

Obsah:

| Příspěvek | Strana |
|---|-----------|
| 1. Kvalita elektrické energie v distribučních sítích podle norem ČSN a PNE <i>Bárta Jaroslav</i> | 1 |
| 2. Měření rušivého světla pomocí digitální fotografie <i>Baxant Petr</i> | 6 |
| 3. Systémy řízení osvětlení THORN <i>Beneš Petr</i> | 13 |
| 4. Souběhy silových a datových vedení v systémech strukturované kabeláže <i>Burant Jiří</i> | 17 |
| 5. Výpočet svetelnej účinnosti pri podmienkach jasnej oblohy <i>Darula Stanislav</i> | 22 |
| 6. Porovnávací měření umělého osvětlení - Ostrava 2006 <i>Demel Martin, Janečka Břetislav</i> | 26 |
| 7. Novinky ve světelných zdrojích <i>Dvořáček Vladimír</i> | 30 |
| 8. Legislativní podklady pro osvětlování a jejich databázové zpracování pro expertní systém <i>Foltýn Daniel, Baxant Petr</i> | 37 |
| 9. Špecifické problémy klasifikácie tried osvetlenia podľa normy pre verejné osvetlenie <i>Gašparovský Dionýz, Smola Alfonz</i> | 40 |
| 10. Astronomické metody měření jasu oblohy <i>Gráf Tomáš</i> | 47 |
| 11. Rozvody veřejného osvětlení <i>Gřes Radim</i> | 51 |
| 12. Svítidlo očima konstruktéra (INGE) <i>Gřondil Lukáš</i> | 55 |
| 13. Zábřana oslnění - důležité hledisko návrhu osvětlení <i>Habel Jiří, Žák Petr</i> | 58 |
| 14. Využití LED v systémech nouzového osvětlení <i>Jiruška Jan</i> | 68 |

| | |
|---|------------|
| 15. Výpočetní metody pro hodnocení rušivého světla | 71 |
| <i>Hladký Luděk</i> | |
| 16. Využitelnost expertních systémů ve světelné technice | 77 |
| <i>Höchsmann Petr</i> | |
| 17. Osvětlování lyžařských sjezdovek v praxi | 81 |
| <i>Holub Pavel , Janečka Pavel</i> | |
| 18. Můj život se světelným technikem | 85 |
| <i>Horáková Šárka</i> | |
| 19. Vliv parametrů osvětlovací soustavy a prostoru na umělé osvětlení | 89 |
| <i>Hurt Lukáš</i> | |
| 20. Podíl zdravotnictví ČR na tvorbě světelného prostředí pracovišť | 95 |
| <i>Chmelíková Jitka a kol.</i> | |
| 21. Fyzikálne princípy rozptylu svetla v atmosfére a ich aplikácia na podmienky dennej a nočnej oblohy | 100 |
| <i>Kocifaj Miroslav</i> | |
| 22. Normy pro osvětlení pozemních komunikací | 104 |
| <i>Kotek Jaroslav</i> | |
| 23. Oslnenie v doprave | 109 |
| <i>Krasňan František</i> | |
| 24. Iluminácia katedrály sv. Jána Krstiteľa v Trnave | 116 |
| <i>Krasňan František</i> | |
| 25. Příklady měření jasů | 123 |
| <i>Kutal Květoslav, Plich Jiří</i> | |
| 26. Údržba osvětlovacích soustav v praxi | 129 |
| <i>Lepší Jana</i> | |
| 27. Vyhláška č. 51/2006 Sb., stanovující podmínky pro připojení zařízení k elektrizační soustavě | 134 |
| <i>Macháček Václav</i> | |
| 28. Rušivé účinky odraženého světla | 141 |
| <i>Maixner Tomáš</i> | |
| 29. Popis odrazných charakteristik povrchů vybraných materiálů | 144 |
| <i>Málek Jan, Habel Jiří</i> | |

| | |
|---|------------|
| 30. Návrh nouzových a bezpečnostních svítidel v systému centrálního napájení a monitoringu | 147 |
| <i>Marek Martin</i> | |
| 31. Posuzování oslnění pracoviště | 153 |
| <i>Mohelníková Jitka</i> | |
| 32. Modelování denní osvětlenosti místnosti s horním a bočním osvětlením | 155 |
| <i>Mohelníková Jitka, Vakay František</i> | |
| 33. Generel VO v Ostravě | 157 |
| <i>Muchová Alena, Zatloukalová Petra</i> | |
| 34. Světelné zdroje – srdce osvětlovacích soustav | 161 |
| <i>Novák Tomáš</i> | |
| 35. Měření světelných parametrů pod noční oblohou | 166 |
| <i>Novák Tomáš, Dostál František</i> | |
| 36. Fantastický farebný svet | 171 |
| <i>Novomeský Ján</i> | |
| 37. Osvětlování venkovních pracovních prostorů podle evropské normy | 176 |
| <i>Novotný Jiří</i> | |
| 38. Projektování světelného prostředí | 179 |
| <i>Novotný Petr</i> | |
| 39. Subjektivní hodnocení vlivu osvětlení na člověka | 182 |
| <i>Penn Ivo</i> | |
| 40. Fotometrické merania spektrometrami | 184 |
| <i>Pipa Marek</i> | |
| 41. Hodnocení a posuzování rušivého světla | 189 |
| <i>Plch Jiří</i> | |
| 42. Parametrické posuzování svítidel | 200 |
| <i>Plch Jiří</i> | |
| 43. Činitel denní osvětlenosti a co dál? | 205 |
| <i>Plch Jiří, Žídková Zdeňka, Juklová Marie</i> | |
| 44. Řízení jednotlivých světelných bodů v systémech VO | 214 |
| <i>Polínek Jaroslav</i> | |
| 45. Spolehlivost kabelových vedení | 221 |
| <i>Rusek Stanislav, Sikora Tadeusz</i> | |

| | |
|---|------------|
| 46. Nové predpisy pre osvetlenie na Slovensku | 230 |
| <i>Rybár Peter</i> | |
| 47. Elektrické zařízení veřejného osvětlení | 232 |
| <i>Satinský Alexej</i> | |
| 48. História, súčasnosť a budúcnosť svetelných zdrojov | 236 |
| <i>Smola Alfonz</i> | |
| 49. Jasové poměry na noční obloze | 241 |
| <i>Sokanský Karel, Dostál František</i> | |
| 50. Možnosti prezentace výpočtu oslnění | 250 |
| <i>Staněk Pavel</i> | |
| 51. Možné způsoby stanovování udržovacího činitele | 259 |
| <i>Stupka Pavel</i> | |
| 52. Kvantifikace jasů standardních typů obloh jako výchozí procedura vektorové a skalární analýzy světelného pole denního osvětlení vnitřních prostorů | 263 |
| <i>Syrový Karel, Suchánek Petr</i> | |
| 53. LED svietidlo na osvetľovanie komunikácií | 268 |
| <i>Tabišová Sandra</i> | |
| 54. Optimalizace napájecích systémů osvětlovacích soustav tunelů | 275 |
| <i>Tlustý J., Doležal J., Sýkora T., Švec J., Mgaya E.V.</i> | |
| 55. Systém DOD (Dimming on Demand) a jeho využití | 284 |
| <i>Vacek Jan</i> | |
| 56. Spektrofotometrická měření v osvětlovací technice | 288 |
| <i>Vik Michal, Viková Martina</i> | |
| 57. Nový přístup k návrhu osvětlení | 294 |
| <i>Žák Petr</i> | |
| 58. Stanovení psychické zátěže a kategorizace prací, řešení u bezokenních pracovišť | 300 |
| <i>Židková Zdeňka</i> | |
| 59. KNX/EIB - komplexní systém řízení osvětlení a dalších funkcí budov podle souboru norem ČSN EN 50090 | 305 |
| <i>Josef Kunc</i> | |
| Reklamní část | 310 |

Kvalita elektrické energie v distribučních sítích podle norem ČSN a PNE

Jaroslav Bárta, Ing.

Ústav jaderného výzkumu Řež, a.s. divize Energoprojekt Praha, barta@egp.cz

Předmětem mého vystoupení je seznámit se základními aspekty napěťových poměrů v distribuční soustavě z pohledu parametrů kvality napětí.

Kvalita elektrické energie – napěťové poměry

1. Pro oblast distribuční soustavy, která je definována zákonem č. 458/2000 Sb. jako vzájemně propojený soubor vedení a zařízení 110 kV, s výjimkou vybraných vedení a zařízení 110 kV, která jsou součástí přenosové soustavy a vedení a zařízení o napětí 0,4/0,23 kV, 3 kV, 6 kV, 10 kV, 22 kV a 35 kV sloužící k zajištění distribuce elektřiny na vymezeném území jsou charakteristické následující napěťové charakteristiky:
 - jmenovité napětí
 - nejvyšší napětí
 - skutečná hodnota napětí
 - tolerance (odchylky) napětí
 - rychlé změny napětí
 - velikost rychlých změn napětí
 - míra vjemu flikru
 - krátkodobé poklesy napětí
 - krátkodobá přerušení napájecího napětí
 - dlouhodobá přerušení napájecího napětí
 - dočasná přepětí o síťovém kmitočtu mezi živými vodiči a zemí
 - přechodná přepětí mezi živými vodiči a zemí
 - nesymetrie napájecího napětí
 - harmonická napětí
 - mezipharmonická napětí
 - úrovně napětí signálů v napájecím napětí.

