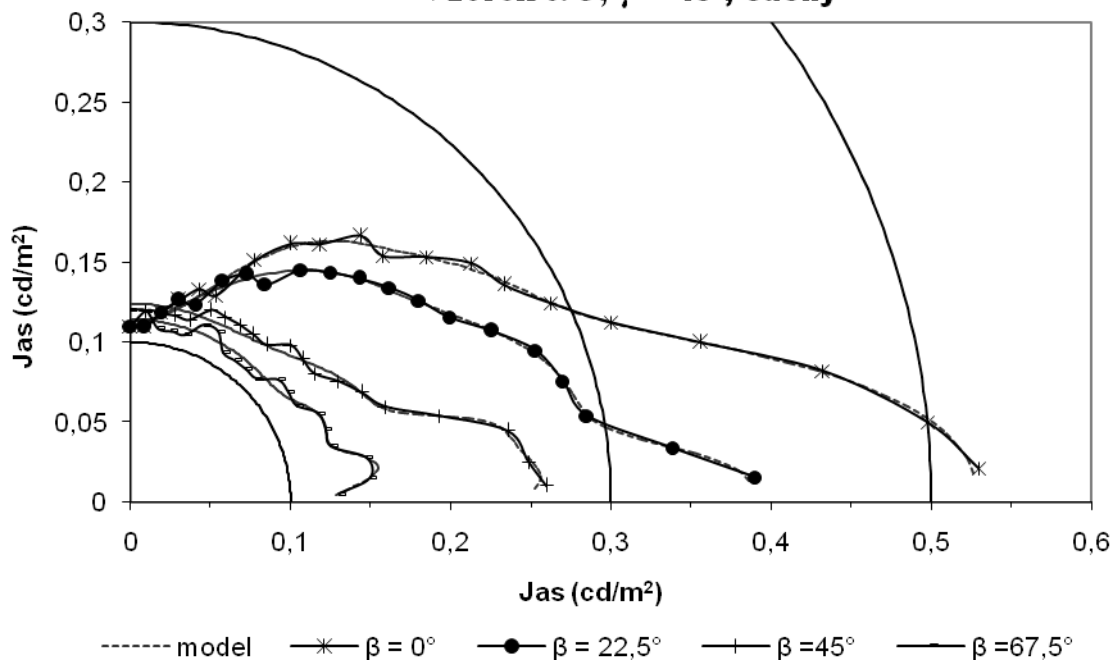
kde:

- α je úhel pozorování,
- a, b, c jsou násobitelé udávající míru zastoupení zrcadlové resp. difúzní složky v odraženém světle,
- d, e, f jsou mocnitéle vyjadřující rozptyl zrcadlového odrazu,
- g, h, i jsou odchylky vyjadřující natočení směrově difúzního odrazu a nabývají hodnot $\langle 0, \pi/2 \rangle$.

Úkolem bylo tedy najít parametry rovnice $a - j$ tak, aby se modelová křivka co nejvíce blížila ke křivce sestavené z naměřených hodnot. K tomu posloužil program Mathematica®.

Pro každý vzorek pro všechny úhly dopadu a pro oba stavy byly do grafů vyneseny naměřené průběhy rozložení jasu. Ke každému takto zjištěnému průběhu byl pak sestaven matematický model podle rovnice 5 a rovněž pro porovnání vnesen do stejného grafu. Příklad jednoho takto sestaveného grafu můžeme vidět na následujícím obrázku.

Vzorek č. 3, $\gamma = 45^\circ$, suchý



Jak se lze přesvědčit z tohoto i ostatních grafů, modelová křivka se měřenému průběhu velmi přibližuje. Modelovou charakteristiku odrazu lze proto považovat za adekvátní náhradu změřené křivky odrazu. Díky tomuto modelu lze zohlednit obě složky odrazu současně, což lépe odpovídá skutečnosti. Navržený model popisu odrazu může být použit například v počítačově zpracovávaných návrzích uličního osvětlení.

Závěr

Matematický model by měl být podle našeho názoru východiskem při navrhování osvětlovacích soustav a volby typů povrchů komunikací. S jeho využitím lze při těchto návrzích zohlednit i vliv zrcadlového odrazu, obzvláště u mokrého povrchu vozovky, kdy je průměrný jas vozovky velmi nízký (např. $0,25 \text{ cd/m}^2$), nicméně při určitých úhlech dosahuje jas velmi vysokých hodnot (např. 13 cd/m^2). Tato skutečnost se projevuje zejména při oslnění od reflektorů protijedoucího automobilu nebo některými svítidly veřejného osvětlení. Popsaný matematický model může sloužit jako jeden z nástrojů zvýšení bezpečnosti provozu a přehlednosti na komunikacích.

Literatura a odkazy

- [1] Holec, P. Odrazné vlastnosti povrchů komunikací. Diplomová práce, ČVUT v Praze, Fakulta elektrotechnická, 2007
- [2] Habel J. a kol. Světelná technika a osvětlování, FCC Public, 1995
- [3] Málek J., Habel J. Studium odrazných vlastností vybraných povrchů, Kurz osvětlovací techniky XIX – Legislativa v oblasti osvětlování, VŠB-TU Ostrava, 15.-16.5.2001
- [4] Málek J., Habel J. Odrazné charakteristiky povrchů vozovek, Kurz osvětlovací techniky XXIII, 2004
- [5] Málek J., Habel J. Model činitele odrazu světelně činných materiálů, Technická zpráva, Brno 2004
- [6] Holub P. Odrazné vlastnosti materiálů, Diplomová práce, ČVUT, Praha 2005

Denní osvětlení – hygienické aspekty

Jitka Hollerová, Ing.

Zuzana Mathauserová, Ing.

Státní zdravotní ústav, Šrobárova 48, 100 42 Praha 10

jhollerova@szu.cz, zmat@szu.cz

Úvod

Světlo provází člověka po celý jeho život a zrak je jedním z nejdůležitějších smyslů, 75 až 90 % informací představují informace přijaté zrakem. Lidské oko mělo asi milion let na adaptaci na denní světlo a proto denní světlo poskytuje lepší zrakovou pohodu oproti jakémukoliv umělému osvětlení.

Nelze opomenout ani mimozrakové účinky denního světla, které řídí periodické změny funkcí organismu i jednotlivých orgánů na základě pravidelného střídání světla a tmy.

Z energetického hlediska denní světlo nepotřebuje žádnou dodávanou energii a při daných úrovních osvětlení je energeticky i nákladově úspornější, než je osvětlení umělé. I to je jedním z důvodů proč se prosazuje denní osvětlení.

Požadavky předpisů

Z těchto aspektů vychází i směrnice Rady [1] o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví na pracovišti, kde je v první řadě požadováno, že pracoviště musí, pokud možno, využívat přirozeného denního světla.

Převážná většina vnitřních prostorů má jak denní, tak umělé osvětlení a to na sebe časově i prostorově navazuje, tj. po určitou dobu rozednívání, stmívání a při poklesu úrovně denního osvětlení působí společně. Na základě platných předpisů se může v prostorech s trvalým pobytem lidí použít i osvětlení sdružené (umělé osvětlení je užíváno po celý den) a ve zvláštních odůvodněných případech i osvětlení pouze umělé (bezokenní prostory). Obecně však platí, že při trvalém pobytu lidí se dává přednost vyhovujícímu dennímu osvětlení před osvětlením sdruženým nebo pouze umělým osvětlením.

Tento požadavek je u nás v současné době zakotven přímo v nařízení vlády č. 361/2007 Sb. [2], kde jsou v § 45 uvedeny minimální podmínky pro dosažení vyhovujícího denního osvětlení.

Na pracovišti, na němž je vykonávána trvalá práce, osvětlovaném denním osvětlením musí být dodrženy tyto hodnoty: denní osvětlení vyjádřené činitelem denní osvětlenosti D, minimální D = 1,5 %, při horním nebo kombinovaném osvětlení i průměrný D = 3 %.

Pro pracoviště s trvalou prací při osvětlování sdruženým osvětlením musí být dodrženy tyto hodnoty: denní složka sdruženého osvětlení vyjádřená činitelem denní osvětlenosti D, minimální D = 0,5 %, při horním nebo kombinovaném osvětlení i průměrný D = 1 %.

Praktické zkušenosti

Normy a předpisy – to je ta jednodušší stránka věci, druhá stránka je hodnocení a posouzení kvality denního osvětlení na základě měření. Postup měření denního osvětlení je dán normou [3], která obsahuje poměrně přísné podmínky. Měření musí probíhat při rovnoměrně zatažené obloze (nejlépe v zimním období v dopoledních hodinách, kdy se venkovní osvětlenost pohybuje v hodnotách 5000 až max. 10000 lx) současně ve vnitřním prostoru

a venku, na ničem nezacloněné rovině. To jsou podmínky, které není tak jednoduché splnit. Najít termín, kdy bude venkovní osvětlení odpovídat požadavkům normy není při dnešním objednávání měření a počtu pracovníků v laboratořích zdravotních ústavů snadné, často není možné pružně měnit termíny podle počasí nebo není možné najít vhodnou, ničem nezacloněnou rovinu pro měření venkovní osvětlenosti, zvláště ve městech s hustou zástavbou. S požadavky měření denního osvětlení se naše pracoviště setkává většinou v době, kdy si pracovníci začnou stěžovat na kvalitu pracovního prostředí, což je jev častý ve velkoprostorových kancelářích.

Každý zaměstnanec má právo na denní světlo. To opravdu nejde ve velkoprostorové kanceláři splnit a řešením je světlo umělé v dostatečné intenzitě. Problémem ale je, jak umístit pracoviště, většinou vybavená počítači, aby nedocházelo k oslnění a odrazům na obrazovkách monitorů – ať už vlivem oken (vždy opatřených regulovatelnými stínicími žaluziemi), průhledných, či světlo propouštějících stěn, barevně světlých ploch stěn i nábytku, nevhodně zvolených a umístěných osvětlovacích těles. Jak vyřešit, když jeden potřebuje pracovat na počítači a tedy ztlumit osvětlení pro získání dostatečných kontrastů na obrazovce monitoru a blízký soused naopak potřebuje prostudovat množství špatně čitelných písemností? Pomůže regulovatelné celkové osvětlení – možnost rozsvítit jen část světla a pak místní přisvětlení stolní lampou umístěnou tak, aby neobtěžovala souseda. Nelze tady napevno stanovit, jak vysoké musí být vzájemné oddělení, či stínění

jednotlivých pracovišť. Pokud návrhy architekta, který vypracoval umístění a vybavení jednotlivých pracovišť neodpovídá realitě, pak se musí prostředí podle potřeby upravovat za provozu.

Velké prosklené plochy znamenají nárůst tepelné zátěže prostoru vlivem sluneční radiace v létě a zvýšenou míru prochlazování prostoru v zimě. Budovy musí být proto klimatizované a to je další z problémů, přispívajících k nespokojenosti zaměstnanců s kvalitou vnitřního prostředí. Ani velké plochy skla nezajistí dostatečné denní osvětlení všech pracovních míst. Nejen tím, že denní osvětlenost klesá s hloubkou prostoru, ale především tím, že počítačová pracoviště u oken musí být stíněná (pokud ovšem architekt nerozhodne o naprosté absenci stínících prvků na fasádě, aby vzhled fasády nebyl ničím rušen).

Několik příkladů z naší praxe:

1. Kanceláře v památkově chráněné budově

Kanceláře jsou sice maximálně pro 6 osob, ale okna jsou poměrně malá, stavba sama je umístěna u parku s vysokými stromy. Několik kanceláří je umístěno v suterénu a má okna v úrovni chodníku opatřené bezpečnostní folií s 25% propustností světla. Pro doplňkové umělé osvětlení v suterénních kancelářích je použito polopřímých svítidel, jinak běžné zářivkové osvětlení a někde místní osvětlení. Okna jsou stíněna vertikálními žaluziemi, pracovní místa většinou umístěna u oken. Svítí se po celý den.

2. Velkoprostorové kanceláře v památkově chráněné budově v centru Prahy

Kanceláře až pro 35 lidí, okna jsou sice velká, ale orientovaná do poměrně úzké ulice s vícepatrovými budovami nebo do úzkého a ještě zastavěného vnitrobloku. Pro doplňkové umělé osvětlení jsou použita kazetová svítidla s reflexní plochou, někde je místní přisvětlení. Většina oken je bez žaluzií, fasáda budovy není ničím stíněna. Ve velkých kancelářích je možnost umělého osvětlení po sekcích, ale svítí celý den všechno.

3. Velkoprostorové kanceláře v nové prosklené budově

Kanceláře pro 20 až 30 lidí s pracovními místy různě orientovanými, oddělenými přepážkami vysokými 80, resp. 135 cm. Kanceláře jsou umístěné ve vyšších patrech. Pro doplňkové umělé osvětlení jsou použita kazetová svítidla s reflexní plochou s možností osvětlení po sekcích, většina pracovních míst má místní přisvětlení. Okna stíněna vertikálními žaluziemi. Svítí se po celý den.

Přehledná orientační tabulka vybraných parametrů v popsanych budovach

Bud. č.	Činitel denní osvětlenosti D_{min} (%)	Rovnoměrnost osvětlení D_{min}/D_{max}	Intenzita umělého osvětlení E_m (lx)	Poznámky	Splnění normových požadavků
1	0,05* – 0,58	0,06 – 0,34	111 - 347	* okna s bezpečnostní folií	nesplněno
2	0,18 – 0,98	0,05 – 0,26	189 - 742		nesplněno
3	0,10 – 0,34	0,04 – 0,09	417 - 849		denní osvětlení vyhovující pouze u oken
3			143 - 159	pracoviště s vysokými přepážkami	nesplněno

Výsledky měření prokázaly, že většina pracovních míst je z hlediska denního a často i z hlediska doplňkového umělého osvětlení nevyhovující.

U budov, které jsou v husté zástavbě a není možnost zvětšit okenní otvory (památkově chráněné objekty), je jediným řešením vhodné zvolení systému umělého osvětlení včetně místního osvětlení a zvažování uspořádání pracovních míst.

Prosklené nové budovy, kde je sice předpoklad dobrého přístupu denního světla, neumožňují jeho plné využití vzhledem k nízké rovnoměrnosti osvětlení (hluboké místnosti, uspořádání pracoviště). Doplňkové umělé osvětlení většinou splňuje všechny požadavky, ale u pracovišť s počítači, což je většina, se setkáváme s tím, že vyšší hodnoty osvětlenosti narušují zrakovou pohodu při práci.

Závěr

Nedostatek denního světla na pracovním místě bývá častým důvodem ke stížnostem zaměstnanců na nevyhovující kvalitu vnitřního prostředí na pracovišti. V důvodech ke stížnostem vede sice „špatná klimatizace, nedostatek vzduchu, vysoké proudění vzduchu“, nedostatečné osvětlení pracoviště obecně (někdy ale i „přesvětlení“) a špatné podmínky pro práci s počítači jsou hned na druhém místě. Právě práce s počítačem často vede k individuální potřebě osvětlení pracovního místa a především ve velkoprostorových kancelářích s velkým počtem zaměstnanců v jednom prostoru je problém s denním osvětlením, ale i umělým s různými požadavky jednotlivých zaměstnanců, někdy velmi těžko řešitelným problémem.

Literatura a odkazy

- [1] Směrnice Rady 89/654/EHS/1989
- [2] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- [3] ČSN 36 0011-1 Měření osvětlení vnitřních prostorů – Část 1: Základní ustanovení
- [4] ČSN 36 0011-2 Měření osvětlení vnitřních prostorů – Část 2: Měření denního osvětlení

Umělé osvětlení hrací plochy fotbalového stadionu SK Slavia Praha

Pavel Holub, Ing.

Thorn Lighting CS s.r.o., www.thornlighting.cz, pavel.holub@thornlighting.com

Fotbalový stadion SK Slavia Praha v Edenu

Společnost Thorn Lighting CS spol. s r. o., jakožto přední světový dodavatel osvětlovací techniky realizovala osvětlení hrací plochy nového fotbalového stadionu SK Slavia Praha v Edenu. Investorem stavby byla společnost E Side Property Limited a generálním dodavatelem se stala společnost Hochtief CZ. Fotbalový stadion v Edenu je nejmodernější arénou svého druhu v České republice a řadí se i mezi nejmodernější v Evropě. Nejde jen o klasický fotbalový stadion pro 21 000 diváků, tato stavba nabízí také zajímavé obchodní a kancelářské plochy, hotel, restauraci či podzemní a nadzemní garáže. Areál je koncipován jako otevřený prostor, který je k dispozici návštěvníkům v průběhu celého roku. Hrací plocha je zahloubena 5m pod úroveň okolního terénu a střecha je upevněna na táhlech mimo hlediště, takže ve výhledu nebrání ani jeden sloup.



obrázek 20: Celkový pohled na stadion

Požadavky na umělé osvětlení

Požadavky na umělé osvětlení hrací plochy fotbalového stadionu v Edenu jsou dány normou ČSN EN 12193 Světlo a osvětlení – Osvětlení sportovišť [1] a dále jsou doplněny požadavky UEFA [2], neboť fotbalový klub SK Slavia Praha má ambice hrát zápasy hlavní soutěže Ligy mistrů. Požadované parametry osvětlenosti jsou shrnuty v tabulce 1.

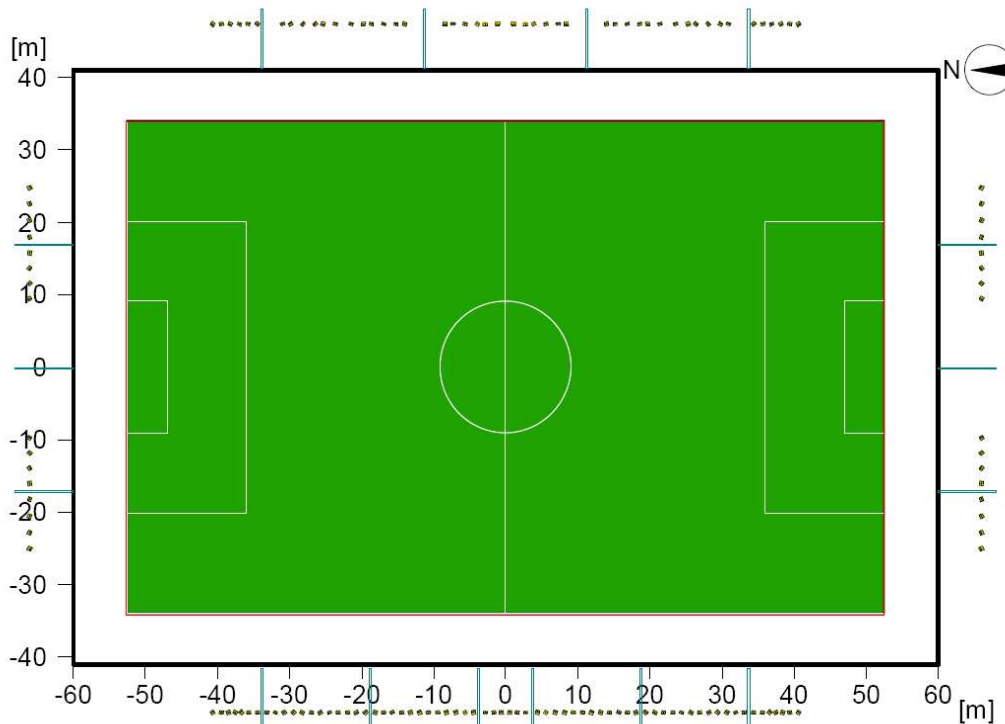
Vertikální osvětlenost ve směru hlavní kamery pro Ligu mistrů	1400 lx
Rovnoměrnost vertikální osvětlenosti $E_{v_{min}} / E_{v_{max}}$	0,4
Rovnoměrnost vertikální osvětlenosti $E_{v_{min}} / E_{v_{av}}$	0,6
Rovnoměrnost horizontální osvětlenosti $E_{h_{min}} / E_{h_{max}}$	0,6
Rovnoměrnost horizontální osvětlenosti $E_{h_{min}} / E_{h_{av}}$	0,7
Teplota chromatičnosti světelných zdrojů Tc	4000 – 6000K
Index barevného podání Ra	≥65 (doporučeno ≥90)
Udržovací činitel	0,8

Tabulka 1: Požadované parametry umělého osvětlení fotbalového stadionu na zápasy Ligy mistrů

Popis osvětlovací soustavy

Vzhledem ke zvolenému výjimečnému architektonickému řešení stadionu, také osvětlení hrací plochy není realizováno z osvětlovacích stožárů, jako u jiných fotbalových stadionů, ale svítidla jsou atypicky umístěna po obvodu střešní konstrukce a jsou přístupná z pochozích lávek. K osvětlení hrací plochy bylo použito 148 ks světlometů Mundial s halogenidovými výbojkami o výkonu 2 000W. Tato speciální svítidla pro osvětlování sportovišť nabízejí širokou škálu vyzařovacích charakteristik díky volitelné kombinaci reflektorů a různých poloh výbojek.

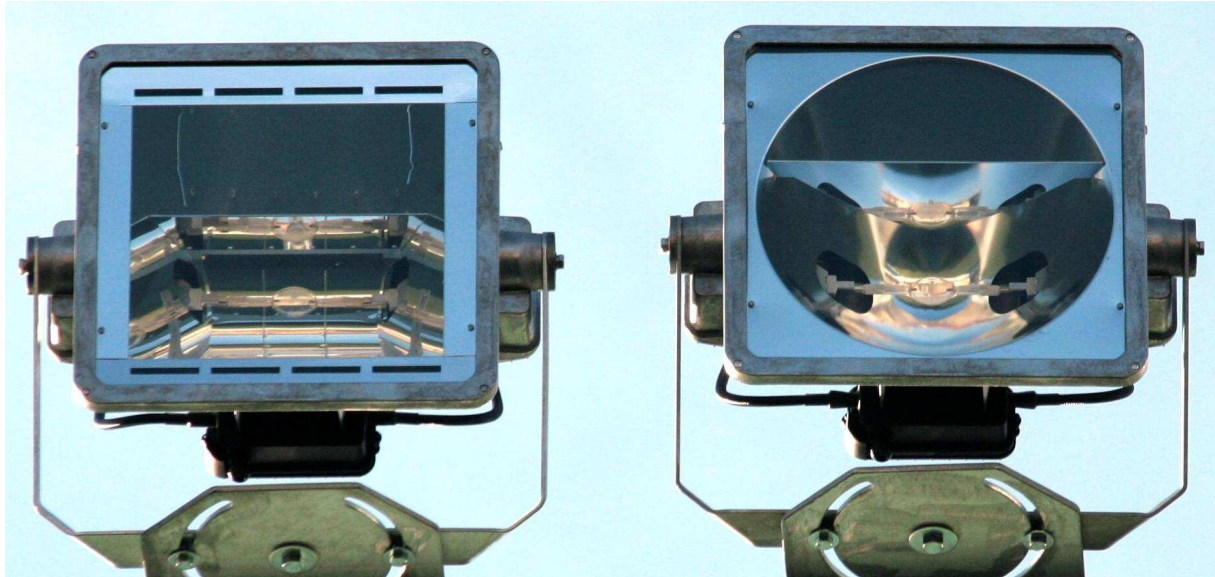
Kromě nejvyšší hladiny osvětlenosti dle požadavků UEFA pro utkání Ligu mistrů nabízí osvětlovací soustava možnosti spínání dalších hladin – utkání Gambrinus ligy s televizními přenosy, utkání Gambrinus ligy bez televizních přenosů a hladinu pro trénink.



obrázek 2: Rozmístění světlometů v půdorysu

Použité světlometry

Použity jsou dvě verze světlometu Mundial – verze se čtvercovým reflektorem z vysoce leštěného hliníku, s asymetrickou volitelnou vyzařovací charakteristikou, díky možnosti změny polohy světelného zdroje vůči reflektoru. Dále je použita verze s kruhovým reflektorem s rotačně symetrickou vyzařovací charakteristikou s velmi úzkou divergencí $2 \times 8^\circ$ a $2 \times 10^\circ$. Součástí obou světlometů je deflektor, tj. clona, která omezuje nežádoucí oslnění sportovců i diváků.



obrázek 3: Světlometry Mundial asymetrickou a rotačně symetrickou vyzařovací charakteristikou



obrázek 4: Uchycení světlometů na střešní konstrukci

Výsledky měření umělého osvětlení

Měření umělého osvětlení proběhlo 4. 5. 2008 a potvrdilo, že osvětlovací soustava splňuje všechny požadované parametry. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce 2.

Vertikální osvětelnost ve směru hlavní kamery E_v	1422 lx
Rovnoměrnost vertikální osvětlenosti E_{vmin}/E_{vmax}	0,44
Rovnoměrnost vertikální osvětlenosti E_{vmin}/E_{vav}	0,61
Horizontální osvětelnost E_m	1205lx
Rovnoměrnost horizontální osvětlenosti E_{hmin}/E_{hmax}	0,70
Rovnoměrnost horizontální osvětlenosti E_{hmin}/E_{hav}	0,84

Tabulka 2: Výsledky měření umělého osvětlení

4.



obrázek 5: Stadion při umělém osvětlení

Literatura a odkazy

- [1] ČSN EN 12193 Světlo a osvětlení – Osvětlení sportovišť
- [2] Guidelines and Recommendations for Floodlighting for all UEFA Competitions, 2004

Opatrenia, ktoré vedú k zvyšovaniu bezpečnosti v prípade požiaru v tunelovom rúre

Pavol Horňák, Prof. Ing. DrSc.

Prof. Pavol Horňák, DrSc. - PROMETEUS

Úvod

Rozsiahle požiare v cestných tuneloch štátov EÚ a Švajčiarska podstatne zmenili požiadavky na osvetlenie tunelov z pohľadu ich bezpečnosti. Základným podnetom revízie technických predpisov RVS (Rakúsko) a RABT (Nemecko), resp. DIN bolo zosúladenie jednotlivých dokumentov s *európskou smernicou 2004/54/ES o minimálnych bezpečnostných požiadavkách na tunely v cestnej sieti*. V súčasnosti na Slovensku chýbajú normatívne požiadavky na vyhotovenie a umiestnenie požiarneho núdzového osvetlenia. Keďže táto situácia je z pohľadu projektanta, ale aj stavebníka neúnosná, treba zobrať za základ projektovania požiarneho núdzového osvetlenia aktuálnu normu *DIN 67524-1: Beleuchtung von Straßentunneln und Unterführungen – Allgemeine Güte Merkmale und Richtwerte* platnú v Nemecku.

Tunel v prípade požiaru

Požiar vozidla na otvorených komunikáciách, ktorý je závislý len od množstva vytekajúcich horľavých a iných nebezpečných kvapalín (prípade havárie cisternového vozidla), má minimálne priťažujúce účinky (prípadne žiadne). Avšak požiar v tuneli, ktorý je závislý aj od stavebnej dĺžky a rozmerov prvkov priečného rezu tunelovej rúry, odvodnenia tunela s ohľadom na vytekajúce horľavé a iné nebezpečné kvapaliny a od vetracieho systému tunela môže prerásť až do katastrofálnych dôsledkov.

Poznámka. - Podľa § 2 ods. 1 písm. a) zákona č. 314/2001 Z. z. o ochrane pred požiarimi v znení neskorších predpisov je *požiar* definovaný ako každé nežiaduce horenie, pri ktorom vznikajú škody na majetku, životnom prostredí alebo ktorého následkom je usmrtená alebo zranená fyzická osoba alebo uhynuté zviera. Požiar je tiež nežiaduce horenie, pri ktorom sú ohrozené životy alebo zdravie fyzických osôb, zvieratá, majetok alebo životné prostredie.

Väčšina požiarov v tuneloch nastala počas nehôd a technických porúch, ktoré vznikli na vozidlách a nie v dôsledku poruchy technologického zariadenia alebo údržby tunelov. Hlavnou príčinou vzniku a rozvoja požiaru bolo zlyhanie vodičov v tuneli, ktorých správanie pri mimoriadnej udalosti dosť negatívne ovplyvnilo aj zásah členov záchranných tímov.

Hlavné faktory vplyvajúce na účinný a bezpečný zásah hasičskej jednotky pri zdolávaní požiaru a vykonávaní záchranných prác v tuneli sú:

- rýchle šírenie požiaru;
- rýchle zaplnenie tunelovej rúry splodinami horenia;
- vznik paniky užívateľov tunela (vodičov).

Ohrozenia a riziká pri požiaroch v tuneli:

- znížený obsah kyslíka;
- zvýšená teplota prostredia;
- účinky dymu;
- toxicita vznikajúcich plynov a pár.

S ohľadom na evakuáciu osôb pri požiaroch v tuneli treba požadovať:

- zabezpečenie potrebných únikových ciest a núdzových východov v tunelovej rúre;
- technologické vybavenie tunela a najmä káblové rozvody odolné voči účinkom požiaru;
- označovanie únikových ciest a núdzových východov bezpečnostnými značkami a požiarными núdzovými svietidlami.

Osvetlenie v tunelovej rúre pri zdolávaní požiaru a vykonávaní záchranných prác musí byť dlhodobé.

Núdzové osvetlenie

Núdzové osvetlenie je súčasťou prejazdového osvetlenia a slúži na osvetlenie jazdných pruhov v prípade výpadku elektrickej energie. Núdzové osvetlenie musí byť napojené na náhradný zdroj elektrickej energie – druhý nezávislý zdroj z distribučnej siete (iný uzol 110 kV) alebo nezávislý zdroj napájania (dieselagregát) a zdroj neprerušovanej dodávky elektrickej energie – UPS.

Požiarne núdzové osvetlenie

Pri zadymení môže nastať v tuneli strata orientácie a následne únikové cesty a núdzové východy nie sú rozpoznateľné. V tuneli sa za únikové cesty považujú obojstranne zvýšené služobné chodníky. Preto sú v každej tunelovej rúre inštalované na strane núdzových východov v rovnamej vzdialenosti (nie menej ako 25 m) nad úrovňou povrchu únikovej cesty (odporúčaná je výška asi 1,20 m; pri nižšej výške sa svietidlá znečisťujú prachom) svietidlá pre požiarne núdzové osvetlenie. *Poznámka.* – Adaptačné a prejazdové osvetlenie jazdných pruhov v tuneli v prípade požiaru pripomína osvetlenie vozovky za hustej hmly, silného dažďa, pri snežení a pri vysokej prašnosti svetlometmi vozidla. V tuneloch dlhších ako 400 m je požiarne núdzové osvetlenie nevyhnutné. Každé svietidlo na núdzové osvetlenie by malo predovšetkým spĺňať požiadavky normy *STN EN 60598 Svietidlá. Časť 1: Všeobecné požiadavky a skúšky*. Osobitné požiadavky obsahuje *Časť 2–22: Osobitné požiadavky. Svietidlá na núdzové osvetľovanie*. Svietidlá pre požiarne núdzové osvetlenie rozdeľujeme podľa *RVS 09.02.41 Projektierungsrichtlinien Tunnelbeleuchtung (Version 20)* na vstavané a nástenné. Svietidlá upevnené na stenu nesmú vyčnievať (max. 6 cm), aby nedošlo k poraneniu. Sú vyhovené s malým výstupným otvorom (max. 5 cm² v hociktorom smere), aby svojou intenzitou prerazili zadymenie v tuneli. Minimálna svietivosť v rozsahu od - 60° do + 20° vo vertikálnej rovine a od - 87° do + 87° v horizontálnej rovine je 25 cd. Na tento účel sa používajú svietidlá buď s halogénovou žiarovkou alebo halogenidovou výbojkou s čírym kaleným sklom alebo na báze LED technológie. Telesá svietidiel musia byť vyrobené z antikorošnej ocele číslo 1.4571. Separátne svietidlá pre požiarne núdzové osvetlenie sa už v tuneli nepoužívajú. Svietidlá pre požiarne núdzové osvetlenie a bezpečnostné značky sú kombinované.



Kombinované nástenné svietidlo na báze LED technológie pre požiarne núdzové osvetlenie a bezpečnostné značky
(Zdroj: Firma Dambach – Werke GmbH)

Grafické symboly bezpečnostných značiek (vo výške asi 1,30 m; *Poznámka:* - Uvažuje sa včasná viditeľnosť a správna čitateľnosť značiek pri polohe očí vodiča a polohe unikajúcej osoby v tuneli zo vzdialenosti 10 m až 12 m) udávajú smer úniku. Bezpečnostné značky sa rozdeľujú na samolepiace farebné fólie osvetlené vnútorným zdrojom svetla (kombinované svietidlá pre požiarne núdzové osvetlenie), ktorý je stále zapnutý a fotolumniscenčné značky osvetlené vonkajším zdrojom svetla, ktoré akumulujú svetlo. Grafické symboly bezpečnostných značiek (používa sa zelené pozadie, pričom jas pozadia je väčší ako 75 cd/m²) musia byť viditeľné aj pri výpadku elektrickej energie až dotedy, kým sa všetkým účastníkom premávky v tuneli podarí bezpečne dostať k núdzovým východom alebo von z tunela. Pri kombinovaných svietidlách pre požiarne núdzové osvetlenie je potrebné pri výpadku elektrickej energie počítat s automatickým zapnutím náhradného zdroja elektrickej energie (UPS, dieselgenerátor). Pri bezpečnostných značkách, ktoré akumulujú svetlo, možno uvedenú požiadavku splniť, ak vlastnosti a kvalita materiálov zabezpečuje dostatočne dlhý dosvit. Fotolumniscenčné značky majú byť stimulované pomocou vhodných svetelných zdrojov. Nevhodné sú vysokotlakové sodíkové výbojky, preto fotolumniscenčné značky nesmú nikdy nahradiť kombinované svietidlá pre požiarne núdzové osvetlenie. Predpísané rozmery presvetlených bezpečnostných značiek sú 30/30 cm. Fotolumniscenčné značky je potrebné udržiavať v bezchybnom stave počas celej doby ich životnosti (hodnotí sa opotrebovanie pri údržbe). V prípade bezpečnostných značiek sa hodnotí kolorita, kontrast farieb, priemerný jas (asi 200 cd/m²) a rovnomernosť jasu.

Záver

Počet diaľničných tunelov a tunelov na miestnych komunikáciách v SR bude narastať. S tým sa predpokladá aj možné riziko závažných požiarov v cestných tuneloch. Škody na technologickom vybavení a stavebnom objekte tunelov spôsobené požiarom sú nahraditeľné. Ale škody vzniknuté na zdraví a životoch účastníkov premávky v tuneli pri mimoriadnej udalosti sú nevyčísliteľné. Je preto nevyhnutné prehodnotenie požiarneho núdzového osvetlenia nielen v novonavrhovaných tuneloch, ale po roku prevádzky aj v tuneli SITINA.

Literatúra

- [1] STN 73 7507 Projektovanie cestných tunelov
- [2] Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 344/2006 o minimálnych bezpečnostných požiadavkách na tunely v cestnej sieti
- [3] TNI CEN/CR 14380 Osvetlenie. Osvetľovanie tunelov (triediaci znak 36 0412)
- [4] RABT Richtlinien für die Ausstattung und Betrieb von Straßentunneln
- [5] STN EN 1838 Požiadavky na osvetlenie. Núdzové osvetlenie
- [6] TP 98 Technologické vybavení tunelů pozemních komunikací. Technické podmínky. ELTODO EG, a. s.
- [7] Horňák, P.: Průručka Projektovanie osvetlenia cestných tunelov. PHILIPS, apríl 2008
- [8] Horňák, P.: Požiarne núdzové osvetlenie a požiadavky na bezpečnostné značky. Dom techniky Košice, september 2008
- [9] Zákon č. 142/2000 Z. z. o metrológii a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení zákona č. 431/2004 Z. z.
- [10] STN EN 13032-1 Svetlo a osvetlenie. Meranie a vyhodnotenie fotometrických údajov svetelných zdrojov a svietidiel. Časť 1: Meranie a formulár súborov

VO z pohľadu trendov budúcnosti

Pavol Horňák, Prof. Ing. DrSc.

Prof. Pavol Horňák, DrSc. – PROMETEUS; prometeus@chello.sk

Úvod

Rastúca cena elektrickej energie a najmä dopady na kvalitu životného prostredia málo efektívneho osvetlenia pozemných komunikácií trápia v poslednom období nielen politikov členských štátov EÚ. Určite na Slovensku je príčinou nehospodárneho využitia elektrickej energie pri obnove a rekonštrukcií osvetlenia pozemných komunikácií:

- nerešpektovanie technických noriem, ktoré sú implementáciou európskych noriem;
- nedostatok informácií o novej generácii výrobkov pre pevné osvetľovacie zariadenia;
- podceňovanie možností zlepšenia životného prostredia;
- občasná nedôveryhodnosť právnických osôb zapojených do posudzovania osvetlenia pozemných komunikácií;
- nejasnosti vo verejnom obstarávaní.

Dopravné nehody, obzvlášť počas tmy, jednoznačne poukazujú na individuálne schopnosti vodičov a pôsobenie osvetlenia alebo iných vizuálnych prvkov v zornom poli používateľa pozemnej komunikácie, ktoré ho zmätú, rozptýlia, vyrušujú alebo obťažujú. Hoci vizuálne vedenie, ktoré zabezpečuje pozemná komunikácia a jej okolie môže byť primerané, určité prvky môžu zapríčiniť problémy v rozpoznávaní objektov vysokej priority, ako návestidiel a iných zariadení najmä pre vodičov meniacich smer. Ako príklady môžeme uviesť: reklamné nosiče, osvetľovacie stožiare, osvetlené budovy, osvetlené športové areály a pod. Z toho vyplýva obťažnosť jazdného úkonu v noci, t. j. stupeň námahy, ktorú vynaloží vodič, aby na základe informačných zdrojov, ktoré sú k dispozícii na pozemnej komunikácii, mohol meniť rýchlosť alebo polohu na jazdnom páse. Určite netreba zdôrazňovať, že pri skotopickom (nočnom) videní sa sťažuje rozpoznávanie prekážok cestnej premávky, zreteľne klesá zrková ostrosť, akomodáčna šírka nadobúda nižšiu hodnotu (tým sa zhoršuje odhadovanie vzdialenosti). Používateľ pozemnej komunikácie nerozoznáva farby a rastie obmedzujúce oslnenie z osvetľovacích zariadení. Navyše pozemná komunikácia a jej okolie poskytujú menej informácií. Dopravné nehody, ktoré nastanú vo dne, vyplývajú hlavne z nepozornosti a z nesprávneho konania vodičov motorových vozidiel (napríklad z nedodržania bezpečnej vzdialenosti). Veľké rozdiely medzi dňom a nocou umožňuje znížiť správny výber situácií osvetlenia a výpočet svetelnotechnických vlastností osvetlenia pozemných komunikácií na základe určitých pravidiel hry.

Štatistiky ukazujú (Zdroj: Institut für Verkehrstechnik und Unfallstatistik, Kuratorium für Verkehrssicherheit, Rakúsko), že intenzita cestnej premávky počas tmy klesá asi na pätinu. Pritom asi štvrtina všetkých dopravných nehôd v stanovenom čase má za následok ujmu na zdraví používateľov pozemných komunikácií a z nich približne 50 % sa končí smrťou. Skrátka, smrteľné dopravné nehody vo dne sú podstatne nižšie, ako počas súmraku alebo v noci bez osvetlenia pozemných komunikácií.

Skrátka, čím je Slnko vo dne, tým je osvetľovacie zariadenie pre pozemné komunikácie v noci. Preto sa pozemné komunikácie osvetľujú, aby používatelia dopravného priestoru mali nielen dobrú viditeľnosť počas tmy, ale najmä požadovanú bezpečnosť cestnej premávky pre jej určenú intenzitu a pocit bezpečnosti pre každú možnú situáciu. Určite každý primátor či starosta chce zvýšiť aj komfort osvetlenia a znížiť riziko kriminality v dopravnom priestore. Je zodpovednosťou samosprávy pri špecifikáciách výberového konania stanoviť také kritériá a postupy, aby boli v súlade s ustanoveniami európskych noriem a zabrániť možným negatívnym javom na rôznych druhoch pozemných komunikácií a ich okolí, počas tmy. Na pravidlá osvetlenia pozemných komunikácií dohliada slovenská verzia normy s označením STN EN 13201.

Nerešpektovanie technických noriem

Možno konštatovať, že v januári 2005 boli so súhlasom Slovenského ústavu technickej normalizácie (SÚTN) prevzaté prekladom časti 2 až 4 európskej normy EN 13201 pod označením:

- STN EN 13201-2 Osvetlenie pozemných komunikácií. Časť 2: Svetelnotechnické požiadavky (36 0410)
- STN EN 13201-3 Osvetlenie pozemných komunikácií. Časť 3: Svetelnotechnický výpočet (36 0410)
- STN EN 13201-4 Osvetlenie pozemných komunikácií. Časť 4: Metódy merania svetelnotechnických vlastností (36 0410)

Časť 1, obsahujúca návod na výber tried osvetlenia, ktoré sú stanovené v EN 13201-2 bola vydaná Európskym výborom pre normalizáciu (CEN) ako technická správa pod označením:

- CEN/TR13201-1 Osvetlenie pozemných komunikácií. Časť1: Výber tried osvetlenia (36 0410)

Tento dokument v slovenskom jazyku má od marca 2005 postavenie národnej normy pod označením:

- STN TR 13201-1 (36 0410)

Normy tvorené kmeňovou normou:

- STN 36 0400 Veřejné osvětlení

a pridruženými normami:

- STN 36 0410 Osvětlení místních komunikácií
- STN 36 0411 Osvětlení silnic a dálnic

zo dňa 4. decembra 1984, ktoré sú so súborom noriem vydaných pod spoločným číselným kódom 13201 v rozpore, boli v súlade s vnútorným predpismi CEN/CENELEC v celom rozsahu zrušené.

Poznámka: *Od 1. januára 2001 sú všetky normy nezáväzné a ich dodržanie je podľa zákona č. 264/1999 Z. z. dobrovoľné. Na druhej strane jednotlivé časti európskej normy Osvetlenie pozemných komunikácií majú postavenie referenčných dokumentov v obchodných zmluvách a v prípade sporu objednávateľa (investora) s dodávateľom projektovej dokumentácie, modernizácie osvetlenia pozemných komunikácií či pri prevádzke osvetľovacieho zariadenia v súdnych procesoch. Svedčí o tom i ten fakt, že používané technické normy tvoria hranicu minimálnej bezpečnosti či už výrobkov alebo služieb a všetko, čo je nad túto úroveň, je výhodou pre toho, kto výrobok alebo službu poskytuje.*

Uvedené normy pomáhajú mestám či obciam efektívne nakladať s prostriedkami daňovníkov. V praxi sa však vo viacerých slovenských mestách na osvetľovacie stožiare alebo závesné prvky inštalujú svietidlá, ktoré nezohľadňujú situácie osvetlenia, klimatické alebo iné podmienky predmetného priestoru. Napríklad vysoké alebo nízke teploty majú nepriaznivý vplyv na svetelný výkon teplotne citlivých svetelných zdrojov - žiariviek. Ďalej je dôležité, že svetelný tok kompaktných žiariviek a výbojok je skoro rovnaký, ale osvetlenie miestnych komunikácií ani zďaleka nie. Treba tiež uviesť, že pomerný rozstup lacnejších svietidiel s kompaktnými žiarivkami je pri obnove a rekonštrukciách osvetlenia pozemných komunikácií neprimeraný a tak vznikne tzv. efekt zebry. Mnohým sa zdá, že návrh obnovy a rekonštrukcie verejného osvetlenia je prepojený na distribučné firmy, ktoré presadzujú konkrétne značky výrobkov, bez ohľadu na vhodnosť, požiadavky a potreby rôznych druhov pozemných komunikácií. Jediným argumentom bývajú investičné náklady, čo vedie k nákupu lacnejších, ale nevhodných a zastaralých svetelných zdrojov a svietidiel. To nevedie k šetreniu peňazí z mestskej či obecnej pokladne a k dodržaniu požiadaviek jednotlivých častí európskej normy Osvetlenie pozemných komunikácií s ohľadom na bezpečnosť cestnej premávky.

Kľúčové výrobky optimalizácie osvetlenia pozemných komunikácií

Pri návrhu osvetlenia pozemných komunikácií treba určiť druh (v zmysle normy *STN EN 60598 – 1 Svietidlá. Časť 1: Všeobecné požiadavky a skúšky* a oddielu *STN EN 60598 – 2 - 3 Svietidlá. Časť 2: Osobitné požiadavky. Oddiel 3: Svietidlá na osvetlenie ciest a ulíc*), počet a rozmiestnenie svietidiel (rozstup a výšku osvetľovacích stožiarov alebo závesných prvkov), ďalej menovitý svetelný tok a menovitý príkon výbojok. Osvetľovacie systémy sa musia navrhovať so zohľadnením investičných nákladov, ako aj prevádzkových a udržiavacích nákladov a nákladov na recykláciu a opätovné zhodnotenie materiálov a látok získaných z elektroodpadu. Do úvahy pri výbere tried osvetlenia treba vziať aj riziko kriminality v posudzovanom dopravnom priestore (parametre osvetlenia majú prispievať k pocitu bezpečnosti), vzhľad a vplyv na životné prostredie (osvetľovacie zariadenie spolupôsobí svojím riešením pri formovaní *tváre mesta či obce* v rámci tvorby životného prostredia).

Pre určenie osvetlenia dopravného priestoru je známa kategória cesty alebo diaľnice, charakterizovaná priestorovým usporiadaním, ako aj požiadavky na osvetlenie uvedené v *STN EN 13201 – 2 Osvetlenie pozemných komunikácií. Svetelnotechnické požiadavky*, ktoré zodpovedajú potrebám používateľov v posudzovanom priestore. Určenie vzdialenosti medzi svietidlami a schémy ich rozmiestnenia, ako aj závesnej výšky svietidla sa zakladá na výpočte svetelnotechnických vlastností osvetlenia komunikácie, vzťahujúcich sa na jas a osvetlenosť v posudzovanom priestore (návod obsahuje *STN EN 13201 – 2 Osvetlenie pozemných komunikácií. Svetelnotechnický výpočet*). Ak je poloha svietidiel v pláne dopravného priestoru už daná, môžeme pre zvolené svietidlo ovplyvniť úroveň osvetlenia komunikácie, celkovú rovnomernosť jasu alebo osvetlenosti, pozdĺžnu jasovú rovnomernosť, zvýšenie prahovej hodnoty TI alebo znížiť obmedzujúce oslnenie voľbou výšky závesu. Pre zvolené svietidlo a určité kvalitatívne parametre, vzťahujúce sa na jas a osvetlenosť musíme zachovať pomerný rozstup svietidiel. Inými slovami, ak zväčšujeme vzdialenosti medzi svietidlami, musíme pri zvolenom svietidle zväčšiť aj výšku závesu.

V stredoeurópskom priestore vyhovujú svietidlá jednoduchých línií, s jedným zdrojom vo svietidle, ktoré sú účelnejšie pre údržbu a aj hospodárnejšie (väčšie príkony výbojok majú vyšší merný výkon). Pri vyšších závesných výškach svietidiel sú často žiadané svietidlá väčších rozmerov. Tvary pre tieto svietidlá bývajú

vyvinuté zväčšením niektorých prvkov pre jednoduché svietidlá. Pri svietidlách na osvetlenie pozemných komunikácií musí byť výbojka v svietidle umiestnená v takej polohe, aby sa dosiahli požadované svetelnotechnické účinky (rozloženie svietivosti, účinnosť, obmedzenie oslnenia a rušivého svetla). Pri rôznych príkonoch výbojok musí mať svietidlo možnosť posunu objímky, lebo ich svietiace časti by neboli pri pevnej polohe objímky v najvhodnejšej polohe. Svietidlá na osvetlenie pozemných komunikácií sú upravené tak, aby boli odolné proti poveternostným vplyvom, prachu a vlhkosti. Z tohto hľadiska sa tieto svietidlá vyhotovujú kryté. Pri krytých svietidlách má byť teleso svietidla a ochranný kryt dobre tesnený, aby do neho nevnikala dažďová voda k výbojke a k živým častiam. Svietidlá bývajú opatrené uhlíkovým filtrom, umožňujúcim *dýchanie svietidiel* (vyrovnanie zmien vnútorného tlaku spôsobených zmenami teploty svietidla v prevádzke). Svietidlá, ktoré sú súčasťou pozemných komunikácií, musia okrem doby svietenia (t. j. vo dne) zapadnúť esteticky do svojho okolia. Preto tvary a vonkajšiu úpravu svietidiel musí riešiť svetelný technik spoločne s architektom. Dôležité sú aj pomery prevádzky a udržiavania svietidiel. Svietidlá treba pravidelne čistiť a vymieňať v nich opotrebované výbojky. Je dôležité, aby tieto úkony bolo možné vykonávať s jednoduchými pomôckami a bez zložitých demontáží na svietidlách.

Súčasnosť VO je označovaná ako digitálna. Stmievateľné elektronické predradníky pre výbojky zabezpečia pre mestá či obce zníženie spotreby elektrickej energie až o 40 %, čo je v súlade s našimi kjótskymi záväzkami o znižovaní záťaže životného prostredia (dopady osvetlenia na životné prostredie väčšinou súvisia s emisiami oxidu uhličitého do atmosféry pri výrobe elektrickej energie). Pre diaľkovú správu a riadenie svietidiel pozemných komunikácií v obytných zónach, uliciach, cestách a na diaľnicach je to predpoklad zvýšenia nárokov na prevádzku a údržbu efektívneho osvetlenia pozemných komunikácií. Tento rázny krok do digitálnej oblasti vyžaduje správnu aplikáciu termínu celkové náklady obnovy a rekonštrukcie osvetlenia pozemných komunikácií. Napríklad sú to náklady počas životného cyklu pri obstarávaní výbojok, vrátane predradníkov, ďalej treba počítať s nákladmi počas prevádzky (ovplyvňuje ich maximálny menovitý príkon, počet svietiacich hodín, ale aj náklady údržby) a na konci životnosti treba zaplatiť náklady na spracovanie elektroodpadu z výbojok. Po sčítaní týchto položiek sa ukáže, že celkové náklady obnovy a rekonštrukcie osvetlenia pozemných komunikácií s rôznym stupňom inteligencie sú nižšie, ako pri lacných výbojkách s elektromagnetickými predradníkmi, ktoré už dávnejšie stratili aktuálnosť.

Hlavným účelom oceľových alebo hliníkových osvetľovacích stožiarov, stožiarov z polymérov vystužených vláknom a osvetľovacích stožiarov zo železobetónu a predpätého betónu, je upevnenie jedného alebo viacerých svietidiel. Môžu slúžiť tiež na upevnenie prírodného vedenia ku svietidlu alebo iných zariadení. Posledné vydania európskych noriem STN EN série 40 z oblasti osvetľovacích stožiarov sú v tabuľke.

STN EN 40-1 (34 8340) Osvetľovacie stožiare. Časť 1: Definície a názvoslovie
STN EN 40-2 (34 8340) Osvetľovacie stožiare. Časť 2: Všeobecné požiadavky a rozmery
STN EN 40-3-1 (34 8340) Osvetľovacie stožiare. Časť 3-1: Návrh a overenie. Špecifikácia pre charakteristické zaťaženia
STN EN 40-3-2 (34 8340) Osvetľovacie stožiare. Časť 3-2: Návrh a overenie. Overenie skúškami
STN EN 40-3-3 (34 8340) Osvetľovacie stožiare. Časť 3-3: Návrh a overenie. Overenie výpočtom
STN EN 40-4 (34 8340) Osvetľovacie stožiare. Časť 4: Požiadavky na osvetľovacie stožiare zo železobetónu a predpätého betónu
STN EN 40-4/O1 (34 8340) Osvetľovacie stožiare. Časť 4: Požiadavky na osvetľovacie stožiare zo železobetónu a predpätého betónu
STN EN 40-4/Oa (34 8340) Osvetľovacie stožiare. Časť 4: Požiadavky na osvetľovacie stožiare zo železobetónu a predpätého betónu
STN EN 40-5 (34 8340) Osvetľovacie stožiare. Časť 5: Požiadavky na oceľové osvetľovacie stožiare
STN EN 40-6 (34 8340) Osvetľovacie stožiare. Časť 6: Požiadavky na hliníkové osvetľovacie stožiare
STN EN 40-7 (34 8340) Osvetľovacie stožiare. Časť 7: Požiadavky na osvetľovacie stožiare z polymérov vystužených vláknom

Rozmiestnenie osvetľovacích stožiarov alebo závesných prvkov:

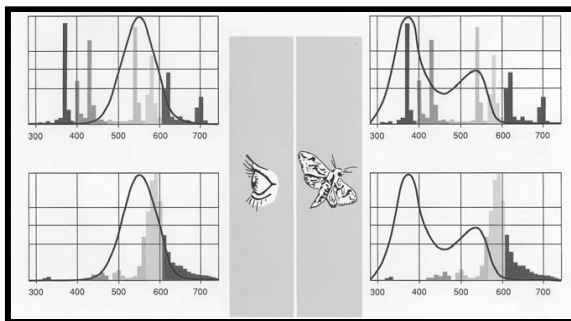
- má účinne prispievať k optickému vedeniu vodičov po komunikácii;
- nesmie obmedzovať použitie detských kočíkov rôznych variácií a zdravotne ťažko postihnutých vodičiarov a nesmie brániť prejazdu nákladných automobilov, ktorých výška nepresahuje vyznačené parametre;
- nesmie zhoršovať viditeľnosť dopravného značenia;
- musí umožniť premiestňovanie rôznych mechanických pomôcok na údržbu osvetľovacieho zariadenia.

Možnosti zlepšenia životného prostredia

Svetlo zo svietidiel vyžarované nad horizontálou sa rozptyľuje do atmosféry, zhoršuje prirodzenú viditeľnosť hviezd a obmedzuje možnosť astronomického pozorovania. Bezpochyby aj vyžarovanie svetla do susediacich nehnuteľností pôsobí rušivo. V mnohých prípadoch je potrebné ohraničiť rušivé pôsobenie osvetlenia

pozemných komunikácií vo voľnej krajine, vo vidieckych alebo predmestských podmienkach. Obmedzujúce oslnenie a rušivé svetlo sa však dá obmedziť rozmiestnením svietidiel a vhodným clonením svetelných zdrojov. Preto výber svietidla, výška osvetľovacích stožiarov, dĺžka a sklon osvetľovacích výložníkov na stožiaroch sa má dobre zvážiť s požiadavkami na obmedzenie oslnenia a kontrolu rušivého svetla. Osvetlenie pozemných komunikácií by malo byť pre zrak príjemné, dostatočne výkonné a spĺňať nielen požiadavky bezpečnosti, ale aj estetické hľadiská.

Problém je najmä v tom, že miestna samospráva v mestách či obciach často uprednostňuje nevhodné žiarivkové svietidlá a nerešpektuje ani vyžarovanie svetla v smeroch, kde to nie je potrebné, ani žiaduce a podceňuje vplyv spektrálneho zloženia svetla na rastliny a hmyz. V tejto súvislosti si treba uvedomiť, že nízkotlakový výboj žiariviek sa skladá z nežiadúceho ultrafialového žiarenia, fialového, modrého alebo zeleného svetla, na ktoré samovražedne reaguje hmyz. Všeobecne platí, že to, čo je neekologické, býva v obvyklých prevádzkových podmienkach aj energeticky a ekonomicky neefektívne. V prípade žiarivkových svietidiel je táto situácia neúnosná.



Pomerná spektrálna citlivosť oka človeka a hmyzu a spektrálne rozdelenie žiarivového toku vysokotlakovej ortuťovej výbojky (hore) a vysokotlakovej sodíkovej výbojky (dole)

(Zdroj: Grundlagen der Lichttechnik. Ein Überblick. LTG- Schulungsseminar 6. und 7. Oktober 2005)

Zatiaľ sa pri výbojkách využívajú aj materiály, ktoré nie sú priateľské k prírode. Niektoré druhy výbojok obsahujú ortuť, ktorá negatívne ovplyvňuje životy a zdravie občanov. Takže výbojky a kompaktné žiarivky, či lineárne žiarivky nepatria do bežného komunálneho odpadu. Treba ich zbierať. Za nakladanie s elektrozariadeniami a elektroodpadom sú zodpovední výrobcovia a obchodníci elektrozariadení. Prikázal im to zákon o odpadoch (Zákon č. 223/2001 v znení neskorších predpisov). Na plnenie povinností zberu elektroodpadu v kategórii osvetľovacia technika (svietidlá a svetelné zdroje) sa vytvorili na Slovensku kolektívne systémy EKOLAMP a ETALUX.

Renomovaní výrobcovia svetelných zdrojov dnes investujú najmä do kvality životného prostredia. Dopady každého nového produktového radu svetelných zdrojov na životné prostredie sa skúšajú v šiestich oblastiach. Presne sa určuje energetická účinnosť, obsah nebezpečných látok, najmä ťažkých kovov. Pre posúdenie ekologickosti je dôležitá aj spoľahlivosť po dobu životnosti či recyklovateľnosť. Okrem toho hmotnosť svetelných zdrojov hovorí o tom, či sa ušetrí palivo a tiež emisie oxidu uhličitého. Z pohľadu ekológie je dôležitý aj taký detail, ako je balenie svetelných zdrojov – kompaktnosť, vrátane obalu znižuje množstvo použitého materiálu a znižuje objem odpadu.

Riešenie problémov vo verejnom obstarávaní

Mestá či obce na Slovensku riešia obnovu a rekonštrukciu osvetlenia pozemných komunikácií často s chybami a bez súvislostí. Zmeny, opravy či úpravy, ktoré potom zaplatia všetci z mestskej pokladne či obecnej, sú preto často málo efektívne. Z balíka, ktorý sa do osvetlenia pozemných komunikácií investuje, sa dajú získať oveľa komplexnejšie a efektívnejšie riešenia. Treba brať do úvahy nielen investície potrebné na obnovu a rekonštrukciu osvetľovacích zariadení, ale aj ich ekonomickú prevádzku - bez plytvania energiou. S čím teda treba počítať a za čo všetko platiť, keď sa hľadá nové vyhotovenie osvetľovacích zariadení pozemných komunikácií? Sú to investičné náklady, ďalej náklady na prevádzku a nakoniec treba zaplatiť za likvidáciu odpadu po ukončení životného cyklu osvetľovacích zariadení.

Investičné náklady, to je vlastne cena výkopových prác, káblov, osvetľovacích stožiarov, výložníkov a základov, vrátane inštalácie stožiarov. Ďalej sem patrí cena svietidiel a výbojok, vrátane montáže svietidiel. Taktiež treba zaplatiť aj za pripojenie osvetľovacieho zariadenia k elektrickej sieti. Tieto náklady sa odpisujú postupne, počas určitej doby, s určitou úrokovou mierou. Náklady na audit a projekty osvetľovacích zariadení má zabezpečiť dodávateľ bezplatne. Náklady počas prevádzky osvetlenia pozemných komunikácií sú dané predovšetkým cenou elektrickej energie rôznych dodávateľov. Vplýva na ne však aj inštalovaný príkon svietidiel, počet

svietiacich hodin a náklady na údržbu. Preto by mali projekty obsahovať kompletný plán údržby. Náklady po ukončení životného cyklu osvetľovacích zariadení predstavujú výdavky na recykláciu a opätovné zhodnotenie materiálov a látok získaných z odpadu.

Pod obnovou a rekonštrukciou osvetlenia pozemných komunikácií myslíme nielen výmenu zastaralých svietidiel za nové, ktoré majú optimálne rozloženie svetelného toku zdrojov svetla a minimalizujú vyžarovanie svetla v smeroch, kde to nie je potrebné, ani žiadúce. Ide aj o správny výber výbojok. Nemá cenu investovať do kvalitných svietidiel a zároveň všade inštalovať zastaralé vysokotlakové ortuťové výbojky alebo nevhodné žiarivky. Čo sa týka nákupu svietidiel neexistuje žiadne všeobecné pravidlo. Všetkých výrobcov a typy svietidiel sa nedá zhrnúť. Pre niektorých výrobcov je tento segment trhu prioritný a preto je aj ponuka týchto svietidiel rozsiahla.

Mestá či obce pri obnove a rekonštrukcii osvetľovacích zariadení zvyčajne vypíšu súťaž. Veria, že trhové prostredie vygeneruje pre nich tú najlacnejšiu a technicky najdokonalejšiu verziu. Nie vždy je to pravda. Jednotlivé kritériá na vyhodnotenie ponúk, najmä technické špecifikácie, sú natoľko zavádzajúce a otázne, že ich nedosiahne žiadny uchádzač alebo záujemca. Vieme, že samotné verejné obstarávanie je náročné. Má totiž presné pravidlá a trvá zvyčajne niekoľko mesiacov. Okrem toho, sú známe ťahanice po oznámení výsledku, keď neúspešní uchádzači môžu námietkami predĺžiť celý proces, aj na dlhšie ako rok. Možno tieto obavy vedú k tomu, že zákazky na dodanie svietidiel na osvetlenie pozemných komunikácií, za niekoľko desiatok miliónov korún, sa na Slovensku občas realizujú priamym zadáním. Obchádzať verejnú súťaž sa však nevyplatí. Dôležité je dobre nastaviť normatívne svetelnotechnické požiadavky. Preto užitočné pomenovať nedostatky vo verejnom obstarávaní, pri objednávaní zákaziek na obnovu a rekonštrukciu osvetlenia pozemných komunikácií.

Treba spomenúť najmä tieto nedostatky:

- Svetelnotechnické požiadavky na osvetlenie pozemných komunikácií by sa mali opierať o normy STN EN 13201. Často sa, bez udania dôvodov, požaduje záznam o monitoringu osvetlenia podľa zrušenej normy STN 36 0400 Verejné osvetlenie a pridružených noriem STN 36 0410 a STN 36 0411, a to pri najprimitívnejšom vybavení meracími prístrojmi na určenie svetelnotechnických vlastností osvetľovacích zariadení pozemných komunikácií. Inými slovami, verejný obstarávateľ má vyžadovať splnenie platných noriem, nie tých, čo určovali pravidlá pred rokmi.
- Kostrou osvetlenia by mali byť výbojkové svietidlá. Svojrázne sa, ako podmienka účasti vo verejnom obstarávaní, vyžaduje úradne overený doklad o výsledkoch meraní intenzity osvetlenia pre nevhodné žiarivkové svietidlá. Doklad má byť vydaný nezávislou skúšobňou pri záporných teplotách. To je jednoznačne v rozpore s praxou moderného sveta, aj s technickými požiadavkami. Splnenie takto definovanej podmienky účasti vo verejnom obstarávaní je pri tepelných skúškach žiarivkových svietidiel zaťažené metodickou nedôslednosťou, nejednotnosťou a nesprávnosťou postupov pri meraní a hodnotení zaznamenaných hodnôt monitoringu osvetlenia. Je zrejmé, že v prípade výbojkových svietidiel sa úradne overený doklad o výsledkoch meraní intenzity osvetlenia pri záporných teplotách nevyžaduje.
- V oznámení o vyhlásení verejného obstarávania sa často objavuje požiadavka, aby sa uchádzač alebo záujemca, prezentoval ďalším dokladom - úradne overeným výsledkom skúšok odolnosti základných materiálov svietidiel. Doklad má byť tiež od nezávislej autorizovanej skúšobne a má určovať odolnosť voči klimatickým podmienkam ovzdušia. Objavujú sa tiež požiadavky na predloženie dokladu o životnosti svietidla, potvrdeného akýmiisi skúšobnými protokolmi autorizovanej skúšobne. To sú, podľa nás, nepochopiteľné požiadavky. Sú to nekontrolovateľné doklady, ktoré podporujú neprehľadnú hospodársku súťaž. Namiesto toho je dôležitý súbor pokynov, ktoré určujú cyklus údržby (predovšetkým opakovanie výmeny výbojok, intervaly čistenia svetelných zdrojov a svietidiel) a obslužné predpisy. Mimochodom, žiadna z technických noriem členských štátov CEN nespomína predchádzajúce kritériá a požiadavky na vyhodnotenie ponúk. V krajnom prípade sa pri investičnom zámere osvetlenia pozemných komunikácií udáva život osvetľovacej sústavy. Život osvetľovacej sústavy treba chápať ako dobu, po uplynutí ktorej, nemôže byť osvetľovacia sústava obnovená tak, aby vyhovela požiadavkám na výkon, v dôsledku nevratných znehodnotení.
- Treba poznamenať, že každé obmedzujúce opatrenie sa musí vopred oznámiť orgánom EÚ a musí sa s ním oboznámiť každá krajina. Vnútrotný trh EÚ nesmie mať vnútorné hranice, ktoré by obmedzovali voľný pohyb tovaru. Ako teda nastaviť pravidlá? Aký mechanizmus vo verejnom obstarávaní dokáže objektívne vyjadriť požadované náležitosti? Jednoznačne, stačí, ak uchádzač alebo záujemca na účely zákona o verejnom obstarávaní, vyhlási zhodu s príslušnou právnou úpravou. Určite stačí, ak firmy deklarujú, že poskytujú svietidlá v súlade s nariadením vlády Slovenskej republiky číslo 308/2004 z apríla 2004, ktorým sa definujú podrobnosti o technických požiadavkách a postupoch posudzovania zhody pre elektrické zariadenia, ktoré sa používajú v určitom rozsahu napätia. Podobne vyhovujú tie

zariadenia, kde firma deklaruje súlad s nariadením vlády Slovenskej republiky číslo 245/2004 z apríla 2004, o podrobnostiach a technických požiadavkách na výrobky z hľadiska elektromagnetickej kompatibility, ak svietidlá obsahujú elektronické konštrukčné súčiastky. Ak sú splnené požiadavky noriem, mesto či obec získavajú istotu, že úroveň bezpečnosti požiadaviek svietidiel, je prinajmenšom rovnaká, ako v harmonizovanej norme. V praxi sa stále stretávame s nepochopením významu a dobrovoľného charakteru technických noriem. Citácie týchto noriem v kritériách na vyhodnotenie ponúk vo verejnom obstarávaní, môžu ustanoviť zodpovednosť uchádzačov za všetky aspekty elektrickej, tepelnej alebo mechanickej bezpečnosti svietidiel. Na základe Vyhlásenia o zhode, v zmysle príslušnej európskej smernice (č. 93/68/EHS), možno svietidlo označiť značkou CE. Vyhlásenie o zhode sa vydáva na základe vlastného posúdenia zhody (tam, kde sú všetky požiadavky pokryté harmonizovanými technickými normami).

Z uvedeného vyplýva, že je treba odstrániť nejasné podmienky vo verejnom obstarávaní pri zadávaní zákaziek na obnovu a rekonštrukciu osvetlenia pozemných komunikácií, ktoré umožňujú manipulovať s výsledkami súťaži a s výberom vhodných výrobkov.

Literatúra

[1] Horňák, P.: Príručka osvetlenia pozemných komunikácií. PHILIPS, august 2008

Výpočet činitele denního osvětlení objektů

Nová Karolína

Miroslav Hrabčík Ing., Martin Vysloužil Ing.

VŠB-TU Ostrava, FEI, katedra elektroenergetiky, 17.listopadu 15, 708 33 Ostrava - Poruba,
tel.: +420 597 324 362, mail:miroslav.hrabcik.st@vsb.cz, martin.vyslouzil.st@vsb.cz

Abstrakt:

Článek popisuje problematiku praktického výpočtu činitele denního osvětlení pro rozsáhlé budovy. V úvodu jsou uvedeny technické podklady z norem ČSN požadované pro dané místnosti z objektů a provozovanou činnost v nich. Další část se zabývá modelováním, výpočtem velkého obchodního centra Nová Karolína a následovně bytovými jednotkami v oblasti Nové Karolíny. Zde se hlavně zaměřujeme na problémy vzniklé při modelování a výpočtu.

1. Teoretické podklady pro prováděné výpočty:

• Osvětlovací soustavy denního osvětlení:

Jsou posuzovány z hlediska zajištění světelné pohody ve vnitřních prostorech příslušných budov v procesu jejich využívání po dobu životnosti stavby podle legislativních a souvisejících podkladů.

Jedná se zejména o problematiku splnění hygienických požadavků. K osvětlení pracovišť, včetně spojovacích cest, se užívá denní, umělé nebo sdružené osvětlení. Osvětlení pracovišť a spojovacích cest mezi jednotlivými pracovišti denním, umělým, nebo sdruženým osvětlením musí odpovídat náročnosti vykonávané práce z pohledu zrakové činnosti a ochrany zdraví v souladu s normovými hodnotami a požadavky. Pracoviště, na němž je vykonávána trvalá práce, a na kterém nemohou být splněny hodnoty pro denní ani sdružené osvětlení, 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 zřídit dostačující počet nebo dostatečnou velikost osvětlovacích otvorů;
- d) na němž zpracováván materiál, povaha výrobků nebo činnosti vyžadují vyloučení denního světla nebo zvláštní požadavky na osvětlení, například použití technologicky nutných vlnových délek spektrálního složení světla, které nelze docílit denním osvětlením;
- e) kde je nutné zajištění ochrany zdraví zaměstnance před pronikáním chemické látky, aerosolu nebo prachu z výrobní nebo jiné činnosti, jejichž zdrojem je technologie.

• Základní požadavky na denní osvětlení:

Denní osvětlení vnitřních prostorů budov a jejich funkčně vymezených částí se navrhuje podle zrakových činností, pro které jsou určeny a kterým denní osvětlení slouží.

Nejnižší přípustné hodnoty: činitele denní osvětlenosti (č.d.o.) v nákupním centru D_{\min} jsou stanoveny pro dále specifikované charakteristické vnitřní prostory, podle požadavků uvedených pro pracovní prostory (trvalá pracoviště) [1]:

Osvětlovaný prostor:	prodejny, kanceláře, kuchyně, restaurace, občerstvení, sklady	
Požadavek:	třída zrakové činnosti IV	
	činitel denní osvětlenosti	$D_{min} = 1,5\%$; $D_m = 5,0\%$
	rovnoměrnost	$r = 0,2 [-]$

Tab. 1: Parametry pro č.d.o [1].

• Sdružené osvětlení:

Sdružené osvětlení je záměrné současné osvětlení denním a doplňujícím umělým osvětlením [2]. Hodnoty sdruženého osvětlení se stanoví a posuzují v kontrolních bodech na srovnávací rovině, rozmístěných podle [1] v celém vnitřním prostoru nebo v jeho funkčně vymezených částech. Ve vnitřních prostorech se sdruženým osvětlením mohou být pásma:

- s vyhovujícím denním osvětlením podle [1];
- se sdruženým osvětlením s úrovní denního osvětlení nižší, než požaduje [1], ale vyhovující požadavkům této normy;
- s osvětlením pouze umělým s úrovní denního osvětlení nižší, než požaduje norma [2].

Nejnižší přípustné hodnoty činitele denní osvětlenosti: D_{min} [%] jsou stanoveny pro dále specifikované charakteristické prostory, s nejnižší přípustnou hodnotou osvětlenosti E_m [%] doplňujícího sdruženého osvětlení:

Osvětlovaný prostor:	prodejny, kanceláře, kuchyně	
Požadavek:	třída zrakové činnosti IV	
	činitel denní osvětlenosti	$D_{min} = 0,5\%$; $D_m = 1,5\%$
	udržovaná osvětlenost	$E_m = 750 [lx]$
	rovnoměrnost	$r = 0,2 [-]$
	náhradní teplota chromatičnosti	$T_{cp} < 3\ 300$ až $5\ 300$

Tab. 2: Parametry pro č.d.o [2].

2. Výpočet denního osvětlení prověřovaných prostorů

Technické dispozice budovy obchodní centrum:

Plocha centra:	56 000 m ²
Výška po prosklenou střechu od země:	24 m
Celková výška i s komínem:	45 m
Podzemní prostory zapuštěny:	10 m
Počet počítaných místností:	cca 350
Počet pater:	6
Hrana budovy:	cca 170 m



Obr. 1: Počítané obchodní centrum.

- **Příprava modelu pro výpočetní program:**

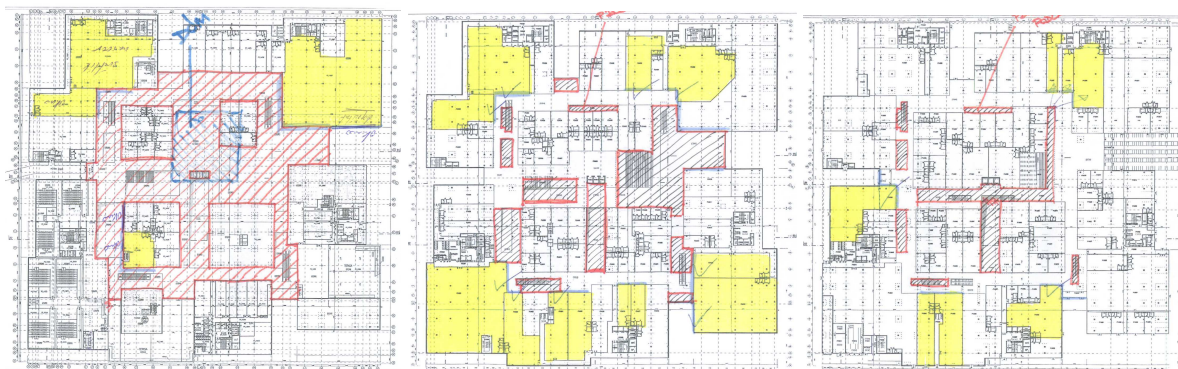
Obchodní centrum:

Po seznámení se zadáním výpočtu denního osvětlení obchodního centra Nová Karolína bylo nutné vyřešit problémy, které spočívají ve složitosti osvětlovacích systému, které budou přivádět denní světlo do vnitřních částí objektu. Rozlehlý objekt obsahoval boční osvětlovací otvory, horní osvětlovací otvory a rozsáhlou prosklenou střechu, která propouštěla světlo do celého komplexu pomocí otvorů mezi patry a difuzních prosklených podlah.

Původní myšlenkou bylo namodelovat celý objekt jako celek a spočítat č.d.o. jednotlivé požadované místnosti. Problémy, které bylo nutné simulovat: objekt jako celek, horní i boční osvětlovací otvory (včetně střechy), možnost prostorového členění modelu, editace více místností najednou, použití nesymetrických místností, spolupráce s CAD systémy, možnost exportu vypočtených dat, možnost editace parametru ploch, atd.

Daný problém jsme se snažili řešit v několika programech, ale ani jediný software nebyl schopen splňovat všechny požadavky takto složitého modelu. Největší problém bylo veliké množství překážek, které tak nebylo možno definovat pro každou místnost zvlášť. Řešením bylo definovat objekty a systém překážek v nich, dále byly v objektech dodefinovány místnosti. Částečně jsme tyto problémy vyřešili použitím programu Wdls. Čímž se majoritně snížila časová náročnost na editaci modelu.

Po navržení modelu byl počet počítaných místností 226 s více jak 200 překážek na úpravu prostupu světla a další překážky v jednotlivých místnostech. Nejvíce překážek padlo na zamezení prostupu světla mezi patry, kde nebylo možno ve své podstatě definovat podlahu jako plochu s otvory, ale jako systém čtvercových, nebo obdélníkových překážek. Viz Obr. 2. Další překážky, které se museli definovat, nahrazovali vzájemné stínění místností mezi sebou, protože program počítal vždy jen s jednou místností a ostatní „neviděl!,,.



Obr. 2: Ukázka světlíku v budově pro jednotlivá patra.

Počty jednotlivých místností a překážek ukazují na časovou náročnost výpočtu, která se nám posléze ukázala jako veliký problém. Při výpočtu jedné místnosti, za akceptování třech odrazů, se pak výpočtová doba lišila dle počtu výpočetních bodů, celkový čas se pak přibližoval, i ke dvěma hodinám. Výpočtem bylo zjištěno, že použití jednoho odrazu, místo tří, má vliv jen na nižší hodnoty č.d.o., což bylo akceptovatelné. Prakticky jsme pak přešli k výpočtům jen s jedním odrazem, který nám čas hodně zkrátil.

Při výpočtu pak bylo zapotřebí některé překážky vypínat a později aktivovat, aby byla simulace věrohodnější a kratší. V tak velkém počtu místností to vyžadovalo dobré poznámky, aby se člověk orientoval v jednotlivých položkách v programu. V prostorech, kde k osvětlení přispívá denní světlo procházející přes eskalátory, mohlo dojít k určitému zkreslení výpočtů, protože nelze přesně namodelovat jejich tvar a parametry. K dalšímu zkreslení vypočtených hodnot docházelo u místností se složitými tvary, které také nelze věrně do výpočetního programu namodelovat a je tedy nutné provést určitá geometrická zjednodušení, protože program dovoluje definovat místnosti jen symetricky. Některé hrany pak musely být dodefinované pomocí vnitřních překážek.

Doby výpočtů se pak lišily podle umístění místnosti a její velikostí, některé místnosti pak byly rozměrově větší jak 1000 m², kde pro velký počet výpočetních bodů byl postup obzvláště zdlouhavý. Průměrný čas pro simulaci jedné místnosti byl kolem 30 minut, celý postup pak prodlužovaly chyby v zadávání, které se občas vyskytovaly. V daném časovém plánu, co byl navrhnout zadavatelem, jsme museli použít více počítačů.

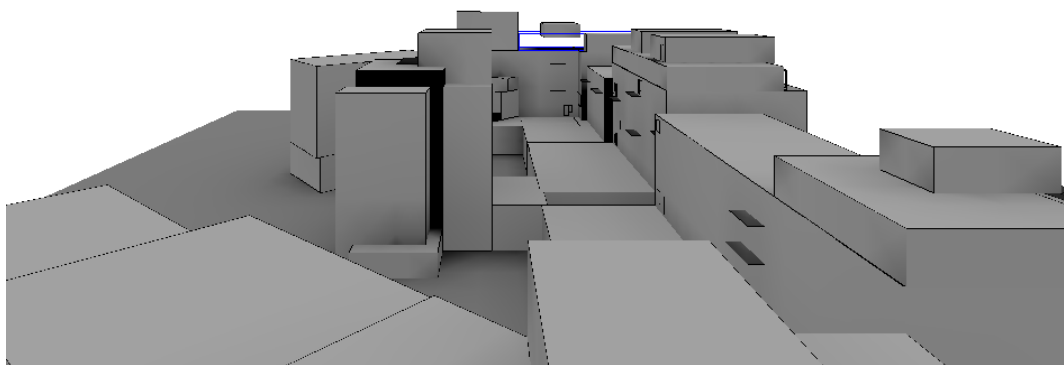
Bytové jednotky:



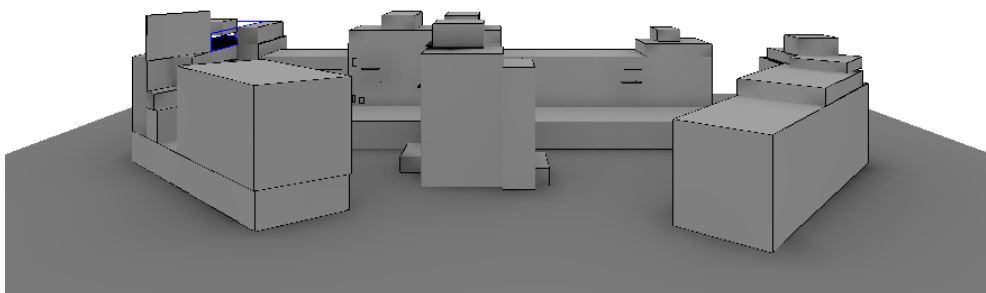
Obr. 3: Situační model budov Nová Karolína.

Další částí projektu byl výpočet činitele denního osvětlení pro obchodní a bytové jednotky v přilehlém komplexu. Zde jsme použili stejný software, kde se vyskytly stejné problémy jako u předchozího výpočtu obchodního centra. Začaly se více uplatňovat problémy s definicí šikmých budov a místností. Řešení pak spočívalo v konstrukci více modelů pro

jednotlivá křídla, kde byly požadované počítané místnosti vždy v rovině a šikmé byly jen stínící překážky, které ovlivňovaly vstup světla, viz. Obr.4. a Obr. 5. Zjednodušení oproti předchozímu výpočtu byl výskyt jen bočních osvětlovacích otvorů, ale složitější byla konstrukce střechy, která byla členitá, a vyskytovaly se zde střešní zástavby bytů, které členily systém střechy. Problém byl s definicí některých lichoběžníkových místností s dalším systémem vnitřních příček.



Obr. 4: Boční pohled na bytové jednotky.



Obr. 5: Přední pohled na bytové jednotky.

Závěr:

Takto složitý a rozsáhlý projekt je značně náročný na čas a možnosti věrohodné simulace objektu. Celkové přípravy vyžadují dlouhé studování plánů, kde člověk potřebuje vidět veškeré situace a výkresy podlaží, aby model měl vypovídající vlastnosti. Je potřeba celkový projekt zjednodušit, ale ne za cenu přesnosti.

Literatura:

- [1] ČSN 73 0580-1 Denní osvětlení budov.
- [2] ČSN 36 0020-1 Sdružené osvětlení.

Domáce svietidlo so zdravotne priaznivými účinkami

Milan Hrdlík, AMI Nové Zámky

Iste ten pocit poznáte - najprv je to len niečo, čo preletí hlavou, potom je to nejaké tušenie a nakoniec sa to premení na mozaiku myšlienok, ktorá vás môže sprevádzať aj niekoľko rokov. Prečo sa slovo svetlo tak náramne podobá na slovo svet? Čo to vlastne je - svetlo? Societa, s ktorou sa stýkam najčastejšie, sú svetlári, svetelní technici, projektanti umelého osvetlenia, jednoducho svetlonoši – ako ich nazýva napríklad doc. Ing. Plch, ľudia, ktorí svoj profesný život venovali práci so svetlom. (Svetlonoš znie omnoho lepšie, ako jeho latinský preklad: Lucifer ...) Dá sa vcelku úspešne predpokladať, že títo ľudia vedia o svetle omnoho viac, než ostatná časť ľudstva. Elektromagnetické žiarenie, vlnové dĺžky od-do, lumény a luxy majú v malíčkoch... To, čo však často nevedia, vlastne niektoré vlastnosti svetla ich ako keby ani nezaujímali, je však na svetle možno to podstatné:

Ako svetlo vplýva na človeka?

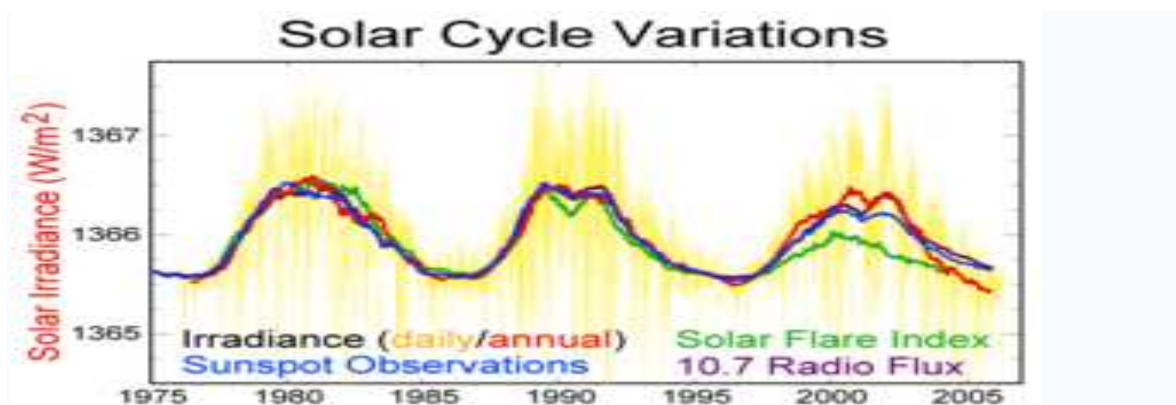
Prečo je interakcia svetla s človekom taká mnohoraká a taká intenzívna?

A odtiaľto je už iba krôčik k úvahe – vieme si náš domov zaplniť takým svetlom, aby sme sa v ňom cítili pohodovo? Aby sme preventívne bojovali proti nemociam a ak už prepuknú, aby sme si ním mohli urýchliť proces liečenia a rekonvalescencie? Ako by také domáce svietidlo so zdravotne priaznivými účinkami malo vyzerat'?

Už na základnej škole nás učili, že základnými faktormi životného prostredia sú svetlo, voda, a vzduch, príroda sa bez nich nezaobíde. Položili ste si niekedy otázku – čo z toho bolo skôr? Starý zákon túto záležitosť rieši hneď v prvých riadkoch, zástupy vedcov tvrdia, že hneď po Big-Bangu bolo žiarenie a toto sa „zaslúžilo“ o vznik hmoty. Iste ste zareagovali, že začiatkom septembra t.r. bol v ústave CERN (vo Švajčiarsku) spustený najväčší urýchľovač častíc, cieľom experimentov je poodhaliť tajomstvo práve zrodu hmoty z energie. OK - prvé bolo svetlo, zhodnú sa všetci. Ale voda bola vo Vesmíre vzápätí po Svetle, vraj. Máme teda Vesmír s vodou a v ňom okrem mnohých iných, aj naša galaxia, naše Slnko.

Slnko ako zdroj energie

Výkon Slnka, ako žiariča energie je kvantifikovaný slnečnou konštantou $k = 1,36 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. (Zdroj: Wikipedia). Z pozemských pozorovaní bola slnečná konštanta (tok [slnečnej energie](#) prechádzajúci plochou 1 m^2 , kolmou na smer lúčov, za 1 s v strednej vzdialenosti [Zeme](#) od [Slnka](#)) určená s nepresnosťou 2% vzhľadom na nestabilitu atmosférických podmienok i vzhľadom na to, že [atmosféra](#) neprepúšťa slnečné žiarenie v celom rozsahu [spektra](#).



Zmeny slnečnej konštanty. Žlté krivky ukazujú denné družicové merania.

Celkové množstvo žiarenia prijímaného Zemou zo Slnka je určené zemským prierezom (πR^2), ale ako [planéta](#) rotuje, je táto energia distribuovaná na celý [zemský povrch](#) ($4 \pi R^2$). Z toho dôvodu je priemerná hodnota množstva slnečného žiarenia rovná jednej štvrtine slnečnej konštanty – okolo 342 W/m^2 . Konkrétne množstvo slnečnej energie

dopadajúce v danom mieste a čase na povrch je tiež ovplyvnené stavom atmosféry a [zemepisnou šírkou](#). Množstvo slnečnej konštanty sa periodicky mení aj preto, že Zem obieha okolo Slnka po [elipse](#). Presné merania tiež ukazujú, že slnečná konštanta nepatrne kolíše aj s množstvom [slnečných škvŕn](#), jej dlhodobé zmeny veľkosti približne jedného promile spôsobuje jedenásťročný slnečný cyklus.

Ak by sme prenásobili dennú expozíciu slnečného žiarenia na osvetlenú časť zemegule dobou expozície 5 mld. rokov (odhadovaný vek Slnka), ak aj potom odpočítame časť energie, ktorá sa pohltí v atmosfére (ale aj tá je súčasťou Zeme!) a časť vyžiarenú späť do Vesmíru, dopracujeme sa k takým obrovským hodnotám dodanej energie, pri ktorej suma elektrickej energie vyprodukovaná ľudstvom je úplne zanedbateľná.

Zmieňujem sa o tomto tak podrobne preto, aby som svojou troškou do mlyna uspokojil tých, čo prejavujú obavy z energetickej krízy po vyčerpaní dnes prevládajúcich „energonosičov“. Všetky dnes bežne známe formy spotrebúvanej energie pochádzajú premenou zo slnečnej energie, aspoň heslovite podložím toto tvrdenie na zopár príkladoch:

- 1) Tepelné elektrárne (založené na spaľovaní uhlia, ropných produktov, zemného plynu) – všetky tieto fosílné akumulátory energie vznikli pôvodne fotosyntézou, u ktorej je svetlo zo Slnka nutným predpokladom
- 2) Veterná energia – Slnko ohrieva rôzne druhy povrchu Zeme, tým sa ohrievajú masy vzduchu na rôzne teploty a následné rozdiely tlakov spôsobujú ich masívne „prelievanie sa“, inými slovami vzniká vietor – prúdenie vzduchu
- 3) Vodné elektrárne – kolobeh vody v prírode sa bez Slnka nezaobíde
- 4) Atómová energia – tu nie je príčinná súvislosť až taká zrejmalá, ale veci pomôže, keď si pripomenieme, že existujú aj iné hviezdy ... A ešte čosi: ak preskočí elektrón v dôsledku absorpcie energetického impulzu na vyššiu hladinu, v čase cca 10^{-8} s sa vráti na pôvodnú hladinu, pričom atóm vyžiari fotón – elementárnu dávku elektromagnetického žiarenia v hodnote súčinu Planckovej konštanty a frekvencie daného žiarenia.

Slnko ako zdroj života

Aby som sa dostal k meritu veci, považujem za potrebné priniesť tieň molekuly vody do mora poznania a pripomenúť, že život na Zemi sa vyvinul do nami poznanej podoby najmä vďaka pôsobeniu Slnka. Voda sa na Zem dostala pravdepodobne dopadom komét, ktoré vo svojom jadre ju obsahujú, ako vznikol atmosférický obal Zeme – to by vydalo na sériu prednášok, po čase boli vytvorené teda všetky faktory pre vznik Života. Energiu dodáva Slnko, voda vytvára vhodné prostredie, vzduch obsahuje plynné zložky potrebné pre biochemické reakcie. Takže Život je determinovaný práve týmito faktormi a prispôbil sa im:

- 5) slnečné žiarenie obsahuje UV žiarenie (cca 3%), viditeľné svetlo (43%) a IČ žiarenie (55%). Už to tiká! UV žiarenie, najmä UV-A je lákadlom na dovolenky pri mori, pigmentácia kože sa mení..., viditeľné svetlo nám sprostredkúva cca 80% všetkých informácií a IČ žiarenie naša koža a následne celý organizmus indikujú najmä ako teplo, ale má omnoho viac účinkov. Fascinujúce na tomto je, že ľudský organizmus dokáže dokonale prijímať celé spektrum slnečného žiarenia, je na ňom závislé.
- 6) Nechcem, aby ste to chápali ako teologickú, či inak zaobalenú ideologickú otázku, ale mám za to, že všeobecne sa prijíma nasledovná časová postupnosť vo vývoji života: najprv bolo svetlo (teplo), potom vznikol hmotný Vesmír, potom dlho nič (???), objavili sa plyny, pary,... a potom sa objavil Život!

Celý tento zázrak trval miliardy rokov, astronómovia v tom majú jasno, ale tiež nie celkom jednoznačne odhadujú, koľkože to tých miliárd bolo? Prvotné formy života boli jednobunkové organizmy, ale už aj tie boli závislé na svetle/teple a na existencii vody. Obal jednobunkových organizmov ohraničil prvý živý mikrokozmos: jadro a všeličo v tomto jadre, vodu. V tých časoch možno ešte obloha nebola modrá, preto tieto organizmy reagovali na takú farbu svetla, akú im okolie poskytovalo, a predpokladám, že kdesi tu je základ toho, ako rôzne farby môžu živým tvorum pomáhať, alebo aj škodiť.

Ročné obdobia sa striedali, skoro ako dnes a cyklus dní a nocí bol prítomný tiež – cirkadiánne procesy sa vpísali do génov a tie sa reprodukovali v evolučnom procese a významné veci z prahistórie si takto pamätajú niektoré naše bunky dodnes, pretože flóra a fauna sa v tomto prostredí vyvíjala, neskôr aj Homo sapiens sapiens. Jeho história sa ráta na asi 25.000 rokov.

Slnko ak zdroj svetla

Ak teda považujeme Slnko za prazdroj svetla a za jeho synonymum, treba si uvedomiť, že je za tým omnoho viac a ak budeme hľadať „dokonalé“ svetlo, tak si po inšpiráciu bude treba chodiť tak asi 150 mil. kilometrov ďaleko, alebo sa pozrieť (opatrne!!!) na žiarivý kotúč na bezoblačnej modrej oblohe.

Dynamika a farba denného svetla sú atribúty, na ktoré sa doposiaľ pri projektovaní umelého osvetlenia dosť zabúdalo. Existujú jednoznačné normatívy na hodnotu osvetlenia a osvetlenia, jednotného činiteľa oslnenia UGR, dokonca sa v EN 12 646 objavili aj požiadavky na všeobecný index podania farby Ra. Vývoj pokračuje v skúmaní ako človek reaguje na rôzne farby svetla, podiel modrej zložky a odhalenie receptorov v ľudskom oku, ktoré sú citlivé práve na túto farbu, pričom detekcia spôsobuje vydanie podnetu pre vylučovanie hormónu kortizol, ktorý aktivuje reakčné schopnosti celého organizmu – to je len vrchol ľadovca.

Postupne veda bude zisťovať, ktorá farba svetla spôsobuje akú telesnú reakciu. Žltá – pomáha pri hojení povrchových rán, červená – upokojuje, vyvoláva pozitívne reakcie. A teraz si predstavujem nejakého nášho prapredka, ešte stále žijúceho v jaskyni a rozmýšľam – akú farbu svetla videl ráno ako prvú? Modrú farbu rannej oblohy! Príroda sa budí do nového dňa, treba byť v strehu! Poranil som sa? Poďme pekne na zlatisté slnečné svetlo (žltá zložka maximalizovaná) a rana sa nám na teple začne rýchlejšie celiť. Večer pri ohníčku, prevládajú červené tóny – nechám na fantázii každého z vás, aké emócie a aktivity z takejto pohody môžu vyplývať.

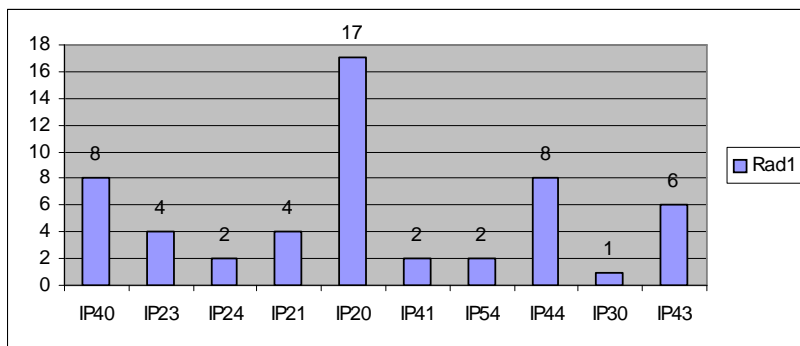
Takže, ak niekto sa pozastavuje nad tým, či farba svetla a jeho časové zmeny by mohli byť dôvodom na reakciu ľudského organizmu podľa istých zákonitostí, treba túto etapu vnímania a hodnotenia parametrov osvetlenia považovať za historicky prežitú a zmieriť sa s tým, že začína etapa návratu k prírode aj v tejto oblasti.

V našej spoločnosti sa o.i. zaoberáme námetom pripraviť do sériovej výroby svietidlo určené pre domácnosti, ktoré by ponúkalo rôzne druhy optického žiarenia a ktoré by malo zdravotne prospešné účinky. V rámci turné „AMI za Vami - 2008“ sme požiadali 170 respondentov - najmä z radov projektantov umelého osvetlenia, aby vyplnili dotazník, niekoľko otázok v ňom bolo venovaných analýze základných technicko-ekonomických parametrov, ktoré by malo takéto svietidlo malo spĺňať. Dostali sme naspäť 110 vyplnených výtlačkov. Niektoré odpovede boli nadmieru zaujímavé, ako môžete posúdiť sami z nasledovného vyhodnotenia.

Otázka bola formulovaná nasledovne:

Čo by malo spĺňať svietidlo pre domácnosť s liečivými účinkami svetla?

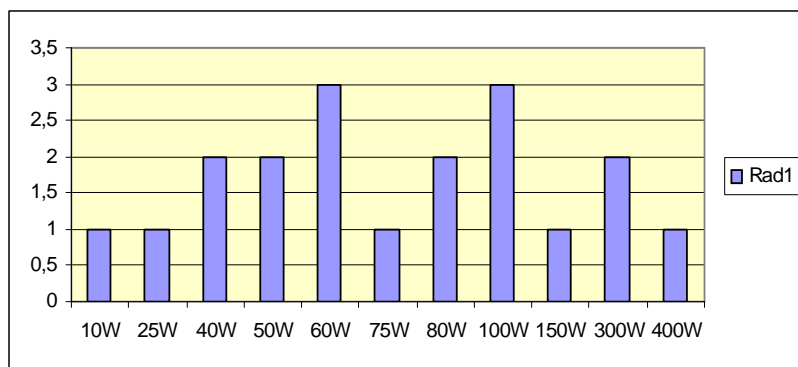
1. Stupeň krytia
2. Trieda ochrany
3. Príkon zdroja IČ žiarenia
4. Príkon zdroja UV-A žiarenia
5. Malo by takéto svietidlo obsahovať RGB menič farieb?
6. Aké by malo byť vyhotovenie svietidla (stolné, stojanové, nástenné)?
7. Aká by bola prijateľná cena takéhoto výrobku?



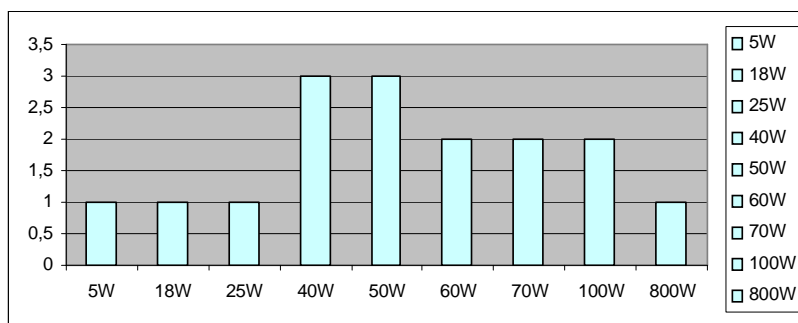
1, Stupeň krytia (54 odpovedí)

2, Trieda ochrany (47 odpovedí)

I. 11%
II. 89%



3, Príkion zdroja IČ žiarenia (19 odpovedí)



4, Príkion zdroja UV žiarenia (16 odpovedí)

5, RGB menič farieb (56 odpovedí)

Áno..... 87%

Nie13%

6, Vyhotovenie svietidla (71 odpovedí)

Nástenné 27%

Stolné 28%

Stojanové 45%

7, Prijateľná cena výrobku (63 odpovedí)

Do 499,-Sk 17%

999,- Sk 59%

1499,- Sk 19%

1999,- Sk 5%

Takže, čo napísať na záver? Aj nám sa pritrafí, že si potrebujeme vylepšovať náladu, potláčať depresívne stavy, hojiť si rany na tele i na duši. Na niektoré nemoci možno ani lieky ešte neexistujú, na mnohé áno, ale vôbec by ma neprekvapilo, keby svetidlo schopné poskytovať rôzne elektromagnetické žiarenia v rozsahu vlnových dĺžok typických pre slnečné svetlo (nazvime ho pracovne „Doktor Svetlo“!) mohlo byť prekvapujúco úspešným prostriedkom pre dosahovanie pozitívnych efektov.

Chcem poprosiť prípadných odborných kritikov, aby sa miernili, túto prednášku som venoval najmä snahe poukázať, ako veci navzájom súvisia, že človek je neoddeliteľnou súčasťou prírody a že jeho interakcia s hlavnými iniciátormi vzniku života na Zemi nie je dielom náhody, ale že ide o úplne zákonitú vec. A preto sa jej netreba brániť, naopak pri poznaní tejto symbiózy je možné z nej vyťažiť pre svoje zdravie mnoho pozitívneho.