Pro charakteristiky jako jsou :**skutečná velikost napájecího napětí, odchylky napětí, rychlé změny napětí, nesymetrie napájecího napětí, harmonická napětí, mezipharmonická napětí a úrovně napětí signálů v napájecím napětí** platí pro odběrná místa z distribuční soustavy s napěťovou úrovní nn a vn:

- zaručované hodnoty
- měřicí intervaly
- doby pozorování
- mezní pravděpodobnosti splnění stanovených limitů stanovené v ČSN EN 50160 (33 0122).

Pro krátkodobé poklesy napětí, krátkodobá přerušení napájecího napětí, dlouhodobá přerušení napájecího napětí, dočasná přepětí o síťovém kmitočtu mezi živými vodiči a zemí a přechodná přepětí mezi živými vodiči a zemí uvádí ČSN EN 50160 pouze informativní hodnoty.

Výše uvedené členění napěťových charakteristik je veřejně kontrolovatelné a je součástí Pravidel provozování distribučních soustav (PPDS) a v širším pojetí jsou součástí právních předpisů pro elektroenergetiku reprezentované především zákonem č. 458/2000 Sb a Vyhláškou ERÚ č. 540/2006 o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice. Problematika napětí je také řešena v následujících technických normách:

České technické normy

ČSN 33 0120: 2001 Elektrotechnické předpisy. Normalizovaná napětí IEC

ČSN 33 0121: 2001 Elektrotechnické předpisy. Normalizovaná napětí veřejných distribučních sítí nn

ČSN EN 50160 (33 0122): 2000 Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejné distribuční sítě – v r. 2007 bude revize EN 50160

ČSN 33 3201: 2002 Elektrické instalace AC nad 1 kV

ČSN EN 61000-4-30:2004 EMC – Část 30: Zkušební a měřicí technika – Metody měření kvality energie
ČSN 33 0122:2005 (idt.CLC/TS 50422) Pokyn pro používání EN 50160

Podnikové normy pro rozvod elektrické energie

PNE 33 3430-1: 2003 Parametry kvality elektrické energie – Část 1: Harmonické a meziharmonické
PNE 33 3430-2: 2004 Parametry kvality elektrické energie – Část 2: Kolísání napětí
PNE 33 3430-3: 2001 Parametry kvality elektrické energie – Část 3: Nesymetrie napětí
PNE 33 3430-4: 2002 Parametry kvality elektrické energie – Část 4: Poklesy a krátká přerušení napětí
PNE 33 3430-5:2003 Parametry kvality elektrické energie – Část 5: Přejížděná přepětí-impulsní rušení
PNE 33 3430-6:2001 Parametry kvality elektrické energie. Část 6: Omezení zpětných vlivů na hromadné dálkové ovládání
PNE 33 3430-7:2005 Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejné distribuční sítě

Jmenovité hodnoty a limity pro shodu s ČSN EN 50160 a PPDS

Jmenovité hodnoty:

-v sítích nn - 230 V napětí fáze proti zemi
-v sítích vn a 110 kV - dohodnuté napájecí napětí (normálně jmenovité sdružené napětí).

Dovolené odchylky napájecího napětí

pro sítě nn:

+6/-10 % od jmenovité hodnoty (≥ 207 V; $\leq 243,8$ V) u 95 % měřících intervalů
+6/-15 % od jmenovité hodnoty ($\geq 195,5$ V; $\leq 243,8$ V) pro 100 % měřících intervalů
u dlouhých vedení +11/-20 % od jmenovité hodnoty (≥ 184 V; ≤ 253 V) u 100 % měřících intervalů¹
v sítích vn a 110 kV ± 10 % od jmenovité (dohodnuté) hodnoty u 95 % měřících intervalů.

Garantované standardy kvality dodávky elektřiny

Základním garantovaným standardem kvality elektřiny je **standard kvality elektřiny** týkající se kvality **kmitočtu a napětí**. Tento standard je garantován provozovateli distribučních soustav (REAs, ostatní distributoři) a musí být v souladu s PPDS a ČSN EN 50160, pokud není stanoveno jinak ve smlouvě o dodávce.

Pro odběrná místa z distribuční soustavy nn a vn stanovuje pro kmitočet sítě a velikost napájecího napětí ČSN EN 50160:

- zaručované hodnoty
- měřící intervaly
- doby pozorování
- mezní pravděpodobnosti splnění limitů

Za nedodržení kvality elektrické energie se považují všechny stavy v distribuční soustavě, při kterých jsou překročeny dovolené meze, s výjimkou těch výjimečných situací, na které nemá distributor vliv, jako je například:

- extrémní klimatické vlivy
- legislativní důvody (např. výjimečný stav)
- rozsáhlé poruchy

V těchto případech je dáována přednost dodávce elektřiny i se zhoršenou kvalitou před úplným odpojením. V návrhu novely Vyhlášky ERU č. 306/2001 Sb., která je v současné době

¹ Odchylky napájecího napětí pro oblasti s dlouhými vedeními nn podle čl. 2.3 ČSN EN 50160 s respektováním platné horní meze pro napájecí napětí 230 V+ 6 %.

v meziresortním řízení jsou oproti stávající verzi stanoveny náhrady za nesplnění garantovaných standardů kvality elektřiny týkající se i napětí mimo tolerance.

Pro sítě nn je tedy:

Pásmo napájecího napětí . ; $207 \text{ V} < U_N < 243,8 \text{ V}$

Pro dlouhá vedení v sítích nn:

Pásmo napájecího napětí I. $184 \text{ V} < U_N < 253 \text{ V}$
< 184 V > 253 V

Pro sítě vn a 110 kV:

Pásmo napájecího napětí I. $U_N 90 \% < U_N < 110 \% U_n$;

Pro posuzování kvality napětí v distribučních sítích nn a vn mají velký význam **odchytky napájecích napětí** uvedené v ČSN 33 0120 a ČSN 33 0121. Vzhledem k tomu, že původní časová hranice pro odchytky napětí v sítích nn podle IEC 38:1983 byly stanoveny na 20 let, tj. od r. 1983 do r. 2003, byla na popud Německa a Francie vypracována oprava harmonizačního dokumentu CENELEC HD 472:2002, která posouvá platnost pásma odchylek ve veřejných distribučních sítích nn dodavatele elektřiny +6/-10 % od jmenovité hodnoty 230 V **až do konce roku 2008** (oprava ČSN 33 0121 vyšla v září 2003).

Důvodem takového posunu je to, že se nepotvrdily původní optimistické představy spojené s přechodem ze jmenovitého napětí 220/380 V na 230/400 V a na evropském trhu se dosud vyskytují elektrické spotřebiče citlivé na horní mez odchylky napětí +10 % (253 V).

Pokud budeme porovnávat parametry kvality napětí mezi ČSN EN 50160 a PNE 33 3430-7 je zřejmé, že norma PNE je daleko komplexnějším dokumentem, protože obsahuje i kapitoly měření parametrů kvality a pokyny pro uplatňování parametrů kvality. Obsahuje jsou však některé parametry méně přísné, než v ČSN EN 50160 (např. odchylky napětí u dlouhých vedení +15 % -20 %) a navíc obsahuje podrobnosti týkající se meziharmonických napětí. S ohledem na připravovanou ČSN EN 61000-4-30 bude nutné v PNE 33 3430-7 novelizovat Přílohu C Pokyny pro měření charakteristik napětí formou změny.

Skupiny charakteristik napětí

EN 50.160 používá dvě skupiny charakteristik:

- Charakteristiky, jejichž hodnoty mohou být jednoznačně definovány
- Charakteristiky, u nichž mohou být definovány pouze indikativní hodnoty

Závazné hodnoty

U následujících charakteristik lze stanovit soubor limitů, které mohou být většinou splněny:

- Síťový kmitočet;
- Odchytky napájecího napětí;
- Rychlé změny napětí (včetně výše flikru);
- Nesymetrie napájecího napětí;
- Harmonická napětí;
- Meziharmonická napětí;
- Napětí signálů, vysílaných po síti (HDO)

Všeobecně se volí období pozorování jeden týden, protože je to nejkratší interval k získání reprezentativních a reprodukovatelných výsledků měření.

Limity jsou stanoveny tak, že musí být splněny po určitou část pozorovací doby udanou v procentech, např. po 95% kteréhokoliv jednotýdenního období. V případě odchylek napájecího napětí a síťového kmitočtu jsou stanoveny další limity období pozorování, během nich střední naměřené hodnoty musí vyhovět po 100 % doby, kromě situací, způsobených poruchami nebo přerušením napětí.

Pro jevy, u kterých jsou limity stanoveny pouze pro 95 % pozorovacího období zůstane tedy relativně malá možnost vybočení z těchto limitů. Zásadní nahodilost faktorů, které se při tom uplatňují, vylučuje možnost přiměřeně určit meze, v nichž se taková vybočení mohou očekávat.