Možnosti efektivního osvětlení přednáškových hal

Lukáš Hurt, Ing.

Západočeská univerzita v Plzni, Elektrotechnická fakulta, Katedra elektroenergetiky a ekologie

lhurt@kee.zcu.cz

Možnosti osvětlení

Přednáškové haly jsou zpravidla vnitřní prostory s velkými rozměry, především výškou, aby bylo možné využít stupňovité uspořádání lavic a tím dobrou viditelnost tabule, případně promítací plochy. Tyto prostory lze osvětlovat denním, umělým nebo jejich částí sdruženým osvětlením.

Při využití denního světla je třeba na všech pracovních místech zajistit činitel denní osvětlenosti $D = 1,5 \%$ a rovnoměrnost bočního denního osvětlení $r = 0,2$. Zajistit tyto parametry u velkých přednáškových hal dvoustranným bočním osvětlením je náročný úkol. Pokud technické řešení prostoru umožňuje, je vhodnější pro zajištění požadovaných parametrů denního osvětlení využít horní, případně kombinovaný osvětlovací systém. Osvětlovací otvory by měly být doplněny zařízením pro případné omezení denního světla a oslnění.

Pro umělé osvětlení těchto prostorů je požadována udržovaná osvětlenost $\bar{E}_m = 500 \text{ lx}$ a umělé osvětlení má být regulovatelné. Pro realizaci osvětlovací soustavy jsou využívána zářivková svítidla se stmívatelnými elektronickými předřadníky. Vzhledem k šikmo umístěné srovnávací rovině se doporučuje nerovnoměrné rozmístění svítidel nebo rozdělení svítidel do jednotlivých sekcí samostatně regulovaných. Problém, který je nutno řešit již při návrhu osvětlovací soustavy je provádění její údržby, která je vzhledem k velkým závěsným výškám svítidel náročná.

Ve velkoplošných přednáškových halách je možno určité pásmo přesahující úroveň činitele denní osvětlenosti $D = 0,5 \%$ osvětlit sdruženým osvětlením. Doplnující umělé osvětlení musí být ve funkčně vymezené části se sdruženým osvětlením navýšené o jeden stupeň, to znamená na 750 lx .

Způsob osvětlení a regulace jak denního, tak i umělého osvětlení přednáškových hal závisí na jejich časovém využití v průběhu dne a na zvoleném režimu provozu. Při některých přednáškách je používána tabule a závisí na úrovni denního světla, zda bude nahrazeno nebo doplněno osvětlením umělým. Při používání tabule je zpravidla nutné přisvětlit její plochu asymetrickými svítidly na úroveň osvětlenosti 500 lx , při využití denního i umělého osvětlení posluchárny. Soustavy denního ani umělého osvětlení, které zajišťují osvětlení srovnávací roviny, nejsou schopny osvětlit tabuli na požadovanou osvětlenost.

Při využití moderní audiovizuální techniky při přednáškách je zpravidla zavedená praxe vyloučit denní osvětlení posluchárny zatemněním a pracovní místa studentů osvětlovat i v průběhu dne umělým světlem. Vzhledem k tomu, že světelné výkony současně používaných dataprojektorů jsou vysoké, tyto přístroje zajistí dostatečně vysoké jas i jejich kontrasty na promítací ploše i při denním osvětlení posluchárny.

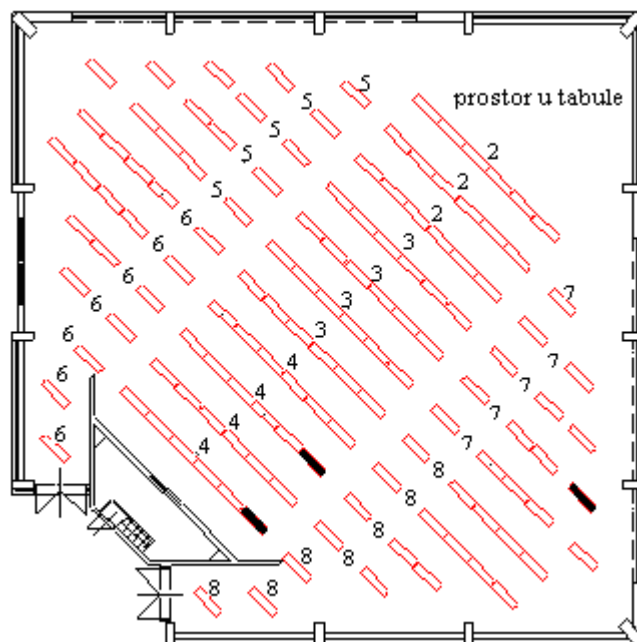
Z úvodních poznámek je zřejmé, že efektivní osvětlení přednáškové haly vyžaduje osvětlovací systém, který je regulovatelný jak při denním, tak i umělém osvětlení. Maximální využívání denního světla a regulace osvětlení umožní při různých režimech provozu posluchárny dosáhnout výrazných energetických úspor.

Zvolený prostor a postup měření

Možnosti osvětlení byly ověřeny v reálném provozu posluchárny EP130 Elektrotechnické fakulty Západočeské univerzity v Plzni. Tento prostor má délku přibližně 22 m , šířku také 22 m , výška u tabule je $7,5 \text{ m}$ a celkem je zde 356 míst.

Instalovaná svítidla jsou zářivková o příkonu $2 \times 36 \text{ W}$ se stmívatelným elektronickým digitálním předřadníkem. Osvětlení tabulí je provedeno asymetrickými svítidly o příkonu $2 \times 55 \text{ W}$. Osvětlovací soustava denního osvětlení je provedena jako dvoustranné (bilaterální) boční osvětlení, jehož zasklená plocha je cca 150 m^2 .

Tato posluchárna se využívá přibližně 45 hodin týdně během celého roku, kromě dvou měsíců prázdnin. Osvětlovací soustava umělého osvětlení je v této posluchárně rozdělena do několika soustav svítidel (viz obrázek 1). Černě označená svítidla byla v době měření mimo provoz.



obrázek 21 Rozdělení soustavy svítidel do sekcí v posluchárně EP 130

V posluchárně jsou nastaveny dva režimy umělého osvětlení:

- plný výkon osvětlovací soustavy umělého osvětlení (zvolen při nedostatečném denním osvětlení) – zpravidla při využívání tabulí,
- snížený výkon osvětlovací soustavy při projekci – režim promítání (uvede se do činnosti data projektor, automaticky se zatáhnou závěsy v posluchárně a soustava svítidel 2 v přední části poslucháren se setmí na předem nastavenou hodnotu osvětlení).

Během roku je zde ze 70 % využíván promítací režim, při kterém je vyloučeno denní osvětlení zatemněním oken.

V této posluchárně byly změřeny a vypočteny hodnoty osvětleností na srovnávací rovině a hodnoty rovnoměrností.

Měření denního, umělého a složek sdruženého osvětlení bylo provedeno při respektování norem ČSN 36 0011-1 „Měření osvětlení vnitřních prostorů – základní ustanovení“, ČSN 36 0011-2 „Měření osvětlení vnitřních prostorů – Měření denního osvětlení“ a ČSN 36 0011-3 „Měření osvětlení vnitřních prostorů – Měření umělého osvětlení“.

Osvětlenost při denním, umělém, případně sdruženém osvětlení byla změřena v uvedené posluchárně na pracovních místech – lavicích a tabuli v rovnoměrně rozložené síti kontrolních bodů. Vzhledem k tomu, že osvětlovací soustava je používána cca 4 roky, tak je možné naměřené a vypočtené hodnoty osvětleností považovat za hodnoty udržované \bar{E}_m , které lze porovnat s hodnotami osvětleností uvedenými v normách. Z naměřených a vypočtených hodnot osvětleností byla provedena kontrola rovnoměrnosti osvětlení r .

Hodnoty sdruženého osvětlení byly stanoveny sečtením hodnot naměřených nejprve při denním světle a poté při umělém osvětlení při zapnutých sekcích osvětlovací soustavy 4, 6 a 8 (viz obr. 1) v zadní části posluchárny.

Měření osvětlení bylo provedeno digitálním luxmetrem Mavolux. V rozsahu měřených hodnot je nejistota luxmetru 1,5 %. Daná svítidla mají instalovaný elektronický předřadník, proto nebylo nutné kontrolovat hodnotu napětí napájecí sítě.

Naměřené hodnoty

Naměřené a vypočtené hodnoty činitele denní osvětlenosti na lavicích včetně rovnoměrnosti při denním osvětlení (vypnutá osvětlovací soustava umělého osvětlení) jsou uvedeny v následující tabulce.

Označení		Veličina	Hodnota
Činitel denní osvětlenosti na lavicích [-]	Maximální	D_{\max}	5,83
	Minimální	D_{\min}	0,25
	Průměrný	\bar{D}	1,49
Rovnoměrnost		r	0,06

Tab. 1 Hodnoty činitele denní osvětlenosti a rovnoměrnosti při denním osvětlení

Z naměřených výsledků denního osvětlení je zřejmé, že v rozměrné přednáškové hale se šikmou srovnávací rovinou nelze bočním denním osvětlením zajistit požadované hodnoty činitele denní osvětlenosti D a rovnoměrnosti osvětlení r na celém půdorysu. Vyhovující hodnota činitele denní osvětlenosti D je přibližně na 60 % půdorysu posluchárny.

Měření umělého osvětlení bylo provedeno při plném výkonu osvětlovací soustavy umělého osvětlení a při zapnutí přisvětlení tabule. V následující tabulce jsou znázorněny hodnoty osvětleností a rovnoměrnosti na srovnávací rovině a tabuli.

Veličina		Hodnota	
Osvětlenost na srovnávací rovině [lx]	Maximální	E_{\max}	599
	Minimální	E_{\min}	161
	Průměrná	\bar{E}	436,7
Rovnoměrnost [-]		r	0,37
Osvětlenost na tabuli [lx]	Průměrná	\bar{E}	574,5
	Rovnoměrnost [-]	r	0,43

Tab. 2 Hodnoty osvětleností a rovnoměrnosti při umělém osvětlení

Z tabulky 2 vyplývá, že průměrná udržovaná osvětlenost \bar{E}_m nesplňuje požadavek normy, což může být způsobeno tím, že po celou dosavadní dobu provozu posluchárny (4 roky) nebyla provedena údržba osvětlovací soustavy. Dále je z těchto hodnot zřejmé, že je vhodně navrženo přisvětlení tabule.

Vzhledem k pásmu s nevyhovujícím denním osvětlením, byla tato část posluchárny přisvětlena umělým světlem. Jedná se o osvětlovací soustavy v zadní části posluchárny označené 4, 6 a 8 (viz obr. 1). Sečtením hodnot osvětleností naměřených při částečném umělém osvětlení a denním osvětlení jsou k dispozici osvětlenosti sdruženého osvětlení (viz tab. 3).

Veličina		Hodnota	
Osvětlenost na srovnávací rovině [lx]	Při denním osvětlení	\bar{E}_d	238,47
	Při umělém osvětlení (zapnuté soustavy 4, 6 a 8)	\bar{E}_u	190,98
	Při sdruženém osvětlení	\bar{E}_s	429,44

Tab. 3 Hodnoty osvětleností při sdruženém osvětlení

Z vyhodnocené úrovně sdruženého osvětlení je zřejmé, že zvolená úroveň umělé složky sdruženého osvětlení není dostatečná a pro její zvýšení bude nutné provést úpravy osvětlovací soustavy umělého osvětlení (údržba, přepojení svítidel v sekcích osvětlovací soustavy, úprava mřížek apod.).

Energetické a ekonomické hodnocení

Posluchárna EP 130 je využita během celého roku a jedná se v první řadě o výuku v semestrech, dále pak využití během zkouškového období a také vyčlenění provozu na jednorázové akce během zimního i letního semestru. Počet vyučovacích hodin byl stanoven na základě rozvrhu hodin zmiňovaných akcí.

V následující tabulce jsou znázorněny hodnoty celkového počtu hodin při plném výkonu osvětlovací soustavy a v režimu promítání, dále příkon osvětlovací soustavy v obou provozovaných případech a také je zde uvedena spotřeba elektrické energie a její cena za 1 rok provozu osvětlovacích soustav.

Provoz osvětlovací soustavy	Příkon P_p [W]	Počet hodin za 1 rok	Spotřeba [kWh]	Cena [Kč]
plný výkon	9504	386	3669	8805,-
promítací režim	9144	1009	9226	22143,-

Tab. 4 Provoz osvětlovací soustavy

Příkon P_p je vypočítán z celkového instalovaného počtu světelných zdrojů v dané posluchárně. Hodnota spotřeby elektrické energie odpovídá počtu vyučovacích hodin, zkouškového období a době trvání jednorázových akcí. Cena spotřebované elektrické energie za 1 rok provozu je vypočítána z celkové spotřeby elektrické energie a průměrné ceny elektrické energie pro velkoobdoběratele (2,40 Kč/kWh).

Z této tabulky je patrné, že je ve větší míře využíván promítací režim oproti plnému výkonu osvětlovací soustavy. Vzhledem k výsledkům z předchozího měření v tomto prostoru vyplývá, že v obou režimech provozu posluchárny je možné využít ve větší míře denní osvětlení, doplněné v zadní části posluchárny osvětlením umělým. Při tomto způsobu osvětlení posluchárny (zapnutí sekcí osvětlovací soustavy 4, 6 a 8), které bylo ověřeno měřením, klesne příkon osvětlovací soustavy umělého osvětlení na 4320 W. Za předpokladu, že při provozu posluchárny bude využito denní světlo v 60 % hodin, lze vyčíslit úspory na spotřebovanou elektrickou energii, které dosahují až 30 % celkové částky uvedené v tabulce 4.

Závěr

Z předchozích kapitol je zřejmé, že problematika osvětlování přednáškových hal je značně složitá a při návrhu osvětlení je třeba komplexně vyřešit případné denní osvětlení včetně jeho regulace, což může výrazně ovlivnit energetickou bilanci prostoru. Rovněž je nutné vhodně navrhnout i osvětlovací soustavu umělého osvětlení, s ohledem na její regulaci a údržbu.

Literatura

- [1] Habel, J. a kol: Světelná technika a osvětlování, FCC Public, Praha, 1995
- [2] Hurt, L.: Jasové poměry ve velkoprostorových učebnách, Technika osvětlování XXIII, Plzeň, květen 2008

Veřejné osvětlení památkové zóny v Ostravě

Přívoze

Petr Chobot, Ing., Alena Muchová, Ing.

PTD Muchová, s.r.o., www.ptdostrava.cz, ptdov@ptdov.cz

Úvod

První zmínky o obci Přívoz, která se rozkládala na břehu řeky Odry, na cestě mezi Opavou a Těšínem jsou již v roce 1377. Název se odvozuje od slova převoz a upozorňuje na polohu v blízkosti řeky. V průběhu staletí byla zřejmě jen malou zemědělsky zaměřenou a po rozdělení Slezska na Rakousko a Prusko i pohraniční vesničkou. Rozmach zaznamenala až po otevření nádraží Severní dráhy Ferdinandovy v roce 1847. Od tohoto data se Přívoz stal velmi důležitým uzlem zajišťujícím osobní i nákladní dopravu pro Moravskou Ostravu. Vedla tudy rovněž tzv. báňská dráha, jejímž prostřednictvím byly v průběhu 2. poloviny 19. století postupně propojeny všechny doly ostravské části revíru. Díky dobrému dopravnímu spojení se z původně zemědělské obce stává v druhé polovině 19. století Přívoz centrem průmyslu. Vznikají doly na těžbu kamenného uhlí, nové průmyslové podniky zaměřené na chemickou a železářskou výrobu. Dochází k nárůstu obyvatelstva. Z původních 423 obyvatel z roku 1843 má Přívoz na konci 19. století již 10 000 obyvatel. Přívoz se stává důležitou, perspektivní a atraktivní zónou, která potřebuje nové urbanistické pojetí oblasti. Územní plán navrhl v roce 1893 významný vídeňský urbanista, architekt a malíř Camillo Sitte, jehož práce ovlivnila urbanistické pojetí i jiných měst v České republice (Olomouce, Děčín, Liberec či Teplice). Okolo Nádražní třídy a v bezprostřední blízkosti nádraží vzniká zcela nové centrum a Přívoz získává typický městský charakter jež byl potvrzen v roce 1900 jeho povýšením na město.

Nejhonosnější domy stály kolem nově zbudovaného Evženova náměstí (dnes náměstí Svatopluka Čecha). V roce 1895 byla PhMr. Emilem Kinským otevřena lékárna „U Madony“ na rohu Nádražní třídy a ul. Štěpánčiny (dnes ul. Chopinova), která je v provozu do dnes. Dominantou náměstí se stal novogotický kostel Neposkvrněného početí Panny Marie postaven v letech 1896 – 1899 (návrh Camillo Sitte). Za zmínku stojí budova nejstarší přívozské tiskárny na rohu ulice Štěpánčiny a Rudolfovy, kterou založil roku 1897 R. Vichnar a zůstala v provozu až do roku 1931. Dnes je budovou České spořitelny na rohu ul. Chopinovy a U Tiskárny.



• Obr. 1 Pohled z Evženova náměstí směrem přes ul. Nádražní ulici Štěpánčinou až po křižovatku s ul. Rudolfovou



Již v době výstavby nových reprezentačních budov jimž dominovala budova radnice (dnes městský archiv) a farní kostel bylo využito pro osvětlení čtvrti elektrické osvětlení, k nádraží vedla zatím jednokolejná tramvajová linka. Taková rychlost zavádění nejmodernějších technologií v tehdejších zaostalých zemích Rakousko-Uherska (žárovku T. A. Edison vynalezl r. 1879) byla dána zejména potřebou vyřešit problematické osvětlení dolů, při kterém nebylo možno použít obloukové lampy vzhledem k častému výskytu velmi výbušného metanu. A tak první „světelná elektrárna“ byla uvedena do provozu v roce 1884 na dole Evžen, v těsném závěsu následovaly doly Gabriela, Trojice, Albrecht a další. Toto však byly elektrárny výhradně průmyslové. Prvními „veřejnými“ elektrárnami na území severní Moravy byly v roce 1895 zprovozněná městská elektrárna ve Slezské Ostravě a v roce 1896 elektrárna v Moravské Ostravě.

V novém centru Přívozu se na ulicích tyčily stožáry pouličního osvětlení a mezi budovami byla natažena lana se svítilny. Původní osvětlení zřejmě nespĺňovala dnešní požadavky na osvětlení ulic, ale vkusně doplňovala charakter budov.

• Obr. 2 Pohled na Evženovo náměstí s prvky dobového osvětlení po vysvěcení kostela v r. 1899

Postup rekonstrukcí VO

Svítilna postupně zestárla a byla několikrát měněna za modernější a výkonnější. Bohužel tato výměna necitlivě zasáhla do charakteru budov a fasád, čímž byl znehodnocen celkový historický vzhled objektů. V roce 2004 proběhla významná obnova povrchů náměstí Svatopluka Čecha včetně použití historizujících stožárů a svítilen. V návaznosti na tuto rekonstrukci byly vypracovány projektové dokumentace rekonstrukcí dalších částí Přívozu - ulice U Tiskárny, Chopinova a Jirská, patří k nejzachovalejším částem městské památkové zóny Přívoz a nacházejí se v těsné blízkosti náměstí Svatopluka Čecha. Dále navazuje ul. Macharova a její okolí.



• Obr. 3 Pohled z náměstí Svatopluka Čecha směrem přes ul. Nádražní ulicí Chopinovou až po křižovatku s ul. U Tiskárny



• Obr. 4 Pohled na náměstí Sv. Čecha z ulice Chopenova

Náměstí Svatopluka Čecha



Obr. 5 Náměstí Sv. Čecha

V roce 2004 proběhla rozsáhlá rekonstrukce ploch tohoto náměstí. V rámci této rekonstrukce bylo vybudováno nové osvětlení. V souladu s představou architekta, památkáře a světelného technika bylo navrženo veřejné osvětlení plochy svítidly – historizující lucerny s vysokotlakými sodíkovými výbojkami 100W se stříbrnou mřížkou na ploše náměstí a se šálou optikou podél průjezdních komunikací. Svítidla jsou umístěna na atypických přírubových sadových stožárech, které byly speciálně vyrobeny pro tuto část města. Jsou zároveň zinkované, opatřené komaxitem RAL 7016 jotun. Bylo nutno vybudovat pro oblast náměstí a okolních ulic nový rozváděč VO mimo plochu náměstí, z něho je napojen malý odbočný rozváděč RVOO na náměstí, který zajišťuje jak napojení veřejného osvětlení, tak architekturní nasvětlení kostela.

Okolní ulice

V roce 2008 byla dokončena rekonstrukce VO ulic Chopinova, U Tiskárny a Jirská.

Ul. U Tiskárny je pouze jednosměrná, jedna polovina je vyhrazena jako odstavňá plocha pro motorová vozidla. Obdobné je i dopravní řešení na ul. Chopinova pouze s tím rozdílem, že je zaslepen bývalý vjezd na ul. Mariánskohorskou a provoz je oboustranný.

Vzhledem k množství podzemních inženýrských sítí a zásobovacím výtahům v chodnících nebylo možno umístit osvětlovací soustavu v chodnících a bylo přistoupeno k umístění svítidel na fasády budov.

V maximální míře bylo využito umístění stávajících světelných míst na fasádách budov, ale vzhledem k záměru nahradit nevyhovující zastaralá a nevzhledná svítidla na jednoduchých trubkových výložnicích historizujícími výložníky a svítidla s moderními světelnými zdroji, bylo nutno soustavu doplnit o nová světelná místa na budovách, na kterých fasáda dotčena doposud nebyla. To znamená, že se jednalo o zásah do fasád památkově chráněných budov s prvky secese.

K jednotlivým nemovitostem byly zpracovány fotomontáže předpokládaného vzhledu nové osvětlovací soustavy a s podrobným popisem prací nutných k umístění zařízení veřejného osvětlení na fasádě byly jednotlivě projednány s majiteli dotčených nemovitostí a s orgány památkové péče. Po získání předběžného souhlasu byly zpracovány podklady pro nájemní smlouvy po dobu realizace prací a pro smlouvy o budoucí smlouvě o zřízení věcného břemene.

Zvláště byl kladen důraz na takové provedení zařízení, aby při případné poruše nebylo potřeba provádět jakýkoliv zásah do fasády. To znamená, že veškeré kabely umístěné pod omítkou jsou umístěny v ochranných trubkách a je zajištěno jejich volné protažení v případě potřeby.



• Obr. 6 Původní osvětlení na budově České spořitelny



• Obr. 7 Fotomontáž předpokládaného vzhledu nové osvětlovací soustavy



Obr. 8 Konečná realizace



• Obr. 9 Doplnění zařízení veřejného osvětlení na budovu lékárny „U Madony“ - fotomontáž



• Obr. 10 Skutečná realizace

Na ulici Jirské vzhledem k šířce a využitelnosti komunikace byla volena odlišná osvětlovací soustava. Původní VO bylo na fasádách domů. Svítidla byla z budov kompletně demontována a byla nahrazena moderní soustavou na protilehlé straně ulice, která je v současnosti lemována plochou zeleně. Bloky domů zde byly vybombardovány koncem 2. světové války.



Obr. 11 Původní osvětlení ul. Jirská



Obr. 12 Stav osvětlovací soustavy po rekonstrukci

Literatura a odkazy

- [1] Kolektiv autorů, Ostrava 1880 – 1939, nakl. Wart , Třinec 2000, ISBN: 80-238-5949-8
- [2] Milan Myška, Aleš Zářický, Člověk v Ostravě v XIX. Století, Filozofická fakulta Ostravské univerzity v Ostravě, nakl. Kazimierz Gajdzica, 2007, ISBN 978-80-7368-215-6,
- [3] Amatérské Radio, konstrukční elektronika, Vývoj energetiky na našem území , 1/2008,

Jak jsem řešil LED svítidlo pro veřejné osvětlování

Petr Kalous, Ing.
pe.kalous@seznam.cz

V posledních letech roste velmi rychle spotřeba a cena energií ve světě. Důsledkem toho je snaha konstruktérů vyvíjet zařízení s vysokou účinností. Rychlý rozvoj elektroniky polovodičových součástek vedl také k tomu, že světloemitující dioda LED objevená v roce 1996 dosáhla za 10 let vývoje měrného výkonu srovnatelného s kompaktními zářivkami. Podle exponenciálního tempa jejího vývoje lze předpokládat, že v roce 2010 dosáhne měrného výkonu jako vysokotlaké sodíkové a halogenidové výbojky.

V současné době je na trhu mnoho výrobků využívajících tyto světelné zdroje. Našli bychom je v kapesních svítilnách, interiérových, zapuštěných, nouzových a dalších svítilnách, informačních tabulích, signalizačních zařízeních, proměnných dopravních značkách, automobilech, mobilních telefonech atd. Některé firmy již uvedly na trh i svítidla použitelná pro veřejné osvětlování parků a komunikací.

Protože na světě je asi 6 výrobců disponujících technologií na výrobu světloemitujících čipů a jejich LED jsou všem dostupné, rozhodl jsem se v září roku 2007 zkonstruovat svítidlo pro VO a tyto světelné zdroje v něm použít.

Aby se světelné parametry navrhovaného svítidla alespoň přibližovaly standardním svídlům pro VO osazovaným sodíkovou, nebo CDM výbojkou 70W (cca 6300 lm) vybral jsem modul osazený čtyřmi LED o celkovém příkonu 8W a světelným tokem 320 lm. Pro svítidlo bylo použito 15 ks

(celkem 120 W , 4800 lm). Moduly byly osazeny na desce opatřené chladiči s celkovou ochlazovací plochou 6997 cm². Vyzařovací úhel LED (120°) byl z krajních oblastí pomocí rovinných zrcadel zúžen na 80°. Možná jsem si vybral nevhodný čas pro vývoj tohoto svítidla, protože asi 14 dnů před zahájením fotometrických měření se na trhu objevil nový typ LED s příkonem 3,3W a světelným tokem 195 lm. Dále pokračovat na již téměř dokončeném prototypu svítidla bylo bezpředmětné.



první prototyp svítidla osazený 15-ti bloky LED, každý s příkonem 8W

Uvědomil jsem si, že takto rychlý vývoj LED povede k tomu, že každé nové LED svítidlo bude za 6-12 měsíců zastaralé. Z těchto důvodů bude tedy vhodné nejprve vytvořit universální blok na který bude možné připevnit předem připravené moduly osazené nejnovějšími LED prvky. Protože světelný tok a životnost LED silně ovlivňuje teplota PN přechodu, musí blok zajistit rychlý transport tepla z pouzdra LED na chladič. Velký vliv zde tedy bude mít i průběh teplotního gradientu.

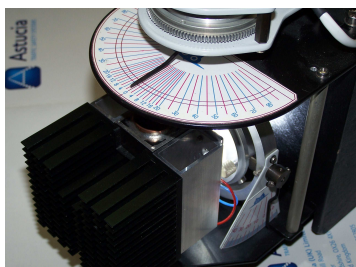
V březnu 2008 se na trhu objevila nová LED s příkonem 10W a maximálním světelným tokem 900lm.

Tuto součástku jsem zvolil jako světelný zdroj pro nové LED svítidlo. Pokud se jí podaří „uchladit“, budou pouze náklady na světelné zdroje svítidla o příkonu 120W o 60% nižší, než při použití LED s příkonem 1W. Další úspory budou v menším počtu sekundární optiky, plošných spojů a montážní práce.

Svítidlo jsem opět navrhl pro maximální příkon 120W, ale koncipované jako reflektor se světelným tokem komprimovaným sekundární optikou do vyzařovacího úhlu 25°. Při 85% max. příkonu by mělo emitovat světelný tok 9257 lm. Při CCT 6300 K by bylo vhodné pro přisvětlování přechodů pro chodce.

V první fázi však bylo důležité vyřešit odvod tepla z PN přechodu čipu bez potřeby dodávky další energie. Zvolil jsem tedy chladič pasivní ve kterém bude probíhat odpařování a kondenzace

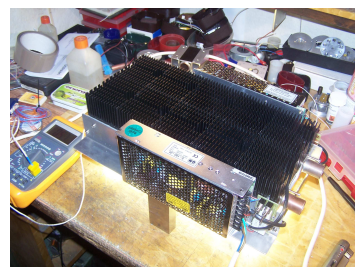
přenosového média (princip heat pipe). Pro zachování malých rozměrů svítidla byl tepelný výměník chladiče navržen pro horizontální uložení s možností případného využití výparného tepla dešťové vody. V tomto uspořádání by měl výměník přenášet teplo od zdroje k žebřům chladiče i při překročení kritické teploty média, tedy v okamžiku, kdy přestane existovat jeho kapalná fáze. Protože uvnitř výměníku bude teplota kapaliny i nasycených par stejná (teplo se bude šířit prouděním), musí být příznivější i průběh teplotního gradientu než při pouhém šíření tepla vedením v pevných částech chladiče. Na stěnách výměníku bude teplota pouze o několik stupňů celsia nižší, než na plošném spoji s osazenými LED. Při délce chladiče 32 cm se dvěma výměníky bude plocha ohřívána LED diodami 192 cm², plocha s konstantní teplotou par ve výměnících 820 cm² a celková plocha chladiče 6142 cm². Asi v polovině srpna jsem dokončil výrobu modulu.



test vzorku chladicího okruhu



osazování optiky



dokončený modul

Přibližně za 30 min. po připojení k el. síti došlo ke stacionárnímu sdílení tepla s okolním prostředím (27°C) a teplota na stěnách výměníku se ustálila na 57°C. Teplotu PN přechodu bude však možné stanovit z datasheetu LED až po změření diference svítivosti.

Protože se u svítidla při 12-ti hodinovém denním provozu předpokládá životnost 11 let (pokles relativního světelného toku na 50%), jsou zvýšené náklady na chladicí okruh akceptovatelné.

Modul teď čekají zkoušky a vyhodnocení zvolené konstrukce.

Nastavení vyzařovací charakteristiky svítidla lomem, nebo odrazem světelných paprsků nebude činit problémy vzhledem k malým rozměrům světloemitující plošky čipu. Posledním krokem bude korekce rozměrů modulu a „obalení“ vhodně designovaným krytem.



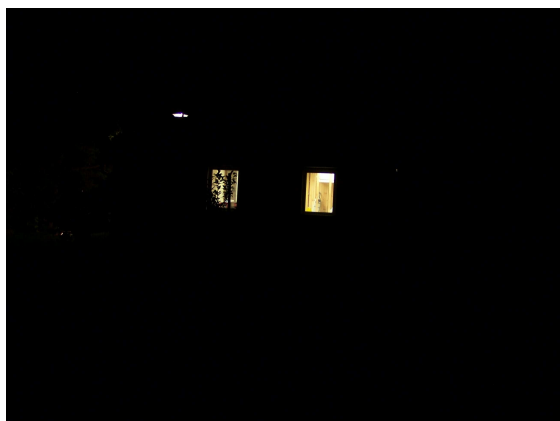
modul připravený ke zkouškám



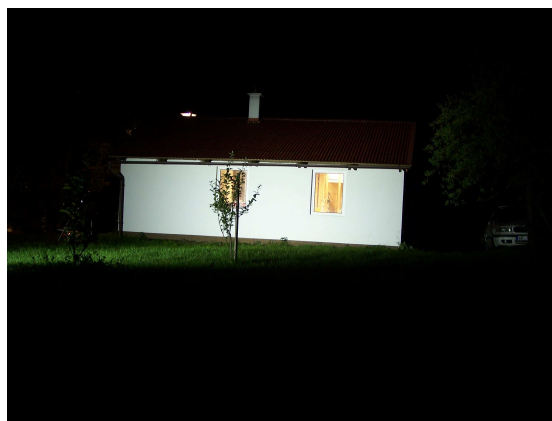
aktivní modul ve vzdálenosti 20m, expozice 1/ 60s

Důvod proč jsem zvolil poměrně vysoký příkon modulu (120W) byl tento:

1. Provéřit funkci chladicího okruhu při maximálním povoleném příkonu použitých LED.
2. Po nastavení sekundární optiky (podle použití svítidla) a vynesení izokandelové křivky bude velmi snadné porovnat světelné parametry se svítidly výbojkovými a svítidlo přizpůsobit. Korekce příkonu spočívá pouze v nastavení proudových zdrojů.
3. Pokud by ani při tomto příkonu nedosáhlo svítidlo světelných parametrů srovnatelných se 70 Watovými svítidly výbojkovými, nebude pro nikoho zajímavé.



objekt v noci bez osvětlení, expozice 1/4s



objekt osvětlený modulem ze vzdálenosti 20 m, expozice 1/4s

Závěrem bych chtěl říci všem konstruktérům svítidel: „pusťte se do toho, je to svítidlo pro 21. století.“

LED systémy v architektuře

Možnosti moderního řízení technologie LED

Aleš Kaňa, Ing.

AZ EUROLUX, s.r.o.

LED v posledních letech začíná zaujímat i v oblasti barevné a dynamické architektury čím dál tím větší postavení. Zejména s ohledem na konstrukční a barevnou variabilitu, možnosti řízení, použitím software a počítačů je možné vytvoření světelných scén a barevných efektů prakticky neomezeně.

Příklady říditelných svítidel s RGB LED

Systém instalight® 1050:

Systém homogenního osvětlování architektonických povrchů. Určeno pro venkovní i vnitřní montáž, určeno pro nástěnnou i přisazenou instalaci.

Aplikace:

- Homogenní osvětlení ploch v architektuře
- Dynamické i statické řešení nasvětlování budov jakýchkoli rozměrů

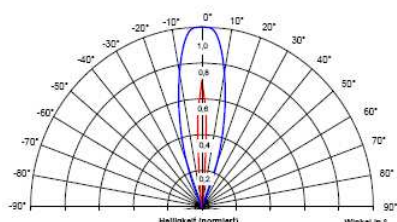
Oblasti použití

- Exteriéry / Interiéry
- Podlahy / stěny / stropy

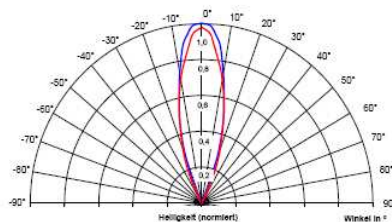
Podrobnosti produktu:

Inovativní optika:

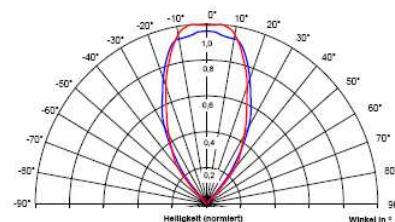
- Zobrazení barev bez nechtěných artefaktů či stínů
- Homogenní barevné mísení přímo v těle svítidla, a to i v případě přímého pohledu do svítidla
- Tři typy precizní optiky s předem definovanými světelnými křivkami s daným úhlem vyzařování $\pm 3^\circ \times 15^\circ$, $\pm 15^\circ$ a $\pm 30^\circ$



instalight® 1050 / 3° x 15°



instalight® 1050 / 15°



instalight® 1050 / 30°

Vysoká účinnost:

- Provedení vysokovýkonných LED s TFFC-technologieí, které umožňují výkony až 80lm/W
- Nepatrný odběr elektřiny v „Stand-by“ módu (do 1W)

Vnitřní ovládání:

- Ovládání LED při frekvenci 420Hz nezpůsobuje „Flicker-efekt“ ani při TV přenosech
- Ovládání 2x 64 instalight® 1050 pomocí jediného RS rozhraní
- Jednoduché nastavení teploty chromatičnosti světla

Technický popis vybraného produktu **instalight® 1050 A, provedení 1215 mm:**

Napětí	Střídavé 230V /240V
Frekvence	50Hz / 60Hz
Účinnost	0,95
Výkon (v provozu bílé barvy)	Max 110W
Výkon (ve Standy-by módu)	Do 1W
LED	RGB-LED
Třída ochrany / krytí	I / IP67
Materiál	Hliník
Rozměry	1215 x 112 x 194 mm
Váha	18 kg
Ovládání	RS, LEDTRIX®, DMX, DALI

Systém instalight® 1060:

Plně zapouzdřené podlahové LED svítidlo pro montáž do rámu s použitím pro exteriéry i interiéry. Účel svítidla směřován na dekorativní nebo optické naváděcí linie či členění prostor.

Aplikace:

- Úzké dlouhé světelné linie
- Strukturování prostor
- Dekorativní architektonický design
- Optické navádění cest



Oblasti použití

- Exteriéry / Interiéry
- Podlahy

Podrobnosti produktu:

- Plně hliníkové podlahové svítidlo

- Rám z nerezové oceli
- Barva svítidla je možná v provedení monochromatickém nebo RGB: zde při použití řízení RGB LED (např. LEDTRIX) je možno zobrazit všechny barvy, mísit barvy, naprogramovat dynamické scény atp.
- Standardní délky jsou v provedení 344 mm a 1 000 mm

Příklady použití:



System instalight ® 2020:

Inovativní a efektivní systém pro realizaci světelných stěn. Jednotlivé světelné panely lze poskládat dohromady.

Aplikace:

- Realizace světelné stěny
- Velké obrazové projekce
- Efektní osvětlení v muzeích, showroomech, barech, na veletrzích, diskotékách, Wellness
- Promotions v obchodech, obchodních centrech

Oblasti použití

- Interiéry
- Zed'



Podrobnosti produktu:

- Svítidlo montované na zeď osazeno 144mi speciálními RGB LED
- Horizontální i vertikální kombinace skládání jednotlivých panelů, vhodné i pro videoprojekce
- Nízká energetická náročnost
- Možnost běžících textů, efektní přelívání barev
- Řízení: instalight ® LEDTRIX, instalight ® DMX

Příklady použití:



Systemy a technologie řízení LED

instalight® IP

- Rychlá aplikace rozsáhlých systémů LED (až 16 000 kanálů)
- Integrace audio signálů
- Vzdálené ovládání



instalight® KNX

- Světelný management pro řízení celých budov na bázi EIB / KONNEX
- Přeprogramovatelné komponenty



instalight® Funk

- Multi-pokojevý světelný management na bázi radiové komunikaci 1-10V
- Jednoduché uvedení do provozu



instalight® DALI

- Management ovládající samostatné pokoje / místnosti na bázi DALI (64 kanálů)
- Jednoduché uvedení do provozu



instalight® LEDTRIX

- Rychlá aplikace LED pro menší systémy (48 kanálů)



instalight® DMX

- Rychlá aplikace středně velkých systémů (512 kanálů)
- Integrace



Stručné shrnutí požadavků norem

Doporučené hodnoty jasu objektů s vlastním osvětlením, pro různé pozorovací vzdálenosti jsou uvedeny v následující tabulce.

Při stanovení potřebné hodnoty jasu osvětlovaného objektu je kromě pozorovací vzdálenosti třeba vzít v úvahu především jas okolí a význam objektu. Při vyšších úrovních jasu okolí se volí vyšší hodnoty jasu průčelí. Obecná ucelená teorie osvětlovacích soustav výtvarného osvětlování venkovních objektů neexistuje. Přes značnou různost a pestrost řešení praktických případů však lze některé poznatky zobecnit a citlivě je využít.

Tab 7.1. Doporučený jas objektů s vlastním osvětlením

Pozorovací vzdálenost objektu	Jas průřelí, fasády L_{pk} [cd/m^2]	Specifikace vzdálenosti pozorovatele
dálkové pohledy	10 až 20	Prostorový úhel pod, kterým pozorovatel sleduje pozorovaný objekt je velmi malý a jeho hodnota je výrazně menší než jeden steradián
pohledy z okolí	5 až 10	Prostorový úhel pod, kterým pozorovatel sleduje pozorovaný objekt se pohybuje okolo jednoho steradiánu
pohledy z bezprostřední blízkosti	1 až 5	Prostorový úhel pod, kterým pozorovatel sleduje pozorovaný objekt je výrazně větší než jeden steradián a vzdálenost pozorovatelem je menší než rozměry pozorované fasády

kde: L_{pk} je místně průměrný a časově minimální jas osvětlovaného objektu.

Architektonické osvětlení venkovních objektů se chápe jako nová kvalitativní úroveň, která může dotvářet estetické prostředí v exteriérech měst. K charakteristickým kvalitativním rysům architektonického osvětlení patří:

- Kontrast jasu povrchu uměle osvětlovaného objektu vůči jasů okolí se volí podle povahy osvětlovaných ploch objektů (členěná fasáda budovy vyžaduje za stejných situačních a funkčních podmínek vždy relativně nižší jas než fasáda nečleněná).
- Kontrasty světla a stínu na osvětlované ploše nesmí být esteticky rušivé, zejména nemají zkreslovat estetickou působivost.
- Architektonické osvětlení objektu musí být ve vizuálním souladu s osvětlením okolí, zejména s dopravně-bezpečnostním osvětlením silničních komunikací (v praxi nejčastěji oslňuje řidiče).
- Vhodné je světelné modelování výtvarně osvětlovaných ploch za pomoci účelného využívání druhu a velikosti odrazu světla od nich.

Závěr:

V současné době se díky značnému technickému pokroku v oboru architektonického osvětlení stále více uplatňují LED diody. Dnešní doba směřuje a daleko více myslí na ekologickou či energetickou zátěž. Bavíme-li se o svítidlech, světelných zdrojích a systémech ovládání veškerých světelných komponent, je v dnešní době kladen důraz také na nízké výrobní náklady. Použitím modernějších technologií, kvalitnějších materiálů a vhodného uspořádání prvků, jejich řízením a dimenzováním můžeme zabezpečit i ekonomické hledisko systému. Proto vznikl tento článek, aby ukázal variabilitu LED, řízení a nastínil oblasti použití.

Použitá literatura:

- [1] INSTA Elektro GmbH, 080204 Insta Catalogue 2008
- [2] Sokanský, K.: Elektrické světlo a teplo, VŠB Ostrava 1990
- [3] AZ Eurolux, s.r.o.: použity firemní interní materiály
- [4] Sokanský, K.: Sylaby do předmětu Projektování a řízení osvětlovacích soustav

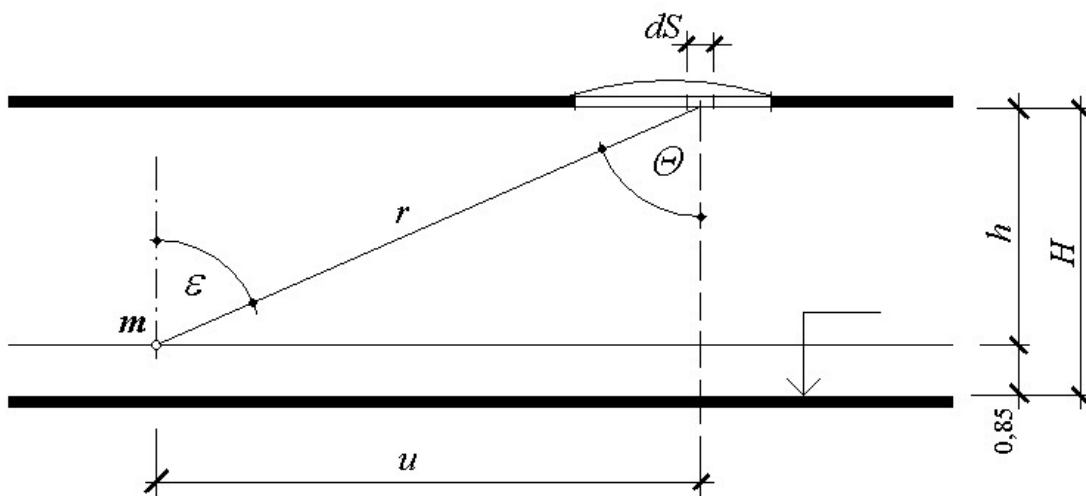
Výpočet denního osvětlení zenitními světlíky s rozptylným zasklením

Ing. Jan Kaňka, doc., Ph.D., fakulta stavební ČVUT Praha

Zenit je průsečík myšlené kulové plochy (hemisféry), v jejímž středu se nachází pozorovatel, s kolmicí vedenou k vodorovné rovině horizontu. Za zenitní se považují světlíky, které nahrazují část střešního pláště budovy a jimiž lze z osvětlovaného prostoru nebo z jeho části zenit pozorovat. Moderním materiálem používaným v konstrukci zenitních světlíků je komůrkový polykarbonát. Jedná se o desky z polykarbonátu, které obsahují jednu nebo více řad průběžných vzduchových dutin. Výhodou prosklení tímto materiálem je nízká hodnota prostupu tepla. Desky se uplatňují mimo jiné v konstrukci zenitních světlíků průmyslových hal a dodávají v různých variantách a úpravách pod obchodními názvy MAKROLON, MARLON, PORTAFLEX, POLITEC, TERMOLUX, LEXAN, RODECA aj. Liší se navzájem svými světelně technickými vlastnostmi: činitelem i mírou difúznosti prostupu světla. V důsledku složité struktury materiálu je prostup světla difúzní - materiál je průsvitný, nikoli však průhledný. Za předpokladu dokonalého rozptylu světla působí směrem do interiéru jako plošný zdroj světla, jehož jas L ($\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$) se rovná

$$L = \frac{E_w \tau_{dif}}{\pi} \quad (1)$$

kde E_w (lx) je osvětlenost plochy světlíku ze strany exteriéru a τ_{dif} (-) je souhrnný činitel prostupu světla zasklením zahrnující vliv materiálu zasklení, vliv znečištění a vliv světlo nepropouštějících konstrukcí haly i samotného světlíku.



Obr. 1: Řez halou osvětlenou zenitním světlíkem

Bod m na vodorovné pracovní rovině je osvětlen elementem plochy světlíku dS (m^2), jehož rozměry jsou ke vzdálenosti r (m) relativně malé, takže element plochy dS lze považovat za bodový zdroj. Elementární svítivost tohoto zdroje je

$$dI = L dS \cos \theta \quad (2)$$

a elementární osvětlenost tímto zdrojem v místě m je

$$dE = \frac{dI \cos \epsilon}{r^2} = \frac{L dS \cos \theta \cos \epsilon}{r^2} = \frac{L dS \cos^2 \theta}{r^2} = \frac{L dS h^2}{r^4} = \frac{L dS h^2}{(u^2 + h^2)^2} \quad (3)$$

Charakter úhlů Θ a ε je zřejmý z obrázku 1, r (m) je skutečná vzdálenost plošného elementu světlíku od osvětlovaného místa, u (m) je její kolmý průmět do pracovní roviny a h (m) je výška světlíku nad pracovní rovinou. Vztah (3) lze dále upravit s využitím vztahu (1)

$$dE = \frac{E_w \tau_{dif} dS h^2}{\pi(u^2 + h^2)^2} \quad (4)$$

Obě strany rovnice (4) se dělí horizontální exteriérovou osvětleností a násobí stem. Z definice činitele denní osvětlenosti pak plyne vztah pro elementární hodnotu dD (%) činitele denní osvětlenosti způsobenou v místě m elementární plochou světlíku dS .

$$dD = \frac{D_w \tau_{dif} dS h^2}{\pi(u^2 + h^2)^2} \quad (5)$$

kde D_w (%) je činitel denní osvětlenosti plochy světlíku ze strany exteriéru.

Vztah (5) lze využít v bodové metodě výpočetního programu, při které se světlíky rozdělí na konečný počet malých plošek ΔS (m²) a činitel denní osvětlenosti (jeho přímá složka) D_s (%) se stanoví jako součet

$$D_s = \frac{\tau_{dif} h^2}{\pi} \sum_{i=1}^n \frac{D_{w,i} \Delta S_i}{(u_i^2 + h^2)^2} \quad (6)$$

kde n je počet plošek, na které byl světlík rozdělen. Zpravidla se volí takové dělení plochy světlíku, při kterém jsou všechny dílčí plošky ΔS stejné, a při výpočtu se uvažuje průměrná hodnota D_{wm} (%) činitele denní osvětlenosti světlíku. Například není-li světlík stíněn a je-li zasklení světlíku přibližně vodorovné, pak $D_{wm} \approx 100$ %. Vztah (6) se tím zjednoduší na

$$D_s = \frac{D_{wm} \tau_{dif} h^2 \Delta S}{\pi} \sum_{i=1}^n \frac{1}{(u_i^2 + h^2)^2} = K \sum_{i=1}^n \frac{1}{(u_i^2 + h^2)^2} \quad (7)$$

kde K je konstanta pro celý světlík a pro všechna místa v hale.

Průměrnou vnitřní složku D_{im} (%) činitele denní osvětlenosti lze stanovit pomocí Arndtova vztahu. Pro světelný tok Φ (lm) přicházející světlíkem do haly platí vztah

$$\Phi = E_w \tau_{dif} S_w \quad (8)$$

kde S_w (m²) je plocha světlíku. Světlo se mnohonásobně odráží od podlahy, stěn a stropu haly. Po n -tém odrazu bude mít světelný tok hodnotu

$$\Phi_n = \Phi \rho_m^n = E_w \tau_{dif} S_w \rho_m^n \quad (9)$$

kde ρ_m (-) je průměrný činitel odrazu světla v hale. Průměrná osvětlenost $E_{m,n}$ (lx) vnitřních povrchů haly světelným tokem Φ_n je

$$E_{m,n} = \frac{\Phi_n}{\Sigma S} = \frac{E_w \tau_{dif} S_w \rho_m^n}{\Sigma S} \quad (10)$$

kde ΣS (m²) je součet ploch vnitřních povrchů v hale. Tyto povrchy jsou však osvětlovány světelným tokem $\Phi_i = \sum_{j=1}^{\infty} \Phi_j$, který se v prostoru haly vyskytuje po všech odrazech světla od vnitřních ploch. Průměrná osvětlenost E_{im} (lx) odraženým světlem je proto

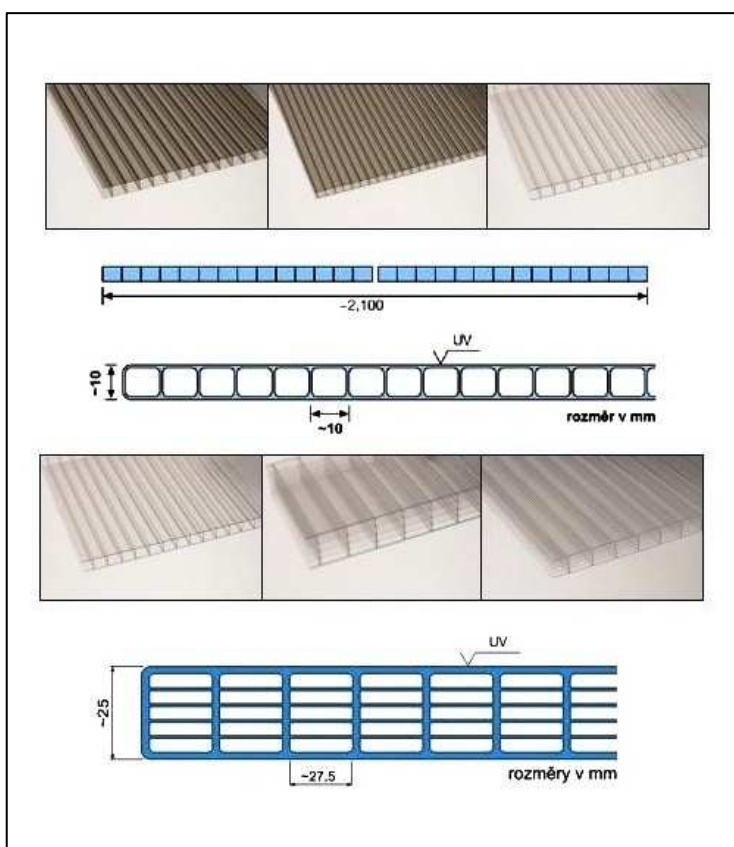
$$E_{im} = \frac{1}{\Sigma S} \sum_{j=1}^{\infty} \Phi_j = \frac{E_w \tau_{dif} S_w}{\Sigma S} \sum_{j=1}^{\infty} \rho_m^j = \frac{E_w \tau_{dif} S_w \rho_m}{\Sigma S (1 - \rho_m)} \quad (11)$$

Obě strany rovnice (11) se dělí horizontální exteriérovou osvětleností a násobí stem. Z definice činitele denní osvětlenosti pak plyne vztah pro průměrnou hodnotu vnitřní odražené složky D_{im} (%) činitele denní osvětlenosti

$$D_{im} = \frac{D_w \tau_{dif} S_w \rho_m}{\Sigma S(1 - \rho_m)} \quad (12)$$

Ve vztahu (11) byl uplatněn součet nekonečné řady $\sum_{n=1}^{\infty} x^n$, který konverguje pro $x \in (-1; +1)$. Průměrná hodnota vnitřní odražené složky D_{im} je tak stanovena naprosto přesně navzdory tomu, že počet odrazů světla je nekonečný. Mnohanásobně odražený světelný tok je difúzní a hodnota D_{im} se proto vyskytuje ve všech místech interiéru. Výsledná hodnota činitele denní osvětlenosti D (%) je součtem přímé a vnitřní odražené složky

$$D = D_s + D_{im} \quad (13)$$



Obr. 2: Příklady desek z komůrkového polykarbonátu



Obr. 3: Klenbový zenitní světlík z polykarbonátu

Nový sdružený světlomet pro automobily z VISTEON-AUTOPALu

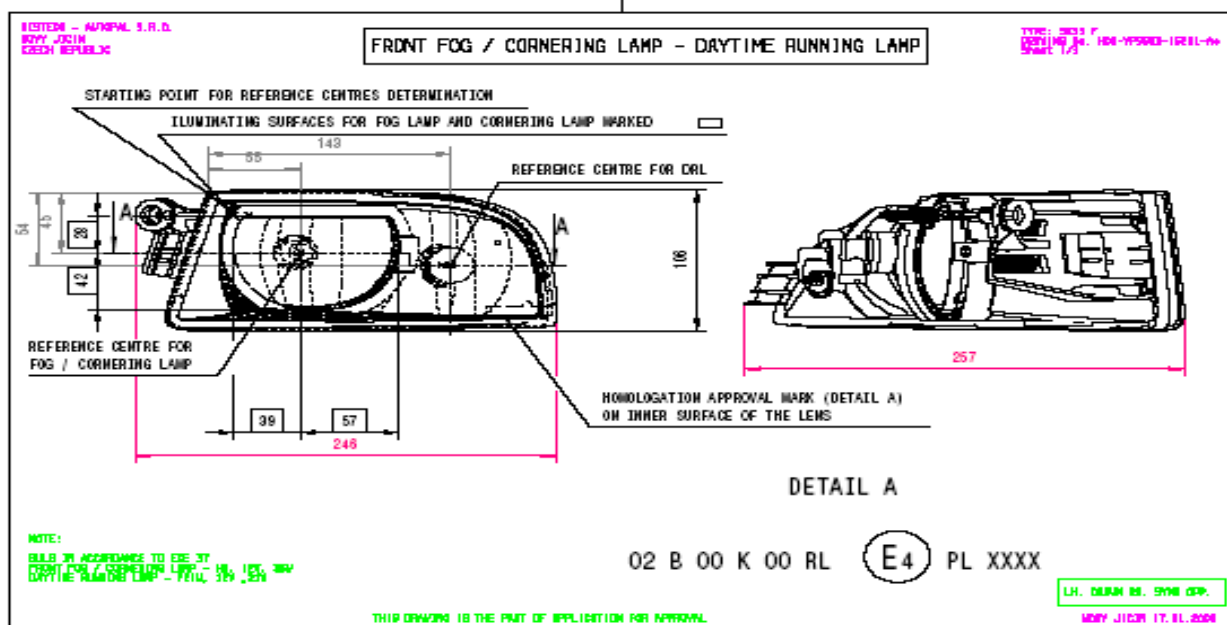
Martin Kocián, Ing.

VISTEON-AUTOPAL s.r.o., Lužická 14 Nový Jičín, mkocian@visteon.com

Novojičínský výrobce automobilové osvětlovací techniky vyvinul, připravil do výroby a od listopadu 2008 začne vyrábět nový sdružený světlomet umístěný v nárazníku vozu. Bude vkusně doplňovat líbivý vzhled přední části určeného automobilu. Vzhled světlometu viz obr. 1 Světlomet je dvoukomorový, větší komora je s žárovkou H8, v menší komoře je umístěna žárovka P21W. Konstrukční schéma je na obr. 2



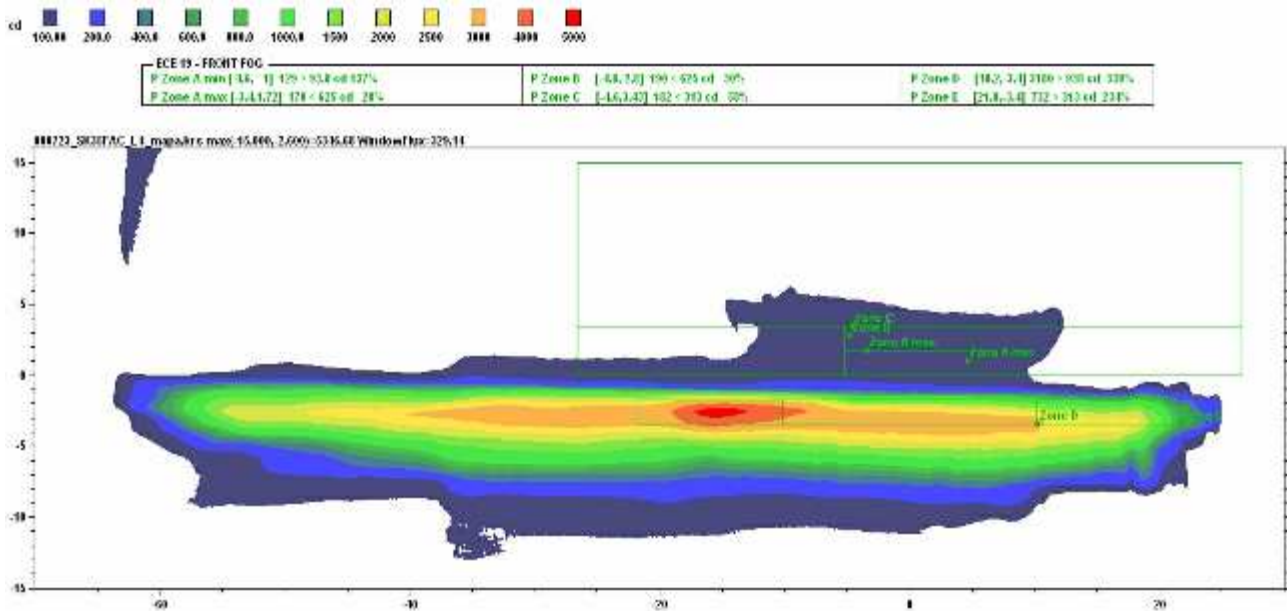
Obr.1



Obr. 2

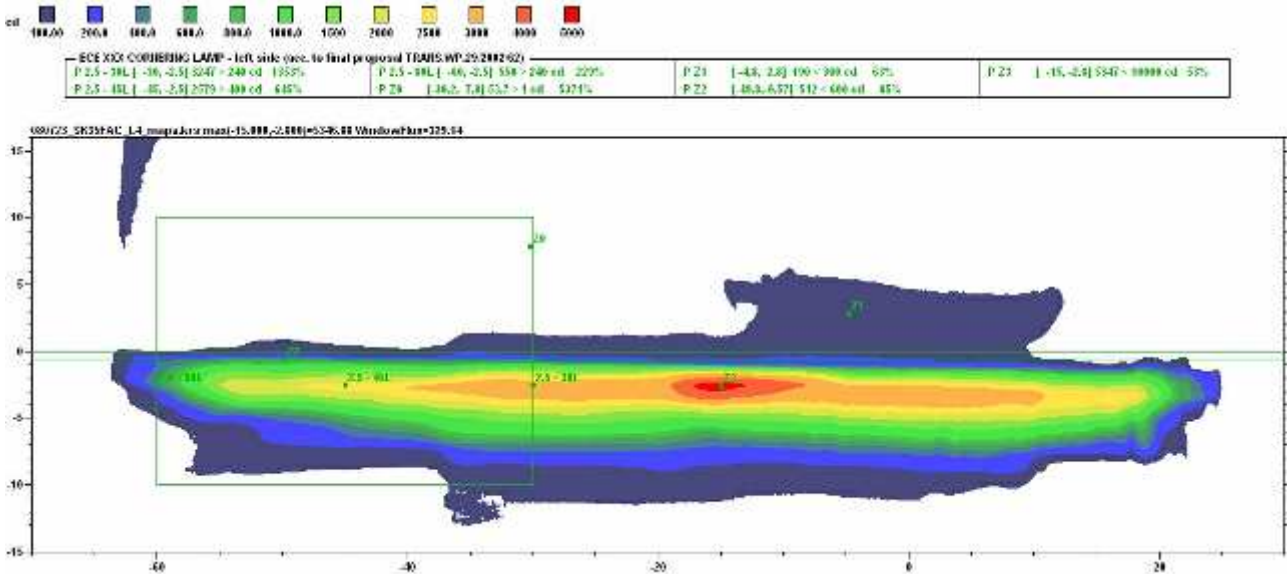
Světlomet je zajímavý a užitečný tím, že obsahuje tyto tři funkce:

- přední mlhový světlomet (H8) Vylepšuje osvětlení a viditelnost vozu za mlhy, sněžení nebo hustého deště. Schéma rozložení světla – viz obr. 3



Obr. 3

-rohový světlomet (H8) (cornering lamp) - nepovinná funkce, která vylepšuje osvětlení vozu na stranu, kam vozidlo odbočuje. Pracuje pouze, je-li zapnuté tlumené světlo, jedeme-li do 40km/h a je-li aktivován ukazatel směru na příslušné straně vozu. Svítí tentýž zdroj jako u mlhového světla a v tom je světlomet sdružený. Schéma rozložení světla viz obr. 4



Obr.4

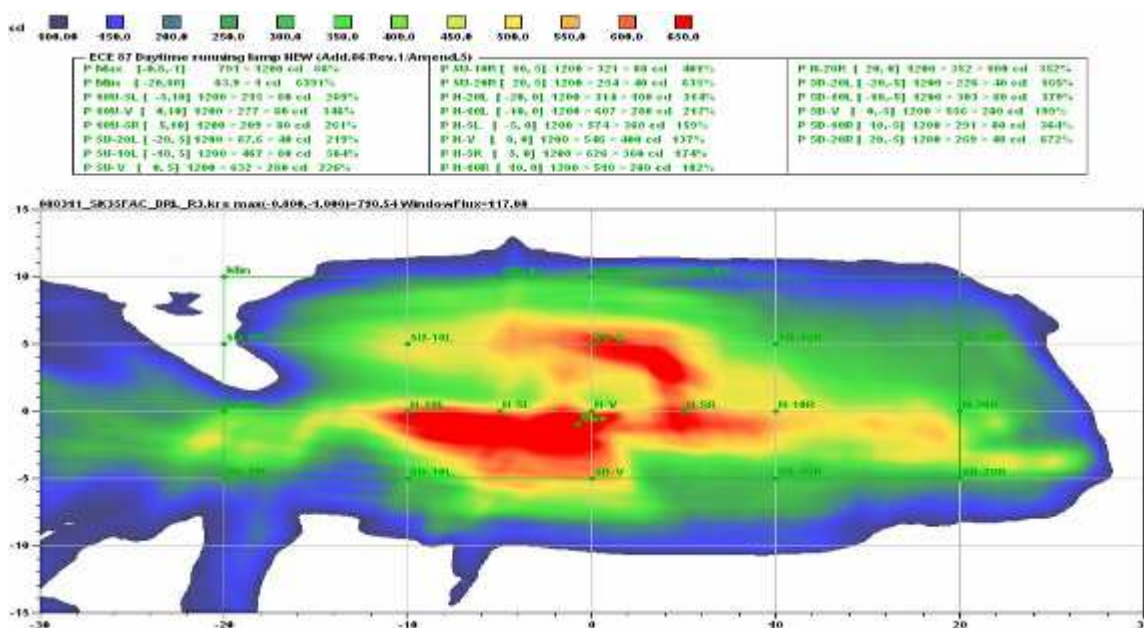
Mlhový svazek je dostatečně silný a hlavně široký, proto dokáže pokrýt a splnit i měřící body a pásma rohového světlometu i když jsou umístěna poměrně dost na boku od vozidla. Při aktivaci rohového světlometu se tedy rozsvítí mlhový svazek, ale v té chvíli svítí jako rohový světlomet. Tímto řešením se ušetřil jeden zdroj, který by byl nutný na separátní rohový světlomet, zredukoval se zástavbový prostor a zjednodušila se elektroinstalace. Podstatně se taktéž zvýšila využitelnost komory a zdroje mlhového světlometu, který jak víme z praxe zase tak často využíván nebývá.

-denní svítlna (P21W) Funkce, kterou je možno svítit ve dne a učinit vozidlo více viditelné zepředu. Viz obr. 5 a 6. Od roku 2011 už tato výbava bude na osobních vozidlech povinná. Navrhované řešení (se svítlnovou žárovkou P21W) plně vyhovuje

požadavkům na tuto funkci, tzn. svítivost v referenční ose svítilny je až do 1200 cd, což jsou 2 lx. Funkce je automatická, tzn. že jakmile řidič nastartuje motor vozidla, svítlna se automaticky rozsvítí. Nesvítí se zadními světlý, ale pouze sama (v předu). Není jí možné ani jinak vypnout. Pouze při přepnutí spínače na hlavní světlomety se automaticky vypne.



Obr. 5



Jen pro ilustraci – denní osvětlení potřebuje 2 x 21 W = 42 W

Hlavní osvětlení potřebuje:

2 x 55 W v hlavních světlometech

2 x 5 W v předních obrysových svítilnách

2 x (5+5+3+3)W v zadní obrysově svítilně

+ několik Wattů osvětlení přístrojové desky

Celkem tedy minimálně 152 W.

42W vůči 152 W je už slušný rozdíl !

Světlomet a jeho funkce mají homologaci dle předpisů EHK19 (mlhovka), EHK 87 (denní svítlna) a EHK 119 pro rohový světlomet. Viz detail homologační značky na obr. 2. V současné době probíhá schvalování i pro Čínský trh, čili ponese i CCC znak.

Konstrukční popis světlometu

Jak již bylo řečeno, tento světlomet je řešen jako sdružený, tzn. že obsahuje více funkcí a přitom má jedno společné těleso a vnější sklo.

Mlhové (a rohové) světlo je odráženo z pohyblivého odražeče vyrobeného z PC-HT (plast se zvýšenou tepelnou odolností). Tento pohyblivý díl je vůči tělesu utěsněn obvodovým kroužkem, který zabraňuje pronikání vlhkosti, prachu, solí a nečistot dovnitř světlometu. Pohyblivost (a tím i možnost seřízení) mlhového odražeče musela být zajištěna, jelikož je to požadavek předpisů EHK. Nastavování světlometu se děje prostřednictvím seřizovacího šroubu, umístěného na světlometu blíže ke středu vozu. Detail ovládacího šroubu a mechanismu – viz obr. 7. Správná poloha H8 žárovky je zajišťována bajonetovým uzávěrem – jak můžeme taktéž vidět na obr. 7 (centrální otvor odražeče pro uchycení žárovky).



Obr. 7

Těleso světlometu je z PC materiálu a vnější sklo z čirého Makrolonu. Pro dosažení větší otěruvzdornosti je na povrch skla nanesen krycí průhledný lak UVHC 3000. Na činné odrazné optické plochy je vakuově nanášena vrstvička hliníku o tloušťce asi 50 nm a je taktéž ošetřena krycím lakem.

Funkce denní svítilny s žárovkou P21W je pevná, tzn. nedá se nastavovat a je již z výroby nasměrována tak, aby její efekt v denním světle byl maximální.

Uchycení celého světlometu do nárazníku je řešeno progresivně – přesné polohy je dosaženo pouze zaklapnutím klipů světlometu do příslušných vybrání v nárazníku. A není k tomu zapotřebí vůbec žádných šroubků či jiných upevňovacích součástek. Světlomet byl testován při teplotách - 40°C až + 110°C, takže vyhoví i těm nejtvrdějším klimatickým podmínkám a teplotním zatížením.

Věříme, že řidiči a širší motoristická veřejnost jistě brzy ocení přínos a funkčnost tohoto mlho-kornerového světlometu s denní svítilnou v praxi.

Literatura a odkazy:

- [1] EHK 19 – Jednotná ustanovení pro homologaci předních mlhových světlometů motorových vozidel
- [2] EHK 87 – Jednotná ustanovení pro homologaci denních svítlen motorových vozidel
- [3] EHK 119 – Jednotná ustanovení pro homologaci rohových světlometů motorových vozidel
- [4] Technické materiály konstrukčního vývoje podniku Visteon - Autopal s.r.o., Nový Jičín

Automatizované pracoviště goniometru

Václav Kolář, Ing., František Dostál, Ing., Tomáš Novák, Ing., Ph.D.

Vysoká škola báňská – technická univerzita, Ostrava,

e-mail: vaclav.kolar@vsb.cz, frantisek.dostal.st@vsb.cz, tomas.novak1@vsb.cz

Úvod

Goniometr je fotometrický přístroj, jímž se měří rozložení svítivosti svítidla neboli křivky svítivosti. Umožňuje měřit svítivost v různých rovinách a pod různými úhly.

Prostorové rozložení svítivosti svítidla může být souměrné anebo nesouměrné. Souměrné rozložení může být dále rotační anebo souměrné k jedné anebo více axiálním rovinám.

Svítivosti se udávají nejčastěji pomocí fotometrického systému C- γ . U svítidel s rotačně symetrickou plochou svítivosti postačí křivka v jedné fotometrické rovině. U zářivkových svítidel se zpravidla udávají dvě křivky a to v rovinách C0 a C90. U venkovních svítidel se z důvodů zábrany oslnění předepisují pro dané stupně oslnění maximální hodnoty svítivosti a to pro určité směry ve vybraných rovinách v soustavě C- γ . Rozložení svítivosti daného svítidla lze též znázornit pomocí izokandelového diagramu.

Při konstrukci goniometru je nutno dodržet minimální fotometrickou vzdálenost (minimální vzdálenost mezi fotočlánkem a světelným zdrojem, při které je nejistota měření menší než dovolená).

Měření rozložení svítivosti pomocí osvětlenosti, jenž je fotočlánkem měřena, a výpočtu ze čtvercového zákona nabízí tři rozdílné konstrukční řešení goniometru:

- Otočný zdroj či svítidlo a pevný fotočlánek. Tento typ goniometru je možné použít jen v případě, že rozložení svítivosti je nezávislé na poloze světelného zdroje nebo svítidla.

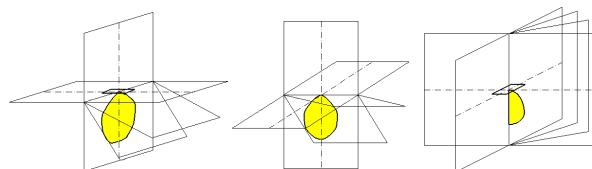
- Pevný zdroj či svítidlo a otočný fotočlánek. Tento typ je vhodný pro měření rozložení svítivosti v provozní poloze světelných zdrojů a svítidel předepsané výrobcem. Tyto goniometry splňují požadavek kolmého dopadu světla na fotočlánek při dodržení minimální fotometrické vzdálenosti.

- Pevný zdroj i fotočlánek a otočné zrcadlo. Goniometry s pevným světelným zdrojem i fotočlánkem a otočným zrcadlem mohou sloužit k měření rozložení svítivosti všech světelných zdrojů či svítidel, jsou však náročné na konstrukční řešení (zejména na optickou kvalitu zrcadel).

V našem případě je použit první typ, tedy otočný zdroj či svítidlo a pevný fotočlánek.

Popis automatizovaného goniometru

Na Fakultě elektrotechniky a informatiky VŠB-TU byl k dispozici poloautomatický goniometr. Tento ovšem nepracoval zcela podle požadavků uživatelů, docházelo u něj k poruchám, často bylo nutné zařízení restartovat. Také jeho řídicí software nebyl příliš „uživatelsky přívětivý“, odpovídal zvyklostem práce s počítači v polovině 90 let.



Obr. 1: Křivky svítivosti ve fotometrických systémech A- α , B- β , C- γ

Dále přesnost některých strojních částí nebyla příliš dobrá (velká vůle převodovky), což vnášelo chybu do měření protože nebylo možné nastavit polohu svítidla s přesností lepší než 1°.

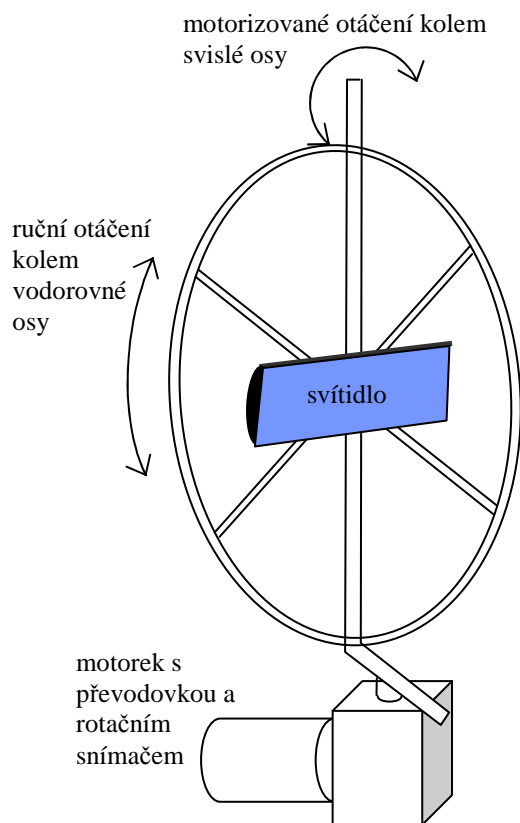
Proto jsme přistoupili k celkové modernizaci tohoto goniometru. Jejím cílem bylo, aby se měření mohla provádět co nejrychleji, aby měření bylo co nejvíce automatizované a odstranily se operace které nejsou nezbytně nutné. Také byla snaha o to vytvořit řídicí software s co nejjednodušším ovládáním, který by ukládal naměřená data ve formátu vhodném pro další zpracování.

Protože v našich možnostech nebylo příliš měnit strojní součásti goniometru, snažili jsme se pomocí rekonstrukce jeho elektronické části alespoň co nejvíce vylíminovat nepřesnost převodovky, což se nám docela dobře povedlo.

Popis hardwaru

Měření úrovně osvětlenosti se provádí pomocí luxmetru. Tento luxmetr byl součástí původního goniofotometru a při rekonstrukci nebyl nijak měněn (kromě výměny konektoru, aby bylo možné ho připojit k nové kabeláži). Luxmetr byl zkalibrován v Metrologickém ústavu.

Pro pohon otáčení goniofotometru kolem svislé osy byl zvolen jednofázový převodový asynchronní motorek. Ke spínání tohoto motorku byly zvoleny bezkontaktní polovodičová relé. Velmi důležitou částí tohoto pohonu je rotační snímač polohy. Existují v podstatě dvě možnosti, absolutní rotační snímač a inkrementální rotační snímač. Inkrementální je sice mírně levnější, ale při každém zapnutí zařízení je potřeba nastavit ho do počáteční definované polohy. To práci se zařízením poněkud komplikuje. Proto jsme zvolili absolutní snímač ARC 1205. Tento snímač polohy je 12 bitový, umožňuje určit polohu s přesností lepší než $0,1^\circ$ ($360/2^{12}=0,088^\circ$). Použitím tohoto snímače se podařilo podstatně zlepšit přesnost nastavení polohy.



Obr. 2 Náčrtek goniofotometru

rušení), jsou tudíž k dispozici čtyři.

Jeden analogový vstup převodníku je použit pro měření napěťového signálu z luxmetru – hodnoty osvětlenosti. Zbývající jsou využity pro funkce, které nejsou pro základní měření na goniofotometru nutné, ale mohou jeho možnosti zajímavě rozšířit. Je to měření napájecího napětí svítidla, proudu svítidla a teploty svítidla.

K měření napětí je použit malý měřicí transformátorek. K měření proudu je použito čidlo s Halloovou sondou (LEM čidlo). K měření teploty je připraven vstup pro odporový teploměr Pt100, který ale zatím nebyl použit.

Měření napětí a proudu umožňuje vypočítat i příkon svítidla, jeho účinnost a také harmonické zkreslení proudu. Harmonické zkreslení proudu je u mnoha svítidel (kompaktní i klasické zářivky, výbojky) velmi zajímavý parametr, jehož význam roste se stále větším důrazem kladeným na elektromagnetickou kompatibilitu.

Popis softwaru

Měřicí a ovládací software byl vytvořen v systému LabVIEW, který umožňuje poměrně snadné a rychlé vytváření aplikací pro měření a v případě potřeby také jejich snadné úpravy.

Program vytvořený v LabVIEW je velmi snadno ovladatelná podle všech zvyklostí Windows, je „uživatelsky příjemný“.

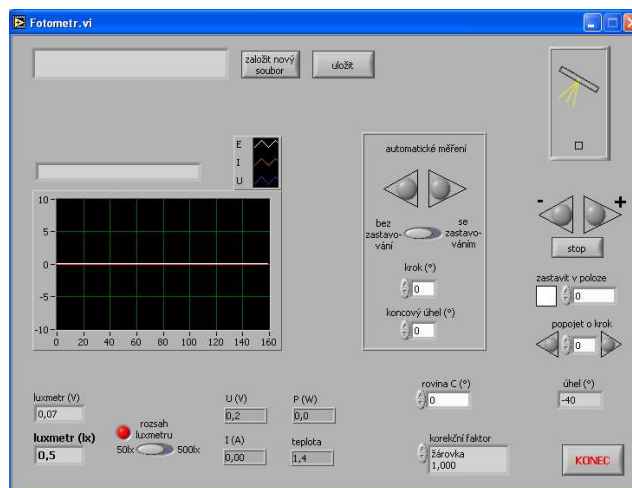
Vytvořený program umožňuje tyto úkoly:

- Natočení goniofotometru do požadované polohy.
- Ruční odměření hodnoty osvětlenosti (kliknutím na tlačítko), zároveň se měří i proud, napětí a příkon svítidla.
- Automatické měření, kdy se zadá počáteční a konečná poloha a krok ve stupních. Počítač pak natáčí goniofotometr po zadaných krocích, zastaví ho, odměří osvětlenost, otočí o další krok a tak dále.
- Automatické měření bez zastavování, tato možnost výrazně měření urychluje. Goniofotometr se otáčí rychlostí asi 1° za sekundu. Odměření všech hodnot (osvětlenost, proud, napětí, teplota) trvá necelých 100 ms, což odpovídá otočení o méně než $0,1^\circ$. S dostatečnou přesností lze tedy měřit i bez zastavení.

Měřené hodnoty se ukládají do textového souboru. Údaj o natočení svítidla kolem vodorovné osy musí zadat obsluhující osoba do políčka na obrazovce. Natočení se provádí ručně, pouze jednou za čas. Tento údaj se také ukládá do výstupního souboru.

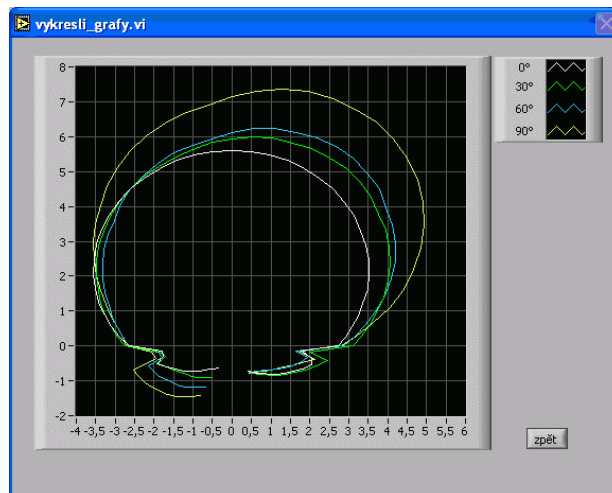
Při běhu programu je na obrazovce zobrazen také malý náčrtek celého otáčejícího-se zařízení (vizualizace), pro snazší orientaci obsluhy. Obsluha totiž na zařízení nevidí, protože je umístěno ve vedlejší temné místnosti.

Čelní panel programu měření s goniofotometrem je na obrázku 3.

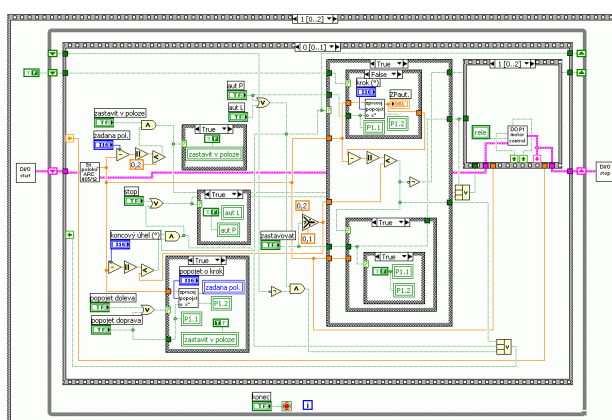


Obr. 3 Čelní panel měřicího programu

Neměřená data program ukládá do textového souboru. Tento soubor je možné naimportovat například do tabulkového procesoru jako je Microsoft Excel nebo jiný podobný program a vykreslit v něm křivky svítivosti. Protože do jednoho grafu se obvykle vynášejí několik charakteristik a celé měření se většinou provádí několikrát, je import do Excelu zdlouhavý. Proto byl v LabVIEW vytvořen program který naměřená data upraví a uloží do dvojrozměrné tabulky vhodné pro snazší import do Excelu. Tento program umí také zobrazit náhled křivek svítivosti, jejich příklad je na obrázku 4.

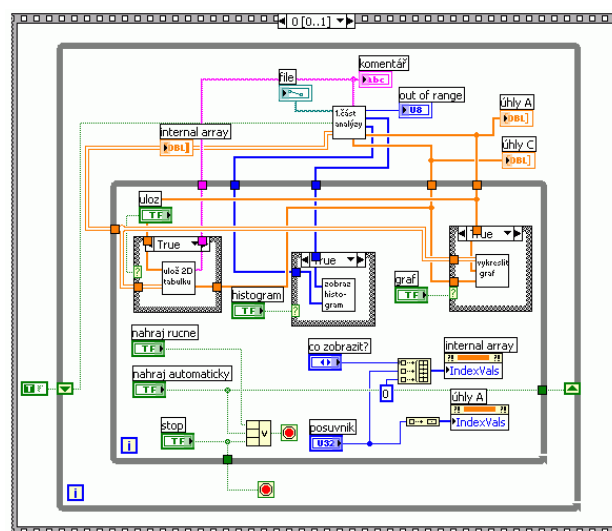


Obr. 4 Náhled křivek svítivosti svítidla



Obr. 5. Zdrojový kód programu pro měření

Na obrázcích 5 a 6 jsou zdrojové kódy programů v LabVIEW (někdy se tento způsob programování nazývá programovací jazyk G). Na obrázku 5 je zdrojový kód programu pro automatizované měření, na obrázku 6 je zdrojový kód programu pro úpravu naměřených dat pro snazší import do Excelu a vytváření náhledů křivek svítivosti.

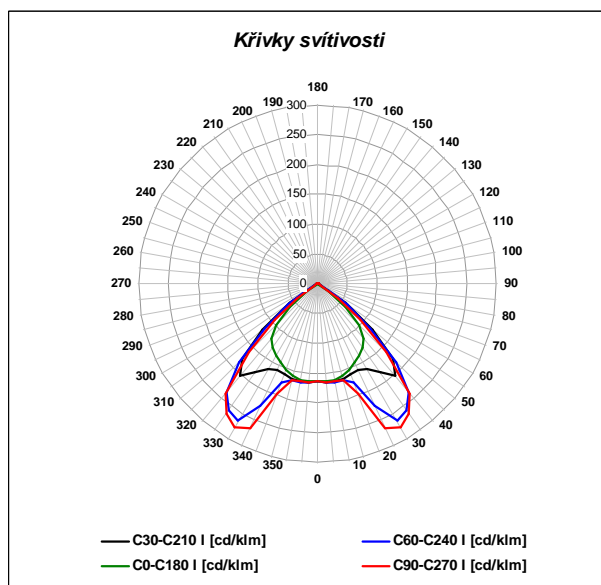


Obr. 6. Zdrojový kód programu pro úpravu dat

Ukázka měření

Jedno z měření, které se na tomto goniofotometru v poslední době provádělo, bylo srovnání dvou svítidel od konkurenčních firem jak z hlediska jejich křivek svítivosti tak i z hlediska jejich světelně-technické účinnosti.

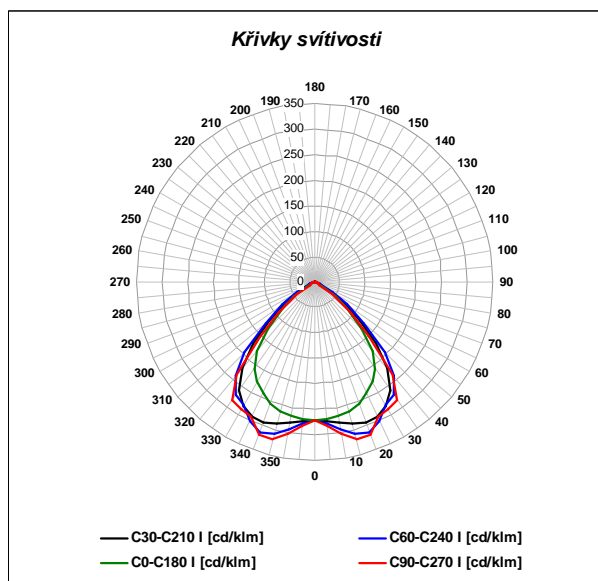
První svítidlo je plytké, s velkým počtem příčných lamel, které snižují světelně-technickou účinnost svítidla ale zamezují oslnění pod velkými úhly. Z obrázku 7 je patrné, že první svítidlo má ploché křivky svítivosti, tudíž svítí více pod úhly kolem 30° v podélném směru to je zapříčiněno tvarem příčných lamel.



Obr. 7 Křivky svítivosti prvního svítidla

Účinnost tohoto svítidla byla naměřena $\eta = 45\%$.

Druhé svítidlo je hlubší s menším počtem příčných lamel, tedy má předpoklady pro vyšší světelně-technickou účinnost. Toto svítidlo svítí ve všech směrech přibližně se stejnou intenzitou, tím pádem jeho křivky svítivosti jsou více kulatější, než u předchozího svítidla, jak naznačuje obrázek 8.



Obr. 8 Křivky svítivosti druhého svítidla

U tohoto svítidla byla dosažena vyšší světelně-technická účinnost a to $\eta = 59\%$.

Porovnáním těchto dvou svítidel byly ověřeny předpoklady, že čím větší počet lamel tím má svítidlo nižší světelně-technickou účinnost a čím je svítidlo hlubší (světelný zdroj je více zapuštěn ve svítidle), tím svítidlo méně oslňuje pod velkými úhly a má rovnoměrnější křivky svítivosti ve všech směrech. Tyto předpoklady však neplatí vždy, vše je závislé na tvarování odrazných ploch.

Závěr

Zmodernizovaný goniofotometr se při měření charakteristik svítidel dobře osvědčil. Práce s ním je snazší a rychlejší než před modernizací, nebo s podobnými zařízeními stejné cenové kategorie. Vzhledem k finančním prostředkům vloženým do modernizace (poměrně malé, mezi 10 a 20 tisíci korunami) bylo dosaženo velmi dobrého řešení zařízení. Zařízení pracuje poměrně spolehlivě, bylo na něm proměřeno několik desítek svítidel. Jediná porucha která se vyskytla byla způsobena mechanickým poškozením kabelu pro připojení luxmetru a byla vyřešena použitím robustnějšího kabelu se silnější izolací.

Literatura

- [1] Dostál, F.; Kolář, V.; Novák, T.: Měření rušivého světla v městském prostředí. sborník 39. semináře katedry elektrotechniky VŠB-TU Ostrava, 18-19.6.2008.
- [2] Sokanský, K., a kol: Racionalizace v osvětlování kancelářských, školských a bytových prostor, ČEA, 2004, Ostrava
- [3] Sokanský, K., a kol: Racionalizace v osvětlování venkovních prostorů, ČEA, 2004, Ostrava

Terminologie a rušivé vlivy světla

Jaroslav, Kotek, Ing.

AKTÉ spol. s r. o., www.akte.cz, jaroslav.kotek@akte.cz

Úvod

V posledních letech byly a jsou dosti frekventované výrazy související s vedlejšími účinky osvětlení, k nimž patří např. nežádoucí vnikání umělého světla z exteriéru do obytných místností, zhoršení kvality pozorování kosmických objektů vlivem rostoucího závoje jasů oblohy, narušování přirozeného nočního prostředí, negativní vlivy na zdraví lidí a zvířat, apod. Nemá-li docházet ke zbytečným nedorozuměním, je třeba používané výrazy definovat a následně také důsledně používat. Úkolem tohoto příspěvku je předložit čtenáři přehled s uvedenou problematikou přímo souvisejících základních termínů a definic zakotvených v mezinárodních dokumentech (včetně pokusu o překlad) a upozornit na terminologické matení české odborné i neodborné veřejnosti.

Vybrané termíny a jejich definice

Light pollution (světelné znečištění)

– a generic term indicating the sum-total of all adverse effects of artificial light. [1]

(Všeobecný pojem znamenající celkový souhrn všech nepříznivých vlivů umělého osvětlení.)

Pozn. 1: Termín „light pollution“ je použit také v normě [2].

Pozn. 2: Na internetových stránkách [3] Ing. Tomáše Maixnera, které jsou vydávány za oficiální stránky tématické skupiny "Rušivé světlo" při Českém národním komitétu CIE (ČNK CIE), je uvedena následující definice termínu „light pollution“:

- termín pro rušivé světlo používaný legislativou, astronomy a laickou veřejností.

Spill light, stray light (neužitečné světlo)

– light emitted by lighting installation which falls outside the boundaries of the property for which the lighting installation is designed. [1], [2], [4] a [5]

(Světlo emitované osvětlovací soustavou, které dopadá mimo objekt /pozemek, nemovitost/, k jehož osvětlení je osvětlovací soustava navržena.)

Pozn.: Termíny „spill light“ a „stray light“ by se daly přeložit např. jako „přesahující světlo“ a „rozptýlené světlo“. Za vhodnější lze považovat volný překlad „neužitečné světlo“, jenž byl schválen pro použití v normě [6] v rámci jejího projednávání. V [3] tato skutečnost není zohledněna a uvádí se termín „světelný přesah“.

Obtrusive light (rušivé světlo)

- spill light which, because of quantitative, directional or spectral attributes in given context, gives rise to annoyance, discomfort, distraction or reduction in the ability to see essential information. [1], [2], [4] a [5]

(Neužitečné světlo, které svými kvantitativními, směrovými nebo spektrálními vlastnostmi v dané situaci zvětšuje obtěžování, nepohodu, vyrušení nebo omezuje schopnost zjistit podstatné sdělení.)

Pozn.: V [3] je uvedena definice termínu „obtrusive light“ ignorující definici uvedenou v [1], [2] a [4] a tím matoucí veřejnost. Termín „obtrusive light“ je v [3] definován jako:

- všeobecný pojem označující celkové nepříznivé vlivy osvětlení ve venkovních prostorech. Viditelné záření umělých zdrojů světla, které negativně ovlivňuje přírodní stav nočního prostředí, zrakové funkce, způsobuje nepohodu a není účelně využíváno.

Z porovnání s výše uvedenými mezinárodně zakotvenými definicemi vyplývá, že definice uvedená v [3] svým obsahem odpovídá termínu „light pollution“ a ne termínu „obtrusive light“!

Light trespass (neoprávněné světlo)

- unwanted or nuisance light which is spilled beyond the boundary of property intended to be illuminated [5]

(Nežádoucí nebo obtěžující světlo, které přesahuje hranice úmyslně osvětleného objektu.)

Pozn.: Překlad termínu „light trespass“ by měl vystihnout souvislost s přestupkem, proviněním nebo prohřeškem.

Sky glow (záře oblohy)

- the brightening of the night sky that results from the reflection of radiation (visible and non-visible), scattered from the constituents of the atmosphere (gaseous, molecules, aerosols and particulate matter), in the direction of observation. It comprises two separate components as follows:

a) Natural sky glow – that part of the sky glow which is attributable to radiation from celestial sources and luminescent processes in the Earth's upper atmosphere.

b) Man-made sky glow – that part of the sky glow which is attributable to man-made sources of radiation (e.g. outdoor electric lighting), including radiation that is emitted directly upwards and that is reflected from the surface of the Earth. [1] a [4]

(Zjasnění noční oblohy následkem odrazu záření (viditelného a neviditelného), rozptýleného složkami atmosféry (plyny, molekulami, aerosoly a hmotnými částicemi), směrem k pozorovateli. Tvoří ji následující samostatné složky:

a) Přirozená záře oblohy – ta část záře oblohy, kterou vyvolává záření nebeských zdrojů a luminescenční procesy v horní vrstvě zemské atmosféry.

b) Umělá záře oblohy – ta část záře oblohy, kterou vyvolává záření umělých zdrojů záření (tj. venkovní elektrické osvětlení), včetně záření emitovaného přímo vzhůru a záření odraženého od zemského povrchu.)

Pozn.: Definice „sky glow“ v [5] se liší tím, že se místo termínu „man-made sky glow“ používá termínu „artificial sky glow“.

ULOR /Upward Light Output Ratio/ (horní účinnost)

- proportion of the total flux of the lamps of a luminaire that is emitted above the horizontal plane crossing the luminaire in its installed position. [5]

(Podíl celkového světelného toku světelných zdrojů svítidla, který je emitovaný nad horizontální rovinu protínající svítidlo v jeho pracovní poloze.)

Pozn. 1: Obdobné definice jsou uvedeny v dokumentech [1], [2] a [4].

Pozn. 2: V [8] je pro horní účinnost uvedena následující definice:

- podíl horního světelného toku svítidla měřený za stanovených technických podmínek s příslušnými světelnými zdroji a předřadníky a součtu jednotlivých toků těchto zdrojů svítících se stejnými předřadníky mimo svítidlo za stanovených podmínek

DLOR /Downward Light Output Ratio/ (dolní účinnost)

- proportion of the total flux of the lamp of a luminaire that is emitted under the horizontal plane crossing the luminaire in its installed position. [5]

(Podíl celkového světelného toku světelných zdrojů svítidla, který je emitovaný pod horizontální rovinu protínající svítidlo v jeho pracovní poloze.)

Pozn.: V [8] a [9] je pro dolní účinnost uvedena následující definice:

- podíl dolního světelného toku svítidla měřený za stanovených technických podmínek s příslušnými světelnými zdroji a předřadníky a součtu jednotlivých toků těchto zdrojů svítících se stejnými předřadníky mimo svítidlo za stanovených podmínek.

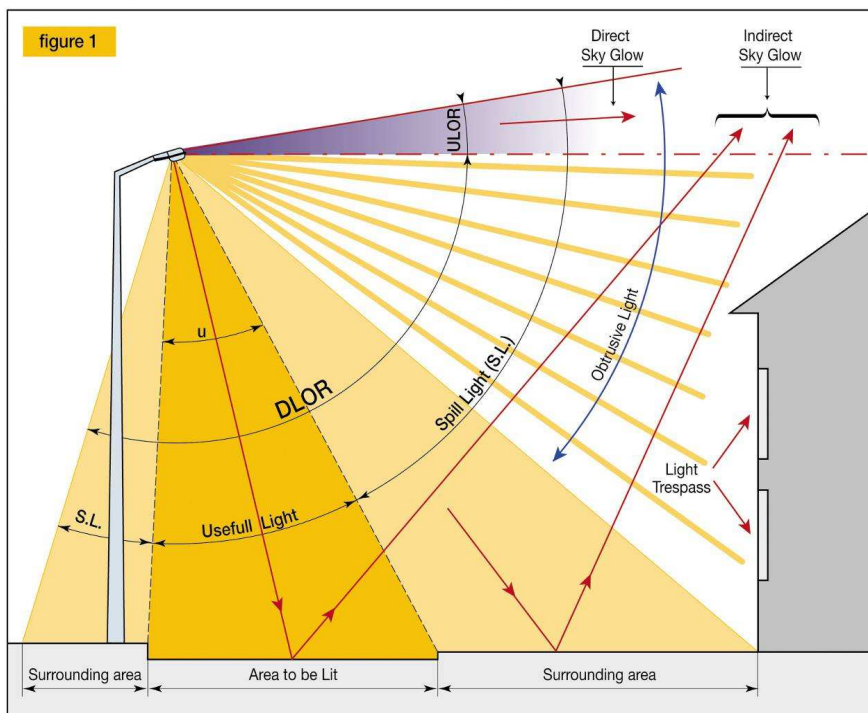
Grafické znázornění základních termínů

Názornou představu o tom, co výše uvedené termíny představují v praxi si lze vytvořit pomocí obrázku označeného „figure 1“ převzatého z dokumentu [5].

Stav „světelné špíny“

Pokud u nás nebudeme cítit mezinárodně zavedené termíny a definice, stěží se budeme schopni domluvit. Výše uvedený přehled mezinárodně zakotvených základních termínů a definic vztahujících se ke světelnému znečištění konfrontovaný s termíny a definicemi uvedenými na internetových stránkách [3] a prezentovanými jejich autorem i jinde, ukazuje, jak špatný stav v oblasti terminologie kolem světelného znečištění v České republice máme. Předseda tématické skupiny „Rušivé světlo“ při ČNK CIE se chlubí tím, že se žíví „světelnou špínou“. Dobrá, každý se nějak musí žít, ale ať nemate odbornou i neodbornou veřejnost svými neseriózními výplody. Budí dojem, že jím uvedené termíny a definice jsou v souladu s dokumenty CIE a odsouhlaseny ČNK CIE, což není pravda. Jeho počínání lze považovat za zneužívání funkce předsedy tématické skupiny. Skupina mimochodem neplní ani základní úkol daný stanovami, kterým je zajišťování přenosu informací z příslušné technické komise CIE mezi českou odbornou

veřejnost a uplatňování českého stanoviska k materiálům CIE. Technická komise CIE TC 4-21 v současné době dokončuje práci na revizi publikace [1], 16.6.2008 vydala už 8. návrh publikace. Tématická skupina „Rušivé světlo“ při ČNK CIE se na revizi vůbec nepodílela ani nepodílí, ani neinformuje českou odbornou veřejnost o jejím vývoji. Předseda skupiny se již několik let vyhýbá zadanému úkolu vypracovat návrh náplně činnosti skupiny (specifikovat, co bude výstupem činnosti skupiny) a časového harmonogramu. Jak je možné, že to všechno prochází? Jednoduše. Většina představenstva ČNK CIE se rozhodla, že aktivity předsedy tématické skupiny „Rušivé světlo“ nebude nijak korigovat, že dotyčného bude jen chválit bez ohledu na kvalitu výstupů. Tento stav trvá už několik let. Veřejnost na něj doplácí tím, že je humornou formou uváděna v omyl. Podíl na uvedeném nelichotivém stavu má i vedení České společnosti pro osvětlování (ČSO), která, jak jsem se dozvěděl, provoz internetových stránek [3] financuje bez ohledu na kvalitu jejich obsahu, přestože na nedostatky bylo v průběhu posledních třech let několikrát upozorněno. Lze tedy konstatovat že, „světelná špína“ v naší republice je hustá, stav už dlouho setrvalý. Pomůžete jej změnit?



- Legenda k obrázku označenému „figure 1“:
- Usefull Light – užitečné světlo
- Area to be Lit – osvětlovaná oblast
- Surrounding area – okolí
- Direct Sky Glow – přímá záře oblohy
- Indirect Sky Glow – nepřímá záře oblohy

Literatura a odkazy

- | | |
|--|---|
| [1] CIE 126:1997 | Guidelines for minimizing sky glow |
| [2] EN 12464-2:2007 | Lighting of work places – Part 2: Outdoor work places
(stav k 15.9.2008) |
| [3] www.darksky.cz | |
| [4] CIE 150:2003 | Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations |
| [5] Publikace CIE TC 4-21 | Guide for minimizing sky glow, Draft N°8, 2008-06-16 |
| [6] ČSN EN 12464-2 | Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů - Část 2: Venkovní pracovní prostory |
| [7] ČSN EN 13201-2 | Osvětlení pozemních komunikací - Část 2: Požadavky |
| [8] ČSN EN 12665 | Světlo a osvětlení – Základní termíny a kritéria pro stanovení požadavků na osvětlení |
| [9] ČSN IEC 50(845) | Mezinárodní elektrotechnický slovník - Kapitola 845: Osvětlení |

Praktické zkušenosti se systémovým KNX/EIB řízením osvětlení v komerčních objektech

Josef Kunc, Ing.

ABB s.r.o. Elektro-Praga, www.abb-epj.cz, josef.kunc@cz.abb.com

Principy řízení vnitřního osvětlení systémem KNX/EIB

Než se dostaneme k principům řízení osvětlení systémovou elektrickou instalací KNX/EIB (tedy instalací, která jako jediná je celosvětově normalizována pro řízení funkcí v budovách – viz soubory norem ČSN EN 50090 a ISO/IEC 14543), objasněme si zásadní rozdíly mezi klasickou a systémovou elektrickou instalací.

Systémovou elektrickou instalací KNX/EIB ovládané funkce zajistí v budovách nejen vysoký komfort, ale současně 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.

Toto prohlášení vychází ze zásadního rozdílu mezi klasickou a systémovou instalací.

Čemu tedy můžeme říkat klasická instalace?

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 instalací bychom měli považovat každou elektricky nebo elektronicky řízenou 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 i 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. Není to tedy instalací z přelomu 19. a 20. století, která nám bohužel přetrvává až do dnešních dnů např. v panelových domech, ale je mnohdy ještě využívána 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 říci, že dochází k nadměrnému plýtvání energií. A další nevýhodou takto pojaté klasické instalace je nepřehledný způsob ovládání všech funkcí, designové ovládací prvky jsou pro každou funkci v jiném výtvarném pojetí, v odlišných barvách. Podle dodavatelů těchto systémů to samozřejmě jinak ani nelze udělat.

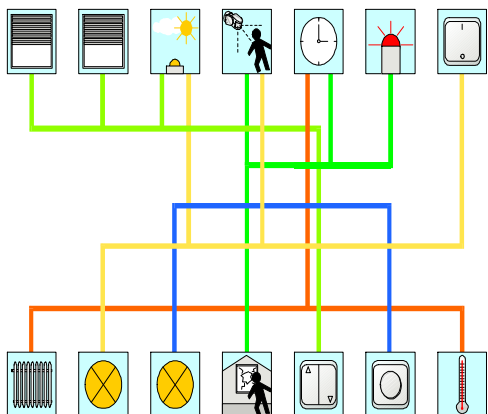
Jak vyřešit takovou situaci?

Můžeme pouze konstatovat, že ve skutečnosti lze všechno vyřešit, dokonce velmi elegantním způsobem – nasazením některé ze systémových instalací, například KNX/EIB (která je evropským a současně celosvětově normalizovaným systémem pro řízení všech funkcí v budovách, jak jsme již uvedli v úvodu).

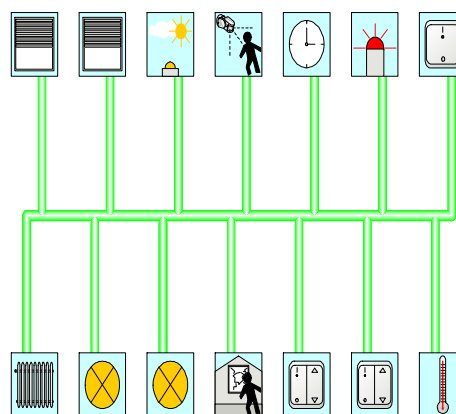
Neznamená to, že by nebylo možné používat různé specializované řídicí systémy. Je však potřebné každý z těchto lokálních systémů propojit prostřednictvím vhodných komunikačních rozhraní do jediného systému, v němž budou použity snímače jednotlivých fyzikálních veličin tak, aby jejich údaje sloužily třeba i několika účelům. Tak pro již zmíněné oblasti vytápění a klimatizace budou ve společném systému určeny společné termostaty (v systémové instalaci pod tímto pojmem 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 také realizovaná s nižšími celkovými pořizovacími náklady. Pro správný chod vystačí s nižšími počty přístrojů, s nižšími počty vedení.

O správnosti využívání společných systémů pro řízení všech funkcí v budovách se můžeme stále častěji přesvědčovat také tím, že se podrobněji seznámíme s výrobky různých firem. Jen pro ilustraci: jen před několika měsíci zahájila firma Mitsubishi dodávky některých svých klimatizačních systémů vybavených také rozhraními pro přímou komunikaci se systémovou instalací KNX/EIB.

Zjednodušené porovnání klasické a systémové instalace je na obr. 1 a obr. 2. V klasické instalaci je vzájemné propojení prvků prakticky neměnné, případné změny jsou obtížně uskutečnitelné a pracné, s nutností zásahů do stavební konstrukce.



Obr. 1: Klasická instalace



Obr. 2: Systémová instalace

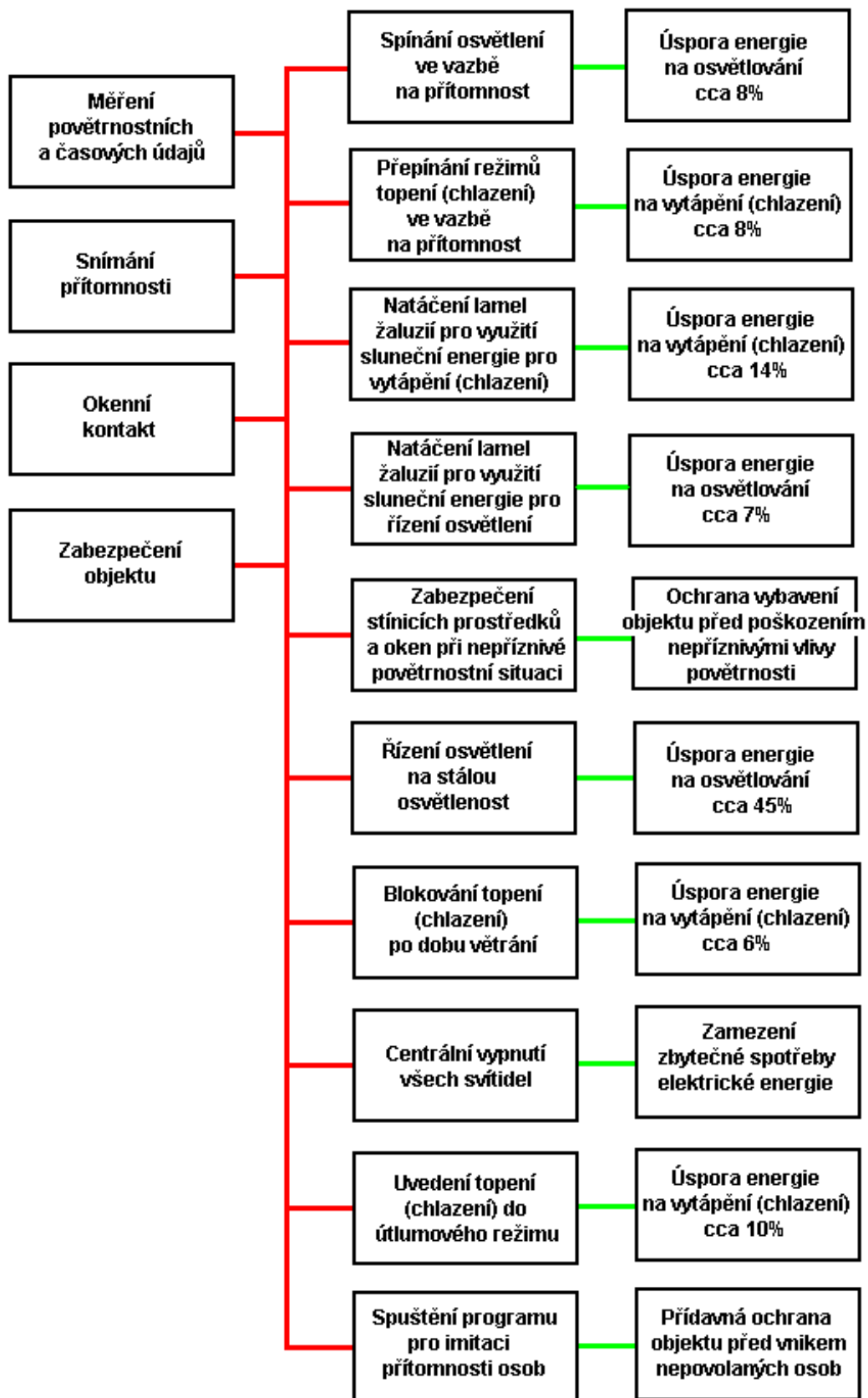
V systémové instalaci je propojení prvků zadáno softwarově, jsou možné libovolné dodatečné změny, zpravidla pouze změnami v naprogramování, případně jednoduchým doplněním prvků a jejich připojením ke sběrnici a s následným doplněním aplikačních programů. Ovládací prvky v systémové instalaci mohou být určeny pro ovládání různých funkcí. Tak například jedna klapka čtyřnásobného tlačítkového ovladače může být určena pro spínání a stmívání jednoho svítidla, druhá pro spínání dvou dalších svítidel, třetí pro ovládání žaluzie a čtvrtá pro spuštění dvou scén.

Na straně ovládání tedy můžeme prakticky libovolně kombinovat potřebné ovladače do vícenásobných celků, vždy ve shodném designu. Takovéto kombinování, společně se způsobem naprogramování řízení jednotlivých funkcí dovoluje výrazně zjednodušit ovládání, což se projeví jako vyšší stupeň komfortu.

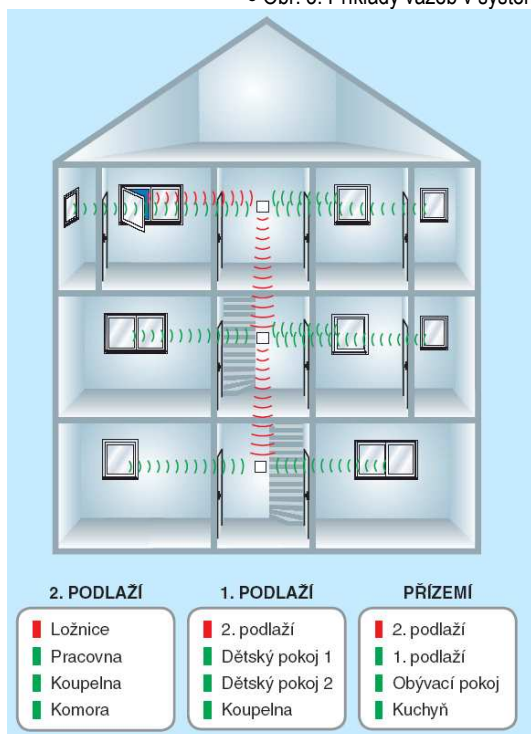
Podívejme se však také na možnosti přídavných úspor energií, jak je naznačeno na příkladech na obr. 3.

Okenní kontakt může i nemusí být součástí elektronického systému zabezpečení budovy, ale jeho použití doporučujeme 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 nákladů na vytápění. Takovémuto „hospodaření“ s energií jednoznačně zabrání programová vazba zabezpečující zablokování topení po dobu větrání. Přitom vždy nemusí být použity okenní kontakty. Vazbu se stejnými účinky lze vytvořit jednoduše i dodatečně bezdrátovými snímači poloh okenních klik Wave line – viz obr. 4. Přitom i zdánlivě zavřené okno, pokud není zajištěné okenní klikou, bude systém vždy považovat za otevřené, což je výhodou oproti okenním kontaktům. Takto přivřené okno se snadno může otevřít větrným poryvem a v době nepřítomnosti pak v objektu mohou vzniknout i vysoké škody. Stavů až čtyř oken nebo skupin oken mohou být indikovány tříbarevnými LED (stav otevřeno, zavřeno, ventilace) na RF přijímačích, kombinovaných s jednonásobnými tlačítkovými snímači (obr. 5), které budou potřebné údaje předávat po sběrnici k dalšímu libovolnému zpracování.

Údaje o otevřených oknech lze samozřejmě využít také pro informaci v hotelích, nemocnicích a podobných objektech, takže bude umožněna potřebná reakce personálu.



• Obr. 3: Příklady vazeb v systémové instalaci



Obr. 4: RF systém Wave line pro kontrolu oken



Obr. 5: RF přijímač Wave line

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 k 50% snížení spotřeby energie na osvětlování. Přitom se jedná o samočinný, tedy plně komfortní způsob ovládní spotřeby energie – ručně bude nastavována pouze požadovaná hladina osvětlení.

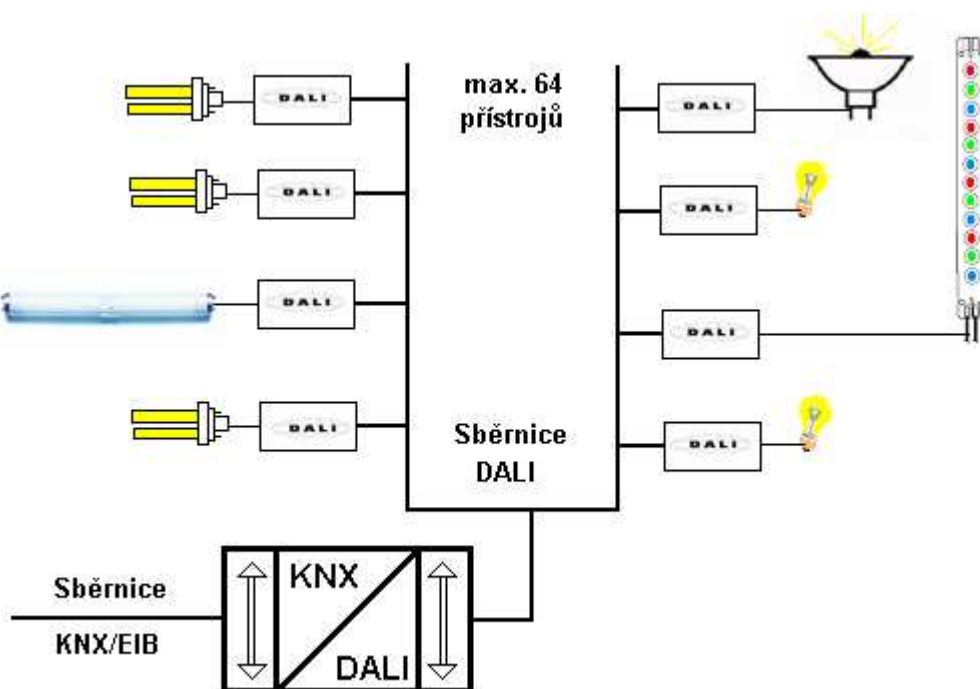
Uvažujeme-li za obecně platný průzkum využívání komerčních objektů uskutečněný před krátkou dobou v Norsku, pak bychom si měli uvědomit, že přibližně 40% používaných místností je během pracovní doby prázdných a tedy zbytečně vytápěných na komfortní teplotu (nastavenou podle časového programu). Vazba na přítomnost však dokáže výrazně snížit takovou zbytečnou spotřebu energie – v právě nevyužívaných místnostech přepne vytápění do úsporného režimu.

Investice, která je u nás stále ještě nedocenená, tedy investice do venkovních žaluzií, samozřejmě s natáčivými lamelami, dokáže přinášet rovněž až nečekaně vysoké přídavné úspory energie. V noční době, při plně zatažených žaluziích, jsou okna méně ochlazována – dochází k určitému omezení tepelných ztrát. Současně je objekt také lépe zabezpečen před vnikem cizích osob. V denní době budou lamely žaluzií automaticky natáčeny tak, aby bylo možné využít slunečního tepla pro přitápění v zimním období. Naopak v letním období bude sluneční teplo odráženo do venkovního prostoru, takže se výrazně sníží náklady na chlazení. V obou případech lze uvažovat s přídavnou úsporou nákladů kolem 14% a to ve srovnání s jinak dokonalým systémem chlazení a topení. Příjemné pracovní prostředí bylo takto vytvořeno například v novém komplexu budov ČSOB Praha – viz obr. 6, kde v automatickém režimu provozu je téměř 1200 venkovních žaluzií. Osazenstvu kanceláří je ovšem ponechána možnost jiného, ručního nastavení, ovšem pokud právě není ruční řízení zablokováno, například při silném větru, kdy žaluzie jsou v zabezpečené poloze. Ruční nastavení žaluzií je možné z lokálních tlačítkových ovladačů, ale společně s osvětlením také z vizualizace z PC, kterou v omezeném rozsahu mají k dispozici jednotliví pracovníci.



• Obr. 6: Budovy vybavené venkovními lamelovými žaluziemi

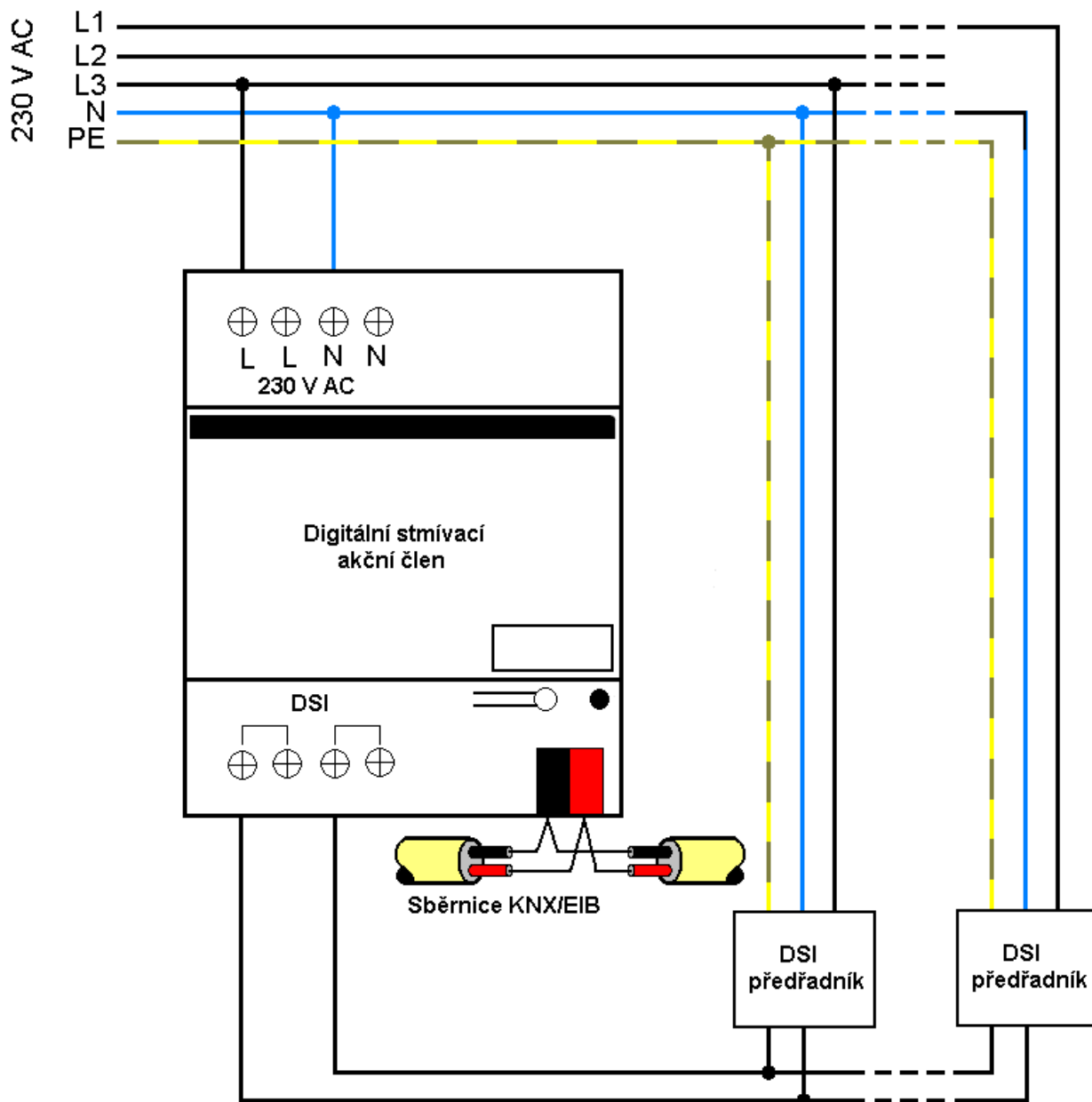
Součástí řízení funkcí v systémových instalacích je také řízení osvětlení. V rozsáhlých objektech (např. v ČSOB Praha) je výhodné použití systému řízení DALI (digital addressable lighting interface) ve spojení s jednonásobnými rozhraními KNX/EIB-DALI – obr. 7. Jedno takové rozhraní umožní propojit až 64 individuálně adresovatelných DALI předřadníků s ovládacími prvky umístěnými na sběrnici KNX/EIB. 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 nové 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/EIB-DALI, zda doporučuje využití zamýšlených předřadníků.



• Obr. 7: Řízení osvětlení s předřadníky DALI

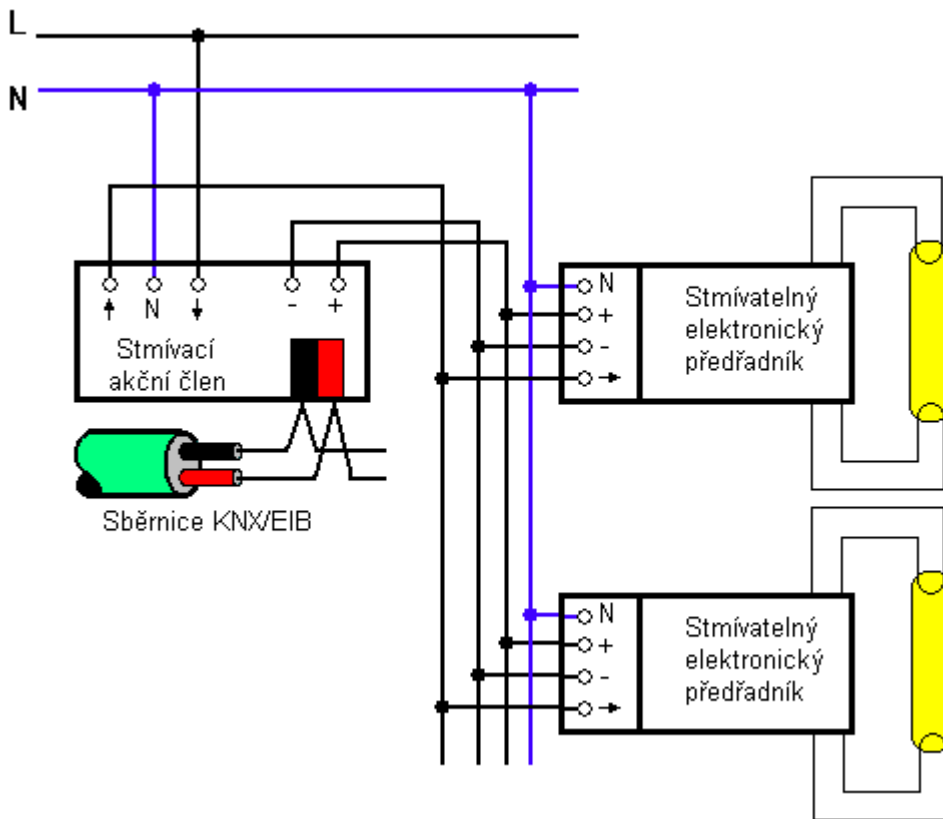
Pro spínané a stmívané osvětlovací systémy ve velkých místnostech je výhodné využití DSI (digital standard interface) předřadníků – obr. 8. Takto lze s výhodou řešit osvětlení ve výrobních halách a dílnách a v podobných prostorách, v nichž je potřebné současně ovládat i dlouhé řady svítidel – např. řídit osvětlení na stálou osvětlenost, což je funkce zabezpečující maximální úsporu nákladů na osvětlování. Výhodou je možnost

využití DSI vedení v délkách až několika set metrů bez vlivu na přesnost vyhodnocení řídicího signálu na prvním a na posledním předřadníku.



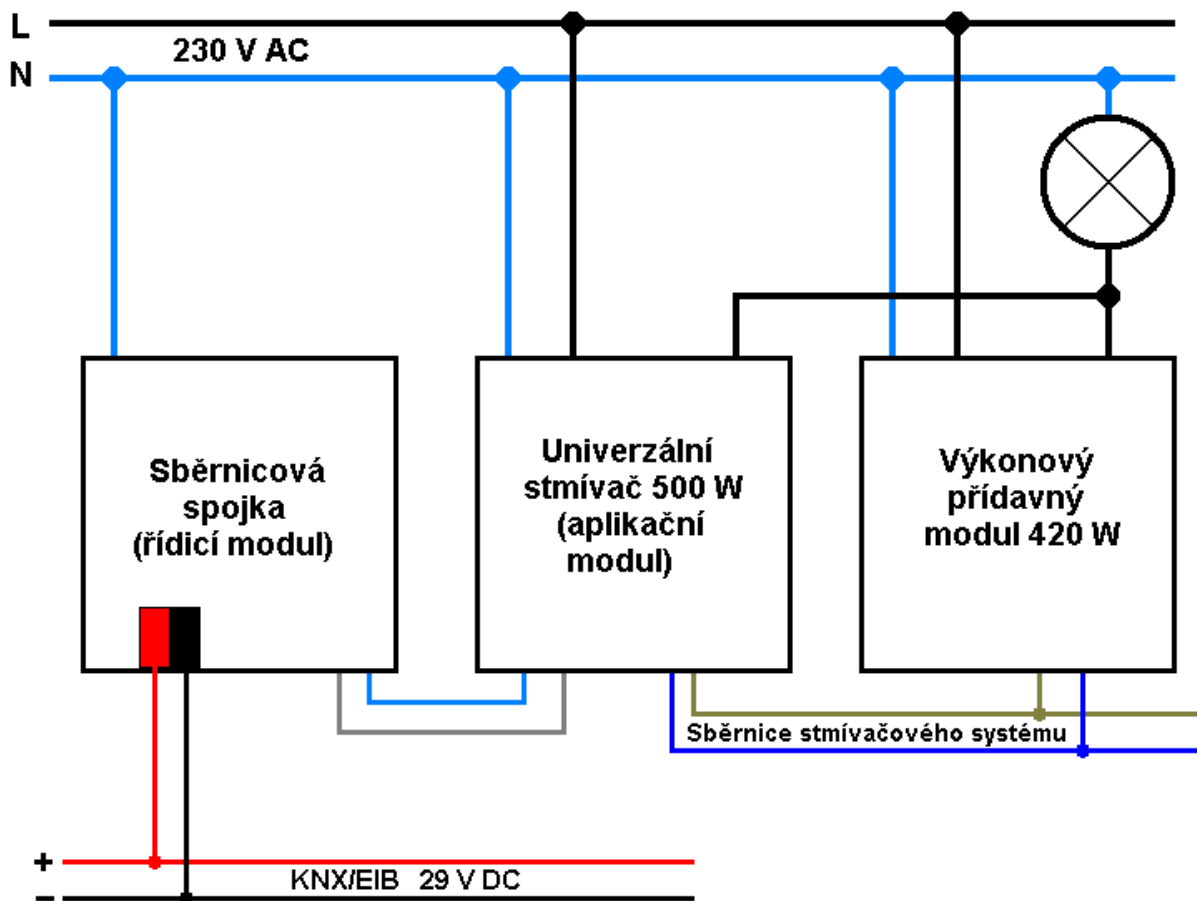
• Obr. 8: Řízení osvětlení s DSI předřadníky

V kancelářích, ve sportovních zařízeních, ve zdravotnických a školských objektech a v mnoha dalších budovách je potřebné spínat a stmívat zářivkové osvětlení, případně je řídit na stálou osvětlenost. Zde nejlépe vyhovují svítidla vybavená analogovými elektronickými stmívatelnými předřadníky s řídicím napětím 1 až 10 V (obr. 9).



• Obr. 9: Analogové řízení zářivkového osvětlení

Prosté spínání svítidel všech typů mohou zabezpečovat spínací akční členy se silovými kontakty dimenzovanými na příslušné druhy zátěže a na předpokládané zatěžovací proudy. Máme-li stmívat žárovková (nově i LED) svítidla, případně využít stmívání pro řízení na stálou osvětlenost, musíme využít univerzální spínací a stmívací akční členy, které jsou schopny regulovat osvětlení vybavené klasickými nebo halogenovými žárovkami 230 V, případně halogenovými žárovkami malého napětí – reguluje se primární napětí vinutého nebo elektronického transformátoru. Volba vhodného typu stmívacího akčního členu závisí na možném rozsahu zatížitelnosti. Pro velký rozsah zátěží lze využít stavebnicového řešení – podsystemu stmívačů s podružnou sběrnicí pro synchronizaci činnosti základního výkonového stmívače a potřebného počtu přidavných stmívacích modulů. Takto lze stmívat nedělitelnou zátěž např. až 3000 W (obr. 10). U těchto stmívačů, montovaných výhradně do rozvodnic a rozváděčů, je nutné věnovat velkou pozornost správnému návrhu skříně nejen z hlediska přípustného počtu montážních modulů, které lze do ní umístit, ale také přípustné výkonové ztrátě, pro kterou je skříň dodávána, protože tyto stmívače mají poměrně vysokou výkonovou ztrátu. Závazným je postup podle ČSN EN 60670-24. Současně je potřebné dodržovat montážní postupy, které doporučují výrobci v dokumentaci přikládané k výrobkům. Při stmívání svítidel se světelnými zdroji LED nás obvykle bude zajímat dolní hranice stmívatelného výkonu, která se obvykle pohybuje v desítkách watů. Přestože již jsou k dispozici světelné LED zdroje s příkonem i 200 W, o jejich stmívání budeme mít zájem jen výjimečně, protože jsou určeny ponejvíce pro reflektory, pro venkovní osvětlení apod. Zatím pouze u malého počtu stmívacích akčních členů se hranice nejmenší zátěže pohybuje např. kolem 2 W. Avšak ani tato podmínka nemusí být zárukou správné funkce stmívače pro regulaci osvětlení s LED světelnými zdroji. Je nutné, aby v technické dokumentaci výrobce bylo uvedeno, že přístroje jsou určeny pro tento účel.



• Obr. 10: Řízení žárovkového osvětlení

Systémové instalace jsou nezbytnými pro koncepci řízení vysokého počtu funkcí, s možnostmi úplné místní i vzdálené kontroly a ovládání, především v moderních budovách, vybavených všemi progresivními technologiemi. Tyto budovy jsou obvykle energeticky úsporné a odpovídají požadavkům 21. století.

Stručně jsme se seznámili s možnostmi systémové instalace KNX/EIB komunikující po sběrnici. V některých budovách (například historických) ale při rekonstrukcích již není možné zasahovat do stavby ukládáním nových vedení. V takových případech je možné využití KNX/EIB komunikace po silových vedeních, pro něž jsou k dispozici rovněž potřebné přístroje – přímo připojované k silovým vodičům. Jedinou podmínkou je možnost připojení středního vodiče ke každému z těchto přístrojů.

Jinou možnost potom nabízí KNX/EIB systém s radiofrekvenční komunikací, kdy je možné se vyhnout i těm nejmenším stavebním zásahům. Ovšem za nejspolehlivější je nutné považovat KNX/EIB systém s přenosem po sběrnici.

Literatura:

- [1] Materiály z www.knx.org
- [2] Studijní materiály asociace KNX
- [3] Podklady výrobců přístrojů KNX/EIB a výrobců svítidel
- [4] Archiv autora

Výskum oslnenia v doprave

Ing. František Krasňan, PhD.

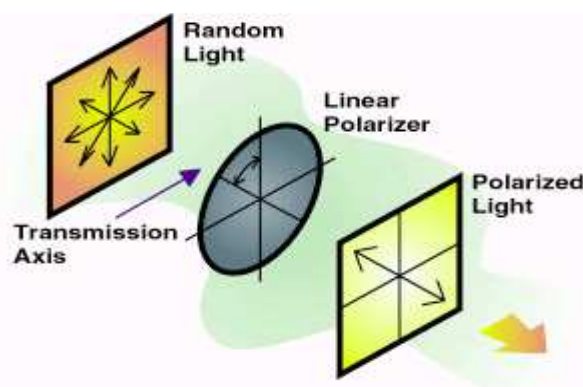
Slovenská technická univerzita v Bratislave, FEI, frantisek.krasnan@gmail.com

Oslnenie spôsobené či už slnkom, verejným osvetlením, reklamnými pútačmi, ale najmä reflektormi protiúdcich automobilov, môže ovplyvniť viditeľnosť natoľko, že nedokážeme včas rozoznať chodca, cyklistu alebo prekážku na ceste. Výrazne zvyšuje riziko dopravnej nehody a tým ohrozuje všetkých účastníkov cestnej premávky. Hodnotiť oslnenie v reálnych podmienkach je veľmi zložité, pretože sa tieto podmienky neustále menia. Vychádzať sa dá iba z určitých predpokladov a zvolených počiatočných podmienok. Zvyčajne sa hľadá najnepriaznivejší stav, ktorý často krát trvá iba veľmi krátky čas.

Výskumu v oblasti bezpečnosti v doprave sa v súčasnosti venujú celé tímy odborníkov. Problematika oslnenia tvorí iba malú časť ich širokého záujmu. Ak sa však pozrieme na oslnenie detailnejšie zistíme, že je to problematika veľmi rozsiahla a zložitá. Pokúsme sa aspoň v krátkosti naznačiť niektoré smery nášho výskumu.

1 Obmedzenie oslnenia polarizačnými filtermi

Myšlienka použitia polarizačných filtrov pre obmedzenie oslnenia je známa niekoľko desiatok rokov. Môžeme sa o nej dočítať v starších časopisoch alebo príručkách. Jej výskum však doposiaľ nebol vykonaný komplexne. V podstate sa jedná o zábranu vniknutia polarizovaného žiarenia do oka vodiča použitím lineárne polarizovaného filtra. Princíp činnosti polarizačného filtra môžeme vidieť na obrázku č. 1.



• obrázok 22 Lineárna polarizácia svetla polarizačným filtrom

Ak si napríklad predstavíme, že z reflektorov protiúdcého automobilu vychádza polarizované svetlo, použitím polarizačných okuliarov s rovinou polarizácie pootočenou o 90° v ideálnom prípade toto svetlo nebudeme vidieť. Znamená to, že bez ohľadu na to, aké silné bude toto svetlo, nebude dochádzať k oslneniu. Svetlo odrazené od komunikácie však vodič cez polarizačné okuliare vidí, pretože po odraze od difúzných materiálov už nie je polarizované. Pre vykonanie testov sme použili polarizačné filtre s nasledovnými parametrami:

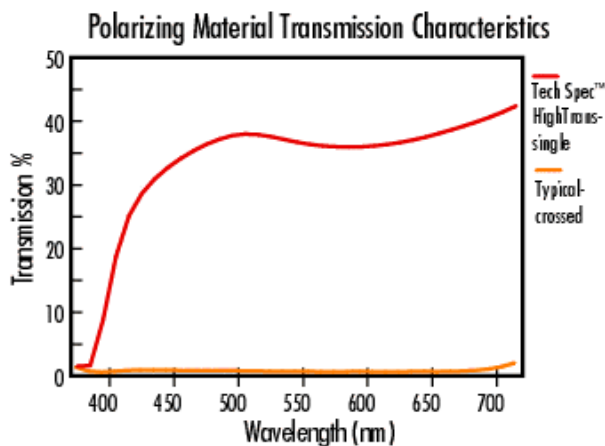
Vytvoření tabulky

V nabídce Tabulka zvolte příkaz Vložit.

Upravit existující tabulku, jako je tabulka níže, lze tak, že umístíte ukazatel myši do libovolné buňky a v nabídce Tabulka klepnete na požadovaný příkaz.

farba	šedá
prestup svetla	38 % samostatne, 27 % paralelne
prestup svetla cez dva prekrížené filtre	0,04 %
UV absorpcia	viac ako 99%
efektivita polarizácie	viac ako 99%
hrúbka filtra	0,74 mm

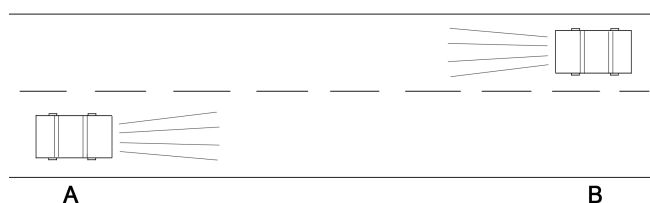
• Tabulka: Vlastnosti použitého polarizačného filtra



• obrázok 23 Spektrálny činiteľ priestupu polarizačného filtra

Test

Dva osobné automobily boli umiestnené na opustenej cestnej komunikácii podľa obrázku č. 3 vzdialené od seba 30m. Na oba predné reflektory automobilu boli umiestnené polarizačné filtre. Počas testu mali vodiči polarizačné okuliare. Cieľom bolo zistiť, či polarizačné filtre dostatočne odstránia efekt oslnenia od protiidúceho automobilu a zároveň či budú vodiči schopní dostatočne vidieť. Keďže predné reflektory boli prekryté polarizačným filtrom, bolo potrebné zobrať do úvahy fakt, že ich svietivosť sa zníži na 38% pôvodnej hodnoty.



• obrázok 24 Poloha automobilov pri testoch.

Výsledky testov možno vidieť na nasledovných obrázkoch. Na obrázku č.4 a č.5 je situácia pri zapnutých stretávacích a diaľkových svetlách, na obrázku č.6 situácia pri zapnutých diaľkových svetlách s použitím polarizačných filtrov.



• obrázok 25, 26 Vizualne podmienky vodiča - stretávacie svetlá vľavo a diaľkové svetlá vpravo



obrázok 27 Diaľkové svetlá s polarizačným filtrom

Z testov vidieť, že polarizačné filtre dokážu úplne odstrániť oslnenie od protiidúceho automobilu. Oslnenie bolo eliminované dokonca i v prípade, že obaja vodiči mali zapnuté diaľkové svetlá. Viditeľnosť dopravnej situácia sa veľmi výrazne zlepšila.

Uvedený systém je zatiaľ v štádiu výskumu. Uplatnenie by našiel najmä na diaľniciach, pretože tu je brzdná dráha vozidla vďaka vyššej maximálnej povolenej rýchlosti dlhšia, ako viditeľnosť pri zapnutých stretávacích svetlách. Prídavné svetlomety s polarizovaným žiarením môžu dosvietiť na niekoľkonásobne väčšiu vzdialenosť, čím by bolo možné skôr rozoznať prípadnú prekážku.

Aby systém mohol správne fungovať, bolo by potrebné vyriešiť niekoľko súvisiacich problémov. V prvom rade je to použitie polarizačných okuliarov (alebo iných zariadení s filtračným efektom pre polarizované žiarenie) všetkými účastníkmi cestnej premávky. Ďalej by to mohla byť vyššia energetická náročnosť automobilov. Ak by sa však využili účinnejšie svetelné zdroje, napríklad xenónové výbojky, spotreba energie na osvetlenie by v porovnaní so súčasnými halogénovými žiarovkami nemusela byť vyššia. Problematické by tiež mohlo byť rušivé svetlo v okolí diaľnic, keďže by sa sietivosť reflektorov automobilov zvýšila. To všetko sú problémy, ktoré stavajú pred využitie tohto systému ďalšie otázky a námety pre ďalší výskum.

Zaujímavou alternatívou využitia systému dvojitej polarizácie svetla sa javí jeho aplikácia v systémoch podporného nočného videnia v automobiloch. Pri osvetľovaní komunikácie infračerveným žiarením síce nedochádza k oslňovaniu vodičov, avšak kamerové systémy nočného videnia sú na oslnenie infražiarivom protiidúceho automobilu citlivé podobne, ako ľudské oko na viditeľné svetlo.

2 Možnosti využitia infračervených kamerových systémov v doprave

Infračervené kamerové snímače nachádzajú v doprave čoraz častejšie použitie. Či už na cestných komunikáciách alebo v samotných automobiloch.

Na cestných komunikáciách sa v súčasnosti experimentuje s dvoma typmi infračervených systémov, aktívnym a pasívnym. Oba tieto typy detekujú a monitorujú cestnú dopravu. Aktívny systém využíva lasery a detektory operujúce v oblasti infračerveného spektrálneho rozsahu. Pasívny systém používa detektory operujúce v tepelnej infračervenej oblasti. Obe tieto systémy počítačovo spracovávajú signál a korelačnou technikou určujú prítomnosť vozidiel, hustotu dopravy, meranie rýchlosti vozidiel a ich dĺžkovú klasifikáciu. Prvé testy systémov potvrdili potenciál poskytnutia efektívneho a cenovo prístupného dopravného monitorovacieho systému pre použitie na hlavných ťahoch. Až ďalšie skúmanie prinesie výsledky, na základe ktorých by sa aktívny alebo pasívny systém mohol integrovať v inteligentných cestných systémoch.

V automobiloch sa infračervené kamerové systémy využívajú už bežne, i keď nie sú úplne dokonalé. Najčastejším takýmto zariadením je systém nočného videnia. Integruje sa napríklad v čelnom skle pre lepší a efektívnejší výhľad z auta počas šoférovania v noci. Najmodernejšia elektronika a infračervená technológia pomáhajú vodičovi aj za slabej viditeľnosti zaregistrovať chodcov a iné potenciálne riziká na cestách. Systém umožňuje vodičovi vidieť aj za priestor, ktorý osvetľujú reflektory. Vodič vidí nočnú cestu tak dobre, akoby ju videl osvetlenú xenónovou výbojkou, aj keď jazdí so stretávacími svetlami.



• obrázok 28 Systém nočného videnia zobrazený na čelnom skle

Niektorí výrobcovia (Cadillac, Mercedes...) už dnes montujú systémy nočného videnia do svojich luxusných automobilov, pričom prvé počiatky siahajú až do roku 2001.

Technológia nočného videnia je založená na dvoch systémoch – krátko a dlho vlnný infračervený systém (IR).

Krátko vlnná IR technológia pracuje v oblasti okolo 0,9 mikrometra. Takéto vyhotovenie krátkovlnného infračerveného systému zahŕňa dvojicu infračervených žiaričov, ktoré sa integrujú do reflektorov. IR žiarenie je vysielané pred automobil, neoslňuje, pretože ľudské oko nie je citlivé na IR žiarenie. IR odraz objektov je zachytený kamerou. Kamera obsahuje CCD čip a je umiestnená vedľa spätného zrkadla. CCD čip spracúva infračervené žiarenie a produkuje optimalizovaný obraz, ktorý sa v reálnom čase prenáša na displej čelného skla, poprípade monitor. Obraz je čiernobiely.

Ďaleko vlnná IR technológia zisťuje energiu, ktorá je emitovaná ako teplo. Pracuje v oblasti vlnovej dĺžky 6 až 12 mikrometrov. Tento IR systém je nazývaný aj ako pasívny, pretože nepotrebuje k svojej činnosti žiadny špeciálny svetelný zdroj. Špeciálna kamera umiestnená za mriežkou chladiča automobilu sníma oblasti z IR detektora a získané elementy mení z analógového signálu na pixely. Tieto pixely vytvárajú tepelné stupne nazývané termogram, ktorý sa obnovuje 30 krát za sekundu. Teplo z chodcov alebo zvierat je omnoho väčšie ako teplo okolia. Signálový procesor prekladá termogramové dáta na obraz vhodný pre displej na monitore alebo pre obraz na čelnom skle.

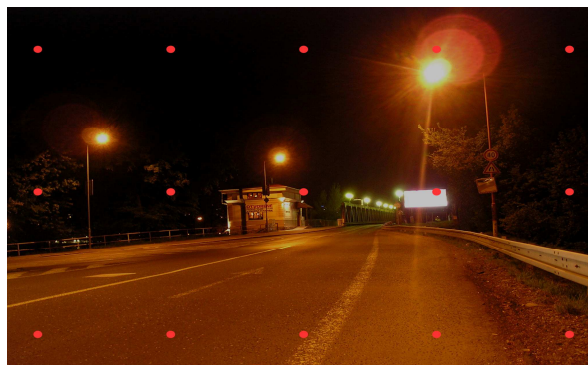


• obrázok 29 Infračervené kamery používané v automobiloch.

Pri tejto technológii nebola nájdená žiadna technická nevýhoda, avšak systém dáva vodičovi takú istotu tým, že mu zviditeľňuje asi 3 až 4 krát väčšiu vzdialenosť v porovnaní s reflektormi automobilu, čo môže viesť k neprimeranému zvýšeniu rýchlosti a zníženiu opatrnosti. Spoločnosť Siemens VDO už predstavila systém nazvaný PRO PILOT a sériovo sa v automobiloch objaví v roku 2008, spoločnosť Bosch chce ponúkať obdobný systém v roku 2009.

3 Vplyv reklamných bilbordov na bezpečnosť a vizuálne podmienky v cestnej premávke

Cieľom týchto meraní je zistiť, aký vplyv majú svietiace billboardy umiestnené popri cestnej komunikácii na viditeľnosť vodičov. Aby sa zabezpečili rovnaké podmienky pre všetkých respondentov, merania boli vykonávané v laboratóriu, pričom meracie pracovisko bolo navrhnuté na základe reálnych vizuálnych podmienok zameraných v Bratislave.



Testovací obraz sa v laboratóriu premietal pomocou dataprojektora na plátno, pričom sa menil kontrast objektu na obraze. Skúmaná bola zmena prahu rozlíšiteľnosti jasov pri oslnení billboardom a bez neho.

Do výskumu bolo doposiaľ zapojených deväť respondentov. Jas, uhol pozorovania a poloha testovacieho billboardu boli zvolené na základe meraní reálnych billboardov (viď. obr. 9 a 10).

Na monitore bol spustený program na kontinuálne meranie kontrastu medzi číslom v strede obrazovky a pozadím.



• obrázok 32 Premietaný obraz s vyznačenými jasmi pozadia

Program pracuje tak, že klikaním na šípku „vpravo“ na klávesnici sa zosvetľuje znak (číslica) v strede zobrazovanej plochy. Pozadie ostáva čierne. Takýmto spôsobom sa postupne zvyšuje kontrast medzi znakom a pozadím. Respondent vo chvíli, keď rozozná číslicu, zatlačí klávesu „space“, čím sa do pamäte uloží hodnota (krok), v ktorom respondent uvidel a identifikoval číslicu. Číslice sa ľubovoľne menia od 0 po 25, respondent preto nevedel, aká číslica bude nasledovať.

Tento pokus bol realizovaný so zapnutým a aj vypnutým billboardom. Hodnoty krokov, v ktorých respondent uvidel a identifikoval číslicu, sú zobrazené v tabuľke č. 2.

	respondent	jas krokov	prahový kontrast K_m	zmena prahového kontrastu
1.	zapnutý billboard	0,115	0,87	23%
	vypnutý billboard	0,035	0,67	
2.	zapnutý billboard	0,143	0,91	22%
	vypnutý billboard	0,044	0,71	
3.	zapnutý billboard	0,092	0,93	17%
	vypnutý billboard	0,030	0,77	
4.	zapnutý billboard	0,134	0,89	25%
	vypnutý billboard	0,051	0,66	
5.	zapnutý billboard	0,081	0,93	13%
	vypnutý billboard	0,028	0,80	
6.	zapnutý billboard	0,055	0,88	27%
	vypnutý billboard	0,028	0,64	
7.	zapnutý billboard	0,117	0,82	21%
	vypnutý billboard	0,037	0,65	
8.	zapnutý billboard	0,116	0,91	20%
	vypnutý billboard	0,031	0,73	
9.	zapnutý billboard	0,115	0,91	26%
	vypnutý billboard	0,035	0,68	

• Tabuľka: Práhové kontrasty pri zapnutom a vypnutom bilboarde

Prahový kontrast K_m bol vypočítaný ako relatívny kontrast medzi jasom pozadia L_p (0,01 cd/m²) a najnižším jasom L , pri ktorom respondent dokázal rozoznať meniaci sa znak.

$$(1) \quad K_m = \left(\frac{L - L_p}{L} \right)$$

kde: K_m – prahový kontrast, L_b – jas pozadia, L – jas znaku.

Posledný stĺpec v tabuľke č. 2 zobrazuje, o koľko percent sa zvýši prah rozlíšiteľnosti jasu pri zapnutom bilboarde. Znamená to, že ak sa v zornom poli vodiča bude nachádzať svietiaci billboard, musí byť kontrast prekážky (ktorú by mal vodič rozoznať) s pozadím vyšší v priemere o 21,6%.

Meranie teda preukázalo, že svietiaci billboard okrem odpútavania pozornosti vodiča zvyšuje prah rozlíšiteľnosti jasu a nepriaznivo ovplyvňuje viditeľnosť prekážky na komunikácii. Spôsobuje nie iba psychologické oslnenie, ale aj fyziologické oslnenie. Umiestňovanie billboardov by preto malo mať určitú koncepciu. A to nie iba z hľadiska estetického, ale aj z hľadiska bezpečnosti. Billboardy je potrebné umiestňovať tak, aby sa nenachádzali priamo v smere pohľadu v zornom poli vodiča, ani v blízkosti nebezpečných úsekov, križovatiek a ani v blízkosti prechodov pre chodcov.

Záver

Na záver možno povedať, že výskum problematiky exteriérového oslnenia je z hľadiska zvyšovania bezpečnosti cestnej premávky veľmi dôležitý. Vzhľadom k tomu, že počet dopravných nehôd je na Slovensku v porovnaní s inými krajinami EU vysoký, je otázka zvýšenia bezpečnosti na cestách nanajvyšš aktuálna. Každé riešenie, ktoré môže zachrániť ľudský život alebo veľké majetkové škody za to stojí.

References

- [1] Profi auto: Inteligentné nočné videnie Hondy, [online], Dostupné nainternete: <http://www.automagazin.sk/am0205/pa_02.php>, 2004.
- [2] Varga Peter, Profi auto: Svetlá pre vyššiu bezpečnosť. [online], Dostupné na internete: <http://www.automagazin.sk/am0406/pa_02.php>, 2006.
- [3] Profi auto: Svetlá budúcnosti. [online], Dostupné na internete: <http://www.automagazin.sk/am0405/pa_02.php>, 2005.
- [4] Bosch: Budúcnosť automobilizmu. [online], Dostupné na internete: <http://press.bosch.sk/press/detail.asp?f_id=697>, 2007.
- [5] Komisia európskych spoločenstiev: Inteligentné vozidlo. [online], Dostupné na internete: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52007DC0541:SK:HTML>>, 2007.

Authors: prof. Ing. Alfonz Smola, PhD., Slovenská technická univerzita, FEI, Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava, Slovensko, E-mail: alfonz.smola@stuba.sk; Ing. František Krasňan, PhD., Slovenská technická univerzita, FEI, Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava, Slovensko, E-mail: frantisek.krasnan@stuba.sk; Doc. Ing. Dionýz Gašparovský, PhD., STU FEI, Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava, Slovensko, E-mail: dionyz.gasparovsky@stuba.sk.

Vývoj osvetľovacej techniky a zásady z pohľadu iluminácie

Ing. František Krasňan, PhD.

Slovenská Technická Univerzita v Bratislave, FEI - KEE, frantisek.krasnan@stuba.sk

Slávnostné osvetlenie budov dotvára obraz mesta a krajiny po západe slnka, vytvára slávnostný dojem lokality a umožňuje zamerať pozornosť návštevníkov mesta na dôležité architektonické alebo historické pamiatky. Úlohou nočného osvetlenia je navodiť pocit nokturna, vytvoriť vnímanie nočného mesta, ktoré sa líši od denného vnímania. Vhodná technika osvetlenia využívajúca kontrasty jasov alebo farieb umožňuje zdôrazniť vybrané architektonické prvky a dosiahnuť pôsobivejšie zobrazenie stavby ako počas dňa, ktoré je často úplne odlišné.



Obr. 1 Ilustračné foto

História slávnostného osvetlenia

Slávnostné osvetlenie budov sa postupne vyvíjalo z rôznych foriem vonkajšieho osvetlenia. Počiatky slávnostného osvetlenia vonkajších objektov spadajú do obdobia vzniku prvých architektur. Keď stavba, ktorú ľudia vytvorili, prestala mať len úžitkovú funkciu, túžili jej dodať výnimočný, slávnostný charakter. Preto sa uskutočňovali prvé slávnostné osvetlenia pomocou veľkých ohňov umiestnených v okolí budovy. V období staroveku si využitie ohňa pre slávnostné osvetlenie udržuje kultový ráz, úzko spojený s náboženstvom. V počiatkoch novoveku sa najčastejšie používa vonkajšie osvetlenie hradiel vo vojnových časoch. Oblíbeným doplnkom cirkevných sviatkov bolo slávnostné osvetlenie budovy kostola. Používali sa pochodne, ktoré sa rozmiestňovali na priečelí objektu. Špeciálnym slávnostným osvetlením v 17. a 18. storočí bol ohňostroj, pre ktorý boli zhotovované konštrukcie. Zavedenie plynového osvetlenia začiatkom 19. storočia nepriineslo veľkú zmenu do architektonického osvetlenia. Ojedinelé sa objavili pokusy použiť plyn na slávnostné osvetlenie (plynové rúrky s pravidelne rozmiestnenými otvormi sa umiestňovali na rímse budovy), pre rôzne technické problémy sa tento spôsob osvetlenia neujal. K podstatným zmenám osvetlenia budov dochádza až po objavení elektrického oblúka a neskôr žiarovky. V roku 1877 bolo realizované slávnostné osvetlenie katolíckeho kostola v Drážďanoch pri príležitosti striebornej svadby kráľa Alberta. Okolo roku 1930 sa začínajú budovy osvetľovať nie len pri slávnostných príležitostiach, ale trvale.





V súčasnosti sa na osvetľovanie budov využívajú najmodernejšie svietidlá a svetelné zdroje. Slávnostné osvetlenie sa inštaluje aj v menších mestách. Pozornosť je predovšetkým naďalej venovaná významným historickým a pamiatkovým objektom.

Svetelné zdroje a svietidlá pre ilumináciu

Pre osvetľovanie menších budov sa ešte i dnes používajú obyčajné alebo halogénové žiarovky, prípadne špeciálne žiarovky so sústredeným vláknom. Pre osvetľovanie väčších budov alebo architektonických celkov sú vhodnejšie výbojky - vysokotlakové ortuťové a sodíkové, halogenidové, xenónové a v súčasnosti s veľkým úspechom aj LED. Použitie daných typov zdrojov vyplýva z ich svetelnotechnických parametrov. Ide predovšetkým o merný výkon, dobré farebné podanie a životnosť. Používanie obyčajných žiaroviek vzhľadom na ich krátku životnosť a nízku účinnosť je na ústupe. Vzájomnou kombináciou spomenutých typov svetelných zdrojov môžeme dosiahnuť rôzne farebné efekty alebo zvýrazniť niektoré zvlášť významné časti budov.

Pri umiestňovaní svietidiel treba dbať na to, aby boli ľahko prístupné a pokiaľ možno čo najmenej nápadné. Pri obvyklom pohľade na osvetľovaný objekt nesmú oslňovať pozorovateľa, ale ani obyvateľov okolitých domov a už vôbec nie ohrozovať bezpečnosť okolitej dopravy. Preto je vhodné umiestňovať skupiny svetlometov na strechách susedných budov. Nie vždy je to však možné, a preto treba niekedy montovať svietidlá na osvetľovacie stožiare.

Tab. 1 Parametre svetelných zdrojov používaných pri iluminácii

Svetelné zdroje	Merný výkon	Farba svetla	
žiarovky, halogénové žiarovky	6 – 25 lm/W	2500 – 3300 K	
vysokotlaké ortuťové výbojky	40 - 75 lm/W	3400 – 4300 K	
vysokotlaké sodíkové výbojky	60 – 130 lm/W	1900 – 2500 K	
halogenidové výbojky	70 – 100 lm/W	3000 – 6500 K	
xenónové výbojky	60 lm/W	6000 – 6500 K	
LED	20-60 lm/W	2500 - 6500 K + rôzne farby	



Obr. 2 Ukážka symetrických, asymetrických a zabudovaných svietidiel

Významnou súčasťou osvetľovacích zariadení je príslušenstvo k svietidlám. Rôzne druhy refraktorov a farebných filtrov slúžia na úpravu spektra a rozloženia svetelného toku vychádzajúceho zo svietidiel. Dôležitú úlohu plnia taktiež clony, ktoré sa na svietidlá montujú z dôvodu zábrany oslnenia a pre usmernenie svetla iba do želaného smeru. Pri dobrom clonení sa osvetľovacia sústava pri diaľkových pohľadoch stáva neviditeľnou a nepôsobí rušivo.



Obr. 3 Rôzne príslušenstvo a farebné filtre ku svietidlám pre ilumináciu

Osvetľovacie sústavy pre ilumináciu

Základom návrhu iluminácie je dobrá kompozícia. Od nej závisí, či sa budú osvetľovacie sústavy umiestňovať mimo osvetľovaného objektu a osvetľovať sa bude z diaľky, alebo sa sústava umiestni priamo na osvetľovaný objekt.

Pri osvetľovaní z diaľky sa objekty osvetľujú ako celok a prezentuje sa ich skutočný vzhľad, mohutnosť a veľkoleposť. Výhodou je, že počet svietidiel je menší a osvetľovacia sústava nezasahuje priamo do objektu. Tento spôsob osvetľovania odporúčam najmä vtedy, ak osvetľovaná pamiatka je veľmi významná a montáž svietidiel na fasádu by ju mohla poškodiť.

Druhý spôsob osvetľovania, kedy sa svietidlá umiestňujú priamo na osvetľovaný objekt umožňuje lepšie zvýraznenie detailov a modeláciu svetlom. Vďaka hre svetla a tieňov môže objekt nadobudnúť pôsobivejší a atraktívnejší vzhľad ako má počas dňa. Pri tomto spôsobe osvetľovania je potrebný väčší počet menších svietidiel a osvetľovacia sústava viac či menej zasahuje do objektu. Je preto vhodné ho realizovať vtedy, ak sa predpokladá následná rekonštrukcia a obnova fasády.

Pri budovaní základného vizuálneho dojmu potrebuje svetelná kompozícia tak svetlo, ako aj tmu. U dominantných stavieb je dôležité, aby dominoval aj ich povrchový jas vzhľadom k nižšiemu jasú ostatných prvkov mesta. Svetlo by nemalo z jednej jasnej plochy skákať na druhú, ale malo by byť jemne vedené. Je teda dôležité brať do úvahy aj to, ako jednotlivé materiály povrchov fasád budov vedú, pohlcujú a odrážajú svetlo.



Obr.4 Príklady rôznej kompozície osvetlenia

Hra svetla a tieňov potláča fádnosť a dvojrozmernosť fasády a budí dojem trojrozmernosti.



Obr.5 Súhra svetla a tieňov

Pri osvetľovaní je potrebné rešpektovať nielen svetelnotechnické vlastnosti materiálov osvetľovaného priečelia a jeho členenia, ale aj širšie okolie.

Pri stanovení potrebnej hodnoty jasú osvetľovaného objektu treba okrem pozorovacej vzdialenosti uvažovať aj jas okolia a význam daného osvetľovaného objektu. Pri vyšších hodnotách jasú okolia sa spravidla volia vyššie hodnoty jasú objektu. Odporúčané jasú osvetľovaného priečelia sú uvedené v tabuľke.

Tab. 2 Odporúčaný jas objektov s vlastným osvetlením

Pozorovacia vzdialenosť objektu	Jas fasády, priechelia L_{pk} (cd/m^2)
Dial'kové pohľady	10 - 20
Pohľady z okolia	5 - 10
Pohľady z bezprostrednej blízkosti	1 - 5

Svetlomety a ich zoskupenie sa volí podľa členitosti fasády a podľa toho, z akej vzdialenosti bude fasáda osvetľovaná. Treba dbať na to, aby nevznikali príliš veľké a tmavé tieň, ani rušivá zmes tieňov a protitieňov. Priemerná osvetlenosť sa volí podľa odraznosti materiálu fasády a charakteru okolia.

Dôležitá je aj farba svetla. Podľa farby objektu treba zvoliť vhodnú farbu svetla a teda vhodný svetelný zdroj. Niekedy sa dajú použiť aj vhodné farebné filtre.

Farba svetla a dynamické osvetlenie

S vývojom moderných svietidiel a svetelných zdrojov v kombinácii s riadiacimi systémami sa do popredia dostávajú dynamické osvetľovacie systavy. Sú charakteristické zmenou farby svetla, meniacim sa smerovaním a pôsobením svetla v čase. Farebné svetlo môže pritaahnuť pozornosť návštevníkov a zvýšiť atraktivnosť miest.

Dynamicky sa meniace osvetlenie sa stále vo väčšej miere využíva nie iba ako doplnok ku klasickej jednofarebnej iluminácii, ale i samostatne pre osvetlenie záhrad, parkov, promenád, pasáží, fontán, moderného umenia a rôznych turistických atrakcií.

Zvlášť sú vyhľadávané tzv. „dni svetla“ organizované vo viacerých mestách (Lion, Frankfurt, Londýn, ...), kedy je špeciálne pre tento účel počas niekoľkých dní v roku vytvorených množstvo svetelných atrakcií. Je to vždy veľmi prestížna akcia.

Pre mnohé svetelnotechnické a architektonické firmy je to príležitosť prezentovať sa a pre mestá možnosť pritaahnuť turistov a zvýšiť atraktivnosť. Ukážky niekoľkých iluminácií vytvorených práve pre tento účel vidno na nasledovných obrázkoch.



Obr.6 Londýnsky Tower - Switched on London 2008





Obr.7 Belfast - múzeum na Temži v Londýne - Switched on London 2008.



Obr.8 Ehemalige Frankfurter Großmarkthalle - Luminale 2008.

4 Použitá literatúra

- [1] Berger, O.: Osvetľovacie zariadenia, SVŠT, Bratislava 1982
- [2] Habel, J.: Svetelná technika, FCC PUBLIC, Praha 1995
- [3] Tomaško, J.: Počítačové programy na návrh iluminácie. Dipl. projekt, FEI STU 2007
- [4] <http://light-building.messefrankfurt.com>

Možnosti využitia denného svetla na osvetľovanie vnútorných priestorov

Marek, Krasňan, Ing.

Fakulta elektrotechniky a informatiky, Slovenská technická univerzita,
Ilkovičova 3, 81219, Bratislava, marek.krasnan@stuba.sk

Jednotlivé zložky slnečného žiarenia sú pre ľudský organizmus veľmi dôležité. Preto je snaha v čo najväčšej miere zabezpečiť dostatok denného osvetlenia vo vnútorných priestoroch. Z tohto hľadiska sú najvýhodnejšie presklené priestory, prípadne priestory s inštalovanými svetlými, ktorými prechádza istá časť slnečného žiarenia. Čo však v priestoroch, kde nie je možné mať z rôznych konštrukčných dôvodov žiadne otvory pre prienik svetla? Riešením je napr. prívod svetla pomocou tubusového svetlovodu. Pomocou neho je možné preniesť svetlo z povrchu strechy do vnútorných priestorov budovy.

Úvod

Slnečné žiarenie je vo všeobecnosti nevyhnutnou zložkou pre život na zemi. Už pre existenciu rastlín je slnečná energia dôležitá kvôli fotosyntéze, ktorá v zelených rastlinách prebieha. Pre človeka je slnečné žiarenie taktiež veľmi dôležité, pretože pri jeho nedostatku prísune je organizmus vystavený stavom disharmónie a nerovnováhy. Postupne sa zvyšuje náchylnosť na stres a z toho pramenia rôzne zdravotné problémy. Pri dostatočnom prísune slnečného svetla však priaznivo vplyva na psychiku človeka, ovplyvňuje jeho nervový systém a zvyšuje príjem energie do tela, zvyšuje sa odolnosť voči stresu a zvyšuje sa schopnosť sústredenia. Slnko môžeme chápať ako vysokovýkonný a vysoko stabilný zdroj energie. Zem neustále prijíma slnečnú energiu o veľkosti približne 180 000 TW, pričom celosvetová spotreba energie ľudstva je približne 13 TW. Slnko nám teda počas troch hodín vyžiari toľko energie, čo ľudstvo spotrebuje za celý rok. [2] Príspevok sa bude ďalej zaoberať hlavnými časťami tubusového svetlovodu, ich vlastnosťami a popisom.

V STN 73 0580 Denné osvetlenie budov sa uvádza: „Pri návrhu vnútorných priestorov určených na trvalý pobyt ľudí sa musí v súlade s ich určením čo najviac využívať denné osvetlenie, ktoré je pre človeka nenahradiiteľné. V ostatných vnútorných priestoroch sa má denné osvetlenie navrhovať tam, kde je to účelné a hospodárne (využitie slnečnej energie).“

Denné svetlo obsahuje celé spektrum vlnových dĺžok. Je schopné vyvolať zrakový vnem a v závislosti od jeho kvantity sa zrakový vnem mení. Bohužiaľ ho zatiaľ nie je možné nahradiť umelými svetelnými zdrojmi. Preto je potrebné uvažovať s dostatočným prísunom denného svetla do objektov už pri samotnom návrhu a projektovaní budov. Denné svetlo prichádzajúce do miestnosti cez presklené časti sa skladá z priameho slnečného svetla, rozptýleného difúzneho svetla od oblohy a z odrazeného svetla od okolitých budov a objektov v blízkosti danej budovy. Vnútorné priestory budov s presklenými oknami sú vo veľkej miere postačujúce pre príjem slnečného žiarenia ľudským organizmom. Je všeobecne známe, že oveľa viac svetla poskytujú šikmé strešné okná v porovnaní so zvislými fasádovými oknami. Problém nastáva v priestoroch, kde sa okná buď nedajú montovať, prípadne priepustnosť denného svetla oknami do vnútorného priestoru je nedostatočná. V takýchto prípadoch je aj počas dňa nutné v týchto priestoroch používať doplnkové umelé osvetlenie. Ďalšou možnosťou je montáž svetlíkov, či svetlovodov.

Tubusové svetlovody

Tubusové svetlovody svojim konštrukčným riešením a funkciou ponúkajú riešenie ako priviesť prirodzené svetlo do odľahlejších tmavých kútov, dokonca aj do stredných priestorov domu. Denné svetlo privedené svetlovodmi môže presvetliť celé miestnosti alebo slúžiť ako pomocné doplnkové osvetlenie ak nepostačuje svetlo z okien. Svetlovody patria k pasívnym osvetľovacím systémom, čo znamená, že umožňujú prístup slnečného žiarenia do budovy bez technických zariadení. Funkciou dutého svetlovodu je využitie mnohonásobných odrazov od vysoko reflexného povrchu privádzajúceho denné svetlo do vnútorných častí budov.

Nástrešná kopula umožňuje vstup slnečného žiarenia z oblohy do svetlovodu. Najčastejšie býva riešená ako kopula alebo ako zrezaný valec. Vstup býva realizovaný obyčajne zo strechy. Kopula má vysokú svetelnú priepustnosť a je tiež odolná voči vonkajším klimatickým podmienkam. Svetlovodný tubus dopravuje svetlo na požadované miesto. Tubusy sa vyrábajú s priemerom od $\varnothing 50$ až do $\varnothing 1000$ mm. Účinnosť svetlovodov je závislá na dĺžke svetlovodu. Svetlo odrážané vnútornými stenami svetlovodu stráca na intenzite.

Samotný svetlovod sa skladá z kopuly (Obr. 1) umiestnenej na streche budovy. Tá zachytáva svetlo z oblohy (priame, aj rozptýlené slnečné žiarenie z oblohy) a usmerňuje ho ďalej do tubusu. Kopula má najčastejšie tvar polgule, alebo zrezaného valca. Materiál kupolky je najčastejšie sklo, alebo plast PMMA s vysokým činiteľom prestupu svetla $\tau = 0,9 - 0,93$. Tiež musí byť odolná voči vonkajším klimatickým podmienkam.

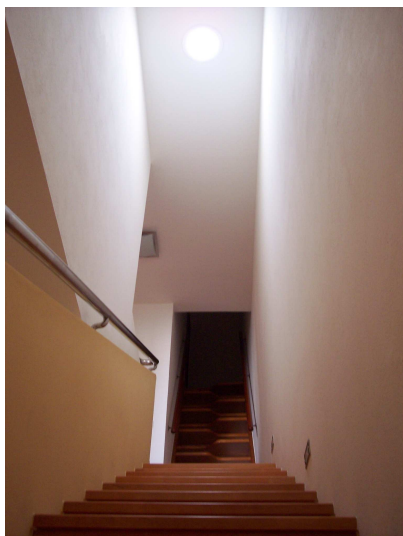
Telo tubusového svetlovodu (Obr. 2) tvoria rúry s vnútornou stenou z vysoko lešteného hliníka. Súčasné technologické postupy výroby a jemné leštenie odrazných materiálov umožňujú odraziť až 99% dopadajúceho svetla. Tubusy sa vyrábajú s priemerom od $\varnothing 50$ až do $\varnothing 1000\text{mm}$. Dĺžka priamych častí svetlovodu zvyčajne býva 1m, pričom väčšie vzdialenosti sa dosiahnu zmontovaním viacerých častí. Účinnosť svetlovodov je ale závislá na dĺžke svetlovodu.



• obrázek 33: Kopula na zachytávanie denného svetla



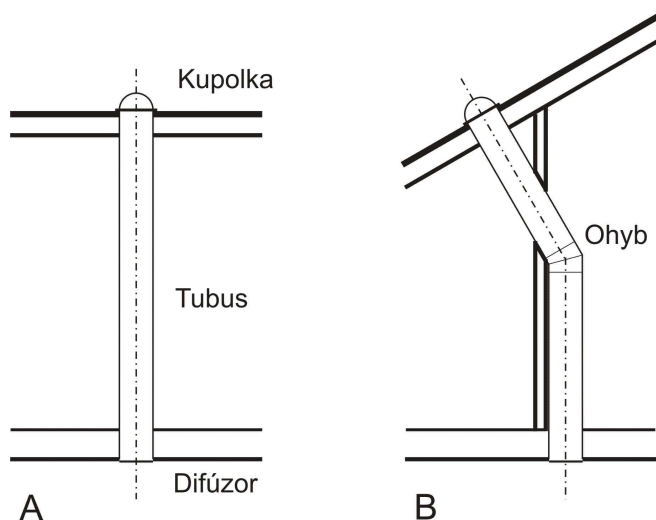
• obrázek 34: Teleso svetlovodu



* obrázek 35: Difúzor v interiéri miestnosti

Tretou významnou časťou svetlovodu je difúzor (Obr. 3), ktorého hlavnou úlohou je rovnomerne rozptyľovať svetlo do miestnosti, alebo na konkrétnu pracovnú úlohu. Difúzory môžu byť z nepriehľadného materiálu – rozptyľujú svetlo rovnomerne do priestoru, s prismatickým sklom – kryštálový rozptyľ svetla v interiéri, číre – najčastejšie používané pre komerčné priestory, kde je zaručená maximálna priepustnosť svetla. Tu treba dbať na to, aby tieto difúzory neoslňovali.

Často je potrebné svetlo priviesť vertikálne z exteriéru do miestnosti. Tu je vhodné použiť priamy svetlovod – variant A (Obr. 4). Ak je potrebné svetlo priviesť do inej časti priestoru, ako je kupolka, alebo je kupolka umiestnená na šikmej streche, je potrebné použiť koleno – variant B (Obr. 1644). Treba však uvažovať s tým, že každý zlom tubusu o nejaký uhol prináša zvýšenie strát a tým znižuje celkovú účinnosť zariadenia. Takisto je potrebné vedieť, že so zvyšujúcim sa uhlom zalomenia tubusu sa tiež zvyšujú svetelné straty



* obrázek 36: Schéma tubusového svetlovodu (A – priamy svetlovod, B – zalomený svetlovod)

Priebeh osvetleností na osvetľovanej ploche so svetlovodmi je určený priemerom, dĺžkou a tvarom tubusu, odrazivosťou vnútorného povrchu stien tubusu, typom použitej kupoly a takisto difúzora, ako aj jeho polohou a orientáciou na streche (šikmá alebo plochá strecha). Toto však nie sú všetky parametre, ktoré je potrebné uvažovať

pri meraní a zisťovaní priebehu osvetlenosti. Je potrebné uvažovať aj s ďalšími vplyvmi, ako je výška difúzora svetlovodu nad pracovnou rovinou, rozmery a charakter priestoru a ďalšie.

Záver

Možností na privedenie denného svetla do hlbších priestorov miestnosti je niekoľko. Tubusové svetlovody majú však výhody v tom, že svetlo môžeme priviesť na požadované miesto použitím kolien a ďalších nástavcov. Ich nevýhodou je, že z difúzora svetlovodu nevychádza stabilný svetelný tok – ten sa počas dňa neustále mení (v závislosti od polohy slnka na oblohe a tiež od čistoty oblohy).

Pod'akovanie: Tento príspevok vznikol vďaka podpore projektu APVV-0264-07

Literatura a odkazy

[1] STN EN 73 0580 – Denné osvetlenie budov

[2] 20.8.2008 14:00 <http://www.bramacsolar.sk/index1.php?lay=lyr1>

Proslunění obytného bloku v objektu Nová Karolína

Ing. Marie Křívová, RNDr. Marie Juklová

Třicetihektarové území v bezprostřední blízkosti centra Ostravy bylo předmětem urbanisticko – architektonického řešení hlavního projektanta Helika a.s. Praha, které vedlo k zahájení stavby Nová Karolína Ostrava v tomto roce. V 1. etapě výstavby vznikne Galerijní třída - pěší bulvár o šířce 26-32m s územní rezervou pro vedení tramvajové tratě. V polovině přetíná Galerijní třídu spojnice s územím mimo Karolinu západním směrem od železničního koridoru Frýdlantských mostů – Obchodní třída. Požadavkem hlavního projektanta byl výpočet a posouzení proslunění ve vytypovaných prostorách nově navržené stavby 1. B.006 – Blok u Galerijní třídy. Pojem proslunění vyjadřuje přímé vnikání slunečního záření do vnitřních prostorů budov. Proslunění obytných místností posuzované stavby bylo nutné stanovit výpočty a porovnat s požadavky platné legislativy.

Přímé sluneční záření, zahrnující jak viditelnou složku, tak i ultrafialovou a infračervenou, je velmi intenzivní a má celou řadu vlivů a účinků. Sluneční záření příznivě ovlivňuje základní biologické pochody v lidském organizmu, např. produkci hormonů, stav imunitního systému a nervové soustavy, zvyšování odolnosti proti nepříznivým vlivům prostředí, kladný vliv na psychiku, náladu, duševní stav i pohotovost k pracovnímu výkonu. Ze zdravotního hlediska jsou velmi významné i baktericidní účinky nejen na venkovních plochách, ale i ve vnitřních prostorech ozářených osvětlovacími otvory. Nezanedbatelný je i energetický přínos zejména v topném období. Na druhé straně k nepříznivým účinkům insolace patří možnost zhoršování zrakové pohody, oslňování, přehřívání v letním období, fotodegradace některých materiálů. Nepříznivé účinky přímého slunečního záření je nutno řešit adekvátním regulačním zařízením osvětlovacích otvorů.

Vzájemné stínění budov má vzhledem na difuznost oblohového světla a směrovost slunečního světla dvojí charakter. Urbanistické rozmístění jednotlivých obytných budov je vázané jak na zabezpečení adekvátního denního osvětlení v případě zamračené oblohy, tak zabezpečení proslunění obytných místností při přímém slunečním záření. Zabezpečení proslunění je dáno prostorovým úhlem, pod kterým je vidět oblohu z jednotlivých míst interiéru prostřednictvím osvětlovacích otvorů a exteriérovými překážkami. Je přímo závislé na orientaci okenního otvoru k světovým stranám. Při záměrném využívání a hodnocení přímého slunečního světla je podstatné zastínění hlavně východního, jihovýchodního, jižního, jihozápadního a západního horizontu. Normativní kritéria na proslunění bytu se chápou jako forma „práva na Slunce“. Ustanovení o proslunění obytných budov nezaručují proslunění bytu i v zimním období. Obytné budovy se doporučuje řešit tak, aby co nejvíce bytů v budově mělo celoročně vyhovující proslunění.

Rozestupy, orientace ke světovým stranám i výška budov jsou určeny ve výkresech urbanistické situace. Objekt obytný blok u Galerijní třídy se skládá ze tří hlavních traktů a jedné satelitní budovy. Trakty a satelit jsou vzájemně propojeny v 1. a 2. NP. Od 3. NP nejsou trakty propojeny. Nejvyšší výška objektu v úrovni střechy je 28 m. Vertikálně je objekt členěn v sekci L na 9 NP, ostatní sekce mají 7 nebo 8 NP. Objekt je členitý nepravidelný a podlaží mají stupňovitý charakter. V 1. NP jsou garáže a obchodní prostory, ve 2. NP jsou garáže a obchodní prostory. Byty jsou ve 2. NP pouze v sekci A a B a jeden byt v sekci C. Od 3. NP jsou byty ve všech ostatních vyšších NP. Jednotlivé charakteristické vnitřní prostory - byty a jejich obytné místnosti - jsou specifikovány v projektové dokumentaci. Na základě znalostí konkrétních typů jejich osvětlovacích soustav jako rozměrů místností, rozměrů a polohy osvětlovacích otvorů a vzájemného rozestupu mezi objekty a relativní výškou a šířkou proluk mezi stínícími překážkami je stanovena jejich insolace pomocí výpočtů. Následně jsou hodnoty získané výpočty porovnány s limitními normovými hodnotami a je posouzeno, zda jsou splněna požadovaná kritéria.

Podklady pro účely posouzení denního osvětlení byly získány z předložené projektové dokumentace a prohlídky a znalosti situace v místě stavby.

Přehled legislativních a normových zdrojů

Požadavky kladené na proslunění obytných místností bytů prostřednictvím jejich osvětlovacích soustav a metody jejich kvantifikace vycházejí z požadavků následujících legislativních podkladů:

1. **Stavební zákon č. 183/2006 Sb.**
2. **Vyhláška MMR ČR č. 137/1998 Sb.** o obecných technických požadavcích na výstavbu. *Ve vyhlášce jsou začleněny požadavky na stavby a jejich konstrukce vyjadřující veřejný zájem. Tím je dán základní obsah i vztah technických norem pro výstavbu k tomuto předpisu.*
3. **ČSN ISO 31 – 0 Veličiny a jednotky.** Část 0: Všeobecné zásady. *Tato část normy podává všeobecnou informaci o zásadách, týkajících se fyzikálních veličin, rovnic, značek veličin a jednotek a koherentní soustavy jednotek, zejména Mezinárodní soustavy jednotek, SI.*
4. **ČSN ISO 31-6 Veličiny a jednotky.** Část 6: Světlo a příbuzná elektromagnetická záření. *Tato část normy uvádí názvy a značky veličin a jednotek světla a příbuzných elektromagnetických záření.*
5. **ČSN 73 0580-1 Denní osvětlení budov.** Část 1: Základní požadavky. *Tato norma platí pro navrhování a posuzování denního osvětlení vnitřních prostorů budov (dále jen denního osvětlení) a pro posuzování návrhu stavebních objektů z hlediska jejich vlivu na denní osvětlení okolních budov. Při navrhování těch druhů budov, pro které platí samostatné technické normy, nebo předpisy, stanovící zvláštní požadavky na jejich denní osvětlení, platí tato norma pouze v rozsahu, ve kterém se příslušné technické normy, nebo předpisy na ni odvolávají.*
6. **ČSN 73 0580-2 Denní osvětlení budov.** Část 2: Denní osvětlení obytných budov. *Tato norma platí pro navrhování a posuzování denního osvětlení obytných budov. Norma navazuje na ustanovení ČSN 73 0580-1.*
7. **ČSN 73 4301 Obytné budovy.** *Tato norma stanovuje zásady pro navrhování obytných budov nebo obytných částí budov včetně požadavků na proslunění obytných místností bytů.*

Vybrané texty a odstavce legislativních a normových požadavků na proslunění

Vyhláška MMR ČR č. 137/1998 Sb. o obecných technických požadavcích na výstavbu:

§ 3 Pro účely této vyhlášky se rozumějí

- m) obytná místnost je část bytu (zejména obývací pokoj, ložnice, jídelna), která splňuje požadavky předepsané touto vyhláškou, je určena k trvalému bydlení a má nejmenší podlahovou plochu 8 m²,
- n) pobytová místnost je místnost nebo prostor, která svou polohou, velikostí a stavebním uspořádáním splňuje požadavky k tomu, aby se v ní zdržovaly osoby (například kanceláře, dílny, ordinace, výukové prostory, pokoje ve zdravotnických zařízeních, hotelích a ubytovnách, halové prostory různého účelu, sály kin, divadel a kulturních zařízení, místností ve stavbách pro individuální rekreaci apod.),
- p) normová hodnota je konkrétní technický požadavek obsažený v příslušné české technické normě ČSN, jehož dodržení považuje konkrétní ustanovení za splnění jím stanovených požadavků.

§ 4 Umísťování staveb

Při umísťování staveb a jejich začleňování do území musí být respektována omezení vyplývající z právních předpisů chránících veřejné zájmy a předpokládaný rozvoj území, vyjádřený v územně plánovací dokumentaci, popř. v územně plánovacích podkladech. Umístění staveb musí odpovídat urbanistickému a architektonickému charakteru prostředí a požadavkům na zachování pohody bydlení. Umístěním stavby a jejím následným provozem nesmí být nad přípustnou míru obtěžováno okolí, zejména v obytném prostředí a ohrožována bezpečnost a plynulost provozu na přilehlých pozemních komunikacích.

§ 8 Vzájemné odstupy staveb

- (1) Vzájemné odstupy staveb musí splňovat zejména požadavky urbanistické, architektonické, životního prostředí, hygienické, veterinární, ochrany povrchových a podzemních vod, ochrany památek, požární ochrany, bezpečnosti, civilní ochrany, požadavky na denní osvětlení, a oslunění a na zachování pohody bydlení. Odstupy musí dále umožňovat údržbu staveb a užívání prostoru mezi stavbami pro technická či jiná vybavení a činnosti, které souvisejí s funkčním využitím území (například sítě technického vybavení, dětská hřiště).

§ 24 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 osluněním, 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.

ČSN 73 4301 Obytné budovy:

4 Umísťování obytných budov do území

4.2 Vzájemné odstupy staveb

4.2.4 Vzdálenost mezi obytnými budovami navzájem nebo obytnými budovami a budovami jiného účelu musí být takové, aby všechny byty splňovaly požadavky na proslunění podle 4.3 a požadavky na denní osvětlení podle 5.5.5

4.3. Proslunění

4.3.1 Všechny byty musí být navrhovány tak, aby byly prosluněny. Byt je prosluněn, je-li součet podlahových ploch jeho prosluněných obytných místností roven nejméně jedné třetině součtu podlahových ploch všech jeho obytných místností. 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. Do součtu podlahových ploch z jedné strany prosluněných obytných místností ani do součtu podlahových ploch všech obytných místností bytu se pro tento účel nezapočítávají části podlahových ploch obytných místností, které leží za hranicí hloubky místnosti rovné 2,3 násobku její světlé výšky.

4.3.2 Obytná místnost se považuje za prosluněnou, jsou-li splněny následující podmínky:

- a) půdorysný úhel slunečních paprsků hlavní přímkou roviny okenního otvoru musí být nejméně 25°, hlavní přímka roviny je přímka, která je průsečnicí této roviny s vodorovnou rovinou;
- b) přímé sluneční záření musí po stanovenou dobu vnikat do místnosti okenním otvorem nebo otvory, krytými průhledným a barvy nezkreslujícím materiálem, jejichž celková plocha vypočtená ze skladebných rozměrů je rovna nejméně jedné desetíně podlahové plochy místnosti; nejmenší skladebný rozměr osvětlovacího otvoru musí být alespoň 900 mm; šířka oken umístěných ve skloněné střešní rovině může být menší, nejméně však 700 mm;
- c) sluneční záření musí po stanovenou dobu dopadat na kritický bod v rovině vnitřního zasklení ve výšce 300 mm nad středem spodní hrany osvětlovacího otvoru, ale nejméně 1 200 mm nad úroveň podlahy posuzované místnosti;
- d) výška slunce nad horizontem musí být nejméně 5°;
- e) při zanedbání oblačnosti musí být dne 1. března a 21. června doba proslunění nejméně 90 minut. Požadovanou dobu proslunění pro den 1. března lze nahradit bilancí, při které je mimo přestupné roky celková doba proslunění ve dnech od 10. února do 21. března včetně 3 600 minut (jedná se o 40 dní s průměrnou dobou proslunění 90 minut).

5.2 Prostory bytu

5.2.2 Obytné místnosti

5.2.2.1 Požadavky na obytnou místnost

Obytná místnost musí mít plochu alespoň 8 m², musí mít zajištěno dostatečné přímé denní osvětlení, přímé větrání a musí být dostatečně vytápěna s možností regulace tepla.

V případě klimatizovaných a nuceně větraných budov se zpětným získáváním tepla (rekuperací) se přímé větrání zajišťuje technickými zařízeními. Pokud byt tvoří jediná místnost, musí mít plochu nejméně 16 m².

5.2.3. Příslušenství bytu

5.2.3.5 Prostor pro vaření musí umožňovat přípravu, vaření a pečení pokrmů včetně doprovodných funkcí (mytí nádobí a jeho uskladnění apod.). Kuchyně, která má plochu nejméně 12 m² (včetně plochy kuchyňské linky) a splňuje podmínky podle 5.2.2.1 je obytnou místností.

Technické řešení proslunění prověřovaných prostorů

Prostory pro výpočet proslunění byly vytypovány na základě současných znalostí o navrženém využití nájemních bytových prostor stavby. Byly vybrány byty, u nichž dochází ke stínění oken vlastní stavební konstrukcí objektu (stínění vlastními trakty, balkóny a lodžie). Zároveň byla zohledňována orientace oken bytů ke světovým stranám. Výpočty byly provedeny pro obytné místnosti 15 bytů v různých sekcích ve 2. a 3. NP. Ve vyšších podlažích se snižuje stínění konstrukcí budov. Stávající okolní zástavba není stínící překážkou. Výpočet byl proveden bez případné budoucí vzrostlé zeleně.

Výpočet proslunění

Výpočet proslunění byl proveden výpočetním programem Oslunění verze 2.0 firmy JpSoft Mgr. Jaroslava Poláška a Ing. Jiřího Slezáka, který provádí korekci azimutu na meridiánovou konvergenci a provádí výpočet pro normové dny 1. března a 21. června. Program umožňuje volbu zeměpisné délky, pro Ostravu zjištěna hodnota 17° v.z.d. Program splňuje podmínky výpočtu a vyhodnocení podle ČSN 73 4301 Obytné budovy čl. 4.3. Součástí kontroly splnění podmínek jsou i výpočty celkové plochy okenních otvorů posuzované místností a kontrola rozměrů oken.

Ve výpočtech jsou uvedeny výstupní záznamy z programu Oslunění, které zahrnují stavebně technické charakteristiky prověřovaného prostoru (geometrické rozměry, umístění osvětlovacích otvorů a stínících objektů).

Praktické zkušenosti z měření obchodních center

Lepší Jana, Ing.; Pavel Stupka, Ing.

ZÚ se sídlem v Plzni - CFF, www.zuplzen.cz, jana.lepsi@zuplzen.cz, pavel.stupka@zuplzen.cz

Úvodem

Česká republika má nejhustší síť supermarketů a hypermarketů v celé Evropě. To znamená pro nás, jako zákazníky velké plus. Čím větší konkurence, tím kvalitnější služby získáme. Nakupování v obchodních centrech je stále více oblíbené. Nákupní centra nabízejí zákazníkům vyřízení potřebných nákupů, mnoho příležitostí k zábavě a v gastronomii. Nákupní centra a jejich obchody se těší velké oblibě také díky tomu, že zde zákazník nalezne obrovské množství různorodého zboží na jednom místě. Návštěvník ušetří nejen čas, ale i peníze. Takovéto informace naleznete na internetu o obchodních centrech.

Velká nákupní centra bývají koncepčně velmi podobná - jeden velký, dominantní obchod (potravinářské a další zboží) doplněný pasáží s množstvím převážně menších nájemních jednotek (prodejny, lékárny, služby, restaurace,...). Denní, nouzové a umělé osvětlení dominantní prodejny + společné obchodní pasáže bývá řešeno v rámci stavby. Umělé osvětlení menších jednotek si zajišťují sami nájemci.

První část příspěvku bude věnována souhrnu požadavků na osvětlení. V další kapitole bude uvedeno několik všeobecných poznatků z měření osvětlení v nákupních centrech. Přímo na konferenci budou zkušenosti v našem vystoupení prezentovány včetně ilustračních fotografií.

Požadavky na osvětlení obchodních jednotek podle platné legislativy

Základní požadavky na osvětlení obsahuje **Nářízení vlády 361/2007 Sb. [1]** 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 [3], ČSN 36 0020 Sdružené osvětlení [2] a ČSN EN 12464-1 Světlo a osvětlení - osvětlení pracovních prostorů-Část 1: Vnitřní pracovní prostory [4]) Osvětlení nesmí být příčinou oslňování.

(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 $\bar{E}_m = 200 \text{ lx}$.

(4) Na pracovišti, na němž je vykonávána trvalá práce, osvětlovaném sdruženým osvětlením musí být dodrženy tyto hodnoty:

a) denní složka sdruženého 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 $\bar{E}_m = 200 \text{ lx}$.

(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 sdružené osvětlení podle odstavců 3 a 4, se může zřizovat a provozovat jen v případech, že jde o pracoviště (*bezokenní prostory*)

a) pouze s nočním provozem (*zde se nejedná*)

b) které musí být z technologických důvodů umístěno pod úroveň terénu (*zde se nejedná*)

c) jehož účel nebo konstrukční požadavky neumožňují zřítit dostačující počet nebo dostatečnou velikost osvětlovacích otvorů (*názor architekta*)

d) na němž zpracováváný materiál, povaha výrobků nebo činnosti vyžadují vyloučení denního světla nebo zvláštní požadavky na osvětlení, například použití technologicky nutných vlnových délek spektrálního složení světla, které nelze docílit denním osvětlením (*zde se nejedná*)

e) kde je nutné zajištění ochrany zdraví zaměstnance před pronikáním chemické látky, aerosolu nebo prachu z výrobní nebo jiné činnosti, jejichž zdrojem je technologie. (*zde se nejedná*)

(7) Na pracovištích uvedených v odstavci 6 se osvětlovací soustavy zřizují tak, aby celkové umělé osvětlení, vyjádřené intenzitou osvětlení \bar{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 čišťeny ve lhůtách odpovídajících nejméně normovým požadavkům a činiteli znečištění svítidel upravených v příslušné české technické normě pro denní a umělé osvětlení (ČSN 73 0580, ČSN EN 12464-1) a trvale udržovány v takovém stavu, aby vlastnosti osvětlení byly zachovány. Osvětlovací otvor 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) [6].

Hlava IV Podmínky ochrany zdraví při práci se zobrazovacími jednotkami § 50 - Bližší hygienické požadavky na zobrazovací jednotky

1. ... obrazovka (pokladny): Musí být umístěna tak, aby na ní nevznikaly reflexy svítidel či z jiných zdrojů jako jsou okenní otvory, světlé stěny, nábytek a podobně.

3...Deska pracovního stolu a dalšího zařízení musí být matná, aby na ní nevznikaly reflexy.

Hlava VII Rozměry, provedení a vybavení sanitárních a pomocných zařízení

(3) Místnost pro odpočinek se zřizuje, pokud to vyžaduje bezpečnost a ochrana zdraví při práci, zejména s ohledem na vykonávanou činnost a v blízkosti pracoviště. Místnost pro odpočinek musí být dostatečně velká, větraná, osvětlena denním světlem podle § 45 odst. 8 a vytápěna nejméně na 20 °C.

Další požadavky obsahuje norma pro umělé osvětlení **ČSN EN 12464-1 Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů** - Část 1: Vnitřní pracovní prostory

Hlavní parametry

Rozložení jasů L (kap. 4.2)

Rozložení jasů v zorném poli určuje úroveň adaptace zraku, která ovlivňuje viditelnost úkolu.

Rozložení jasů 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 [5]

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 - \bar{E}_m (kap. 4.3, 4.3.1)

Udržovaná osvětlenost \bar{E}_m (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. 5.4 Prodejní prostory

- **prodejní prostory - 300 lx** (referenční číslo 4.1)
- **prostory u pokladen - 500 lx** (referenční číslo 4.2)
- **balicí stoly - 500 lx** (referenční číslo 4.3)

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.

Udržované osvětlenosti zajišťují potřebnou zrakovou pohodu a zrakový výkon.

b) Osvětlenost bezprostředního okolí zrakového úkolu - \bar{E}_m (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	$E_{\text{úkolu}}$
rovnoměrnost osvětlení: $\geq 0,7$	rovnoměrnost osvětlení: $\geq 0,5$

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.

Doporučuje se, aby poměr průměrných osvětleností při celkovém nebo odstupňovaném osvětlení mezi sousedními propojenými prostory (např. dveřmi) nebyl menší než 1:5 (0,2).

3. Oslnění (kap. 4.4)

Oslnění je způsobeno povrchy s velkým jasem v zorném poli a může být pocítováno buď jako rušivé nebo jako omezující oslnění. Oslnění způsobené odrazy v zrcadlových površích je běžně chápáno jako závojevé oslnění nebo jako oslnění odrazem. Omezení oslnění je důležité pro vyvarování se chyb, únavy a úrazů.

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 mezní hodnota omezení oslnění UGR_L

- **prodejní prostory** (referenční číslo 4.1) $UGR_L - 22$
- **prostory u pokladen** (referenční číslo 4.2) $UGR_L - 19$
- **balicí stoly** (referenční číslo 4.3) $UGR_L - 19$

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
neutrálně bílý	3 300 až 5 300
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 R_a

Minimální hodnoty všeobecného indexu podání barev jsou uvedeny v tab. ČSN EN 12464-1:

tab. 5.4 Prodejní prostory

- **prodejní prostory** (referenční číslo 4.1) $R_a \geq 80$
- **prostory u pokladen** (referenční číslo 4.2) $R_a \geq 80$
- **balicí stoly** (referenční číslo 4.3) $R_a \geq 80$

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.

10. Osvětlení pracovních míst - zobrazovací jednotky

Osvětlení pracovních míst musí vyhovovat všem úkolům na nich vykonávaných, např. čtení na displeji, tištěného textu, rukopisu a práce na klávesnici.

Zobrazovací jednotky a v některých případech i klávesnice vykazují odlesky, jež způsobují omezující a rušivé oslnění. Je proto nutné vybrat, rozmístit a uspořádat svítidla tak, aby se odstranily odlesky o velkém jasů.

Požadavky dle normy **ČSN 36 0020 Sdružené osvětlení**

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...

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 kanceláří z 500 lx na 750 lx).

4.7.2 Jasy svítidel se posuzují podle 4.4.1 ČSN EN 124641:2004.

4.7.3 Jasy osvětlovacích otvorů mají vyhovovat ČSN 73 0580-1.

Poznámka: Orientačně je možné považovat jasové poměry za vyhovující, pokud poměr jasu pozorovaného předmětu a průměrného jasu osvětlovacího otvoru při stavu oblohy (20 000 lx) nepřekročí pro třídu IV (pokladny) poměr jasů 1:80.

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.

Praktické zkušenosti z měření osvětlení v nákupních centrech

Přímo na konferenci budou zkušenosti v našem vystoupení prezentovány včetně ilustračních fotografií. Zde uvádíme pouze stručné shrnutí několika praktických poznatků, které nemusí nutně platit všeobecně.

- denní osvětlení bývá zpravidla vyhovující pouze v hlavní obchodní pasáži a části dominantní prodejny nad pokladnami (stropní světlíky), chybí boční osvětlovací otvory a tudíž optický kontakt s venkovním prostředím
- malé nájemní jednotky bývají zcela bez denního světla
- požadavky na horizontální osvětlenost prodejny a pokladen bývají zpravidla s rezervou splněny
- velmi časté přímé oslnění personálu reflektorovými svítidly, reflektory svítící do zrcadel umístěných proti pultu
- reflektorová svítidla s vysokým jasem (*velký kontrast jasů proti okolním povrchům*)
- časté používání nízko zavěšených nekrytých svítidel s „nahými“ zářivkovými trubicemi
- lesklé podlahové krytiny (*zrcadlení světelných zdrojů*)
- sklo na pultech (*oslnění odrazem*)
- tmavé stropy (*i černé*), případně průhledné rastry typu světlá mřížka černé pozadí
- tmavé povrchy stěn

- kombinace lesklé a třpytivé plochy přesvětlené reflektory
- světelné zdroje s nízkým barevným podáním (vzácné, avšak přesto občas se vyskytující)
- není možnost střídání pracovníků (pro malý počet), není možnost odpočinku na denním světle

Závěr

Při honbě za jasy a osvětlenostmi se občas zapomíná, že pro zaměstnance se jedná o prostor pracovní. Potlačení denního světla, vysoké kontrasty barev a jasů, oslnění, nejrůznější světelné podněty - to vše může být pro běžného zákazníka stimulující. Pracovník prodejny má však poněkud jiné potřeby. Ne vždy se daří zrealizovat kompromisní - oboustranně přijatelnou osvětlovací soustavu.

Denní i umělé osvětlení obchodních center bývá navrženo především s ohledem na skutečnost, že z návštěvníka prodejny je třeba „vytvořit“ potenciálního kupce. Zažili jsme však i prodejny, kde osvětlení napomáhá k úspěšnému „vyhánění“ zákazníků pryč. Zejména nadnárodní společnosti osvětlují své prodejny vysokými intenzitami, často v řádech klx (vhodné pro dobré rozlišení barev). Daří se upoutat pozornost nakupujících, zapomíná se však, že pro zaměstnance se jedná o prostor pracovní. Potlačení denního světla, vysoké kontrasty barev a jasů, oslnění, nejrůznější světelné podněty - to vše může být pro běžného zákazníka stimulující. Pracovník prodejny má však poněkud jiné potřeby. Ne vždy se daří zrealizovat kompromisní - oboustranně přijatelnou osvětlovací soustavu.

Literatura a odkazy

- [1] Nařízení vlády 361/2007 Sb. (prosinec 2007)
- [2] ČSN 36 0020 - Sdružené osvětlení (únor 2007)
- [3] ČSN 73 0580-1 - Denní osvětlení budov - Část 1: Základní požadavky (červen 2007)
- [4] ČSN EN 12464-1 - Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory (březen 2004)
- [5] ČSN EN 12464-1 Změna Z1 - Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory (říjen 2005)
- [6] ČSN EN 1838 - Světlo a osvětlení - Nouzové osvětlení (září 2000)

Energetická náročnost umělého osvětlení vnitřních prostorů

Josef Linda, Doc., Ing., CSc.