Vzhledem k náhodnosti takovýchto jevů nebyly pro zbytek času stanoveny žádné limity. Zkušenost ukazuje, že četnost, s níž se vybočení mimo 95% limity vyskytuje se s velikostí těchto vybočení velmi rychle snižuje.

Meziharmonické byly zařazeny přesto, že se neuvádějí ani informativní údaje o mezních hodnotách. Příslušné limity budou stanoveny, jakmile to umožní další poznatky.

Informativní hodnoty

Ostatní charakteristiky napětí jsou svojí podstatou co do místa a času vzniku natolik nepředvídatelné a proměnlivé co do místa a času, že je u nich možné stanovit pouze informativní hodnoty tak, aby odběrateli poskytl hrubý názor na jejich velikost, kterou může očekávat.

Charakteristiky, kterých se to týká jsou:

- poklesy napětí (dipy);
- dlouhá přerušení;
- krátká přerušení;
- dočasná a přechodná přepětí.

Pro charakteristiky jako jsou :**skutečná velikost napájecího napětí, odchylky napětí, rychlé změny napětí, nesymetrie napájecího napětí, harmonická napětí, meziharmonická napětí a úrovně napětí signálů v napájecím napětí** platí pro odběrná místa z distribuční soustavy s napětíovou úrovní nn a vn:

- zaručované hodnoty
- měřicí intervaly
- doby pozorování
- mezní pravděpodobnosti splnění stanovených limitů stanovené v ČSN EN 50160 (33 0122).

Pro krátkodobé poklesy napětí, krátkodobá přerušení napájecího napětí, dlouhodobá přerušení napájecího napětí, dočasná přepětí o síťovém kmitočtu mezi živými vodiči a zemí a přechodná přepětí mezi živými vodiči a zemí uvádí ČSN EN 50160 pouze informativní hodnoty.

Výše uvedené členění napětíových charakteristik je veřejně kontrolovatelné a je součástí Pravidel provozování distribučních soustav (PPDS) a v širším pojetí jsou součástí právních předpisů pro elektroenergetiku reprezentované především zákonem č. 458/2000 Sb a Vyhláškou ERÚ č. 306/2001 ze dne 20.8.2001 o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice

Základní požadavky týkající se flikru

Definice

flikr (*flicker*): pocit nestálého zrakového vnímání vyvolaný světelným podnětem, jehož jas nebo spektrální rozložení kolísá v čase

POZNÁMKA - Kromě termínu flikr se používá také termín blikání (viz ČSN IEC 50(161) ZMĚNA A1, čl. 161-O8-13).

flikrmetr (*flickermeter*): přístroj určený pro měření jakékoliv veličiny týkající se flikru

POZNÁMKA - Kromě termínu flikrmetr se používá také termín měřič blikání (viz ČSN IEC 50(161) ZMĚNA A1, čl. 161-O8-14).

krátkodobá míra vjemu flikru P_{st} (*short-term severity level*): nepříznivý vjem flikru vyhodnocený po krátkou dobu (v minutách); $P_{st} = 1$ je konvenční práh dráždivosti flikru (viz ČSN EN 61000-3-3 čl. 3.7)

POZNÁMKA - P_{st} je bezrozměrná hodnota.

dlouhodobá míra vjemu flikru P_{lt} (*long-term severity level*): nepříznivý vjem flikru vyhodnocený po dlouhou dobu (několik hodin) s využitím po sobě následujících hodnot P_{st} (viz ČSN EN 61000-3-3 čl. 3.8)

činitel flikru A_{st} : činitel definovaný rovnicí (3) v článku 3.5.

dlouhodobý činitel flikru A_{lt} : činitel definovaný rovnicí (5) v článku 3.5.

doba vjemu flikru t_f (flikr impression time t_f): hodnota s rozměrem času, která popisuje vjem flikru charakteristiky změny napětí (viz ČSN EN 61000-3-3/Z1 čl. 3.10)

Měření a vyhodnocování úrovně kolísání napětí v distribuční síti

Kolísání napětí se měří pomocí flikrmetru podle normy ČSN EN 61000-4-15 při dohodnutých nejhorších provozních podmínkách, včetně dohodnutého mimořádného provozu. Při porovnávání skutečné úrovně kolísání napětí a plánovacích úrovní by měl být minimální čas měření jeden týden včetně soboty a neděle.

Všeobecný postup statistické analýzy

Analýza se provádí s rozlišovací schopností alespoň 6 bitů a s užitím alespoň 64 tříd. Minimální četnost vzorkování je 50 vzorků za sekundu.

Vztah mezi přepínačem rozsahů flikrmetru a úrovní odpovídající nejvyšší třídě funkce kumulativní pravděpodobnosti vyplývající ze třídění je uvedena v následující tabulce.

Vztah mezi hodnotami přepínače rozsahů flikrmetru a pocitovými úrovněmi

| $\frac{\Delta V}{V}$ (%) | Pocitové úrovně v jednotkách prahu vnímání |
|--------------------------|--|
| 0,5 | 4 |
| 1 | 16 |
| 2 | 64 |
| 5 | 400 |
| 10 | 1 600 |
| 20 | 6 400 |

T_{st} může být vybráno mezi 1 min, 5 min, 10 min a 15 min.

T_{lt} musí být celistvým násobkem T_{st} až alespoň do 1 008, odpovídající sedmi dnům při T_{st} 10 minut.

Meze kolísání napětí emitovaných zařízeními odběratele do sítě nn - připojovací podmínky

Týká se elektrických a elektronických zařízení, která se připojují do veřejné distribuční sítě nízkého napětí, přičemž se nejedná o domácí spotřebiče a podobná elektrická zařízení, která vyhovují normě ČSN EN 61000-3-3.

Výrobce zařízení musí informovat zákazníka o tom, že připojení zařízení může vyžadovat souhlas provozovatele distribuční soustavy s připojením. V souvislosti s tím výrobce zařízení upozorní zákazníka, aby si vyžádal od provozovatele distribuční soustavy informace o zkratovém výkonu v místě připojení.

Výrobce zařízení se jmenovitým vstupním proudem do 16 A musí zajistit, aby toto zařízení vyhovělo mezím podle normy ČSN EN 61000-3-3 (viz 4.4).

Výrobce zařízení se jmenovitým vstupním proudem od 16 A do 75 A včetně, a které je předmětem podmíněného připojení musí zajistit, aby toto zařízení vyhovělo požadavkům a mezím podle normy ČSN EN 61000-3-11 (viz 4.5 a 4.6).

Směrné hodnoty pro posouzení flikru a kolísání napětí v síti nn jsou podle tabulky 6 v článku 4.3 PNE 33 3430-0 (tyto hodnoty lze považovat za plánovací úrovně kolísání napětí v síti nn ve smyslu článků 2.2 a 3.2):

| | Přípustná hodnota v síti nn | Přípustný příspěvek jednoho odběratele |
|-------------|-----------------------------|--|
| P_{st} | 1,0 | 0,6*) |
| P_{lt} | 0,75 | 0,4*) |
| A_{st} | 1,0 | 0,2*) |
| A_{lt} | 0,4 | 0,05*) |
| d/d_{max} | | 0,03/0,04 |

Měření rušivého světla pomocí digitální fotografie

Petr Baxant, Ing., Ph.D.

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

Anotace

Příspěvek se zabývá problematikou měření rušivého světla, jehož viditelným projevem je zvýšení závoje jasů oblohy a z toho plynoucí snížení viditelnosti nebeských objektů. V článku je popsána problematika měření malých hodnot jasů a snímání jasů pomocí digitálního fotoaparátu. Dále je představen program LumiDISP, pomocí něž je možné data pořízená digitálním fotoaparátem vyhodnotit a zpracovat do určité podoby použitelné pro vyhodnocení rušivého světla.

Úvod

Termín rušivé světlo, alias světelné znečištění, je dnes často diskutovaným pojmem, který je zatím stále těžko hodnotitelný, neboť neexistuje objektivní a funkční metoda, jak množství rušivého světla změřit a posoudit jeho negativní vliv. Klíčovým problémem se stává velice malá hodnota jasů, která je rušivým světlem vytvářena, neboť obloha, resp. ovzduší, pokud není znečištěné pevnými látkami a nebo světlo odrážejícími a rozptylujícími aerosoly, vykazuje v noci velice malé hodnoty jasů, které jsou jen těžko měřitelné konvenčními jasoměry. Relativně úspěšné může být měření v městských aglomeracích, kde je světelný výkon soustavy značný a kde se jas oblohy dostává na hodnoty měřitelné i běžnými laboratorními jasoměry. Problematické je zejména rozhodnutí, kde a odkud jasů oblohy měřit. Určité řešení nabízí technologie digitální fotografie, která je schopna zaznamenat široký zorný úhel (až 180 stupňů), a která při dlouhoexpozičních režimech vykazuje i dostatečnou citlivost a je schopna zaznamenat i tyto relativně malé hodnoty jasů. Přesto však existuje řada omezujících faktorů, které měření ale i vyhodnocení sťažují.

Měření jasů

Měření jasů patří k méně častým činnostem a to jednak z důvodu vyšší ceny než např. u nejčastěji používaných fotometrů – luxmetrů. Dalším nezanedbatelným důvodem je poměrně komplikovaná metodika měření, neboť je nutné jasoměr umístit do vhodné polohy a následně směřovat do požadovaných směrů či ploch, kde se jas měří. Následně je i komplikované jasové poměry vyhodnotit, zejména z výsledků bodového měření, které má malou četnost. V následujícím textu jsou uvedena fakta o měřicích přístrojích jasů, ze kterých je třeba vycházet při požadavcích na měřicí přístroje pro měření rušivého světla.

Konvenční jasoměry

Tyto přístroje pracují na relativně jednoduchém principu. Pomocí speciální optiky vymežíme přesně definovaný prostorový úhel a v tomto prostorovém úhlu měříme světelný tok, resp. osvětlení, které tento světelný tok vyvolá na ploše fotočlánku. Naměřená hodnota osvětlenosti je přímo úměrná jasů, který tuto osvětlenost vyvolal. Konstantou, kterou je výsledek nutné vynásobit, je převrácená hodnota prostorového úhlu, jenž definuje geometrii měřicího místa.

$$L = \frac{1}{\Omega} \cdot E \quad (1)$$

Z fyzikálního hlediska nejde o nic jiného, než o přenos energie z jedné plochy na druhou, myšleno z plochy světlo generující nebo reflexní na plochu měřicí (fotočlánek). To je dobré si uvědomit zejména ve chvíli, kdy hledáme teoretické možnosti měřitelnosti jasů reálnými přístroji, neboť ani sebemitlivější přístroj není schopen měřit jas do nekonečně malého rozsahu. Uveďme jednoduchý příklad. Pokud budeme měřit jasů řádu $10^{-3} \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$ v zorném úhlu 1 stupeň, čemuž odpovídá prostorový úhel $2,392 \cdot 10^{-4} \text{ sr}$, výsledné osvětlení fotočlánku bez uvažování útlumu optiky přístroje, bude

$$E = L \cdot \Omega = 10^{-3} \cdot 2,392 \cdot 10^{-4} = 2,392 \cdot 10^{-7} \text{ lx} \quad (2)$$

Samozřejmě plocha fotočlánku nemůže být libovolně velká, aby byla zachována konstrukční geometrie prostorové clony definující míru ohraničení vymezené plochy v prostoru. Budeme se tedy bavit o plochách cca 1 cm^2 . Na této ploše dopadající světlo pro danou osvětlenost dle předchozího vztahu reprezentuje světelný tok

$$\Phi = E \cdot S = 2,392 \cdot 10^{-7} \cdot 10^{-4} = 2,392 \cdot 10^{-11} \text{ lm} \quad (3)$$

Už zde je vidět, jak malé hodnoty energie je nutné zpracovat a vyhodnotit dalším měřicím přístrojem. Citlivost fotočlánků bývá podle velikosti měřicí plochy v řádech jednotek až desítek nA/lx, takže uvažované osvětlení je schopné generovat fotoproud velikosti jen asi řádu 10^{-16} A , tj. někde na úrovni desetin fA (femtoampérů), což jsou skutečně velice malé hodnoty (pro zajímavost tento proud způsobí tok volného náboje v počtu řádu stovek až tisíce elektronů za sekundu). Měřicí přístroj už tedy bude spíše počítat elektrony, než měřit nějaký elektrický proud. Je pak otázkou použité technologie (polovodičové fotonky, fotonásobiče, CCD), jak takto malé hodnoty signálu rozlišit a objektivně detekovat. Např. u technologie CCD jsou fotoelektrickým jevem vygenerované elektrony shromažďovány po dobu expozice v nábojové jámě.

PO ukončení expozice je náboj dostatečně veliký, aby se dal jednorázově změřit jako vybíjecí proud na AD převodníku. Na podobném principu pracují prakticky všechny CCD snímače, kde každý jednotlivý pixel je zásobníkem párových nábojů elektron-díra (odtud pojem Charge Coupled Device). Ty se získávají generováním pomocí vnitřního fotoelektrického jevu na přechodu polovodiče PN. Vraťme se však k problematice měření jasu konvenčními jasměry.

Z uvedeného je patrné, že měření i jasů menších než tisícina $\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$ je velice komplikované a vzhledem k nízkým hodnotám také nepřesné. I když se jedná o jasy poměrně malé, způsobí závojevý jas oblohy, který je znakem pozorovatelný poměrně dobře.

Jasové analyzáto

Přístroje, které řeší některé výše uvedené problémy, jsou obecně známé pod pojmem jasové analyzáto, resp. jasové kamery. Druhý z pojmů je výstižnější, neboť analýza jasu, tj. jeho hodnocení, probíhá většinou v podobě postprocessingu na počítači. Jasová kamera a její činnost se v mnohém neliší od konvenčního jasměru. Senzorem světla je CCD snímač, který obsahuje matici snímacích bodů v pravidelném uspořádání (čtvercovém, obdélníkovém) řádků a sloupců. Po dopadu světla, které musí být časově kvantováno pomocí expozice, buď mechanickou clonou a nebo elektronickou uzávěrkou expozice, se na jednotlivých oddělených (elektricky izolovaných) snímacích generuje elektrický náboj ve formě vázaných párových nosičů elektron-díra. Díky vysokému stupni izolace tento náboj nezaniká po ukončení expozice, ale je uzavřen v akumulacním prostoru čipu dané buňky. Pomocí řídicích elektrod se poté náboj přesouvá přes celý čip postupně pixel po pixelu k měřicímu obvodu, který vybitím náboje změní počet vygenerovaných elektronů. Generace signálu je tedy opět přímo úměrná intenzitě světla, ale do hry vstupuje i doba expozice, neboť na rozdíl od fotočlánků, se u CCD snímače nosiče neodvádí do vnějšího obvodu ihned, ale akumulují se v izolovaných oblastech. Počet nábojů je tedy přímo úměrný i délce expozice. Vliv spektrálního složení světla je samozřejmý, a je u CCD čipů posuzován tzv. kvantovou účinností (QE – Quantum Efficiency) Fotometricky správná měření lze dosáhnout pouze aplikací V_λ korekčního filtru, který přizpůsobí přirozenou spektrální citlivost CCD snímače na citlivost fotometrického pozorovatele. Aplikovat se dá pouze globální filtr pro celý snímač, neboť filtrovat jednotlivé buňky by bylo velice nákladné, pakliže vůbec proveditelné. Jednotlivé chyby měření zde popisovat nebudeme, neboť prostor článku je omezen.

Běžná digitální fotografie

Dnešní digitální fotoaparáty poskytují poměrně vysokou kvalitu a na některé základní měřicí úkoly jsou plně dostačující. Důkazem kvality digitálního přístroje je jeho věrné podání obrazů, které nezkrslují (nebo pouze minimálně) barvy, zachovávají jasovou dynamiku snímku, poskytují vysokou shodu při opakovaných snímcích stejné scény. Řada fotoaparátů má možnost plně manuálního nastavení všech expozičních režimů, zoom objektivu a ostření. Všechny fotoaparáty ukládají k fotografiím tzv. metadata o průběhu expozice a nastavení všech ovládacích prvků, které expozici ovlivňují. Pomocí vhodného softwarového vybavení lze z pořízených snímků získat řadu užitečných informací, mimo jiné i o jasovém rozložení.

Jasová analýza

Z pořízených snímků digitálním fotoaparátem je třeba vypočítat ke každému bodu jasovou hodnotu a souřadnice polohy. Výpočet jasu probíhá na základě informací z každé barevné složky R, G, B, expozičního času, clonového čísla a citlivosti ISO. Jakým způsobem hodnoty jasu získat je podrobně popsáno v [2]. Jelikož fotografie poskytují informace nejen o jase, ale i o geometrii scény, je možné z pořízených snímků získat rozměry, resp. přesněji prostorové úhly jednotlivých objektů. Tato problematika byla opět podrobněji řešena v [3]. Z těchto podkladů vychází následující pojednání o možnostech, jak vyhodnotit množství rušivého světla.

Měření rušivého světla

Otázka rušivého světla je velice problematická, neboť vymezení pojmu „rušivé světlo“ je samo o sobě velice vágní. Je jednoduché nazvat „rušivým“ veškeré světlo, které není účelně využito k osvětlování, nicméně každý pojem, který má být nějak hodnocen, musíme umět změřit. Měření konkrétní fyzikální veličiny je zcela běžné a ve fotometrii provádíme celou řadu měření „světla“. Pokud budeme měřit světlo rušivé, musíme určit, na jakou fotometrickou veličinu toto světlo vztáhneme. Bude to světelný tok nebo jas? Nebo to bude nějaký poměr užitečného a „neužitečného“ světla? Bohužel žádný zákon v tomto smyslu nedává konkrétní pokyny k tomu, jak rušivé světlo měřit.