Západočeská univerzita v Plzni, Elektrotechnická fakulta, Katedra elektroenergetiky a ekologie
linda@kee.zcu.cz

1. Energetický přínos denního osvětlení

Denní světlo je při osvětlení interiérů nenahraditelné, protože při jeho správném využití lze zajistit ideální světelné podmínky pro zrakovou činnost s minimálními energetickými nároky. Denní světlo je také důležité svými fyziologickými a psychologickými vlivy na člověka.

Energetický přínos denního osvětlení je možno posoudit pomocí ekonomického zhodnocení, při kterém je rozhodujícím faktorem neustále rostoucí cena energií. Při tom lze u interiérů vycházet z porovnání zvýšené spotřeby elektrické energie na umělé osvětlení a náhrady tepelných ztrát osvětlovacími otvory v zimě, případně nákladů na provoz klimatizace, která zajistí odvod tepelné zátěže. Při návrhu umělého osvětlení ve vnitřním prostoru je proto třeba sledovat úroveň a rozložení denního osvětlení v souladu s normou ČSN 730580-1 „Denní osvětlení budov – Základní požadavky“, případně s normami připojenými s čísly 2, 3, 4. Tato úroveň je rozhodující pro volbu parametrů a funkci osvětlovací soustavy umělého osvětlení.

V případě vyhovujících hodnot denního osvětlení nevznikají zvláštní nároky na parametry umělého osvětlení, ani na směr světla a jeho chromatičnost. Při úrovni denního světla, která je nevyhovující a splňuje požadavky pro denní složku sdruženého osvětlení (viz ČSN 360020 „Sdružené osvětlení“) a v prostorech, které je možno s ohledem na velikost parametrů denního světla považovat za bezokenní, se musí umělé osvětlení využívat i v průběhu dne. V obou těchto případech je osvětlovací soustava umělého osvětlení navrhována na zvýšené hodnoty osvětlenosti.

Z toho tedy vyplývá, že dostatečné denní osvětlení, především na pracovištích, kde je vykonávána trvalá práce, umožňuje dosáhnout významných úspor elektrické energie při provozu umělého osvětlení, protože osvětlovací soustava má nižší příkon a její roční využití je podstatně kratší.

2. Energetické hodnocení umělého osvětlení

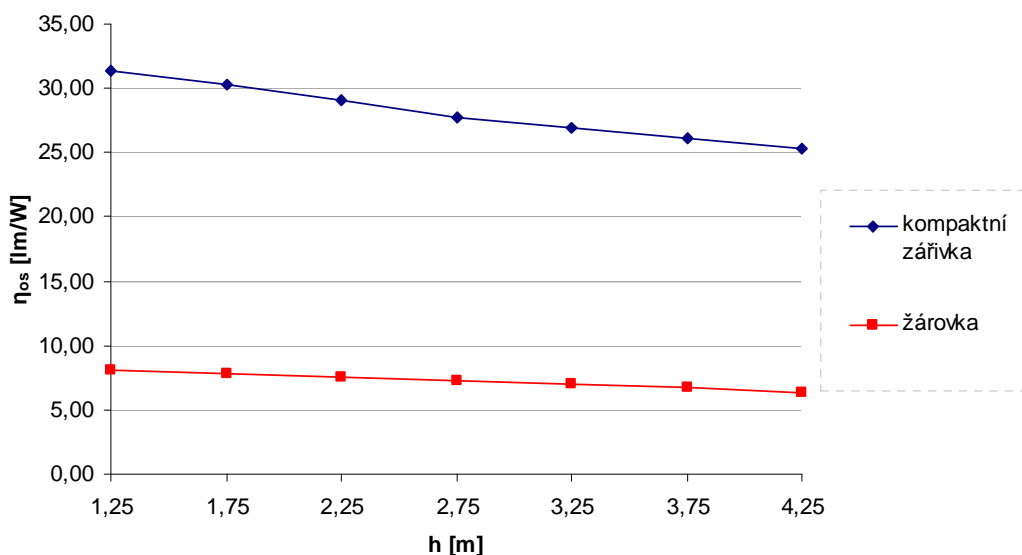
Bude-li při hodnocení osvětlení využito energetické hledisko, nesmí být nadřazeno světelným, hygienickým a bezpečnostním kritériím, která jsou prvořadá. Dále je zřejmé, že energetické hledisko úzce souvisí s celkovým ekonomickým posouzením osvětlení vnitřního prostoru. Jednotlivé vlivy působící na energetické nároky osvětlovací soustavy umělého osvětlení jsou sledovány ve vnitřních prostorech s vyhovujícím denním osvětlením, případně u osvětlení veřejného. Spotřebu elektrické energie na osvětlení lze ovlivnit volbou celé řady faktorů při samostatném návrhu osvětlovací soustavy.

2.1 Barevné úpravy vnitřních povrchů

Barevné úpravy vnitřních povrchů ovlivňují velikost jejich činitelů odrazu světla ρ . Je zřejmé, že využitím světlých vnitřních povrchů a vnitřního zařízení s vysokými činiteli odrazu světla ρ , lze zajistit až 30 % podíl průměrné osvětlenosti \bar{E} odraženými světelnými toky. Hodnota nepřímé složky osvětlenosti bude dále záviset na rozložení světelného toku svítidel, tedy na volbě svítidla, což ovlivní využívání jednotlivých povrchů při odrazech světla.

2.2 Měrný výkon η světelného zdroje

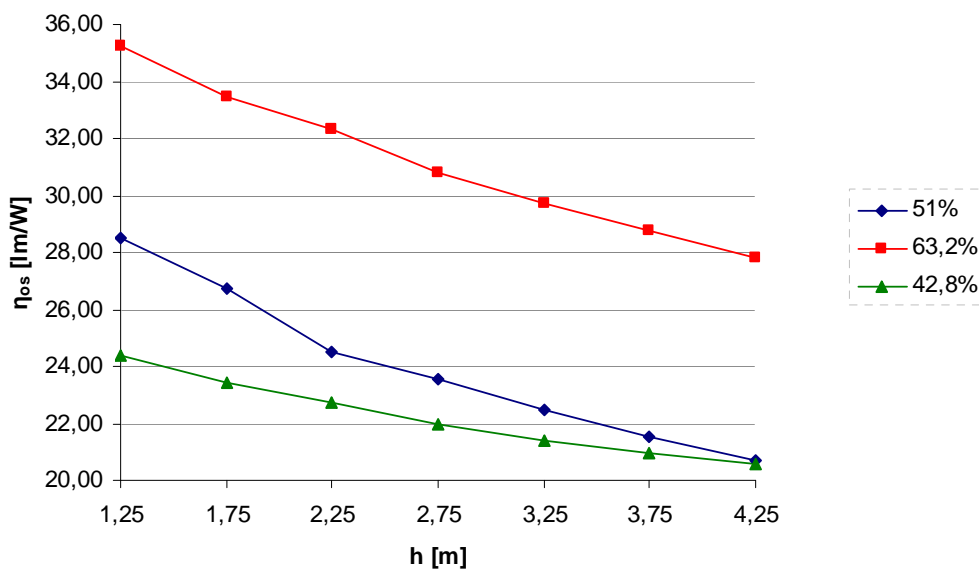
Velikost měrného výkonu η u většiny typů světelných zdrojů narůstá s jejich příkonem. Výběr světelného zdroje a jeho měrný výkon η ovlivňuje přímo účinnost osvětlovací soustavy η_{os} , její příkon a energetickou náročnost umělého osvětlení. Při sledování této závislosti lze dosáhnout nejvýraznějších energetických úspor při náhradě žárovek kompaktními zářivkami. Na obr. 1 je znázorněn vliv účinnosti η_{os} při použití obou světelných zdrojů v určitém typu svítidla na velikosti osvětlovaného modelového prostoru (činiteli prostoru k , případně závěsné výšce svítidel h). Z obrázku je patrný podstatný vliv měrného výkonu η na účinnost η_{os} osvětlovací soustavy a tím i na její příkon a mírný pokles účinnosti a nárůst příkonu se závěsnou výškou h .



Obr. 1

2.3 Účinnost svítidla η_s

Závislost účinnosti osvětlovací soustavy η_{os} na činiteli prostoru k (výšce h) pro svítidla s různou účinností η_s a přibližně stejným vyzařováním je na obr. 2. Ve všech svítidlech je použit stejný světelný zdroj.

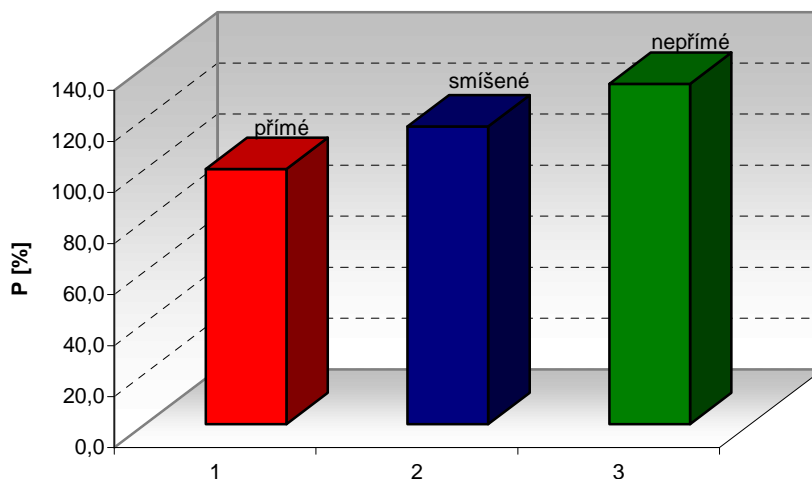


Obr. 2

Z uvedeného obrázku je zřejmý výrazný vliv účinnosti svítidla η_s na účinnost η_{os} a příkon osvětlovací soustavy. Při sledování dvou svítidel s rozdílem účinnosti η_s 20,4 % je např. pro výšku $h = 2,25$ m nárůst účinnosti η_{os} a tím pokles příkonu osvětlovací soustavy o 41,8 %. Se závěsnou výškou h i v tomto případě mírně narůstá příkon osvětlovací soustavy.

2.4 Rozložení svítivosti svítidla I_y

Rozložení svítivosti svítidla přímo určuje rozdělení světelného toku svítidla Φ_s na světelné toky vyzařované do dolního Φ_D a horního Φ_H poloprostoru a tím zařídění svítidla do kategorie přímé až nepřímé. Vliv tohoto parametru na velikost příkonu osvětlovací soustavy je naznačen pro tři zářivková svítidla se stejným světelným zdrojem na obr. 3.

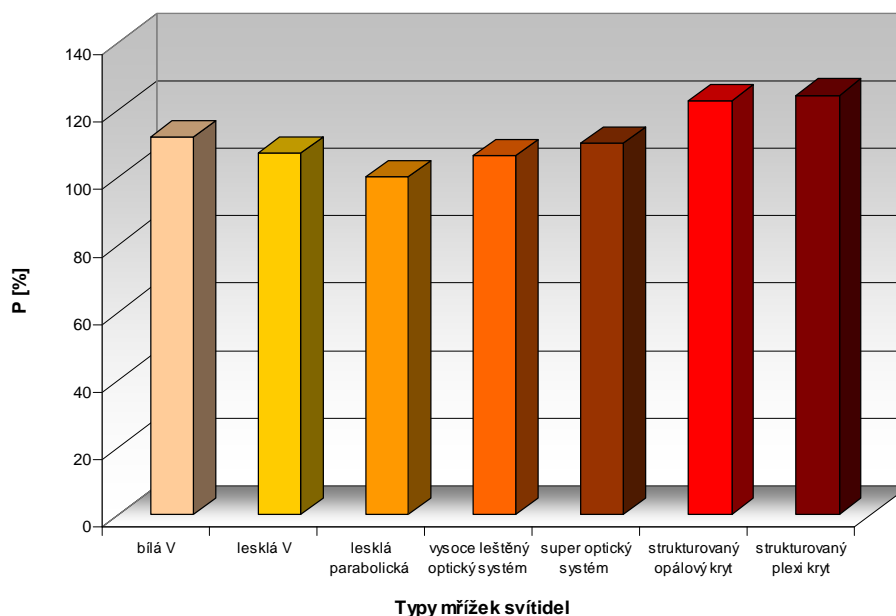


Obr. 3

Z obr. 3 vyplývá, že použití nepřímého svítidla v modelovém prostoru se stejnou osvětleností \bar{E} vede v porovnání se svítidlem přímým k nárůstu příkonu osvětlovací soustavy o 33,3 %.

2.5 Optické mřížky a kryty svítidla

Na tvaru a provedení optické mřížky, případně krytu svítidla, závisí rozložení svítivosti I_γ a účinnost svítidla η_s . Vliv využití těchto prvků u podhledových svítidel na příkon osvětlovací soustavy je možno sledovat na obr. 4.



Obr. 4

Při porovnání lesklé parabolické mřížky a plexi krytu zářivkového svítidla je zřejmé, že dojde k nárůstu příkonu osvětlovací soustavy a tím energetické náročnosti o 24,2 %.

2.6 Typ osvětlovací soustavy

Při sledování energetických nároků jde především o porovnání celkové a kombinované osvětlovací soustavy. Je všeobecně známé, že celková osvětlovací soustava je při zajišťování průměrných osvětleností $\bar{E}_m > 500 \text{ lx}$ energeticky nevýhodná, a proto se doporučuje pro vysoké požadované osvětlenosti využívat soustavu kombinovanou. Při návrhu kombinované osvětlovací soustavy je však potřeba zajistit vhodný poměr mezi osvětlenostmi, které vytvoří celkové a místní osvětlení. Využití místního osvětlení, které je umístěno v blízkosti pracovních míst, je energeticky výhodné a přináší další úspory, pokud nejsou v provozu všechna pracoviště.

2.7 Plán údržby osvětlovací soustavy

Při stanovení plánu údržby pro výměnu světelných zdrojů, čištění svítidel a obnovu vnitřních povrchů prostoru je vhodné využít doporučené obvyklé časové intervaly. Jejich délka je ovlivněna především mírou znečišťování prostředí, ve kterém je osvětlovací soustava nainstalována.

Nevhodné prodloužení těchto úseků vede totiž při zajištění stejné osvětlenosti \bar{E}_m v osvětlovaném prostoru k nárůstu příkonu osvětlovací soustavy a tím ke zvýšení energetických nároků.

2.8 Moderní napájecí prvky

Využití moderních napájecích prvků ve formě elektronických předřadníků pro zářivky, halogenidové a sodíkové výbojky s nízkými příkony umožní snížit elektrické ztráty a tím i příkon osvětlovací soustavy až o 30 %. Kromě snížení spotřeby elektrické energie zlepšuje tento způsob napájení i základní parametry světelných zdrojů, především jejich život T_z a měrný výkon η .

2.9 Regulace osvětlovacích soustav

Regulaci osvětlovacích soustav umělého osvětlení je možno provádět v závislosti na: změnách úrovně denního osvětlení, přítomnosti osob, vykonávané zrakové činnosti a intenzitě provozu vozidel a chodců ve venkovních prostorech.

Uvádí se, že při použití stmívatelných elektronických předřadníků pro řízení osvětlení na stálou osvětlenost lze dosáhnout na umělém osvětlení energetických úspor až 38 %. Až 14 % spotřebované elektrické energie umožňuje ušetřit instalace snímačů přítomnosti osob.

Dále je vhodné využít ve vnitřních prostorech se zrakově náročnou činností a tím vysokými hodnotami osvětlenosti regulace osvětlovací soustavy pro vykonávání činností méně náročných. I tato regulace přináší významné energetické úspory.

Výrazného snížení spotřeby elektrické energie se dosahuje snížením příkonu osvětlovacích soustav veřejného osvětlení v době nižší intenzity provozu vozidel a chodců. Tato regulace osvětlovacích soustav přináší úspory nákladů na elektrickou energii až o 35 %. Při provozu veřejného osvětlení je také vhodné využívat v noční době stabilizátory napětí. Jejich použití ušetří až 8 % spotřebované elektrické energie a podílí se na prodloužení života instalovaných světelných zdrojů.

3. Závěr

Z uvedeného přehledu vlivů na energetickou náročnost umělého osvětlení vyplývá, že podstatně ovlivňuje toto kritérium samotný projektant výběrem základních parametrů osvětlovací soustavy a možností jejího napájení a regulace. Dále je zřejmé, že energetické hledisko úzce souvisí s ekonomickým hodnocením umělého osvětlení. Použití výkonnějších světelných zdrojů, svítidel s vysokou účinností a moderních způsobů napájení a regulace osvětlovacích soustav se zpravidla projeví v nárůstu pořizovacích nákladů osvětlovací soustavy. Je však nutné zdůraznit, že většina osvětlovacích soustav umělého osvětlení se využívá poměrně dlouhou dobu, během které přináší zvýšené náklady pořizovací i významné úspory provozní, především související se spotřebou elektrické energie.

Literatura

- [1] Habel, J. a kol: Světelná technika a osvětlování, FCC Public, Praha, 1995
- [2] Linda, J: Elektrické světlo III, ZČU v Plzni, 1995
- [3] Linda, J: Účinnost umělého osvětlení vnitřních prostorů, Technika osvětlování XVI, Plzeň, 1997
- [4] Linda, J: Efektivní využití elektrické energie ve světelných aplikacích, EON České Budějovice, 2005
- [5] Hurt, L: Posouzení účinnosti umělého osvětlení, Technika osvětlování XXII, Plzeň, 2006

Osvětlení v halách pro chov drůbeže

Radek Liška, Ing., Pavel Kic, Prof., Ing., DrSc.

Katedra technologických zařízení staveb, Technická fakulta, Česká zemědělská univerzita v Praze,
Česká republika

Úvod

K důležitým činitelům významně podmiňujícím úroveň životního prostředí patří nejen vzduch, voda a půda, ale také světlo [2]. Umělé osvětlení patří spolu s denním mezi nejdůležitější činitele ovlivňující kvalitu životního i pracovního prostředí, a to nejen z hlediska podmínek pro zrakový výkon a pohodu prostředí, ale také z hlediska celkových hygienických účinků na člověka [1]. Působením světelného záření vyvolává okolní prostředí v člověku řadu fyziologických a psychologických reakcí [2]. Umělé osvětlení v pracovním i odpočinkovém prostoru má velký vliv při tvorbě světelného mikroklimatu. Množství informací, zmenšování velikosti pozorovaného kritického detailu má vliv na kvalitativní a kvantitativní stránku osvětlení, tj. osvětlenost, rovnoměrnost, rozložení jasů, barevnost, směrovost, zábranu oslnění a stínivost [1]. Příliš vysoké osvětlení vyvolává únavu a rozptylující pozornost, slabé vede k bolesti očí a také k únavě. Rušivě působí barevné světlo, optimální je bílé, rozptýlené. Ovšem přirozené denní světlo je samozřejmě nejlepší. Důležitým prvkem umělého osvětlení je světelný zdroj. Jeho volbou můžeme ovlivnit nejen světelné mikroklima, ale také energetické a ekonomické faktory [3]. Tím jsou myšleny faktory světelných zdrojů, které ovlivňují spotřebu elektrické energie a mají vliv na provozní náklady osvětlení.

V zemědělství (např. intenzivní chov nosnic) však, proti ostatním oblastem osvětlování, má světlo navíc i funkci důležitého technologického činitele. Technologické osvětlení zajišťuje příznivé fotobiologické podmínky pro optimální fyziologickou činnost a vývoj hospodářských zvířat [4]. Proto je potřeba klást dostatečnou pozornost na kvalitu osvětlení. Důvodem jsou především systémy určené pro chov nosnic. V současné době se slepice nosného typu za účelem produkce konzumních vajec chovají především v klecích (přibližně 90% v Evropě a USA) [5]. V klecových systémech je prostor ve kterém se nosnice nachází značně omezen a slepice nemá tedy možnost výběru, změny ani nastavení osvětlení jako člověk a je zcela závislá na tom, jaké podmínky pro ni chovatel připraví. Ovšem ani v případě volného chovu, jako např. chov na podestýlce není situace zcela ideální. Ponecháme-li nosnicím možnost výběru místa pro snášku vajec je předpoklad, že větší či menší část z nich si vyhledá tmavší místa na podestýlce nebo i na roštových podlahách nejen v rozích, ale i na volném prostoru. Snesené vejce se pak stává místem, které přitahuje pozornost i dalších nosnic. V případě, že není v krátké době po snesení sebráno, můžeme v průběhu několika dnů na stejném místě nacházet i větší počet vajec [6]. Při návrzích i posuzování osvětlovacích soustav je především nutno dodržet tři základní parametry, tj. osvětlenost, rovnoměrnost osvětlení a stupeň zábrany oslnění. Pro technologické osvětlení jsou podstatnými parametry osvětlenost, rovnoměrnost osvětlení a osvětlovací režimy [4].

V intenzivních chovech drůbeže hraje světlo podstatnou složkou působící nejen na ekonomickou stránku podniku, ale v neposlední řadě je velmi důležitým faktorem ovlivňující welfare (pohodu) zvířete. Musí tedy zajistit v objektech s chovanými zvířaty příznivé podmínky pro jejich biologické funkce. Zároveň se však musí dbát na hospodárnost a optimalizaci spotřeby všech druhů energie [4].

Hodnoty technologického osvětlení pro nosnice jsou uvedeny v tabulce 1. Jedná se o osvětlenost na srovnávací rovině v části půdorysu stáje nebo haly. V objektech s klecovým systémem ve více podlažních klecích se jedná o osvětlenost v místech krmítek.

Prostor	Technologické osvětlení [lx]	Osvětlení pro práci			Poznámka
		Kategorie osvětlení ^{1/}	Osvětlení celkové, osvětlení odstupňované E_{pk} [lx]	Zvýšení osvětlenosti v místě úkonu E_M [lx]	
Chov slepic nosného typu	20/5/10 ^{2/}	C	100	300	E_M v místě popisování vajíček

• Tabulka 1: Požadavky na umělé osvětlení ve vnitřních zemědělských prostorech.

1/ kategorie osvětlení podle druhu vykonávané činnosti, kat. C je činnost s malými požadavky na zrakový výkon

2/ postupná změna osvětlení v průběhu chovu

Rovnoměrnost technologického osvětlení je dána technologickými požadavky výroby a hodnotí se v části půdorysu stáje nebo haly. V objektech s vícepodlažním klecovým systémem se hodnotí v místě krmítek. Rovnoměrnost se hodnotí jako poměr minimální a maximální horizontální osvětlenosti a nesmí být horší, než je uvedeno v tabulce 2 [4].

Prostor	Rovnoměrnost osvětlení
	$E_{min} : E_{max}$
Prostory pro chov drůbeže	0,33 (1 : 3)

• Tabulka 2: Rovnoměrnost technologického osvětlení nosnic.

Dalším technologickým parametrem je osvětlovací režim. V intenzivních chovech slepic se z hlediska délky světla používají různé světelné režimy. Ty musí podle směrnice Rady Evropy 74/1999/EC dodržovat 24 hodinový rytmus a zahrnout přiměřenou nepřerušovanou dobu tmy trvající jednu třetinu dne, aby si nosnice mohly odpočinout. V tabulce 3 jsou uvedeny dva typy světelného režimu pro užitkové chovy Hisexe hnědé [7].

Věk (týdny)	Postupně prodlužující se	Biomittentní
	hodiny světla (S) a tmy (T)	hodiny světla (S) a tmy (T)
18	11S : 13T	11S : 13T
19	12S : 12T	12S : 12T
20	13S : 11T	12S : 12T
21-35	14S : 10T	14S : 10T
36	14S : 10T	14(45'S : 15'T) : 2S : 8T
37	14S : 10T	14(45'S : 15'T) : 2S : 8T
38	14S : 10T	14(45'S : 15'T) : 2S : 8T
od 39	14S : 10T	14(45'S : 15'T) : 2S : 8T

• Tabulka 3: Světelné režimy pro slepice Hisex hnědý.

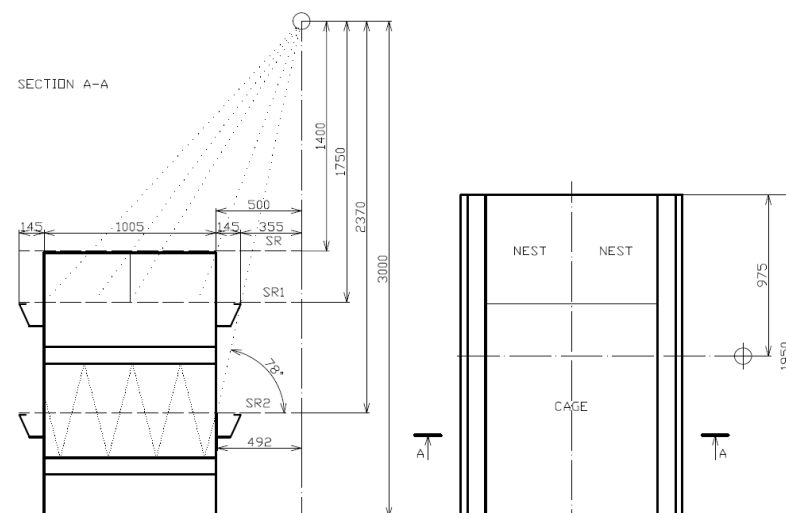
Při využití dalších možných světelných režimů lze přispět k úspoře elektrické energie, protože se u nich svítí pouze 4 – 5 hodin.

Třetím hlavním technologickým parametrem je intenzita osvětlení. Podle [7] by intenzita osvětlení v době snášky měla být 10 luxů, kdy větší intenzita může někdy zvýšit agresivitu a kanibalismus. Ve víceetážových klecových bateriích mohou být v jednotlivých etážích značné rozdíly v osvětlenosti. V horních patrech se může právě v důsledku špatného návrhu osvětlení častěji objevit kanibalismus, protože je zde vyšší intenzita světla. Naproti tomu v nejnižších etážích může klesnout produkce vajec, protože zde je intenzita světla nejnižší.

Směrnice Rady Evropy 74/1999/EC zakazuje od roku 2012 chov nosnic v konvenčních (neobohacených) klecích. I nadále budou podporovány chovy v obohacených klecích. Z tohoto hlediska je dobré zabývat se také technologickou stránkou těchto klecí a jakým způsobem ovlivňuje konstrukce šíření světla uvnitř. Obohacené klece musí být mimo jiné vybaveny snáškovým hnízdem. Druhově přirozené chování nosnic je vyjádřeno souhrnem jejich hlavních přirozených životních projevů, ke kterým patří chování v souvislosti se snáškou vajec (vyhledávání tmavého a chráněného místa s měkkou podlahou) [8].

Experimentální část

Právě z důvodu vlivu konstrukce klece na šíření světla jsme provedli experiment, který sledoval šíření a intenzitu osvětlení na různých místech obohacené klece. Intenzity osvětlení byly měřeny na dvou srovnávacích rovinách, které odpovídaly úrovni krmných žlabů (Obr. 1).



• Obrázek 1 Řez a půdorys obohacené dvouetážové klece se znázorněnými srovnávacími rovinami SR1, SR2.

Tabulka 4 uvádí výsledky měření provedených na dvouetážové baterii. Kde veličina E_{m^*} představuje změřenou průměrnou hodnotu intenzity osvětlení na srovnávacích rovinách bez vlivu konstrukce, E_m s vlivem konstrukce a E_n vyjadřuje vypočtenou hodnotu.

Srovnávací rovina	100W žárovka			40W žárovka		
	E_{m^*} [lx]	E_m [lx]	E_n [lx]	E_{m^*} [lx]	E_m [lx]	E_n [lx]
SR1	20,39	16,69	18,01	5,98	4,76	5,64
SR2	12,96	4,33	4,73	4,52	1,81	1,82

• Tabulka 4. Změřené a vypočtené hodnoty.

Závěr

Měření jsme provedli s dvěma různě výkonnými světelnými zdroji, jak je vidět v tabulce 4. Z výsledků je vliv konstrukce na šíření světla patrný, kdy průměrná hodnota E_m na první srovnávací rovině byla 16,69 luxů a na druhé srovnávací rovině 4,33 luxů. V důsledku takovýchto rozdílů v osvětlení potom může docházet ve vyšších patrech k již zmíněnému zvýšení agrese a kanibalismu u nosnic. Naopak nízká intenzita může mít negativní vliv na produkci vajec. V důsledku výše zmíněných požadavků na osvětlení je proto nutné hledat takové zdroje a návrhy osvětlení, které budou jak ekonomicky, tak z hlediska pohody zvířete optimální. Dále musí být osvětlovací soustava navržena tak, aby bylo možné zajistit její provoz a údržbu.

Výzkumný záměr tohoto příspěvku vznikl s finanční podporou z grantu č. 31170/1312/3106.

Literatura a odkazy

- [1] DVOŘÁČEK, K. Hlavní zásady světelně technického projektu z hlediska energetické náročnosti. In Osvětlování. 1. vyd. Trutnov : [s.n.], 1997. s. 12-17.
- [2] HEBAL, J. Osvětlování. 1. vyd. Praha : České vysoké učení technické v Praze, 1991. 328 s. ISBN 80-01-00728-6.
- [3] PAVLÍČEK, I. Návrh a výpočet umělého osvětlení. Praha : ČVUT, 1994. 78 s. ISBN 80-01-01205.
- [4] HUTLA, P. Osvětlování v zemědělství. Praha : Ústav zemědělských a potravinových informací, 1998. 53 s. ISBN 0862-3562.
- [5] TŮMOVÁ, E, ENGLMAIEROVÁ, M. Užitekost slepic v různých systémech ustájení. Náš chov. 2007, č. 7, s. 90-92.
- [6] KOŠAŘ, K., NÁVAROVÁ, H., PROCHÁZKA, D. Zásady welfare a nové standardy EU. Praha-Uhřetěves : Výzkumný ústav živočišné výroby, 2004. 50 s. ISBN 80-86454-46-0.
- [7] SKŘIVAN, M. a kolektiv. Drůbežnictví 2000. Praha: Agrospoj, 2000. 203 s
- [8] KONOPÁSEK, V. Zemědělská technika : Stavby pro chov drůbeže z hlediska welfare. Praha : Ústav zemědělských a potravinových informací, 1994. 48 s. ISBN 0862-3562.
- [9] KIC, P., LIŠKA, R. Light in enriched cages for laying hens. Zemědělská, potravinářská a environmentální technika. Brno : Ústav zemědělské, potravinářské a environmentální techniky, 2008. s. 48-51. ISBN 80-7375-188-3.
- [10] LIŠKA, R., KIC, P. Determination of light propagation in enriched cages for laying hens. In X. International Conference of Young Scientists 2008. Praha : [s.n.], 2008. s. 136-140. ISBN 80-213-1812-0.

Osvětlování přechodů pro pěší

Tomáš, Maixner, Ing.

Siteco Lighting, spol. s r.o., www.siteco.cz, dql@dql.cz

Přechody jsou jedním z nejnebezpečnějších míst v městské dopravě. Je potěšující, že se v poslední době začaly intenzivněji osvětlovat. Je smutné, že správně osvětlený přechod je k vidění velice zřídka. Téměř vždy jsou svítidla špatně umístěna a velmi často jsou použita i svítidla nevhodná.

Aby řidič vozidla viděl dostatečně dobře chodce, pak musí být postava v kontrastu s vozovkou. Může být kontrastní pozitivně - tedy světlejší než komunikace. Může být kontrastní negativně - tedy tmavší než komunikace [1].

Experimenty ukázaly, že dostatečného negativního kontrastu se dosáhne již celkovým osvětlením komunikace (pochopitelně správně navrženým). Není tedy třeba zřizovat zvláštní osvětlení přechodů, ale není to šetření na pravém místě. Viditelnost chodce totiž není pouze otázkou kontrastu.

Způsoby zvýšení viditelnosti

Pokud je nějakým způsobem řidič upozorněn na fakt, že se blíží k přechodu, pak jistě zpozorní a tím významně vzroste bezpečnost. Toho lze dosáhnout několika způsoby:

- zvýšením osvětlení v místě přechodu,
- použitím světla odlišné barvy než jakou je osvětlena vozovka,
- zdůrazněním dopravní značkou, případně blikajícím návěstím.

Nejlépe však kombinací všech uvedených možností.

Mezi uvedenými způsoby zdánlivě chybí použití svítidla s černobílými pruhy – »zebrý«. Názor, že je to správné, ba dokonce nezbytné, je značně rozšířený omyl. Žádný předpis ani vyhláška nenařizuje povinnost takového označení. Dokonce lze takovou úpravu svítidla považovat za nebezpečnou. Ve dne odvádí pozornost od vlastního přechodu. V noci pohled na »zebru«, tj. přímo do svítidla, znamená, že dojde k oslnění řidiče.

A další argument proč „zebru“ ne. Je to ohleduplnost k nočnímu prostředí. Jednotlivé svítidlo s plochým sklem je k noční obloze šetrnější než klasické svítidlo, protože k nebi se světlo dostává pouze prostřednictvím odrazu od terénu, kdežto u klasického svítidla je na oblohu určité množství světla vyzářeno přímo. Na přechodech je počet svítidel nezávislý na typu difuzoru; prakticky nezávislá je i jejich pozice. To znamená že v tomto případě svítidla s plochým sklem produkují minimální množství rušivého světla [2]. (Za „Praktickou poznámkou“ je ještě jedno zdůvodnění plochých skel.)

Prvé dva způsoby zvýšení viditelnosti lze zajistit pouze nezávislým osvětlením. Tím se automaticky zvýší osvětlenost přechodu. Je však třeba zajistit i dobrou viditelnost chodce. Té lze v takovém případě dosáhnout pozitivním kontrastem. Jak, to je popsáno později.

Vždy upoutá pozornost rozdílný barevný vzhled části jinak barevně monotónní komunikace. Jsou-li pro osvětlení vozovky použity vysokotlaké sodíkové výbojky s teplejším světlem (většina komunikací tak osvětlena je), potom je vhodné zvolit pro osvětlení přechodu halogenidové nebo rtuťové výbojky. Oba z uvedených zdrojů poskytují chladnější světlo, zřetelně jiné než jaké vydávají sodíkové výbojky. Jsou-li ve svítidlech osvětlujících vozovku použity chladnější zdroje, pak se přechody osvětlí sodíkovými výbojkami.

Praktická poznámka: Komunikace se obvykle v rámci jednoho města osvětlují různými světelnými zdroji. Například ve společenském centru je lepší použít vysokotlaké halogenidové výbojky. Poskytují totiž přirozenější světlo než výbojky sodíkové, které jsou naopak vhodnější pro osvětlení okolních komunikací a průtahů městem. Z pohledu provozovatele veřejného osvětlení je zajímavé použití co nejmenšího počtu rozdílných náhradních dílů. To ideálně splňují svítidla pro přechody konstruovaná pro vysokotlaké sodíkové výbojky. V ulicích s „chladným“ světlem se osadí sodíkovou výbojkou. Naopak na ostatních komunikacích se barevného odlišení dosáhne tím, že se svítidla osadí halogenidovými výbojkami HCI-TT (Osram). Ty jsou konstruovány tak, že pracují s elektrovýzbojí určenou pro sodíkové výbojky.

Vrátím se k „zebrám“. Z praktické poznámky vyplývá další důvod pro použití plochého skla. Určitou nevýhodou halogenidových výbojek HCl-TT je totiž to, že smí být použity pouze v uzavřených svítidlech odolných vysoké teplotě. Tedy ve svítidlech uzavřených plochým (nebo mírně vyduťtým) sklem. Plast potřebnou odolnost nemá.

Osvětlenost chodce

Je známo, že oko vnímá jasy. A rovněž je známo, že při nízkých adaptačních jasech (které jsou i na nejlépe osvětlené komunikaci) je možné rozlišit poměr jasů v poměru asi 1:3. Chodec by tedy měl mít alespoň trojnásobný jas než má vozovka, aby byl „výrazně“ více osvětlen. Ze známého vztahu mezi jassem a osvětleností lze odvodit:

$$E_{ch} = 3 L_{kom} \cdot \frac{\pi}{\rho}, \quad (\text{lx; cd.m}^{-2}, -) \quad (1)$$

kde E_{ch} je osvětlenost chodce - vertikální roviny
 L_{kom} je jas komunikace
 ρ je střední činitel odrazu světla chodce (Lambertovský)

Pokud budu předpokládat, že je $\rho = 0,20$ (přesněji 0,209) tak pro osvětlenost chodce bude platit:

$$E_{ch} = 45 L_{kom} . \quad (\text{lx; cd.m}^{-2}) \quad (2)$$

Pro komunikace třídy osvětlení ME jsou odpovídající hodnoty osvětlenosti chodce uvedeny v tabulce 1 (L_{kom} je jas komunikace, E_{ch} je vypočtená osvětlenost chodce a E_v je jeho osvětlenost upravena podle normové řady). Pro třídy osvětlení CE (tabulka 2) je nejprve osvětlenost komunikace E_{kom} přepočtena na jas (předpokládaný střední činitel odrazu povrchu vozovky je 0,10) a dále se již postupuje shodně jako v případě tříd ME.

Třída	L_{kom} (cd.m ⁻²)	E_{ch} (lx)	E_v (lx)
ME1	2,0	90	100
ME2	1,5	67,5	75
ME3	1,0	45	50
ME4	0,75	33,8	50
ME5	0,5	22,5	30
ME6	0,3	13,5	20

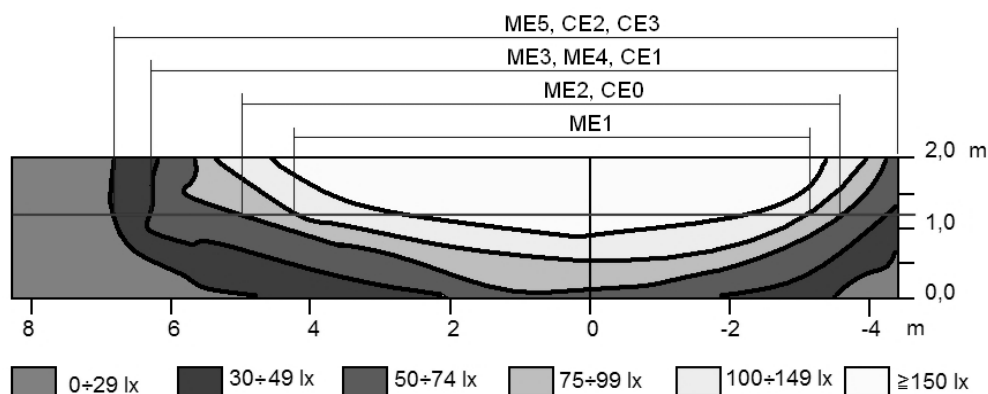
Tabulka 1 – Osvětlenost chodce pro třídy osvětlení ME

Třída	E_{kom} (lx)	L_{kom} (cd.m ⁻²)	E_{ch} (lx)	E_v (lx)
CE0	50	1,59	71,6	75
CE1	30	0,96	43,2	50
CE2	20	0,64	28,8	30
CE3	15	0,48	21,6	30
CE4	10	0,32	14,4	20
CE5	7,5	0,24	10,8	20

Tabulka 2 – Osvětlenost chodce pro třídy osvětlení CE

Protože se chodci mohou nacházet na kterékoliv části přechodu, pak je vhodné zvolit kompromisní umístění srovnávací roviny v ose přechodu (napříč komunikací). Příloha (i selský rozum) doporučuje osvětlit také nástupní prostor, tedy chodník do vzdálenosti cca jednoho metru od krajnice. Zde by neměla být osvětlenost nižší více než o jeden stupeň.

Na obrázku 1 je ukázka vypočtených osvětleností na svislé rovině ve vzdálenosti 3 m od svítidla (Siteco SR100 pro vysokotlakou sodíkovou výbojku 150W). Svítidlo je umístěno ve výšce 6 m nad vozovkou v pozici označeno jako „0“. Z obrázku plyne, že svítidlo je použitelné pro nejnáročnější třídu osvětlení ME1 v rozsahu přes 4 metry „před“ svítidlem (tedy směrem do vozovky) a více jak 3 metry „za“ ně. Pokud bude svítidlo umístěno na výložníku ve vzdálenosti 2 metry od krajnice, pak dostatečně osvětlí komunikaci o šířce cca 6-6,5 metru a metrový nástupní prostor (odchází pak o stupeň hůře).



Obrázek 1 Osvětlenost svislé roviny ve vzdálenosti 3 m od svítidla SR100

Chyby při umístování svítidel

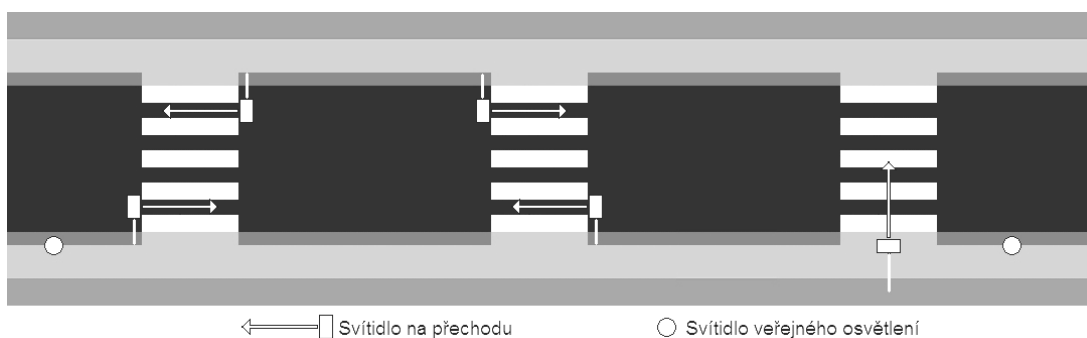
Při umístování svítidel na přechodech se hrubých chyb překvapivě dopouštějí i renomované firmy.

Dosáhnout kvalitního osvětlení přechodů lze pouze svítidly s příčně asymetrickou fotometrickou plochou svítivosti (tedy svítící převážně ve směru kolmém na osu přechodu – ve směru pohledu řidiče.). Jiná svítidla splní svůj úkol jen částečně. Zvýrazní sice přechod vyšší osvětleností (případně barvou), avšak již nemohou dostatečně osvětlit chodce a tedy velikost kontrastu je mnohem menší než u svítidel se správným směrováním světla. Úspora několika stokrát přináší neúměrné zvýšení rizika sražení chodce.

Požadavky na správné osvětlení nelze naplnit pomocí svítidel umístěných na přední hraně přechodu (ve směru jízdy – první přechod na obr. 2). To proto, že chodec zůstává nedostatečně osvětlen – světlo na něho dopadá pod příliš ostrým úhlem. Čím je tento úhel méně ostrý, tím je přecházející osoba lépe osvětlena.

Ještě horší situace nastává, když jsou stožáry na zadní hraně přechodu (druhý přechod na obr. 2). To již není chodec ve směru k řidiči osvětlen vůbec.

Zdaleka nejhorší je však případ kdy jsou svítidla umístěna nad přechodem a svítí napříč komunikace (třetí přechod na obr. 2). Tehdy není chodec řádně osvětlen ani z jednoho směru, protože na něj téměř vůbec nedopadá světlo ze



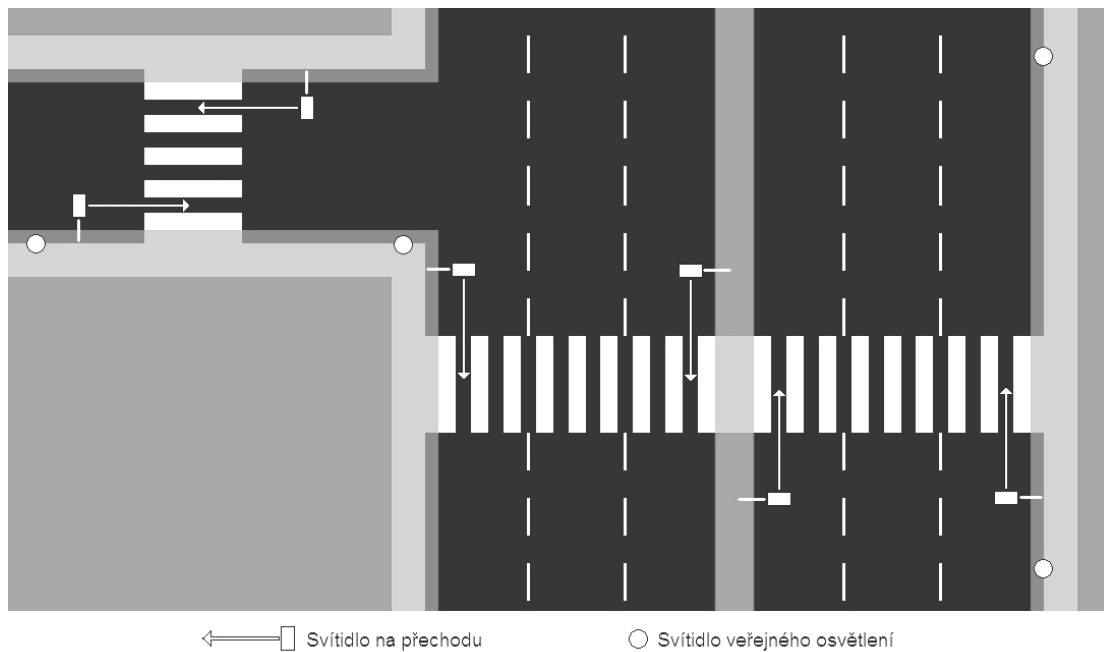
strany. Zde nepomohou ani svítidla s asymetrií ve směru osy přechodu. Byť jsou často k vidění.

Obrázek 2 Chyby při osvětlování přechodů

Aby byly splněny všechny požadavky na osvětlení přechodu, musí být svítidla v dostatečném odstupu před ním. Výpočet obvykle ukáže, že je třeba umístit stožár před přechod ve vzdálenosti větší než je třetina výšky svítidla nad vozovkou (viz obrázek 3 a 4). V takové situaci je chodec nejvíce osvětlen ze strany, a tedy i je nejlépe vidět. V případě, že bude přechod vést napříč vozovkou s více jízdními pruhy, tak samozřejmě nebude postačovat k jeho dostatečnému osvětlení jen jedno svítidlo na chodníku, ale bude potřeba jej posílit dalším svítidlem poblíž středového pruhu. Doplňující svítidlo bude rovněž svítit ve směru jízdy.

A ještě jeden nešvar je k vidění. Totiž ten, že se z úsporných důvodů vypne veřejné osvětlení a ponechají se v provozu pouze svítidla u přechodů. Řidičův zrak se musí neustále adaptovat na různé jasy – to je velice unavující a značně zhoršuje schopnost rozlišovat nekонтрастní objekty. A co hlavní – řidič prakticky nevidí tmavou překážku, která

je za intenzivně osvětleným úsekem. Podobně špatné je, když se ponechá v provozu pouze osvětlení křižovatek nebo se »provozuje« osvětlení „ob stožár“. „Svítit“ popsaným způsobem je mnohem horší než nesvítit vůbec.



Obrázek 3 Správné osvětlení přechodu



Obrázek 4 Správné osvětlení přechodu

Literatura a odkazy

- [1] ČSN EN 13201-2 Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Výkonnostní požadavky
- [2] Maixner, T. Rušivé světlo – část 2. – „Ekologická“ svítidla, Světlo 6/2005

Zpráva o stavu nebe 2008

Tomáš, Maixner, Ing.

Siteco Lighting, spol. s r.o., www.siteco.cz, dql@dql.cz

Předseda skupiny „Rušivé světlo“ při ČNK CIE

Již téměř tradičně podávám zprávu o tom, co se odehrálo v oblasti rušivého světla za uplynulý „kurzovní“ rok.

Snad nejvýznamnější, alespoň pro světelné techniky, je skutečnost, že se rušivému světlu věnují nově schválené normy. Krom starších poznámek v [1] (kapitola 7 - Vzhled a dopady na okolí a příloha A) se nyní pojem rušivého světla objevuje také v normách [2] a [3].

Ve [2] je rušivému světlu věnovaný stejnojmenný odstavec (tedy 4.5 Rušivé světlo), kde jsou pro jednotlivé environmentální zóny E1÷E4 předepsány přípustné hodnoty „světla na objektech“, „svítivosti svítidla“, „podíl horního toku“ a „jas“ fasád nebo značek (reklamních tabulí).

„Světlem na objektech“ se rozumí největší hodnota svíslé osvětlenosti na objektech. Je samozřejmě míněno, že tato hodnota nesmí být překročena v místě (středu) okna. Omezení této osvětlenosti má chránit obyvatele objektu před nežádoucím světlem. Je-li tedy známa pozice oken nemá smyslu omezovat osvětlenost v jiných místech. Omezení jasu průčelí objektu je totiž stanoveno nezávisle jako „jas fasád“.

Druhou veličinou je „svítivosti svítidla“, což je svítivost každého zdroje světla (nemusí se tedy jednat o svítidlo) ve směru, který může být potenciálně rušivý. To znamená třeba směrem ke kupoli hvězdárny.

„Podíl horního toku“ (*ULR*) je poměrná část světelného toku svítidla vyzařovaného nad horizont v jeho pracovní poloze a umístění, udává se v %. Do tohoto „horního toku“ se nezapočítává odražené světlo. Sice to značně usnadňuje návrh osvětlení (postačí odečíst z fotometrických dat podíl světla do horního poloprostoru – někdy obtížnější pro nevodorovnou pozici svítidla), ale není to zárukou toho, že bude soustava nejhleduplnější k nočnímu prostředí (viz např. [4]).

Poslední ošetřenou veličinou je jas. Jednak „fasády“, jednak „značek“. Ten první je průměrný jas průčelí úmyslně osvětlovaných budov. Druhý je pak chápán jako jas různých označení, reklamních tabulí apod.; neplatí pro jas dopravních značek, které jsou upraveny jinými předpisy.

Pro první dvě veličiny („světlo na objektech“ a „svítivost svítidla“) jsou uvedeny jejich přípustné hodnoty v době nočního klidu a mimo tuto dobu. Noční doba je pojem, který zatím není u nás používán. To řeší [3] takto: Pokud nejsou dostupné žádné předpisy pro dobu nočního klidu, nesmí být překročeny vyšší hodnoty a nižší hodnoty mají být považovány za preferované limity. Osobně bych takový náhled upřednostňoval obecně. Neumím si totiž představit, jak změnit například svítivost nějakého zdroje světla z 10.000 cd na 1.000 cd nebo dokonce (E1) z 2.500 cd na nulu. Neslyšel jsem, že by se běžně vyráběla svítidla s pohyblivou clonou. Regulace 10 : 1 (pro E2 15:1) je sice možná, ale prakticky se rovná zhasnutí osvětlení. A pro E1 by to zhasnutí skutečně bylo. Znamená to, že se tedy musí soustavy navrhovat tak, aby v „potenciálně rušivém směru“ vyhověly přísnějším požadavkům. Nebo je zhasínat v době nočního klidu. Je otázkou, zda takto navržené soustavy budou ekonomické, Je otázkou, zda za sporné zlepšení životního prostředí nebude zaplácena neúměrně vysoká cena (opět odkazují na studie dokazující, že svítidla uzavřená plochým sklem jsou méně účinná než svítidla s vypouklou mísou). Je otázkou, zda není jednodušší zaclonit ohrožený objekt. V případě hvězdáren zcela jistě ano – většinou by to ani nebylo příliš obtížné.

V [2] jsou ještě předepsány největší hodnoty prahového přírůstku od jiných než uličních svítidel. Tím je pamatováno na omezení oslnění od osvětlení, které není součástí soustavy osvětlující komunikaci, ale které ovlivňuje zrakové podmínky na nějaké dopravní cestě.

Norma [3] řeší problematiku rušivého světla podobně, přesněji – shodně. Jen se nezabývá jasy průčelí a značek.

V obou normách jsou nedostatky. Již zmíněná ignorace odraženého světla, ale také to, že není provedena specifikace environmentálních zón z pohledu astronomických objektů. Pak se může stát, že aktivisté budou prosazovat, že je prostředí E1 kolem každé hvězdárny i amatérské pozorovatelný.

Naštěstí se však normy vztahují pouze na venkovní pracoviště či sportoviště. Nelze nárokovat splnění jejich požadavků mimo dotčené okolí. Takže je možné, pokud nebudou svítidla zajišťovat osvětlení nějakého pracoviště (sportoviště), použít i v zóně E1 taková, která svítí k obloze. Trochu mi uniká, jaký je vztah mezi venkovním pracovištěm a jasnou fasádou nebo značkou.

K další významné události došlo v zahraničí. Byť se věnuji událostem „tuzemským“, tak ji nelze přehlédnout. Ve Slovinsku bylo schváleno vládní nařízení [6]. Jeho obsah je hrozivý. Až tak, že ještě než nabylo nařízení účinnosti, již se zpracovává novela. Jen několik příkladů:

„Pro osvětlení, které je zdrojem světla podle tohoto nařízení, se používají svítidla, jejichž podíl světelného toku, který vyzařuje nahoru, má hodnotu 0 %.“

Tedy zóna E1 by měla být v celém Slovinsku – neskutečné investiční náklady a nesmírné zvýšení ekologické zátěže (zvýšený počet světelných bodů a zvýšený příkon soustav o 5÷35%) s pochybným dopadem na snížení rušivého světla. A hned druhý odstavec praví:

Nehledě na ustanovení předešlého odstavce se k osvětlení veřejných ploch ulic na území kulturní památky mohou použít svítidla, jejichž podíl světelného toku, který vyzařuje nahoru, nepřesahuje 5 %, pokud :

- je elektrický příkon jednotlivého svítidla menší než 20 W
- průměrná osvětlenost veřejných ploch, které osvětluje takovýto svítidly osvětlovací soustava, nepřesahuje 2 lx
- je veřejná plocha ulic, které osvětluje osvětlovací soustava, určena pěším, cyklistům nebo pomalému provozu vozidel při rychlosti nepřesahující 30 km/hod.

To znamená, že je možné použít svítidla vyzařujícího do horního poloprostoru, ovšem pouze se světelným zdrojem o příkonu menším než 20W a ulice by musely být zařazeny do téměř nejnižší třídy – S6. A ještě s omezenou rychlostí dopravy (což je jediné možné, pokud se má předejít značným ztrátám na zdraví, životě nebo majetku). Nevím jak se posuzuje příkon plynového hořáku, ale obávám se, že je vyšší než 20W. A tedy Královská cesta v Praze by nemohla být osvětlena plynovými lucernami. A pokud ano, pak při osvětlenosti 2 lx by byla brzy přejmenována na Kapsářskou cestu, protože by se stala rájem zlodějů.

Nařízení předepisuje maximální roční spotřebu obce podle počtu obyvatel. Započítává i přechodně bydlicí. Myslím, že malé obce budou nabízet přechodné bydliště za úplat. V horských oblastech totiž neplatí, že je na jedno svítidlo v průměru deset obyvatel, ale často je to jeden obyvatel. To proto, že vesnice jsou roztáhlé po úbočích hor a od chalupy k chalupě je mnohdy vzdálenost stovek metrů a mnoha svítidel. Vzhledem k charakteru slovinské krajiny lze předpokládat, že tomu bude často právě tak. Nezbyvá než zhasnout nebo zvýšit počet obyvatel.

Že je na osvětlení památek povolena osvětlenost pouhé 1 cd.m⁻², snad nemusím ani zmiňovat. Patrně to každý očekával. Na takovou hodnotu prakticky nemá smysl plynout prostředky. Takto osvětlená fasáda nemá šanci vyniknout. Snad jen v prakticky neosvětleném prostoru. Kouzelné je to, že se předepisuje vzdálenost, ze které se měří jas fasády (max. 50 m). Svědčí to o tom, že nařízení „vytvořila“ skupina naprostých amatérů neznalých základních zákonitostí světelné techniky. Jas je nezávislý na vzdálenosti. Je lhostejno, zda je měřen ze vzdálenosti jednoho nebo padesáti metrů. Vliv má pouze případné pohlcení světla v ovzduší, který se však v takových vzdálenostech prakticky neuplatní. Předepisuje se i výška měření, a to do 2 metrů od země. Jak si počínat, když se bude jednat o hrad nad roklí o šířce větší než 50 metrů, nařízení neřeší.

A poslední příklad je osvětlení sportovišť. Jsou přípustné pouze asymetrické světlomety ... ve vodorovné poloze. Jak se nasvětlí hřiště na kopanou nevím, patrně pomocí převěsových svítidel.

A ještě sankce. Nejvyšší pokutu 12.000 Eur může zaplatit i podnikající fyzická osoba. A to tehdy, když nebude používat svítidla s ULR = 0% , osvětlí fasádu na víc jak 1 cd.m⁻², vypne osvětlení sportoviště po 22. hodině (to je obzvlášť kouzelné – již vidím jak správce stadionu ukončí mezinárodní utkání, protože prodloužení přesáhne onu policejní hodinu) atd. Dlužno přiznat, že jsou i sankce menší. Třeba fyzická osoba je za podobné přestupky postížena pokutou 600 Eur, což je pakatel, který slovinští penzisté jistě bez problémů uhradí.

Uvedené příklady jsou namátkové. Vlastní nařízení je velice rozsáhlé a nese známky charakteristické pro aktivistické „odborníky“. Totiž nesmírnou rozvláčností a neskutečnou neznalostí problematiky osvětlování.

Tím jsem se dostal k činnosti aktivistů. Vráťím se pod oblohu naší vlasti. Jen mimochodem, naši aktivisté jsou již tak vycvičení zkreslovat fakta, že slovinské vládní nařízení vydávají za zákon. Není to nepodstatné – vládní nařízení může případná nová vláda zrušit během několika vteřin svého zasedání. Zrušit zákon je podstatně obtížnější.

Vloni zmiňovaný „hodnotný“ seriál O svícení se dočkal již 58 pokračování [7] (k 13.9.2008). Autor sice uvádí číslovku 56, ale nelze mu mít za zlé, že dvakrát dva díly čísloval stejně. Nelze udržet přehled. A protože jde o nekonečný příběh, tak se to vytratí. Úroveň seriálu je nulová, ale přesto nepříznivě působí na laickou veřejnost.

Podobně je laická veřejnost matena i dalšími „autory“. Metoda El Alamo je v plném proudu. Pro nezasvěcené – vychází z příběhu stejnojmenné pevnosti, která byla obléhána značnou přesilou. Aby obránci zmátli nepřítel, střílel každý z nich vždy z jiné střílny. To navenek vyvolávalo dojem, že v pevnosti je vojáků nepoměrně víc než jich opravdu bylo. Tuto lest používají pseudoekologičtí aktivisté. Články jednoho autora šíří pod svými jmény; ve znění doslovném nebo s malými úpravami. Navenek se zdá, že existuje velké množství „odborníků“, kteří mají jednotný názor na určitou problematiku (což při existenci jednoho „myslitele“ ani jinak není možné). Velké množství „expertů“ zapůsobí ohromujícím způsobem na laickou veřejnost, která jim s obdivem začne dávat za pravdu. Pak se snadněji prosadí nesmyslné požadavky aktivistů. Veřejné mínění je patřičně zmanipulováno. Stokrát opakovaná lež se stává pravdou. To je v „ekologii“ velice častý jev.

Popsanou metodu v posledních letech používají i aktivisté vystupující proti „světelnému smetí“ (ano, i s takovým označením rušivého světla jsem se setkal). Jejich textům, které jsou neodborné, zavádějící a manipulují s fakty je dopřáván ohromný prostor. Je to celkem pochopitelné. Bulvární tisk (a která tiskovina bulvární není) je závislý na počtu čtenářů. A kdo by četl o tom, že světlo není karcinogen? A i kdyby, kdo by to četl podruhé? Ale psát o tom, že zhyne, když se bude na ulici svítit, že dostaneme rakovinu, infarkt nebo budeme obézní, to je to pravé. Aktivisté mají v redakcích dveře dokořán. Seriózní texty naleznete jen v odborných časopisech (a to ještě jen některých). V jiných ne! I když došlo k jediné výjimce až neuvěřitelné – časopis Maxim věnoval dvoustranu osvětlování a rušivému světlu [8].

Stejně jako vloni musím zakončit slovy – obloha je zdánlivě klidná, jedná se však o klid před bouří.

Literatura a odkazy

- [1] ČSN EN 13201-2 Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Výkonnostní požadavky
- [2] ČSN EN 12464-2 Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 2: Venkovní pracovní prostory
- [3] ČSN EN 12193 Světlo a osvětlení – Osvětlení sportovišť
- [4] Maixner, T. Rušivé světlo – část 2. – „Ekologická“ svítidla, Světlo 6/2005
- [5] Technická zpráva CIE 126 – 1997 - Směrnice pro minimalizaci záře oblohy (Guidelines for minimizing sky glow)
- [6] Vládní nařízení 4162. Nařízení o mezních hodnotách světelného znečištění životní prostředí - Úřední list Slovinské republiky č. 81/XVII, Lublaň 2007, ISSN 1318-0576
- [7] Kondziolka, J. O svícení (nekonečný příběh na IAN) – 56 (58). díl: http://www.ian.cz/detart_fr.php?id=2910
- [8] Kovanda, R. Světlu vstříc – Maxim 5/2008 str. 58

Průmyslová svítidla pro extrémní teploty okolí

Martin Marek

VYRTYCH a.s., Židněves 116, tel. 736 611 728,

www.vyrtych.cz, marek@vyrtych.cz

V tomto článku Vás seznámím s vývojem nových typových řad průmyslových svítidel, které jsou určeny pro instalace v prostředích, kde se provozní teploty okolí pohybují mimo standardní „pokojové „ teploty.

Během vývoje a výroby našich průmyslových prachotěsných svítidel, jsme byli neustále zákazníky dotazováni, zdali jsme schopni dodat na trh svítidla, která by vyhověla jejich požadavkům na provoz v podmínkách se zvýšenými, nebo sníženými teplotami. Vzhledem k tomu, že náš výrobní závod disponuje vlastní akreditovanou zkušební laboratoří, která je plně vybavena mimo jiné i pro teplotní zkoušky a zkoušky trvanlivosti svítidel, nebyl problém se do tohoto náročného úkolu pustit.

Prvotní problém byla potřeba navrhnout vhodný materiál, pro tělesa průmyslových svítidel tak, aby při zvýšených teplotách, nedošlo k jejich degradaci. To by mělo za následek ztrátu mechanické odolnosti použitého materiálu a tím pádem i elektrického krytí IP a optických vlastností. V souběhu s vytipováním vhodného tělesa svítidla, se ve spolupráci s našimi subdodavateli, řešila otázka teplotní odolnosti jednotlivých elektrotechnických komponentů, které jsou při výrobě svítidel použita.

Jako nejvhodnější a také cenově nejdostupnější, se v počátku našeho snažení, jevílo použití těles prachotěsných průmyslových svítidel V-SOKOL, která jsme standardně vyráběli pro teplotu okolí $T_a + 30^\circ\text{C}$. Tato svítidla mají těleso vyrobené z polyesteru, plněného skleným vláknem, světelně činný kryt je vyroben z PC a zajištění je provedeno ocelovými nerezovými sponami. Tato materiálová skladba dávala záruku vysoké mechanické i teplotní odolnosti při zvýšených teplotách. Po zkouškách teplotní odolnosti, při osazení nízkoztrátovými indukčními předřadníky, bylo možno stanovit provozní teplotu svítidla na $T_a + 60^\circ\text{C}$. Tak mohlo být uvedeno na trh svítidlo pod označením **V – T 60**, v provedení 2x18W, 2x36W a 2x58W.



Obrázek V – T 60

Vzhledem k tomu, že se v mnoha případech projevilo použití plastových svítidel jako málo vhodné, přistoupilo se k vývoji svítidel ze skla a kovu, která měla lepší mechanické a světelně činné vlastnosti.

Jako první bylo uvedeno na trh svítidlo MASTIF, které bylo původně vyvinuto pro osvětlení provozů kovovýroby a svařovacích center. Těleso svítidla je vyrobeno z pozinkovaného plechu a vybaveno krycím tvrzeným bezpečnostním sklem. Po vybavení nízkoztrátovými indukčními předřadníky, bylo možno stanovit použití svítidla v provozech do max. teploty $T_a + 70^\circ\text{C}$. Tím se sortiment svítidel nabízených svítidel rozšířil o typ **MASTIF – T 70**, v provedení 2x18W, 2x36W a 2x58W.



Obrázek MASTIF – T 70

Dalším výrobkem, o který jsme byli požádáni, bylo svítidlo, které by se vzhledově i funkčně, přibližovalo průmyslovým svítidlům, vyrobeným z plastů (váha, rozměry, způsob instalace), ovšem materiálové provedení bylo již odzkoušené - kov + sklo. Aby se tento požadavek dal realizovat, musela se využít varianta kovového výlisku tělesa a přepalovaného krycího skla. Proto byla uvedena na trh ucelená řada průmyslového svítidla SALUKA. V souběhu s vývojem „klasické“ varianty svítidla, se taktéž uskutečnily zkoušky teplotní odolnosti, pro předpokládanou variantu teplotu okolí $T_a + 60^\circ\text{C}$. Po úspěšném průběhu těchto zkoušek, se mohlo na trh uvést průmyslové svítidlo **SALUKA – T 60**, v provedení 1x36W, 2x36W, 1x58W a 2x58W. Jako další alternativa pro extrémní teploty, se naskytla možnost osazení svítidla světelnými dvouplášťovými zářivkovými zdroji AURA a pulsními startéry, které zaručují dostatečný světelný tok i při teplotách pod bodem mrazu. Tak mohla být zákazníkům nabídnuta svítidla **SALUKA FROST**, v provedení 2x36W a 2x58W, které lze provozovat při teplotách až $T_a - 40^\circ\text{C}$.

Zde je naším cílem nabídnout zákazníkům vhodná svítidla pro aplikace v mrazících a chladírenských provozech. Je však třeba mít na paměti, že s poklesem teplot se snižuje i světelný tok zářivkové trubice a tuto skutečnost zohlednit při světelně technickém návrhu osvětlení.



Obrázek SALUKA – T 60 a SALUKA FROST

Jako poslední ze zářivkových svítidel pro prostředí s extrémními teplotami, je nově vyvinutá řada svítidel **EXTREME**. Jak už sám název napovídá, tato svítidla se vyvíjela přímo pro aplikace do těch nejnáročnějších klimatických podmínek.

Těleso svítidla je vyrobeno z Al slitiny, plastových PC čílek a přepalovaného krycího skla. Tato materiálová skladba dovolila posunout maximální teplotu okolí na $T_a + 75^\circ\text{C}$. Svítidlo nabízíme zákazníkům pod označením **EXTREME – PLUS**, v provedení 1x36W, 2x36W, 1x58W a 2x58W.

Taktéž nabízíme variantu pro $T_a - 40^\circ\text{C}$ pod označením **EXTREME – MÍNUS**, v provedení 1x36W, 2x36W, 1x58W a 2x58W. Ve výbavě jsou standardně dodávány světelné zdroje AURA a pulsní startéry.



Obrázek EXTREME – PLUS a EXTREME – MÍNUS

Dalším požadavkem našich zákazníků, bylo taktéž použití svítidel v extrémních teplotách, která jsou osazena výbojkovými světelnými zdroji. Zde byl zejména kladen požadavek na maximální světelný výkon svítidel, která jsou zavěšena ve velkých výškách a teplota okolí je ovlivněna instalovanými technologiemi – např. hutní, sklářské, papírenské a gumárenské provozy. Problematika výběru vhodného tělesa svítidla, byla vyřešena využitím žebrovaného AL profilu, který zajišťuje optimální odvod tepla, vyzářeného předřadnými přístroji. To umožňuje nabídnout zákazníkům výbojková svítidla, pro teplotu okolí $T_a + 60^{\circ}\text{C}$, pod označením **GOLIÁŠ – T 60**, ve variantách 250W a 400W (MH, SHC, RVLX), s krytím IP 54. Svítidla je možno doplnit tzv. „překlenovacími světelnými zdroji“, pro zajištění okamžité osvětlenosti, které překlenou dobu náběhu výbojkového světelného zdroje. Zároveň i použití výbojkových svítidel v mrazírenských provozech s regálovými sklady, se projevilo jako velmi vhodné. Zde je využito výbojkových světelných zdrojů a předřadných přístrojů VENTURE Lighting, které zajišťují bezproblémový start a funkčnost svítidel při teplotách $T_a - 30^{\circ}\text{C}$.



Obrázek GOLIÁŠ – T 60

Jedno důležité upozornění na závěr, svítidla pro extrémní teploty nelze osadit nouzovými bateriovými jednotkami z důvodu **omezeného teplotního rozsahu provozních teplot baterie nouzové jednotky (0 – 40°C)!!!** Tuto záležitost je třeba řešit pomocí externích zdrojů centrálního nouzového osvětlení, které jsou taktéž v naší produktové nabídce.

Z tohoto výčtu zajisté usoudíte, že nabídka svítidel pro prostředí s extrémní teplotou je v dnešní době již poměrně široká a je pouze na zodpovědných projektantech a konečných uživatelích, aby si z této široké nabídky vybrali pro sebe to nejvhodnější. Přesto však doporučujeme, aby jste při vašich projektových aplikacích, konzultovali výběr vhodného typu svítidla, s čímž vám výrobci zajisté rádi pomůžou odbornou radou.

Light guides for automotive applications

Jan Martoch, Marek Šimíček

VISTEON-Autopal, s.r.o., Lužická 14, Nový Jičín, CZ,
jmartoch@visteon.com , msimicel@visteon.com

Light guides are used in automotive exterior or interior lighting where the light originated in the light source must be spatially distributed in order to highlight important styling contours, contours around lighting chambers or the edges of lamp. Light guides offer great opportunities to design attractive exterior lamps, e.g. front and rear position lights or sidelights. Furthermore they play an important role in the area of ambient interior lighting.

History

The history of dielectric optical light guides goes back to Victorian times, when the total internal reflection principle was used to illuminate streams of water in elaborate public fountains. Later developments led to the usage of light guides in many applications namely in automotive industry where light guides create important design elements in automotive exterior or interior lighting.

Application

The light guide technique is based on the total internal reflection (TIR) principle caused by two materials with a different refractive index. Light from the light source is coupled into an entrance surface of the light guide made of transparent material and it is guided through the light guide by TIR. The refractive index of the surrounding material must be lower than refractive index of light guide material. In the case of automotive application the surrounding material is air.

To decouple light from the light guide a prismatic structure in the light guide is used. The condition of TIR is broken for light rays that reach the prismatic structure and these rays leave the light guide in the direction set by the prismatic structure (see Fig. 1).

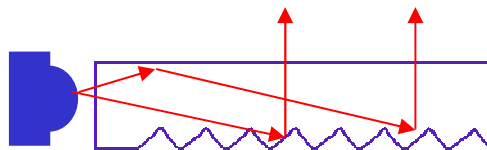


Fig.1 Light Guide using LED as a light source.

Light Guide Materials

Materials within automotive headlamps and tail lamps need to withstand temperatures of 105°C and 80°C, respectively. Optical materials must have good clarity and the ability to be produced with little surface roughness. When both thermal and optical requirements are considered, the choice of light guide material generally becomes limited to acrylic (PMMA) or polycarbonate (PC). There are a number of blends of both materials with a range of thermal properties, optical properties, and cost. Typically, the acrylics have better optical properties and the polycarbonates have better thermal properties (although high-heat acrylics are now on the market). Polycarbonate may be optically acceptable for shorter light guides – this is currently being investigated.

Light sources:

For automotive applications, there are two practical choices for light sources:

- LEDs
- Incandescent bulbs

LED – due to their low heat emission and small dimensions, it is possible to place LED's very close to the plastic light guide and thus achieve efficient light coupling. Depending on the radiation pattern of the LED used, the light can either be coupled directly into the light guide or collimated by the input surface of the light guide. The direct coupling is applicable when LED's with a narrow radiation pattern are used. Collimating is required for LED's with a wide radiation pattern.



Fig.2 Example of light coupling from LED.

Incandescent bulbs - due to radiation pattern of bulbs it is not possible to use direct light coupling to the light guide. Filament of the bulb is isotropic light source and solid angle of entrance surface of light guide is less than 1° , depend on diameter of light guide and distance the light guide from the bulb, so the efficiency of direct coupling light from bulb is very low. To achieve sufficient efficiency to couple light to the light guide the light from a bulb has to be focussed by an elliptical reflector. In the case of the plastic light guide the IR part of the light must be reduced by a heat protection filter.

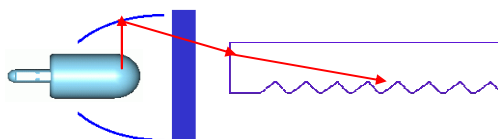


Fig.3 Example light coupling from incandescent bulb.

Photometric design

The main factors that influence photometric performance of an automotive light guide are (1) cross-sectional shape, (2) prism angles of the extraction features, (3) rake angle, and (4) source location.

The cross-section shape helps determine the efficiency of the light guide; it means how much light from light sources will be sent to the measurement points. Typically light guides don't use simple circular cross-section. With advanced there are adding a trapezoidal section at the rear, see Fig. 4. The teeth are placed at the focus of the circular lens to maximize beam collimation. The other dimensions of the circle and trapezoid are adjusted to influence beam spread and concentration.

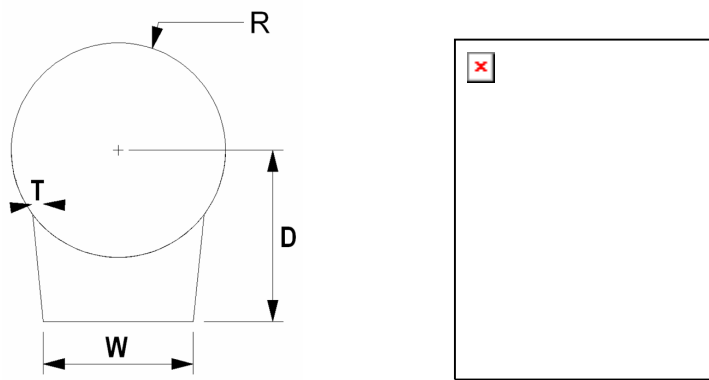


Fig.4 Circle plus trapezoid cross-section.

The geometry of the teeth influences the direction of the decoupled rays from the light guide and tailors the spreading of light beam. The teeth must be design to send maximum of light to the measurement points. Fig. 4 shows an example of a typical tooth.

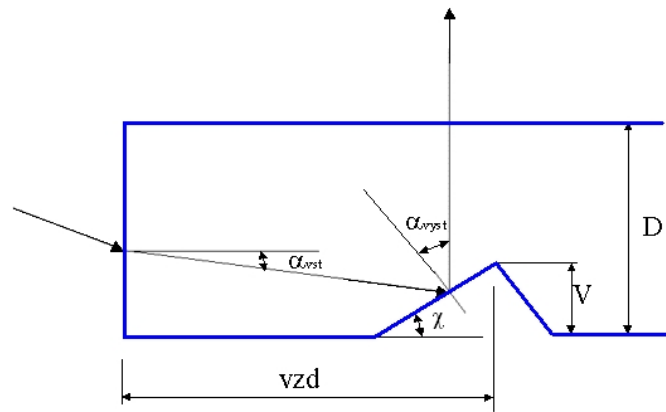


Fig.5. The geometry of a typical decouple tooth.

The direction of the decoupled rays from the light guide and the efficiency of the reflection on each tooth are given by the angle χ [rad] between the first surface of the tooth and the sidewall of the light guide. For angle χ the following equation is used:

$$\chi = \frac{\frac{\pi}{2} - \arctg\left(\frac{D/2 - V}{vzd}\right)}{2}, \quad (1)$$

where D is the distance from plane where teeth are placed and central axis of the light guide, V is the depth of the tooth and vzd is the distance of the prism from the entrance surface of the light guide.

The formula (1) provides good results for direct light from light source especially at the beginning of the light guide. In the centre of the light guide it is more beneficial to use a formula (2) that considers one reflection on the sidewall of the light guide, see Fig. 5:

$$\chi = \frac{\frac{\pi}{2} - \arctg\left(\frac{D/2 - V + D}{vzd}\right)}{2}. \quad (2)$$

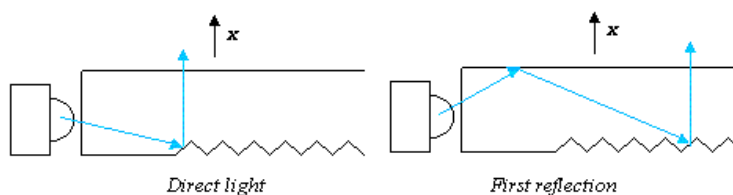
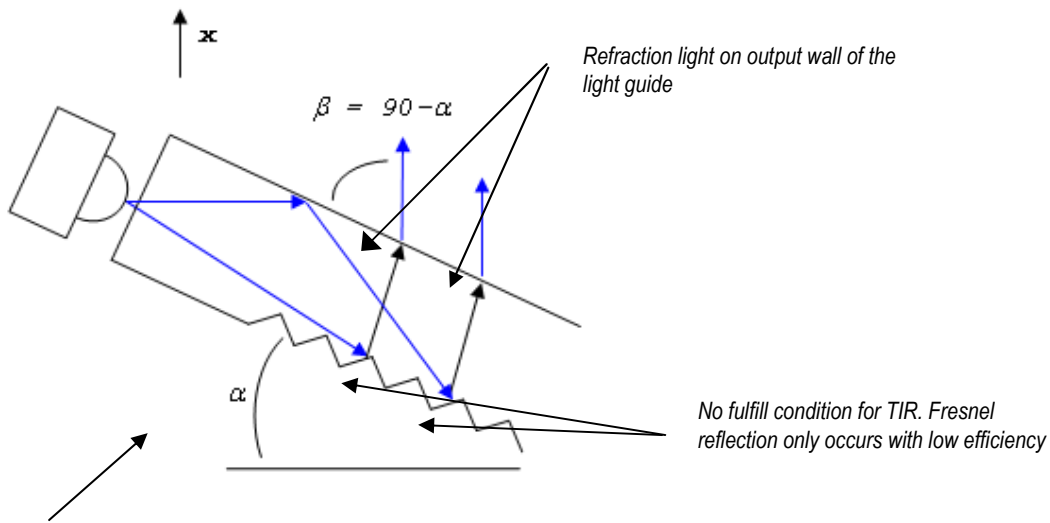


Fig.5 Direct and reflected light

The previous formulas are derived for light guides placed in the normal plane or close to normal to the decoupling direction. More typical situation in lamps is that light guide copy the shape of cover lens. It means it is bended or turned from plane normal to the decoupling direction. For the inclined light guide the value of β angle depends on the global inclination angle α (see Fig. 6).

The position of the light source is very important for inclined light guides and significantly influences the efficiency of the whole optical system.

The efficiency of light guide significantly drops in the case rake angle (β) between longitudinal axis of light guide and direction of decouple light is less than 90deg (acute angle). There is no fulfilling condition for TIR reflection of light reflected on teeth. To the defined direction the light is reflected only by Fresnel reflection with low efficiency. In the case of TIR reflection 100% of the light is reflected to the output wall of the light guide, in the case of Fresnel reflection approximately 5% - 20% of the light is reflected to the output wall.



Light guide is inclined about Tangent angle α

Fig.6 Not suitable position of light source

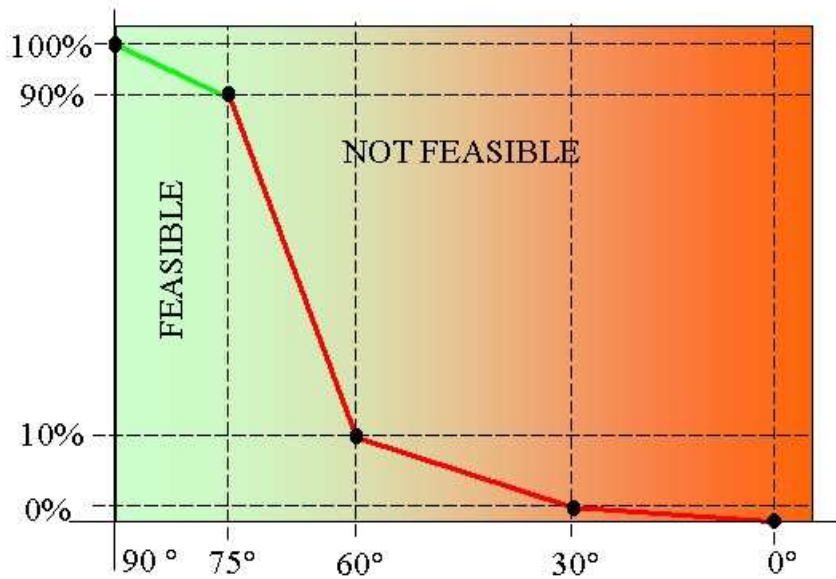


Fig. 7. Drop in efficiency of decouples light to the requested direction. The best efficiency is for $\beta = 90$ deg.

For the same light guide the situation will dramatically change if we consider light source on opposite side of the light guide. The efficiency of decouple light is much more high than previous situation in the case rake angle (β) is higher than 90deg (obtuse angle). In that case the condition of TIR on teeth is fulfilled. The situation is shown on Fig.8.

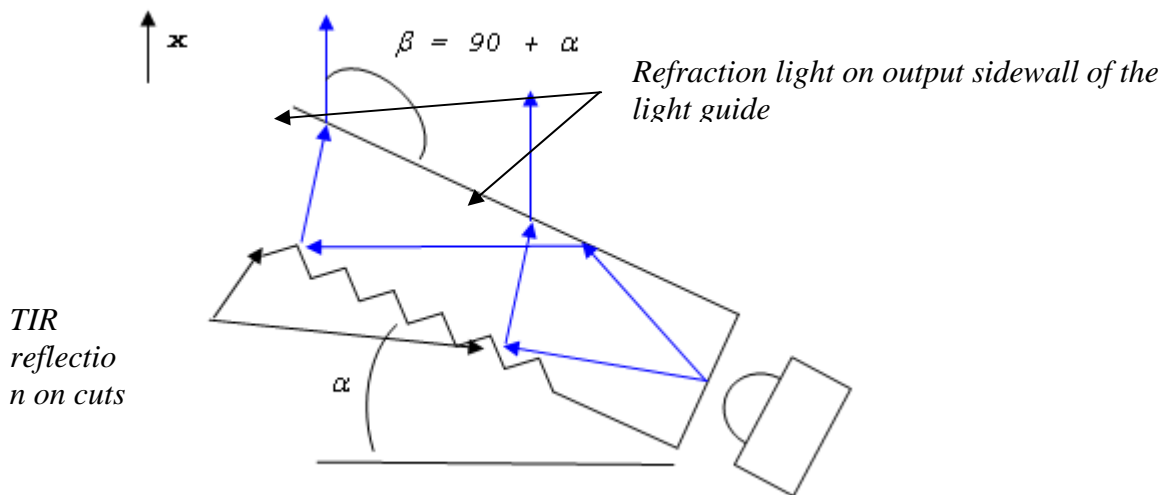


Fig.8 Ideal position of light source

During design lamp with 3D shape of light guide the position of light source take an important role. Light guides must send light to the defined direction to cover measurement points for light function that represent and on the other hand must be visible from all direction – good appearance. Light from light source where TIR condition is fulfil will cover measurement points given by legal requirements. Light from second light sources is only supplementary to improve lit appearance. The efficiency how much light from second light source will contribute to the measurement points depends on rake angle and curvature of the light guide.

Lit Appearance

Uniform lit appearance is considered to have been achieved when the range of brightness (luminance) across the light guide is within a 1:3 ratio [2]. Variation of teeth depth is used to adjust uniformity. At the beginning of the light guide the teeth are very shallow and the depth of the teeth increases to the centre of the light guide. For a light guide only with one light source the depth of teeth is maximal at the end of the light guide.

Some examples of using light guide in front or rear lamp.

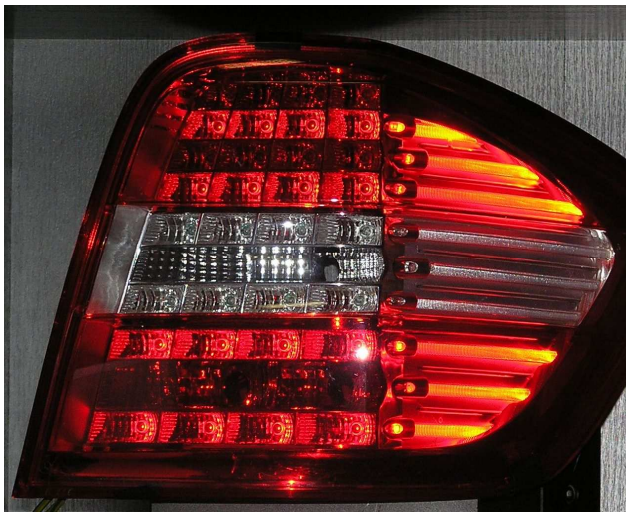
Light guides are used in automotive exterior or interior lighting where the light from the light source must be spatially distributed in order to highlight important styling contours, contours around lighting chambers or the edges of the lamp. Light guides offer great opportunities to design of attractive exterior lamps, e.g. front and rear position lights or sidelights.



Design study of headlamp equipped by light guide to increase the bottom edge of headlamp.



So called “cat eyes” become typically for BMW front position lamp.



Autopal has developed optics for new Mercedes rear lamp with light guide for rear position light and for side-marker light.

Outlook

The utilisation of light guides in automotive applications follows a distinct pattern. Starting with fully planar concepts first, the going through inclined contour accentuating features; we finally reach fully surface conformal or hidden light guides that illuminate the stylistic features of the lamp. The future might see higher demand for large homogeneous and surface conformal light guides that are going to make up a significant part of automotive lamps.

References

- [1] Detlef Decker: Solid Light Guide for Thin Lamp Application, SAE Paper 2001-01-0449
- [2] John X. Li, Michael J. Hayford, William J. Cassarly, “Lightpipe Design and Optimization for Automotive Interior Lighting System”, PAL 2003 Proceedings.

Nové nařízení vlády č. 361/2007, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci

(účinnost od 1. ledna 2008)

Pavla Motyčková

Nové nařízení vlády je prováděcím právním předpisem k zákonu č. 262/2006 Sb., zákoníku práce a k zákonu 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) a nahrazuje dosavadní nařízení vlády č. 178/2001 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci, ve znění pozdějších předpisů.

Důvodem vydání nového nařízení vlády je skutečnost, že zrušením zákona č. 65/1965 Sb., zákoníku práce ve znění pozdějších předpisů **zaniklo rovněž i zmocnění k vydání tohoto nařízení vlády, a proto je již nebylo možné novelizovat, ale bylo nutné k provedení nového zákoníku práce a zákona č. 309/2006 Sb. na úseku ochrany zdraví při práci, vydat nový právní předpis.**

Nařízení vlády upravuje podmínky ochrany zdraví zaměstnance a osob vykonávajících činnosti a poskytujících služby mimo pracovněprávní **vztahy (§ 12 zákona č. 309/2006 Sb.)** při práci s rizikovými faktory a bližší hygienické požadavky na pracoviště, přičemž rizikové faktory jsou vymezeny zákonem č. 309/2006 Sb. v § 7 odst. 1. Na osoby uvedené v § 12 zákona č. 309/2006 Sb. se nařízení vlády vztahuje v rozsahu, který plyne z citovaného ustanovení.

§ 7

Zaměstnavatel

(1) Zaměstnavatelem se pro účely tohoto zákona rozumí **právnícká nebo fyzická osoba, která zaměstnává fyzickou osobu v pracovněprávním vztahu.**

(2) Zaměstnavatel vystupuje v pracovněprávních vztazích svým jménem a má odpovědnost vyplývající z těchto vztahů.

§ 8

Právní postavení zaměstnavatelů, kteří jsou právníckými osobami, se řídí § 18, 19, 19a, 19b, 19c, 20, 20a, 20f, 20g, 20h, 20i a 20j občanského zákoníku.

§ 9

Jestliže je účastníkem pracovněprávních vztahů Česká republika (dále jen "stát") 6), je právníckou osobou a je zaměstnavatelem. Za stát, jako příslušná v pracovněprávních vztazích, jedná a práva a povinnosti z pracovněprávních vztahů vykonává organizační složka státu 7), která za stát v pracovněprávním vztahu zaměstnance zaměstnává.

§ 10

(1) Způsobilost fyzické osoby mít práva a povinnosti v pracovněprávních vztazích jako zaměstnavatel vzniká narozením. **Způsobilost fyzické osoby vlastními právními úkony nabývat práv a brát na sebe povinnosti v pracovněprávních vztazích jako zaměstnavatel vzniká dosažením 18 let věku.**

(2) Zbavení nebo omezení způsobilosti k právním úkonům fyzické osoby, která je zaměstnavatelem, se řídí § 10 občanského zákoníku.

§ 11

(1) Právní úkony právnické osoby, která je zaměstnavatelem v pracovněprávních vztazích, se řídí § 20 občanského zákoníku.

(2) Právní úkony fyzické osoby, která je zaměstnavatelem, činí v pracovněprávních vztazích tato osoba; místo ní je mohou činit osoby jí pověřené.

(3) Právní úkony v pracovněprávních vztazích činí v případech uvedených v § 9 vedoucí organizační složky státu; další zaměstnanci tak mohou činit za podmínek stanovených zákonem o majetku České republiky a jejím vystupování v právních vztazích.

6) Například zákon č. 219/2000 Sb., o majetku České republiky a jejím vystupování v právních vztazích, ve znění pozdějších předpisů.

7) § 3 a 51 zákona č. 219/2000 Sb.

§ 12

Na právní vztahy týkající se zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy, jde-li o

a) **zaměstnavatele, který je fyzickou osobou** ¹⁸⁾ a sám též pracuje,

b) **fyzickou osobou, která provozuje samostatně výdělečnou činnost podle zvláštního právního předpisu** ¹⁹⁾,

c) **spolupracujícího manžela nebo dítě osoby uvedené v písmenu a) nebo b),**

d) **fyzickou nebo právnickou osobu, která je zadavatelem stavby (stavebník) nebo jejím zhotovitelem,** popřípadě se na zhotovení stavby podílí, se vztahuje § 101 odst. 1 a 2, § 102, 104 a 105 zákoníku práce a § 2 až 11 s přihlédnutím k podmínkám vykonávané činnosti nebo poskytování služeb a jejich rozsahu.

18) § 10 zákoníku práce.

19) Například zákon č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

V souvislosti s **charakteristickými podmínkami venkovního pracoviště** se vymezuje rozsah požadavků, které nelze na tato pracoviště uplatnit například na větrání nebo pro práci s biologickými činiteli.

Obdobně jako u venkovních pracovišť se vymezují jen jednotlivé požadavky upravené v tomto nařízení na uměleckou činnost, vyjma dílen umělecké výroby, na něž platí toto nařízení plně. **Přes omezení některých požadavků, které se nevztahují na uměleckou činnost, jako je například balet platí, že jsou-li splněny podmínky pro ohrožení nebo vznik nemoci z povolání, nejsou osoby vykonávající uměleckou činnost vyloučeny z řízení o přiznání stanovených náhrad.**

Oproti současnému stavu se uvádí větší šíře vybraných právních předpisů pro případ, že jiný právní předpis stanoví podmínky ochrany zdraví při práci a z toho důvodu nelze toto nařízení použít. Nejde jen o vnitrostátní předpisy, ale i **o přímo použitelné předpisy ES, podle nichž například stanovení stavebních požadavků na provozovny potravinářských podniků navrženým nařízením by vyžadovalo notifikaci tohoto nařízení vlády.**

.....návrh opravy k českému znění nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 852/2004, iniciovaný ministerstvem zdravotnictví, jehož podstatou je nahrazení formulace „přírodní nebo umělé osvětlení“ slov „přírodní a/nebo umělé osvětlení“. Argumentem pak je, že stávající znění v češtině vylučuje možnost použití sdruženého, tj. přírodního i umělého osvětlení.

Domnívám se, že uvedená argumentace **není z jazykového hlediska správná.** Podle české **lingvistické teorie má spojka „nebo“ význam slučovací i vylučovací.** Má-li význam **vylučovací, píše se před ní čárka** a může být zesílena jinou částicí. Ve vylučovacím smyslu by zmíněná formulace tedy zněla např. **„přírodní, nebo umělé osvětlení“** nebo **„buď přírodní, nebo umělé osvětlení“**, případně by byla použita jiná spojka s

výhradně vylučovacím významem. Absence čárky i zesilovací částice však dokládá, že se v daném případě jedná o „nebo“ ve smyslu slučovacím!!!

Podle Ústavu pro jazyk český je přesný význam spojky „nebo“ ve slučovacím smyslu tento: „**Pomocí spojky nebo vyjadřujeme volbu mezi dvěma eventualitami. Podstatné je, že eventuality jsou libovolně zaměnitelné: je lhostejno, která z nich bude platit, které dáme přednost; mohou nastat i obě najednou.**“ Tato definice beze zbytku vyhovuje úmyslu zákonodárce ve větě, o jejíž opravu je žádáno, totiž „**Potravinářské prostory musí mít odpovídající přírodní nebo umělé osvětlení**“.

Možnost současného výskytu obou eventualit, zmíněná v definici, může být logicky vyloučena (například ve větě „Uspořádání potravinářských prostor musí *vylučovat nebo minimalizovat* kontaminaci z ovzduší.“). Ve sporné větě však takový logický nesoulad není, a ani jazykové vyjádření jej nenaznačuje.

V praxi se právníci-lingvisté právní služby generálního sekretariátu Rady řídí v jazykových věcech doporučeními Ústavu pro jazyk český (která se uplatňují i pro českou legislativní praxi). Používání výrazu „a/nebo“ podle tohoto ústavu jednak není vhodné, zvláště v textech s vysokými nároky na formální styl a úpravu (jako jsou texty právních předpisů), jednak je s ohledem na slučovací význam spojky „nebo“ v češtině zbytečné, neboť jeho význam je totožný se samotným „nebo“.

V textech právních předpisů je přirozeně nezbytné, aby v případě logicky možného současného výskytu dvou nebo více eventualit bylo z textu jednoznačně patrné, zda zákonodárce tuto souběžnost připouští nebo vylučuje. Stávající česká znění evropského práva mohou být v těchto případech nepřesná. **Věta, o jejíž opravu je žádáno, však vyjadřuje smysl normy tak, jak jej ministerstvo zdravotnictví vykládá, jednoznačně a v souladu s pravidly spisovného českého jazyka. K provedení navrhované opravy proto není důvod.**

.....právně-lingvistický odbor, právní služba, Generální sekretariát Rady EU

Nově se vymezují práce se zrakovou zátěží a to při trvalé práci spojené s náročností na rozlišení detailů, na práce vykonávané za zvláštních světelných podmínek, práce spojené s používáním zvětšovacích přístrojů, sledováním monitorů nebo se zobrazovacími jednotkami a práce spojené s neodstranitelným oslňováním. V ustanovení byly oproti předchozí úpravě vypuštěny všechny technické ukazatelů, které jsou upraveny v příslušné technické normě ke stanovení osvětlení a detailní popis některých ukazatelů souvisejících se zrakovou zátěží. V § 36 jsou obdobně jako u psychické zátěže stanovena minimální opatření k ochraně zdraví zaměstnanců při práci se zrakovou zátěží, která mají za cíl omezit nepříznivý vliv tohoto faktoru na zdraví zaměstnance.

§ 34

Vymezení zrakové zátěže

(1) Práci se zrakovou zátěží se rozumí trvalá práce

- a) spojená s náročností na rozlišení detailů,
- b) vykonávaná za zvláštních světelných podmínek,
- c) spojená s používáním zvětšovacích přístrojů, sledováním monitorů nebo se zobrazovacími jednotkami,
- d) spojená s neodstranitelným oslňováním.

(2) Práci spojenou s náročností na rozlišení detailů se rozumí práce, při níž je vidění zaměstnance ztíženo tvarem detailu, jeho barvou, jasnem nebo jeho pohybem 14).

(3) Práci vykonávanou za zvláštních světelných podmínek se rozumí práce vykonávaná při určené barvě světla nebo při neodstranitelném kolísání jasu v prostoru zrakového úkolu nebo jeho okolí.

(4) Práci se zobrazovací jednotkou se rozumí práce vykonávaná zaměstnancem jako pravidelná součást jeho obvyklé pracovní činnosti na soustavě zařízení, které obsahuje zobrazovací jednotku, klávesnici nebo jiné vstupní zařízení, software nebo další volitelné příslušenství.

14) ČSN EN Světlo a osvětlení - Základní termíny a kritéria pro stanovení požadavků na osvětlení.

§ 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.** ¹⁶⁾ **Normovým požadavkem se rozumí technický požadavek obsažený v příslušné české technické normě** ¹⁶⁾. 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 sdruženým osvětlením musí být dodrženy tyto hodnoty:

a) denní složka sdruženého 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 sdružené 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 zřídit dostačující počet nebo dostatečnou velikost osvětlovacích otvorů,

d) na němž zpracováváný materiál, povaha výrobků nebo činnosti vyžadují vyloučení denního světla nebo zvláštní požadavky na osvětlení, například použití technologicky nutných vlnových délek spektrálního složení světla, které nelze docílit denním osvětlením,

e) kde je nutné zajištění ochrany zdraví zaměstnance před pronikáním chemické látky, aerosolu nebo prachu z výrobní nebo jiné činnosti, jejichž zdrojem je technologie.

(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 ¹⁷⁾.

(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** ¹⁸⁾ 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** ¹⁹⁾.

16) 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.

17) ČSN EN 12464-1 Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory.

18) ČSN 73 0580 – Denní osvětlení budov, ČSN EN 12464-1 Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory.

19) ČSN EN 1838 Světlo a osvětlení - Nouzové osvětlení.

Zákon 309/2006 Sb.

§ 2

Požadavky na pracoviště a pracovní prostředí

(1) Zaměstnavatel je povinen zajistit, aby pracoviště byla prostorově a konstrukčně uspořádána a vybavena tak, aby pracovní podmínky pro zaměstnance z hlediska bezpečnosti a ochrany zdraví při práci odpovídaly bezpečnostním a hygienickým požadavkům na pracovní prostředí a pracoviště, aby

a) prostory určené pro práci, chodby, schodiště a jiné komunikace měly stanovené rozměry a povrch a byly vybaveny pro činnosti zde vykonávané,

b) pracoviště byla osvětlena, pokud možno denním světlem, měla stanovené mikroklimatické podmínky, zejména pokud jde o objem vzduchu, větrání, vlhkost, teplotu a zásobování vodou,

c) prostory pro osobní hygienu, převlékání, odkládání osobních věcí, odpočinek a stravování zaměstnanců měly stanovené rozměry, provedení a vybavení,

d) únikové cesty, východy a dopravní komunikace k nim včetně přístupových cest byly stále volné,

e) v prostorách uvedených v písmenech a) až d) byla zajištěna pravidelná údržba, úklid a čištění,

f) pracoviště byla vybavena v rozsahu dohodnutém s příslušným zařízením závodní preventivní péče prostředky pro poskytnutí první pomoci a vybavena prostředky pro přivolání zdravotnické záchranné služby.

§ 55 Pomocná zařízení

(1) Pomocnými zařízeními se rozumí zařízení k umývání pracovní obuvi a na sušení pracovního oděvu a obuvi, místnost pro odpočinek od nepříznivých vlivů práce, prostor pro odpočinek těhotných a kojících zaměstnankyň a prostor pro uskladnění úklidových prostředků.