Je tedy otázkou diskuze a dílčích pokusů navrhnout postup a metodu, jak tento pojem kvantifikovat a objektivně posoudit.

Abychom mohli začít úvodní úvahu, zopakujme stručně, na jakých tezí pojem „rušivé světlo“ staví. Výchozím popudem, který spustil doslova lavinu diskuzí nejprve kolem tzv. „světelného znečištění“, byly námitky astronomů proti zvyšování závojevého jasu oblohy, který snižuje kontrast nebeských objektů určených k astronomickým pozorováním. Dále se přidaly argumenty ornitologů, entomologů, fyziologů, kteří přisuzují negativní vliv nočního osvětlení na různé součásti přírody, člověka nevyjímaje. Argumenty jsou z velké části oprávněné, neboť je pravda, že světlo je nezanedbatelný faktor, který ovlivňuje život celé přírody a byť v malých množstvích vytvářené uměle, způsobuje jistě měřitelný zásah do přirozeného ekosystému přírody. (Pozn. autor: Osobní zkušenost přebytku světla v místnosti pro spánek vzniklý necloněnými svítidly uličního osvětlení, potvrzuje méně kvalitní spánek, který se podstatně zlepšuje při

zatažení žaluzií. To ovšem potlačuje naopak vliv ranního úsvitu na regulaci biorytmů při probouzení. Zde bych uvítal metodiku, která kvantifikuje množství neúčelně směřovaného světla a možnosti jeho omezení.)

Vraťme se však k podstatě problému měření rušivého světla. Projevem veřejného osvětlení v noci je kromě dosažení potřebné hladiny osvětlení na vozovce a chodnicích i zvýšení jasů oblohy. Toto zvýšení ovšem vedle celkového výkonu soustavy, výrazně závisí i na aktuálních klimatických podmínkách a to nejen lokálních, ale globálních v celé sledované oblasti, např. nad městskou aglomerací. Obecně je známo, že město je zdrojem znečištění, zejména prachu a aerosolů. Tyto částice, pokud jsou navíc doplněny vodní párou v podobě oblačnosti nebo mlhy, výrazně ovlivňují jas oblohy.

Výpočet jasů přítomných není reálně uskutečnitelný, neboť prostředí není homogenní a izotropní, světlo vstupující do tohoto prostředí přichází z náhodných směrů. Výpočet by bylo možné aplikovat na zjednodušenou situaci, kdy bychom město považovali za vyzařující kruh s konstantním jasnem obklopený homogenním a izotropním prostředím s definovanou propustností, odrazností a pohltivostí. Zanedbat však musíme vzájemné odrazy mezi atmosférou a povrchem.

Svítící kruh s jasnem L vyzařuje celkový světelný tok o velikosti

$$\Phi = L \cdot S \cdot \pi \quad (4)$$

pokud předpokládáme, že kruh je ideální rozptylovač.

S je plocha kruhu, v našem případě uvažované aglomerace. Pokud bychom chtěli světelný tok vyjádřit přesněji použili bychom plošný integrál jasů přes uvažovanou aglomeraci.

$$\Phi = \pi \cdot \iint_S L \cdot dS \quad (5)$$

kde L je funkcí rozložení jasů na ploše.

Tento světelný tok proniká atmosférou a při průchodu dochází k pohlcení, odrazu a dalšímu průchodu. Odražená složka je ideálně rozptýlena a postupuje v dalším kroku k dalšímu rozptylu a odrazu. Pokud budeme chtít zkoumat průchod světla takovým prostředím, musíme celý objem rozdělit na dílčí elementární objemy a zkoumat přenos světelné energie mezi nimi. Každý elementární objem je transformátorem energie, kde se určitá část světla pohltí a zbývající část se ideálně rozptýlí a opustí objem do všech směrů stejně intenzivně a část projde objemem utlumena o určitý podíl daný činitelem propustnosti ve stejném směru, odkud přišlo.

Podrobný rozbor šíření světla rozptylujícím a pohlcujícím prostředím přesahuje účel tohoto příspěvku. Důležitý je výsledek interakce, tj. jas, který je reálně měřitelný z povrchu. Situaci komplikuje fakt, že jas oblohy je funkcí směru pozorování a polohy pozorovatele. Obklopující prostředí není pevná hmota a vlivem proudění dochází ke změnám optických vlastností, které mění i distribuci jasů. V jediném okamžiku tak můžeme provést měření jasů oblohy v jednom konkrétním místě, popřípadě současně provést synchronizované měření ve více místech.

Změření jasů však nezískáme hodnotu absolutně unikajícího světelného toku, neboť konstanta úměrnosti je daná optickými vlastnostmi prostředí. Ty by se daly v jednom konkrétním místě a směru změřit jedině pomocí kalibrovaného svazku světelných paprsků. Aby bylo měření dostatečně přesné je třeba vygenerovat pokud možno svazek s minimální divergencí a dostatečným světelným výkonem, aby bylo zvýšení jasů měřitelné. Vyfotografováním takto ovlivněné oblohy získáme kalibrační referenční hodnotu jasů, u které známe množství vysílaného světla a k němu příslušnou hodnotu jasů. Bohužel ani tímto způsobem nezískáme zcela věrohodné výsledky, neboť reálné prostředí se nechová jako ideální rozptylovač a jas bude záviset i na směru, odkud světlo přichází.

Použití programu LumiDISP pro analýzu jasů

Program LumiDISP byl vyvinut jako demonstrační vzorek softwaru pro zpracování dat z digitální fotografie. Jeho první verze byla výsledkem výzkumu při řešení grantového úkolu č. 102/01/D006. Umožňovala základní manipulace s fotografií a testování odvozených algoritmů. Pro praktické použití však nebyl vhodný, neboť nebyly implementovány potřebné funkce pro pohodlné ovládání aplikace, např. manipulace s obrazem, obecné zadávání kalibračních funkcí polohy, správa kanálů, práce s vektorovými detektory, zobrazení jasové mapy a palety, atd. Za tímto účelem byl program výrazně doplněn pro účely měření jasů noční oblohy. V současné době je financován z prostředků Ústavu elektroenergetiky FEKT VUT a poskytování licencí konečným uživatelům.

Program nabízí celou řadu funkcí pro práci s digitálními snímky prakticky z libovolného fotoaparátu s libovolným typem objektivu. Jedinou podmínkou je pořízení kalibračních převodních analytických funkcí, které je možné ukládat v oddělené kalibrační databázi, kterou je možné sdílet mezi více projekty.

Program používá pro ukládání veškerých dat databázový systém Firebird, což umožňuje sdílet data jednoho projektu v síti více uživatelům a to dokonce přes internet kdekoliv na světě. Podmínkou připojení je funkční síťové spojení a spuštění služby Firebird server na počítači, kde je uložena databáze.

Po načtení fotografie do databázového záznamu je možné provádět její editaci a vytváření cílových (target) datových záznamů se zpracovanou analýzou. Zdrojová (source) fotografie představuje sadu kanálů, standardně RGB, ale obecně

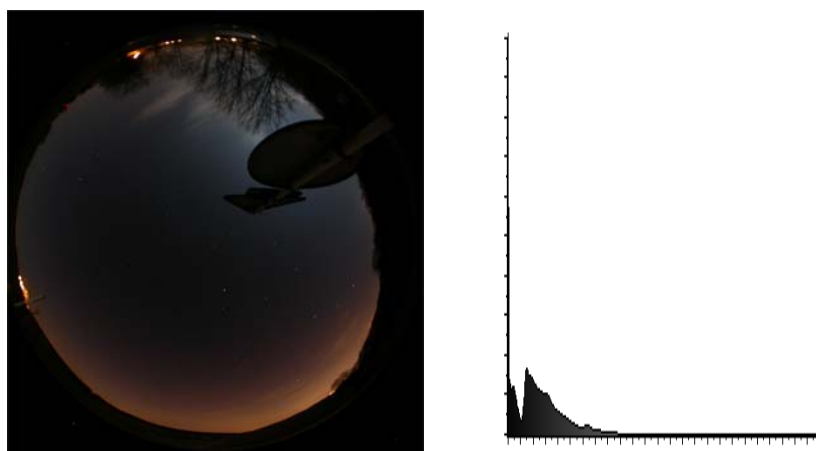
libovolných, které jsou používány při výpočtu jasu. Jednotlivé body snímku nesou informaci o relativních hodnotách složek RGB, ale také souřadnici bodu.

Pro podrobnější analýzu je možné ke každému snímku připojit řadu vektorových objektů, které slouží jako detektory. Principem je měření jasu na ploše těchto vektorových obrazců. K dispozici jsou běžné geometrické tvary jako je čtverec, obdélník, elipsa, kruh, nově i obecný polygon definovaný sadou hraničních bodů. Každý vektorový objekt je možné samostatně uložit, kopírovat, statistikovat a exportovat data o jase.