(2) Zařízení na sušení pracovního oděvu a obuvi se zřizuje pro pracoviště, na němž dochází k jejich provlhnutí při práci, a musí umožňovat usušení tohoto oděvu a obuvi nejdéle za 6 hodin. Zařízení k omývání pracovní obuvi se zřizují při východu z pracoviště. Prostor, v němž je zařízení umístěno, musí mít omyvatelnou a nekluzkou podlahu spádovanou ke vpusti. Místnost určená na sušení pracovního oděvu a obuvi nesmí sloužit pro poskytování první předlékařské pomoci.

(3) Místnost pro odpočinek se zřizuje, pokud to vyžaduje bezpečnost a ochrana zdraví při práci, zejména s ohledem na vykonávanou činnost a v blízkosti pracoviště. **Místnost pro odpočinek musí být dostatečně velká, větraná, osvětlena denním světlem podle § 45 odst. 8 a vytápěna nejméně na 20 C.** Vybavuje se sedacím nábytkem s opěrkami zad a stoly tak, aby jejich počet odpovídal počtu zaměstnanců nejpočetněji zastoupené směny. Pokud má sloužit i pro konzumaci jídla, musí mít v dostatečném množství zajištěnu tekoucí pitnou a teplou vodu a musí být vybavena umývadlem, kuchyňským dřezem a zařízením na ohřívání a uchovávání jídla. **Na místnost pro odpočinek, která musí být z technologických důvodů umístěna pod úrovní terénu, se nevztahuje požadavek zajištění denního osvětlení a přirozeného větrání.**

(4) Prostory určené pro odpočinek těhotných a kojících zaměstnankyň musí umožňovat odpočinek vleže.

(5) Bude-li pracoviště vybaveno ošetřovnou, musí být zajištěno, aby byla vytápěna, chráněna proti znečištění, vlhkosti a vysokým teplotám, vybavena umývadlem s tekoucí pitnou vodou a snadno přístupná i s nosítky. Jde-li o práci, při níž je zvýšené riziko otrav látkami, které se vstřebávají kůží, nebo o práci se žíravinami, a nejsou v bezprostředním dosahu pracoviště sprchy, vybavuje se ošetřovna také sprchou. Prostor pracoviště, ve kterém jsou uloženy prostředky pro poskytnutí první předlékařské pomoci včetně nosítek a prostředků pro přivolání zdravotnické záchranné služby, musí být viditelně označen.

(6) Prostor na ukládání úklidových prostředků se zřizuje v rozsahu upraveném podle příslušné české technické normy na šatny, umývárny a záchody 20).

20) ČSN 73 4108 Šatny, umývárny a záchody.

Nasvětlení kostela v Ostravě - Zábřehu

Alena Muchová, Ing., Radim Gřes, Ing., Petr Gavlovský, Ing.

PTD Muchová, s.r.o. www.ptdostrava.cz, ptdov@ptdov.cz

V Ostravě – Zábřehu byl postaven nový římskokatolický kostel Ducha svatého. Kostel stojí na Výškovické ulici na sídlišti, v těsné blízkosti obchodního komplexu Kotva a zábavního centra. Tato stavba je moderní architektonická dominanta Ostravy. Brněnský architekt Marek Štěpánek navrhl stavbu tak, aby byla co nejvíce v souladu s okolními panelovými domy. Budova má půdorys elipsy o velikosti os 30 x 24 m (570 m²) a je dvouplášťová. V bezprostřední blízkosti kostela je 30 metrová věž se zvonici.

Nasvětlení eliptické budovy kostela

Cílem architekturního osvětlení kostela je podtržení architektonického ztvárnění novostavby kostela (obr.1) a jeho zvýraznění v okolní převládající panelové zástavbě sídliště. Ve večerních a nočních hodinách dotváří prostor centra sídliště. Architekturní osvětlení kostela je realizováno v několika částech, osvětlení těla elipsy, prosvětlení trojúhelníkových průzorů zvonice a osvětlení přístupového schodiště na plato kostela. Osvětlení monolitů křížové cesty bylo pouze připraveno – kabelové rozvody, ale nebylo realizováno, protože umělecké ztvárnění jednotlivých zastavení nebylo v době realizace nasvětlení kostela známo.

Ideový návrh nasvětlení vycházel z architektonického charakteru kostela, jeho tvaru a siluety. Byla vyhodnocena barevnost, světelná odraznost, struktura fasády. Naše firma zpracovávala realizační dokumentaci nasvětlení, představu nasvětlení těla elipsy z anglického dvorku a nasvětlení křížové cesty zemními svítidly byla respektována dle dokumentace pro stavební povolení, zpracované panem architektem Štěpánkem. Dle výpočtů a zkoušky jsme vybrali vhodná svítidla, doplnili počty svítidel a vyřešili osvětlení samostatně stojící věže. Shodou okolností jsme byli projektanty i rekonstrukce veřejného osvětlení v okolí, takže i výběr svítidel veřejného osvětlení byl volen dle návrhu stavby a úpravy okolí.

Veřejné osvětlení bylo realizováno vysokotlakými sodíkovými výbojkami, barva fasády budovy je světlá písková a barva věže světle šedá, pro nasvětlení fasády bylo zvoleno světlo bílé - výbojky metalhalogenidové. Výpočty byly zpracovány pomocí výpočetního programu pracujícího s databází charakteristik použitých světelných zdrojů a typů svítidel.

Výpočty byly ověřovány v terénu, byla provedena zkouška nasvětlení v době stavby kostela. Tato zkouška nemohla vypovědět, jak bude osvětlení definitivně vypadat, protože v době zkoušky byla stavba bez fasády, ale ověření stopy na eliptické budově bylo velmi důležité (obr.2). Zkouška nasvětlení věže z vnější strany ukázala, že idea prosvětlení otvoru zvonice je správná, že osvětlení věže z venkovní strany by bylo nevýrazné (obr.3). Pro osvětlení obvodové stěny kostela byly použity asymetrické světlomety se zdroji HIT 250 W neutrálně bílé barvy světla. Světlomety jsou umístěny na vnější stěně anglického dvorku na konzolách upevněných 0,5 m pod spodním okrajem květníků, osazených na vnější zdi anglického dvorku (obr.4). Konzoly pro uchycení světlometu byly zhotoveny dle návrhu projektanta a byla provedena povrchová úprava žárovým zinkováním. Rozvod je kabelem uložený v chrániče v zemi po vnějším obvodu stěny anglického dvorku, odbočky k jednotlivým světlometům jsou z hlavního rozvodu pomocí zalévaných odbočných spojek s plášťovými svorkami. Při prostupu kabelů přes betonovou zeď anglického dvorku jsou kabely chráněny chráničkou před mechanickým poškozením a na obou stranách byly vyvrtané otvory a chráničky s kabely důkladně utěsněny.

Věž kostela

Osvětlení prostoru zvonů ve zvonici bylo realizováno symetrickými světlomety se zdroji HIT-DE 70W neutrálně bílé barvy světla. V prostoru zvonice jsou u podlahy ve dvou protilehlých rozích umístěny světlomety a světlo prochází trojúhelníkovými průhledy (obr.5, obr.6).

Z hlavního kabelového rozvodu je odbočení do zvonice kostela. Do zvonice kabel prochází základem betonové stěny a je uložen v chrániče. Vývrt i chránička jsou na obou koncích důkladně utěsněny proti vnikání vlhkosti a plynů. Ve zvonici je kabel veden v liště po stěně v souběhu s kabely nn.

Osvětlení přístupové cesty na plato kostela

Pro osvětlení přístupů na plato kostela byla navržena vestavná svítidla horizontální se zdroji TC-D 26W, zabudovaná do svislých opěrných zídek. Navržená vestavná svítidla jsou obdélníkového tvaru. Svítidla jsou osazena ve vestavných krabicích v nikách opěrných zídek ve výšce 0,5 m (spodní okraj svítidla). Svítidla byla doplněna horizontální stínící mřížkou, která zabraňuje oslnění chodců. Svítidla vč. mřížek byla dodána v povrchové úpravě

v barevném odstínu shodným s barvou zídky. Pro osazení svítidla byla pro každou vestavnou krabici zhotovena v opěrných zídkách nika. Bylo nutno ponechat dostatečný prostor pro rezervu přívodního kabelu, který umožní vytažení svítidla z niky bez nutnosti odpojovat kabel. Ze země do niky jsou kabely vedeny v ochranných trubkách průměr 20 mm, zasekaných v drážce v zadní stěně opěrné zídky a ke svítidlu jsou otvory vyvrtány. Niky pro svítidla i drážky pro kabely bylo nutno provádět s maximální opatrností a šetrností a po instalaci zařízení bylo potřeba beton opravit do původního stavu, protože stěny jsou z pohledového betonu, na který již není aplikována žádná další povrchová úprava (obr.7).

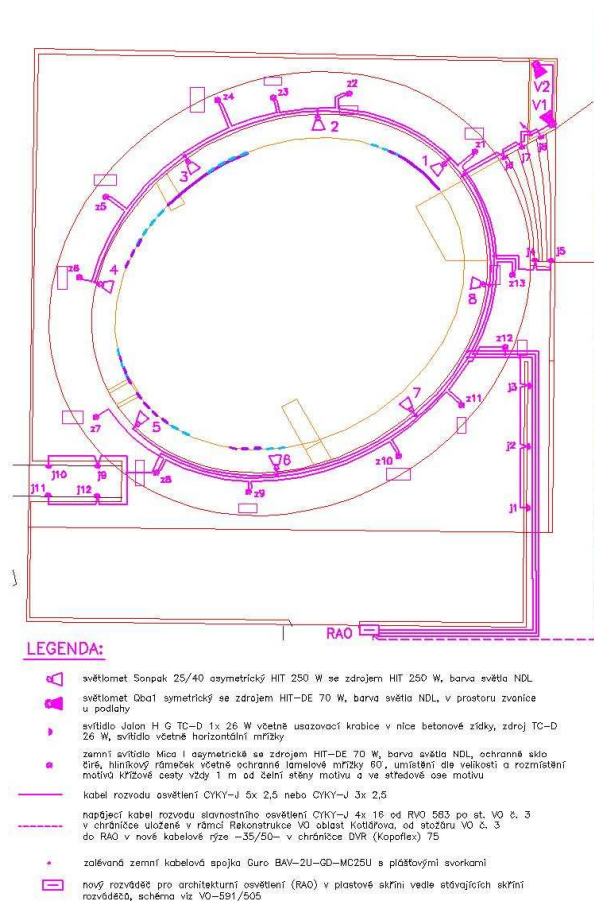
Křížová cesta

Poslední část osvětlení - křížová cesta. Jednotlivé monolity křížové cesty budou osvětleny asymetrickými zemními svítidly s čirým sklem, hliníkovým rámečkem a mřížkou 60°. Světelný zdroj HIT-DE 70 W bude s neutrálně bílou barvou světla. Zemní svítidla budou umístěna v místech jednotlivých zastavení. Kabelový rozvod z rozváděče bude uložen v ochranných trubkách v zemi, rozbočení kabelu v zemi bude provedeno pomocí zalévaných odbočných kabelových spojek s plášťovými svorkami. V montážní krabici pod svítidlem je ponechána dostatečná rezerva kabelu, která umožní snadné zapojení a vynětí zemního svítidla.

Závěr

Ovládání architekturního osvětlení kostela je z nového rozváděče. Díky vybavení rozváděče tříkanálovými programovatelnými spínacími hodinami a třemi stykači, je možno samostatně nastavit režim provozu nasvětlení kostela a zvonice, osvětlení monolitů křížové cesty a osvětlení přístupů na plato kostela. Celkový instalovaný příkon zařízení architekturního osvětlení kostela je 3,8 kW, není předpokládán trvalý provoz všech částí architekturního nasvětlení kostela po celou dobu provozu VO. Schéma rozvodu osvětlení je zřejmé z obr. 10.

Výsledné nasvětlení nového kostela Ducha svatého v Ostravě je patrné z obr. 8 a obr. 9



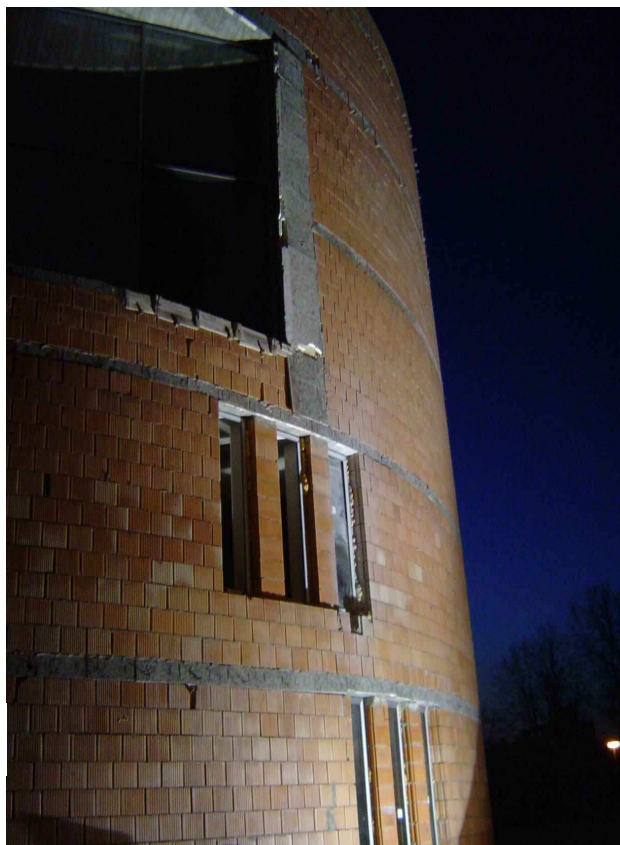
obr. 10

Literatura a odkazy

- [1] Dimitrios Vlasakudis, www.ostravablog.cz, Ostrava 23. 10. 2007
 [2] ČT24, www.ct24.cz, 07.08.2006



obr. 1



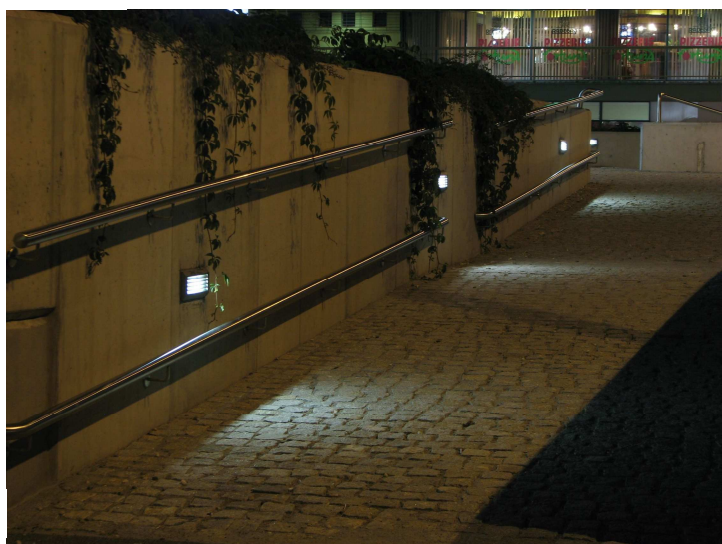
obr. 2



obr. 3



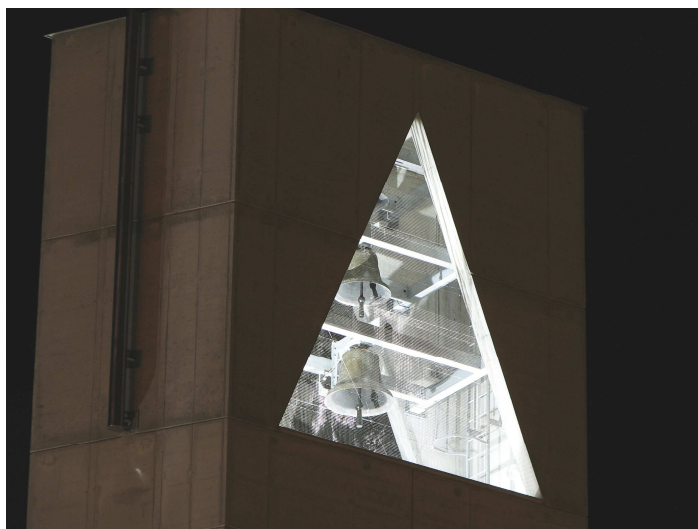
obr. 4



obr. 7



obr. 5



obr. 6



obr. 8



obr. 9

Dlouhodobé měření rušivého světla v areálu VŠB-TUO

Tomáš Novák, Ing., Ph.D., František Dostál, Ing.

mail: tomas.novak1@vsb.cz, frantisek.dostal.st@vsb.cz, VŠB-TU Ostrava

Úvod

V současné době existují silné snahy o regulaci osvětlení. Žel, iniciátory nejsou pouze odborníci a provozovatelé osvětlovacích soustav, ale také lidé, kteří nemají vzdělání v oboru osvětlování, takže 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 závojevých jasů oblohy a tudíž nemožnosti pozorování noční oblohy astronomy a jinými milovníky hvězdného nebe v okolí velkých aglomerací.

Aby bylo možné 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.

Jak lze získat dlouhodobé informace o noční obloze pomocí měření osvětlenosti

Vyhodnocování osvětlenosti je de-facto „nejjednodušší“ metoda vyhodnocování, která umožňuje integrování parametrů celé oblohy pomocí dostatečně citlivého standardního čidla s kosinovým nástavcem. 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 budou získávána z institucí k tomu určených. Tedy z ČHMÚ 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.

Popis měřicí aparatury

K měření intenzity osvětlení byl použit luxmetr MINI-LUX od německé firmy MX-Electronic. Luxmetr se skládá z křemikového fotosnímače s kosinovou a $V(\lambda)$ korekcí odpovídající normě DIN 5032. Jeho citlivost je přibližně $2nA/lx$. Dále luxmetr obsahuje zesilovač s OZ s přepínatelnými rozsahy a DA převodník s displejem. Luxmetr má šest manuálně přepínatelných rozsahů od 2lx do 200klx. 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 2lx lze měřit až do 5lx (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.

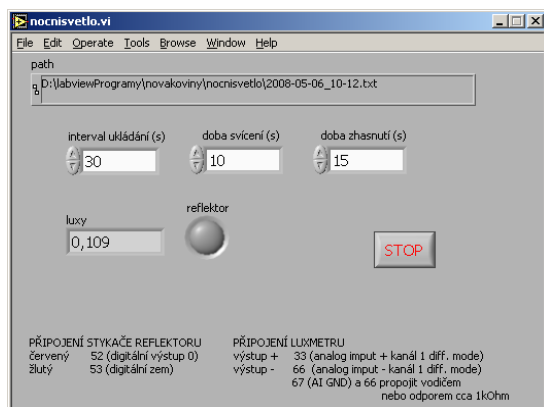


Obr. 1 Luxmetr MINI-LUX

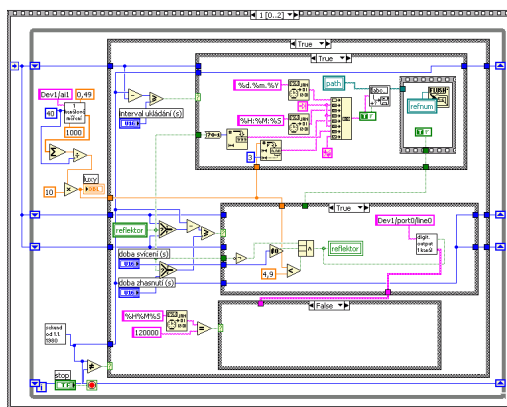
Popis software

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 osvětleností 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 bude využita pro měření v zeměpisně blízké oblasti Ostravy, která není ovlivněna (minimálně ovlivněna) rušivým světlem z blízkých aglomerací.

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.

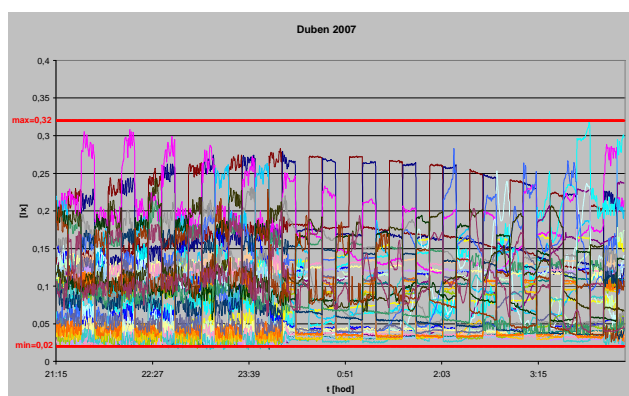
Tab. 1 Ukázka tabulky naměřených hodnot

Meteorologický jev	Oblačnost		Měsíc	Datum - Čas	Lux- metr	Světlo- met		
	Poruba	Mošnov						
Název	Intenzita	0/10-10/10	0/8-8/8		Fáze	[lx]	Vyp,Zap	
DE	0	10	7	ANO	Úplněk	6.12.06 – 23:31:19	0,4	Z
KO	0	8	8	ANO	C	10.12.06 – 22:19:10	0,094	V
KO	0-1	10	2	NE	C	12.12.06 – 22:13:40	0,153	V
DE KO	0 i 1-2	10	8	NE	Nov	17.12.06 – 19:18:40	0,294	V
		0	1	NE	D	28.12.06 – 1:06:10	0,064	V
KO SN	0 0-1	10	2	ANO	D	28.12.06 – 21:19:40	0,987	Z
		8	1	ANO	D	31.12.06 – 0:55:40	0,142	V

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.

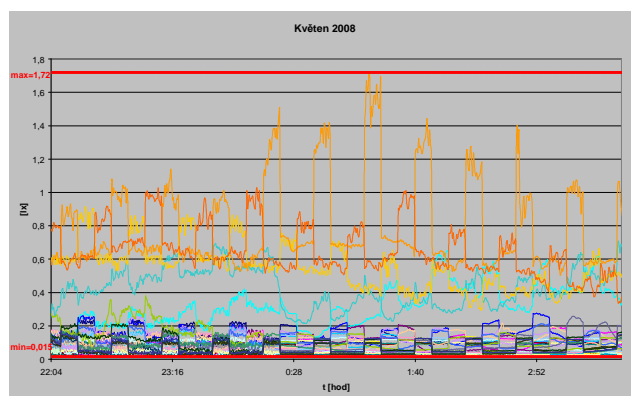
Vybrané naměřené výsledky jsou vyneseny na obr.6. Skoky na obr.6 jsou způsobeny pravidelným spínáním svítidla, které vyzařuje světelný tok do horního poloprostoru a jeho odražená složka je zpětně snímána vyhodnocovacím zařízením (mililuxmetrem). Velikost změny odražené osvětlenosti závisí na stavu oblohy 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. 6 lze také vyčíst další velmi zajímavé informace, z nichž nejvíce zřetelná je ostrá změna chování osvětlenosti vždy ve 24 h a 4 h. Pokles osvětlení si vysvětlujeme regulací VO v ulici Okružní, která je od měřicího místa v průměru vzdálena cca 600 m a v areálu Vědecko – technologického parku vzdáleného od měřicího místa cca 900 m. V těchto časech totiž dochází ve výše zmíněných lokalitách k regulaci VO. Při porovnání minimálních a maximálních hodnot osvětlenosti na obr.6 (duben 2007) s meteorologickými daty, lze konstatovat, že nízké maximální osvětlenosti (max. 0,3lx) odpovídají jasnému a bezesrážkovému průběhu noci tohoto měsíce.



Obr. 6 – závislosti noční osvětlenosti na čase – duben 2007

Na obr. 7 je znázorněn měsíc květen 2008. Tento měsíc se sice příliš neliší svými hodnotami osvětlenosti od měsíce dubna 2007 na obr. 6, ale je zajímavý svými minimálními hodnotami, které dosahují hodnot 0,015 lx, což jsou doposud nejnižší hodnoty naměřené v Ostravě. Tento fakt si vysvětlujeme tím, že měsíc květen byl výrazně jasnější (bezoblačný a bez srážek) než měřené měsíce předchozí.



Obr. 7 – závislosti noční osvětleností na čase – květen 2008

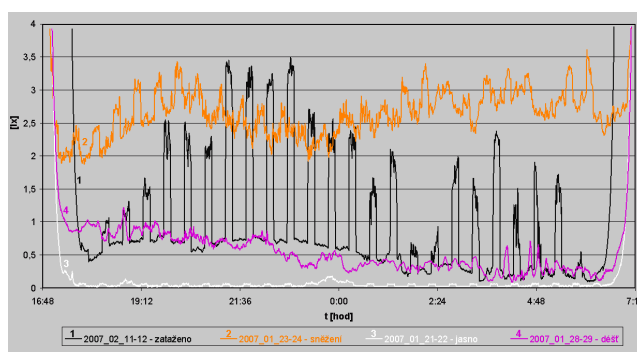
Na obr. 8 je proveden výběr zajímavých nocí v rámci našeho dlouhodobého měření. V následujícím textu se pokusíme popsat proč byly vybrány právě tyto typické průběhy křivek nočních osvětleností:

Noc z 11. – 12. 2.2007 - tato noc byla vybrána, protože se vyznačuje velmi výraznými změnami osvětleností při zapínání svítidla generujícího světelný tok do horního poloprostoru. Velmi zajímavý je zejména ten fakt, že k tomuto jevu docházelo pouze při zatažené obloze bez další jevů jako jsou srážky, či kouřmo. Tomuto typu oblohy odpovídá i základní hladina osvětleností, která není ovlivněna definovaným světelným tokem jdoucím do horního poloprostoru.

Noc z 23. – 24. 1.2007 - během této noci (jako jedné z mála v tomto roce) padal souvisle sníh. Na průběhu křivky je vidět, že i když nesvítilo svítidlo je osvětlenost velmi vysoká a pohybuje se okolo 2,5 lx. Překvapením pro nás však je zjištění, že nárůst osvětlenosti po zapnutí svítidla není (procentuálně) nejmarkantnější. Světelný tok se na sněhových vločkách rozptýlí do všech směrů zatímco od jednotvárně zatažené oblohy se dominantní část světelného toku jdoucího do horního poloprostoru odrazí de-facto zrcadlově dolů zpět na čidlo mililuxmetru.

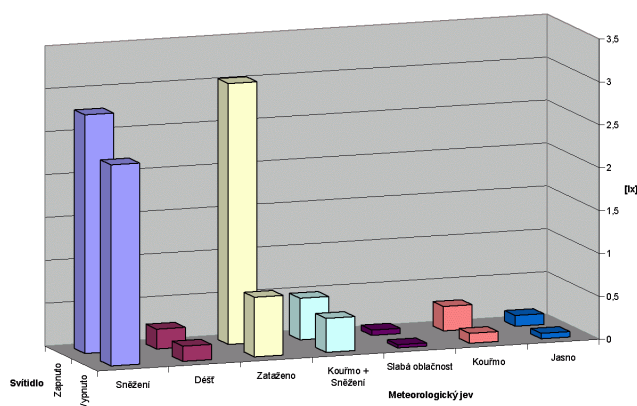
Noc z 21. – 22. 1.2007 - příklad jasné noci s minimem odraženého světelného toku. Tato křivka ukazuje, v jakých hodnotách se pohybuje osvětlenost způsobená odraženým světlem při jasné noci. Opět se pohybujeme na minimálních hodnotách blížících se k 0,02 lx a při zapnutí svítidla se dostáváme pouze na hodnotu 0,15 lx.

Noc z 28. – 29. 1.2007 - tato noc se vykazovala trvalým deštěm, který téměř dokázal eliminovat rozdíly mezi stavem se zhasnutým a rozsvíceným svítidlem.



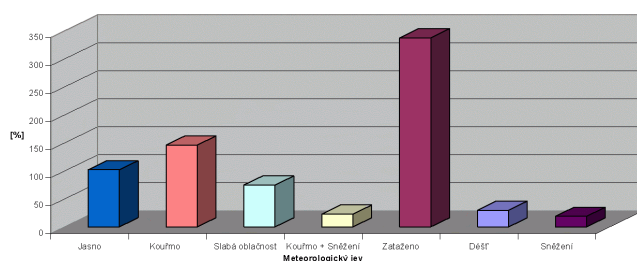
Obr. 8 Graf vybraných nocí z naměřených dat

Na obr. 9 jsou zvýrazněné zprůměřované krátkodobé výsledky (vždy jedna noc) osvětleností pro různé meteorologické jevy při zapnutém a vypnutém svítidle v závislosti na osvětlenosti. Největších osvětleností při vypnutém svítidle bylo dosaženo při sněžení, zatímco nejvyšší osvětlenosti při zapnutém svítidle bylo dosaženo při zataženém počasí bez dalších meteorologických jevů.



Obr. 9 Graf znázorňující vliv svítidla na osvětlenost při různých meteorologických jevech

Úpravou dat z obr. 9 lze získat i procentuální nárůst osvětleností při různých meteorologických jevech po zapnutí svítidla. Jak je z obr. 10 patrné, i v procentuálním zhodnocení je nejvyšší nárůst osvětleností při zapnutí svítidla při zataženém počasí. Tento nárůst je vyšší než 300%.



Obr. 10 Graf procentuálního vyjádření přírůstků osvětlenosti vlivem svítidla při různých meteorologických jevech

Závěr

Jak je z prezentace patrné, má smysl v získávání informací o stavu noční oblohy stále pokračovat. Měření budeme dále rozšiřovat o měřicí stanici zeměpisně blízkou Ostravě avšak neovlivněnou touto aglomerací, abychom mohli získat informace o přírodní a umělé složce noční osvětlenosti.

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] Sokanský, K., a kol: RACIONALIZACE V OSVĚTLOVÁNÍ KANCELÁŘSKÝCH, ŠKOLSKÝCH A BYTOVÝCH PROSTOR, ČEA, 2004, Ostrava
- [2] Sokanský, K., a kol: RACIONALIZACE V OSVĚTLOVÁNÍ VENKOVNÍCH PROSTORŮ, ČEA, 2004, Ostrava
- [3] Novák, T., Dostál, F.: Měření světelných parametrů pod noční oblohou, Kurz osvětlovací techniky XXV, 2006
- [4] 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
- [5] Sokanský, K. a kol. 26TH SESSION OF THE CIE, 4 JULY - 11 JULY 2007, Bejing
- [6] Novák, T., Dostál, F.: Měření rušivého světla v areálu VŠB – TU Ostrava - pokračování, mezinárodní konference SVĚTLO 2008, Ostrava, 2008
- [7] Sokanský, Maixner, T., Novák, T.: Rušivé světlo v ČR, mezinárodní konference SVĚTLO 2008, Ostrava, 2008
- [8] Kolář, V.: Měření s využitím PC v laboratoři obecné elektrotechniky, konference STO8, 25.9.2002, Brno

LED' 2008 - IN THE LIGHTING EQUIPMENTS

Ing. Ján Novomeský

COMLUX sro, SK-82104 Bratislava, Kopanice 5, fax 00421-2-43422641, COMLUX@POBOX.SK

Keywords : LED, public, display, architectural, advertisement lighting.

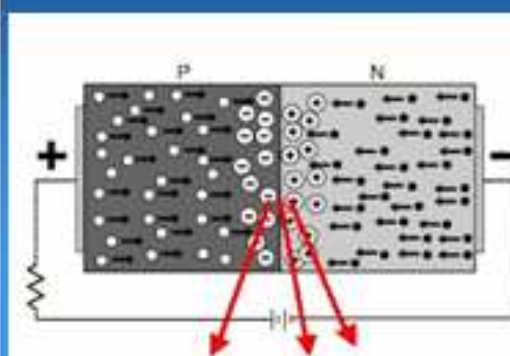
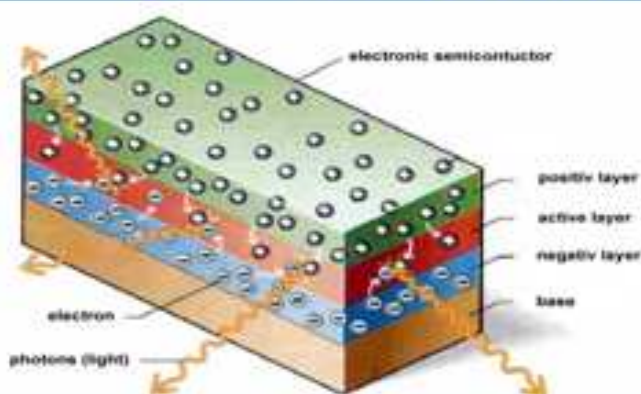
Presentation of special technical informations based on design and installation lighting equipments with the new light sources – LED by COMLUX and other designers. They shoul'd help us to plan the new lighting equipments with much less power and maintenance and more friendly to the environment in the future.

Suitable luminaires, design, installation, control and operation of lighting equipments. Something about the use of colours and the light effects.

Bibliographic references :

Ing. Jan Novomesky, COMLUX sro, the slides, papers and posters from the various lighting designers meetings.

An LED consists of multiple layers of semi-conducting material. In operating mode, light is generated in the active region.



Charge carriers - electron and electron holes - flow into the junction from electrodes with different voltages. When an electron meets a hole, it falls into a lower energy level, and releases energy in the form of a photon



BENEFITS of LEDs

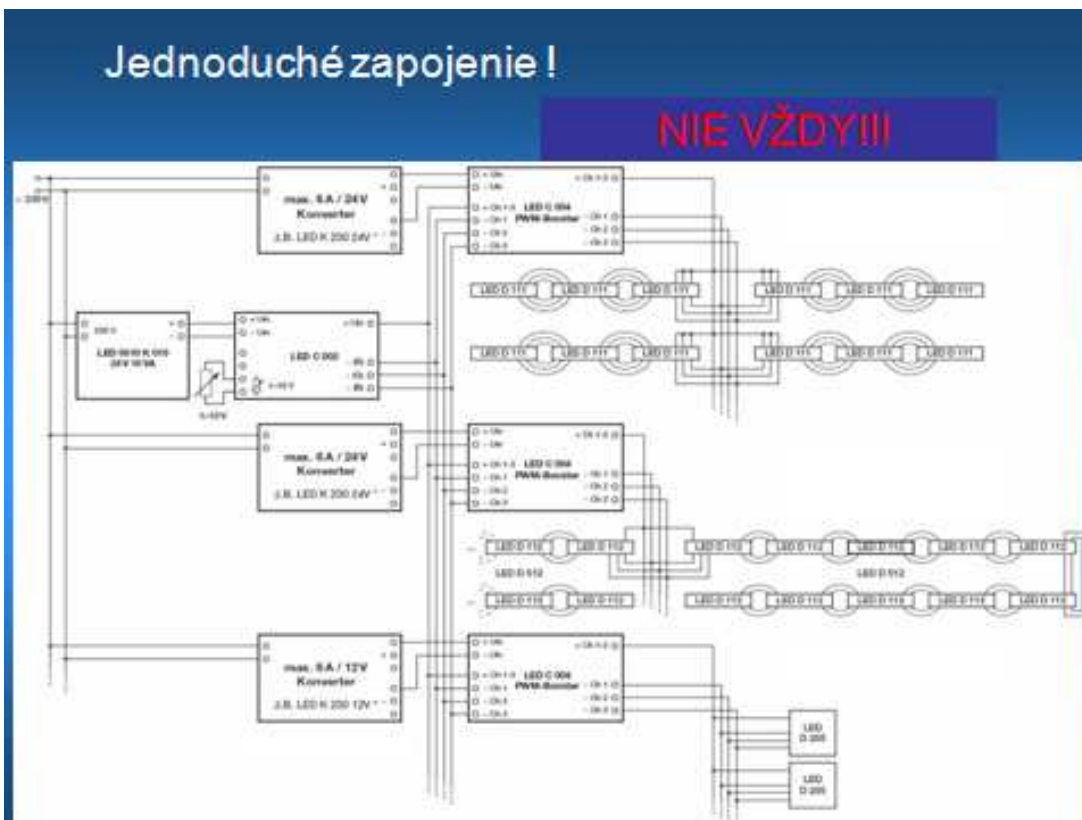
LIFE - 35000 hours – T70 70% lighth output
(100000 hours – T20 20 % l.o.)

MAINTENANCEFREE - minimal
running costs

SAFETY - voltage 2 till 3,5 V
- no mercury
- no IR or UV radiation

RESISTANT - against shock and vibrations
- often switch on and off
- low temperature

POINT SOURCE - dimmable
- continuous colour change
- suitable for compact fittings



POUŽITIE LED

Efektové osvetlenie



Bezpečnostné osvetlenie



Reklama



Všeobecné osvetlenie

Mnohé ďalšie aplikácie



REKLAMA

LED obrazovky



Posvietenie reklamných plôch a nápisov



BEZPEČNOSTNÉ OSVETLENIE

Núdzové moduly EM powerLED

- nízky profil 30 x 21mm
- 1W a 2W verzia
- moduly s konštantným prúdom
- pre 1h, 2h, 3h prevádzku
- NiMH - batérie
- verzie - BASIC - manuálny test
- ST - "Self-test"
- PRO - pre zbernicu DALI



Núdzový svetelný zdroj

- určený pre zabudovanie do svetidla



VŠEOBECNÉ OSVETLENIE

interiér



COMLUX
spol. s r. o.



COMLUX
spol. s r. o.

ĎALŠIE APLIKÁCIE

- signálne svietidlá
- aplikačne špecifické svietidlá



COMLUX
spol. s r. o.



Výklad ČSN EN 12464-2

Jiří Novotný, Ing.

FCC Public s. r. o., <http://www.fccpublic.cz>, jiri.novotny@fccgroup.cz

V červenci t. r. byla vydána ČSN EN 12464-2 *Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 2: Venkovní pracovní prostory*. Převzetí normy v originále bylo vyhlášeno již v lednu. V konečném návrhu normy se podařilo dohodnout zrušení dosud platných ČSN 36 0451 *Osvětlování povrchových dolů pro těžbu nerostných surovin* (z r. 1989) a ČSN 36 0061 *Osvětlování železničních prostranství* (z r. 1991). Norma ČSN 36 0451 *Umělé osvětlení průmyslových prostorů* (z r. 1986), v níž byly uvedeny zjednodušené požadavky na osvětlení venkovních prostorů, byla zrušena již dříve. Po několika přechodných letech tak světelní technici mají opět k dispozici ucelený soubor předpisů pro osvětlení všech důležitějších prostorů.

Charakteristika normy

Norma se rozsahem zahrnutých venkovních pracovišť a koncepcí zásadně odlišuje od dosavadní české praxe, kdy byly požadavky na osvětlení v několika ČSN, a to v již zrušené ČSN 36 0451 *Osvětlování průmyslových prostorů*, ČSN 36 0051 *Osvětlování povrchových dolů a lomů* a ČSN 36 0061 *Osvětlování železničních prostranství*. Poslední jmenované ČSN se vydáním této normy ruší.

Norma obsahuje termíny a jejich definice, kritéria pro stanovení požadavků na osvětlení, rozsáhlý soubor většiny venkovních prostorů a činností s uvedenými základními parametry osvětlení (udržovanou osvětleností, rovnoměrností osvětlení, činitelem oslnění GR_L podle Mezinárodní komise pro osvětlení CIE, všeobecným indexem podání barev R_a a ve sloupci *Poznámka* také s doplňujícími údaji a upozorněními) pro většinu oborů a činností a pokyny pro ověřování těchto parametrů. Požadavky pro jiné, v této normě neobsažené, prostory a činnosti se mají odvodit na základě porovnání s údaji normy. Norma dále obsahuje, kromě souvisejících norem, bibliografii a podrobný rejstřík prostorů a činností pro snadné vyhledání potřebných údajů. Rovněž zahrnuje požadavky na omezení tzv. *rušivého světla* v době nočního klidu a v informativní Příloze A také Světelnětechnické požadavky na bezpečnost a zabezpečení pracovišť.

Citované normativní dokumenty

Pro používání tohoto dokumentu jsou nezbytné dále uvedené referenční dokumenty. U datovaných odkazů platí pouze citovaná vydání. U nedatovaných odkazů platí poslední vydání každého referenčního dokumentu (včetně změn).

- EN 1838 *Lighting applications – Emergency lighting* (Světlo a osvětlení – Nouzové osvětlení), převzata překladem jako ČSN EN 1838 v září 2000.
 - EN 12193 *Light and lighting – Sports lighting* (Světlo a osvětlení – Osvětlení sportovišť), převzata překladem jako ČSN EN 12193 v červenci 2000, revidované vydání této normy vychází v srpnu t. r.
 - EN 12665 *Light and lighting – Basic terms and criteria for specifying lighting requirements* (Světlo a osvětlení – Základní termíny a kritéria pro stanovení požadavků na osvětlení), převzata překladem v dubnu 2003 jako ČSN EN 12665.
 - EN 13032-2 *Light and lighting – Measurement and presentation of photometric data of lamps and luminaires – Part 2: Presentation of data for indoor and outdoor work places* (Měření a uvádění fotometrických údajů světelných zdrojů a svítidel – Část 2: Údaje pro vnitřní a vnější pracovní prostory), převzata překladem.
 - EN 13201 (all parts) *Road lighting* (Osvětlení pozemních komunikací (všechny části)), části 2 až 4 převzaty překladem v květnu 2005, část 1 a změny Z1 k částem 2 až 4 v březnu 2007.
 - ISO 3864-1 *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 1: Design principles for safety signs in work places and public areas* (Grafické symboly – bezpečnostní barva a bezpečnostní značky – Část 1: Zásady navrhování bezpečnostních značek pro pracovní a veřejné prostory), převzata překladem v prosinci 2003 jako ČSN ISO 3864-1.
 - CIE 150:2003 *Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations* (Průvodce pro omezení rušivého světla venkovními osvětlovacími soustavami).
 - CIE 154:2003 *Maintenance of outdoor lighting systems* (Údržba venkovních osvětlovacích soustav).
- Je třeba zdůraznit, že všechny citované dokumenty (až na poslední dvě publikace CIE) jsou v normě uvedeny jako nedatované a byly zavedeny do soustavy českých technických norem překladem. Členové TNK 76 *Osvětlení* doporučili, aby také citované publikace CIE byly přeloženy a zavedeny jako Technické normalizační informace (TNI).

Termíny a definice

Z řady termínů uvedených v normě je třeba upozornit jen na některé:

- doba nočního klidu (curfew)
doba, během níž se uplatňují přísnější požadavky (na kontrolu rušivého světla); často podmínky na užití osvětlení uplatňuje kontrolní orgán státní správy, zpravidla místní správa
 - rovnoměrnost osvětlení (diversity) U_d
poměr minimální osvětlenosti (jasu) k maximální osvětlenosti (jasu) na povrchu
 - mezní hodnota činitele oslnění (glare rating limit) GR_L
největší hodnota činitele oslnění podle GR (Glare Rating) systému hodnocení oslnění CIE
 - rušivé světlo (obtrusive light)
neužitečné světlo, které svými kvantitativními, směrovými nebo spektrálními vlastnostmi v dané situaci zvětšuje obtěžování, nepohodu, rozptýlení nebo omezuje schopnost vidět nejdůležitější informace
 - neužitečné světlo (nevyužité světlo) (spill light, stray light)
světlo vyzařované osvětlovací soustavou za hranice osvětlovaného objektu
 - okolí úkolu (surrounding area)
pás obklopující místo zrakového úkolu uvnitř zorného pole; tento pás má být široký nejméně 2 m
 - rovnoměrnost osvětlení (illuminance uniformity) U_0
poměr minimální a průměrné osvětlenosti (jasu) povrchu
 - podíl horního toku (upward light ratio) ULR
poměrná část světelného toku svítidla (svítidel) vyzařovaného nad horizont v jeho (jejich) pracovní poloze a umístění
 - pracoviště (work place)
prostor určený pro pracovní místa v určeném a/nebo vymezeném areálu a jakýkoliv další prostor v tomto areálu, do něhož mají pracovníci v době zaměstnání přístup
 - pracovní místo (work station)
soubor a prostorové uspořádání pracovního vybavení v pracovním prostředí podmíněné pracovními úkoly
- Větší diskusi v připomínkovém řízení byly podrobeny tyto termíny: doba nočního klidu, rovnoměrnost osvětlení, rušivé světlo, neužitečné světlo a podíl horního toku.

Kritéria pro navrhování osvětlení

Přehled kritérií v této kapitole normy je téměř shodný s příslušnou kapitolou ČSN EN 12464-1 pro vnitřní pracovní prostory až na absenci kritéria – denní světlo, které lze venku jen ztěžít návrhem osvětlení ovlivnit.

- Stanovení a kontrola návrhu osvětlení podle jednotlivých kritérií se liší hodnotami:
- Doporučená řada osvětleností (v luxech) je odstupňována stejně, avšak posunuta k menším hodnotám (5 až 2 000).
- Osvětlenost okolí úkolu může být menší než osvětlenost úkolu, avšak nesmí být menší než hodnoty uvedené v tab. 1 normy.

Osvětlenost úkolu (lx)	Osvětlenost okolí úkolu (lx)
≥500	100
300	75
200	50
150	30
$50 \leq E_m \leq 100$	20
<50	není stanovena

Tab. 1. Osvětlenost úkolu a jeho okolí

- Pro síť kontrolních bodů osvětlenosti platí obdobné zásady jako na venkovních sportovištích. Upřednostňuje se přibližně čtvercová síť, poměr délky a šířky buňky sítě musí být mezi 0,5 a 2. Největší přípustný rozměr buňky sítě se určí ze vzorce:

$$p = 0,2 \times 5^{\log d} \quad (\text{m}; \text{m})$$

kde d je delší rozměr plochy v metrech.

- Rovnoměrnost osvětlení místa úkolu U_0 se pohybuje v hodnotách od 0,1 do 0,5; rovnoměrnost osvětlení okolí úkolu nesmí být horší než 0,1.
- Přímé oslnění svítidly venkovních osvětlovacích soustav se musí stanovit metodou činitele oslnění GR (Glare Rating) podle CIE ze vzorce:

$$GR = 27 + \log_{10} \left(\frac{L_{vl}}{L_{ve}^{0,9}} \right) \quad (-; \text{cd/m}^2, \text{cd/m}^2)$$

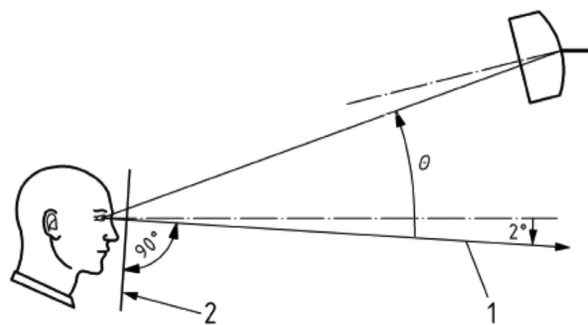
kde

L_{vl} je celkový závojevý jas v $\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$ způsobený osvětlovací soustavou, je to součet jednotlivých závojevých jasů všech svítidel ($L_{vl} = L_{v1} + L_{v2} + \dots + L_{vn}$). Závojevý jas svítidla se vypočítá $L_v = 10(E_{eye}/\theta^2)$, kde E_{eye} (lx) je osvětlenost (v místě) oka pozorovatele v rovině kolmé na směr pohledu (2° pod vodorovný směr, viz obr. 1), a θ je úhel mezi směrem pohledu a směrem světla dopadajícího od svítidla;

L_{ve} ekvivalentní závojevý jas pozadí v $\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$. Za předpokladu, že odraz pozadí je rovnoměrně rozptýlný, lze ekvivalentní závojevý jas pozadí vypočítat takto: $L_{ve} = 0,035 \rho E_{hav} \pi^{-1}$, kde ρ je průměrný činitel odrazu a E_{hav} průměrná horizontální osvětlenost prostoru.

Činitel oslnění GR se má počítat ve stejné síti kontrolních bodů jako osvětlenost v azimutálních směrech po 45° po čínaje směrem rovnoběžným s délkou prostoru.

Všechny předpoklady výpočtu GR musí být uvedeny v projektové dokumentaci. Vypočítané hodnoty GR osvětlovací soustavy nesmí přesahovat hodnoty GR_L uvedené v tabulkách prostorů v kapitole 5 normy. Zde je třeba upozornit na to, že dosud není oficiálně k dispozici překlad příslušného dokumentu, a to publikace CIE 112:1994. Metodika je sice zahrnuta v běžně používaných programech pro výpočty parametrů osvětlení, pro její používání je však třeba dobře znát její teoretické základy a správně volit reálné vstupní údaje.



Obr. 1. Schéma pro hodnocení oslnění

- Limity rušivého světla ve venkovních osvětlovacích soustavách k minimalizaci problémů pro osoby, flóru a faunu jsou uvedeny v tab. 2 a pro uživatele pozemních komunikací v tab. 3.

Zóna životního prostředí	Světlo na objektech		Svitivost svítidla		Podíl horního toku	Jas	
	E_v lx		I cd		ULR %	L_b $\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$	L_s $\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$
	mimo dobu nočního klidu ^{a)}	v době nočního klidu	mimo dobu nočního klidu	v době nočního klidu		fasády	znaky
E1	2	0	2 500	0	0	0	50
E2	5	1	7 500	500	5	5	400
E3	10	2	10 000	1 000	15	10	800
E4	25	5	25 000	2 500	25	25	1 000

^{a)} V případě, kdy se neuplatňuje noční omezení, nesmí být větší hodnoty překročeny a mají se upřednostnit menší hodnoty.

Tab. 2. Přípustné maximum rušivého světla ve venkovních osvětlovacích soustavách

Vysvětlivky:

E1 představuje velmi tmavé oblasti jako národní parky a chráněná území,

E2 představuje málo světlé oblasti jako průmyslové a obytné venkovské oblasti,

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 osvětlenosti na objektech v luxech,

I svitivost každého zdroje světla v potenciálně rušivém směru,

ULR poměrná část světelného toku svítidla (svítidel) vyzařovaného nad horizont v jeho (jejich) pracovní poloze a umístění, udává se v %,

L_b největší průměrný jas fasády budovy v $\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$,

L_s největší průměrný jas (informačních a reklamních) znaků v $\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$.

Světelnětechnické parametry	Třídy osvětlení pozemních komunikací ^{a)}			
	bez uličního osvětlení	ME5	ME4/ME3	ME2/ME1
Prahový přírůstek (<i>TI</i>) ^{b) c) d)}	15 % za předpokladu, že adaptační jas je 0,1 cd·m ⁻²	15 % za předpokladu, že adaptační jas je 1 cd·m ⁻²	15 % za předpokladu, že adaptační jas je 2 cd·m ⁻²	15 % za předpokladu, že adaptační jas je 5 cd·m ⁻²
^{a)} Třídy osvětlení podle EN 13201-2. ^{b)} Výpočet <i>TI</i> podle EN 13201-3. ^{c)} Tyto limity se použijí v případě, že účastníci dopravy jsou vystaveni omezení viditelnosti základních informací. Hodnoty platí pro relevantní polohu a pro pohled ve směru jízdy. ^{d)} V tabulce 5.2 CIE 150:2003 jsou uvedeny příslušné hodnoty závoje jasů <i>L_v</i> .				

Tab. 3. Největší hodnoty prahového přírůstku od jiných než uličních svítidel

Vysvětlení a doporučení pro volbu ostatních parametrů osvětlení

V dalších člancích kapitoly 4 normy jsou popsány tyto charakteristiky:

- směrované osvětlení – podání tvaru, směrované osvětlení zrakových úkolů,
- hlediska barev – barevný tón světla, podání barev,
- míhání světla a stroboskopické jevy,
- udržovací činitel,
- energetická hlediska,
- nouzové osvětlení.

V této části má norma obdobnou strukturu jako ČSN EN 12464-1, zabývající se vnitřními pracovními prostory. Výjimkou je *denní světlo a osvětlení pracovních míst s obrazovkami*, jež jsou řešeny v normě pro vnitřní prostory a *nouzové osvětlení*, které se v normě pro venkovní pracovní prostory zdůrazňuje formou odvolávky na ČSN EN 1838.

Požadavky na osvětlení

Přehled požadavků na osvětlení je uspořádán do patnácti tabulek, které zahrnují tyto druhy venkovních prostorů:

- prostory komunikací ve venkovních pracovních prostorech,
- letiště,
- staveniště,
- plavební kanály, zdymadla a přístavy,
- zemědělské farmy,
- čerpací stanice pohonných hmot,
- průmyslové a skladovací prostory,
- zařízení pro těžbu plynu a ropy z mořského dna,
- parkoviště,
- petrochemické a jiné rizikové provozy,
- provozy v elektrárnách, rozvodnách, plynárnách a teplárnách,
- železniční a tramvajové dráhy,
- pily (dřevozpracující provozy),
- loděnice a doky,
- vodárenské a kanalizační provozy.

Z uvedeného výčtu je zřejmé, že čeští projektanti a dodavatelé mají nyní k dispozici požadavky na osvětlení mnoha venkovních prostorů a činností, které se u nás nevyskytovaly nebo musely být řešeny podle různých zahraničních předpisů. To se týká např. venkovních prostorů letišť, zařízení pro těžbu plynu a ropy z mořského dna a dalších. To umožní českým firmám dodávat osvětlení do oblastí dříve vyhrazených zahraničním dodavatelům a připravit se i na vývoz projektů a dalších služeb v oboru osvětlování. Pro ilustraci přehledu požadavků na osvětlení je uvedena tab. 4.

Ověřovací postupy

V kapitole 6 normy jsou uvedeny požadavky na kontrolu parametrů osvětlení. Ověřuje se shoda projektových a realizovaných hodnot:

- osvětlenosti a rovnoměrnosti osvětlení,
- oslnění,
- podání barev,
- rušivého světla.

Ověřování se provádí obdobně jako v normě pro vnitřní pracovní prostory, tj. porovnáním projektových a realizovaných hodnot, přičemž se kontroluje rovněž shoda navržených a použitých světelných zdrojů a svítidel a případně také, zda jejich parametry odpovídají předpokládaným katalogovým údajům.

Referenční číslo	Druh prostoru, úkolu nebo činnosti	\bar{E}_m (lx)	U_0 (-)	GR_L (-)	R_a (-)	Poznámky
5.7.1	občasná manipulace s velkými kusy a surovinami, vykládání a nakládání balíků zboží	20	0,25	55	20	
5.7.2	pravidelná manipulace s velkými kusy a surovinami, vykládání a nakládání zboží, místa pro zvedání a spouštění, jeřáby, otevřené nakládací rampy	50	0,40	50	20	
5.7.3	čtení adres, zastřešené nakládací rampy, používání nářadí, běžné práce s výtuzemi a betonováním v betonárnách	100	0,50	45	20	
5.7.4	náročné elektrické, strojní a potrubní instalace, kontrola	200	0,50	45	60	Použit místní osvětlení.

Tab. 4. Požadavky na osvětlení pro venkovní průmyslové a skladovací prostory

Závěrečná poznámka

V informativní Příloze A ČSN EN 12464-2 jsou uvedeny také Světelnětechnické požadavky na bezpečnost a zabezpečení pracovišť. V případě bezpečnosti se jedná o požadované parametry osvětlení z hlediska rizika úrazů podle druhu práce. U zabezpečení pracovišť se jedná o rizika spojená s vniknutím cizích osob. Toto osvětlení se dříve u nás označovalo jako tzv. hlídací osvětlení. Požadované parametry osvětlení vycházející těchto hledisek jsou většinou méně přísné než požadavky na osvětlení pro běžnou trvalou nebo opakovanou činnost.

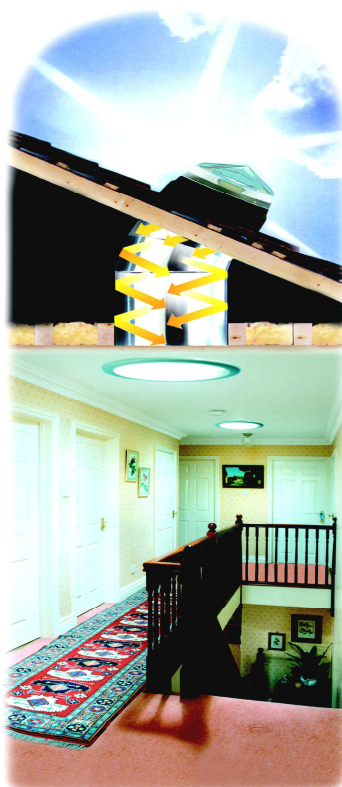
SVĚTLOVODY

Příchod moderních technologií

Radim Otýpka, ing.

www.abcweb.cz, otypka@abcweb.cz

Vhodně navržené osvětlení dokáže z běžné obytné místnosti vytvořit místnost nesrovnatelně atraktivnější a příjemnější pro uživatele. Každý světelný vstup do interiéru využívající přirozené sluneční paprsky je nenahraditelný. Nová doba přináší převratné technologie, které rozšiřují možnosti celé stavařské veřejnosti. Tubusové světlovody jsou toho příkladem.



Běžné prvky denního osvětlení často nedostačují

Běžně se stává, že standardní prvky osvětlení jako jsou okna, nebo střešní okna či světlíky nevyhovují z nějakého konstrukčního hlediska dané stavbě. Často je nelze použít vůbec. Například v řadových domech je počet oken omezený. Některé místnosti pak zůstanou zcela bez oken a nastane problém jak tyto tmavé kouty staveb osvětlit. Pokud například schodiště v rodinném domě není osvětleno denním osvětlením, je to velmi nepříjemné, protože celodenní rozsvícení obyvatele velmi obtěžuje. Nejčastěji se objevuje problém nedostatečného osvětlení u RD v místnostech jako je koupelna, chodba, kuchyň či dětský pokoj a u průmyslové výstavby se jedná o chodby, přisvětlení kanceláří, skladových prostor, technických místností.

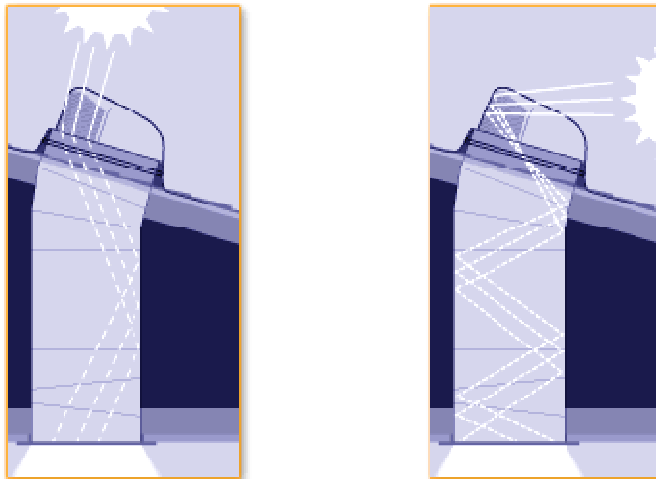
Co je to světlovod

Jedná o zdokonalený střešní světlík, který pomocí vloženého superreflexního potrubí (tubusu) mezi otvorem ve střeše a ve stropě interiéru, dokáže přenést sluneční paprsky do hloubky stavby až neuvěřitelných 20 metrů. Klasické zděné, nebo sádkartonové světlíky měly zásadní problém s kondenzací vody v úrovni střešního pláště a na větší hloubky významně ztrácely na účinnosti. Nemluvě o velké časové náročnosti při výstavbě, a vysoké náročnosti na údržbu.

Díky tubusovým světlovodům se nyní objevují nové možnosti prosvětlení domu přirozeným denním a hygienicky nezávadným osvětlením v místech, kde to doposud nebylo jinak možné. Navíc se jedná o velice ekonomickou variantu, jelikož se ušetří mnoho el. energie. Například pro kanceláře či chodby se jedná o významnou úsporu při celodenním svícení.

Jak světlovod funguje

Světlovod je vlastně velmi jednoduchý výrobek složený ze 7 prvků a je dodáván jako kompletní sestava pro montáž. Na vstupu do světlovodu na střeše je umístěna průhledná kopule ODL se speciálním vroubkováním (patentovaný systém SolarLens). Kopule u větších průměrů SUNPIPE má tvar diamantu (resp.krystalu), aby maximalizovala počet vstupujících slunečních paprsků do systému. Cíleně vytvořené drážkování zajistí zvýšení účinnosti celého systému o 30% a to především ve chvílích, kdy je slunce nízko nad obzorem, tj. při východu a západu slunce.

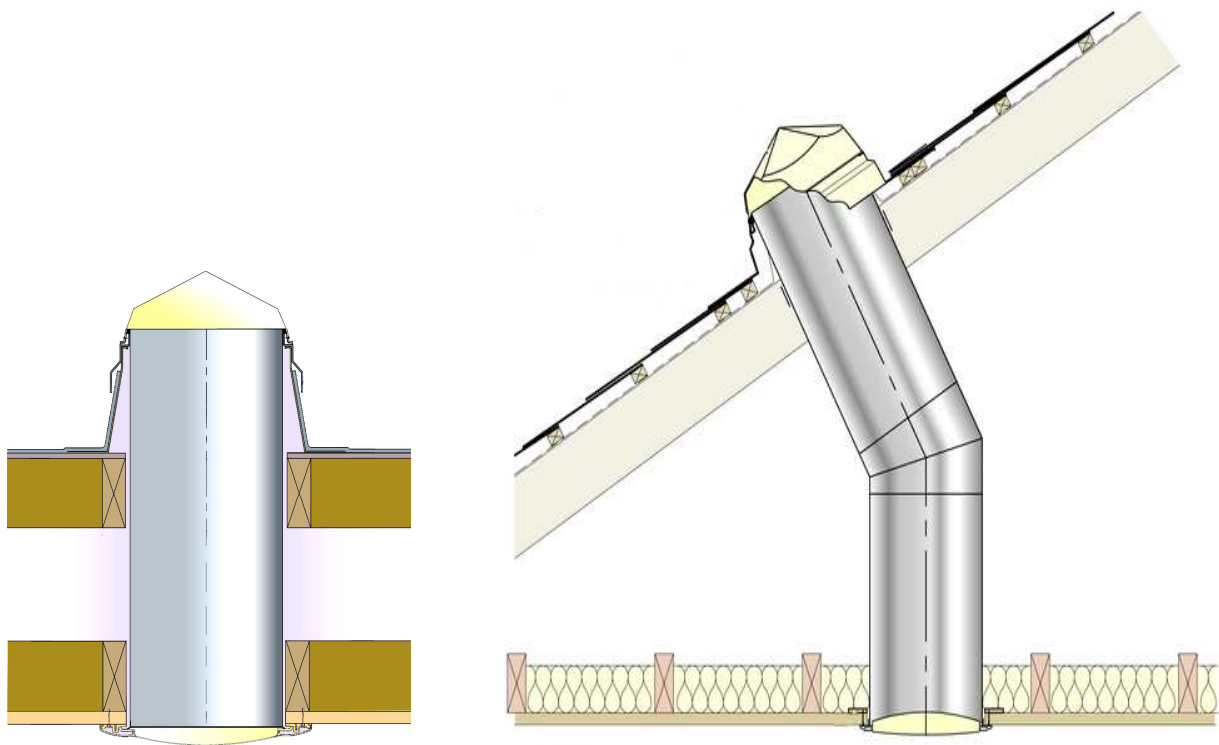


Střední nosnou částí je vlastní světlovodné potrubí, což je hliníkový tubus opatřený speciální směsí stříbra a dalších kovů, které umožní odrazivost paprsků s účinností 98%. Povrch je opatřen ochranným lakem, aby vydržel lesklý minimálně po dobu záruky, což je 25let. O zajištění dostatečné délky se postarají prodlužovací díly potrubí, které lze dodat v délce 51cm, 61cm, nebo jedinečných 122cm.

Přes den, kdy je slunce vysoko nad námi, vstupují světelné paprsky přímo do pevného hladkého potrubí a několikanásobným odrazem od stříbrného povrchu (zrcadlo) se dostávají až do místnosti. Ve spodní části světlovodu na stropě je umístěn speciální spodní kryt nazývaný „difuzér“. Jedná se o průsvitný vybroušený díl, který usměrňuje a propouští světelné paprsky rovnoměrně do místnosti. Kdyby tam bylo obyčejné sklo, tvořily by se v místnosti nepříjemné svazky paprsků a stíny, které by rušily příjemný dojem.

Kde lze světlovod nejlépe využít

Světlovod lze použít prakticky do všech druhů staveb, jak pozemních, tak i zabudovaných v terénu. Pro vlastní instalaci světlovodu dostačuje podmínka, aby se dal napřímo propojit strop se střechou, aby se tam dal tubus zabudovat. Další detaily napojení jsou s běžnou praxí snadno řešitelné. Sklon střechy také nehraje roli, protože jsou dodávány jak klasické světlovodny do šikmých střech (s klouby) tak i sady specializované pro ploché střechy.



Příklady výkonových parametrů světlovodu dle průměru potrubí

Průměr potrubí světlovodu (mm)	Slunečná letní obloha (105klux)		Zatažená letní obloha (45klux)		Zatažená jarní obloha (20klux)		Doporučená plocha pro osvětlení (m ² / 170lx)
	Lux	Lumen	Lux	Lumen	Lux	Lumen	
230mm	360	2160	170	1045	65	370	7.5 m ²
300mm	760	4460	330	1940	130	760	14 m ²
450mm	1820	10770	750	4410	300	1768	22 m ²
530mm	2530	14995	1050	6265	430	2550	40 m ²
750mm	4350	25568	1975	11620	900	5300	50 m ²

Pozn. Standardní žárovka 100W dodá 1000 Lumen, resp. 170 Lux.

Není světlovod jako světlovod

Světlovedy s pevným a hladkým potrubím dokáží přenášet odrazem až 98 % slunečního paprsku, proto se řadí svojí účinností na vrchol současných světelných prvků. Navíc, v porovnání s méně efektními systémy využívajícími levné flexibilní potrubí (tzv. husí krky z alobalu), je účinnost hladkého systému až trojnásobná. Světlovod dokáže přinést 3x až 12x více světla než běžná 100W žárovka a využívá přírodní zdroj slunce, které je pro všechny zdarma!

Světlovod má nespornou výhodu, že nepřenáší teplo do domu, takže prostor nepřehřívá. Díky vynikajícím tepelněizolačním vlastnostem se velmi často světlovedy používají v nízkoenergetických domech.

Návratnost investice z hlediska úspory elektrické energie je něco přes 7 let v závislosti na umístění a proto se spíše zdůrazňuje přínos zdravého denního světla a zvýšení komfortu bydlení.

Výběr světlovodu

Při výběru světlovodu je velice důležité zvážit, jaký systém přenosu paprsků využijete. Celý světelný prvek musí být vyvážený a každá jeho součást má svůj význam. Světlovedy se dodávají v různých průměrech potrubí (od 230mm do 1000mm) a právě to výrazně ovlivní konečný efekt. S návrhem nejvhodnějšího typu světlovodu se obraťte na specialisty, kteří přesně vědí, kolik světla je nutné přivést a jak velký světlovod to dokáže splnit. Současně hraje také významnou roli orientace světlovodu na střeše dle světových stran.

Pokud je to možné, doporučuje se umístit světlovod na jižní stranu střechy, případně tak, aby požadavky na osvětlení odpovídaly osvětlené straně střechy (např. východ-západ).

Vyvážený efekt

Moderní koupelna, kuchyň, schodiště či chodba se mohou z různých stavebních důvodů realizovat bez oken, pak oceníte služby světlovodu. Výhodou je i doba montáže, protože světlovod lze zabudovat do střešního systému i dodatečně, v době používání stavby a hlavně během krátké doby, nejčastěji jednoho dne. Samozřejmě je ale lepší zhodnotit míru osvětlení již při probíhající stavbě a zabudovat ještě před dokončením, jelikož jsou vidět nosné prvky, kterým je nutné se vyhnout.

Šero není příjemné

Světlovod dokáže významně oživit všechny prostory, kde byste se nemuseli cítit dobře kvůli nízké hladině osvětlení. Kvalitní a vyvážené osvětlení má výrazný zdravotní přínos jak psychologický tak fyziologický.

Světlovod může oživit a zatraktivnit celý dům za rozumnou cenu. Cena světlovodů začíná na 9405 Kč a nejprodávanější průměr se pohybuje kolem 13000 Kč, což je sice částka vyšší než za běžné okno, ale zase získáte osvětlení právě tam, kde nelze běžné okno zrealizovat, nebo nemá patřičný přínos.

Nejlépe je však světlovod vidět na vlastní oči, což je možné na výstavišti v Brně na vzorovém domě Karolína v areálu EDEN, kde je světlovod využit na osvětlení schodiště. Druhé předváděcí místo pro veřejnost je v Praze v Expocentru Hoffmanův dvůr ve Vinoři.

Více informací naleznete na www.abcweb.cz.

Literatura a odkazy:

vnitřní databáze firmy ODL inc. A SUNPIPE®.

Vliv barvy světla na systém nouzového osvětlení

Ivo, Penn, Ing.

HORMEN CE a.s., www.hormen.cz, penn.ivo@post.cz

Hlavním účelem nouzového osvětlení je umožnit bezpečný odchod z prostoru při výpadku normálního napájení. 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 splňovat tyto podmínky:

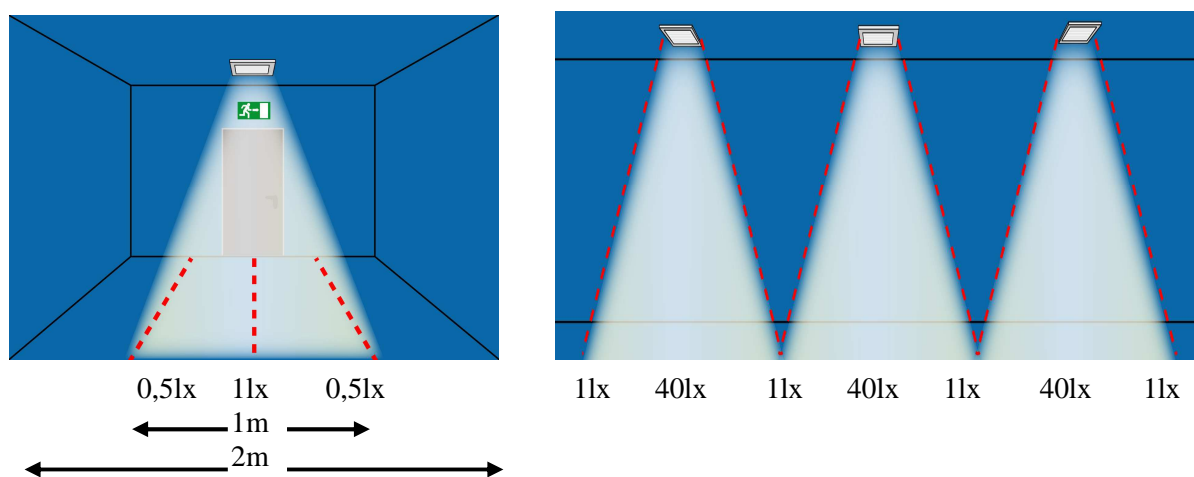
- osvětlení označení únikové cesty,
- zajištění osvětlení na těchto cestách a po celé jejich délce tak, aby byl umožněn bezpečný pohyb směrem k východům a těmito východy na místo bezpečí,
- zajištění toho, aby požární hlásiče a požární zařízení podél únikových cest mohla být snadno lokalizována a použita, 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.



• Obrázek 1. Schématické znázornění požadavků na nouzové únikové osvětlení

Protipanické osvětlení

Účelem protipanického osvětlení (veřejných prostorů) je zmenšit pravděpodobnost paniky a umožnit přítomným bezpečný pohyb směrem k únikovým cestám poskytnutím vhodných podmínek pro vidění a určení směru. Směr světla na únikových cestách a ve veřejných prostorech má být dolů k pracovní rovině, osvětleny však mají být také všechny překážky do výšky 2m nad touto plochou. Je používáno v prostorech, ve kterých nejsou určeny únikové cesty, tj. v halách nebo prostorech s podlahovou plochou větší než 60 m², nebo v menších prostorech, pokud v nich je přídatné riziko, jako je používání prostoru velkým množstvím lidí.

- Vodorovná osvětlenost nesmí být menší než 0,5lx na úrovni podlahy uvnitř prázdného prostoru s výjimkou obvodového pruhu o šíři 0,5m.
- Poměr maximální a minimální osvětlenosti protipanického osvětlení v prostoru 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 dovolená doba pro únik je 1 hodina.
- Protipanické osvětlení musí dosáhnout 50% požadované osvětlenosti do 5s a plně požadované osvětlenosti do 60s.

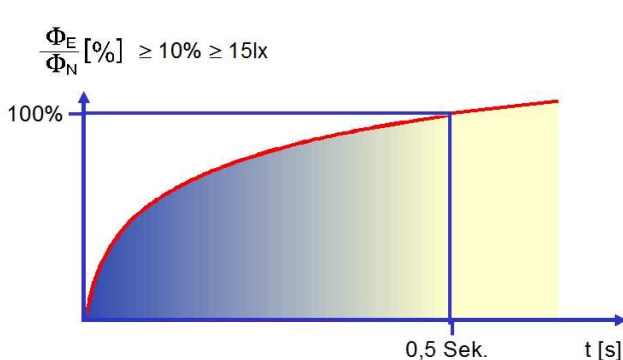
Nouzové osvětlení prostorů s velkým rizikem

Účelem nouzového osvětlení prostorů s velkým rizikem je přispět k bezpečnosti lidí při potencionálně nebezpečných procesech nebo situacích a umožnit a ukončit řádné ukončení činností uskutečňovaným pro bezpečnost ostatních uživatelů těchto prostorů.

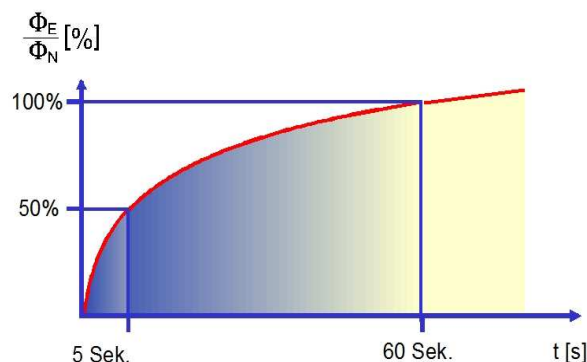
- V prostorách s velkým rizikem nesmí udržovaná osvětlenost na srovnávací rovině být menší než 10% požadované udržované osvětlenosti pro danou činnost, avšak nesmí být menší než 15lx.
- Osvětlení nesmí způsobovat škodlivý stroboskopický jev.
- Rovnoměrnost nouzového osvětlení s velkým rizikem nesmí být menší než 0,1.
- 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 musí být rovna době trvání nebezpečí osoby.
- Nouzové osvětlení prostorů s velkým rizikem musí poskytnou požadovanou osvětlenost trvale, nebo do 0,5s v závislosti na jeho použití.

Náhradní osvětlení

Účelem náhradního osvětlení je umožnit pokračování v běžné činnosti bez podstatných změn (IEC 50). Použije-li se náhradní osvětlení pro nouzové únikové osvětlení musí splňovat rozhodující požadavky normy ČSN EN 1838. Je-li hladina náhradního osvětlení nižší než u minimálního normálního osvětlení, může být použito pouze pro přerušování nebo dokončení činnosti.



Φ_E aktuální hodnota sv. toku
 Φ_N jmenovitá hodnota sv. toku



Φ_E aktuální hodnota sv. toku
 Φ_N jmenovitá hodnota sv. toku

- Obrázek 2 a) Dostupnost požadované hladiny osvětlenosti pro prostory s velkým rizikem
- Obrázek 2 b) Dostupnost požadované hladiny osvětlenosti pro únikové cesty a protipanické prostory

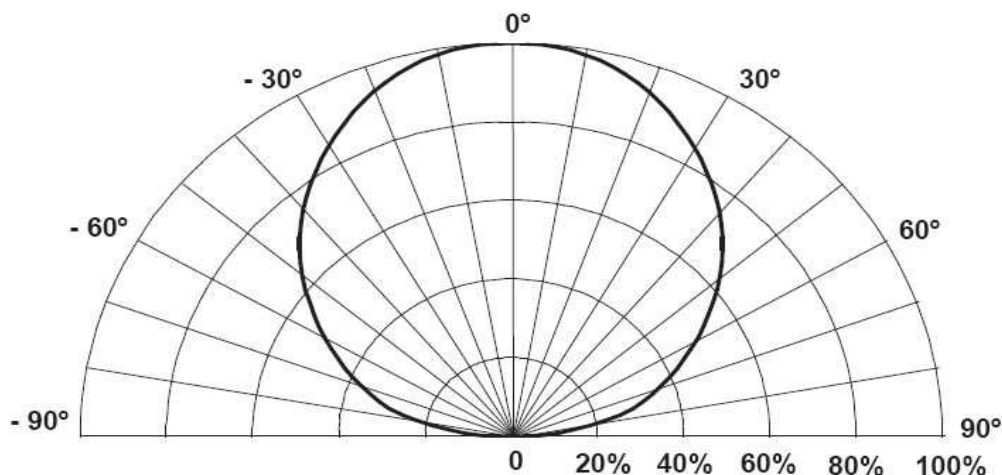
Využití technologie LED

Hlavním požadavkem centrálních systémů NO je splnit všechny požadované parametry nouzového osvětlení dané normativními předpisy. Zároveň je potřeba minimalizovat odběr proudu z centrálního zdroje. Za tímto účelem je vhodné volit pro nouzové osvětlení svítidla s nízkoodběrovým zdrojem. Zcela neefektivnějším se pak jeví využití technologie LED, která umožňuje splnit požadované hodnoty osvětlenosti při minimálním odběru zdroje.

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 protipanického je požadavek na co nejširší vyzařovací charakteristiku pro dosažení co nejrovnoměrnějšího osvětlení prostoru na min 0,5lux.



• Obrázek 3: Použitá LED



• Obrázek 4: Vyzařovací charakteristika pro bílou LED Luxeon

Posouzení podání barev zdrojů LED

Pro možnost působení vlivu barevnosti zdroje NO na subjektivní pocity ovlivněné osoby bylo v první fázi experimentu testováno podání barev bílých LED diod v porovnání s konvenčními zdroji. Pro možnost stanovení vlastností podání barev světelných zdrojů stanovila CIE metodu měření a specifikace jejich [1], [2]. Právě s nárůstem aplikací LED technologie do mnoha sfér osvětlovací techniky je CIE metoda velice důležitým postupem pro stanovení těchto vlastností. Světelné zdroje LED mají unikátní konstrukci a znamenají nový způsob přeměny energie na světelné záření rekombinačním procesem polovodičů. Tento proces je zcela odlišný od klasických konvenčních zdrojů světla. Zejména pak konverze energie ve vakuu, samozřejmě i optická charakteristika LED je zcela odlišná. Proto je mnoho důvodů aplikovat CIE metodu na LED zdroje.

Testované zdroje

Jako testovací zdroje byly použity dva typy bílé LED diody (dichromatická a trichromatická) a tři typy konvenčních fluorescentních zdrojů. Korelační teplota chromatičnosti zdrojů byla stanovena na 5000K. Jako referenční zdroj byl

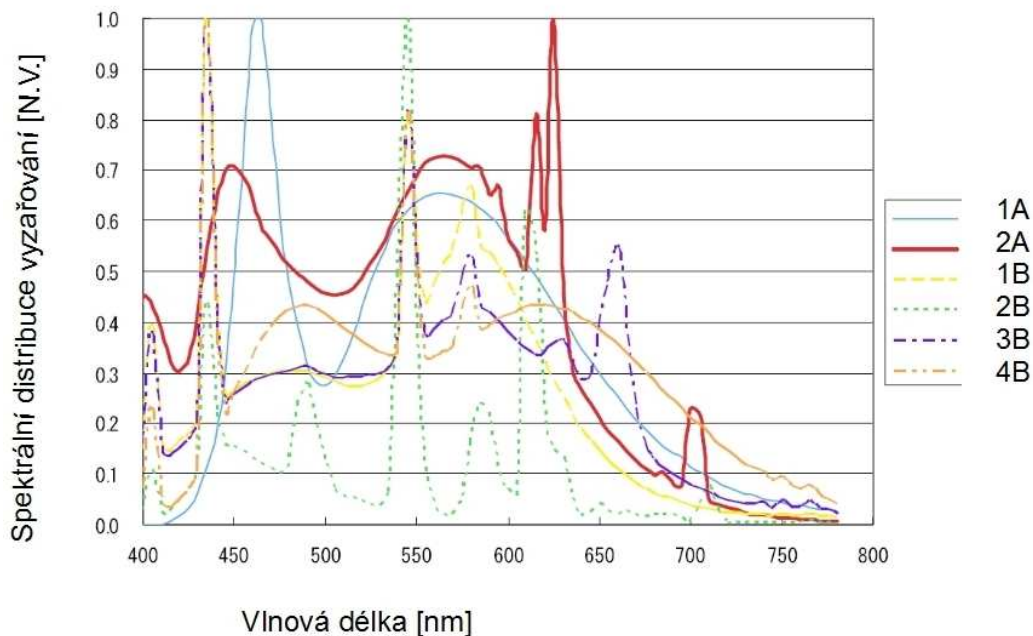
použit speciální fluorescenční zdroj se spektrální výkonovou vyzařovanou distribucí podobnou CIE standardizovanému zářiči D50.

	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

	Typy zdrojů		Ra	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15
1A	LED	Dichromatická bílá	79	59	93	70	53	95	98	89
2A		Trichromatická bílá	85	20	68	77	69	83	92	79
1B	Fluorescentní zdroje	Obecný	70	-71	52	55	64	65	94	51
2B		Tri-band	88	34	58	78	69	97	74	97
3B		High color render white	90	48	70	79	79	84	93	82
4B		CIE D50	99	97	98	99	94	98	99	99

• Tabulka 2: Parametry pro měřené zdroje



• Obrázek 5: Distribuce testovací objekty

Jako testovací vnímané objekty byly použity barevné archy (15 typů). Vizuálně tyto archy odpovídaly Munsellově notaci podle CIE 13.3. Testy byly prováděny v boxu o rozměrech 500 mm×500 mm×600 mm, které byly vystlány černým neodrazivým materiálem. Dno tohoto boxu bylo používáno pro testovaný vzorek a strop byl použit pro instalaci testovaného zdroje. Osvětlenost na dně boxu byla nastavena na 500lx.

Některé z výsledků experimentu jsou znázorněny v následující tabulce. Aktuální visuální stupeň vnímání 8 testovacích archů může být zhruba korelován k hodnotě CIE General Color Rendering Index (Ra) ačkoliv, koeficient korelace činil 0.6476 a stupeň korelace není nezbytně silný. Metoda zkoumání podání barev CIE může být aplikována pro hrubé stanovení vlastností podání barev bílých LED.

	Typy zdrojů		Visuální test vnímání	Koeficient korelace
1A	LED	Dichromatická bílá	1,9	0,6476
2A		Trichromatická bílá	3,8	
1B	Fluorescentní zdroje	Obecný	2,9	
2B		Tri-band	4,3	
3B		High color render white	3,7	

• Tabulka 3: Výsledky experimentu

Závěr

Na základě výše zmíněných metod zjištění podání barev bílých LED může být konstatováno, že trichromatické LED bílé mohou být použity i v poměrně náročných aplikacích s vysokými požadavky na podání barev. Jejich podání barev se blíží i velice kvalitním konvenčním zdrojům. V současné době nejsou na nouzové systémy co se týká těchto parametrů kladeny nikterak vysoké požadavky, ale účelem dalších zjištění bude zkoumání barevného podání nouzového osvětlení na subjektivní pocity ovlivněné osoby.

Literatura a odkazy

- [1] CIE Publication: CIE 13 : Method of measuring and specifying colour rendering properties of light sources, 1st edi. (E-1.3.2) , 1965
- [2] CIE Publication: CIE 13-3 : Method of measuring and specifying colour rendering properties of light sources, 3rd edi., 1995
- [3] N. Sandor, P. Bodrogi, P. Csuti, B. Kranics, J. Schanda : Direct visual assessment of colour rendering, CIE Compte Rendu D1-42, 25th Session CIE San Diego, 2003
- [4] T. Tarczali, P. Bodrogi, J. Schanda : Colour rendering of LED sources, 2nd CIE Expert Symposium on LED Measurement, 2004

Nekonvenční aplikace lineárních zářivek

Jiří, Plch, Doc. Ing., CSc.¹,
Světelná technika Brno , jiri_plch@volny.cz,

Úvod

Světelná technika, projektanti se musí připravit na skutečnost, že v blízké budoucnosti budou muset reagovat na celou řadu významných změn, které už dnes mají obecně stanovený základ. Tyto skutečnosti lze stručně charakterizovat takto :

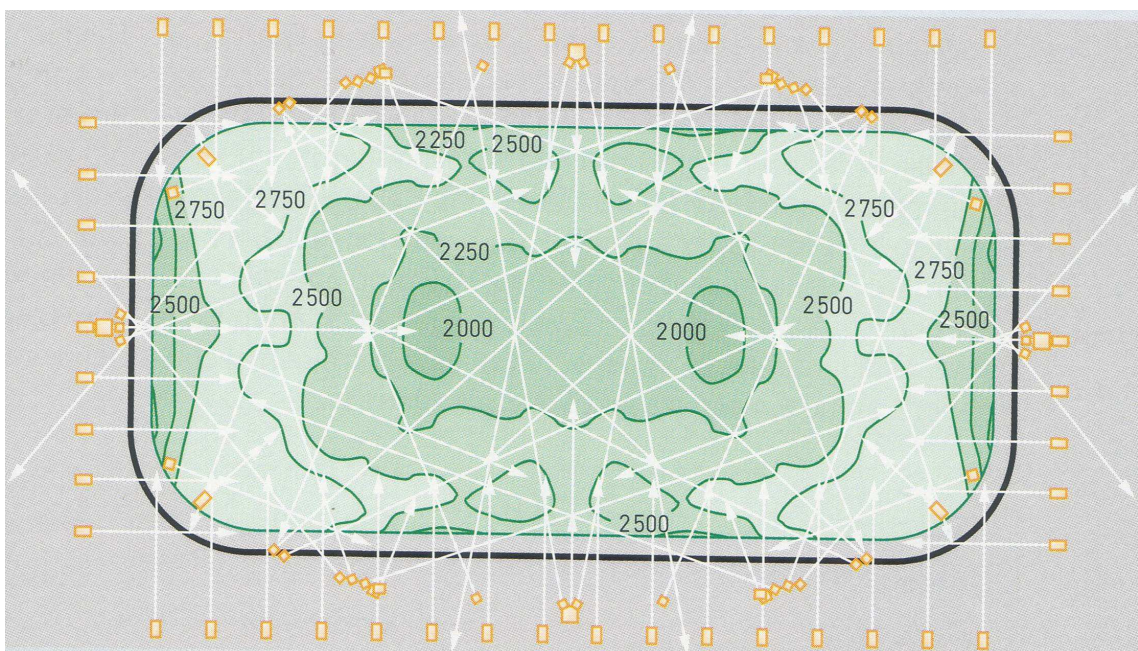
- Zvýšení potřeby kvalitního osvětlení
- Uplatnění esteticky pojímaných svítidel s optimálním rozložením distribucí světelného toku, využití designu,
- Orientace na úspory elektrické energie
- Posílení úlohy údržby s důrazem na jednoduchost svítidel
- Nízkoenergetická architektura.

V souhrnu jde o vysoké užité vlastnosti osvětlovací soustavy jako celku.

Do této oblasti patří i osvětlování vnitřních sportovišť a tento příspěvek má ukázat na některé možnosti aplikace lineárních zářivek pro osvětlení hrací plochy ledního hokeje.

Současný stav

Dnešní podoba osvětlovací soustavy hrací plochy ledního hokeje povětšinou vychází z aplikací výbojkových svítidel s halogenidovou výbojkou o příkonu až 2 000 W. Taková sestava je znázorněna na obrázku 1.



• Obr. 1 – Klasické osvětlení hrací plochy

Sestává z 50ti ks svítidel , které tvoří hlavní osvětlovací soustavu a ze soustavy, která je určena pro vytvoření odpovídajících vertikálních hladin osvětlení, při TV přenosech. Postavení hlavních TV kamer je též na obrázku vyznačeno a naznačeno rozmístění reflektorových svítidel. Celková energetická náročnost hlavní osvětlovací soustavy je 115 kW.

Pohled na současnost

V současné době lze za klíčovou vlastnost světla označit skutečnost, že napomáhá navození správných motivačních programů, nutných pro výkon vlastních lidských činností, pro regeneraci fyzických a psychických sil. Jinou roli mají osvětlovací soustavy sportovišť. Jejich účelem je vytvoření odpovídajících světelných podmínek pro hráče, diváky. V případě TV přenosů vstupuje požadavek přenosů do popředí.

Již od nepaměti se ne nadarmo říká, že i světlo prodává a na této skutečnosti je postavena filozofie provozovatelů stadiónů, vytvořit něco nového, originálního i při takových zápasech, jako je lední hokej, krasobruslení, exhibice či pro placené reklamní účely. Pro diváka se tak připraví „šou dva tři“ se vším všudy, laserové nevyjímaje.

Kromě požadavků na rozdílné úrovně hladin osvětlení, podle třídění zápasů (mezinárodní, ligová soutěž, trénink, různých stupňů a úrovní) se ve scénáři zápasů a jiných akcí dnes vyžaduje provoz osvětlovací soustavy v režimu „ON - OFF“. A právě tato skutečnost je silně omezena u stávajících řešení, kde je osvětlení dosahováno pomocí svítidel s vysokotlakými halogenidovými výbojkami.

Jsou tak hledány cesty, jak využít v technice osvětlování lineárních zářivek, které tento režim umožňují.

Aplikované řešení

S velmi zajímavým řešením přišla již v roce 1998 společnost Fagerhult, která realizovala osvětlení zimního stadionu ve Švédsku (L2) a celkový pohled je uveden na obrázku 2.



• Obr. 2 – Řešení osvětlení s lineárními zářivkami

Toto původní řešení vycházelo z aplikace lineárních zářivek T8 aplikovanými ve svítidlech 3 x 58 W. Jaké jsou možnosti v přítomnosti, ukazuje následující pohled.

Světelné zdroje

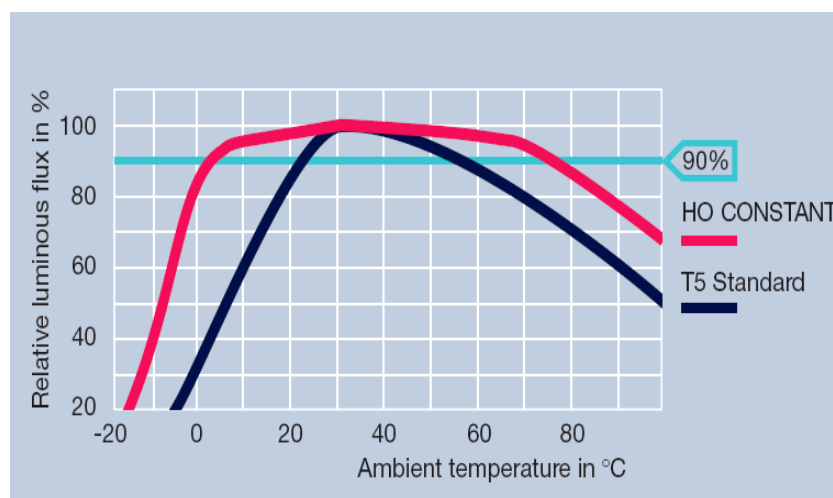
Dnes výrobci světelných zdrojů nabízejí nejmodernější koncepci lineárních zářivek T5 (16mm). Tyto zářivky T5

(s přihlédnutím ke klasifikaci výrobků renomovaného výrobce - OSRAM) lze rozčlenit do čtyřech základních skupin :

- Skupina I. – T5 HE High Efficiency (vysoká účinnost)
- Skupina II. – T5 HO High Output (vysoký výkon)
- Skupina III. – T5 HO Konstant (minimalizace teplotní závislosti světelných zdrojů)
- Skupina IV. – De Luxe T5 HO (vysoký index podání barev).

Každá skupina má však přesně definované oblasti použití a výchozím předpokladem pro aplikaci je provozní teplota okolí.

Na zimním stadionu nelze očekávat optimální provozní teploty, spíše naopak. Zde hraje tu klíčovou roli funkční závislost světelného toku lineární zářivky na provozní teplotě. Tato funkční závislost pro skupinu lineárních světelných zdrojů T5 – Standart a Konstant je potom uvedena na obrázku 3.



• Obr. 3 Závislost světelného toku zdroje na provozní teplotě

Při volbě vhodného výkonového typu světelného zdroje je nutné zohlednit celou řadu dílčích parametrů. Ty nebudou podrobně rozváděny a vyplývají z následující tabulky.

Parametr	Lineární zářivka T5			Poznámka
	49 W	54 W	80 W	
Světelný tok	4750 lm	4850 lm	6800 lm	
Měrný výkon	96,93 lm/W	89,81 lm/W	85 lm/W	
Příkon na 1m	42,64 W/m	47, W/m	55,2 W/m	
Výkon na m	90,73 %	100 %	117 %	
Technický život	15 000 hodin			
Index Ra	80 - 89			
Teplota Tc	4 300 K			
Provozní teploty	5 – 70 °C			
Pořadí výhodnosti	1	2	3	

• TAB. I – Stanovení výhodnosti aplikace lineární zářivky T5

Naznačená analýza ukazuje, že z pohledu funkčního se jeví neoptimálnější varianta aplikace 49 W lineární zářivky. T5

Svítlidla

V tomto ohledu je nutné upozornit na skutečnost, že jde o poměrně velké závěsné výšky 12 m i více. Aby svítidla byla z tohoto pohledu účinná, musí mít i odpovídající křivku svítivosti, úzkou, která s využitím vysoce reflexního povrchu, parabolického tvaru, umožní získat 800 – 1000 cd/klm. Přitom lze využít 2 – 3 zdrojů.

K dispozici je celá řada, svítidla zmíněné společnosti nevyjímaje.

Řešení vlastní osvětlovací soustavy

Řešení vždy vychází ze stavebně konstrukčního řešení celé haly. Nejběžnější jsou systémy, které umožní realizovat souvislé řady, do kterých se upevní zářivková svítidla, zpravidla s postačujícím krytím světelné části IP 20, elektrické IP 21 (skapová voda).

Základní rozměry hřiště 60 x 30 m, tak předurčuje i celkovou osvětlovanou plochu, která s 10 % zvýšením, představuje celkem 2 200 m². Počty aplikovaných svítidel dvouzdrojových je potom uveden v tabulce II.

Varianta	8 řad	10 řad	Poznámka
Výkon OS	384 ks	480 ks	
100 %	38,784 kW	48,480 kW	
50 %	19,392 kW	24,24 kW	
30%	11,635 kW	14,544 kW	
10 %	3,878 kW	4,848 kW	

• TAB. II.– Energetická náročnost osvětlovací soustavy hrací plochy

Při stanovení počtu svítidel v řadě bylo vycházeno ze skutečnosti, že musí jít o takový počet, který je dělitelný 3 a je přitom číslem sudým . (např 48). Na podélnou délku hřiště lze potom snadno umístit 48 ks svítidel v příčném směru potom 8 – 10 řad. Toto řešení samo o sobě poskytuje nebývalý počet možností spínání. V základní variantě potom 75 % ,50 % ,30 % . 10 % . U svítidla 2 x 49 W je celkový příkon kolem 101 W.

Řízení provozu OS

Dnes se prosazuje aplikace svítidel s digitálním předřadníkem, často s řízením 1 – 10 V. Podíváme-li se na požadavky provozovatele, potom vyplývá že klíčový požadavek z provozu osvětlovací soustavy „ ON – OFF“ by za tohoto stavu byl jen těžce dosažitelný.

Navíc celý tento systém značného počtu svítidel může vyvolávat parametrické jevy, vzájemné ovlivňování a regulace je značně komplikovaná.

Na podkladě provedeného stručného pohledu na systém regulace a řízení s akceptováním základní podmínky se ukazuje jako nejjednodušší, nejspolehlivější sekční systém spínání skupin svítidel osvětlovací soustavy.

Tím se dosáhne :

- plné respektování zadání v režimu OFF-ON (0-100%)
- provozování světelných zdrojů v optimálních provozních režimech,
- velkého počtu variací úrovně osvětlení hrací plochy ,
- zvýší se provozní spolehlivost celého systému na nejvyšší možnou úroveň,
- odpadne celá datová síť ke svídlům,
- vyloučí se možnost parametrického ovlivňování provozu svítidel s EP,
- celkové tak dojde ke snížení provozních a udržovacích nákladů.

Budeme-li vycházet ze skutečnosti, že je osvětlovací soustavy hrací plochy ledního hokeje tvořena 480 svídlů v 10ti řadách, potom podle počtu variací, se dosáhne takového počtu možných kombinací, které není schopen provozovatel ani využít.

Jde totiž jenom vždy o přesně definované skoky v úrovních a ty se dají snadno dosáhnout při jednoduchém systému spínání a ovládání.

Taková osvětlovací soustava potom bude neekonomičtější, s nejvyšší užitnou hodnotou.

Ekonomické dopady

Vyčíslení celkových ročních provozních nákladů na osvětlovací soustavu, která je provozována se svídlů s vysokotlakými halogenidovými výbojkami a se zářivkovými reflektorovými svídlů se dá velmi snadno realizovat, protože jsou známy technické životy jednotlivých světelných zdrojů, známe i cenu lidské práce.

Z celkového pohledu je evidentní, že tato doposud opomíjená složka provozních nákladů, se stane v nejbližším období jednou z rozhodujících. Top vyplývá ze skutečnosti, že již v přítomné době se pociťuje soustavný nedostatek odborných pracovníků, vykonávající takové specializované činnosti. Tento nedostatek potom zákonitě vede k tomu, že se zvyšuje cena lidské práce. Varovné signály z poslední doby to jenom potvrzují - fenomén lidské práce.

Pro názornost je uvedena v následující tabulce III. celkový roční objem nákladů na provoz, při aplikaci osvětlovací soustavy s lineárními zářivkami a celkovým počtem svítidel 480 jak bylo výše uvedeno, pro různé typy činností a předpokládanou využitelnost.

Třída - Činnost	Doba trvání	Příkon	Jednotková	Cena za energii
I	200 hodin	48,48	3,60 k/kWh	34 905,60 Kč
II	600 hodin	24,24		52 358,40 Kč
III	2000 hodin	14,54		104 688,00 Kč
Ostatní	750 hodin	14,54		39 258,00 Kč
Společenské	50 hodin	24,24		4 36,20 Kč
Souhrn	3 600 h			235 573,20 Kč

• TAB. III. - Celoroční náklad na odebranou elektrickou energii podle druhu činností

Celoroční náklad za odebranou elektrickou energii tak činí zlomek ceny, kterou by provozovatel musel zaplatit při provozu osvětlovací soustavy s halogenidovými výbojkami.

Závěr

V tomto příspěvku je naznačeno nekonvenční aplikace lineárních zářivek při osvětlování hrací plochy ledního hokeje. Naznačuje cestu optimalizace celé osvětlovací soustavy s možnostmi daleko širšího využití světelných efektů při různých činnostech a využití haly.

Z celkového pohledu, jak bylo hned v úvodu naznačeno, se zcela evidentně dnes dostává do popředí, doposud opomíjená složka, provozních nákladů. Ta se stane a již stává, jednou z rozhodujících. Neúměrně se zvyšuje cena práce a to jak elektrické tak lidské.

To vyplývá ze skutečnosti, že již v přítomné době se pociťuje soustavný nedostatek odborných pracovníků, vykonávající takové specializované činnosti. Tento nedostatek potom zákonitě vede k tomu, že se zvyšuje cena lidské práce. Varovné signály z poslední doby to jenom potvrzují, fenomén lidské práce.

Na straně druhé cena elektrické energie, tak jak je prognózována v dohledné době neumožňuje konstatovat stagnaci úrovně, spíše naopak. Aby se nezvyšovaly celkové provozní náklady je určující, že budou dodrženy jednak uvedené zásady a dále se bude snižovat počet prvků, které mají nižší technický život, než třeba světelné zdroje či naopak.

Příkon aplikovaného svítidla s elektronickým předřadníkem je 101 W/ svítidlo (2 x 49 + 2 x 1,5 W), při navrhovaném uspořádání, bude celková energetická náročnost takto modernizované osvětlovací soustavy hrací plochy ledního hokeje z pohledu celoročního provozu jen minimální náklady.

Současné možnosti světelné a osvětlovací techniky jsou již na takové úrovni, že umožňují taková řešení, která svými vlastnostmi budou patřit do skupiny osvětlovacích soustav s vysokými užitnými vlastnostmi a to je náš cíl.

Literatura a odkazy

- [1] Sokanský, K., Válek, P. Technický život výbojek při různých provozních režimech. 5th International Conference SVĚTLO LIGHT 2002, Brno, Česká Republika, 11-13.6. 2002, str. 157-160, ISBN 80-238-8928-1
- [2] Hořínek, D.: Moderní osvětlení hokejových stadiónů ve Švédsku
- [3] SVĚTLO, 2008, č. 2, strana 12-13
- [4] Plch, J.: Světelná technika v praxi
- [5] IN EL Praha, 2000, ISBN 80-86230-09-0, stran 210 stran,

Technické normy na národní úrovni

- ČSN EN 12 193
360454) – Světlo a osvětlení- Osvětlení sportovišť
Červenec 2000, změna 2008
- Vyhláška č. 177/2006 Sb. (změna zákona č. 406/2000 Sb)
o hospodaření energií
- ČSN EN 12665 (ČSN 36 0001): 2003 Světlo a osvětlení - Základní termíny a kritéria pro stanovení požadavků na osvětlení
ČSN EN 12646-1 (ČSN 36 0001): 2003 Světlo a osvětlení – Osvětlení vnitřních pracovních ploch

Technické předpisy na mezinárodní úrovni

- Na úrovni mezinárodních technických norem a doporučení:
 - a) Směrnice EU 2002/91/EG
 - b) Publikace CIE č 45/ 1979 – Osvětlení pro lední sporty
 - c) Publikace CIE č 58/ 1983 – Osvětlení sportovních hal
 - d) Publikace CIE č 83/ 1989 – Pokyn pro osvětlení sportovních podniků pro barevnou televizi a film
 - e) Publikace CIE (TC 5.11) Praktické zásady pro návrh osvětlení sportovních podniků pro barevnou televizi a film – připravovaná publikace

Firemní literatura

- a) HELVAR
DNA Nehvizdy
DIGIDIM DALI – Systém řízení
Technická příručka
- c) Firemní literatura OSRAM,
Katalog světelných zdrojů 2007
- d) Firemní podklady výrobců svítidel
FAGERHULT , aj
- f) Katalogový list svítidla FAGERHULT
Typ 32 864 Inducon Narrow Beam 2 x 80 W.

Zdravotní aspekty nevhodného zastínění

Jiří Plch, Doc. Ing. CSc.,

Česká společnost pro osvětlování, e-mail: jiri_plch@volny.cz

Anotace

V příspěvku jsou rozváděny účinky cirkadiánní energie jak denního tak umělého světla na lidského činitele. Jsou uváděny některé praktické dopady vycházející z opomíjení účinků při pracovních činnostech a konfrontovány se současným pohledem vycházejícím z nízkoenergetické architektury. Dále se příspěvek zabývá možnostmi, jakým způsobem je možné tyto účinky hodnotit a posuzovat v praktickém prostředí.

Klíčová slova : cirkadiánní energie, denní osvětlení budov, hodnocení a posuzování zastínění

Úvod

Světlo patří odjakživa ke klíčovým faktorům, které významnou měrou podmiňují u člověka jeho fyziologické, psychologické funkce a biologické, které jsou ovlivňovány nejen množstvím světelné energie, jejím časovým a prostorovým rozložením, ale i druhem světla, jeho barevnou jakostí.

Zvláště pak poslední výzkumy ukončené a zveřejněné počátkem tohoto století jen potvrzují oprávněnost zvýšené pozornosti této problematice.

Duální funkce zraku

Planeta Slunce určujícím způsobem ovlivňuje veškerý pozemský život. Na zemský povrch, v řízených cyklech, dopadá velmi významná energie. Ta ovšem není k dispozici podle našich představ, není na potřebné úrovni a na správném místě. Z hlediska techniky osvětlování jde o relativně problematický světelný zdroj, který je však ve funkčním postavení zcela nenahraditelný, nositelem bezpočet informací nutných pro zajištění chodu biologických systémů člověka a dalších živočichů vegetace a pod.

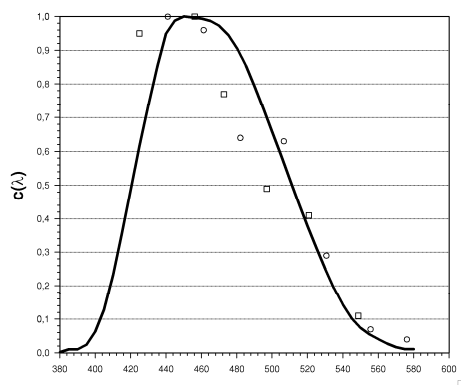
U člověka lze mít za prokázané, že světlo, kromě fyziologických a psychologických účinků má tyto biologické účinky

- kontrolu biologických hodin,
- přímé, stimulační efekty,
- ovlivňování, v pozitivním smyslu, pocitů a nálad člověka.
-

Problematice těchto účinků byla věnována dlouholetá a mimořádná pozornost. Hovořilo se v těchto souvislostech o duální činnosti zraku, ale po dlouhou dobu se nedařilo prokázat přímou souvislost biologických účinků s činností zraku. V přítomné době může říci, že duální činnost zraku je ve své podstatě založena na terciérní činnosti gangliových buněk na pozici 3. neuronové dráhy.

Ve strukturovaně pojímaných gangliových buňkách, které mají fotosensitivní charakter, byl objeven fotopigment – melanopsin. Tak v konečné podobě lze uvádět, že gangliové buňky nejsou jenom klíčovým spojením základních zrakových receptorů tyčinek a čípků s CNS (centrální nervovou soustavou) a jsou odpovědné za přenos zakódovaného zrakového vjemu v podobě signálu do vyšších center mozku pro dekodování, za účelem rozpoznání v centrech, pohybu, barvy či tvaru, ale jsou zodpovědné i za ochranu receptorů při náhlých změnách jasů (pupilární reflex). Jsou však přímo zapojeny i do regulačních pochodů, svázaných s cirkadiánními rytmy, odpovědné za denní chod biologického systému v závislosti na definované spektrální skladbě světla. Odtud se potom odvíjí terciérní činnost gangliových buněk.

Příchodem nového století byly ukončeny výzkumy BRAINHARDA a THAPANa a podrobněji jsou specifikovány a kvantifikovány spektrální energie, které podmiňují aktivitu gangliových buněk a tvorbu proti spánkovému hormonu melatoninu na úrovni gangliových buněk – melatospin. Tento základní průběh je potom naznačen na následujícím obrázku.

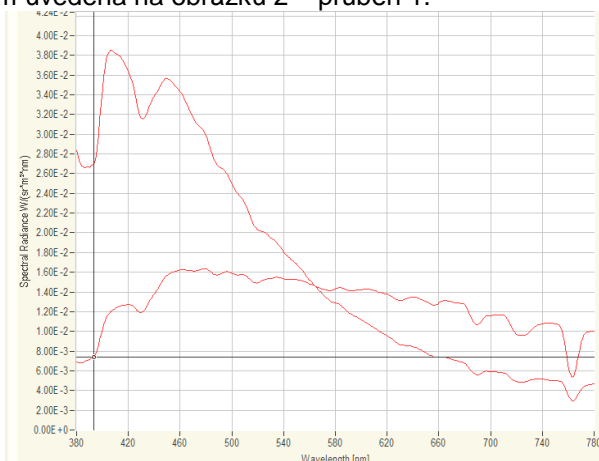


Obr.1 – Spektrální skladba cirkadiánně účinné energie

Denní světlo

Sluneční záření, jako přirozený světelný zdroj, hraje v našem pozemském životě jednu z hlavních rolí, denní světlo je neodmyslitelnou součástí našeho životního prostředí. Proto bylo nutné stanovit a kvantifikovat přístup k dennímu světlu, na různých úrovních lidských činností, vytvořit odpovídající technicko právní rámec pro navrhování a vytváření příznivých světelných podmínek v budovách. Tak má prakticky každý zákonný nárok na přiměřený přístup k dennímu světlu, určený normovými hodnotami.

Základem je zavedená metodika výpočtů denního osvětlení (č d o), která vychází z nejnepříznivějšího stavu, definovaného zamračenou oblohou s minimální exteriérovou hodnotou osvětlení 5 000 lx. Spektrální analýza tohoto stavu je potom uvedena na obrázku 2 – průběh 1.



Obr. 2 – Spektrální analýza rozložení energie pro různé stavy oblohy

1 – zatažená obloha dle CIE,

2 – sluneční den s modrou oblohou a částečnou oblačností

Určení cirkadiánně účinného koeficientu acv

Pro určení koeficientu cirkadiánně účinného koeficientu zdrojů ať přirozených či umělých zdrojů, je založena na podrobné spektrální analýze rozložení světla, které jsou základem pro určení souřadnic x,y v kolorimetrickém trojúhelníku .

Vztah mezi souřadnicemi je určen následujícím vztahem

$$X + Y + Z = 1 \tag{1}$$

potom souřadnice z se vypočte

$$z = 1 - (x+y) \tag{2}$$

Světlo se spektrální distribucí analyzovanou na podkladě měření, bude mít cirkadiánně účinný koeficient, v souladu s cirkadiánní účinnou křivkou $c(\lambda)$ podle obrázku 1, vypočtený ze vztahu

$$a_{cv} = z/y = 1 - (x+y) / y \quad (3)$$

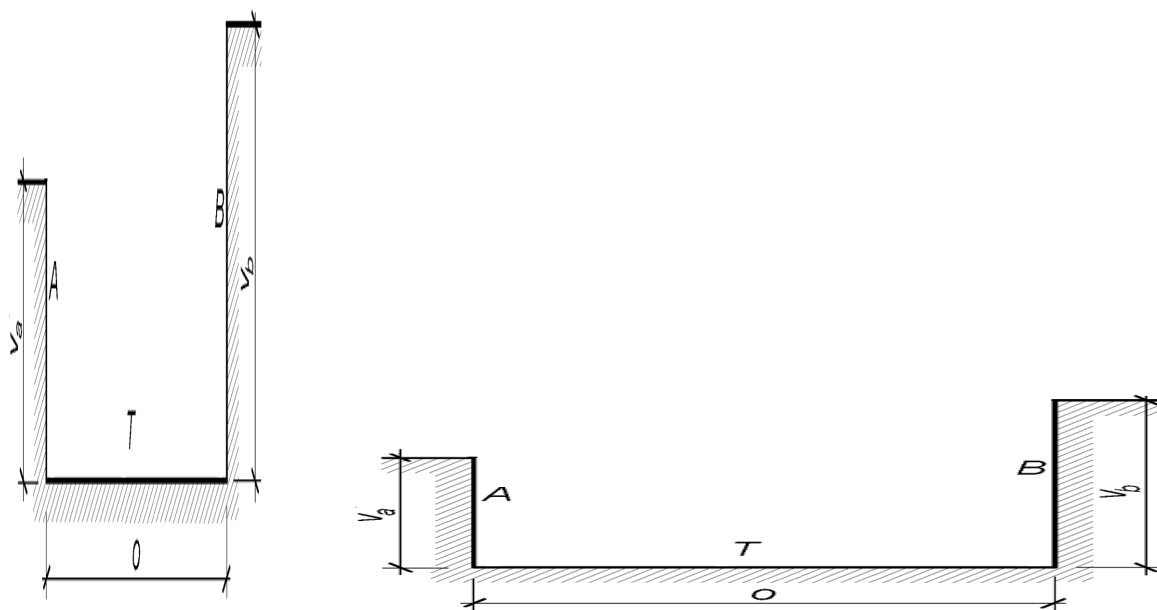
V následující tabulce jsou potom uvedeny hodnoty stanovené na podkladě měření, uvedeného na obrázku 2. pro nejnejpříznivější stav oblohy a sluneční den s vyšší oblačností je uvedena hodnota cirkadiánně účinného faktoru - a_{cv} v tabulce I.

Souřadnice	1 – zatažená obloha dle CIE,	2 – sluneční den s modrou oblohou a částečnou oblačností
x	0,3246	0,2407
y	0,3372	0,2507
z	0,3382	0,5086
a_{cv}	1,002	2,028

TAB. I. - hodnota cirkadiánně účinného faktoru - a_{cv}

Stínění

Nová výstavba přináší problémy se zastíněním již stávajících objektů nebo zastínění mezi sebou navzájem. V celé řadě případů tak vznikají zcela minimální odstupy stínící překážky od budovy. Tyto stínící překážky jsou navíc i výrazně barevně řešené. Takové dva extrémní případy jsou naznačeny na následujícím obrázku.



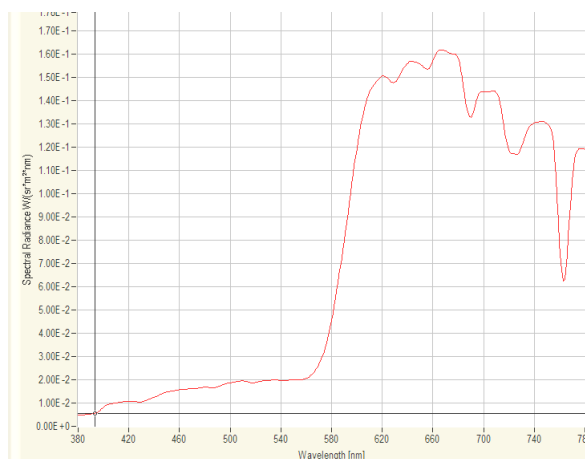
Obr. 3 Extrémní případy zastínění 1 – velmi malé odstupy stěn budov

2 - značné odstupy stěn budov

S ohledem na to, že v takto zastíněných místnostech budov se při výpočtech č.d.o. aplikují jen integrální hodnoty činitele odraznosti, nebude se nikdy dosahovat odpovídajících výsledků. Je zcela na místě analyzovat možnosti reálné předpovědi dopadu hodnot jasu stínící překážky na okolní zástavbu a zavedení této hodnoty do výpočtu činitele denní osvětlenosti a předcházet tak případným negativním dopadům i při vizuálně příznivém návrhu barevnosti průčelí stínícího objektů.

V těchto případech je namístě analyzovat i možného působení složka odrazu přímého slunečního svitu od stínící barevné plochy, zvláště jde-li o orientaci ke světovým stranám JV – J – JZ. Takový osvětlovaný vnitřní prostor nebude mít kvalitní denní osvětlení, i když předběžným výpočtem, s využitím středních směrných hodnot odrazivosti povrchů, bude osvětlení vyhovovat normativním požadavkům. Úrovně osvětlení, které vzniknou, v důsledku barevného zastínění, bude mít zcela jiné, nevyhovující světelné spektrum. Správné osvětlení místností bude jen takové, kde bude dodržena požadovaná hodnota č d o , ale také jeho spektrální složení. V opačném případě vznikají v budově prostory s naprosto nevhodnými

světelnými podmínkami, které mohou vést k vážným zdravotním poruchám. Taková změna ve spektrálním skladbě denního světla je potom uveden na obrázku 4.



Obr. 4 – Spektrální skladba odraženého světla od barevné stínící překážky

Provedeme-li výpočet hodnoty cirkadiánně účinného faktoru - a_{cv} podle výše uvedených zásad i pro tento případ, jak je uvedeno v tabulce II., vidíme, jak negativně se změní spektrum přiváděného denního světla do prostorů.

Souřadnice	3 – barevná stínící překážka,
x	0,5516
y	0,3510
z	0,0974
a_{cv}	0,2988

TAB. II. - Výpočet hodnoty cirkadiánně účinného faktoru - a_{cv} pro barevnou stínící překážku

Závěr

Role, kterou světlo hraje ve vztahu k lidskému organismu, sahá daleko za jeho funkci jako prostředku zrakového vnímání. Má rozhodující vliv na lidské zdraví. Nedostatečný přístup k dennímu světlu s definovaným spektrálním průběhem pak může u lidí vést k poruchám spánku a podryvat pocity fyzické a psychické pohody, mít demotivující účinky.

Vytváření světelných podmínek, odpovídající skladbě pracovních činností s přiznanou dynamikou denního světla v jasové rovnováze, podle mezinárodních doporučení, je zcela jasný a promítnutí těchto nových poznatků do návrhových postupů, předpisů či přímo normových hodnot je definovaný cíl pro nejbližší období.

Literatura :

- [1] Plch, J.: Světelná technika v praxi, IN EL Praha, 2000, 256 stran, IBSN: 80-86230-09-0
- [2] Juklová, M., : Posuzování osvětlení v projektové dokumentaci, Osvětlování v prostředí nově zaváděných norem a předpisů, Kurz osvětlovací techniky XXIII, Douhé stráně 2004, strana 57 – 63, IBSN : 80-248-0659-291
- [3] Plch, J., Mohelníková, J., Suchánek, P.: Osvětlení neosvětlitelných prostorů, ERA Brno, 2004, 130 stran, IBSN : 80-86517-82-9
- [4] Kaňka, J. : Denní osvětlení budov a stínící překážky, Mezinárodní konference SVĚTLO, Brno 2002
- [5] Baker, N., Steemers, K. Daylight design of buildings. James & James science Publisher, Ltd[1], London 2002
- [6] Bracale, G., Mingozzi, A., Bottiglioni, S.: Performances and Daylighting applications of Solatube. The Tubular skylight. Proc. Conf. Lux Europa 2001, Reykjavik, s. 360 – 384
- [7] Callow, J.M. Daylighting Using Tubular Light Guide Systems. PhD thesis, University of
- [8] Plch, J., Mohelníková, J., Vajkay, F.: Assessment of daylighting of the staircase inside of the residential building - Central Park in Prague, BUT Brno 2006.

Denní osvětlení schodiště výškové budovy

Jiří, Plch, Doc. Ing., CSc.¹, Jitka Mohelníková, Ing. Ph.D., František Vakay, Ing., Ph.D.,²

¹Česká společnost pro osvětlování, jiri_plch@volny.cz,

²Fakulta stavební VUT v Brně, mohelnikova.j@fce.vutbr.cz

Úvod

Světlovody přiváděly denní světlo do vnitřních prostor budov již od nepaměti. Klasické moderní světlovody sestávají z nástřešní kopule, světlovodného tubusu kruhového profilu a stropního difuzoru. Existují také světlovody „štěrbinové“, u nichž se světlo dostává do místností otvory (okny) v plášti světlovodného tubusu. Tohoto principu bylo využito při návrhu atypického světlovodného systému. Světlovod byl navržen v projektu obytných domů v Praze pro osvětlení schodišťového prostoru o celkové výšce čtrnácti podlaží. V čelní stěně světlovodu jsou navržena okna, která v každém podlaží. Osvětlují schodišťové podesty

Světelně technické řešení

Světelně technické řešení atypického světlovodu se odvíjelo od úložného prostoru, který byl pro světlovod vymezen. Základní rozměry tohoto prostoru byly předdefinovány a rozměry nemohly přesáhnout 450 mm x 1200 mm.

Klasický světlovod se navíc ukončuje difuzorem, s resonovaným povrchem, aby zajistila vhodnou distribuce přiváděného světla z úrovně stropní konstrukce. U tohoto případu atypického světlovodu, bylo nutné vycházet z požadavku, aby denní světlo vstupovalo do prostoru „schodišťovým oknem“, které má ovšem vertikální uložení.

Základní světelně technická koncepce vycházela z návrhu (1) který musel respektovat předdefinované rozměry s poměrem 1 :2,66 (1200/450) a se stíhlostním koeficientem 1:37,5.

Základem dalšího postupu řešení optimálního tvaru odrazné plochy, s ohledem na všechny stanovené požadavky, se stal plochooávný tvar světlovodu. Ten je definován kruhovou odrazné plochou v bocích přecházející v plochu rovinnou. Tato plocha jedinečně umožňuje realizovat výstup ve vertikální rovině.

Při návrhu přechodu bylo nutné uvažovat s takovou propustností skla, výstupního otvoru, které bude částečně eliminovat nerovnoměrnosti mnohonásobných odrazů v prostoru vlastního světlovodu, hlavně při šikmých dopadech denního světla na kopuli.

Také požadavek na celkovou délku atypického světlovodu 45 metrů a svým způsobem dokumentuje zcela ojedinělý případ.

Model atypického světlovodu

Atypický světlovod byl navržen v souladu s teorií podobnosti v poměru respektující základní rozměry, délku 45 m a průřezovou plochu 450 mm x 1200 mm (plochooávný), který má osvětlovat schodišťový prostor prostřednictvím otvorů (oken) o rozměrech 600 mm x 1200 mm v plášti světlovodného tubusu.. Posouzení úrovně osvětlení schodišťového prostoru navrhovaným atypickým světlovodem, bylo potom provedeno na realizovaném modelu, který byl zhotoven z nerezového plechu v měřítku 1:10, ve vnitřní části modelu byl vložen materiál s vysokou hodnotou odraznosti povrchu, respektující odrazné vlastnosti tubusů klasických světlovodů. Na čelní straně modelu byla vyřezána okénka v odpovídajícím měřítku, shodná s umístěním navrhovaných oken. Tyto výřezy byly překryty matovou krycí folií s vlastnostmi odpovídající budoucímu zasklení. Světlovod byl umístěn ve fotometrovně v horizontální poloze, aby bylo možné provést světelně technické posouzení. Sluneční záření, pro tento případ, bylo nahrazeno světelným zdrojem s odpovídající jasovou hodnotou. Výsledky z hodnocení a posuzování modelu atypického světlovodu bylo již uvedeno na konferenci Světlo 2007 a v časopise Světlo.

Realizace atypického světlovodu

Navržený typ světlovodu byl již realizován v komplexu obytných budov Central Park v Praze na Žižkově (obr. 1).



Obr. 1 Budova obytného komplexu Central Park, Praha Žižkov

Technické řešení vlastního světlovodu včetně realizace provedla společnost Lightway Praha, která při ní uplatnila celou řadu konstrukčních vylepšení, aby atypický světlovod ,v navrhovaném provedení, měl všechny odpovídající provozní parametry.

Základní charakteristika posuzovaného prostoru

Základní charakteristika posuzovaného prostoru s atypickým světlovodem má tyto výchozí údaje:

- Délka posuzovaného prostoru 4 220 mm,
- Šířka posuzovaného prostoru 2 125 mm,
- Výška posuzovaného prostoru 3 000 mm,
- Šířka světlovodu 1200 mm,
- Hloubka světlovodu 400 mm,
- Poměr stran světlovodu 1 : 3,
- Celková délka světlovodu – max 42,5m

Realizovaný návrh atypického světlovodu má také speciálně řešenou nástřešní část a to z toho důvodu, že základní tvar je plochooválný. V tomto případě byly použity dvě kopule z transparentního PMMA (obr 2) o průměru 520 mm. S přechodovou částí, tak aby s minimálními světelnými ztrátami navazovaly na svislou část světlovodu. Ve vnitřním prostoru potom celou konstrukci atypického světlovodu kryje obklad ze sádkkartonových desek, vytvářející velmi pěkný interiér s okenními výřezy. V těch jsou v kovovém rámu je uloženo katedrálové sklo.



Obr. 2 – Nástřešní kopule světlovodu

Velikost oken ve schodišťovém prostoru byla provedena odstupňovaně a to :

- 600 mm x 600 mm v nejvyšších podlažích – 10. až 14. podlaží,
- okna 600 mm x 900 mm ve středních podlažích – 9. až 5. podlaží,
- okna 600 mm x 1200 mm v nejnižších podlažích – 1. až 4. podlaží,

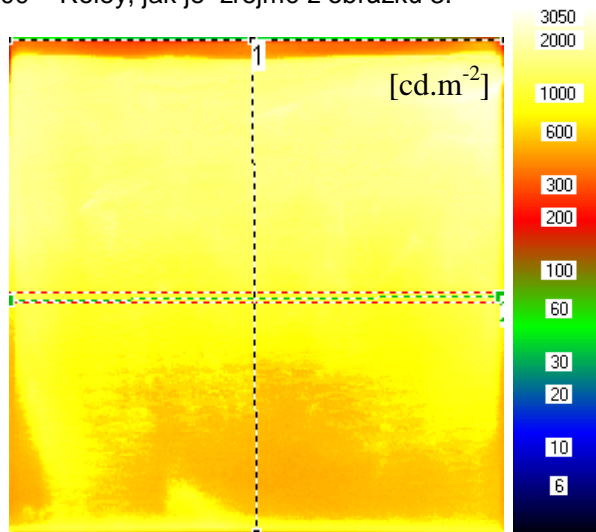
Metodika hodnocení a posuzování

Metodika posuzování úrovně denního osvětlení je všeobecně zavedená a známa a provádí se za podmínek rovnoměrně zatažené oblohy. Není ovšem smyslem a cílem atypického světlovodu přivést do uvedených prostorů kus zamračené oblohy, jak je požadováno pro měření a hodnocení denního osvětlení budov.

S ohledem na celkovou délku atypického světlovodu, byla pro tento případ hodnocení a posuzování zvolena metodika, vycházející jednak z dostupného přístrojového vybavení a dále ze skutečnosti, že měření, pro získání věrohodných výsledků, musí respektovat průběh změn, vytvářených přirozenou dynamikou světla. Tedy pro podmínky jasné slunečné oblohy, kdy se nejvíce využije denního světla dopravovaného prostřednictvím mnohonásobných odrazů od reflexních povrchů atypického světlovodu.

Orientačně se provádělo měření osvětlenosti na mezipodestách mezi jednotlivými podlažími. v úrovni 850 mm nad podlahou pomocí luxmetru Konica Minolta T-10 a jeho 3 přídavných čidel.

Hodnoty jasu povrchu okna schodišťového prostoru je zřejmá z přiloženého obrázku, získaného pomocí jasového analyzátoru LMK 2000 – Roley, jak je zřejmé z obrázku 3.

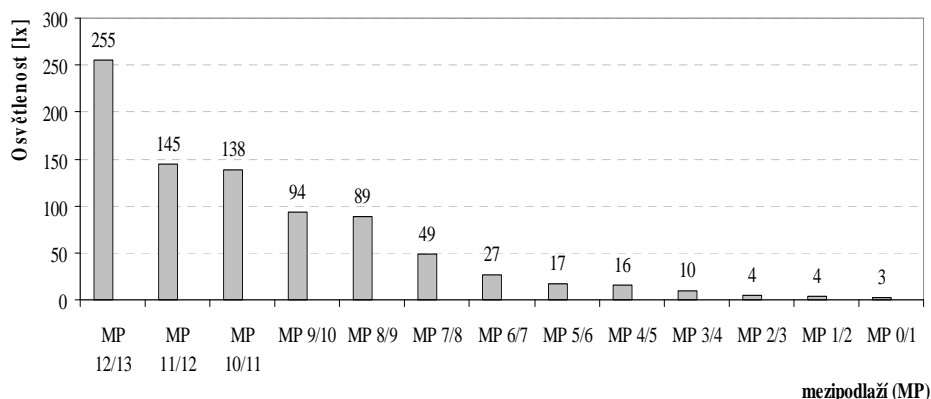


Obr. 3 – Jasová analýza okna schodiště ve 14. NP

Dále byly sledovány podmínky venkovní úrovně osvětlení u kopulí atypického světlovodu.

Z těchto realizovaných úvodních měření je zřejmé, že základem pro celkové hodnocení a posuzování atypického světlovodu v závěrečné podobě hodnocení, bude nutné vycházet z toho, jaké budou průběhy úrovně denního osvětlení v místě umístění kopulí a tomu potom relevantní jasové úrovně výstupního okna v nejvyšším podlaží.

První výsledky jsou potom uvedeny v grafu na obrázku 4.



Obr. 4 – První výsledky hodnocení úrovně osvětlení schodiště

Z takové analýzy a realizovaného měření úrovně osvětlení jednotlivých úrovní schodiště, systémem „per partes“ se dá dojít k výsledkům, nutným pro konečné hodnocení.

Subjektivně, ale již v těchto úrovních, lze říci, že schodišťové prostory mají odpovídající dynamiku denního světla, jsou prostory s odpovídajícím vizuálním komfortem.

Závěr

V přítomné době je realizace navrženého atypického světlovodu schodiště obytného domu Central Park Praha skutečností a lze ji považovat za evropskou raritu. Svou celkovou délkou a světelně technickým řešením, přivádí světlovodný systém denní osvětlení a jeho dynamiku do jinak obtížně dostupných částí budovy.

V tomto článku, byl ve stručném přehledu prezentován návrh, realizace a první výsledky posouzení osvětlení schodišťového prostoru pomocí atypického světlovodu. Ty měly jediný cíl, ověřit správnost metodiky a hodnocení tak dlouhého, atypického světlovodu s ohledem na rychlost probíhajících měn v úrovni denního osvětlení. V přítomné době se realizují další světlovody v obytném komplexu Central Park Praha a bude se realizovat v celkem deseti domech tohoto komplexu.

Již nyní, na této úrovni hodnocení a posuzování je možné konstatovat, že tento atypický světlovod, svou délkou a počtem realizací je prvním, velkým světlovodným projektem v České republice.

Má tento atypický světlovod nesporné výhody, nejen z pohledu tvorby příznivého vnitřního prostředí, ale vytváří základ pro energeticky úspornější provoz.

Cíl úvodních měření a naměřené hodnoty jasů a osvětlení byl splněn, stanou se podkladem pro závěrečné hodnocení a posuzování v reálných provozních podmínkách. Již na této úrovni lze také konstatovat, že stanovené hodnoty jasů výstupních oken na modelu a v realitě jsou téměř shodné a jsou podkladem pro další hodnocení a posuzování nejen z vizuálního pohledu. Subjektivní posuzování takového prostoru je také neopomenutelným faktorem.

Za zcela přirozené lze v tomto prostoru považovat klasické schodišťové osvětlení, vybavené ovšem nejmodernější technikou programového spínání, nezávislé na lidském činiteli, které bude v době zamračené oblohy a v noci prostor schodiště náležitě osvětlovat.

Literatura :

- [1] Pich,J,,: Světelně technické řešení atypického světlovodu
- [2] Studie , Lightway Praha 2005
- [3] Pich,J,: Světelná technika v praxi
- [4] IN EL Praha, 2000, ISBN 80-86230-09-0, stran 210 stran
- [5] Pich,J., Mohelníková, J.:
- [6] Metodika hodnocení a posuzování světlovodů
- [7] Mezinárodní konference SVĚTLO 2004 Brno, strana 186-191
- [8] Pich,J,: a kol.:
- [9] Vyhodnocení světelných podmínek pracovišť se světlovody
- [10]Praha-Butovice, 2005, celkem 18 stran
- [11]Pich,J., Mohelníková,J.:
- [12]Posouzení denního osvětlení schodiště výškové budovy -studie
- [13]Central park praha, Brno 2005,
- [14]Pich,J.,Mohelníková,J.: Modelové řešení atypického světlovodu pro schodiště, Brno 2006, stran
- [15]Pich,J., Mohelníková, J., Suchánek, P.:
- [16]Osvětlení neosvětlitelných prostorů
- [17]ERA Brno, 2004, 130 stran, ISBN ISBN 80-86517-82-9

Soupis obrázků s popiskami :

Obr. 1. Celkový pohled na budova obytného komplexu Central Park, Praha Žižkov, ve které byl instalován posuzovaný světlovod

Obr. 2. Vyobrazení nástřešní části světlovodu

*Obr. 3. Okno světlovodu v nejvyšším podlaží, monitorováno pro podmínky jasné oblohy
a) fotografie, b) jasový snímek*

Obr. 4. Okno světlovodu v 9 NP

Aplikace stmívatelných elektronických předřadníků ve VO

Jaroslav Polínek, Ing.
AKTÉ spol. s r.o., www.akte.cz, zlin@akte.cz

Úvod

Tak jako pronikly elektronické předřadníky do zářivkových osvětlovacích systémů tak začínají nacházet uplatnění i v systémech veřejného osvětlení. A stejně jako u systémů zářivkových se dnes můžeme u svítidel výbojkových setkat s předřadníky stmívatelnými a nestmívatelnými. Společnými motivy jejich aplikací bylo snížení ztrát konvenčních předřadných přístrojů, integrace přístrojů – tlumivka, zapalovač, kondenzátor byly nahrazeny jedním přístrojem – elektronickým předřadníkem a motiv v současnosti snad nejaktuálnější – možnost stmívání se kterým je spojena úspora elektrické energie.

Základní typy

Elektronické předřadníky jsou vyráběny ve dvou základních provedeních:

- A) nízkofrekvenční (např. 83Hz, LFSW – Low Frequency Square Wave)
- B) vysokofrekvenční

Kvůli efektu akustické rezonance doporučují výrobci světelných zdrojů upřednostňovat předřadníky nízkofrekvenční.

Přednosti elektronických předřadníků

Mezi hlavní přednosti elektronických předřadníků ve srovnání s předřadníky konvenčními patří:

- stabilní příkon při fluktuaci napájecího napětí
- stabilní světelný tok při fluktuaci napájecího napětí
- nedochází ke zvýšenému náběhovému proudu při startu
- nižší ztráty předřadníku
- kompenzace lepší než 0,98
- precizní režim zapalování
- k dispozici je řada ochran (konec života výbojky, cyklování, přepětí, podpětí, zkrat, tepelné přetížení apod.)
- nízká spotřeba energie
- prodloužení doby života výbojek

Stmívatelný elektronický předřadník (nízkofrekvenční) vybavený softwarem MidNight

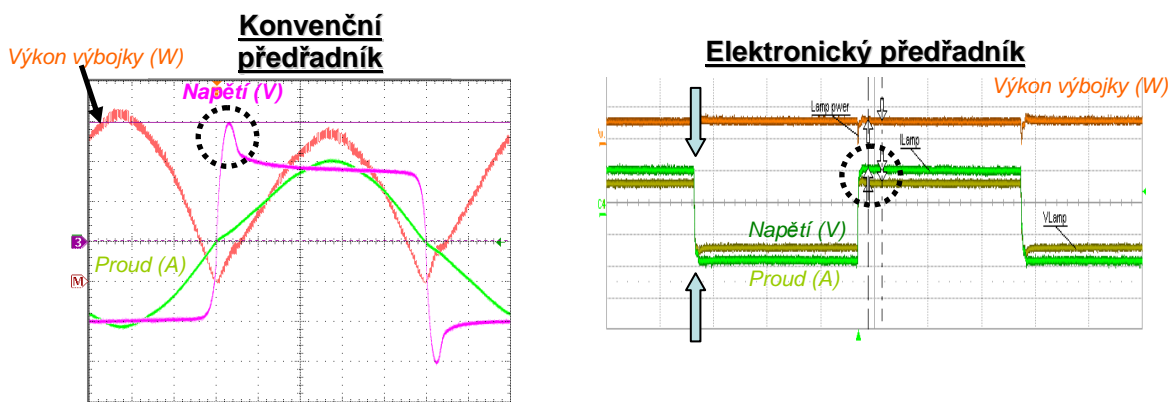
Tento elektronický předřadník umožňuje plynulé stmívání vysokotlakých sodíkových výbojek, halogenidových výbojek i výbojek rtuťových.

Regulační výkonový rozsah stmívání je:

- vysokotlaká sodíková výbojka 100 – 30%
- halogenidová výbojka 100 – 50%

Hlavní technické aspekty LFSW – Low Frequency Square Wave

- nevyžaduje žádné znovuzapalovací napětí v průběhu změn polarity proudu
- žádné významné napěťové špičky na proudové vlně zdroje – žádné částečné katodové světlo
- rychlejší změny polarity proudu, minimální interval nízkých proudových hodnot



Základní technické parametry

Výbojka			Předřadník									Sít'
Jmen. Výkon	Typ	Jmen. Proud	Frekvence	Typ	Proud (@230V)	Ztráty	Ta	Tc	Hmotnost	Ref.No.	Režim	Vstupní Příkon
W			Hz		A	W	°C	°C	Kg.			W
70W	HPS/MH	0.98	83 (Čtv.vlna)	EHID 70W	0.34	6.0	55	70	0.52	802.070	MidNight	79
100W	HPS/MH	1.20	83 (Čtv.vlna)	EHID 100W	0.47	7.8	55	70	0.67	802.100	MidNight	108
150W	HPS/MH	1.80	83 (Čtv.vlna)	EHID 150W	0.70	11.5	50	65	0.69	802.150	MidNight	162
250W	HPS/MH	3.00	83 (Čtv.vlna)	EHID 250W	1.15	17	45	65	0.93	802.250	MidNight	267

• Tabulka 1: základní technické parametry

Řídící software - MidNight

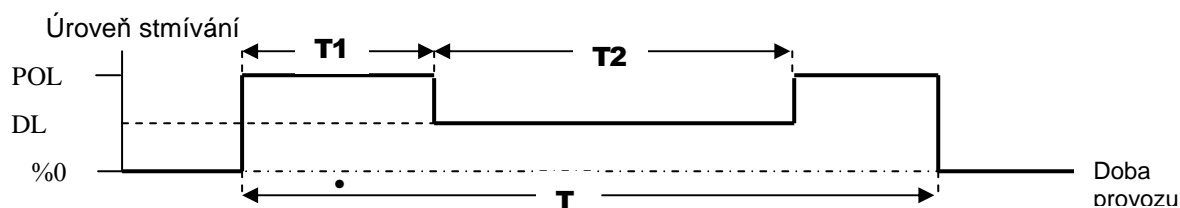
Princip jeho funkce je založen na stmívání v předem určeném časovém intervalu následujícím po jeho sepnutí.

Provoz a úroveň stmívání jsou modifikovatelné a určované sekvencí zapnutí a vypnutí předřadníku. Předřadník nevyužívá ke své práci hodiny. Časový interval je měřen od okamžiku jeho aktivace – sepnutí a dále jsou použity údaje zaznamenané během předcházejících dnů provozu.

Předřadník může být provozován ve dvou režimech: stmívání následující po určitém časovém zpoždění po sepnutí nebo stmívání v určitém časovém intervalu vztaheném k půlnoci. Každý z uvedených režimů má dva časové intervaly (T1, T2) a dvě úrovně stmívání (%) označené (DimLevel, PowerOnLevel).

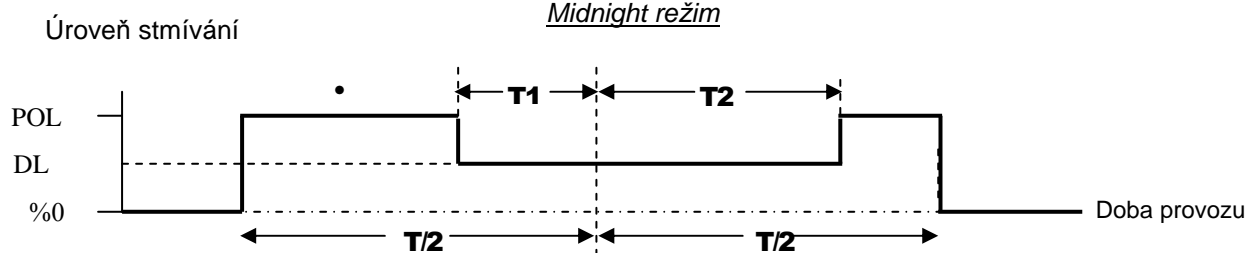
- **After Start režim**
Předřadník pracuje na úrovni PowerOnLevel (POL) po dobu T1 hodin. Pak se přepne do stavu stmívání DimLevel (DL) na požadované úrovni po dobu T2 hodin. Pak se předřadník vrátí do stavu POL a zůstává na této úrovni až do vypnutí.
- **EHID Midnight™ režim**
Předřadník pracuje na požadované úrovni stmívání po dobu T1 hodin před půlnocí až do doby T2 hodin po půlnoci (půlnoc = střed celkové doby provozu). Ve zbývajícím čase pracuje předřadník na úrovni PowerOnLevel (POL).

After Start režim



Obr. 1: After Start režim

Midnight režim



• Obr. 2: MidNight režim

Předřadník určuje čas půlnoci zprůměrováním jeho dob provozu za předcházející čtyři (4) noci a počítá čas půlnoci jako jejich průměr. Doby provozu kratší než tři (3) hodiny jsou vyloučeny. Ke stmívání nedochází po dobu prvních čtyř (4) nocí. Přesnost stanovení času půlnoci je ± 15 sekund.

K implementaci jeho různých provozních režimů požaduje předřadník čtyři následující parametry:

T1 – první doba provozu

T2 – druhá doba provozu

Režim – After Start nebo MidNight režim

DimLevel – úroveň stmívání

PowerOnLevel – Normální provozní úroveň

Údaje jsou do předřadníku přeneseny sekvencí jeho zapnutí a vypnutí. Po vypnutí musí být časová prodleva nejméně 5 sekund před dalším zapnutím aby měl předřadník čas se plně deaktivovat.

Základní aspekty centrálního a individuálního způsobu regulace VO

Oba způsoby regulace mají své přednosti. Např. systémy centrální regulace mohou regulovat svítidla, která byla instalována před několika i před mnoha lety. Aplikovat elektronický předřadník na taková stávající svítidla je neekonomické. Bylo by třeba demontovat svítidlo, demontovat předřadníkovou část, která se dá obtížně využít a představuje finanční ztrátu a nakonec instalovat elektronický předřadník a opětovně namontovat svítidlo. Tzn., že elektronické předřadníky je vhodné používat v nových svítidlech používaných k realizaci obnovy stávajících osvětlovacích systémů VO.

Předností elektronických předřadníků je zejména stabilita parametrů v širokém rozsahu napětí a výhody popsané výše.

Závěr

Elektronické předřadníky nezadržitelně vstupují do aplikací v systému VO a zejména čas ukáže, zda tyto produkty disponují dostatečnou dobou života aby jejich několikanásobně vyšší cena byla v reálném čase vykompenzována úsporou elektrické energie a úsporou nákladů na údržbu.

Literatura a odkazy

[1] Firemní katalog OSRAM, 2008

[2] Šesták, F., ČKAIT, Provoz a údržba osvětlení, DOST, soubor 3:č.25, 2000

[3] Firemní katalog ELTAM, Izrael, 2008

Měření parametrů umělého osvětlení podle požadavků ČSN EN 12464-2

Jiří Slezák, Ing.

Zdravotní ústav Padubice, www.zupu.cz, jiri.slezak@zupu.cz

Od tohoto roku platí pro venkovní pracoviště norma ČSN EN 12464-2. Tato norma požaduje dodržení určitých parametrů **osvětlení venkovních pracovišť** jako jsou: \bar{E}_m , \bar{E}_m okolí, U_o , U_d , R_a , GR_L (činitel přímého oslnění svítidla). Legislativní zezávacnění požadavků této normy je dáno nařízením vlády č.361/2007 Sb. Ve většině případů se však na těchto pracovištích nejedná o trvalou práci a tak se hygienické minimum intenzity umělého osvětlení nepožaduje a protože se také nejedná u části těchto pracovišť o zrakově náročnou činnost nebudou nejspíš ani dozorovány HS.

Kromě uvedených požadavků jsou součástí této normy i požadavky na **parametry rušivého osvětlení** od venkovních osvětlovacích soustav:

E_v	(největší vertikální osvětlenost na fasádě objektů)
I	(maximální svítivost svítidla)
URL	(podíl horního světelného toku svítidla vyzařovaného nad horizont)
L_b	(největší průměrný jas fasády budovy)
L_s	(největší průměrný jas informačních a reklamních znaků zdroje)
TI	(největší hodnota prahového přírůstku pro pozemní komunikace od jiných než uličních svítidel)

Parametry mají pouze charakter doporučení. Zezávacnění legislativou zatím není.

Měření uvedených parametrů vychází z požadavků výše uvedené normy. Jedná se o měření osvětlenosti místa zrakového úkolu, jeho okolí, vertikální osvětlenosti na fasádě objektů, jasu fasád budov a jasu informačních nebo reklamních znaků. Ostatní parametry se získají výpočtem a nebo jsou dány typem použitých svítidel a světelných zdrojů .

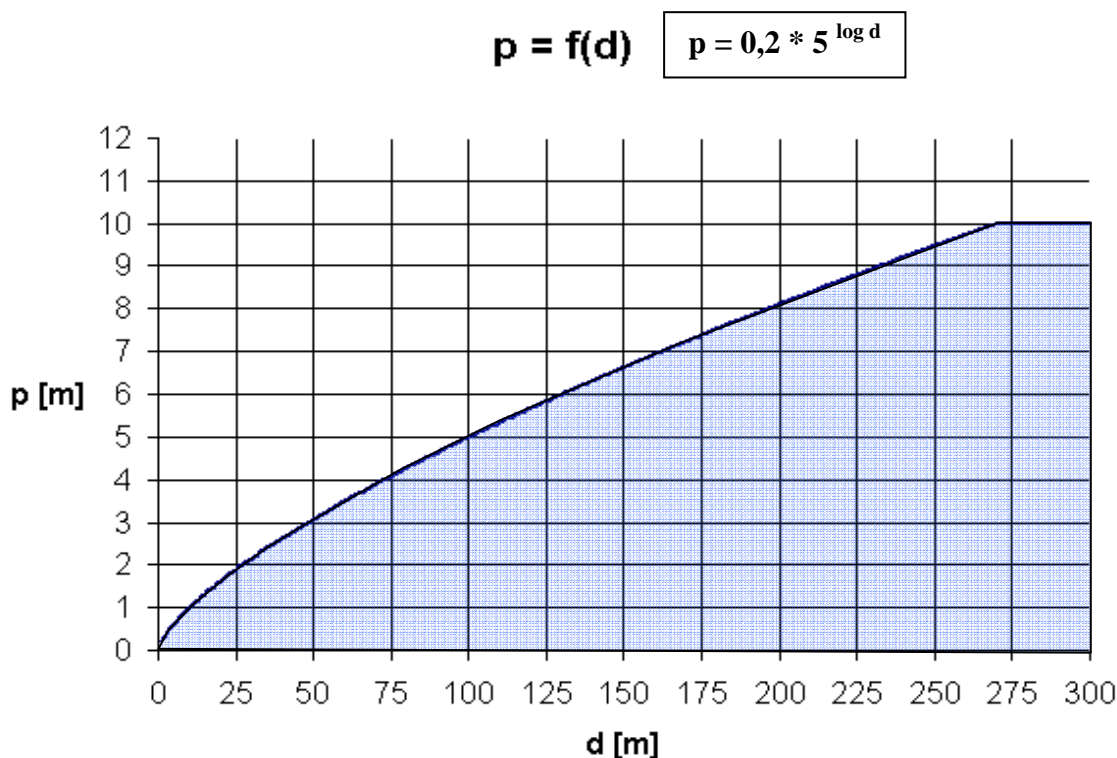
Při měření osvětlenosti existují tyto **problémy**:

- Určení polohy, rozměrů a výšky zrakového úkolu (stejný problém jako u ČSN EN 12464 – 1)
- Zjištění \bar{E}_i a \bar{E}_m vzhledem ke stáří osvětlovací soustavy (stejný problém jako u ČSN EN 12464 – 1)
- Určení místa měření největší E_v na fasádě
- Určení plochy fasády (příp. znaků) a její velikosti, kde se bude posuzovat jas L_b (příp. L_s)
- Zastínění místa zrakového úkolu (materiál, okolní terén, technologická zařízení a rozvody, stroje a vozidla, sledovaný předmět atd.)
- Některé plochy na níž se provádí zraková práce, nejsou rovné, ale křivé.

Existují ještě **problémová místa a činnosti** vzhledem k určení polohy, rozměrů a výšky místa zrakového úkolu jako jsou:

- Staveniště – výkopy,
- Průmyslové provozy – rozvody a ovládací prvky přívodu surovin,
- Petrochemické provozy – plnění a vyprazdňování paliv,
- Železnice - kolejiště (seřazovací, svážné pahrbky),
 - nástupiště (jeho hrana),
 - prohlídková jáma,
- Pily – prostory manipulace se řezivem,
- Vodárenské provozy – výkopy, oprava potrubí,
- Zemědělství – třídění zvířat,
- Obecně schodiště,
atd.

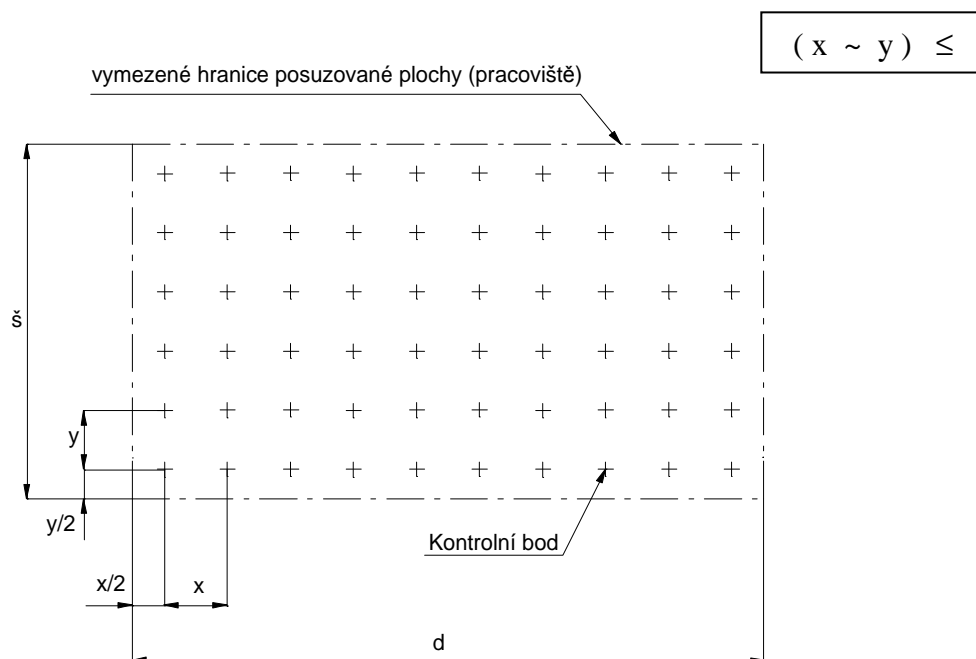
V normě ČSN EN 12464 – 2 je definována maximální rozteč kontrolních bodů v závislosti na velikosti delší strany posuzované plochy viz následující obrázek (rozteč se má zvolit ve šrafované spodní ploše grafu).



p [m] - maximální rozteč
d [m] - delší rozměr plochy srovnávací roviny

Před měřením je nutné definovat rozměry a polohu posuzované plochy (srovnávací roviny). Postup měření osvětlení na srovnávací rovině však je podobný jako v normách ČSN 36 0011 – 1 a ČSN 36 0011 – 3 pro vnitřní prostředí.

Rozmístění kontrolních bodů na srovnávací rovině



Podobné jsou také požadavky na protokoly z měření. Přesto se jeví nutnost existence samostatné normy pro měření umělého osvětlení venkovních prostorů a rušivého osvětlení. Nejde jenom o měření pracovišť, ale i venkovních sportovišť.

Závěrem bych chtěl upozornit na některé nedostatky zmiňované normy:

- V tabulce k prahovému přírůstku TI se hovoří o minimálním adaptačním jasu, ale ten není zde definován.
- Při hodnocení oslnění (GR) je definován sklon pohledu 2°. V normě ČSN EN 13201 – 3 „Osvětlení pozemních komunikací – Část 3: Výpočet.“ je však pro posouzení jasu požadován sklon 1°.
- Velmi obecně jsou definovány prostory pracovišť, takže je obtížné určit srovnávací rovinu pro měření.

Normalizované energetické hodnotenie potreby energie na osvetlenie budov a ich certifikácia

Alfonz Smola, prof. Ing. PhD
Dionýz Gašparovský, doc. Ing. PhD

FEI STU v Bratislave, alfonz.smola@stuba.sk, dionyz.gasparovsky@stuba.sk

Abstrakt

Príspevok sa venuje postupom a prostriedkom pre hodnotenie hospodárnosti osvetlenia ako súčasť energetickej certifikácie budov podľa zákona č. 555/2005 Z.z. Uvádza základné predpoklady pre vyhodnotenie hospodárnosti osvetľovacej sústavy budovy v zmysle príslušných technických noriem.

Zvyšovať ukazovatele energetickej hospodárnosti budov možno v podstatnej miere aj používaním moderných a hospodárnych svetelných zdrojov, svietidiel a osvetľovacích zariadení. Pamätá na to aj Smernica č. 2002/91/ES o energetickej hospodárnosti budov. U nás bola Smernica implementovaná v zmysle Zákona a Vyhlášky (3, 4). Na smernicu sa viaže príprava nových európskych technických noriem, ktoré sú preberané do sústavy slovenských technických noriem ako STN EN. Hoci väčšina noriem je v súčasnosti preložená a vydaná ako STN EN, niektoré normy sú na základe mandátu udeleného Európskou komisiou CEN iba pripravované a proces ich prípravy nie je ukončený.

Normy a predpisy pre energetickú efektívnosť osvetlenia.

Zvyšovať ukazovatele energetickej hospodárnosti budov možno v podstatnej miere aj používaním moderných a hospodárnych svetelných zdrojov, svietidiel a osvetľovacích zariadení. Pamätá na to aj Smernica č. 2002/91/ES o energetickej hospodárnosti budov. Na Slovensku bola Smernica implementovaná v zmysle Zákona a Vyhlášky (3, 4). Na smernicu sa viaže príprava nových európskych technických noriem, ktoré sú preberané do sústavy slovenských technických noriem ako STN EN. Hoci väčšina noriem je v súčasnosti preložená a vydaná ako STN EN, niektoré normy sú na základe mandátu udeleného Európskou komisiou CEN iba pripravované a proces ich prípravy nie je ukončený.

Výpočtovým postupom v oblasti osvetlenia sa venuje **STN EN 15193 Energetická hospodárnosť budov. Energetické požiadavky na osvetlenie**. Norma, ktorá prednedávnom vyšla v preklade do slovenčiny, bola pôvodne pripravovaná v dvoch častiach. V záverečnej podobe je predložená ako jediná norma. Text vyhlášky č. 625/2006 však cituje ešte pôvodnú prvú časť pripravovanej normy.

STN EN 15 193 bola navrhnutá za účelom vytvorenia pravidiel a postupov na odhad energetických požiadaviek osvetlenia v budovách a za účelom poskytnutia metodiky na výpočet číselného ukazovateľa energetickej efektívnosti budov. Táto norma tiež poskytuje návod na zostavenie teoretických limitov spotreby energie odvodených z referenčných osvetľovacích sústav. Možno však konštatovať, že norma v tej podobe, ktorá je v súčasnosti platná obsahuje mnoho problematických miest. Snažili sme sa tento nedostatok riešiť národnými prílohami, žiaľ, väčšinu z nich sa do definitívnej podoby normy nedostala.

Pravidlá a postupy hodnotenia uvedené v norme STN EN 15 193 predpokladajú, že navrhnutá a realizovaná osvetľovacia sústava je v súlade s dobrou svetelnotechnickou praxou. Pre nové sústavy sa vyžaduje, aby boli v súlade s STN EN 12464-1.

STN EN 15 193 uvádza výpočtovú metodiku na hodnotenie množstva energie na vnútorné osvetlenie vnútri budovy a poskytuje číselný ukazovateľ požiadaviek na spotrebu energie na určité účely. Táto európska norma sa dá použiť pre existujúce budovy a pre návrh nových alebo rekonštruovaných budov. Norma tiež poskytuje referenčné schémy na stanovenie cieľovej spotreby energie na osvetlenie. Táto európska norma

tiež poskytuje metodiku na výpočet okamžitej spotreby energie na osvetlenie za účelom odhadu celkovej energetickej efektívnosti budovy.

Aktivity vedúce k implementácii Smernice č. 2002/91/ES o energetickej hospodárnosti budov v oblasti osvetlenia

Od začiatku roka 2008 sa problematika energetickej hospodárnosti budov na Slovensku dotýka už aj projektantov. Nové projekty musia byť spracované v súlade s ustanoveniami príslušnej legislatívy a noriem, pričom súčasťou projektu bude musieť byť výpočet energie na osvetlenie. Zákon vyžaduje špeciálnu autorizáciu projektantov na túto problematiku. Školenia certifikantov v súčasnosti realizuje Slovenská komora stavebných inžinierov (SKSI), ktorá je tiež poverená autorizáciou. Autorizovaní certifikanti sú po splnení príslušných podmienok zapísaní v zozname, ktorý má za úlohu viesť SKSI. Všetkému však predchádza vydanie príslušných technických noriem a spracovanie národnej metodiky.

V súčasnosti je spracovaná a plne k dispozícii **národná metodika** na hodnotenie osvetlenia pre účely certifikácie budov. Na metodike spolupracovali významní odborníci z univerzitného prostredia, SAV a praxe. Predpokladá sa jej ďalšie prepracovanie na základe už získaných vedomostí v jesenných mesiacoch 2008. K dispozícii certifikantom je výpočtový program uľahčujúci stanovenie svetelnotechnických parametrov budovy a jej zatriedenie do príslušnej energetickej triedy v zmysle platných energetických škál.

Súčasťou hodnotenia energetickej hospodárnosti budov je aj posudzovanie energetickej náročnosti osvetlenia v závislosti od druhu budovy, času využívania, dostupnosti denného svetla.

Podľa normy STN EN 15 193 si pre stanovenie ukazovateľov energetickej hospodárnosti osvetlenia si možno zvoliť jednu z týchto metód:

- **Rýchla metóda:** Dá sa použiť na hrubý odhad spotreby energie s výpočtom pre budovu ako celok. Pri výpočte sa uvažuje so štandardnými (normatívnymi) údajmi. Metóda je použiteľná na účely rýchlych odhadov.
- **Komplexná metóda:** Použiteľná na presnejší odhad spotreby energie s výpočtom po jednotlivých miestnostiach, a to na ročnom, mesačnom alebo hodinovom základe. Pri výpočte sa aplikujú reálne údaje získané z projektových podkladov alebo v procese zberu údajov v teréne. Metóda je použiteľná na projektové alebo bilančné hodnotenie budovy.
- **Meranie spotreby:** V tomto prípade ide o presné určenie spotreby energie v budove príp. jej jednotlivých častiach v rámci ľubovoľného časového úseku. Pre validnosť údajov sa však požaduje monitorovanie počas jedného roka, metóda je preto časovo náročná. Táto metóda sa samozrejme nedá aplikovať na projektované budovy.

Vyhláška MVRR SR č. 625/2006 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov predpokladá pre certifikáciu použitie komplexnej metódy.

V súčasnosti prebieha príprava novely tejto dôležitej vyhlášky tak, aby do nej boli zapracované skúsenosti z prvých realizovaných certifikácií v SR. Ukazuje sa, že viaceré časti vyhlášky bude potrebné zmeniť. Jeden z najväznejších dôvodov je ten, že certifikované budovy (najmä staršie) nie sú osvetlené podľa platných noriem a predpisov. Hoci nespĺňajú hygienické predpisy, z hľadiska energetickej efektívnosti sú pritom prirodzene zaradené do vyšších kvalitatívnych tried. Bude tiež potrebné prehodnotiť rozsah energetických škál pre jednotlivé druhy budov.

SKSI pravidelne pripravuje pre prípravu projektantov a ďalších odborníkov, ktorí uvažujú, že sa budú zaoberať energetickej certifikáciou **vzdelávacie semináre**. Časť obsahu seminárov je venovaný aj problematike hodnotenia osvetľovacích sústav v budovách pod názvom Moderné elektroinštalácie a zabudované osvetlenie budov. V tomto zmysle boli pripravené a realizujú sa prednášky v rozsahu 8 hodín. Prednášateľmi sú významní odborníci v oblasti Svetelnej techniky z STU Bratislava, TU Košice, SAV a praxe. Seminár je odporúčaný pre všetkých uchádzačov, ktorí chcú vykonať skúšky odbornej spôsobilosti v zmysle zákona č. 555/2005 Z. z.

V prednáškach sú zdôrazňované nasledovné témy:

- Normy pre osvetlenie budov
- Výpočtové postupy hodnotenia hospodárnosti osvetlenia (STN EN 15 193)
- Svetelné zdroje. Moderné svietidlá a návrh osvetľovacích sústav
- Elektrické inštalácie a radiace systémy osvetlenia

Veľmi dôležitou súčasťou procesu certifikácie sú skúšky uchádzačov o tento predmet činnosti. Skúšaním bola zo zákona poverená Slovenská komora stavebných inžinierov. Na troch skúšobných termínoch úspešne skúšku absolvoval 15 certifikantov. Predpokladá sa, že po úplnom rozbehu procesu certifikácie bude potrebných asi 80 odborníkov na spracovanie certifikátov.

Súčasťou aktivít odborníkov prepravujúcich odbornú verejnosť na energetickú certifikáciu je aj príprava príručiek a odborných kníh zameraných na túto oblasť. Predpokladáme, že práve tieto pomôžu vychovať odborne zdatných pracovníkov pre energetickú certifikáciu.

Pri normalizovanom hodnotení potreby energie na osvetlenie budov využívame sústavu technických noriem a predpisov, z ktorých najdôležitejšie sú:

- STN EN 15193 Energetická efektívnosť budov – Energetická náročnosť osvetlenia
- STN EN 12464-1 Svetlo a osvetlenie – Osvetlenie pracovných miest – Časť 1: Vnútorne pracovné miesta
- STN EN 12665 Svetlo a osvetlenie – Základné termíny a kritériá na stanovenie požiadaviek na osvetlenie
- STN EN 13032-1 Aplikácie osvetlenia – Meranie a prezentácia fotometrických údajov svetelných zdrojov a svietidiel – Časť 1: Meranie a formát súborov
- STN EN 60598 Svietidlá
- STN EN 61347 Predradníky svetelných zdrojov
- STN EN 12193 Svetlo a osvetlenie – Osvetlenie športovísk
- STN 73 0580-1 Denné osvetlenie budov. Časť 1: Základné požiadavky
- STN 73 0580-2 Denné osvetlenie budov. Časť 2: Denné osvetlenie budov na bývanie

Pri normalizovanom hodnotení potreby energie na osvetlenie budov používame tieto základné pojmy:

- **predradník** *ballast, control gear* - súčasť potrebná pre prevádzku svetelného zdroja (svetelných zdrojov), zahŕňa konvenčné, elektronické aj elektronické stmieva teľné zariadenia (analogové aj digitálne)
- **radiaca jednotka (regulátor)** *controller* - elektronické zariadenie, ktoré slúži na riadenie (reguláciu) osvetlenia, spínanie alebo stmievanie jedného alebo niekoľkých svetelných okruhov
- **menovitý príkon svietidla** *rated luminaire power* - elektrický príkon zo siete spotrebovaný svetelnými zdrojmi, predradníkmi a radiacimi jednotkami (vrátane strát) vo svietidlách alebo pripojených ku svietidlám
- **menovitý pasívny príkon** *rated parasitic power* - pohotovostný príkon radiacích jednotiek a príkon pre nabíjanie akumulátorov v sústave núdzového osvetlenia; je to príkon svietidla v pohotovostnom režime
- **celková úžitková podlahová plocha budovy** *total useful floor area of building* - podlahová plocha vo vnútri vonkajších stien okrem neobývatelných pivníc a neosvetlených priestorov
- **činiteľ využitia denného svetla** *daylight dependency factor* - činiteľ dávajúci do pomeru využitie celkového inštalovaného príkonu osvetlenia a dostupnosť denného osvetlenia v miestnosti alebo zóne
- **činiteľ obsadenosti** *occupancy factor* - činiteľ dávajúci do pomeru využitie celkového inštalovaného príkonu osvetlenia a dobu obsadenosti v miestnosti alebo zóne
- **číselný ukazovateľ energie na osvetlenie** *numeric indicator of lighting* - číselný ukazovateľ ročnej spotreby energie na osvetlenie potrebnej na plnenie účelu a funkcie osvetlenia danej požiadavkami budovy, delený celkovou plochou danej budovy; LENI možno použiť na priame porovnanie spotreby energie na osvetlenie pre budovy, ktorých funkčné využitie je podobné, ale majú rôzne veľkosti a konfigurácie

Pri hodnotení potreby energie na osvetlenie budov používame tieto základné metódy:

Rýchla metóda: Hrubý odhad spotreby energie s výpočtom pre celú budovu, metóda je použiteľná na účely rýchlych odhadov.

Komplexná metóda: Presnejší odhad spotreby energie s výpočtom po miestnostiach, metóda je použiteľná na hodnotenie budovy

Meranie spotreby: Presné určenie spotreby energie v budove príp. jej jednotlivých častiach, metóda je časovo náročná a je použiteľná na priebežné monitorovanie spotreby

Pri normalizovanom hodnotení sa používa zásadne komplexná metóda.

Výpočet energie na osvetlenie rýchlou metódou

1. Určenie typu budovy
2. Určenie typu riadenia osvetlenia
3. Určenie plochy A (m^2)
4. Určenie celkového inštalovaného príkonu svietidiel P_n (kW)
5. Určenie času využitia denného svetla t_D (h/rok) a času využitia osvetlenia bez denného svetla t_N (h/rok)
6. Určenie činiteľa využitia denného svetla F_D (-)
7. Určenie činiteľa obsadenosti budovy F_O (-)
8. Výpočet efektívneho prevádzkového času t_u (h/rok)
9. Výpočet odhadu ročnej spotreby energie W_{svetlo} (kWh/rok)
10. Výpočet číselného ukazovateľa energie na osvetlenie LENI ($kWh/m^2/rok$)

Výpočet energie na osvetlenie komplexnou metódou

1. Určenie typu budovy
2. Zostavenie výpočtovej tabuľky so zoznamom miestností
3. Určenie typu riadenia osvetlenia
4. Určenie plochy A (m^2)
5. Určenie osvetlenosti E_m (lx)
6. Určenie celkového inštalovaného príkonu svietidiel P_n (kW)
7. Určenie celkového pasívneho príkonu svietidiel P_p (kW)
8. Určenie času využitia denného svetla t_D (h/rok) a času využitia osvetlenia bez denného svetla t_N (h/rok)
 - Zistenie prevádzkového času budovy alebo jednotlivých miestností
 - Zistenie vstupných údajov lokality
 - Získanie aktuálnych hodnôt daného mesiaca z množiny
 - Výpočet dátumového uhla J'_i (°)
 - Výpočet hodinového uhla ω_i (°)
 - Výpočet časovej rovnice η_i
 - Výpočet deklinácie δ_i (°)
 - Výpočet času východu $t_{\text{východ},i}$ (h) a západu $t_{\text{západ},i}$ (h) slnka
 - Výpočet času prevádzky pred východom slnka $t_{\text{bs},i}$ (h) a po západe $t_{\text{as},i}$ (h) slnka
 - Určenie korekčného činiteľa pre víkendy C_{we} (1)
 - Výpočet času využitia denného svetla $t_{D,i}$ (h/mesiac) a času využitia osvetlenia bez denného svetla $t_{N,i}$ (h/mesiac) pre daný mesiac „i“
 - Výpočet času využitia denného svetla t_D (h/rok) a času využitia osvetlenia bez denného svetla t_N (h/rok)
9. Určenie činiteľa využitia denného svetla F_D (1)
 - Zónovanie a segmentácia, určenie plôch A_G (m^2), A_D (m^2) a A_N (m^2)
 - Penetrácia denného svetla
 - Výskyt prekážok
 - Získanie vstupných údajov pre výpočet indexu vonkajších prekážok
 - Výpočet korekčného činiteľa pre lineárne protifahlé prekážky $I_{O,OB}$ (1)
 - Výpočet korekčného činiteľa pre horizontálne výstupky $I_{O,OV}$ (1)
 - Výpočet korekčného činiteľa pre vertikálne výstupky $I_{O,SF}$ (1)
 - Výpočet korekčného činiteľa pre nádvorcia a átriá $I_{O,CA}$ (1)
 - Výpočet indexu vonkajších prekážok I_O (1)

- Výpočet indexu priepustnosti I_T (1)
- Výpočet indexu hĺbky miestnosti I_D (1)
- Získanie vstupných údajov pre výpočet indexu prieniku denného svetla I (1)
- Výpočet indexu prieniku denného svetla cez otvory fasády bez okenného systému a protisľnečnej ochrany I_r (1)
- Výpočet indexu prieniku denného svetla I (1)
- Klasifikácia stupňa penetrácie denného svetla
- Určenie činiteľa využitia denného svetla F_{DS} (1)
- Určenie pre posunutý čas prevádzky $c_{D,t}$ (1)
- Určenie činiteľa regulácie osvetlenia v závislosti od denného osvetlenia F_{DC} (1)
- Výpočet činiteľa využitia denného svetla F_D (1)

10. Určenie činiteľa obsadenosti budovy F_O (1)
 - Implicitná hodnota pre vybrané prípady
 - Určenie činiteľa absencie F_A (1)
 - Určenie činiteľa riadiaceho systému F_{OC} (1)
 - Výpočet činiteľa obsadenosti budovy F_O (1)
11. Výpočet efektívneho prevádzkového času t_u (h/rok)
12. Výpočet efektívneho prevádzkového času pasívneho príkonu t_p (h/rok)
13. Výpočet odhadu ročnej spotreby energie W_{svetlo} (kWh/rok)
14. Výpočet číselného ukazovateľa energie na osvetlenie LENI (kWh/m²/rok)
15. Výpočet mernej ročnej spotreby energie na osvetlenie η_E (lm.rok/kWh)

O zaradení budovy do príslušnej triedy pozri (3) rozhodujú predovšetkým:

1. Účinné svetelné zdroje
2. Účinné svietidlá
3. Správny návrh osvetľovacej sústavy
4. Riadenie osvetlenia
5. Vhodné denné osvetlenie

Literatúra

- [1] Smernica č. 2002/91/EC o energetickej hospodárnosti budov.
- [2] Zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov.
- [3] Vyhláška Ministerstva výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky č. 625 z 22. novembra 2006, ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- [4] EN 15193 Energetická hospodárnosť budov. Energetické požiadavky na osvetlenie
- [5] EN 15217 Energetická hospodárnosť budov. Metódy vyjadrenia energetickej hospodárnosti a energetickej certifikácie budov
- [6] STN EN 12 464-1 Svetlo a osvetlenie. Časť 1: Osvetlenie vnútorných pracovných priestorov.
- [7] Gašparovský, D.- Smola, A.: Energetická hospodárnosť budov z pohľadu osvetlenia. TZB Haustechnik, 15, 2/2007
- [8] Gašparovský, D.: Postupy a prostriedky hodnotenia hospodárnosti osvetlenia pri energetickej certifikácii budov. TZB Haustechnik, 15, 6/2007
- [9] Kol. autorov: Komentár a návrh výpočtu energetickej certifikácie budov. Inžinierske konzultačné stredisko Slovenskej komory stavebných inžinierov. Október 2007.

Pokles svetelného toku pri starnutí teplotných svetelných zdrojov

Alfonz Smola, prof. Ing. PhD
FEI STU v Bratislave, alfonz.smola@stuba.sk,

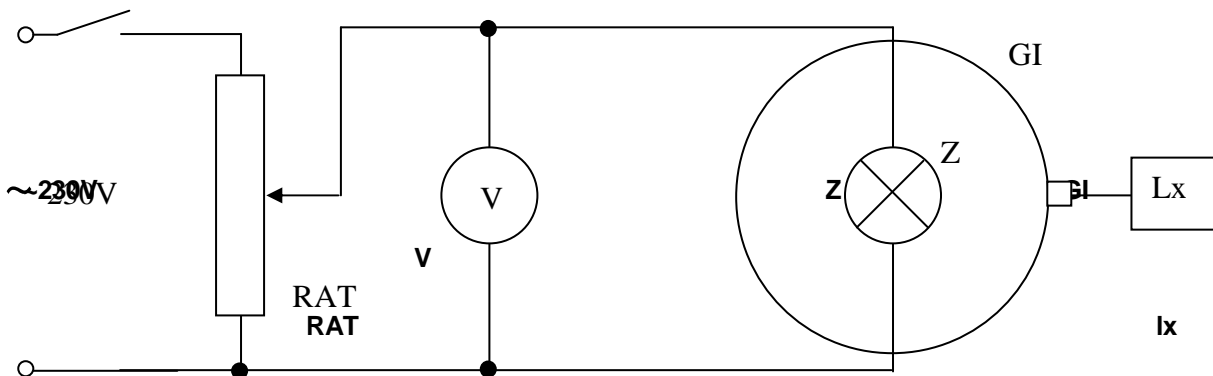
Úvod

Podnet na vznik tohto príspevku vyšiel z hygienických meraní osvetlenia. Aj v súčasnosti sa uvažuje pri stanovení udržiavacieho činiteľa, že pri starnutí žiaroviek poklesne svetelný tok na konci života na hodnotu 80%. Toto však iste nezodpovedá novým technológiám pri výrobe žiaroviek. Vďaka neustálemu vývoju nových materiálov a technológií výroby svetelných zdrojov, sa tieto zdroje stávajú kvalitnejšími. Preto je aj pokles svetelného toku moderných žiaroviek je výrazne nižší ako to bolo žiarovkách vyrobených pre niekoľkými desaťročiami. Hygienické predpisy často túto skutočnosť nezohľadňujú.

Technologických zmien vo výrobe žiaroviek je niekoľko. Spomenieme aspoň jednu z nich. Jednou z najdôležitejších príčin poklesu svetelného toku žiaroviek počas ich života je odparovanie vlákna a jeho následné usadzovanie na banke žiarovky. Prísady v banke, ktoré po zlúčení s odpareným volfrámom sú priehľadné a neznižujú činiteľ priestupu banky spôsobujú to, že pokles svetelného toku nie je natoľko výrazný.

Informácie o priebehu svetelného toku možno získať aj od výrobcov svetelných zdrojov v prípade napr. žiaroviek, či kompaktných žiaroviek. Výrobcovia však ani vo firemných podkladoch neuvádzajú tento údaj pri žiarovkách. Preto sme vykonali niekoľko orientačných meraní pre často používané teplotné svetelné zdroje. Sortiment aj počet svetelných zdrojov v jednotlivých skupinách bol malý. Na to, aby sa preukázalo ako rýchlosť poklesu svetelného toku pri obyčajných a halogénových žiarovkách ovplyvňuje hodnotenie priestorov na základe hygienických meraní bude potrebné vykonať ďalšie merania na viacerých typoch a väčšom počte svetelných zdrojov v jednotlivých skupinách.

Schéma zapojenia:



Obr. 1 Schéma zapojenia

Súpis prístrojov:

RAT – regulovateľný autotransfórator Typ RA10, 2,5kVA, 0-250V, 10A

V – digitálny voltmeter Metex M3860D Peak Tech 4380

Ix – luxmeter PRC-Krochmann, Radiolux 111

GI – guľový (mnohostenný) integrátor

Z – svetelné zdroje:

Obyčajné žiarovky:

A55 CL 60W 230V – 9 kusov

Softone 60W 230V – 5 kusov

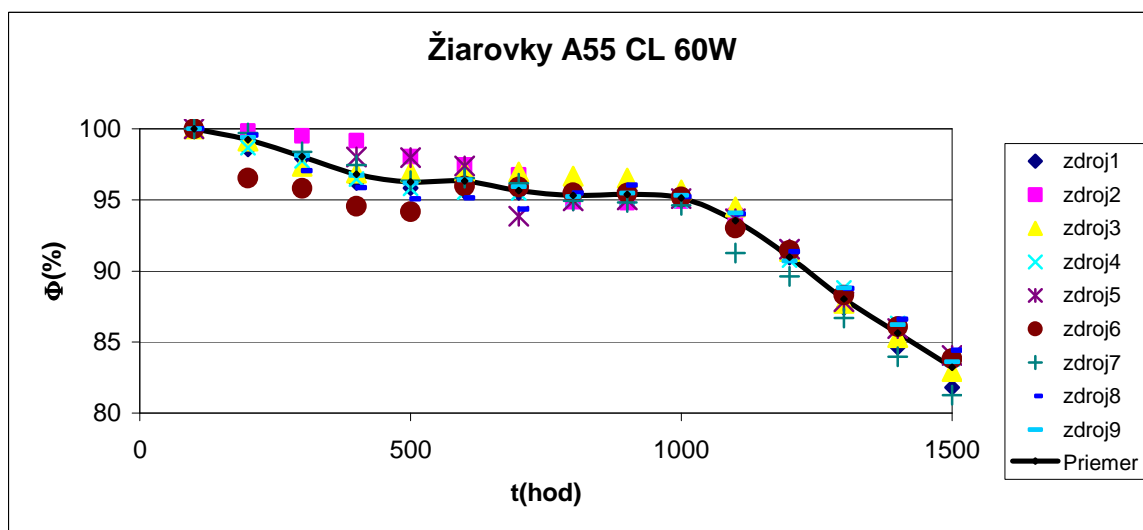
Briliant E60H 60W 230V – 5 kusov

Halogénové žiarovky:

APro BTT46CL 100W 230V – 5 kusov

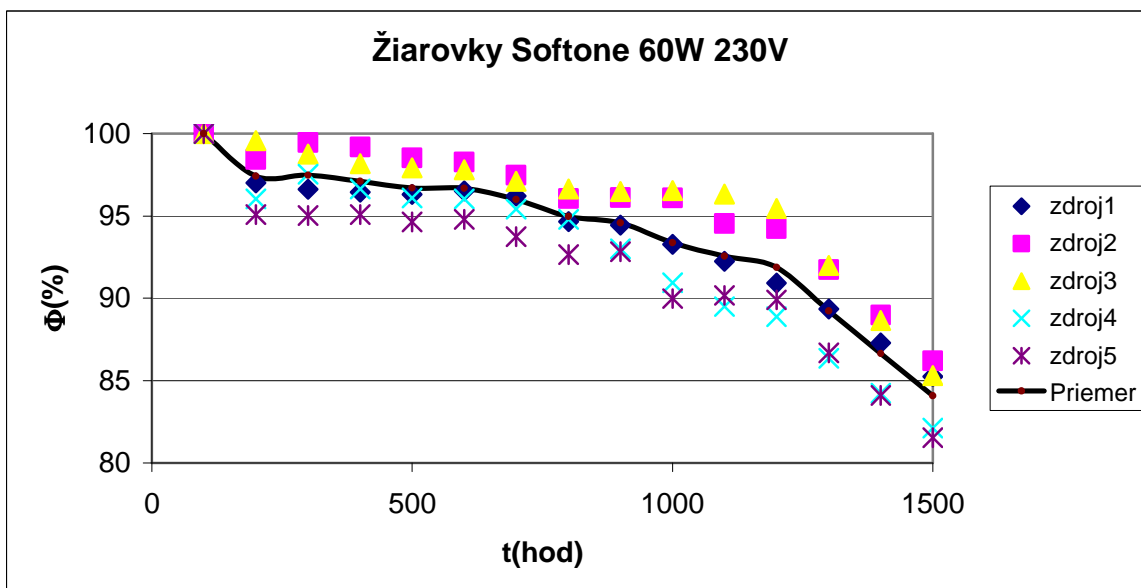
Par 20-E 230V – 4 kusy

Výsledky - grafy nameraných hodnôt



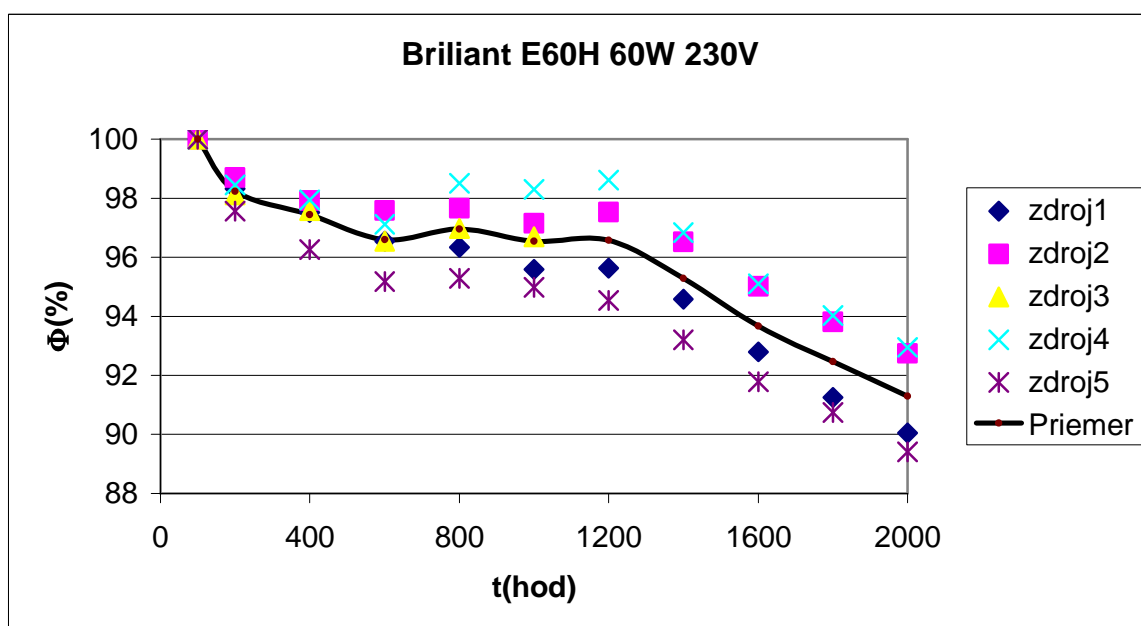
obr. 2 závislosť svetelného toku na čase pre obyčajné žiarovky

Uvedený typ žiaroviek sa používa najčastejšie. Životnosť žiaroviek deklarovaná výrobcom je 1000 hodín. Ako vidieť z obr. 2, po 400 hodinách svietenia tohto svetelného zdroja sa znížil svetelný tok o 3%, potom začína klesať pomalšie a počas asi 600 hodín sa jeho hodnota výraznejšie nezmenila. Po 1000 hodinách svietenia sa prejavilo mierne sčernenie banky čo malo za následok aj výraznejší pokles svetelného toku.



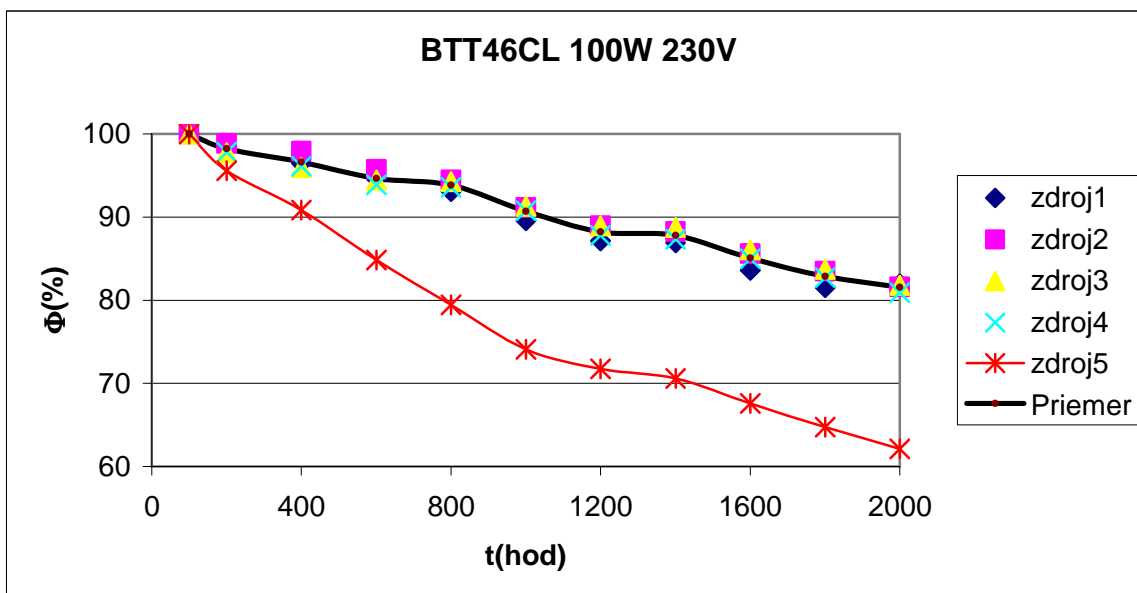
obr. 3 závislosť svetelného toku na čase pre žiarovky s tónovaným svetlom Softone

Uvedený typ žiaroviek sa používa najmä v domácnostiach. Vyznačujú sa mäkkým svetlom. Výrobcom deklarovaná životnosť je 1000h. Svetelný tok týchto žiaroviek počas ich svietenia klesal takmer lineárne. Po 1000 hodinách bol na úrovni 93% . Po tomto čase bol pokles svetelného toku výraznejší. Po ďalších 500 hodinách svietenia sa znížil na cca 84% pôvodnej hodnoty.



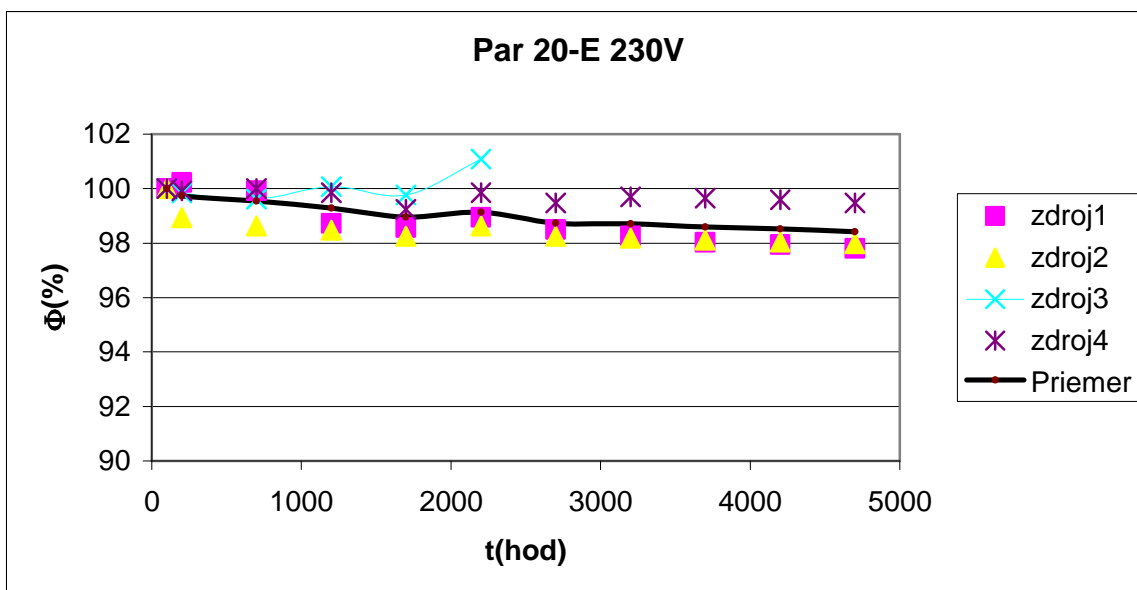
obr. 4 závislosť svetelného toku na čase pre žiarovky Brilliant

Žiarovky Brilliant majú deklarovanú životnosť 2000h. Počas 500 až 1200 hodín svietenia vykazovali podobne ako žiarovky A55 takmer konštantný tok na úrovni asi 97% pôvodného toku. Tento sa neskôr začal znižovať a po 2000 hodinách bol na úrovni 91% pôvodného svetelného toku.



obr. 5 závislosť svetelného toku na čase pre halogénové žiarovky APro BTT46CL 100W 230V

Halogénové žiarovky APro BTT46CL 100W 230V majú deklarovanú životnosť 200 hodín. Jeden zo svetelných zdrojov sa poklesom svetelného toku líšil od ostatných ako to aj vidieť na obr. 5. Už po 100 hodinách svietenia mal výrazné sčernenú banku. Začernenie banky sa počas života ďalej zväčšovalo a to významným spôsobom ovplyvnilo jeho svetelný tok. Preto sme tento svetelný zdroj pri vyhodnotení nezobrali do úvahy. Tok ostatných zdrojov po 2000 hodinách klesol približne na 82%.



obr. 6 závislosť svetelného toku na čase pre halogénové žiarovky PAR 20-E 230V

Halogénové žiarovky PAR 20-E 230V majú deklarovanú životnosť 5000 hodín. Zmena svetelného toku halogénových žiaroviek Par – 20 sa pohybovala do 2%. Zdroju 3 sa po 2000 hodinách mierne zvýšil svetelný tok a po opätovnom pripojení na sieť sa vypálil.

Záver

Ako vidno z nameraných hodnôt, svetelný tok pri obyčajných žiarovkách **A55 CL** na konci ich životnosti udanej výrobcom, teda po 1000 hodinách poklesol len asi o 5%. Podobne to bolo aj u žiaroviek **Softone** ktorým poklesol svetelný tok o 6,5%. Po odsvietení ďalších 500 hodín tok oboch typov žiaroviek poklesol približne na hodnotu 83%. Oba druhy týchto žiaroviek prekonal životnosť udávanú výrobcom. Odsvietili 1500 hodín a len na jednej sa prepálilo vlákno. Pri obyčajných žiarovkách bol pozorovaný veľký rozdiel svetelného toku medzi jednotlivými zdrojmi - niekedy aj 5%.

Žiarovky **Briliant** majú životnosť 2000 hodín. Za ten čas stratili zo svojho svetelného toku 9%. Po polovici životnosti (1000 hodín) sa na jednej žiarovke prepálilo vlákno.

Svetelný tok halogénových žiaroviek **APro** bol na konci ich životnosti na úrovni 81% . To však neplatilo pre žiarovku číslo 5. pretože táto mala zle umiestnené vlákno, ktoré mala výrazne nesymetricky uložené vlákno. Toto sa v jednom mieste takmer dotýkalo banky následkom čoho banka na tomto mieste výrazne sčernela. Jej svetelný tok počas svietenia v porovnaní s ostatnými žiarovkami toho istého typu neprimerane klesal. Po 2000 hodinách vyžarovala len 62% pôvodného svetelného toku. Životnosť týchto žiaroviek udáva výrobca na 2000 hodín.

Halogénová žiarovka **Par 20 – E** mala spomedzi všetkých meraných svetelných zdrojov najstabilnejší svetelný tok. Po takmer polovici jej životnosti sa zmenil len minimálne v priemere klesol o 0,5%. Žiarovke číslo 3 dokonca stúpol o 1%, ale po opätovnom pripojení na sieť sa vypálila. Tieto žiarovky majú životnosť 5000 hodín a po uplynutí tohto času vykazovali 98% svetelného toku.

Literatúra:

- [1] Maixner, T.: Údržba osvetľovacích sústav. In. Elektromonter. 14/2/2007, (cit: 2007-12-1) Dostupné na www.tzb-info.cz
- [2] Bak,J.: Nové trendy v navrhování osvětlení. In SVĚTLO (cit: 2007-12-1) Dostupné na www.odbornecasopisy.cz/svetlo/2000/sv030003.htm
- [3] STN EN 12464-1 Svetlo a osvetlenie – Osvetlenie pracovných miest – Časť 1: Vnútorne pracovné miesta
- [4] STN 36 0450 Osvetľovanie vnútorných priestorov

Fête des lumières

Pavel, Sněhota, Ing.

ELTODO OSVETLENIE, s.r.o., www.elvo.sk, snehota@elvo.sk

Není světlo jako světlo

Světelná technika a „světlo“ je nejen posláním, denní řeholí a neustálým úsilím o zvýšení komfortu a bezpečnosti života při snaze o minimální zatížení okolí. *Světlo* také není jen prostředkem na cestě ke zvýraznění dojmu z osvětlovaného předmětu nebo exponátu.

Světlo je samo o sobě podstatou, pocitem a emocí...

... je hrou, zábavou a uměním... samo o sobě a ve své podstatě.

Světlo je živý a éterický organismus...

.... **světlo je život.**

Projevem samotného života *světla* je bezesporu jeden z největších festivalů světla na světě, který se koná každý rok v Lyonu - **Fête des lumières**. Pocit, který si člověk z festivalu odnáší, je jen velmi těžko možné vtěsnat do několika řádků textu. Po opakované návštěvě tohoto festivalu, jsem souhlasil s výzvou redakce časopisu *Světlo*, pokusit se o předání úžasného zážitku formou článku. Přednášková část konference umožní alespoň na několik vteřin přenést i audiovizuální zážitek.

Historie festivalu

Původ samotného festivalu světla sahá až do roku 1643, kdy Lyonu hrozila epidemie moru. Radní města přísahali věrnost Panně Marii, pokud jejich město ochrání před zkázou v podobě rychle se šířícího moru. Prosby byly vyslyšeny a město bylo ušetřeno utrpení. Panna Marie se po té stala patronem města.

Zlomovým rokem samotného festivalu ale i oslav vděčnosti obyvatel Lyonu za záchranu města se stal rok 1852. V tomto roce měla být 8. Září, v den narození Panny Marie, vedle basiliky Notre-Dame de Fourvière na památku a jako poděkování vztyčena socha Pany Marie. Město však zasáhly povodně a tak byl plánovaný termín oslav přesunut na 8. listopadu, který je považován za neposkvrněné početí Pany Marie.

Socha byla vztyčena a obyvatelé Lyonu se těšili na oslavy, jejich součástí bylo i osvětlení fasády basiliky Notre-Dame de Fourvière a rozsáhlé ohňostroje odpalované z vrcholku hory, na které je basilika postavena. V ranních hodinách tohoto významného dne se však strhla bouřka a vedoucí organizace slavností rozhodl vzhledem k hustému dešti o odložení oslav až na následující neděli. V podvečer se nad městem obloha vyčáslila a obyvatelé Lyonu, kteří oslavy horlivě očekávali, se rozhodli rozsvítit světla ve svých oknech, zapálením svíček a putovali k soše Pany Marie, kde ji sami osvětlili loučemi a do pozdních večerních hodin zpívali píseň „Viva Maria“.

Tento svátek je významným dnem v historii města Lyon a obyvatelé pokračují v tradici, která začala v roce 1852. V současnosti je každý rok v ulicích města k vidění nejen velké množství zapálených svíček, ale také celá řada projekcí.

Fête des lumières v novém hávu

V posledních desetiletích se v průběhu tohoto festivalu ve městě prezentují přední light designeři a světelné ateliery, které připravují nejen trvalé instalace osvětlení, ale také, a to především, především jednorázové dočasné instalace a audiovizuální projekce.

Během festivalu je instalováno téměř 100 různých projekcí a město navštíví až 4 miliony návštěvníků, kteří se na Fête des lumières každý rok znovu slétají z celého světa. A není divu, je možné shlédnout statické i dynamické instalace, audiovizualizace, ale i velmi netradiční interaktivní světelné projekty. Mezi interaktivní světelné projekce se v posledních letech řadí mimo jiné osvětlení fontány doprovázené audio reprodukcí, které reagovalo na pohyb lidí v okolí fontány. Kromě toho mohli návštěvníci procházející v okolí fontány ovládat dynamiku osvětlení zakrýváním světelných sloupců, které byly snímány světlocitnými detektory a následně podle toho byla měněna dynamika osvětlení. V roce 2007 byla přímo na ulici k vidění zajímavá instalace prosvětlené telefonní budky, která byla napuštěna vodou a ve které plavaly pestré rybičky. Pořídít kvalitní fotografie ze stativu nebylo však vzhledem k velkému davu návštěvníků možné.

Zajímavé setkání

Při loňské návštěvě Fête des lumières se nám podařilo zorganizovat setkání s Alain Guilhot, prezidentem Architecture Lumiere. Alain Guilhot je významným light designérem, který před 30ti lety založil společnost Architecture Lumiere. Pro Lyon vypracoval první generel osvětlení města Lyon již v roce 1989 a dlouhodobě prosazoval zviditelnění města s využitím osvětlení budov a památek města. I na jeho popud se začala proměňovat tvář festivalu Fête des lumières do dnešní podoby. Alain Guilhot je předním light designérem nejen ve Francii, ale jeho významné realizace je možné shlédnout na věžích Petronas v Kuala Lumpur, Oriental Pearl Tower v Šanghaji a další osvětlení v Dubai, Bahrainu, Paříži, Quebecu a řadě dalších míst na celém světě. Významnými referencemi jsou i dočasné instalace osvětlení velké čínské zdi nebo příležitostní osvětlení Eiffelovy věže.

Partnerství v projektu

Společnost ELTODO OSVELTENIE, s.r.o. je v rámci skupiny ELTODO nepřímou dceřinou společností významného partnera festivalu, společnosti CITELUM s.a. Je potěšením, že v rámci tohoto partnerství a setkání, které na festivalu v roce 2007 proběhly byly založeny základy zajímavých spoluprácí na budoucích projektech v oblasti trvalých i dočasných instalací. V budoucnu tak bude prostor pro podobné slavnosti světla i ve střední Evropě.

Pod pokličkou festivalu

Snad každého light designéra ale především světelného technika vedle výsledného efektu zajímá cesta k tomu jak takový efekt uvést v život. Vzhledem k partnerství společnosti CITELUM v tomto projektu jsme měli jedinečnou příležitost se volně pohybovat na jednotlivých instalacích ještě v době přípravy festivalu.

O přípravu se stará kromě light designerů také několik set techniků a světelných techniků, kteří připravují instalace řadu dní před příjezdem návštěvníků. Celá příprava jedné projekce počínaje konceptem, návrhem, technickým řešením a realizací v některých případech trvá i déle než jeden rok. Příprava na další ročník tak často začíná již několik dní po skončení samotného festivalu. To vše se neobejde bez silných partnerů projektu, kteří po finanční stránce svým přispěním umožní realizaci projektu. Nejvýznamnější roli však sehrává město Lyon.

Pro realizaci samotných instalací je využita rozmanitá technická základna. V oblasti osvětlovací techniky jsou využita jak jednoduchá svítidla s klasickou žárovkou tak skupiny divadelních projektorů s otočnými hlavami, které umožňují dynamickou projekci. Tyto projektory jsou schopny synchronizované pracovat v definovaných plánech nejčastěji na základě protokolu DMX. Často je využito barevných filtrů, audio doprovodu a nečekaných kombinací technických prvků.

A jaké zařízení je použito konkrétně...?

... něco musí zůstat pod pokličkou.