Ukázka využití programu

Pořízení fotografie

Fotografie oblohy pro analýzu jasu je třeba pořídit tak, aby obsahovaly měřitelné hodnoty jasu. Zda je fotografie použitelná, lze poznat již při pohledu na fotografii ve fotoaparátu. Pokud je snímek čitelný (je poznat, co bylo fotografováno), pak je velká šance, že bude možné získat potřebné hodnoty jasu. Optimální je, když se hodnoty jasu snímku pohybují alespoň do 1/3 dynamického rozsahu, což lze poznat např. z histogramu snímku. Ukázka je na následujícím obrázku, který ukazuje snímek noční oblohy pořízený digitálním fotoaparátem Nikon CoolPix 4500 s expoziční dobou asi 42 sekund a clonovým číslem F2,6. Použitý objektiv FishEye EC-8 umožnil zaznamenat celou horní hemisféru.



Obr. 1 Pořízený snímek a jeho histogram (pouze zorné pole)

Uvedený snímek je pro analýzu použitelný, neboť hodnoty expozice jednotlivých pixelů jsou nad hranicí šumu, snímek je čitelný i zrakem.

Načtení do programu a uložení v databázi

Do programu LumiDISP se snímky vkládají prostřednictvím hlavního okna databáze, kde je třeba založit záznam pro danou sadu snímků a pak přidat vybrané snímky do záznamu pomocí tlačítka Add.



Obr. 2 Okno editace záznamu a zobrazení uložených snímků

Výpočet jasu

Načtené snímky je možné dále analyzovat a to tak, že pomocí tlačítka Edit přeneseme snímek do hlavního okna aplikace a provedeme výpočet jasu pomocí menu Source > Channels > L-Channel. Filozofie programu totiž předpokládá, že data jsou ukládána do tzv. kanálů. Jasový kanál L je jedním z nich. Pro tento kanál je možné vložit kalibrační funkci, která hodnotu jasu vypočte z dat uložených v kanálech R, G a B.

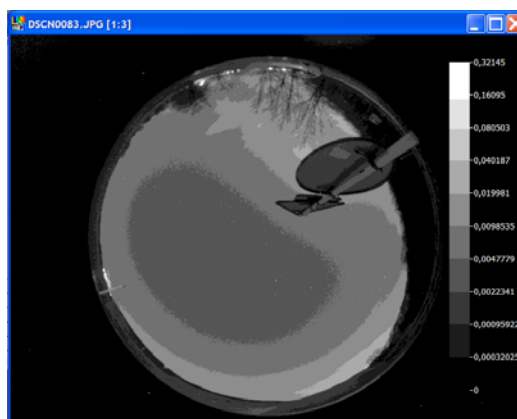
Vytvoření detekčních objektů

Do obrazu je možné vkládat speciální detektory v podobě objektů ve tvaru čtverce, obdélníku, elipsy ale i obecného polygonu definovaného pomocí bodů. Detektor pak slouží jako měřicí plocha, na které se provádí vyhodnocení. Do

jednoho obrazu je možné vložit libovolný počet takových detektorů. Program umožňuje vyhodnotit histogram, tj. četnost jednotlivých hodnot jasu v každém detektoru a nebo v celém obraze. Dále pak maximální, minimální a průměrnou hodnotu jasu na ploše každého detektoru.

Export naměřených dat a jejich využití

Hodnoty jasů z detektorů je možné exportovat do textového souboru a dále zpracovávat. Dalším výstupem programu jsou jasové mapy, tj. rozložení hodnoty jasu. Program umožňuje nastavit typ palety pro vykreslení stupnice jasu, paletu je možné uživatelsky editovat a vytvořit si své vlastní typy. Příklad desetistupňové palety v černobílém provedení vhodném pro tisk na běžné černobílé tiskárně je uveden na následujícím obrázku.



Obr. 3 Ukázka aplikace palety na jasový kanál, zde 10 úrovní jasu v logaritmickém měřítku.

Kromě měření jasu poskytuje program také výpočty souřadnic v úhlových jednotkách. Je tedy možné zjistit úhlové souřadnice jednotlivých bodů v obraze. Program nabízí řadu jiných možností, jako např. definici vlastních matematických operací nad jednotlivými kanály, čímž lze aplikovat prakticky libovolné filtrační a výpočetní funkce pro získání potřebných dat.

Jednoduchý návrh objektivní metody hodnocení množství rušivého světla

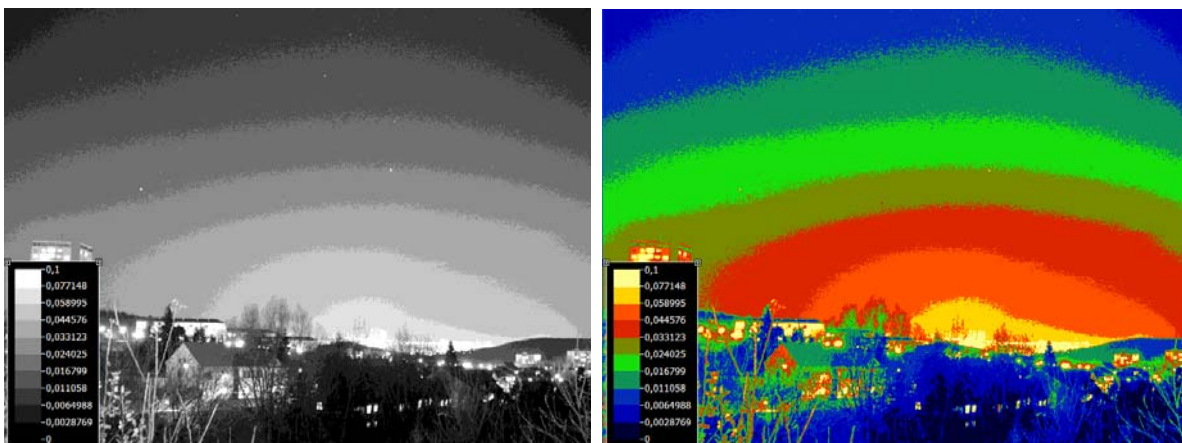
Využijeme-li stávajících možností programu LumiDISP, můžeme navrhnout ukázkovou metodiku hodnocení rušivého světla. Tuto ukázkou samozřejmě nelze pokládat za definitivní řešení problému měření a hodnocení, jde pouze o praktickou aplikaci softwaru pro základní analýzu rozložení a kvantity oblohového závoje jasu.

Využitím možnosti definovat libovolné detektory pro měření jasu a jeho statistických ukazatelů můžeme stanovit klíčová kritéria hodnocení. Co nás bude především zajímat?

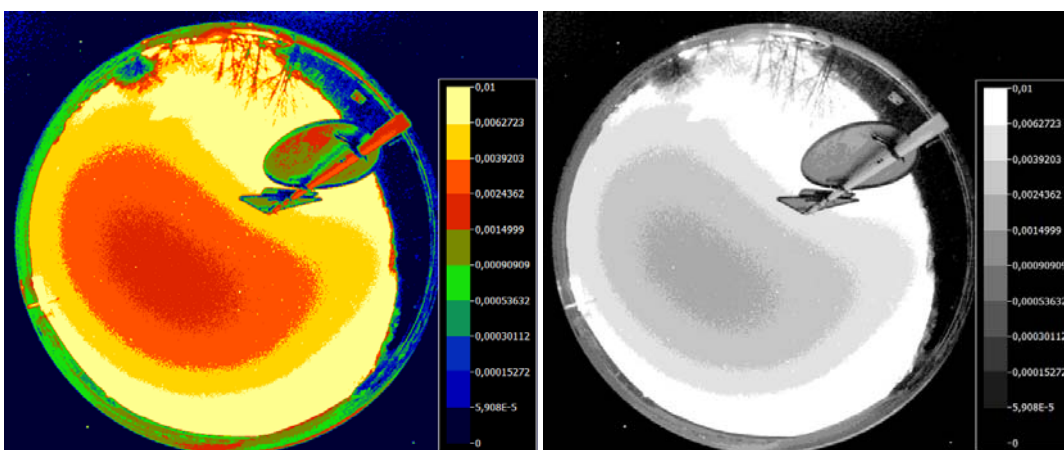
Průměrný jas celé horní hemisféry, případně jas pouze oblohy s odečtením okolního terénu, který obvykle vykazuje nízké jasy (tmavé pozadí)

- 1) jas zenitu v zorném úhlu např. 10 stupňů
- 2) jas horizontu v pásmu 10 stupňů, 20 stupňů atd.
- 3) jas horizontu dle jednotlivých směrů (sever, jih, východ, západ)
- 4) gradace jasu, tj. jasové profily ve vybraných řezech
- 5) další možné ukazatele, které by mohly kvantifikovat míru rušivého světla, např. poměr jasu temné a ozářené oblohy apod.