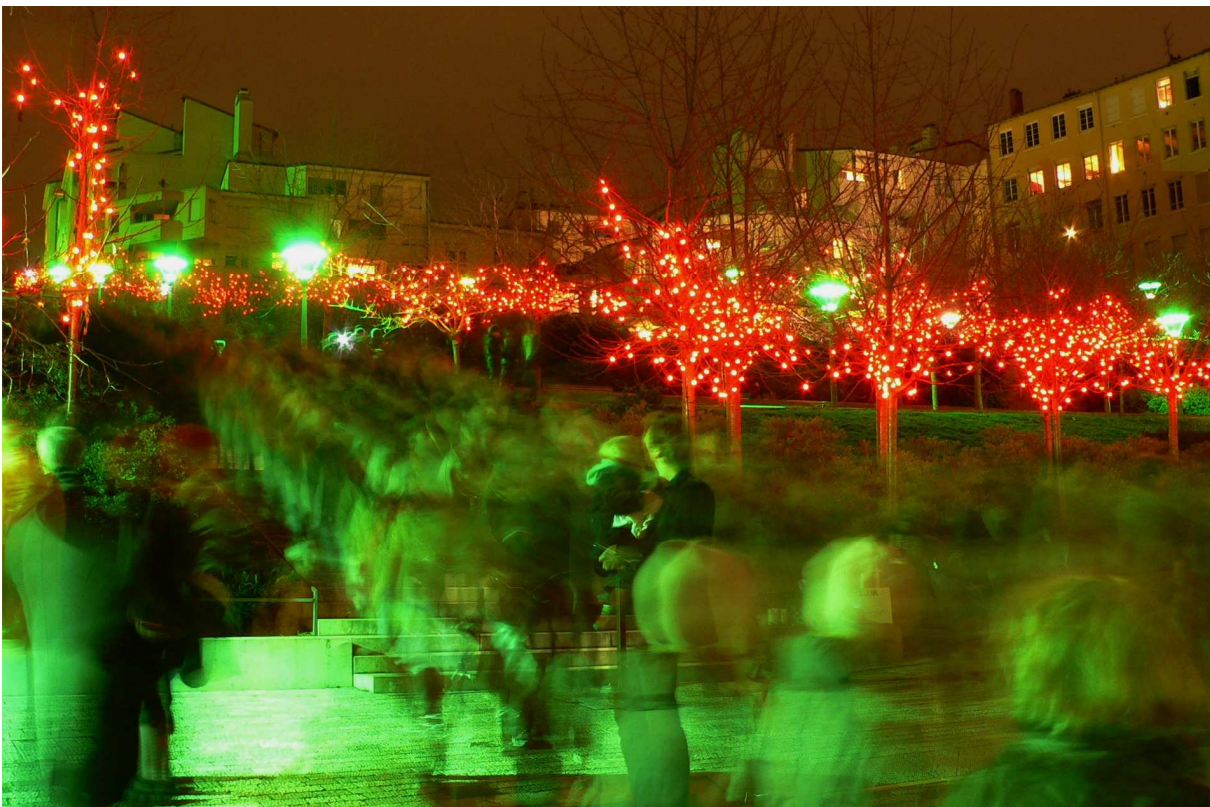
Vydejte se do Lyonu

Pokud Vás krátký stručný popis dění festivalu oslovil, jistě neváhejte a vydejte se do Lyonu. Pocity, které na místě zažijete, se nedají jednoduše opsat. Nezapomeňte na včasnou rezervaci ubytování, hotely bývají často vyprodány již půl roku před konáním festivalu.

Troufám si tvrdit, že každý kdo navštíví alespoň jednou festival Fête des lumières na tento zážitek nezapomene.



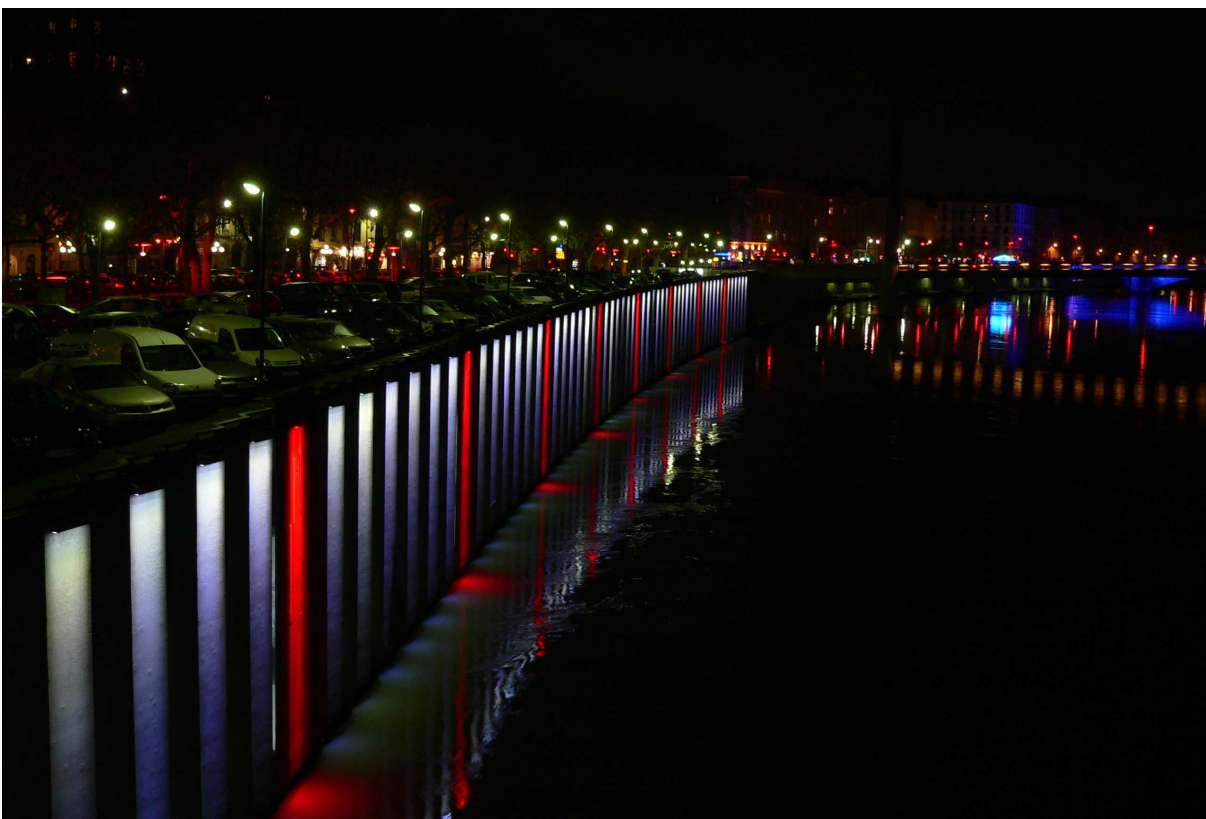
• Osvětlení průčelí radnice města Lyon



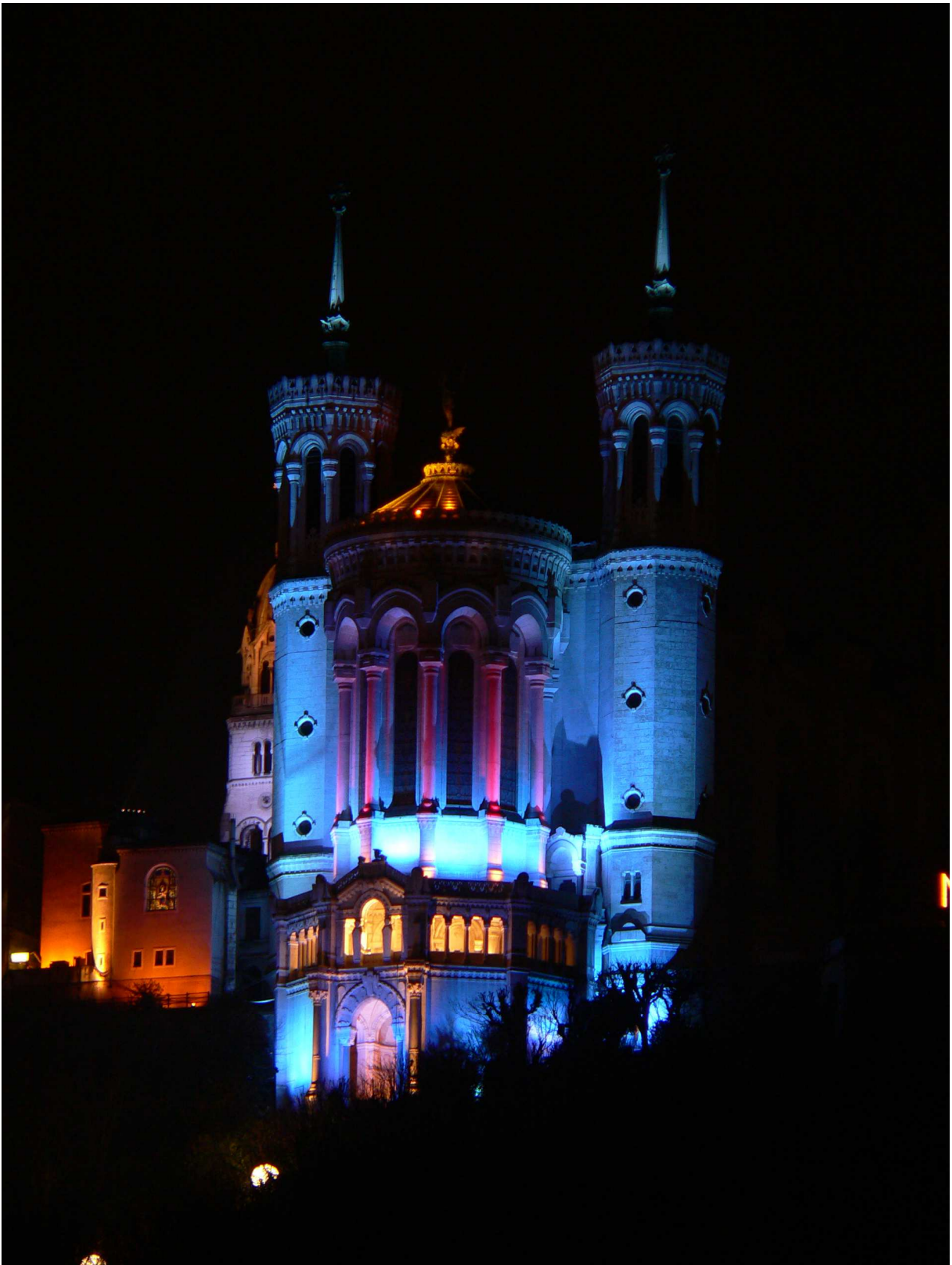
• Osvětlení parku



• Osvětlení ulic v historickém centru



• Osvětlení garáží na břehu řeky



• Osvětlení basiliky Notre-Dame de Fourvière

Foto

Autor příspěvku

Energetické úspory ve veřejném osvětlení

Karel Sokanský, Prof. Ing. CSc., Tomáš Novák, Ing. Ph.D.

Vysoká škola báňská – technická univerzita, Ostrava,

e-mail: karel.sokansky@vsb.cz, tomas.novak1@vsb.cz

Úvod

Na konci roku 2007 byl proveden výzkum týkající se stavu veřejného osvětlení v ČR. Tento výzkum byl proveden na základě požadavků České energetické agentury (ČEA), která na toto téma vypsalala grant v rámci Státního programu (program EFEKT) na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie.

Důvody proč vůbec vyvstal požadavek na zjištění stavu VO v ČR.

- První důvod je jasný. Neustálý nárůst cen elektrické energie, jejímž významným odběratelem je právě oblast VO.
- Druhý důvod je ten, že poslední informace o spotřebě VO byly zjišťovány naposledy v roce 2000.
- Třetí důvod je zjištění struktury VO dle jednotlivých oblastí a velikostí měst a obcí z pohledu možností snižování energetické náročnosti těchto osvětlovacích soustav.

Stávající vybrané parametry VO v ČR

- Roční spotřeba el. energie na obyvatele má hodnotu více než 50 kWh/obyvatele.
- Z výše uvedeného závěru je proveden odhad spotřeby el. energie v ČR. Spotřeba by se dle našeho zjištění měla nacházet v rozmezí (463,2 ÷ 628,5) GWh/rok.
- Instalovaný příkon VO v ČR se pohybuje v rozmezí (126,35 ÷ 140,8) MW. To koresponduje s úvahou odhadu příkonu na jedno světelné místo 130W při uvažovaném počtu světelných míst cca 1 milion.
- Odhadovaná celková spotřeba elektrické energie v sektoru veřejného osvětlení může být také stanovena na základě počtu svítidel, průměrného příkonu na svítidlo a provozních hodin za rok. 1 milion svítidel x 130 W průměrný příkon na svítidlo x 4150 provozní hodiny za rok = 539,5 GWh/rok.

Potenciál úspor VO v ČR

Hrubý odhad energetických úspor může při realizaci optimalizačních opatření vypadat následovně:

- Používání konvenčních nebo elektronických předřadníků s nižšími ztrátami - 6 %.
- Výměna kabelů s nedostatečnou izolací - 5 %.
- Správný návrh a provoz osvětlovacích soustav dle aktuálních standardů - 5 %.
- Použití výbojových světelných zdrojů s vysokým měrným výkonem a ověřenou dobou života - 5 %.
- Eliminace černých odběrů - 3%.
- Rovnoměrné zatížení fází - 1%.
- Stmívání v období se sníženou intenzitou dopravy - 25%.
- Optimální spínání osvětlovací soustavy - 1%.

Odhaduje se, že celkem lze maximálně snížit spotřebu asi o 50%. To znamená, že v ideálním případě činí energetický potenciál úspor cca 50%. Tento odhad samozřejmě platí pro VO, které doposud neprošlo žádným z výše uvedených inovačních procesů.

Možnosti optimalizace osvětlovacích soustav VO

K efektivnímu a úspornému provozu a údržbě se využívá optimalizačních opatření (energetický management), která lze rozdělit podle základních prvků VO do tří kategorií:

- Osvětlovací systém.

- Napájecí systém.
- Ovládací (řídící) systém.

V osvětlovacím systému jsou to především opatření týkající se modernizace světelných zdrojů, svítidel a optimálním prostorovém uspořádání a využití světelných míst.

V napájecím systému je to regulace napětí, regulace světelného toku a zrovnoměnění odběru proudů v jednotlivých fázích. Tím dojde ke zmenšení ztrát v elektrických rozvodech. Nabízí se zde i možnost zmenšování počtu rozvaděčů napájecích osvětlovací soustavy.

V ovládacím systému spočívá racionalizace v řízení a monitorování provozu osvětlovacích soustav (dohledový systém).

Klíčovými faktory potenciálu energetických úspor jsou následující technická opatření:

- Instalace svítidel s nízkými nároky na údržbu (vysoké IP).
- Používání konvenčních nebo elektronických předřadníků s nižšími ztrátami.
- Správný návrh a provoz osvětlovacích soustav dle aktuálních standardů.
- Použití výbojových světelných zdrojů s vysokým měrným výkonem a ověřenou dobou života.
- Eliminace černých odběrů.
- Rovnoměrné zatížení fází.
- Stmívání v období se sníženou intenzitou dopravy.
- Optimální spínání osvětlovací soustavy.

Co je nutné zvážit před rozhodnutím o optimalizaci VO

Investor, tedy obec by měla před zahájením prací na projektech obnovy nebo před jakoukoli investicí do VO zvážit a zohlednit následující parametry, vlastnosti a užitné hodnoty, ke kterým by měl projektant před vlastním návrhem VO přihlídnout:

Typ svítidel ve vztahu k oblasti, která je osvětlována (různé třídy komunikací, pěší zóny, náměstí, obytné zóny, atd.). Rozhodnutí, která část obce se budete osvětlovat (na základě ČSN EN 13201-1-4). Dnešní výrobci velmi cíleně vyrábí mnoho různých typů svítidel pro vyhraněný účel a použití. Jeden typ svítidla může být a zpravidla je k dispozici s několika různými optikami právě podle účelu jeho použití.

Posouzení svítidel z hlediska jejich rušivých účinků. Rozomí se tím světlo pronikající do oken obytných prostorů, které se nacházejí v blízkosti soustav veřejného osvětlení a světlo šířící se do horního poloprostoru. Světlo jdoucí do horního poloprostoru zvyšuje jas oblohy a tím snižuje viditelnost hvězd.

Bezpečnost silničního provozu (zvýšení bezpečnosti vlivem osvětlení). Vybrat v obci ty lokality, které jsou kritické z pohledu bezpečnosti dopravy, jako například přechody pro chodce, kruhové objezdy, křižovatky. Od projektanta požadovat speciální světelná řešení těchto kritických míst.

Míra kriminality (zvláště v odlehlých obytných zónách). Identifikace lokalit v obci, které jsou nebo mohou být kritické z pohledu kriminality a opět od projektanta požadovat speciální světelné řešení těchto kritických míst.

Zvýšení ekonomické aktivity (zejména v centrálních oblastech obcí a měst). Vytipování míst v obci, která jsou společensky a obchodně exponována, a která mohou velmi výrazně ovlivnit vnímání kvality života v obci.

Zvýšení atraktivity prostředí. Zvážit, do jaké míry a v jakých lokalitách je vhodné akcentovat i určité designové a estetické vlastnosti osvětlovací soustavy použitím designově vhodných svítidel včetně jejich příslušenství (stožáry VO, výložníky atd.).

Provoz soustavy VO (náklady na údržbu). Je nutné věnovat zvýšenou pozornost podkladům a informacím o kvalitě svítidel a to z pohledu materiálů, kvality provedení a to zejména ve vztahu k množství a nutnosti servisních zásahů mimo plošné a plánované výměny světelných zdrojů. Dále je nutné vzít v úvahu dva

faktory. Dobu na kterou je investice pořizována (zpravidla min. 15, standardně však 20 – 25 let) a dynamiku ceny práce, tedy budoucích nákladů na údržbu po celou dobu užívání investice.

Spotřeba el. energie a možnosti její optimalizace. Je nutné důkladně zvážit, ve spolupráci s projektantem, možnosti stmívání při nižší hustotě provozu v různých lokalitách obce tak, aby bylo dosaženo rovnováhy mezi parametry požadovanými normami pro osvětlování komunikací a minimalizací spotřeby el. energie.

Enviromentální otázky. Enviromentální oblast rozhodování se zabývá v rámci investičního rozhodování, úvahou jak, kde a z čeho bylo svítidlo vyrobeno, z jakých materiálů a za jakých podmínek bude možno svítidlo recyklovat po skončení jeho životnosti. Tento aspekt je o odpovědnosti a sleduje poslední evropské trendy nejen v této oblasti. Mnoho současných municipalit jednoznačně preferuje nákup pouze takových komodit, které splňují plné nároky na recyklovatelnost a energetickou nenáročnost ve výrobě. V oblasti svítidel je současným materiálem hliník, který splňuje většinu těchto požadavků.

Trendy v konstrukcích svítidel používaných pro VO

Korpus svítidla

V roce 2006 bylo 85% všech svítidel, která byla prodána napříč všemi významnými evropskými výrobci, vyrobena z plně recyklovatelných materiálů; tj. vztaženo ke korpusu svítidla především hliník. Tento trend je velmi patrný v posledních letech, zejména ve vyspělých zemích Evropy a tzv. „green poptávka“ po produktech vyráběných z plně recyklovatelných materiálů z roku na rok významně posiluje.

Nejedná se tedy o otázku zda-li hliník nebo plast, jedná se o otázku zdali recyklovatelný nebo nerecyklovatelný materiál, z kterého jsou svítidla vyrobena. Hliník však v současné době reprezentuje prvotřídní recyklovatelný materiál, který nejenom že poskytuje stabilní kvalitativní parametry po celou dobu života svítidla (v krajních případech – u korpusů svítidel až 30 let), ale po uplynutí této doby je plně a bez mimořádných energetických nároků recyklovatelný, což v současné době neplatí v případě plastů.

Optická část svítidla

Reflektor slouží k vhodné distribuci světelného toku pomocí zrcadlového odrazu. Nejvhodnější současný materiál ke konstrukci reflektorů je opět hliník. Nejenže je plně recyklovatelný, ale dá se velice dobře tvarově přizpůsobit k optimálnímu tvaru odrazné plochy. Mezi další výhody patří dobrá tepelná vodivost k odvodu tepelné energie od světelného zdroje, vysoká odraznost leštěného hliníku a jeho velká odolnost vůči vnějším vlivům a UV záření.

Difuzor slouží k vhodné distribuci světelného toku pomocí prostupu světelného toku. Difuzor by měl být vyroben z materiálů s velkou světelnou propustností a odolností vůči UV záření, tak aby nedocházelo k degradaci materiálu difuzoru a tím ke snížení jeho účinnosti. Z hlediska propustnosti a odolnosti vůči UV je nejvhodnější materiál pro difuzor sklo.

Údržba

Svítidlo by mělo umožňovat snadnou a rychlou výměnu světelných zdrojů na stožáru, bez pomoci nářadí.

Rušivé světlo

Úkolem konstruktérů a výrobců svítidel je, aby navrhovali nejenom taková svítidla, která budou vyrobena z plně recyklovatelných materiálů a byla vybavena takovými komponenty, které budou efektivně využívat elektrickou energii, ale aby byl světelný tok distribuován pouze do těch míst či prostorů, které jsou předmětem osvětlování.

Doba života svítidla

Doba života svítidel je vedle jeho distribuce světelného toku významným argumentem při výběru svítidel VO. Na délku doby života svítidla má vliv materiál, z něhož je svítidlo vyrobeno a stupeň jeho krytí.

Stupeň krytí

Čím větší je toto číslo, tím je svítidlo odolnější vůči vniku nežádoucích pevných částic, vody a potažmo hmyzu. Použití svítidel s vysokým krytím zaručuje spolu s vhodným elektrickým vybavením dlouhou života svítidla.

Je-li požadována záruka vysoké ochrany před vniknutím cizích předmětů a vody do svítidla, pak se doporučuje použít svítidlo s krytím IP 66 a více. Svítidlo s krytím IP 66 je zcela chráněno před vniknutím prachu a také před intenzivně stříkající vodou.

Stupeň krytí je jeden z hlavních faktorů při určování udržovacího činitele pro výpočet osvětlení. U svítidel s vysokým krytím proto nedochází ke zbytečnému přesvětlování komunikací u nových instalacích.

Náklady

Jedním z kritických faktorů investičního rozhodování v oblasti rekonstrukce nebo modernizace VO je otázka doby života životnosti a nákladů na údržbu. Moderní evropská svítidla jsou konstruována tak, aby zajistila uživateli, tedy městům a obcím minimální provozuschopnost 25 – 30 let. To znamená, že jejich konstrukce a použité materiály umožňují provoz po celou dobu života při dodržení plánované údržby (čištění svítidel a výměna světelných zdrojů).

Cena lidské práce je v současné době v ČR na relativně nízké úrovni ve vztahu k vyspělejším zemím EU. Je tudíž běžnou ekonomickou praxí příliš nezohledňovat cenu lidské práce, jelikož v cenách roku 2007 není příliš významnou položkou. Nicméně investiční rozhodování činěné na příštích 20 – 25 let musí s položkou dynamicky rostoucí ceny práce a tedy i údržby počítat.

Úspory

Veřejné osvětlení je jedním z významných spotřebitelů elektrické energie v kontextu každé rozvíjející se ekonomiky. Mnoho světových a evropských institucí (Evropská unie, Světová banka, atd.) iniciují programy na podporu projektů a technologických řešení, které dlouhodobě vedou k úsporám elektrické energie.

Je odpovědné a moderní realizovat takové projekty, které v budoucnu umožní úsporu elektrické energie při zachování potřebných výkonových parametrů a tím sníží budoucí energetické a environmentální zatížení, ale takové projekty se stávají i ekonomicky výhodné s využitím podpor a grantů od výše zmíněných evropských či světových institucí.

„Chytrá a inteligentní řešení“ v této oblasti jsou nejaktuálnějším trendem, který je značně podporován všemi státními, evropskými či světovými institucemi.

Implicitní užitek

Obecně se tvrdí, že investice do obnovy veřejného osvětlení není investicí v pravém slova smyslu, protože nevytváří výnos, tedy peněžní výnos. Kvalitní a atraktivně navržené veřejné osvětlení však spoluvytváří hodnotu, hodnotu vyjádřitelnou v kvalitě prostředí, ve kterém lidé žijí. Tato kvalita prostředí však vyvolává tzv. implicitní užitek, kdy lidé v příjemném prostředí tráví více času, tím utrácejí více peněz, tím podporují rozvoj místních podniků a ty odvádějí městu více na daních. Lidé chtějí bydlet v atraktivních lokalitách, zvyšuje se tedy poptávka po bydlení a koloběh se opakuje.

Výhodnost takovéto investice se tedy nevyjadřuje ve standardních ekonomických ukazatelích jako jsou u „klasických“ investičních projektů, ale v míře implicitního, pozitivního užitku, který takováto investice vyvolá.

Vyhodnocení investičního rozhodování

Projekty, které jsou kvalitně zpracovány a které zohledňují výše uvedené kvalitativní parametry a jsou i následně stejně kvalitně vyhodnoceny mají mnohem větší šanci na úspěch při získávání investičních prostředků z

Studiem operačních programů EU již schválených pro období 2007-2013 zjistíme, že právě projekty zaměřené na revitalizaci městských a obecních center, zvýšení atraktivity a kvality prostředí jsou společným jmenovatelem mnoha těchto programů.

Závěr

Návrh optimalizačních opatření pro města a obce a vývoj nevhodnějších metod vedoucích ke snižování energetické náročnosti veřejného osvětlení je závislé především na aktuálním technickém stavu soustavy a finančních možnostech správce VO.

Snížení spotřeby elektrické energie v rámci VO až o 50% znamená, že v České republice by mohly úspory dosáhnout úrovně až 250 GWh / rok, což činí při současné průměrné ceně elektrické energie v sektoru VO (0,07 EUR / kWh) celkem 17,5 mil EUR.

Literatura

- [1] Sokanský, K., a kol: Potenciál energetických úspor veřejného osvětlení v ČR, závěrečná zpráva grantu MPO - ČEA, číslo projektu: 222 004 7305, 2007, Ostrava

Příklady měření jasů oblohy ve vybraných lokalitách

Karel, Sokanský, prof., Ing., CSc.; Tomáš, Novák, Ing., Ph.D.;

Zdislav, Žwak, Ing.; František, Dostál, Ing.

VŠB-TU Ostrava, katedra elektroenergetiky,

karel.sokansky@vsb.cz, tomas.novak1@vsb.cz,
zdislav.zwak.fej@vsb.cz, frantisek.dostal.st@vsb.cz,

Na základě dlouhodobého zkoumání stavu noční oblohy pomocí luxmetrů, které probíhá na VŠB-TU probíhají i občasná podrobnější měření jasů noční oblohy pomocí jasového analyzátoru LMK mobile advanced, jasové kamery Konica Minolta LS-100, měření osvětleností pomocí luxmetru MX-Elektronik MINILUX a měření magnitud Sky Quality Meterem SQM – Unihedron.

Tento příspěvek je pojat jako ukázka možných změn jasů oblohy podle toho v jaké oblasti se daná měřicí lokalita nachází. Jako příklad je použito měření jasů oblohy v podmínkách, o kterých předpokládáme, že jsou ovlivněny minimálním světelným tokem jdoucím do horního poloprostoru ve srovnání s jasy oblohy ovlivněnými velkou aglomerací.

Lokalitu pro měření jsme v součinnosti se Slovenskou akademií věd vybrali a použili ve Vysokých Tatrách. Bylo nám umožněno provést měření jasů oblohy v Astronomickém ústavu ve Staré Lesné a na observatoři na Skalnatém plese.

Pro srovnání dynamiky jasů s velkou aglomerací jsou přiloženy výsledky měření noční oblohy také ze Slovenské akademie věd v Bratislavě.

Porovnáním měření v Tatrách a Bratislavě, která byla provedena za přibližně stejných atmosférických podmínek, dojdeme ke zcela odlišným výsledkům vyhodnocovaných parametrů noční oblohy. Naměřené rozdíly jsou popsány v následujícím textu.

Použité měřicí přístroje

Jasový analyzátor LMK mobile advanced

Pomocí tohoto jasového analyzátoru lze sejmout jasovou mapu v požadovaném prostorovém úhlu. Měřený prostorový úhel lze měnit pomocí různých typů objektivů. Pro sejmutí jasové mapy celého horního poloprostoru (noční oblohy) lze s výhodou použít tzv. rybí oko s prostorovým úhlem 2π steradiánů. Součástí jasového analyzátoru je digitální jednoboká zrcadlovka Canon a software LMK 2000, který z naměřeného snímku vytvoří jasový kanál, ve kterém je uložena informace o hodnotě jasu pro daný makropixel.

Jasová kamera Konica Minolta LS-100

Měření je prováděno pomocí optiky s měřicím úhlem 1° . Konstrukce optického systému zajišťuje, že nedojde k rušení mezi měřenou oblastí uvnitř hledáčku a okolní oblastí vně hledáčku. Přístroj umožňuje nastavit okamžité měření jasu, měření poměru jasů nebo měření nejvyšší hodnoty jasu či nejvyššího poměru jasů. Měřené hodnoty mohou být přenášeny po datovém kanálu a zpracovány v počítači. Měřicí rozsah je od $0,001 \text{ cd/m}^2$, přičemž přesnost udávaná výrobcem pro promalé hodnoty jasů ($0,001$ až $0,999 \text{ cd/m}^2$) činí $\pm 2\%$ ± 2 číslice zobrazené hodnoty. Z výše uvedeného vyplývá, že se jedná o bodové měření.

Luxmetr MX-Elektronik MINILUX

Jak již z názvu vyplývá je přístroj Minilux konstruován pro měření nízkých hodnot osvětleností. Rozsah měření udávaný výrobcem je $0,001 \text{ lx} - 199,9 \text{ klx}$. Čidlo luxmetru je opatřeno kosinovým nastavcem a citlivost čidla odpovídá spektrální citlivosti lidského oka podle křivky V_λ .

Pozn. Všechny výše uvedené přístroje pracují se spektrální citlivostí lidského oka pro fotopické vidění podle křivky V_λ . Přístroje nezohledňují mezopické resp. skotopické vidění.

Unihedron – Sky Quality Meter (SQM)

Jedná se o malé přenosné zařízení, které volně přeloženo určuje „kvalitu oblohy“ z hlediska rušivého světla. Zařízení má filtr, který umožní vyhodnocení pouze záření ve viditelném spektru. Filtr odstraní spektrum blízké infračervenému a tím potlačí teplotní vliv na měřicí senzor. Měření se provádí zaměřením přístroje na zenit a trvá maximálně 60 sekund. Měří se kužel o vrcholovém úhlu 40°, tedy 20° od osy měření. Měřená hodnota je zobrazena v mag/arcsec².

Přesnost měření je +/- 10% (+/- 0,1 mag/arcsec²). Změřená hodnota se dá dle údaje výrobce převést na jas pomocí následujícího vztahu.

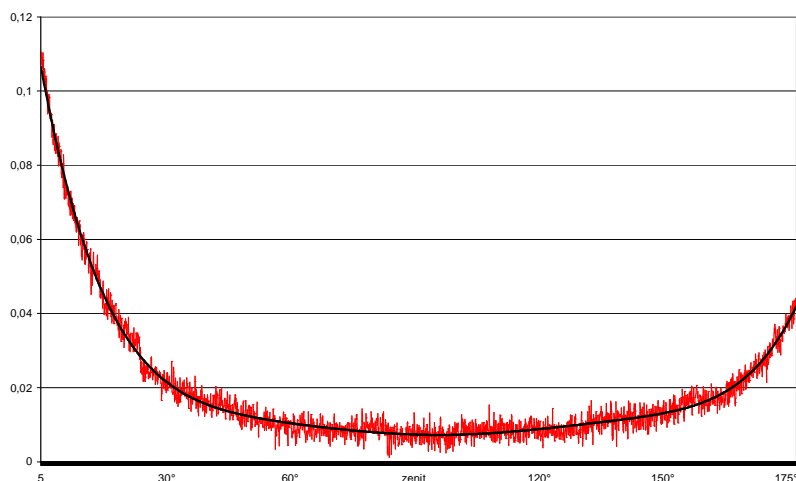
$$[cd / m^2] = 10.8 \cdot 10^4 \cdot 10^{(-0,4 \cdot [mag / arcsec^2])}$$

Popis meteorologických podmínek při měřeních

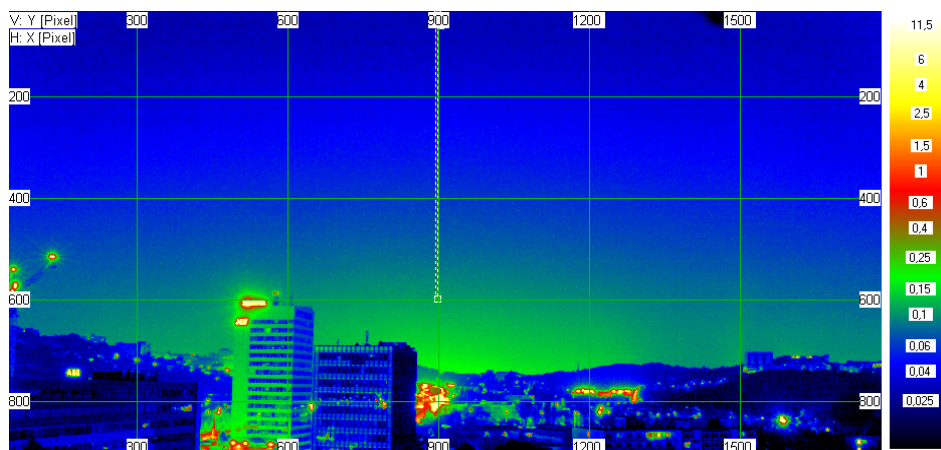
Slovenská akademie věd v Bratislavě	Astronomický ústav ve Staré Lesné	Observatoř na Skalnatém plese
29.5.2008 Měsíc nesvítil, kouřmo, slabá oblačnost., teplota 12°C	26.8.2008 zatažená obloha, výška oblačnosti cca 2000 m.n.m., teplota 13°C	27.8.2008 zatažená obloha, výška oblačnosti cca 2500 m.n.m., teplota 10°C

Měření na Slovenské akademii věd v Bratislavě

Jasoměr LMK mobile advanced



• Obr. 1 - Celkový průběh jasů na noční obloze v řezu z východu na západ



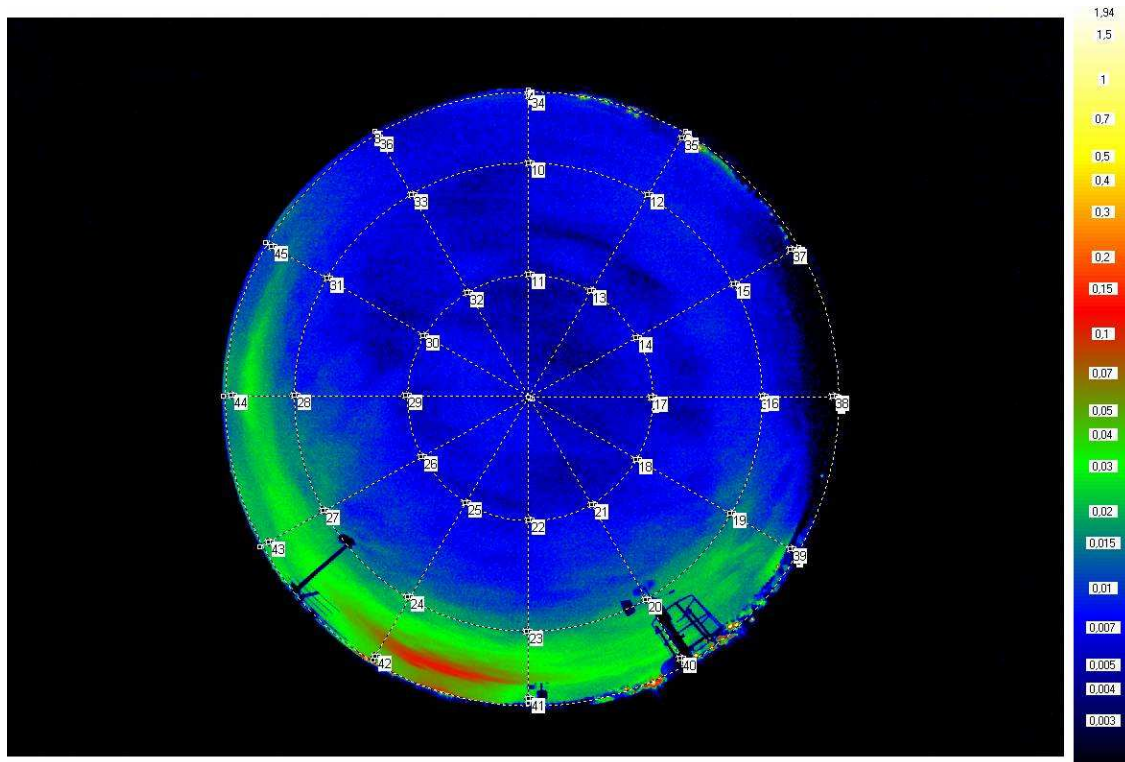
• Obr. 2 - Pohled směrem k východu.

Jasová kamera Konica Minolta LS-100

		Vertikálně			
		0	30	60	90
Horizontálně	0	0,014	0,014	0,011	0,011
	30	0,014	0,012	0,011	0,011
	60	0,01	0,015	0,012	0,01
	90	0,026	0,021	0,013	0,01
	120	0,11 - Zentiva	0,027	0,014	0,01
	150	0,106 - kopec	0,027	0,013	0,01
	180	0,06	0,02	0,012	0,01
	210	0,016	0,014	0,011	0,01
	240	0,006	0,011	0,01	0,01
	270	0,007	0,012	0,01	0,01
	300	0,008	0,014	0,01	0,01
	330	0,18 - Tesco	0,017	0,011	0,01

Měření na Astronomickém ústavu ve Staré Lesné

Jasoměr LMK mobile advanced – objektiv rybí oko



• Obr.3 - Noční obloha v Staré Lesné

		Vertikálně			
		0	30	60	90
Horizontálně	0	0,010	0,007	0,006	0,006
	30	0,007	0,008	0,007	
	60	0,012	0,010	0,007	
	90	0,019	0,012	0,007	
	120	0,024	0,019	0,008	
	150	0,047	0,023	0,008	
	180	0,028	0,018	0,007	
	210	0,003	0,018	0,007	
	240	0,006	0,017	0,007	
	270	0,001	0,009	0,007	
	300	0,003	0,008	0,009	
	330	0,010	0,010	0,006	

Jasová kamera Konica Minolta LS-100

		Vertikálně			
		0	30	60	90
Horizontálně	0	0,003	0,004	0,005	0,005
	30	0,002	0,004	0,005	0,004
	60	0,003	0,004	0,004	0,004
	90	0,004	0,004	0,003	0,004
	120	0,008 - město, ves	0,006	0,004	0,004
	150	0,006	0,006	0,003	0,004
	180	0,011 - Poprad	0,005	0,005	0,005
	210	0,006	0,005	0,004	0,004
	240	0,005	0,005	0,004	0,004
	270	0,003	0,003	0,003	0,004
	300	0,002	0,003	0,004	0,004
	330	0,004	0,003	0,004	0,004

Luxmetr MX-Elektronik MINILUX

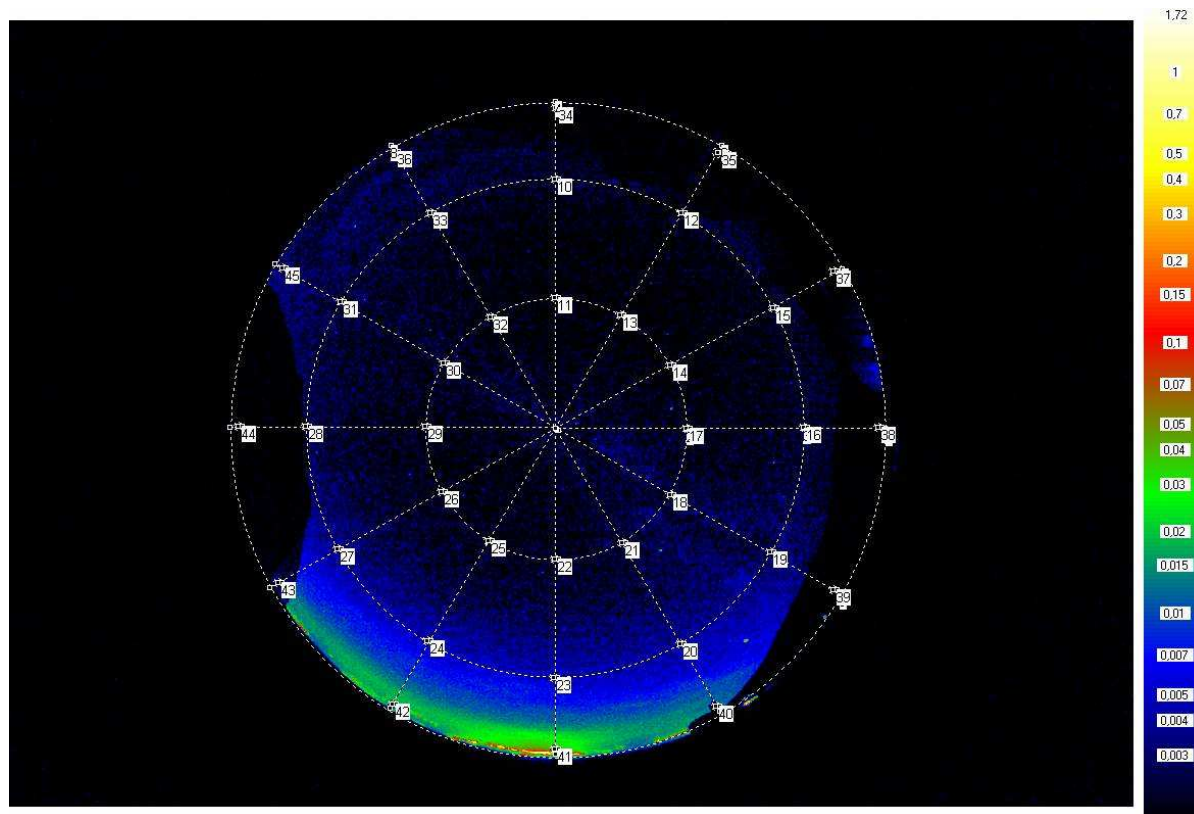
E = 0,006 lx

Unihedron – Sky Quality Meter (SQM)

19,56 mag/arcsec²

Měření na observatoři na Skalnatém plese

Jasoměr LMK mobile advanced – objektiv rybí oko



• Obr. 4 - Noční obloha na Skalnatém Plese

		Vertikálně			
		0	30	60	90
Horizontálně	0	0,002	0,002	0,002	0,002
	30	0,002	0,002	0,002	
	60	0,003	0,002	0,002	
	90	0,001	0,001	0,002	
	120	0,003	0,004	0,002	
	150	0,020	0,006	0,002	
	180	0,050	0,006	0,002	
	210	0,002	0,004	0,002	
	240	0,000	0,003	0,002	
	270	0,000	0,002	0,002	
	300	0,000	0,002	0,001	
	330	0,001	0,002	0,002	

Jasová kamera Konica Minolta LS-100

		Vertikálně			
		0	30	60	90
Horizontálně	0	0,002 - skála	0,003	0,003	0,003
	30	0,003	0,003	0,003	0,003
	60	0,003 - kopule	0,003	0,003	0,003
	90	0,003	0,003	0,003	0,003
	120	0,005 - nad Tatranskou Lomnici	0,003	0,002	0,003
	150	0,007 - nad Poprad	0,004	0,003	0,003
	180	0,007	0,003	0,003	0,003
	210	0,002 - skála	0,003	0,003	0,003
	240	0,002 - skála	0,003	0,003	0,003
	270	0,003 - skála	0,003	0,003	0,003
	300	0,002 - kopule	0,002 - skála + kopule	0,003	0,003
	330	0,002 - kopule	0,002 - skála	0,003	0,003

Luxmetr MX-Elektronik MINILUX

E = 0,007 lx

Unihedron – Sky Quality Meter (SQM)

21,24 mag/arcsec²

Souhrnné zhodnocení naměřených zenitních hodnot

		Slovenská akademie věd v Bratislavě	Astronomický ústav ve Staré Lesné	Observatoř na Skalnatém plese
Jasoměr LMK mobile advanced – objektiv rybí oko	[cd/m ²]	0,01	0,006	0,002
Jasová kamera Konica Minolta LS-100	[cd/m ²]	0,01	0,004	0,003
Unihedron – Sky Quality Meter (SQM)	[cd/m ²]	-	0,0016	0,0003
	[mag/arcsec ²]	-	19,56	21,24
Luxmetr MX-Elektronik MINILUX	[lx]	-	0,006	0,007

Z výsledné tabulky je patrný vliv změn jasů na prostředí pozorování. V rámci Slovenské republiky lze pro tento konkrétní typ měření (zatažená obloha) došlo ke snížení zenitních jasů oblohy v oblasti Tatranského národního parku, oproti hlavnímu městu Slovenské republiky o cca 1 řád. Z setin cd/m² na tisícinu cd/m².

Astronomický přístroj Unihedron – Sky Quality Meter (SQM) měří hodnoty v mag/arcsec², ale po výrobcem uváděném přepočtu na světelně-technické parametry (cd/m²), vychází nepříliš korespondující hodnoty jasů v porovnání s jasy naměřenými pomocí jasoměru LMK mobile advanced či jasové kamera Konica Minolta LS-100.

Testování nových objektivů jasového analyzátoru LMK mobile advanced

Karel, Sokanský, Prof., Ing., CSc.; Zdislav, Žwak, Ing.

VŠB-TU Ostrava, katedra elektroenergetiky, zdislav.zwak.fe.i@vsb.cz, karel.sokansky@vsb.cz

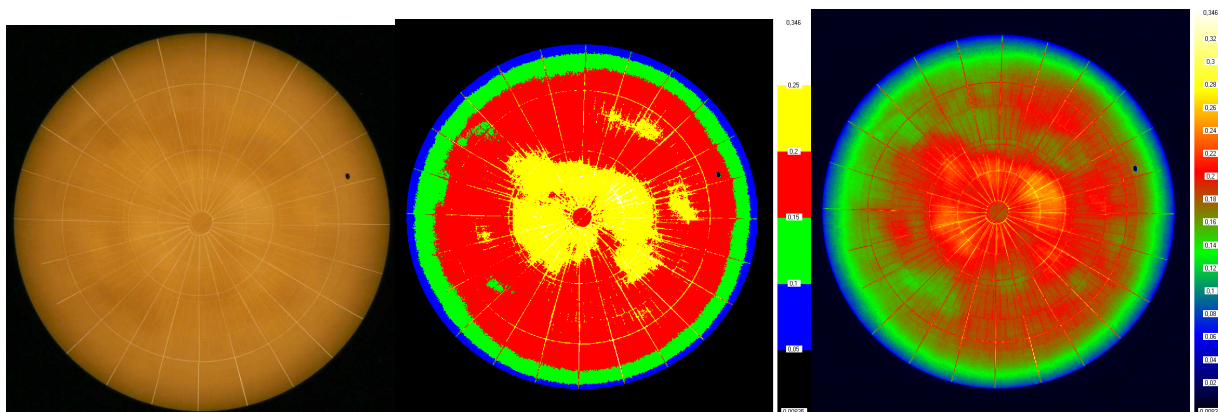
Úvod

V základním provedení je jasový analyzátor LMK vybaven objektivem Sigma 18-50 mm F2.8, který má vhodné parametry pro měření na krátké vzdálenosti. Využíván je hlavně pro měření jasu svítidel, přechodů pro chodce a vozovek. Nicméně právě u přechodů pro chodce či tunelů je měřený objekt většinou ve vzdálenosti minimálně 60 metrů. Vzhledem k daným parametrům, je na této vzdálenosti pro ohniskovou vzdálenost 50 mm šířka záběru přibližně 27 metrů. Pokud se tedy jedná o měření přechodu pro chodce, vozovky či tunelu, jedná se většinou o oblasti, ve kterých postačí šířka záběru 6 až 10 metrů. Potom vše na snímku nad požadovanou šíří obsahuje informace, které nemají žádný význam pro další výpočty. Zvýšením ohniskové vzdálenosti dojde k zmenšení šíře záběru a tím i k zvýšení využitelné plochy CMOS snímače jasového analyzátoru, čímž dosáhneme vyššího rozlišení jasové mapy a také přesnějšího odečítání jasových hodnot z požadovaného objektu. Pro tyto účely byl zakoupen jasový objektiv Sigma 50-150 mm F2.8, který ovšem nemá kalibrační mapu a není tedy zřejmé, s jakou odchylkou je s jeho pomocí měřen jas. Spolu s tímto objektivem byl také zakoupen objektiv typu rybí oko, Sigma 4,5 mm F2.8, který se využívá pro měření rušivého světla. Tímto objektivem je možno zaznamenat celý poloprostor. Pro přesné odečítání hodnot mezi horizontem a zenitem potřebujeme však znát, zda nedochází k nelineární deformaci obrazu. Proto dalším krokem bylo zjištění, zda a jakým způsobem dochází k deformaci zaznamenaného poloprostoru na CMOS snímač.

Zjištění vlastností objektivu

Mezi vlastnosti, které bylo nutno ověřit patřily optická rovnoměrnost, optická deformace a odchylka jasu, po zpracování dat naměřených nekalibrovanými objektivy.

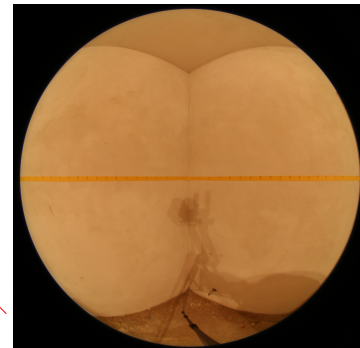
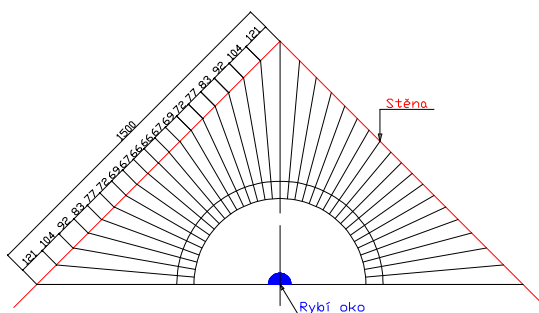
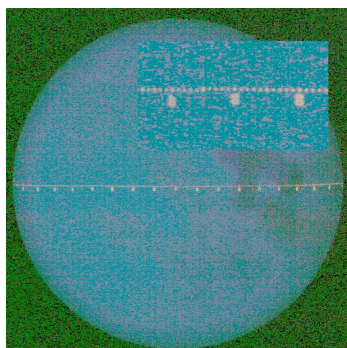
Optická rovnoměrnost se testovala měřením jasu plochy, kterou jsme uvažovali jako lambertovu plochu. Za předpokladu, že by tato plocha měla rovnoměrné rozložení jasu, mohli bychom teoreticky určit odchylku od měřené hodnoty, způsobenou výrobními vadami v optice, nečistotami v optice apod., pro každý pixel. Pro tento účel byla využita nejprve kopule modelu denní oblohy, který se nachází v prostoru Slovenské Akademie Věd v Bratislavě a druhá měřená plocha byla tvořena kopulí hvězdárny a planetária Johanna Palisy v Ostravě (obr.1). Vzhledem k technickým obtížím nebyly model denní oblohy ani kopule planetária vhodné pro přesné vyhodnocení. Hlavním problémem bylo zajištění rovnoměrného osvětlení kopule planetária. Na obr. 1 je vidět reálné foto kopule, spolu s jasovou mapou v ISO barvách a v pseudobarvách. Již z reálného snímku je patrné, že rovnoměrnost jasu není vhodná pro vyhodnocení.



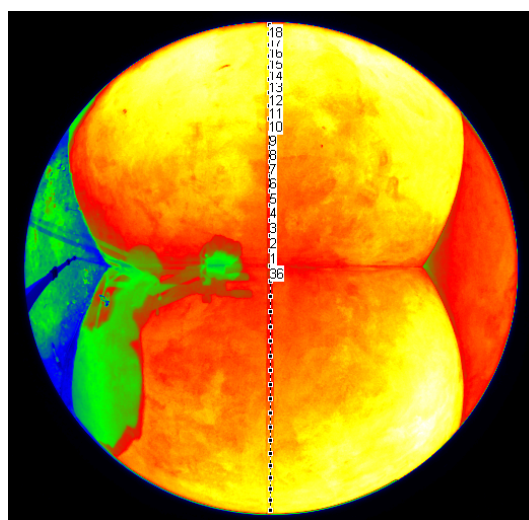
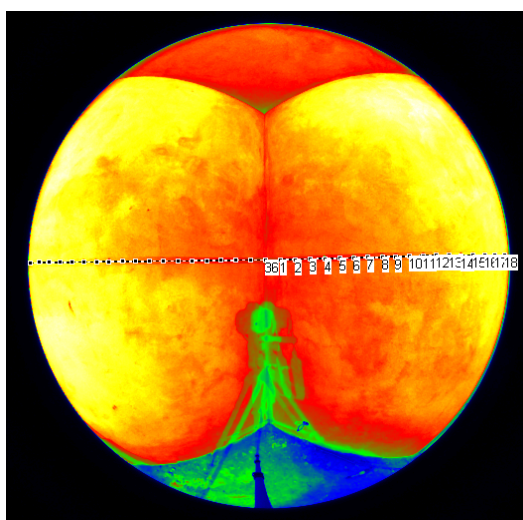
• Obr.1 – kopule planetária

U rybího oka, které je využíváno hlavně k měření noční oblohy, za účelem výzkumu světelného znečištění, bylo nutno ověřit, zda záznam poloprostoru směrem od zenitu k obzoru je ve všech směrech lineární nebo zda dochází k nelineárnímu průběhu. Pro tento účel bylo nejprve provedeno měření stupnice promítané na kopuli planetária (obr.2 – levý s detailem stupnice) a poté ještě měření na dvou rovinách (zdech), které svíraly úhel 90° (obr. 2 – střední, pravý). Projekční jednotka planetária promítla elevační úhel na kopuli s rozlišením na 1°. Nejprve došlo k záznamu v horizontální a poté ve vertikální rovině. Vzhledem k umístění projekční jednotky v geometrickém

středu kopule nastává problém s přesným ustavením jasového analyzátoru tak, aby jeho optická osa byla kolmá a protínala zenit. Použití stativu je prakticky znemožněno. Proto došlo k dalšímu měření, kdy byla na dvou stěnách, svírajících úhel 90° vyznačena stupnice o rozteči dílků 5°. Horizontální rovina byla vyznačena laserovou vlnou. K přesnému ustavení jasového analyzátoru sloužil stativ s hlavou, umožňující nastavení roviny pomocí tří bublinek, podobně jako na zednické váze. Poté se provedl záznam, ze kterého bylo možno určit nelinearitu průběhu směrem od optické osy rybího oka (obr.3).



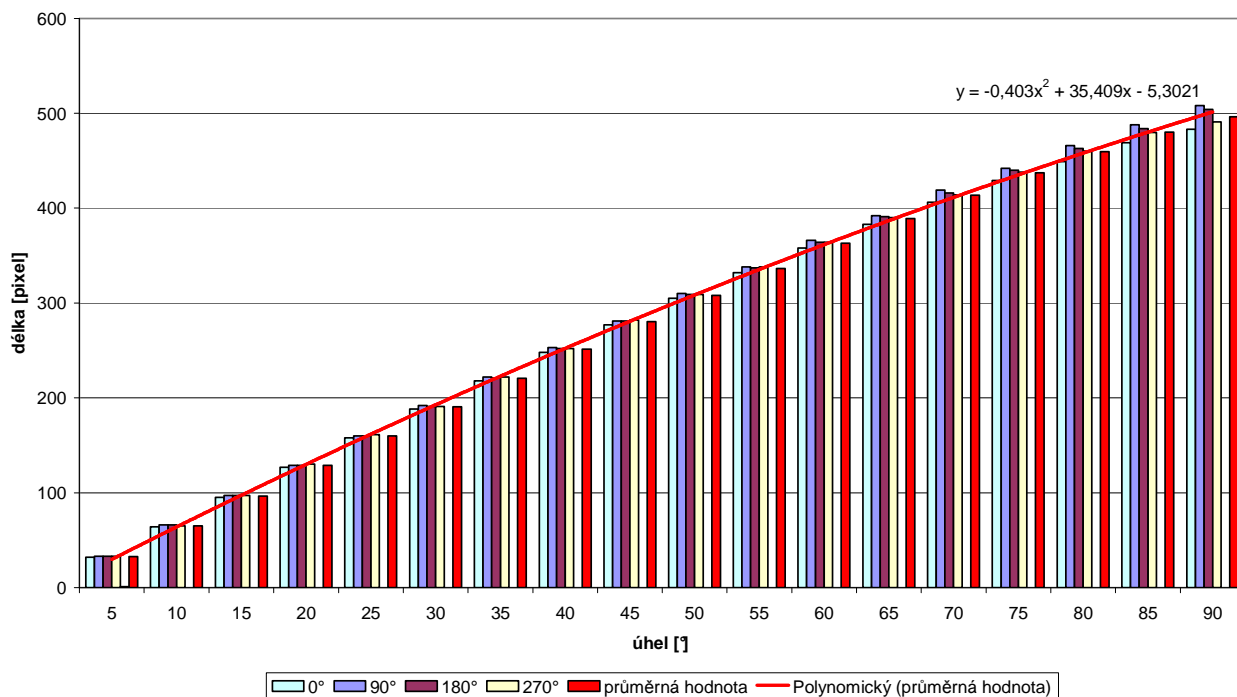
• Obr. 2



• Obr. 3

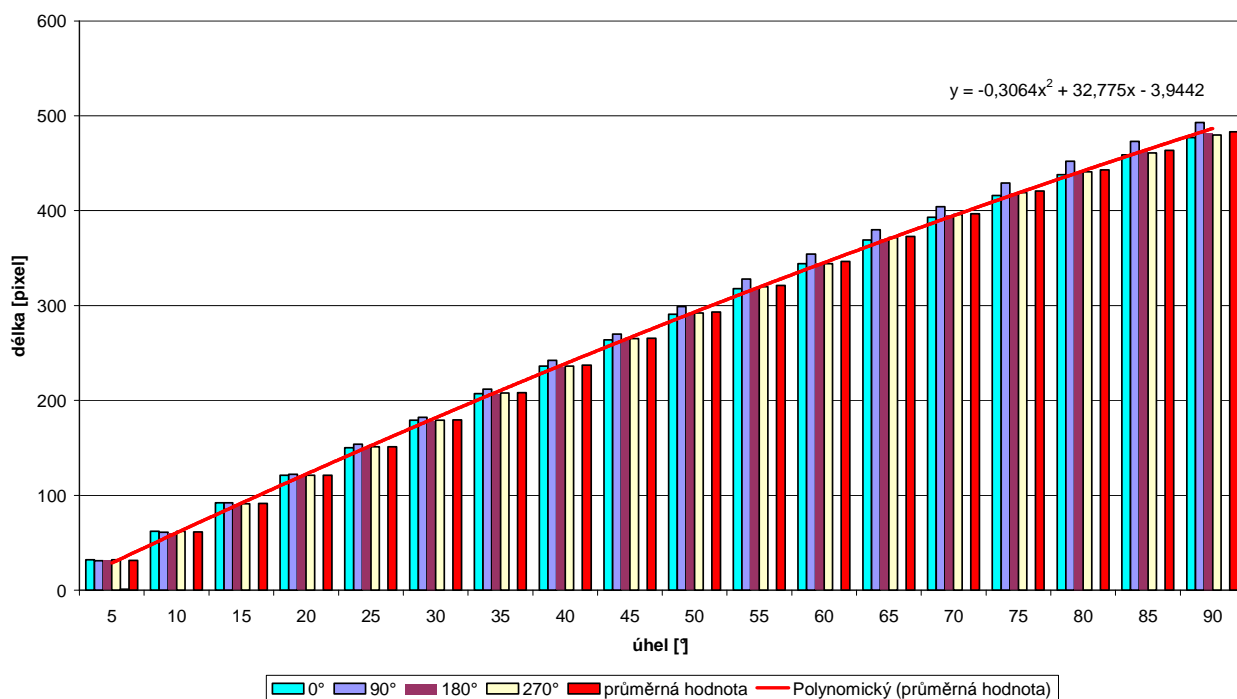
Pro měření v planetáriu i na zdi byly vyneseny vzdálenosti jednotlivých bodů s roztečí 5°, ve směru od optické osy rybího oka (obr. 4 a 5). Vyhodnocovaly se 4 azimutální směry 0°(sever), 90°(východ), 180°(jih) a 270°(západ). Z těchto čtyř hodnot se pro daný elevační úhel vypočítala střední hodnota, od které se určila největší záporná a největší kladná odchylka (tab.1). Tyto odchylky nám dávají přesnost určení souřadnic +2,3/-2,7% (+2°04'/-2°26') pro měření v planetáriu, resp. +2,2/-2,0% (+1°59'/-1°48') pro měření na zdi, které dává vzhledem k lepším možnostem ustavení jasového analyzátoru vůči měřené souřadnicové síti přesnější výsledky.

Měření na kopuli planetária



• Obr. 4

Měření na stěně



• Obr. 5

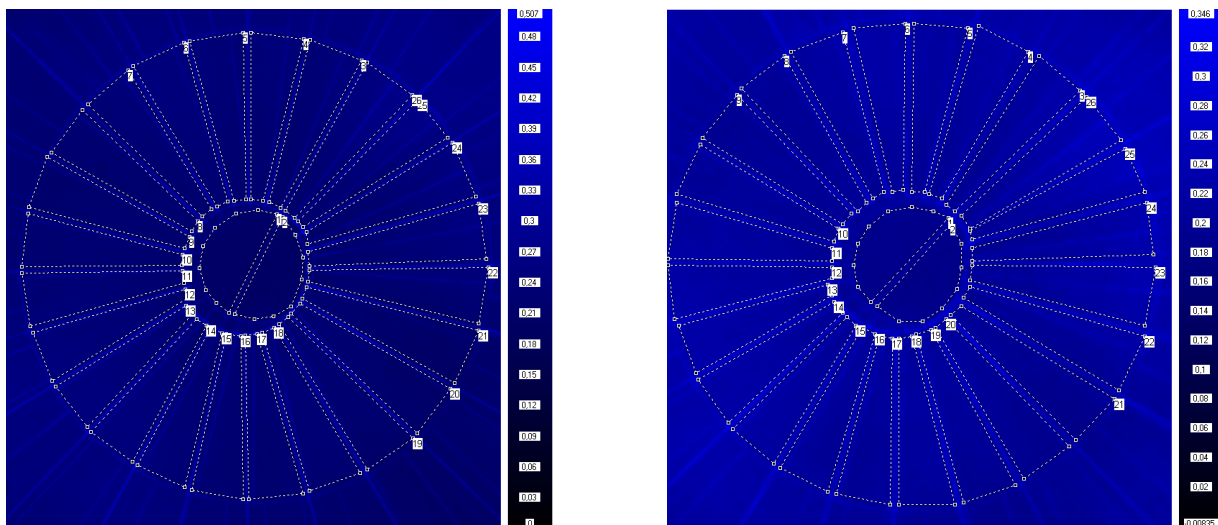
Elevační úhel [°]	Vzdálenost v pixelech od zenitu pro daný azimut				Průměrná hodnota	Max. kladná odchylka	Max. záporná odchylka
	0°	90°	180°	270°			
5	33	33	32	33	32,75	0,8%	-2,3%
10	66	65	64	66	65,25	1,1%	-1,9%
15	97	97	95	97	96,5	0,5%	-1,6%
20	129	130	127	129	128,75	1,0%	-1,4%
25	160	161	158	160	159,75	0,8%	-1,1%
30	192	191	188	191	190,5	0,8%	-1,3%
35	222	222	218	221	220,75	0,6%	-1,2%
40	253	252	248	252	251,25	0,7%	-1,3%
45	281	282	277	281	280,25	0,6%	-1,2%
50	310	309	305	309	308,25	0,6%	-1,1%
55	338	338	332	337	336,25	0,5%	-1,3%
60	366	364	358	364	363	0,8%	-1,4%
65	392	390	383	391	389	0,8%	-1,5%
70	419	414	406	416	413,75	1,3%	-1,9%
75	442	438	429	440	437,25	1,1%	-1,9%
80	466	460	449	463	459,5	1,4%	-2,3%
85	488	480	469	484	480,25	1,6%	-2,3%
90	508	491	483	504	496,5	2,3%	-2,7%
Měření na kopuli planetária							

Elevační úhel [°]	Vzdálenost v pixelech od zenitu pro daný azimut				Průměrná hodnota	Max. kladná odchylka	Max. záporná odchylka
	0°	90°	180°	270°			
31	32	32	31	31	31,5	1,6%	-1,6%
61	62	62	60	61,25	1,2%	-2,0%	
92	91	92	90	91,25	0,8%	-1,4%	
122	121	121	120	121	0,8%	-0,8%	
154	151	150	149	151	2,0%	-1,3%	
182	179	179	178	179,5	1,4%	-0,8%	
212	208	207	206	208,25	1,8%	-1,1%	
242	236	236	235	237,25	2,0%	-0,9%	
270	265	264	263	265,5	1,7%	-0,9%	
299	292	291	291	293,25	2,0%	-0,8%	
328	320	318	318	321	2,2%	-0,9%	
354	344	344	344	346,5	2,2%	-0,7%	
380	372	369	370	372,75	1,9%	-1,0%	
404	396	393	395	397	1,8%	-1,0%	
429	419	416	418	420,5	2,0%	-1,1%	
452	441	438	441	443	2,0%	-1,1%	
473	461	459	462	463,75	2,0%	-1,0%	
493	480	477	482	483	2,1%	-1,2%	
Měření na stěně							

• Tab. 1

Z předchozího měření v planetáriu se určovala odchylka, s jakou bude počítat jasy software LMK 2000. Jelikož výpočet jasu pomocí zmíněného software závisí i na parametrech samotného objektivu, tak i výsledná hodnota jasu může být odchylena od skutečné hodnoty jasu. Pro tento účel byla změřena plocha kopule planetária kalibrováním objektivem, dodávaným výrobcem jasového analyzátoru. Za stejných světelných podmínek byla tato plocha následně změřena rybím okem a poté byla určena odchylka jasu. Při měření byl pro sledování změn jasu využit jasoměr Minolta LS-100.

Konstrukce kopule planetária umožnila rozdělit celý poloprostor na plochy s elevačním rozestupem 15°. Azimutální rozestup byl dán počtem ploch v daném mezikruží. Jednotlivé plochy byly rozměrově přibližně shodné (obr. 3).



• Obr. 3 – ukázka vyhodnocení odchylky výpočtu jasu pro záznam pomocí rybího oka

Pro každou plochu se určila střední hodnota jasu a srovnáním těchto dvou hodnot jsme získali odchylku vypočítaného jasu měřeného rybím okem od jasu vypočítaného pomocí měření kalibrováním objektivem, dodaným výrobcem jasového analyzátoru. Důležité zjištění bylo, že odchylka jasu zůstává konstantní na hodnotě přibližně -10% (tab.2)

Vzhledem k vysoké ohniskové vzdálenosti nového objektivu Sigma 50-150 mm nebyla metoda použitá v planetáriu vhodná k zjištění jeho vlastností, resp. výsledky nebyly relevantní, protože nebyla možnost záznamu vhodné plochy pro srovnání s kalibrováním objektivem. Tento objektiv bude testován spolu s rybím okem během plánovaných testů, při kterých bude využit normál odraznosti a normál jasu.

No.	Kalibrováný objektiv f=18mm				Rybí oko			
	Mean	Min	Max	Odchylka	Mean	Min	Max	Odchylka
1	0,208	0,195	0,230	0,0%	0,187	0,180	0,201	-10,0%
2	0,206	0,187	0,228	0,0%	0,185	0,174	0,213	-9,9%
3	0,238	0,208	0,298	0,0%	0,215	0,193	0,243	-9,6%
4	0,238	0,215	0,292	0,0%	0,216	0,199	0,257	-9,4%
5	0,238	0,212	0,292	0,0%	0,215	0,198	0,249	-9,4%
6	0,244	0,217	0,300	0,0%	0,221	0,200	0,240	-9,5%
7	0,237	0,212	0,306	0,0%	0,214	0,194	0,254	-9,6%
8	0,228	0,208	0,285	0,0%	0,206	0,192	0,256	-9,7%
9	0,225	0,208	0,276	0,0%	0,203	0,191	0,247	-9,5%
10	0,230	0,212	0,283	0,0%	0,208	0,194	0,247	-9,7%
11	0,237	0,212	0,286	0,0%	0,214	0,194	0,247	-9,9%
12	0,242	0,214	0,303	0,0%	0,219	0,198	0,267	-9,3%
13	0,248	0,216	0,313	0,0%	0,222	0,200	0,254	-10,6%
14	0,245	0,216	0,305	0,0%	0,221	0,197	0,260	-10,0%
15	0,240	0,214	0,312	0,0%	0,216	0,198	0,252	-9,8%
16	0,234	0,213	0,329	0,0%	0,211	0,195	0,257	-9,8%
17	0,231	0,210	0,301	0,0%	0,209	0,191	0,236	-9,7%
18	0,236	0,213	0,303	0,0%	0,213	0,196	0,243	-10,0%
19	0,228	0,200	0,292	0,0%	0,206	0,185	0,255	-9,4%
20	0,224	0,202	0,292	0,0%	0,202	0,185	0,250	-9,9%
21	0,218	0,196	0,284	0,0%	0,197	0,180	0,249	-9,9%
22	0,233	0,205	0,297	0,0%	0,209	0,191	0,240	-10,2%
23	0,243	0,204	0,311	0,0%	0,220	0,196	0,267	-9,6%
24	0,243	0,209	0,327	0,0%	0,219	0,193	0,259	-10,0%
25	0,252	0,212	0,336	0,0%	0,227	0,194	0,282	-9,8%
26	0,253	0,207	0,327	0,0%	0,229	0,194	0,274	-9,6%

• Tab. 2

Závěr

Nové objektivy byly podrobeny testům, za účelem zjištění jejich vlastností a hlavně, zda je možné s nimi vůbec pracovat při měření a následném vyhodnocení. Vzhledem k pozitivním výsledkům odchylky vypočítaného jasu u rybího oka se počítá s přesnějším určením chyby zadání souřadnic. Přesnější určení chyby vyžaduje výrobu speciálního přípravku, ve kterém bude uchycen jasový analyzátor a který bude konstrukčně spojen se snímanou souřadnicovou sítí. Pro určení odchylky výpočtu jasu a zjištění rovnoměrnosti měření nového objektivu Sigma 50-150 mm, se počítá s testy, při kterých bude využit jasový normál a normál odraznosti.

Osvětlení od návrhu k realizaci s podporou počítače

Pavel Staněk, Ing.

ASTRA 92 a.s., Zlín, www.astra92.cz, pavel.stanek@astra92.cz

Možnosti a postupy při návrhu, výpočtu a projektování osvětlení se za poslední desetiletí zásadně změnily. Připadá nám to už samozřejmé, ale tabulky, kalkulačky a rýsovací prkna nahradily počítače vybavené výkonnými programy. Inovované návrhové a výpočetní prostředky a pomůcky umožnily výrazné zvýšení výkonu a kvality práce projektantů a světelných techniků. Důkazem je bouřlivý stavební rozvoj všude kolem nás.

Tento příspěvek se snaží demonstrovat možnosti současné techniky zaměřené na efektivní návrh osvětlení od výpočtu denního osvětlení, přes výpočet a návrh umělého osvětlení až k vypracování projektové dokumentace. Důraz je kladen na splnění požadavků platných norem pro návrh osvětlení a na vývoj projektové dokumentace pro její jednotlivé stupně.

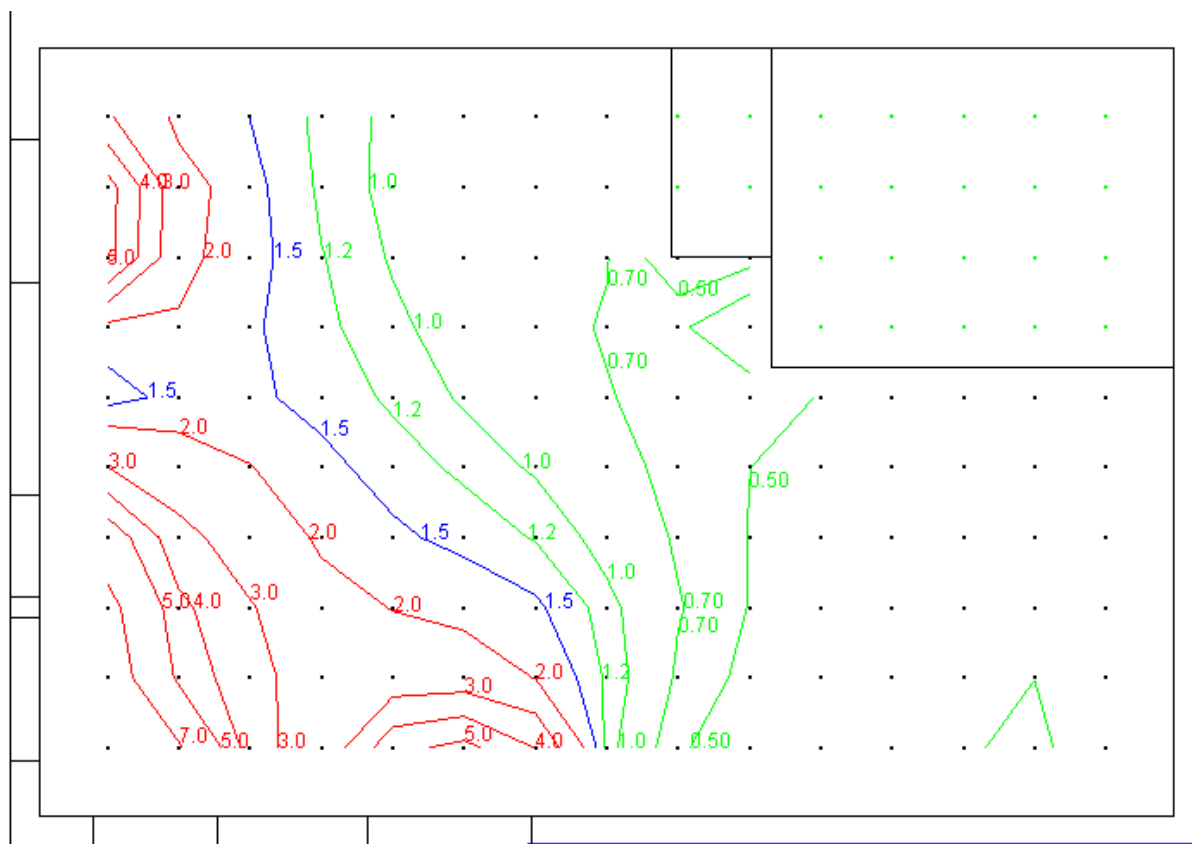
Pro provedení demonstrace jsme si vybrali následující půdorys – obrázek 1. Jedná se o výrobní prostor s určitou technologií.



Obrázek 1 - řešený prostor

Návrh zahájíme výpočtem denního osvětlení ve smyslu ČSN STN 73 0580. Podle našeho názoru nelze v prostorech s trvalým pobytem provést správný návrh umělého osvětlení bez znalosti stavu denního osvětlení v jednotlivých částech řešeného prostoru. Návrh denního osvětlení bývá v praxi často opomíjen, je však třeba si uvědomit, že dostatek přirozeného denního světla v interiérech je jednou z podmínek zdravého života. Umožňuje nám nejen kvalitní zrakovou činnost ve dne, ale současně je nepostradatelné i při stimulaci biorytmů a metabolismu nervové soustavy člověka.

Pokud provedeme výpočet denního osvětlení v uvedené výrobní místnosti, výsledek může popisovat například následující obrázek 2. Modrá izofota 1,5% ohraničuje prostor s vyhovujícím denním osvětlením a zelená izofota 0,5% pak znamená hranici sdruženého osvětlení. Za touto hranicí se s hygienického hlediska jedná prakticky o bezokenní prostor.



Obrázek 2 - výpočet denního osvětlení

Po exportu výsledků výpočtu do CADu (obrázek 3) můžeme porovnat výsledky s reálnou technologií. Je zřejmé, že část technologie je rozmístěna v prostoru s vyhovujícím denním osvětlením, zbylá část je pak prakticky umístěna v prostoru se sdruženým osvětlením. Pouze část pak zasahuje do bezokenního prostoru. Nabízí se otázka, co tyto tři části prostoru znamenají pro návrh umělého osvětlení.

Prostor s vyhovujícím denním osvětlením je během dne osvětlen dostatečně denním osvětlením. Umělé osvětlení zde tedy bude navrženo a provozováno jako „noční“.

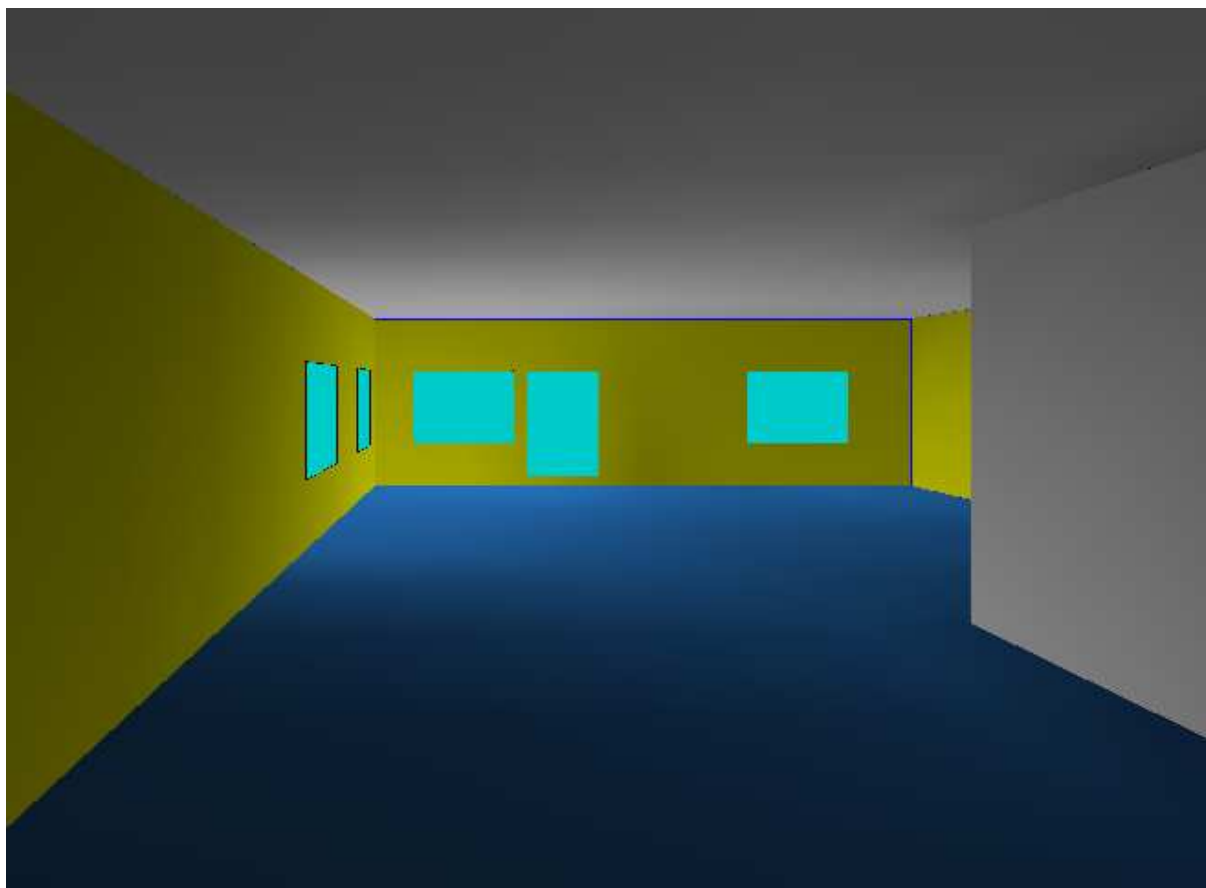
Prostor se sdruženým osvětlením bude denním světlem osvětlen podle počasí a ročního období. Během dne tedy bude v tomto vnitřním prostoru denního světla dostatek, jindy ne. Umělé osvětlení zde bude třeba regulovat (spínat) podle potřeby.

A nakonec v prostoru „bezokenním“ bude třeba svítit umělým světlem celý den nezávisle na počasí a roční době.



Obrázek 37 - denní osvětlení v reálném půdorysu

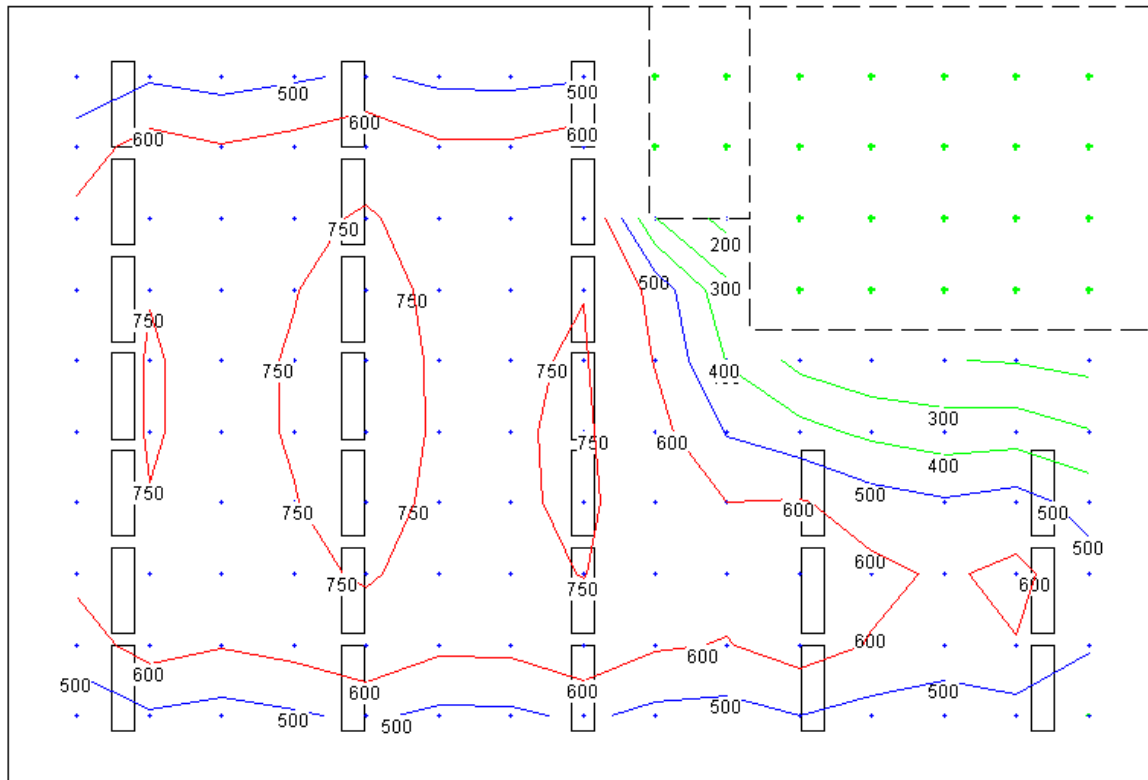
Další obrázek – obrázek 4 demonstruje vizualizaci denního osvětlení prostoru ve směru ode dveří.



Obrázek 38 - vizualizace denního osvětlení

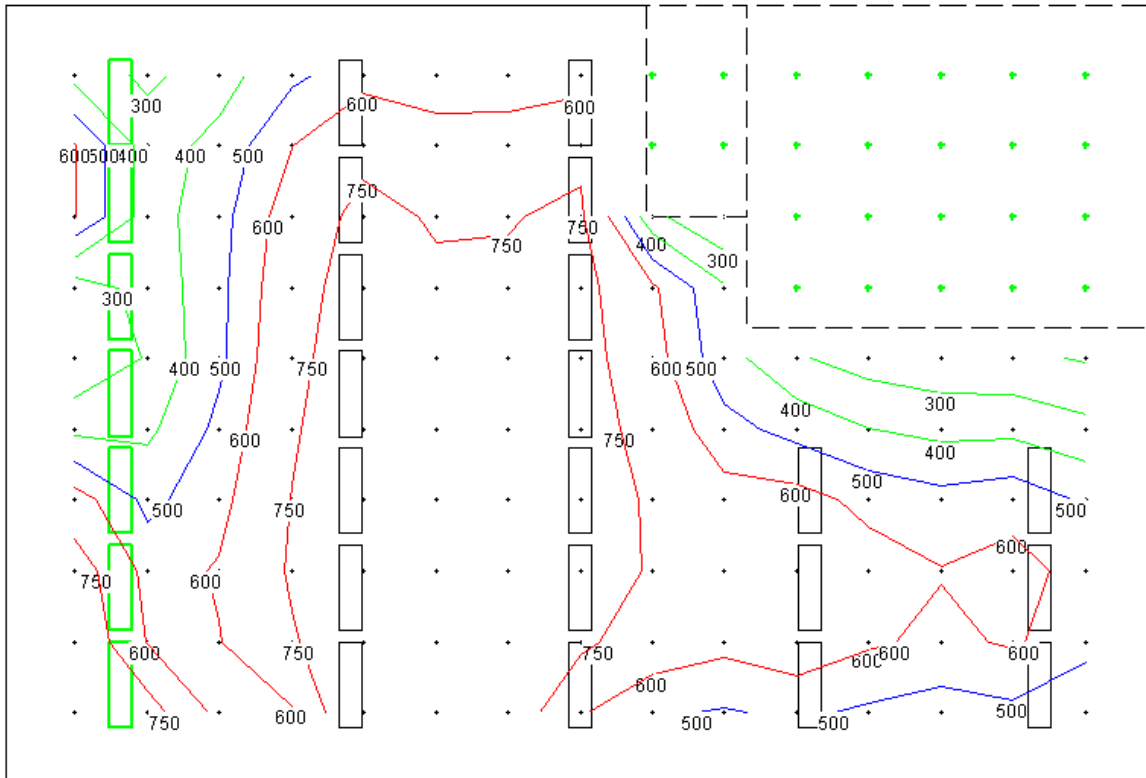
V dalším kroku provedeme návrh umělého osvětlení, ten by měl odrážet stav osvětlení denního. Návrh a výpočet provedeme podle normy ČSN STN EN 12464-1, podrobnosti návrhu se zde z časových důvodů nebudeme zabývat. V prostorech se sdruženým a nevyhovujícím denním osvětlením je třeba zvýšit navrhovanou osvětlenost, aby kompenzoval biologický nedostatek denního světla. Základní výsledky výpočtu jsou na dalším obrázku (5) se všemi svítidly v provozu. Následují dva obrázky (6 a 7) s příklady možného řešení regulace sdruženého osvětlení. Na prvním je vypnuta 1 řada svítidel a předpokládáme venkovní osvětlenost 20000 lx. Na druhém jsou vypnuty 2 řady svítidel a uvažujeme 10000 lx venku. Možnosti regulace uvádíme pouze informativně jako příklad. Poslední obrázek řady (8) znázorňuje vizualizaci umělého osvětlení prostoru.

Horizontální: Emin: 164.2 Em: 591.6 Emax: 808.4 R=Emin/Emed: 0.28 Z: 0.79



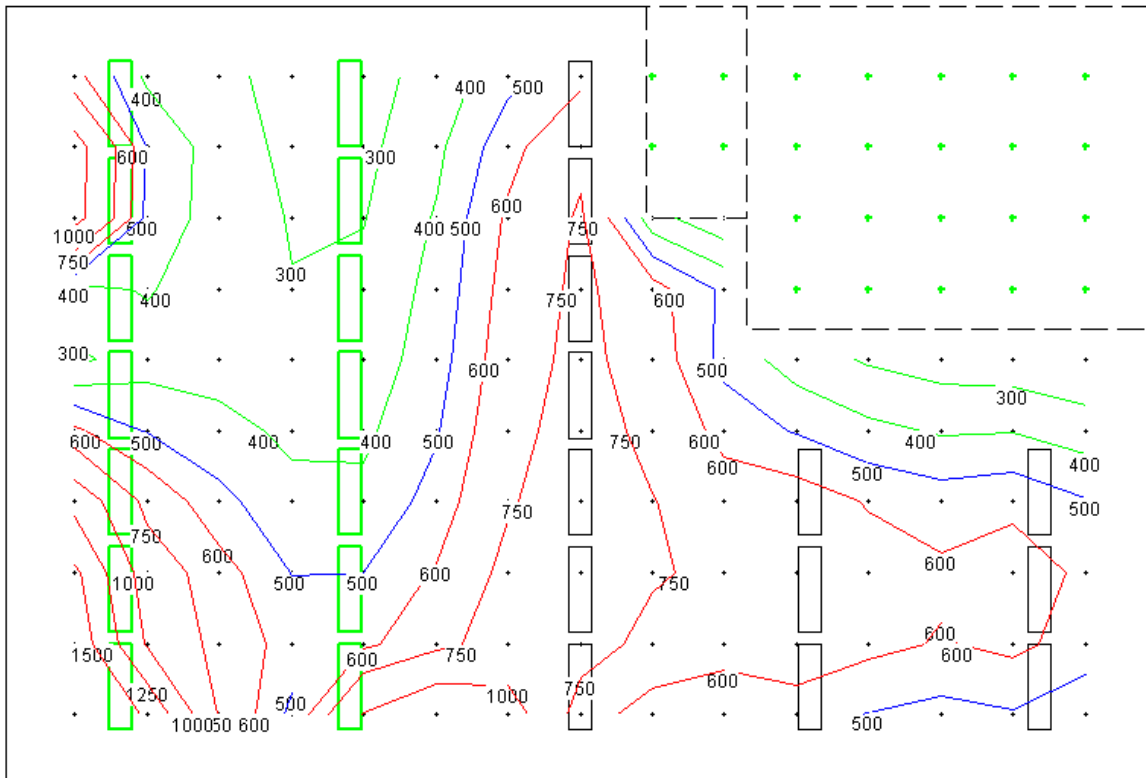
Obrázek 39 - noční osvětlení

Horizontální: Emin: 54.1 Em: 453.1 Emax: 758.7 R=Emin/Emax: 0.07

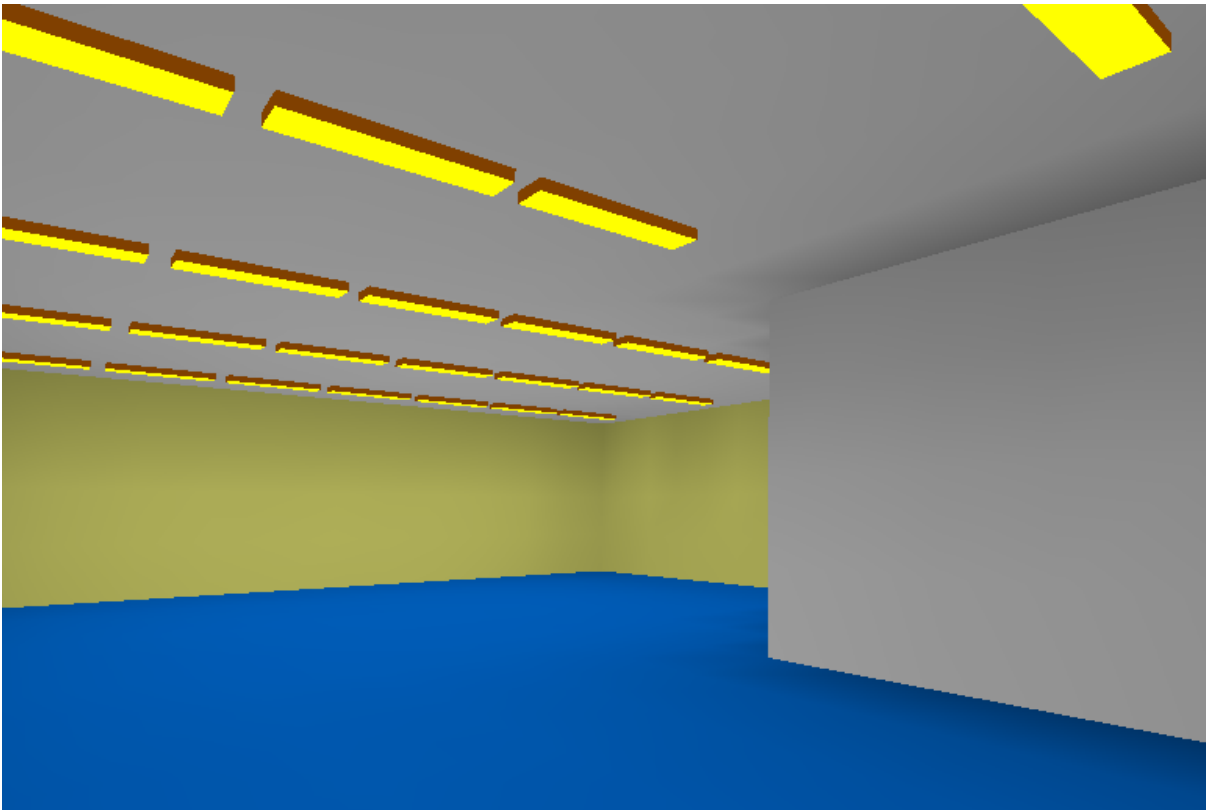


Obrázek 40 - sdružené osvětlení při 20000lx venku

Horizontální: Emin: 14.7 Em: 284.5 Emax: 676.0 R=Emin/Emax: 0.02

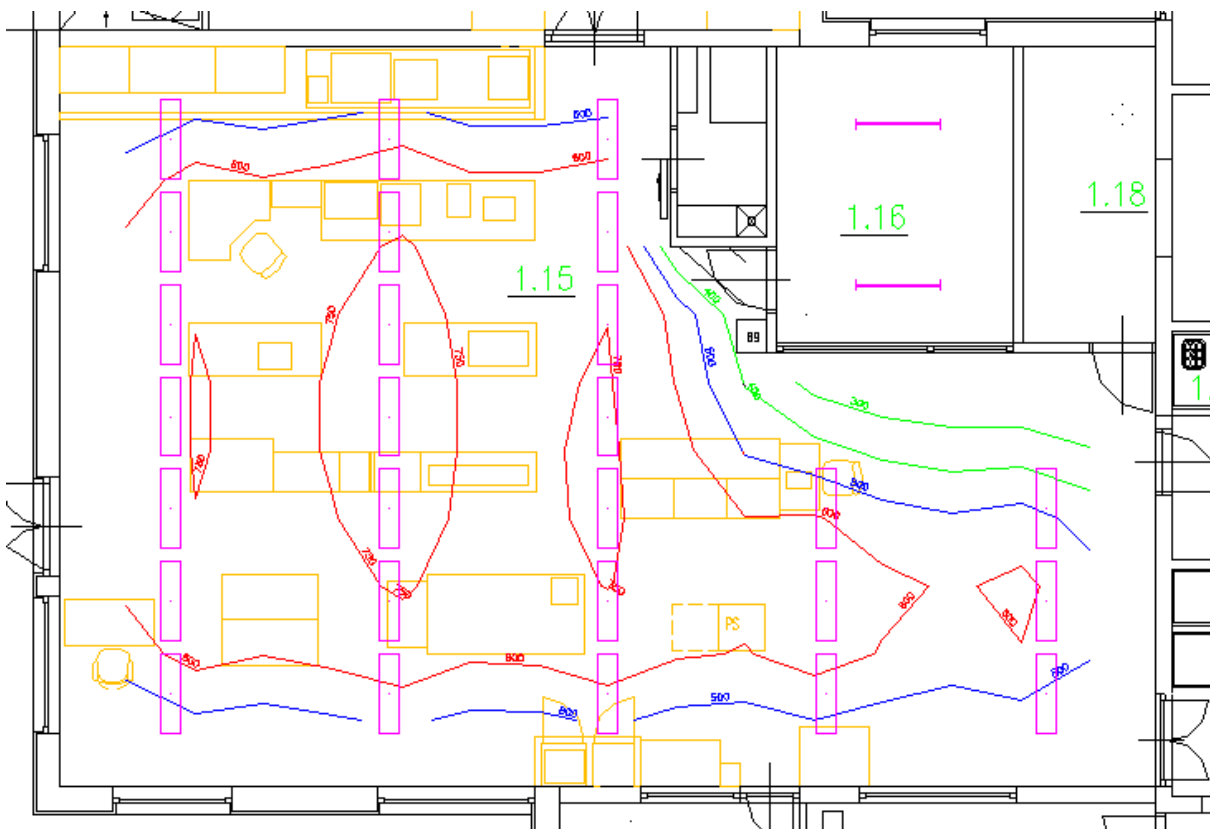


Obrázek 41 - sdružené osvětlení při 10000 lx venku



Obrázek 42 - vizualizace návrhu umělého osvětlení

Po provedení návrhu osvětlení přistoupíme k řešení projektu elektroinstalace. Výchozím krokem je export navržených svítidel i výsledků do CADu k dalšímu využití. Výsledek této operace můžeme nalézt na obrázku 9.



Obrázek 43 - návrh osvětlení v CADu

Další obrázek 10 znázorňuje průběh projektových prací – rozmístění dalších připojovaných zařízení a návrh kabelových tras. Přitom izofoty návrhu osvětlení jsou již vypnuty. Tato úroveň dokumentace je použitelná zejména pro stavební řízení i pro výběr zhotovitele.



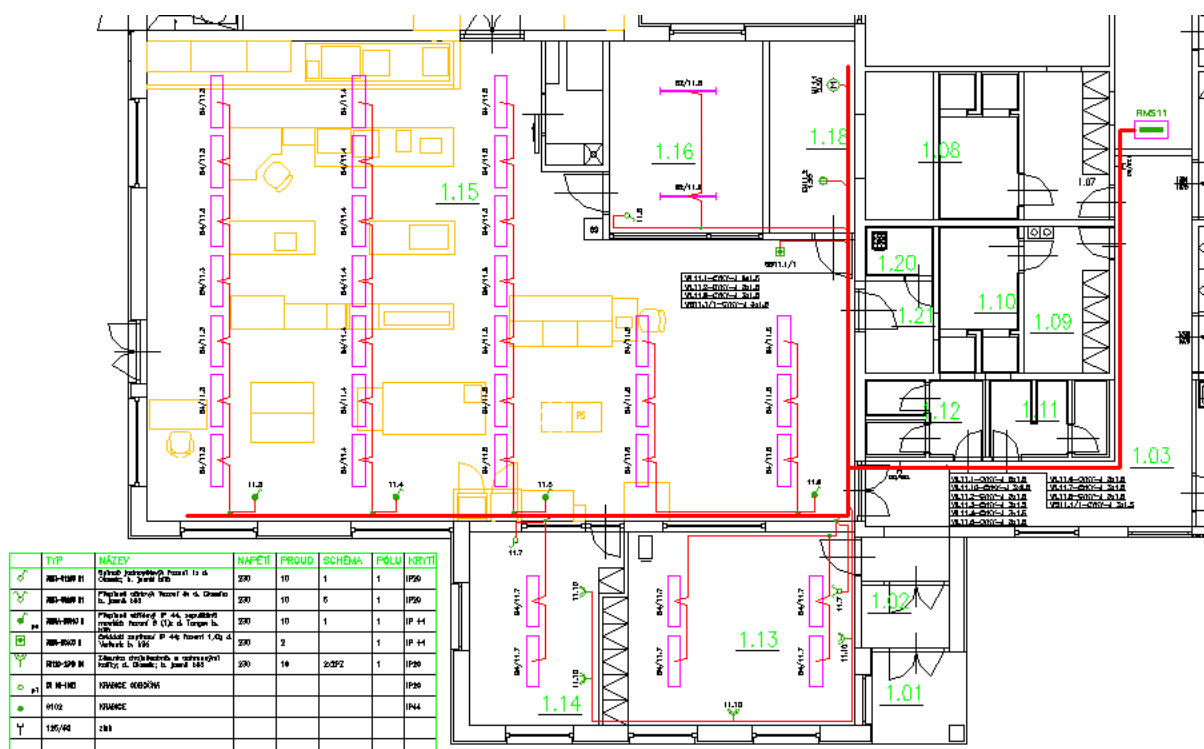
Obrázek 44 - dokumentace pro stavební řízení a výběr zhotovitele

Pokud provedeme návrh schéma rozváděče (viz dále) nebo typ kabeláž navrhne jiným způsobem, lze provést automatickou specifikaci uvedenou na obrázku 11. Tato anonymní specifikace dobře vyhovuje zákonným potřebám výběru zhotovitele.

#	Název	Mj	Počet
1	Elektromontáže		
2	Spínač 1pólový řazení 1pod omítku	ks	3,00
3	Tlačítko řazení 1/O na povrch	ks	1,00
4	Spínač 1pólový řazení 1pod omítku	ks	4,00
5	Dvozásuvka 1P+N+PE pod omítku 16A	ks	4,00
6	kabelový žlab oceloplechový 125/50	m	7,30
7	SV. ZÁŘ. 1x58W, IP54 KONV. PŘEDŘADNÍK, KOMPENZOVANÉ	ks	2,00
8	SV. ZÁŘ. 2x36W, IP20 KONV. PŘEDŘADNÍK, KOMPENZOVANÉ	ks	33,00
9	Kabel CYKY 3cx1,5mm ²	m	243,08
10	Kabel CYKY 3cx2,5 mm ²	m	29,60
11	Kabel CYKY 5cx1,5 mm ²	m	23,95
12	Kabel CYKY 5cx4 mm ²	m	0,40
13	Elektromontáže - celkem		

Obrázek 45 - specifikace pro výběr zhotovitele

Projektovou dokumentaci pak lze snadno dovést do úrovně realizační. Prakticky se jedná zejména o zakreslení detailní kabeláže, výsledek i s vloženou legendou přístrojů nalezneme na následujícím obrázku 12.



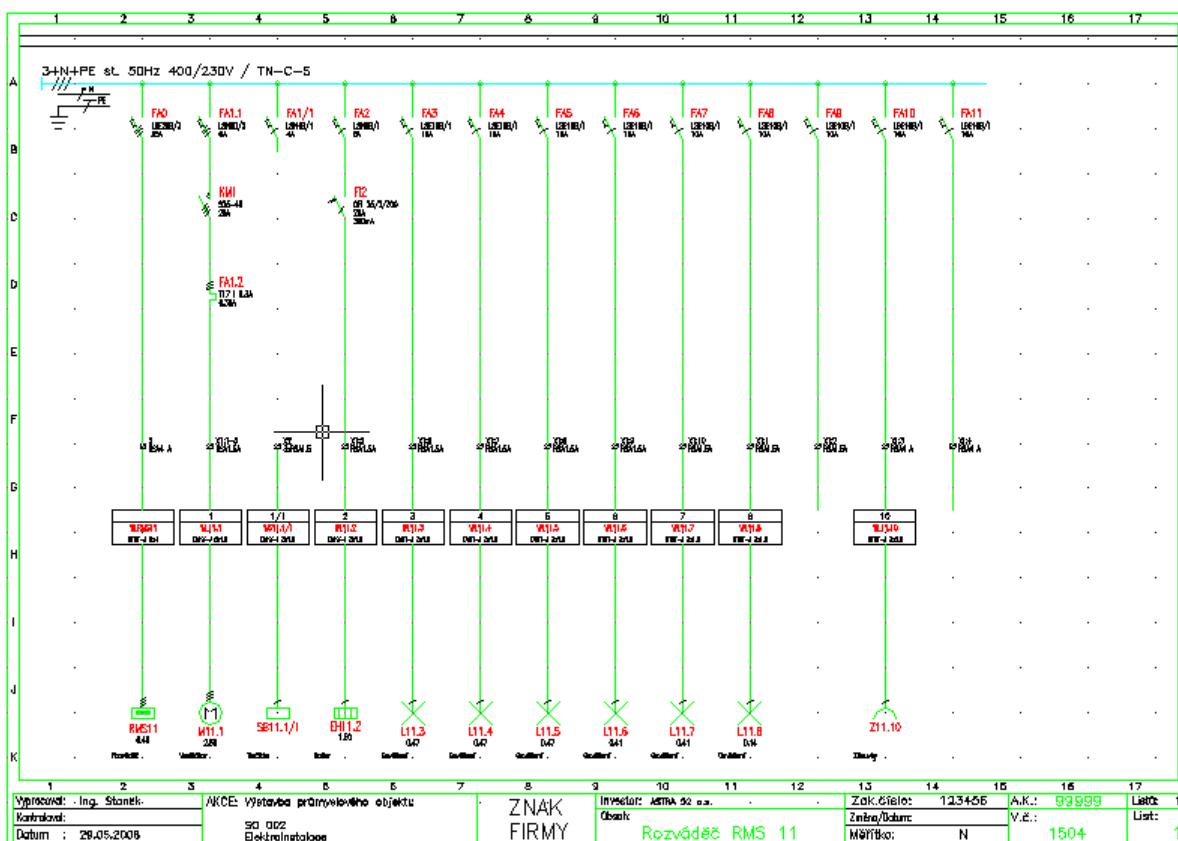
Obrázek 46 - realizační dokumentace

Z takové dokumentace pak už není problém provést úplný rozpočet, jaký můžeme nalézt na předposlední ukázce 13.

#	Název	Mj	Počet	Materiál	Materiál celkem	Montáž	Montáž celkem	Cena	Cena celkem
1	Elektromontáže								
2	<i>SPÍNÁČ, PŘEPÍNAČ KOMPLETNÍ, CLASSIC</i>								
3	3553-01289 B1 Spínač jednopólový; řazení 1; d. Classic; b. jasně bílá	ks	2,00	68,40	136,80	91,70	183,40	160,10	320,20
4	3553-05289 B1 Přepínač sériový; řazení 5; d. Classic; b. jasně bílá	ks	1,00	108,60	108,60	98,00	98,00	206,60	206,60
5	3558-80600 B Ovládací zapínač IP 44; řazení 1/0; d. Variant; b. bílá	ks	1,00	134,40	134,40	91,70	91,70	226,10	226,10
6	<i>SPÍNÁČ, PŘEPÍNAČ KOMPLETNÍ, TANGO IP 44</i>								
7	3558A-06940 B Přepínač střídavý IP 44, zapuštěná montáž; řazení 6 (1); d. Tango; b. bílá	ks	4,00	199,20	796,80	98,00	392,00	297,20	1 188,80
8	<i>ZÁSUVKA NIN KOMPLETNÍ, CLASSIC</i>								
9	5512C-2349 B1 Zásuvka dvojnásobná, s ochrannými kolíky; d. Classic; b. jasně bílá	ks	4,00	111,60	446,40	98,00	392,00	209,60	838,40
10	<i>ELEKTROINSTALAČNÍ KRABICE - POD OMÍTKU</i>								
11	KU 68-1902 KRABICE ODBOČNÁ	ks	4,00	9,48	37,92	59,35	237,40	68,83	275,32
12	<i>LUMILUX PLUS, ZÁKLADNÍ PROGRAM</i>								
13	L 36/41 36W LUMILUX, délka 1200 mm	ks	68,00	57,48	3 908,64	0,00	0,00	57,48	3 908,64
14	<i>KABELOVÝ ŽLAB PLECHOVÝ</i>								
15	125/50 žlab	m	7,30	115,20	840,96	148,10	1 081,13	263,30	1 922,09
16	<i>PRŮMYŠLOVÁ ZÁŘÍVKOVÁ SVÍTIDLA</i>								
17	<i>TŘÍDA IZOLACE I</i>								
18	VIPET-I VIPET-I-PMMA-WR, 1x58W, IP66 kompenzované	ks	2,00	982,80	1 965,60	265,65	531,30	1 248,45	2 496,90
19	<i>STAVEBNICOVÁ INTERIÉROVÁ SVÍTIDLA VS</i>								
20	VS 2V536L, 2x36W, IP20, kompenzované	ks	33,00	826,80	27 284,40	278,30	9 183,90	1 105,10	36 468,30
21	<i>KABEL SILOVÝ, IZOLACE PVC</i>								
22	CYKY-J 3x1.5 , pevně	m	183,01	12,84	2 349,85	27,15	4 968,72	39,99	7 318,57
23	CYKY-J 3x2.5 , pevně	m	29,79	20,70	616,65	27,15	808,80	47,85	1 425,45
24	CYKY-J 5x1.5 , pevně	m	23,69	21,18	501,75	27,15	643,18	48,33	1 144,94
25	CYKY-O 3x1.5 , pevně	m	108,55	12,84	1 393,78	27,15	2 947,13	39,99	4 340,91
26	CYKY-O 4x1.5 , pevně	m	1,90	17,76	33,74	27,15	51,59	44,91	85,33
27	Elektromontáže - celkem				40 556,29		21 610,25		62 166,55

Obrázek 47 – rozpočet

Naši poslední ukázkou je schéma rozváděče. V našem článku se o rozváděči zmíníme jen okrajově, ale vypracování jeho dokumentace, zejména schéma, se jedná o velmi důležitou část projektových prací. Při vypracování schéma projektant s podporou programů navrhuje typy jisticích prvků, typy kabelů, čísluje vývody a zařízení, vytváří další vazby a specifikace. Číslování zařízení v rozváděči rozhoduje o popisu zařízení na půdorysech.



Obrázek 48 - schéma rozváděče

Výše uvedený postup návrhu elektroinstalace je samozřejmě zjednodušený. Vlastnímu vypracování musí předcházet příprava, zejména sběr podkladů a výběr vhodných použitelných výrobků. Kvalitní příprava pak umožní rychlý a bezchybný návrh instalace.

Závěrem bychom chtěli uvést, že článek na příkladech demonstruje některé cesty a možnosti, které jsou v současné době dostupné. Z časových a prostorových důvodů nebylo možno se zabývat širšími aspekty a detaily. Některé podrobnosti budou pak uvedeny v rámci přednášky. Projektování a návrh osvětlení zejména je tvůrčí proces a záleží vždy zejména na řešiteli, jakou „duši“ svému projektu vdechne. Počítače a zejména programy v nich ukryté by měly na jedné straně poskytnout návrhovateli servis opakujících se postupů a složitých výpočtů vedoucí k usnadnění práce, na druhé straně by neměly svazovat jeho úsilí a omezovat jeho invenci. Konečným výsledkem musí být výrazné zkrácení času práce na projektu a minimalizace chyb. Na druhé straně pak tyto možnosti znamenají výzvu pro světelné techniky, aby toho dokázali naplno využít, k dosažení lepšího zrakové pohody, vyššího zrakového výkonu a tedy zdravějšího života nás všech.

Výpočet čar svítivosti z digitální fotografie

Jan Škoda, Ing.; Petr Baxant, Ing. Ph.D.

Ústav elektroenergetiky, FEKT, VUT v Brně

xskoda05@stud.feec.vutbr.cz, tel.: +420 5 4114 9219,

baxant@feec.vutbr.cz, tel.: +420 5 4114 9248

Článek popisuje princip stanovení čar svítivosti svítidel s využitím technologie digitální fotografie, která používá moderní optické rastrové snímače na bázi CCD nebo CMOS čipů, jež jsou citlivé na jas snímaného obrazu. Článek rovněž poukazuje na problematiku popisu směrové odrazivosti povrchů, která může hrát významnou roli při tomto typu měření.

Úvod

Jedním z nejběžnějších laboratorních fotometrických měření je měření čar svítivosti svítidel. Tyto čáry popisují směrové rozložení vektoru svítivosti do prostoru a tvoří prakticky nosný popis každého svítidla či světelného zdroje pro další navázané výpočty osvětlení v simulačních programech. Proto je důležité tuto veličinu správně měřit, neboť její správná hodnota přispívá nejen k přesnějším výsledkům při návrhu osvětlovacích soustav, ale rovněž vypovídá o kvalitě a hospodárnosti svítidla [5].

Kvalitní a přesnější konvenční měření čar svítivosti bývá v technické praxi časově náročné, proto se začínají využívat nekonvenční přístupy měření těchto fotometrických veličin, které do jisté míry přináší nejen časovou úsporu, ale i podstatné zpřesnění změřených dat. Jistou úsporu času přináší do celého měřicího cyklu také počítačová automatizace, která měřicí cyklus značně urychluje.

Měřicí princip

Měření pomocí digitální fotografie je principiálně odlišné od měření klasického, kde se pro měření svítivosti používá luxmetr, který měří osvětlení v určité fotometrické vzdálenosti. Svítivost se v takovém případě jednoduše vypočte dle čtvercového zákona (1)

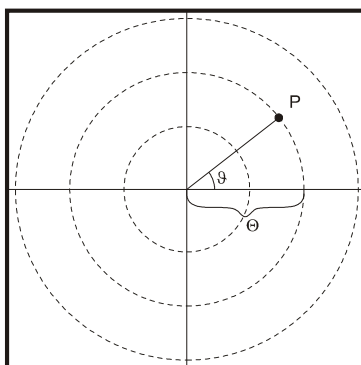
$$I = E \cdot r^2 \quad (\text{cd; lx, m}) \quad (1)$$

kde I je hledaná svítivost

E je osvětlenost

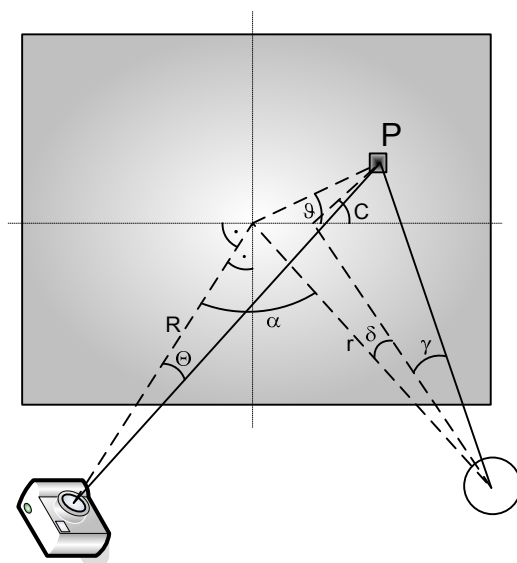
r je fotometrická vzdálenost.

Při měření pomocí digitální fotografie je třeba vycházet z jiného vztahu, neboť tyto snímače měří jas L a nikoliv osvětlení E . Proto dokážeme-li za pomoci vhodného softwaru (např. LumiDISP [2]) spolehlivě stanovit jas L zvoleného bodu na fotografii, jsme schopni ze znalostí známých fotometrických vztahů přepočítat jas na jakoukoliv vhodnou fotometrickou veličinu.



• obrázek 49 Odvození geometrických parametrů bodu na fotografii

Známe-li tedy vlastnosti objektivu digitálního fotoaparátu, lze postupem naznačeným na *obrázku 1* stanovit kromě jasů L také geometrické parametry bodu P .



• obrázek 50 Princip odvození čar svítivosti

Bude-li bod P součástí focené plochy, u které jsme schopni stanovit směrový koeficient odrazivosti, lze za pomoci rozměrů a úhlů plynoucích z *obrázku 2* stanovit vektor svítivosti I včetně jeho parametrů γ v polorovinách C . Klíčovým problémem k celé problematice zůstává popis směrového koeficientu odrazivosti focené plochy. Jednoduchý popis směrového koeficientu odrazivosti zformuloval v roce 1977 Bui-Tuong Phong, který lze výhodně použít při vizualizaci a s přijetím určitých podmínek i při popisu fyzikálních vlastností odrazného materiálu [4]. V tomto modelu je odrazná plocha popsána svítivostí I_v , kterou popisuje vztah (2).

$$I_v = I_s + I_d \quad (\text{cd; cd, cd}) \quad (2)$$

kde I_s je zrcadlová složka svítivosti a

I_d je rozptylná složka svítivosti.

Tyto složky se dají rozepsat na vztahy (3) a (4).

$$I_s = I_L \cdot r_s \cdot \cos^h(\Theta_0 + \Theta) \quad (\text{cd; cd, -, -, }^\circ, ^\circ) \quad (3)$$

kde I_L je svítivost dopadajícího paprsku,

r_s je parametr určující míru zastoupení zrcadlové složky v celkovém odraženém světle,

h je exponent vyjadřující rozptyl zrcadlového odrazu,

Θ_0 je parametr funkce,

Θ je natočení směrově difúzního odrazu,

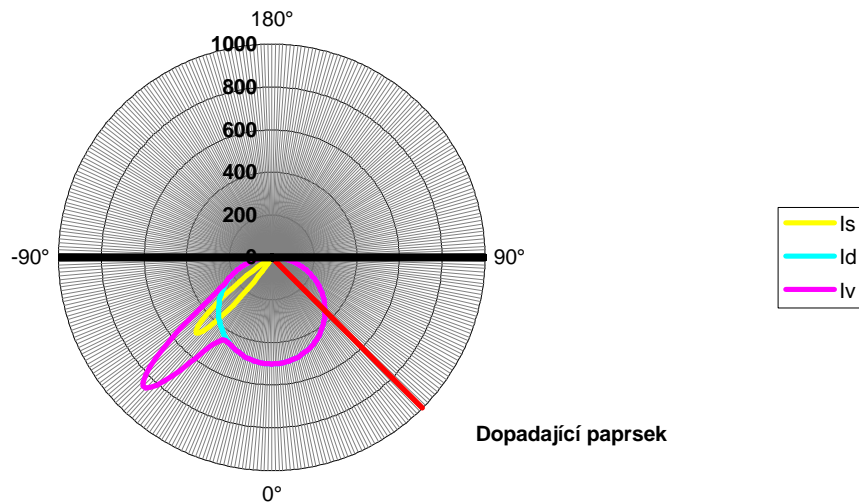
$$I_d = I_L \cdot r_d \cdot \cos(\Theta_0) \quad (\text{cd; cd}\cdot\text{m}^{-2}, ^\circ) \quad (4)$$

kde I_L je svítivost dopadajícího paprsku,

r_d je koeficient difúzního odrazu, který udává zastoupení dif. složky v odraženém světle,

Θ_0 je parametr funkce.

Pomocí těchto vztahů, lze popsat většinu difúzních izotropních materiálů. Náhled čáry svítivosti izotropního materiálu může například vypadat jako na *obrázku 3*.



• obrázek 51 Příklad čáry svítivosti izotropního materiálu [6]

Pro anizotropní materiály je popis složitější. K popisu se užívá tzv. BRDF funkce (z anglického Bidirectional Reflectance Distribution Function), kterou v roce 1986 sestavil J. K. Kajuta [1]. Tato funkce byla původně sestavena k využití v počítačové grafice, ale lze ji s úspěchem využít i k fyzikálnímu popisu směrově odrazných materiálů. Vztah vyjadřuje intenzitu světla mezi světelnými zdroji a povrchy objektů. Součástí tohoto vztahu je funkce, která popisuje, jak se chová osvětlovaný povrch při různém natočení vůči pozorovateli, poloze a vlnové délce okolních světél [3]. Obecné vyjádření této rovnice vyjadřuje vztah (5)

$$f_\lambda(\theta_r, \Phi_r, \theta_i, \Phi_i) = \frac{I_{r\lambda}(\theta_r, \Phi_r)}{E_{i\lambda}(\theta_i, \Phi_i)} = \frac{I_{r\lambda}(\theta_r, \Phi_r)}{I_{i\lambda}(\theta_i, \Phi_i) \cdot \cos \theta_i \cdot d\omega_i} \quad (5)$$

kde θ, ϕ jsou elevace a azimut paprsků,

I svítivost,

E osvětlenost,

$\cos \theta$ je kosinus úhlu mezi směrem dopadajícího paprsku a normálou povrchu,

$d\omega$ prostorový úhel podél směru dopadajícího paprsku.

Index i dopadající paprsek,

r odražený paprsek.

Závěr

Moderní digitální fotoaparáty plošnými optickými senzory otevírají nové možnosti pro fotometrická měření a to nejenom pro analýzu jasových poměrů, jak se dnes již hojně využívají. S využitím dalších znalostí z fotometrie a výpočetních transformací se lze například dopracovat k přímé metodě měření čar svítivosti z digitálních obrazů osvětlené plochy. Vystává však několik dalších problémů, jako např. korektní popis odrazných vlastností pomocné odrazné plochy, na které závisí podstatnou měrou přesnost změřených dat. Nelze již transparentně počítat s tím, že se plocha chová jako ideální difuzor, tak jak se běžně přistupuje k odrazným plochám ve výpočetních programech. Naším budoucím cílem je rozpracovat tuto metodiku měření do konečného stádia experimentálního prototypu měřicího přístroje, který bude schopen s přizpůsobeným programovým vybavením velice rychle měřit křivky svítivosti především úzce vyzařujících svítidel, jako jsou např. reflektory, kde je světelná stopa ohraničena na omezené ploše. Výrazně tak vzroste produktivita měření a mohou se i podstatně zlepšit přesnosti měření, neboť s vysokým rozlišením čipů si můžeme dovolit podstatně jemnější krokování úhlů u čáry svítivosti, než je tomu u tradičních měření na goniofotometru.

Poděkování

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

Literatura a odkazy

- [1] APL, Václav, VIKTORIN, Jan. Globální osvětlovací metody v architektonické vizualizaci [online]. 2005 [cit. 2008-09-21]. Dostupný z WWW: <<http://www.fa.vutbr.cz/stud/Apl/2005.pdf>>.
- [2] BAXANT, Petr. LumiDISP : jasová analýza pomocí digitální fotografie [online]. c2004 [cit. 2008-09-21]. Dostupný z WWW: <www.lumidisp.eu>.
- [3] KRAHULÍK, Martin. Reprezentace BRDF v počítačové grafice. [s.l.], 2005. 81 s. Vedoucí diplomové práce Sloup Jaroslav. Dostupný z WWW: <https://dip.felk.cvut.cz/browse/pdfcache/krahulik_2005dipl.pdf>.
- [4] MÁLEK, Jan, HABEL, Jiří. Model činitele odrazu světelně činných materiálů. In Světlo 2004. [s.l.] : [s.n.], 2004. s. 211-214. ISBN 80-238-8928-1.
- [5] ŠKODA, Jan, BAXANT, Petr. Non-pointed luminaires and their photometry. In Przegląd Elektrotechniczny. [s.l.] : [s.n.], 2008. s. 44-46. ISSN 0033-2097.
- [6] ŠKODA, Jan, BAXANT, Petr. Snížení spotřeby elektrické energie díky správnému osvětlování. In ELEN 2008. [s.l.] : [s.n.], 2008. s. 1-6. ISBN 978-80-254-22.

Stav venkovního osvětlení obcí Libereckého kraje s počtem obyvatel do 10.000 - průzkum, vyhodnocení , návrh opatření.

Jiří Tesař

SRVO – pracovní skupina pro spolupráci s městy a státní správou , ART METAL CZ s.r.o.,
www.srvo.cz, www.artmetal-cz.com , e-mail: jiri.tesar@artmetal-cz.com

Úvod

Problematika venkovního osvětlení z pohledu obce a jejich zastupitelů s počtem obyvatel do 10.000

Pro lepší ilustraci této problematiky se musíme vžít do potřeb obce a jejich finančních možností na zabezpečení celkového chodu obce. V současné době je to velice problematická záležitost. Ekonomicky je provozování VO velkou zátěží. Obec má jiné priority: školství, zdravotnictví , dopravní obslužnost atd. Takže finanční prostředky jsou přesouvány z jiných kapitol obecního rozpočtu např. z provozu a údržby VO. Dnes obce na základě nárůstů cen el. energie raději celou soustavu vypnou v časovém rozmezí, které schválí zastupitelstvo po dohodě s občany.

Vzdělanost starostů a zastupitelů obcí v ČR. V roce 2002 provedla Ekonomicko-správní fakulta v Pardubicích empirický výzkum se zaměřením na potřeby obcí a vzdělanost volených zastupitelů obcí pod pracovním názvem „ Kam směřovaly obce “. Respondenty byli pouze starostové obcí (u větších obcí byl osloven náměstek primátora nebo místo starosta). Získaná data jsou roztržena do pěti skupin dle počtu obyvatel obce .

Z tohoto výzkumu jsem vybral jen několik údajů :

Základní členění měst a obcí v ČR

V České republice je celkem 6 244 měst a obcí.

- 5 měst s počtem obyvatel nad 100.000,
- 17 měst s počtem obyvatel mezi 50.000 až 99.999,
- 43 měst mezi 20.000 až 49.999,
- 66 měst s počtem obyvatel od 10.000 do 19.999,
- 134 obcí s 5.000 až 9.999 obyvateli,
- 357 obcí s počtem obyvatel od 2.000 do 4.999
- 5622 obcí má počet obyvatel do 2000

Z výsledků šetření vyplývá, že před nástupem do funkce byl každý sedmý starosta učitelem (ZŠ, SŠ i VŠ). To je zhruba 16 procent. V technicko-hospodářské funkci (vedoucí úseku, odboru, úředník, ekonom, účetní) pracovalo 23 procent respondentů. V odpovědích však byly zaznamenány i profese, které jsou od pozice starosty velmi vzdáleny (uklízečka, dělník, majitel cestovní kanceláře, strojvedoucí ČD, elektromontér, výpravčí ČD, traktorista, vyšetřovatel PČR, truhlář, mechanik). Před nástupem do funkce patřili starostové k nezaměstnaným nebo invalidním či starobním důchodcům. **Předchozí pracovní pozice starosty výrazně ovlivňuje starostovy pohledy a názory na případné problémy.** Mnozí museli po příchodu do úřadu překonávat velmi závažné problémy způsobené nízkou kvalitací či téměř žádnou praxí v pozici řídicího pracovníka. Věk oslovených starostů se pohyboval mezi 45 až 60 lety (60 procent). Výjimkou nebyli ani starostové starší 60 let (25 procent). Mezi 171 respondenty byl pouze jeden starosta mladší 30 let. V současné době se obce potýkají hlavně s nedostatkem finančních prostředků (způsobený nízkou daňovou výtěžností, vysokými veřejnými výdaji, špatným hospodařením apod.). **Z těchto příčin je venkovní osvětlení v pořadí důležitosti výdajů obcí s počtem obyvatel do 10.000 na 4. až 5. místě.** V roce 2007 psala moje dcera diplomovou práci v oblasti ekonomiky ve státní správě se zaměřením na provoz a údržbu organizací zřízené městem, kde je i část venkovního osvětlení. Na základě jejího jednoduchého průzkumu zaměřeného na tuto problematiku byly odpovědi jednotlivých dotázaných respondentů stanovených klíčem velice zajímavé. Když mi ukázala výsledky průzkumu k uvedené problematice, musel jsem se zamyslet nad tím, jestli vyvíjená činnost pomoci obcím není moc odborná a jestli představitelé obcí o tak ryze odbornou pomoc stojí a hlavně jestli jí rozumí a dokáží si ji vyhodnotit tak, aby byla pro obec prospěšnou. Na základě finančních možností obcí s počtem obyvatel do 10000 je oblast venkovního osvětlení velice problematická z důvodu stáří svítidel, kabelových tras a jednotlivých přípojných míst , včetně koncepce osvětlování, která byla tvořena v 50. a 60. letech minulého století. Po dokonalém zvážení byl připraven model s jednotlivými postupy jak těmto obcím pomoc.

Průzkum stavu VO v Libereckém kraji

Ve svazu obcí Libereckého kraje je v současné době sdruženo 70 obcí a měst . Z uvedeného průzkumu byla vyřazena města a obce ve správě ELTODA. Do programu byla zařazena i města a obce, která nejsou členy SOLK.

Celkový počet obcí za Liberecký kraj

Okres Česká Lípa	22 měst a obcí
Okres Liberec	20 měst a obcí
Okres Jablonec n.N.	19 měst a obcí
Okres Semily	<u>27 měst a obcí</u>
Celkem za Liberecký kraj	88 měst a obcí Do 30.6.2008 bylo odevzdáno 43 dotazníků .

Základním cílem průzkumu stavu VO je zajištění v budoucnu níže uvedených požadavků při dlouhodobém vynaložení co nejnižších nákladů na výstavbu, modernizaci, rekonstrukce, správu, provoz a údržbu VO. K tomuto cíli je potřeba dospět optimalizací jednotlivých nákladových položek, k nimž patří např.:

1. cena, životnost, výkonnost a stálost technických parametrů jednotlivých prvků systému veřejného osvětlení,
2. cena elektrické energie,
3. jednotková cena lidské práce,
4. jednotková cena použití technického vybavení (zahrnující odpisy zařízení, cenu pohonných hmot apod.)
- 5.

Veřejné osvětlení obcí sdružených v SOLK , které odevzdaly sběrný datový list.

Stávající stav

Zapínací místa / ZM /: v obcích je instalováno **cca 372 ZM**. Většina rozvaděčů ZM je vybavena měřením spotřeby elektrické energie na straně rozvodných závodů. Kontrola správné funkce rozvaděčů a osvětlovacích míst není prováděna při pravidelných prohlídkách zařízení podle plánu údržby a zjištěné závady pak nejsou operativně odstraňovány podle závažnosti. Kompletní materiály týkající se rozboru stavu VO z hlediska životnosti stávajícího vybavení VO v obcích SOLK se nepodařilo zajistit. Podle sdělení obcí /dotazníků/ nejsou ZM i SM v pořádku. Preventivní údržba není prováděna. Způsob ovládání VO závisí na mnoha kritériích a možnostech obcí. Současný stav řízení a správy VO není integrován. VO není řízeno automaticky, není monitorován stav VO a nejsou shromažďovány údaje o jeho provozu, spotřebě, poruchách apod. na úrovni zapínacích míst . V případě monitorování jednotlivých světelných míst nelze využít ŘS pro správu a administraci VO (diagnostika poruchy SM, určení závady, požadavek na náhradní díl apod.).

Svítlidla – v obcích které jsou sdruženy v SOLK a odevzdaly sběrný datový list je na soustavách VO celkem nainstalováno **17.053 svítidel** . Skladba svítidel je v provedení mnoha druhů (typů) . 50% svítidel je na hranici životnosti, 40% je zcela nevyhovujících a 10% je ve stáří do 5 let.

Nosné konstrukce, osvětlovací stožáry - v obcích které jsou sdruženy v SOLK a odevzdaly sběrný datový list je na soustavách VO celkem nainstalováno **16.920 stožárů**. Současný stav stožárů a ostatních částí je převážně na hranici života-co se týče ocelových stožárů. V době pořízení se většinou vyráběly bez povrchové úpravy žárovým zinkováním a bez zesílených ochranných manžet v místě vetknutí. Jsou silně zkorodované a nemají původní stabilitu a pevnost. V některých případech se to týká i betonových a dřevěných stožárů.

Kabelová vedení - v obcích které jsou sdruženy v SOLK a odevzdaly sběrný datový list je na soustavách VO celkem nainstalováno **497.278 m zemního vedení a 416.375 m nadzemního vedení**.

Vyhodnocení průzkumu

Poznatky o stavu veřejného osvětlení přináší průzkumy. Průzkum byl veden na úrovni oslovených obcí sdružených ve svazu SOLK. Z celkově oslovených 80-ti obcí se navrátilo 43 vyplněných dotazníků průzkumu o stavu osvětlení v obcích. Což je více než 50%. Z průzkumů, zahrnujících část obcí Libereckého kraje, je možno si utvořit obrázek o celkovém stavu v LK nebo využít k porovnání v dalších městech a oblastech, či z průzkumů pro celý kraj si odvodit poznatky pro zlepšení práce , provozu a údržby v obcích LK a porovnáním výsledků se stavem v celé ČR. Výsledky mohou být přínosné i z hlediska možnosti investic a snižování nákladů na provoz a údržbu. Při interpretaci výsledků je však třeba brát v úvahu způsob

vyhodnocení, výběr vzorků a další statisticky významné hodnoty a postupy. Průzkum byl veden jednak po linii rozdělení počtu obcí do skupin podle počtu obyvatel a statistickým výpočtem zjištěn počet svítidel. Druhým pomocným kritériem byl v jednotlivých vzorcích obcí zjištěn počet svítidel/ počet obyvatel a z počtu obyvatel v ČR byla vypočítána pomocná hodnota

CELKEM SE PRŮZKUMU ZÚČASTNILO 43 OBCÍ S CELKOVÝM POČTEM OBYVATEL 112414.

Zjištěné technické údaje:

CELEM SVĚTELNÝCH MÍST	17053 ks
CELKEM PODPĚRNÝCH ČÁSTÍ (STOŽÁRY)	16920 ks
CELKEM ODBĚRNÝCH MÍST (RVO)	372 ks
CELKEM ZEMNÍ VEDENÍ	497 km
CELKEM VRCHNÍ VEDENÍ	416 km
POČET SVĚTELNÝCH MÍST NA OBYVATELE	6,6 ks
CELKOVÁ ROČNÍ SPOTŘEBA EL. ENERGIE 2007	7694 MWh
PRŮMĚRNÝ PŘÍKON NA 1 SVĚTELNÉ MÍSTO W/ (DOTAZNÍK)	89 W zkraslený údaj
ROZPĚTÍ PŘÍKONŮ NA 1 SM / MEZI JEDNOTLIVÝMI OBCEMI /	30 W až 197 W
PRŮMĚRNÁ ROČNÍ DOBA PROVOZU SOUSTAVY VO	2950 hodin

Zjištěné ekonomické údaje:

CELKOVÉ NÁKLADY NA SPOTŘEBOVANOU EN. 2007	15 836 114 Kč
CELKOVÉ NÁKLADY NA ÚDRŽBU VO 2007	11 858 866 Kč
CELKOVÉ NÁKLADY NA INVESTICE ROK 2007	8 541 137 Kč
ROZPĚTÍ NÁKLADŮ PROVOZU VO 1 SM/ OBCE	550 Kč až 2864 Kč
ROZPĚTÍ ROČNÍCH INVEST. NÁKLADŮ 1 SM/OBCE	0 Kč až 2300 Kč
ROZPĚTÍ NÁKLADŮ NA ÚDRŽBU VO 1 SM/ OBCE	0 Kč až 900 Kč
ROZPĚTÍ ÚHRAD EL. ENERGIE 1 SM/1DEN VČ. DPH	1,9 až 4,45 Kč
ROZPĚTÍ ÚHRAD EL. ENERGIE 1 kWh/Kč sledovaných obcí	1,75 až 5,5 Kč
ROČNÍ NÁKLADY EL. EN. 1 SVĚT. MÍSTO NA 1 OBYVATELE	141 Kč
ROČNÍ NÁKLADY ÚDRŽBA 1 SVĚT. MÍSTO NA 1 OBYVATELE	105 Kč
ROČNÍ NÁKLADY PROVOZU VO 1 SM 1 OBYVATEL	322 Kč

Ostatní zjištěné údaje:

PASPORT VO MÁ ZE 43 OBCÍ	6 obcí
DOKUMENTACI K VO NEBO ČÁSTEČNOU DOKUMENTACI MÁ ZE 43 OBCÍ	14 obcí
REVIZI ZAŘÍZENÍ VO MÁ ZE 43 OBCÍ	15 obcí
SPRÁVCEM SOUSTAVY VO JE OBEC / svépomoc/	23 obcí
SPRÁVCEM VO JE FIRMA NA SMLOUVU / elektromontážní firma/	17 obcí
SPRÁVCEM VO JE OSOBA NA SMLOUVU	2 obce
SPRÁVCE VO NENÍ	1 obec

Návrh opatření

Jednoduchým výpočtem zjistíme, že potřebné investice do soustav venkovního osvětlení oslovených obcí tak, aby byly z hlediska provozu a údržby ekonomické jsou cca :

1. Pro vypracování pasportů VO a stanovení postupu nápravy cca na úrovni	3 mil. Kč
2. Vypracování projektové dokumentace cca	15 mil. Kč
3. Vypracování žádosti a zajištění finančních prostředků cca	20 mil. Kč
4. Pro opravu a rekonstrukci SM cca na úrovni	310 mil. Kč
5. Pro opravu a rekonstrukci RVO cca na úrovni	12 mil. Kč
6. Odhad celkových nákladů na rekonstrukci VO ve 43 obcích je cca	360 mil. Kč
7.	

Členění a stanovení postupu :

1. Začlenění problematiky veřejného osvětlení obcí s počtem obyvatel do 10000 v Libereckém kraji v součinnosti s Krajským úřadem v Liberci – odbor regionálního rozvoje kraje a Svazem Obcí Libereckého Kraje (SOLK) do energetického plánu rozvoje kraje . Garantem tohoto úkolu je SOLK.
2. Zajištění finančních prostředků pro vypracování pasportů venkovního osvětlení . Garantem je Krajský úřad v Liberci.
3. Hledání a nastavení možností financování předpokládaných rekonstrukcí VO v obcích , protože současný stav je nevyhovující.

Závěr

Cílem pracovní skupiny SRVO pro spolupráci s městy a státní správou je připravit komplexní řešení pomoci obcím od zjištění skutečného stavu až po rekonstrukci soustav VO , včetně profinancování v letech 2008 až 2013. Celkový projekt nebude řešen s jednotlivými obcemi, ale je směřován do příprav a realizací jako jeden projekt za územní celek zastřešený SOLK a Orgány Libereckého kraje z důvodu vyhlášení grantového schématu krajem jen na VO v rámci úspor el.energie.

V současné době jsou opravy zařízení VO prováděny tak, aby stály co nejméně peněz bez ohledu na koncepci a ekonomiku provozu. Takže se instalují svítidla co nejlacinější , v některých případech se výbojky nahrazují kompakty atd. Každý průměrně inteligentní zastupitel ví, že se s tím musí něco dělat . Po zkušenostech z let minulých se obce nechtějí zadlužovat. Granty a různá schémata investování z fondů EU jsou spíše zaměřena na kanalizace, vodovodní přípojky a opravy komunikací. Osvětlení je vždy součástí těchto programů, ale je zastoupeno cca 10 až 20 % objemu celkové akce. Tam, kde mají zmiňované oblasti již zrealizovány z let minulých, tak na finance z fondů nedosáhnou.

Venkovní osvětlení v menších obcích je tedy začarovaný kruh, ze kterého lze vystoupit jedině celkovou rekonstrukcí soustavy VO za pomoci vyhlášení grantové oblasti fondů EU jen na venkovní osvětlení, které bude řešeno komplexně .

V současné době musí naši starostové tiše závidět našim sousedům, protože tuto oblast řeší jejich vládní nařízení a vyhlášená grantová schémata fondů EU, a to jak na vládní tak na úrovni jednotlivých krajů.

Společnosti SRVO a ČSO by si měly vzít příklad ze Slovenské společnosti CEVO – centrum veřejného osvětlení . Ponaučit se z jejich chyb a aplikovat na jejich příkladech vše dobré u nás. Veškeré informace doporučuji shlédnout na jejich webových stránkách www.cevo.sk . Na těchto stránkách je vidět, jak tato společnost podporuje obce v problematice VO a co je zde možné získat za informace, které jsou volně ke stažení a jaké mají zajímavé diskusní forum, včetně pořádání seminářů pro města a obce.

Pracovní skupina SRVO pro spolupráci s městy a státní správou

Tesař Jiří – předseda

Veronika Klacková - příprava vyhodnocování sběrných datových listů z obcí.

Eva Tesařová - odpovědná za agendu a korespondenci.

Petra Slepitschková – projektový manažer SOLK

Vít Příkazký – Krajský úřad Libereckého kraje, vedoucí odboru regionálního rozvoje

Jiří Leták – finanční skupina QUESTIONS MARKS

Jiří Lípa – CEVO Slovensko - poradce skupiny

Tomáš Maixner – poradce skupiny v oblasti osvětlování pozemních komunikací.

Zdeněk Hasoň – poradce skupiny v oblasti úspor el.energie , bývalá ČEA

Literatura a odkazy

[1] Veřejná správa – Týdeník Vlády České Republiky číslo 35, Copyright © 2003 Ministerstvo vnitra České republiky

[2] PhDr. Miloš Charbuský, CSc., Bc. Jan Stejskal, Univerzita Pardubice, Fakulta ekonomicko-správní

Hodnocení flickeru v průmyslových sítích

Josef Tlustý, Prof. Ing., CSc., Tomáš Sýkora, Ing., Jan Švec, Ing., Zdeněk Müller, Ing.

ČVUT v Praze, Fakulta elektrotechnická, Katedra elektroenergetiky

{tlusty, sykora1, svecj3, mullez1}@fel.cvut.cz

Úvod

Tento příspěvek se věnuje otázce šíření energetických rušení v průmyslových sítích, která jsou obvykle vyvolána průmyslovými odběrateli přenášena k dalším komerčním i domácím odběratelům, kteří mají často vysoké nároky na kvalitu dodávané elektrické energie. Z hlediska světelných zdrojů přítomných u odběratelů všech typů je hlavním kritériem úroveň flickeru, tedy kolísání světelného toku vyvolané změnami napěťové úrovně.

Kvalita elektrické energie, která je kvantifikována řadou elektrických veličin, je již dlouhodobě důležitým pojmem pro průmyslové odběratele i pro domácnosti, neboť řada procesů a činností závisí na správném a bezchybném provozu citlivých elektronických zařízení. Krátkodobé poklesy napětí způsobené poruchami v elektrizační soustavě vedou k výpadkům zařízení, což může poškodit řadu následných procesů. Výrobní procesy jsou stále více automatizovány a činnost zátěží obsahujících elektronické prvky je citlivá na změny napětí, zejména poklesy napětí, krátkodobá přerušení a přechodné děje.

Ve spolupráci mezi spotřebiteli a výrobcí byl vyvinut nový přístup hodnocení kvality elektrické energie. Jednou ze základních potřeb distributora je mít informace o kvalitě elektřiny dodávané spotřebitelům v jeho síti. Tyto údaje však často nejsou zcela dostupné, nebo jsou nedostačující, protože klasické monitorovací systémy a analýzy jsou zaměřeny na spolehlivost a ustálená napětí a proudy celého spektra veličin kvality elektřiny a úrovně harmonického zkreslení vycházející z poruch systému a nelineárních zátěží. Nový způsob zahrnuje některá základní témata významná pro každého provozovatele, který chce získat kvalifikovaný přehled o kvalitě dodávané elektrické energie. Jedná se o predikci charakteristik rušení a výpočet přípustných řešení (modelování a měření), dále pak zhodnocení těchto řešení z technického a ekonomického hlediska.

Problematika článku je aplikována na distribuční síť 110 kV oblasti Podbrezová na Slovensku. Železářny Podbrezová provozují 50 MW obloukovou pec jako hlavní zátěž ve výrobě. Někteří zákazníci v oblasti čas od času vznášejí stížnosti na distribuční společnost kvůli problémům s flickerem. Oblouková pec je napájena vedením 110 kV z 18 km vzdálené rozvodny Medzibrod. Tato rozvodna má dva transformátory 220/110 kV o jmenovitém výkonu 200 MVA, které mohou být na straně 110 kV provozovány odděleně i společně. Tato variabilní konfigurace umožňuje rozdělení odběratelů do dvou skupin a také změny zkratového výkonu v bodě PCC v rozvodně železáren. K obloukové peci je rovněž provozována kvalitní SVC kompenzace s dynamickým řízením.

Model šíření flickeru v systému

Elektrická oblouková pec má nelineární charakteristiku a je zdrojem energetických rušení typu harmonické, interharmonické, kolísání napětí, poklesy napětí, přerušení napájení, nesymetrie napájecího napětí. Obecně lze říci, že má-li kolísání napětí amplitudu nepřesahující 10% amplitudy základní harmonické, většina zařízení není tímto kolísáním rušena. Hlavní nevýhodou, kterou lze přiřadit kolísání napětí, je flicker, tedy kolísání světelného toku žárovkových světelných zdrojů.

Tento jev je významný pouze jako zdroj nepohodlí pro jednotlivce. Z fyzikálního hlediska lze flicker srovnat s procesem amplitudové modulace, kdy je napájecí napětí o frekvenci 50 Hz modulováno kolísáním napětí v pásmu 0,5 až 30 Hz. Nejkomplikovanější zdroj kolísání napětí s chaotickou charakteristikou je elektrická oblouková pec. Kolísání proudů v peci způsobuje kolísání napětí v napájecím systému. K omezení těchto kolísání je používána statická SVC kompenzace, která pracuje na principu nepřímé kompenzace jalového výkonu. Tato SVC je složena z tyristorově řízené tlumivky a pevné kapacity.

Pro výpočet šíření flickeru v síti od zdroje k dalším napěťovým hladinám a spotřebitelům v síti byl vytvořen jednoduchý model v SW Mathematica, který bere v úvahu parametry jednotlivých komponent systému, obloukovou pec jako zdroj flickeru závislý na zkratovém výkonu v místě jejího připojení, příslušnou konfiguraci systému. Šíření flickeru v síti je dáno poměrem příslušných viděných impedancí mezi uzlem a zemí a mezi dvěma uzly. Na základě šíření flickeru lze zavést tzv. činitel přenosu flickeru mezi dvěma uzly (napěťovými hladinami). Pro činitel přenosu flickeru T_{PstAB} z uzlu A do uzlu B je třeba znát hodnotu krátkodobé míry vjemu flickeru P_{ST} měřené (vypočtené) ve stejný okamžik v obou uzlech. Pak platí

$$T_{P_{STAB}} = \frac{P_{STB}}{P_{STA}} \quad (1)$$

Protože z definičních vztahů platí, že míra vjemu flickeru P_{ST} je úměrná relativní změně napětí $\Delta U/U$, lze pro činitel šíření flickeru psát

$$T_{P_{STAB}} = T_f = \frac{\Delta U_B \cdot U_A}{U_B \cdot \Delta U_A} \quad (2)$$

Šíření flickeru je analýzou uzlů v systému. Dílčí komponenty přenosového systému jsou modelovány pomocí svých ekvivalentních obvodů pomocí indukčností, kapacit a odporů. Aktivní prvky (generátory a motory) jsou modelovány svými přechodnými impedancemi a jejich vnitřní napětí jsou považovány za konstantní. Činitel šíření mezi dvěma hladinami lze pak obecně počítat jako

$$T_f = \left| \frac{Z(i,k) \cdot U_k}{Z(k,k) \cdot U_i} \right| \quad (3)$$

kde

$Z(k,k)$ je diagonální a $Z(i,k)$ mimodiagonální prvek impedanční matice

U_i je ustálené napětí v uzlu i (zde je flicker počítán)

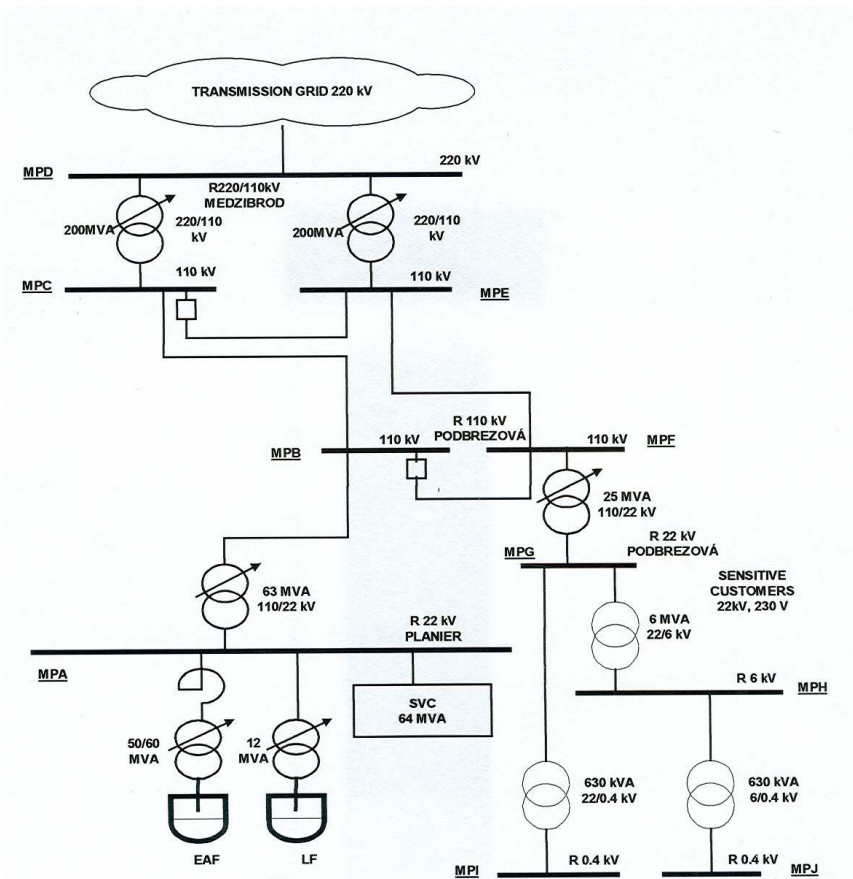
U_k je ustálené napětí v uzlu k (zde je zdroj flickeru)

Tento model umožňuje studovat šíření flickeru v obecném systému v obou směrech, tj. od nižší napěťové hladiny k vyšší i naopak.

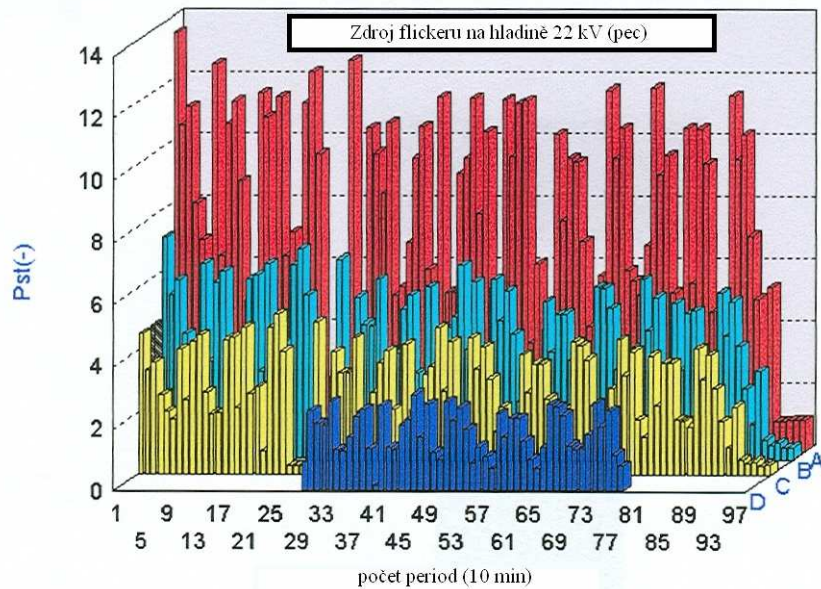
Měření v reálném systému

Měření flickeru bylo prováděno na Slovensku v oblasti napájení Železáren Podbrezová a okolních odběratelů. Byla tak získána experimentální data pro šíření flickeru, kterými byl následně ověřen matematický model šíření flickeru po aplikaci dostupných parametrů místního elektrického systému. Měřený a simulovaný systém je znázorněn na obr. 1 s označením jednotlivých analyzovaných uzlů (MPx). Reálná měřená data krátkodobé míry vjemu flickeru P_{ST} jsou graficky zpracována na obr. 2 a 3. Jedná se o hodnoty 10-minutových hodnot pro dané uzly, rozdělené na dva základní případy. Obr. 2 představuje typické šíření flickeru z nižší napěťové hladiny k vyšší, kdy hodnoty P_{ST} klesají ve směru šíření významně. Obr. 3 představuje typické šíření flickeru z vyšší napěťové hladiny k nižší (hladina 220 kV je zde brána jako fiktivní zdroj pro danou větev systému, skutečným zdrojem flickeru je samozřejmě oblouková pec), kdy hodnoty P_{ST} klesají ve směru šíření jen velmi málo. Určitou výjimku tvoří bod J na hladině 0,4 kV, kde dojde k výraznějšímu poklesu hodnot díky mezi odběru na vyšší hladině 6 kV.

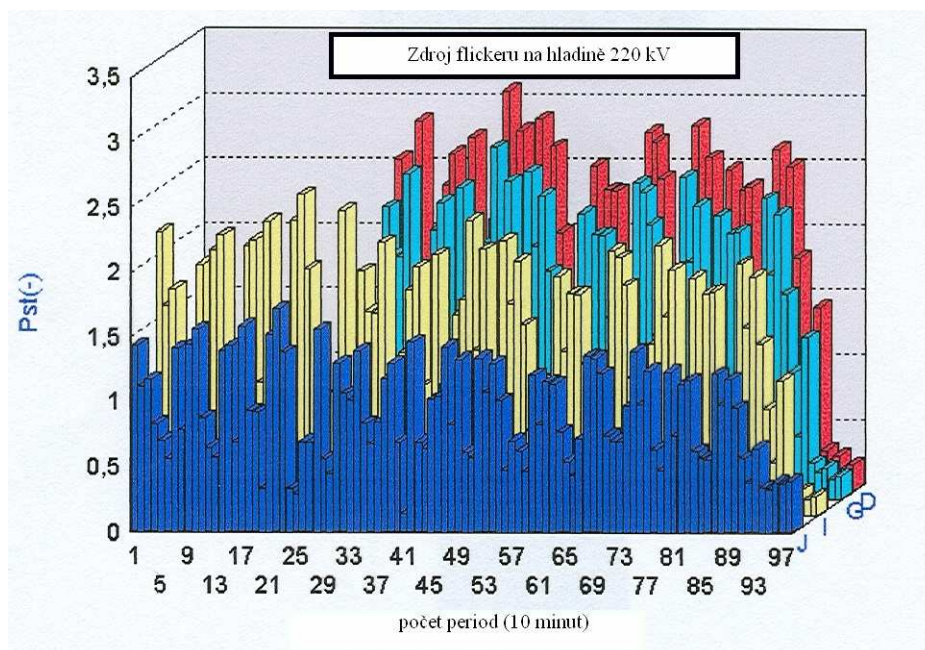
Typické hodnoty míry vjemu flickeru P_{ST} a činitele šíření T_f z měření jsou shrnuty v tabulce 1. Všechny hodnoty jsou měřeny a počítány pro maximální výkon pece. Je třeba poznamenat, že hodnoty P_{ST} pro další odběratele překračují limity povolené technickými normami.



Obr. 1: Analyzovaný systém na středním Slovensku



Obr. 2: Šíření flickeru z nižší napěťové hladiny



Obr. 3: Šíření flickeru z vyšší napěťové hladiny

Uzel, vztah	Veličina	Měření	Výpočet
A	P_{ST}	12,7	12,7
A → B	T_f	0,52	0,51
B	P_{ST}	6,6	6,48
B → C	T_f	0,71	0,68
C	P_{ST}	4,6	4,4
C → D	T_f	0,65	0,6
D	P_{ST}	3,0	2,64
D → E	T_f	-	0,99
E	P_{ST}	-	2,61
E → F	T_f	-	0,99
F	P_{ST}	-	2,58
F → G	T_f	-	0,9
G	P_{ST}	2,8	2,3
G → H	T_f	-	0,72
H	P_{ST}	-	1,66
G → I	T_f	0,87	0,89
I	P_{ST}	2,4	2,03
H → J	T_f	-	0,819
J	P_{ST}	1,56	1,36
G → J	T_f	0,56	0,59

Tab. 1: Měřené a vypočtené hodnoty

Závěr

Flicker jakožto kolísání světelného toku patří k jednomu z nejvíce diskutovaných typů energetických rušení. Jeho dopady na jednotlivce z řad zákazníků do značné míry závisí na subjektivním posouzení, proto i jeho šíření a eliminace vyvolávají rozdílné reakce a názory mezi laiky i provozovateli soustav a průmyslových zařízení. Způsob šíření flickeru v síti vychází z principu napěťového a proudového děliče, z čehož plynou známá pravidla o přenášení hodnot flickeru mezi napěťovými hladinami.

Měřená i vypočtená data ukazují, že při šíření flickeru z vyšší hladiny na nižší může dojít k významnějšímu poklesu hodnot P_{ST} . Jedná se zejména o průmyslové rozvody vn a nn, kde je instalována řada vn asynchronních motorů na obvyklých hladinách 3, 6, 10 kV. Oproti tomu ve veřejných rozvodech bez těchto zátěží dochází jen k velmi malému poklesu hodnot flickeru při jeho šíření směrem k hladině nn, tedy k většině konečných spotřebitelů vnímajících kolísání světelného toku. Objevuje se tedy zajímavý paradox, kdy průmyslové sítě obvykle více znečištěné energetickým rušením díky své konfiguraci dokáží eliminovat jednu rušivou veličinu pro část své spotřeby na nejnižší napěťové hladině přirozeně a bez přídavných zařízení. Veřejné sítě zahrnující domácnosti svou odlišnou konfigurací tuto vlastnost nemají a platí pro ně klasická úvaha o šíření flickeru k hladině nn. Velikost flickeru ve všech místech systému však vždy závisí na více faktorech, které zahrnují zdroj rušení, konfiguraci sítě a instalaci pomocných zařízení. Možnosti redukce flickeru závisí na konkrétních podmínkách a jejich realizace vždy podléhá technicko-ekonomické rozvaze. Vždy existuje více řešení problému, počínaje úpravou technologie, přes zásahy v distribuční síti až po instalaci pomocných zařízení. Tradiční a spolehlivou možností je použití SVC kompenzace jalového výkonu, moderní a investičně náročnější pak využití aktivních filtrů.

Literatura a odkazy

- [1] Kubín, P. - Tlustý, J. - Valouch, V.: Application of Unified Power Quality Conditioner for Mitigation of Flicker Generated by Electrical Arc Furnace. In X CLEEE - 10th Portuguese-Spanish Congress in Electrical Engineering [CD-ROM]. Lisboa: Portuguese Association for the Development of Electrical Engineering, 2007, p. 1-5.
- [2] Doležal, J. - Tlustý, J. - Valouch, V.: Control Methods and Active Filter Topologies Applied for Flicker Mitigation. In Preprints of the 16th World Congress of the International Federation of Automatic Control [CD-ROM]. Praha: IFAC, 2005, p. 1-6.
- [3] Tlustý, J. - Doležal, J. - Sýkora, T. - Švec, J.: Problematika energetického rušení ve světelných rozvodech. In Kurz osvětlovací techniky XXIV. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2005, s. 175-184. ISBN 80-248-0935-4.
- [4] Bannert, P. - Habel, J. - Kyncl, J. - Tlustý, J.: Matematický model flickeru žárovek. In ELEN 2004 [CD-ROM]. Praha: ČVUT, Fakulta elektrotechnická, 2004, ISBN 80-239-3565-8.

Řízení osvětlení v nové budově FEI VŠB-TU v Ostravě

Luděk Trawinski, Ing.

TRIMR s.r.o., www.trimr.cz, ludek.trawinski@trimr.cz

Úvod

Předmětem přednášky je představení projektu elektroinstalace v nové budově fakulty elektrotechniky a informatiky, jejíž výstavba se připravuje v rámci areálu VŠB – TU v Ostravě Porubě. Zejména by se tato prezentace měla věnovat řešení tzv. inteligentní instalace. Tento projekt je společným dílem projektantů naší firmy, přičemž klíčovou část projektu zpracoval Ing. Josef Nezval, Ph.D. a Bc. Petr Voznica.



Zadání

Prvním bodem bylo stanovení vstupních požadavků pro určení rozsahu systému a stanovení ceny. Diskusí s odpovědnými zástupci VŠB TU byl stanoven následující rozsah a funkce systému.

- Systém nebude řídit žaluzie v budově.
Po zvážení ekonomických hledisek bylo vypuštěno řízení žaluzií systémem KNX/EIB, žaluzie budou elektrické, ale ovládání bude pouze lokální, v případě potřeby centrálních funkcí, budou řešeny samostatně v rámci systému žaluzií.
- Systém MaR bude pracovat samostatně a nebude propojen se systémem KNX/EIB. V případě budoucí potřeby propojení obou systémů se systém MaR vybaví rozhraním pro KNX/EIB. Důvodem pro toto rozhodnutí je důležitost bezvadného fungování systému řízení teploty v objektu. Systém s řízením velkého množství fan-coilů v návaznosti na tepelná čerpadla je již sám o sobě poměrně složitý a napojení na další řídicí systém by mohlo zbytečně vnášet poruchy. Pro tento způsob řízení je lepší využít systém, který je prioritně určen pro řízení vytápění.
- Ovládání osvětlení bude realizováno jednak přímo pomocí akčních členů na sběrnici KNX/EIB ale zejména pomocí sběrnice DALI, protože drtivá většina světel bude vybavena elektronickými předřadníky DALI, které umožňují také stmívání.
- Ve vybraných místnostech je požadována funkce udržování konstantní intenzity osvětlení a to nejlépe samostatným stmíváním jednotlivých řad svítidel.
- Mimo systém KNX/EIB budou pouze světla na WC a sociálních zařízeních, která budou ovládána pomocí pohybových detektorů.

- V jednotlivých částech objektu budou ovládány také vybrané zásuvkové okruhy.

Rozdělení objektu – bližší specifikace zadání

Těžké laboratoře v 1.PP

- Svítidla budou s možností stmívání, ovládání od vchodových dveří a přes KNX/EIB také centrálně z místnosti vrátného.
- Vypínání a zapínání zásuvek ode dveří a nadřazeně z místnosti vrátného pomocí KNX/EIB.

Lehké laboratoře + PC místnosti + seminární místnosti

- Svítidla budou s možností stmívání, ovládání od vchodových dveří a přes KNX/EIB také centrálně z místnosti vrátného.
- Zásuvky nebudou vypínány.

Posluchárny

- Svítidla budou ovládána pomocí zařízení AV techniky a přes KNX/EIB také centrálně z místnosti vrátného.
- Zásuvky nebudou vypínány.

Kanceláře pedagogů + kanceláře děkanát

- Svítidla budou s možností stmívání, ovládání od vchodových dveří a přes KNX/EIB také centrálně z místnosti vrátného.
- Pomocí detektoru intenzity osvětlení bude možné udržovat konstantní navolenou intenzitu osvětlení.
- Zásuvky nebudou vypínány.

Děkanát – zasedací místnost

- Bude plnit prezentační funkci.
- Svítidla budou s možností stmívání, ovládání od vchodových dveří a přes KNX/EIB také centrálně z místnosti vrátného.
- V místnosti bude instalován display pro ovládání systému. Bude vytvořeno několik světelných scén dle režimů v zasedací místnosti.
- Do řídicího systému budou zařazeny také žaluzie.
- Zásuvky nebudou vypínány.

Chodby

- Svítidla nebudou stmívatelná.
- Svítidla budou rozdělena do několika skupin, aby mohla být zapnuta požadovaná intenzita osvětlení 15, 50 a 100%.
- Ovládání osvětlení bude řešeno na základě časového harmonogramu v systému KNX/EIB, případně přes KNX/EIB také centrálně z místnosti vrátného.
- Pomocí rozhraní s telefonní ústřednou bude možné aktivovat 100% intenzity na určitou dobu.
- Zásuvky nebudou vypínány.

Teoretický základ

Rozhraní DALI

Byl vyvinut s ohledem na nízkou flexibilitu analogových systému pro stmívání osvětlení. Jedná se o sběrníkový 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.

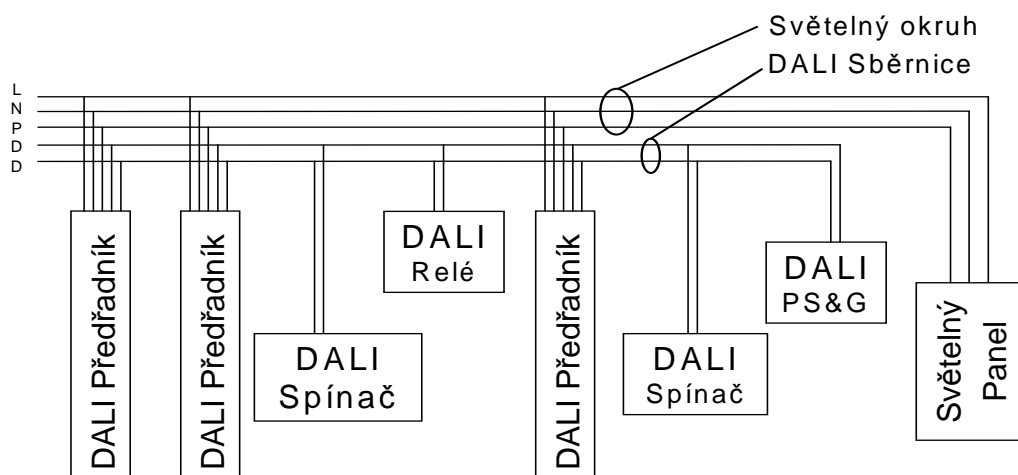
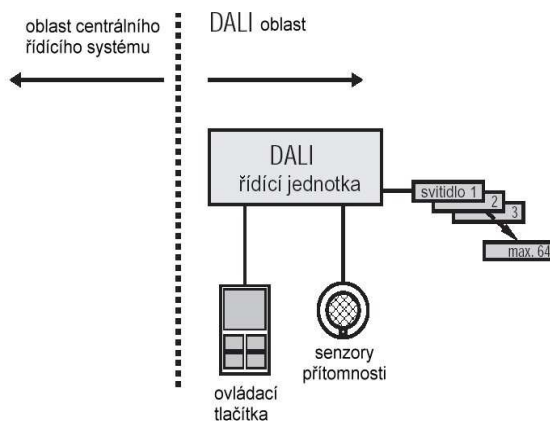


Schéma zapojení osvětlovacího systému s DALI protokolem.

DALI jako samostatný systém

Toto je 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 sběrnicí, 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.

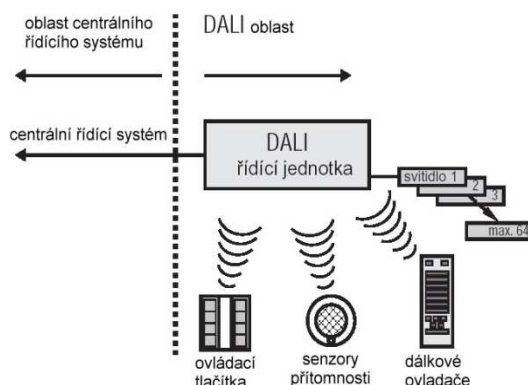


DALI jako samostatný systém

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 scény) 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 systém správy budovy. Takto lze zapojit

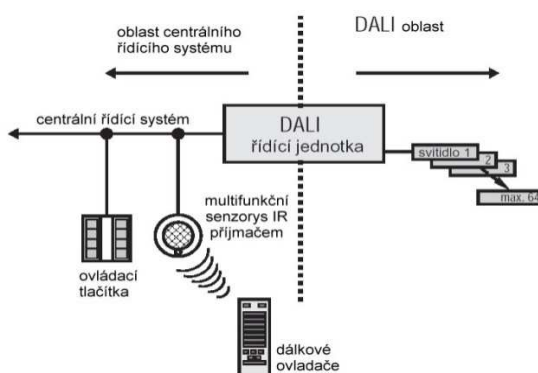
několik podsystémů na centrální řídicí systém budovy, který tyto subsystemy řídí a monitoruje. Využití takového systému je například v kontrole a monitorování poruchového osvětlení, zapínání nočního osvětlení budovy atd.



DALI jako samostatný podsystém

DALI jako závislý podsystém

Centrální řídicí systém přebírá všechny funkce DALI subsystemu 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 světel v místnostech aniž bychom museli zasáhnout do kabelové instalace.



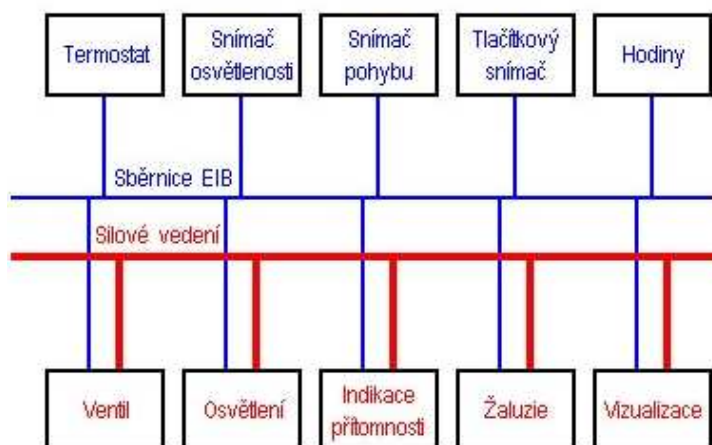
DALI jako závislý podsystém

SYSTÉM INSTABUS - EIB

Všeobecný popis systému

EIB (European Instalation Bus) je standard pro řízení systémů budov. Jednotlivé komponenty systému EIB vyrábí desítky výrobců z celé Evropy. Výhodou standardizovaného systému je možnost kombinování komponentů různých výrobců. EIB je především určený pro regulaci, spínání, měření, monitorování stavů a zpětné hlášení v inteligentních budovách. Předávání informací probíhá po datové dvou vodičové sběrnici. Sběrnice může být v podobě běžného instalačního kabelu, který prochází celou budovou a také zásobuje jednotlivé účastníky napájecím napětím. Sběrnici lze vést souběžně se silovým instalačním vedením. Všechny připojené přístroje na sběrnici - aktory (přijímače povelů) a senzory (vysílače povelů) - jsou připojeny na jednu sběrnici a komunikace mezi přístroji probíhá pomocí datových telegramů. Systém nemá žádný centrální řídicí počítač. Každý účastník na sběrnici má svoji inteligenci a obsahuje vlastní

mikroprocesor. Spolehlivost systému je na vysoké úrovni, protože systém EIB není centrálně řízený. V případě poruchy je nefunkční pouze postižená část systému a ne systém jako celek. Systém lze jednoduše přeprogramovat při změně uspořádání dispozice v budově bez zásahu do elektroinstalace.



Principiální schéma zapojení systému KNX/EIB

Použité označení KNX/EIB

Asociace Konnex se sídlem v Bruselu, založena 1999, jako združení tří bývalých evropských asociací na podporu inteligentních aplikací, a to BCI (Francie), EIB (Belgie), EHS (Nizozemí). Asociace Konnex bude v budoucnu poskytovat technickou podporu tří uvedených standardů. Odtud, EIB je zpětně kompatibilní ke KNX a odtud spousta přístrojů bývá označena dvojím logem KNX/EIB.

Pomocí systému KNX/EIB lze realizovat například tyto další aplikace:

- regulace topení a klimatizace i po jednotlivých místnostech, regulace technologie bazénů a slunečních kolektorů, časové programy
- ovládání pohonů oken - ruční nebo automatické ovládání podle teploty, dešťová čidla
- ovládání vjezdových vrat garáží - propojení s dálkovým ovladačem vrat, automatické ovládání osvětlení garáže a příjezdové cesty
- ovládání centrálního vysavače bez potřeby dalších kabelů
- automatické ovládání zavlažovacího systému
- propojení se zabezpečením objektu, tlačítko pro případ napadení, ovládání osvětlení při poplachu
- elektromotorické domovní zámky
- dálkový odečet elektroměrů, vodoměrů, měřičů tepla
- monitorování stavu důležitých jističů v rozváděčích
- možnost ovládání infračerveným nebo radiovým dálkovým ovladačem
- ovládání hlasem
- vizualizace stavu systému

Systém KNX/EIB lze také integrovat do jiných systémů řízení budov jako jsou EZS, přístupový a docházkový systém, kamerový systém, EPS, UPS, Audio / Video systémy, atd.

Technické řešení

Obecně

- 1) Jako řídicí systém byl zvolen systém KNX/EIB, který bude nadřazeným systémem v budově FEI.

Jako hlavní řídicí systém jsme vybrali systém založený na standardu KNX/EIB. Důvodem je zejména největší rozšířenost systému a velký počet dodavatelů podporujících daný standard. Pomocí systému KNX/EIB budou ovládány světla a vybrané zásuvkové okruhy. V demonstrační místnosti – zasedací místnost děkanát budou ovládány také žaluzie.

- 2) Ovládání zásuvek a bude řízeno přímo systémem KNX/EIB.

- 3) Ovládání osvětlení bude zajištěno v části chodeb přímo – aktivací jednotlivých stupňů osvětlení a ve zbylých prostorech pomocí DALI rozhraní zapojeného na sběrnici KNX/EIB.

Nejdůležitějším krokem bylo rozhodnutí o způsobu ovládání osvětlení. S ohledem na skutečnost, že u většiny svítidel je požadováno stmívání, je ekonomicky a také technicky výhodnější použít digitálních předřadníků v jednotlivých svítidlech. Jiné způsoby stmívání mají velké prostorové nároky na prvky v rozvaděčích a jsou také náročnější na kabeláž.

Klíčovým prvkem při návrhu ovládání osvětlení byl tedy rozhodnutí vybavit většinu svítidel stmívatelnými předřadníky DALI.

- 4) Regulace intenzity osvětlení na konstantní hodnotu bude řešena přímo v rámci sběrnice DALI.

Základním požadavkem investora bylo maximalizovat úspory elektrické energie. Z tohoto důvodu bylo také ve vybraných místnostech požadováno regulovat intenzitu osvětlení dle celkové hodnoty osvětlení v místnosti. Původním záměrem bylo regulovat zvláště jednotlivé řady světel. Tato myšlenka se ovšem ukázala v praxi jako příliš nákladná a proto byla navržena úspornější varianta.

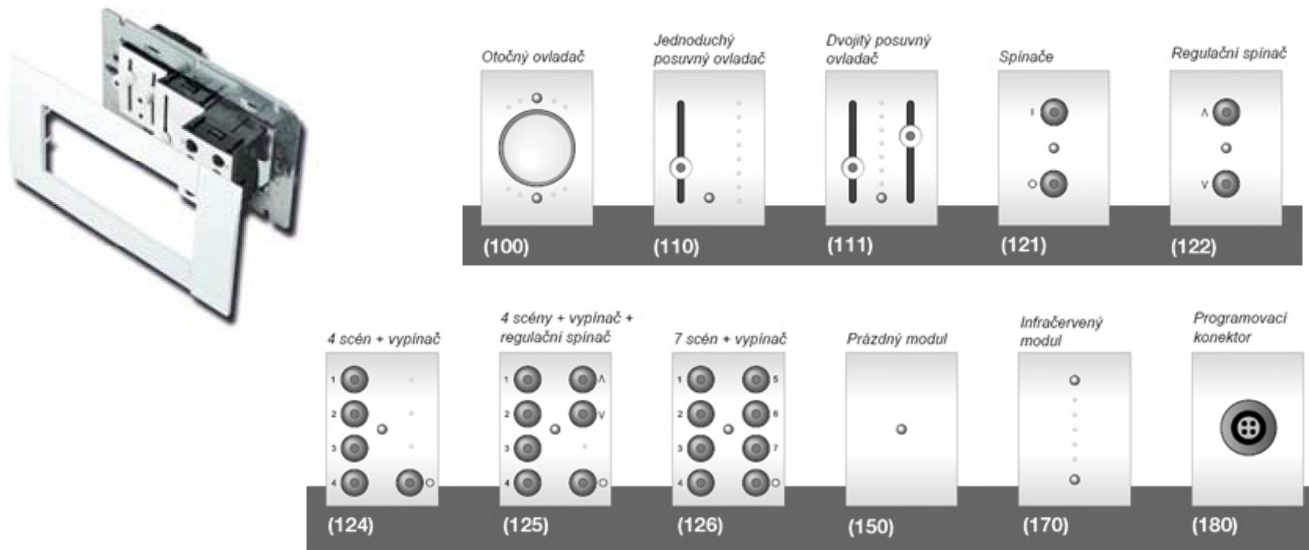
Úspornější varianta řeší regulaci pouze řady (řad) svítidel, které jsou blíže k oknům. Vzdálenější světla budou stmívatelná a spínatelná nezávisle a v praxi budou nastaveny zřejmě světelné scény, které budou respektovat režim v jednotlivých místnostech.

Původní myšlenku použít detektory intenzity osvětlení zapojené na sběrnici KNX/EIB nebylo bohužel možné realizovat. Důvodem je absence detektorů, které se připojují přímo na sběrnici (standardní detektor má integrovanou funkci detekce přítomnosti kterou není možné vypnout). Použití detektorů jiné firmy a převod do KNX/EIB pomocí interface je zase velmi náročný na místo v rozvaděči a také finančně velmi nákladný.

Z tohoto důvodu jsme se rozhodli použít detektory intenzity osvětlení zapojené na sběrnici DALI. Toto řešení ovšem vyžaduje pro nastavení jednotlivých úrovní ovladače DALI. Proto bylo rozhodnuto pro ovládání osvětlení ve všech místnostech použít ovladačů (vypínačů) zapojených na sběrnici DALI.

- 5) Centrální funkce budou vysílány na sběrnici DALI pomocí rozhraní KNX/EIB - DALI.

Příklad ovládacích prvků DALI firmy HELVAR



Technické řešení jednotlivých částí

Těžké laboratoře v 1.PP

- Svítidla budou vybaveny DALI předřadníky s možností stmívání. U dveří bude ovládací prvek DALI pro ovládání světel a tlačítko KNX/EIB pro vypínání zásuvek.

Lehké laboratoře + PC místnosti + seminární místnosti

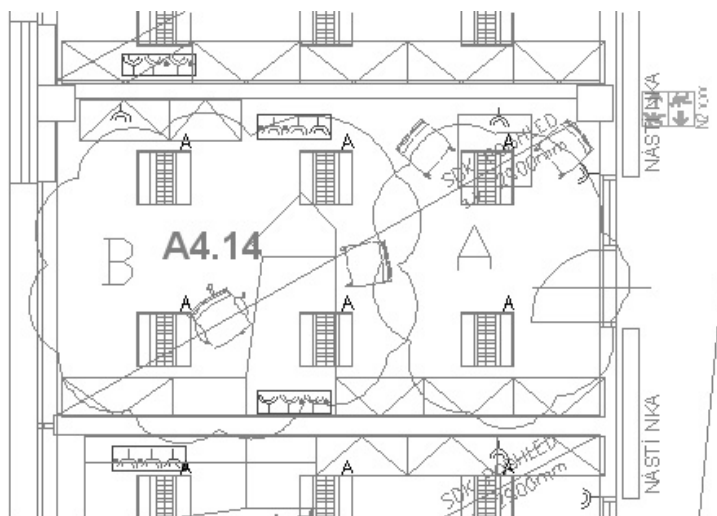
- Svítidla budou vybaveny DALI předřadníky s možností stmívání. U dveří bude ovládací prvek DALI pro ovládání světel.

Posluchárny

- Svítidla budou vybaveny DALI předřadníky a ovládána pomocí zařízení AV techniky.

Kanceláře pedagogů + kanceláře děkanát

- Svítidla budou vybaveny DALI předřadníky s možností stmívání.
- Na sběrnici DALI budou připojeny detektory intenzity osvětlení.
- U dveří bude ovládací prvek DALI pro ovládání světel a nastavování požadované úrovně osvětlení.
- Budou vytvořeny světelné scény dle provozních požadavků.

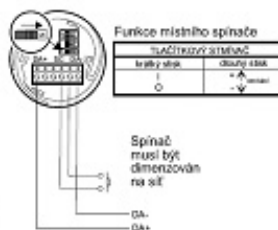
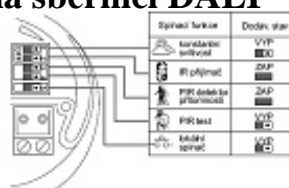
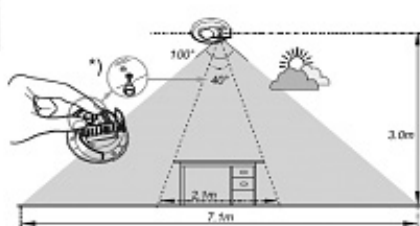


Kancelář bude rozdělena na část ovládanou ručně (na obrázku obláček A) a na část s možností zapnutí funkce udržování konstantní úrovně osvětlení pomocí čidla instalovaného na stropě. (obláček B - možno nastavit až 8 úrovní nebo uživatelsky jednoduše editovat). Funkce automatického režimu je možné vypnout a ovládat (stmívat, zapínat – vypínat) ručně. Ručně ovládané světla (obláček A) je možné také stmívat.

Regulace intenzity osvětlení pomocí multisenzoru na sběrnici DALI



SVĚTELNÁ ÚROVEŇ



Děkanát – zasedací místnost

- Veškeré ovládací prvky v místnosti budou KNX/EIB.
- DALI předřadníky budou ovládány pomocí rozhraní KNX/EIB - DALI.
- Venkovní žaluzie budou zapojeny na žaluziový akční člen KNX/EIB.

- V systému KNX/EIB bude osazena povětrnostní stanice pro automatické ovládání žaluzií.
- Snímač jasu pro udržování konstantní úrovně osvětlení bude připojen pomocí jednotky kontroléru na sběrnici KNX/EIB.
- V místnosti bude instalován display KNX/EIB pro ovládání systému. Bude vytvořeno několik světelných scén dle režimů v zasedací místnosti.

Chodby

- Budou osazena standardní svítidla bez DALI předřadníků.
- Svítidla budou zapojena tak, aby mohla být zapnuta požadovaná intenzita osvětlení 15, 50 a 100%.
- Ovládání osvětlení bude řešeno nastavením časového harmonogramu ve vizualizačním SW. Případně ručně z vrátnice.
- Na sběrnici KNX/EIB bude osazen vstup pro připojení relé z telefonní ústředny, aby bylo možno aktivovat 100% intenzity na požadovanou dobu po vyvolání určitého čísla z telefonního přístroje.

Technické záludnosti

Udržování konstantní hodnoty osvětlení

Poměrně závažným problémem bylo zjištění, že KNX/EIB předává DALI povel 0% a nikoliv OFF. To znamená, že detektor opět světlo aktivuje na nastavenou hodnotu. Tento problém jsme museli vyřešit přidáním výstupů do KNX/EIB a vstupů na DALI sběrnici a to pro každou větev DALI ve které se nachází světla řízená detektorem jasu. Pomocí těchto výstupů/vstupů je předán signál pro vypnutí všech světel na dané sběrnici DALI.

Přenesení stisku tlačítka DALI do KNX/EIB

Dalším problémem bylo zjištění, že rozhraní KNX/EIB neumí indikovat stisk tlačítka zapojeného na DALI sběrnici a proto nebylo možné řešit vypínání zásuvek z ovladače DALI, který slouží pro ovládání osvětlení. Tento problém jsme vyřešili přidáním spínače KNX/EIB sloužícího pouze pro ovládání zásuvek do všech místností, kde to bylo požadováno.

Uvedené problémy byly diskutovány s výrobcí jednotlivých zařízení, především pak s dodavatelem KNX/EIB, kde jsme byli informováni o probíhajícím vývoji jednotlivých přístrojů a jejich funkčních vlastnostech. Je možné, že v průběhu dalších let budou jejich funkce rozšířeny, komunikace mezi oběma popisovanými standardy rozšířeny a různé typy problému eliminovány.

Literatura a odkazy

[1] Teoretická část – výtah připravený z materiálů zpracovaných Ing. Josefem Nezvačem, Ph.D.

Statistika nehodovosti na přechodech pro chodce v Ostravě

Jiří Voráček

Ostravské komunikace, a.s., správa VO, www.okas.cz, voracek@okas.cz

Úvodem

Když bylo před lety rozhodnuto o zavedení přednosti chodců na přechodech před motorovou dopravou, nebylo asi ani kompetentním úplně jasno, jak se bude tato problematika vyvíjet. Ukázalo se, že zažitá míra netolerance ve vztazích a dopravě zvláště způsobuje nárůst kolizí na přechodech, protože jedna strana začala tvrději uplatňovat nabyté právo přednosti (bez ohledu na fyzikální zákonitosti setrvačnosti hmoty) a strana druhá si jen těžko zvykala a dosud zvyká na ohleduplnost, předvídatost a 100% dodržování nového pravidla. Problém dříve skrytý v šedi statistického průměru se tak dostal do popředí zájmu a vnímání veřejnosti i dopravních odborníků, což přineslo řadu návrhů opatření, doporučení a předpisů, které by měly pomoci nepěkný stav řešit.

Statistické údaje

Naše dopravně inženýrská kancelář (DIK) zpracovává pro město nejrůznější rozborů nehodovosti z policejních statistik. Jedním z úkolů bylo samozřejmě vypracování rozboru nehodovosti s účastí chodců. Byly porovnávány celkové počty dopravních nehod na území města Ostravy s počty nehod za účasti chodců. Výsledky byly procentuálně následující:

Rok	% s účastí chodců	% na přechodech
2000	3,44	nebylo hodnoceno
2001	3,86	nebylo hodnoceno
2002	3,39	nebylo hodnoceno
2003	3,18	nebylo hodnoceno
2004	3,46	1,38
2005	3,22	1,19
2006	3,62	0,89
2007	2,84	0,81

Z uvedeného je zřejmé, že procento nehod s účastí chodců vykazuje dlouhodobě poměrně vyrovnané číslo pod 4% z celkového počtu DN. Vyhodnocování DN zvláště jen na přechodech pro chodce od roku 2004 k potěšení všech vykazuje určité snížení této nepříznivé bilance.

DN na přechodech za snížené viditelnosti

Z hlediska problematiky nasvětlování přechodů a neutuchajícího tlaku na tento prvek zvýšení bezpečnosti, jsem z dostupných údajů posoudil 408 DN na přechodech za poslední období (zhruba mezi roky 2004 – 2006 – dáno dostupností věrohodných podkladů) z hlediska událostí za denního světla a za snížené viditelnosti. Výsledná čísla jsou zajímavá:

Celkové porovnání:

Celkem DN	den	noc
408	390 95,6 %	18 4,4 %

Porovnání podle následků:

Celkem DN	den se zraněním	noc se zraněním
408	62 15,2 %	19 4,7 %

Porovnání podle závažnosti:

Míra zranění	den	noc
Celkem 81 DN:		
SZ (smrtné)	2 2,47%	1 1,23%
TZ (těžké)	6 7,41%	3 3,73%
LZ (lehké)	55 67,90%	15 18,52%

Poznámka: - jedna DN ze 2 DN se SZ za dne byl střet chodce s tramvají, jediná DN se SZ za snížené viditelnosti byl střet opilého chodce s autem

Komentář k statistice:

Z uvedeného je zřejmé, že existuje určité pravidelné každoroční procento DN chodců. Z toho je jen necelých 5% takových nehod na přechodech pro chodce za snížené viditelnosti a zhruba stejné procento DN je následně s nějakou mírou zranění. Je tedy možno konstatovat, že uvedená čísla vypovídají obecně o důsledcích narůstajícího dopravního zatížení komunikací při více méně stagnující míře netolerantnosti či bezohlednosti. Za uplynulé období se udělala celá řada opatření k zvýšení bezpečnosti na přechodech (zejména reflexní rámy svíslého DZ, stavební úpravy, dělení přechodů, bezpečnostní majáčky a samozřejmě také doplňkové nasvětlení). To se určitě projevilo na mírně klesající tendenci.

Vzhledem k procentům nehod za snížené viditelnosti se ovšem ukazuje určitý rozpor mezi nepřiměřeným tlakem policie, DI apod. na bezpodmínečné nasvětlení každého přechodu a nízkými procenty DN i jejich závažností ve vztahu k celkovému počtu dopravních nehod.

Je tedy zřejmé, že statisticky je mnohem důležitější prevence, která je účinná za denního (neporovnatelně vyššího proti nočnímu) provozu jako jsou např.: stavební úpravy, osazení SSZ, dělení přechodů ostrůvky apod.

Závěr

Cílem příspěvku je nastavit trochu pravdivější zrcadlo této problematice, abychom mohli argumentovat na jednáních k projektům, kdy se vše zjednodušuje na rovnici: **přechod = nasvětlit** (bez další diskuse). V platné ČSN 73 6110, čl. 10.1.3.12 jsou uvedena **doporučená opatření** pod písmeny a) až j) – celkem tedy 10. Z toho je **jedním opatřením c) intenzivnější osvětlení...** Přesto se ze strany policie a úředníků DI tato problematika zjednodušuje na jedinou podmínku – nasvětlit.

Lepším postupem u stávajících přechodů by bylo:

- ✓ vyhodnotit dopravní nehodovost na přechodech pro chodce za snížené viditelnosti a v noci
- ✓ provést subjektivní posouzení viditelnosti chodců na přechodu za snížené viditelnosti a v noci, v případě nejasného výsledku provést měření hladiny osvětlení přechodu
- ✓ v případě negativních výsledků z výše uvedeného zadat profesionálům vypracování projektu nasvětlení dotčeného přechodu při současném posouzení návaznosti úrovně nasvětlení na sousedních přechodech
- ✓ u přechodů se SSZ nenavrhovat nasvětlení přechodů (i mimo spínací časy je přechod zvýrazněn blikavým žlutým světlem tzn., je plněn jeden z deseti doporučení ČSN 73 6110.)

U projektovaných nových přechodů pro chodce postupovat obdobně, vycházet s očekávaného dopravního zatížení, statistik a místní znalostí zatížení, známého nebo očekávaného pohybu chodců atd.

Velice důležité je, aby návrhy dělali zkušení odborníci z oboru světelné techniky, protože bohužel v míře zevšeobecnění se dějí takové věci, jako např.:

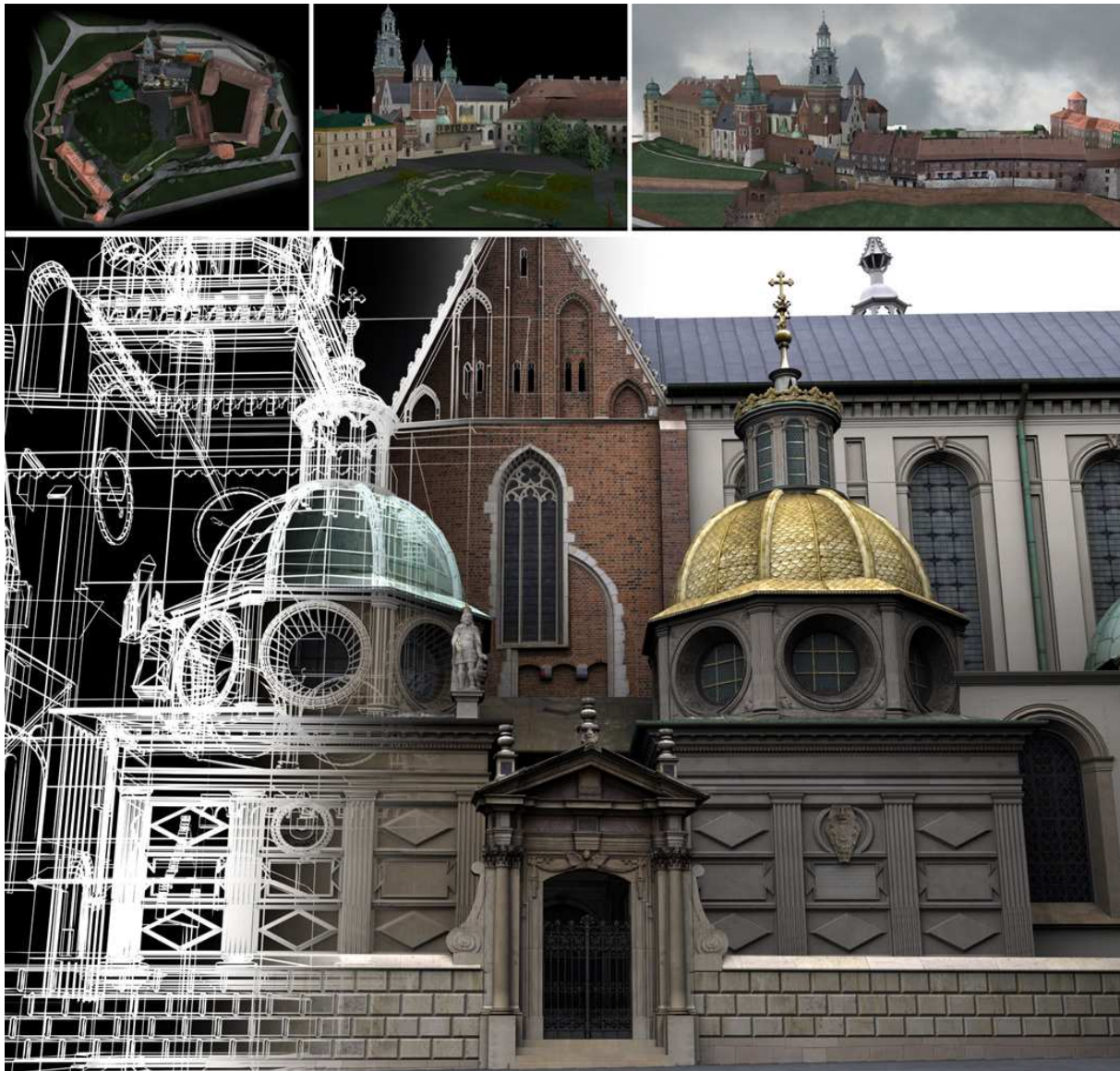
- ✓ paušálně 250W halogenid – bez ohledu na intenzitu stávajícího nebo navrhovaného VO
- ✓ požadavky na nasvětlování přechodů uvnitř sídelních celků
- ✓ požadavky na nasvětlení přechodu na kolmém odbočení do sídelního celku z hlavní komunikace (pro odbočení musím snížit rychlost na minimum, nasvětlený přechod stejně z větší vzdálenosti nevidím)
- ✓ zbytečné nasvětlení přechodu v prostoru s vysokými jasy okolí (dojde k spíše opačnému efektu a zvýšení nebezpečí ohrožení chodce)

Problematikou správného návrhu doplňkového nasvětlení přechodů se na každé konferenci zaobírá řada příspěvků. Cílem tohoto příspěvku byl pohled z trochu jiného úhlu.

Computer completion of the process of modelling the layout of illumination of Wawel Hill in Cracow

Wojciech ŻAGAN¹, Marcin CIUPAK¹, Mariusz PŁUSKA^{1,2}
Warsaw University of Technology⁽¹⁾, Institute of Electron Technology⁽²⁾

Wawel Hill – a lime Jurassic rock, picturesquely situated by Wisła constitutes, along with a monumental complex of historical buildings, the main accent in the panorama of Cracow.



• Fig.1. A computer 3D model of Wawel Hill

Designing illumination of such a sophisticated and vast complex of historical buildings (a couple of dozens of objects) is a very difficult and huge-scale undertaking. This is caused by, among others, multiplicity of architectural styles, diversity of the building material, the size and proportions of particular objects, the functions they fulfil (ex. cathedral or kitchen), the presence of greenery or komplex battlements. The method of designing illumination of this object based on field trials, due to limitations of this method, is not able to result in optimal, correct solution. That is why the method of simulation was chosen, based on photorealistic visualisation. Designing consists of creating a digital, three-dimensional model of a given building (fig. 1), with consideration of the materials and coefficients of reflection. Next a simulation of illumination is carried out using distribution of luminous

intensity of realistic fitting, made available in a digital form by producers of illumination equipment. As a result, we get calculated, under rules of lighting technology, arrangement of luminance, illuminance, as well as a photorealistic view of the object via a virtual camera. If such a project is realised later on, the computer generated picture will be almost identical with the photograph of the object itself. Application of simulation method in Wawel required creation of a 3D model of the whole Hill, with all of its objects.

Obviously, as in every method, designing connected with photorealistic visualisation has certain limitations. The model is always a certain simplification of reality. That is why it is sometimes worth trying out some of the reflectors on a real elevation – especially those that illuminate considerable spaces at sharp angles - before the realisation. Some walls may have, at first sight invisible, unevenness, deviations from the plumb-line etc. That is why visualisation is an effective design tool only in the hands of an experienced designer. Another problem, in case of Wawel, is the calculation time. The extent of 3D model has made modelling of luminance often extremely time-consuming. Calculation time strongly depended on whether local or global luminance was modelled. The laborious process of modelling the global luminance of Wawel has become an inspiration for creating a special 2D computer program (initially called „Mixim”) which aim is to level the above described difficulties. Operation of the program consists of changing the stream and colour of light of particular groups of reflectors (usually connected with a single object), using scrolls and filters. The effects are immediately visible. For instance, if we want to check what Wawel will look like if we weaken the illumination of the hospital, we illuminate the turrets blue and the walls with sodium lamps, all we have to do is to move a few scrolls and fill in the parameters of the blue filter.

Mixim program allows for:

1. change, using the scroll, the luminous flux of the group of reflectors (or optionally a single reflector). For Wawel such groups of reflectors are directed at for example the cathedral, castle, Gothic houses, kitchens, hospital, particular towers, fortifications etc.
2. introduction of filter from RGB pallet, (or data base, ei. A file) for a given group of reflectors. The light sources colour temperatures can also be changed. of sources of light can also be changed.
3. Watch, in real time, the effect of changes – in a small window screen. After pressing the magnifyin glass tool the picture is generated in the target resolution ex. 3200x2400 pixels (this usually takes up to a few seconds).
4. Save the project to a file (adjustment of scrolls and filters) or reset the adjustments. The resulting picture can also be saved – in .bmp format.
5. One can generate many pictures, try out many versions of illumination in a short time. This enables interactive consultation of the project with the architect, art conservator etc.
6. Every scroll has an assigned number – thanks to this it is known that a given group of lights was darkened by ex. 50%. Numeric values can also be introduced via keyboard.
7. One can change the white light of metal halide lamps to the yellow light of sodium lamps.
8. Using the scroll, we may change the saturation of the resultant picture or even completely remove the colour – only luminance contrasts will be visible then and the contrast of colours will be removed.
9. Change of quality and of contrast of the resultant picture – it can be adjusted to the monitor or projector used (optionally the printer)
10. The program may also be sometimes helpful with modelling of local luminance of complicate objects, such as ex. Wawel Cathedral. Particular groups of lights concern: each of the towers, each of the chapels, the main nave, transept and the wall. The program may be used for less complicated objects for ex. choice of power of reflectors realising the foundational luminance.

At present the illumination designing method via photorealistic computer simulation has been checked and accepted in the lighting technique. It is often considered to be the most advanced method which gives the greatest possibilities, a freedom of designing and verifiability of results. Projects made using the photorealistic visualisation result in extremely accurate night view of the illuminated object. Therefore, it is hard to imagine creating an optima project of illumination of Wawel without application of

this method. It is, after all, a special complex of buildings, with view to both exceptional historical significance, as well as its architecture.

References

- [1] Kuczman K., Wzgórze Wawelskie. Przewodnik, Krajowa Agencja Wydawnicza – Kraków 1978
- [2] Ciupak M. , Modelowanie rozkładu luminancji w iluminacji na podstawie Wzgórza Wawelskiego w Krakowie, Przegląd Elektrotechniczny Konferencje, 2007, nr 1, 6-9
- [3] Żagan W. Iluminacja obiektów, OWPW 2003

Autor:	Kolektiv autorů
Katedra, institut:	Katedra elektroenergetiky
Název:	Národní konference s mezinárodní účastí Kurz osvětlovací techniky XXVI
Místo, rok, vydání:	Ostrava, 2008, 1. vydání
Počet stran:	290
Vydala:	VŠB – Technická univerzita Ostrava
Tisk:	Ediční středisko VŠB – TUO
Náklad:	250 ks

NEPRODEJNÉ

ISBN 978-80-248-1851-1