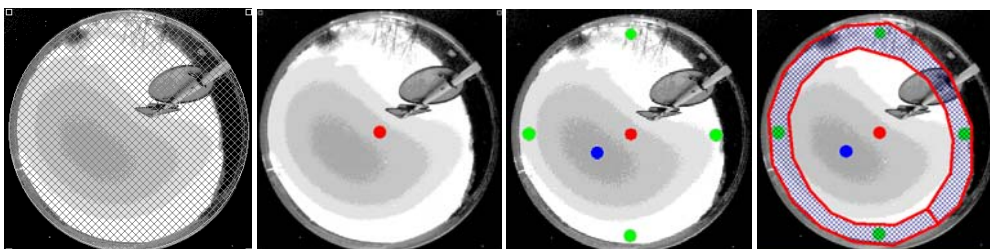
Všechny navržené ukazatele lze s pomocí programu LumiDISP realizovat. Následující ukázky výstupů demonstrují možnosti programu. Kvalita obrázků může být silně snížena tiskem, originální verze obrázků najdete na přiloženém CD (pokud bude vydáno).



Obr. 4 Analýza rozložení jasu aplikací desetistupňové palety černobílé a barevné, logaritmické měřítko, dvě dekády.



Obr. 5 Analýza jasu oblohy ve dvou typech palety – color, gray (10 stupňů)



Obr. 6 Analýza postupné přidávání detektorů pro analýzu

Výpis statistiky jednotlivých objektů:

<Global> X: 1133 Y: 812 Pixels: 1935889 Channel: L Min: -0.000000 Max: 0.247268 Average: 0.004453

<Zenit> X: 1134 Y: 810 Pixels: 6077 Channel: L Min: 0.002556 Max: 0.011293 Average: 0.003186

<Lmin> X: 912 Y: 686 Pixels: 6361 Channel: L Min: 0.001747 Max: 0.002686 Average: 0.002084

<Sever> X: 460 Y: 816 Pixels: 6077 Channel: L Min: 0.003831 Max: 0.005940 Average: 0.004837

<Jih> X: 1698 Y: 804 Pixels: 6077 Channel: L Min: 0.000144 Max: 0.008507 Average: 0.006063

<Vychod> X: 1131 Y: 136 Pixels: 6077 Channel: L Min: 0.008955 Max: 0.014188 Average: 0.012029

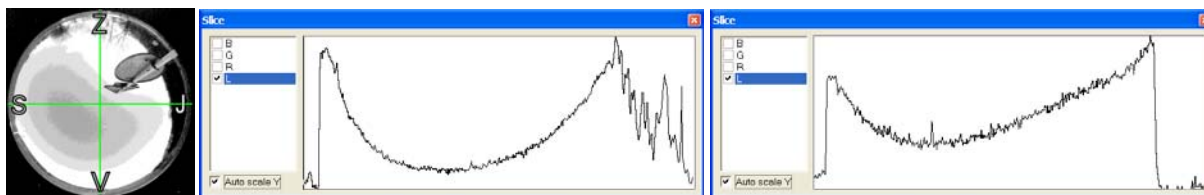
<Zapad> X: 1142 Y: 1470 Pixels: 6077 Channel: L Min: 0.001678 Max: 0.010962 Average: 0.005686

<Horizont> X: 1527 Y: 204 Pixels: 565608 Channel: L Min: -0.000000 Max: 0.216813 Average: 0.007099

Z těchto dat je např. možné zjistit, že průměrná hodnota jasu horizontu ve vybraném pásu je $0,0071 \text{ cd.m}^{-2}$, přičemž maximální hodnota dosahuje jasu $0,217 \text{ cd.m}^{-2}$. Ovšem pozor, tato hodnota není určitě správná, neboť lze předpokládat, že

se jedná o některý ze saturovaných pixelů osvětlených intenzivním zdrojem světla. Zde by bylo nutné pořídit snímku více s různými expozičními. Hodnoty je tedy nutné verifikovat.

Další možností analýzy jsou jasové řezy, tj. profil změny jasu na určité řezné rovině. Pro demonstraci byly vloženy dvě roviny východ-západ a sever-jih a výsledný relativní průběh jasu je ukázán na následujícím obrázku.



Obr. 7 Jasové řezy: Východ-Západ a Sever-Jih

Závěr

Z mnohačetných diskuzí je zřejmé, že fenomén rušivého světla bude do budoucna další veličinou, se kterou musí světelná technika počítat. Článek měl ukázat, že měření rušivého světla není triviální záležitostí a bude poměrně složité najít univerzální postup a metodiku, která zajistí reprodukovatelnost měření a jeho dostatečnou vypovídací schopnost. Jakmile bude možné změřit konkrétní kvantitu rušivého světla, bude možné stanovit i přípustné limity. Současný stav hodnocení je zcela nevyhovující a posuzování rušivého světla jen na základě charakteristik svítidel je naprosto zavádějící.

Aby byla metodika měření úspěšná, bude třeba upravit aplikační software k těmto potřebám, aby jeho použití bylo snadné a neomylné. Aktuální verze programu LumiDISP sice nabízí velké množství funkcí, nicméně použití programu je orientováno především na odbornou obsluhu a řadu úkonů je třeba stále provádět ručně. Přesto lze program doporučit všem zájemcům nejen o rušivé světlo, ale i o hodnocení jasových poměrů v interiérech a exteriérech. Další informace o programu se dozvíte na webové adrese <http://www.ueen.feec.vutbr.cz/lumidisp>. Licence k užití programu poskytuje Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií.

Poděkování

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

Reference

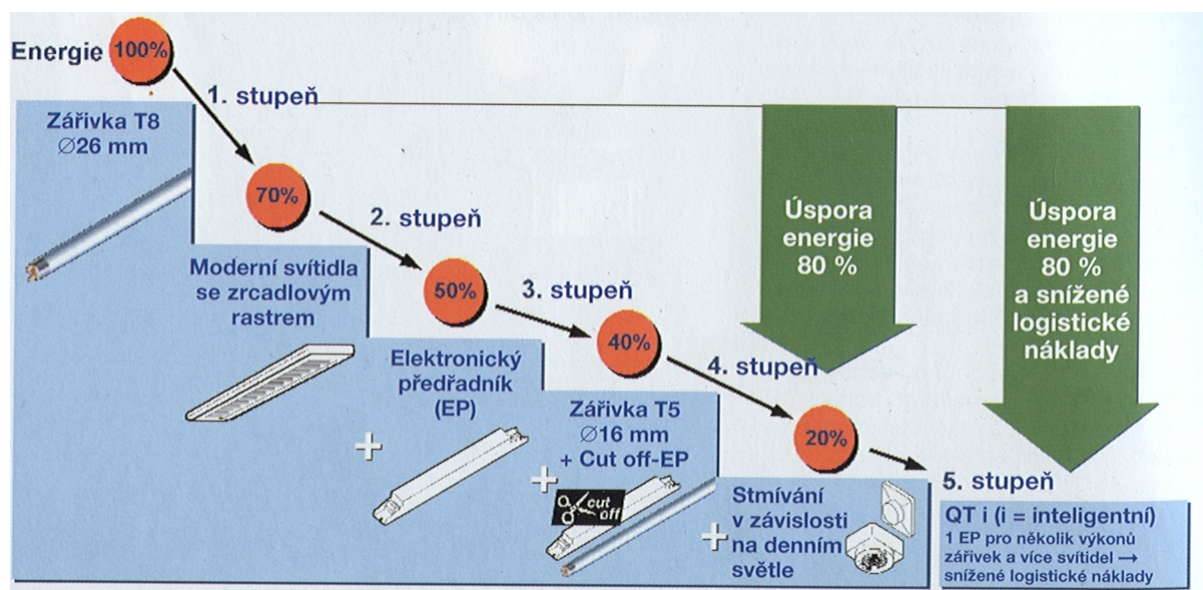
- [1] Baxant, P. Jak budeme měřit světelné znečištění? In Kurz osvětlovací techniky XXI. Kurz osvětlovací techniky XXI. Ostrava: , 2002, s. 5 - 10,
- [2] Baxant, P. Common digital photography and its calibration to luminance measurement In LUXEUROPA 2005, Berlin. LUX EUROPA 2005. Berlin: Deutsche Lichttechnische Gesellschaft e.V., 2005, s. 318 - 321, ISBN 3-927787-27-2
- [3] Baxant, P. Měření prostorového úhlu pomocí digitální fotografie, Kurz osvětlovací techniky XXIV, Kouty nad Desnou, 2005.

SYSTÉMY ŘÍZENÍ OSVĚTLENÍ THORN

Ing. Petr Beneš, Thorn Lighting CS, s. r. o.

Proč vlastně řídit osvětlení?

Důvodů k regulaci osvětlení je hned několik. První důvod může být možnost vytváření různých světelných nálad a efektů tak, abychom se v daném prostředí cítili co možná nejlépe. Druhým z důvodů může být ekonomické hledisko, kdy regulací osvětlení (automatické vypínání, zapínání, stmívání) můžeme dosáhnout značných úspor elektrické energie (viz. Obr. 1).



Obrázek 1: Úspory energie u zářivek – převzato z katalogu firmy Osram

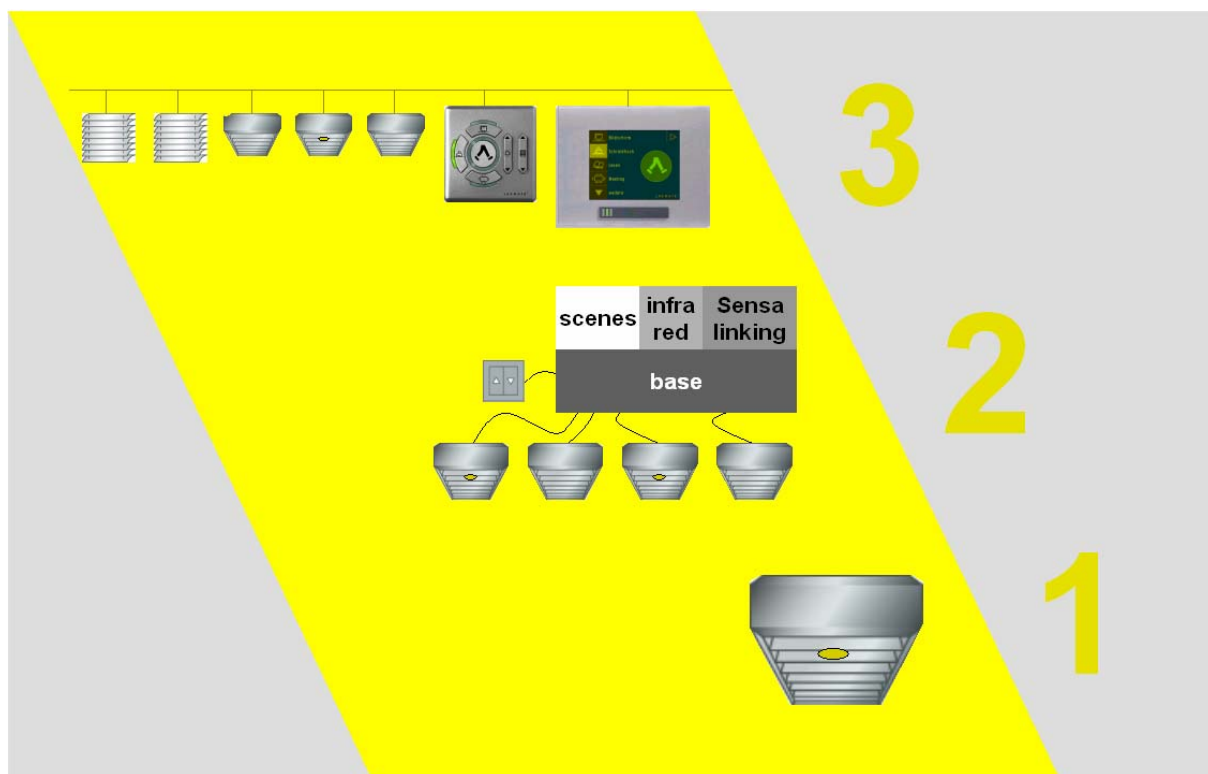
Třetím z důvodů řízení osvětlení může být monitoring jednotlivých svítidel pomocí zapojení do sběrnice systémů řízených počítačem a další a další důvody.

Jaké světelné zdroje můžeme řídit?

Řídit můžeme téměř všechny běžně používané světelné zdroje od klasických žárovek přes výbojové zdroje až po zdroje LED. Před objevením polovodičových prvků byla regulace intenzity světelných zdrojů značně obtížná (regulační transformátory, rtuťové usměrňovače nebo velmi ztrátové řízení pomocí odporů). V současné době nám moderní zdroje a moderní systémy řízení umožňují vysoce efektivní regulaci osvětlení v závislosti na mnoha aspektech jako jsou například denní osvětlení, přítomnost osob v místnosti, řízení dle opakujících se činností apod.

Systémy řízení

Řídicí systémy můžeme rozdělit podle požadavků na systémy základní, modulární a centrálně řízené systémy (viz. Obr 2).



Obrázek 2: Hierarchie řídicích systémů THORN (1 – základní; 2 – modulární; 3 – centrálně řízené)

Základní systémy

Většinou spočívají v individuálním řízení svítidel a umožňují pouze základní funkce jako je zapnutí/vypnutí v závislosti na okolním osvětlení nebo přítomnosti osob nebo jednoduché tlačítkové stmívání. Tyto systémy se hodí do samostatných menších místností, kde nejsou speciální požadavky na spolupráci jednotlivých svítidel mezi sebou ve smyslu vytváření různých světelných scén apod.

Modulární systémy

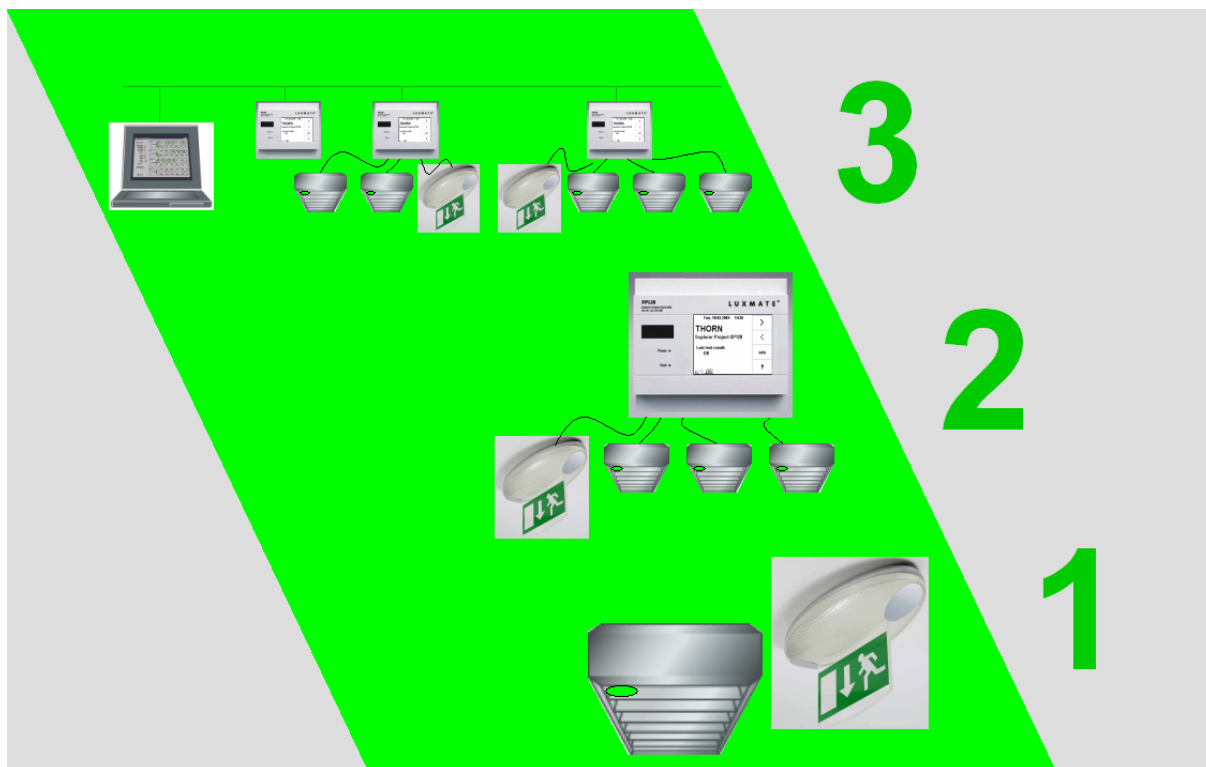
Umožňují řízení a především spolupráci několika svítidel ve smyslu vytváření jednotlivých skupin svítidel a z těchto skupin pak vytváření jednotlivých scén osvětlení. Tyto systémy najdou uplatnění v prostorech, jejichž využití se v průběhu dne mění např. jednacím místnosti, sály apod.

Centrálně řízené systémy

Umožňují plné řízení a kontrolu všech komponentů v systému zapojených jako jsou například ovladače žaluzií, plátna apod. Dále umožňují časové programování osvětlení v průběhu celého dne v závislosti na právě vykonávané činnosti apod. Najdou uplatnění především ve velkých budovách, kde jsou napojeny na tzv. inteligentní systém řízení budovy a spolupracují s dalšími prvky jako je vytápění, klimatizace, nouzové osvětlení atd.

Systémy nouzového osvětlení

Stejně tak, jako spojujeme jednotlivá stmívatelná svítidla do větších celků za účelem komfortnější regulace osvětlení, můžeme totéž udělat i se systémem nouzového osvětlení za účelem monitoringu jednotlivých nouzových svítidel z hlediska jejich funkčnosti tak, jak je předepsáno normou ČSN EN 50172. Tato norma nám předepisuje denně kontrolovat ukazatele činnosti centrálního napájení nouzových svítidel, měsíční kontrolu všech nouzových svítidel po dobu nezbytně nutnou k ověření správné funkčnosti a roční kontrolu nouzových svítidel po celou jmenovitou dobu nouzového svícení. Přehled nouzových systémů, ze sortimentu firmy, je na obrázku 3.



Obrázek 3: Hierarchie nouzových systémů THORN (1 – základní; 2 – modulární; 3 – centrálně řízené)

Základní systémy s Autotestem

Každé svítidlo je vybaveno nouzovým modulem s autotestem, který automaticky provádí všechny předepsané testy nouzového osvětlení normou ČSN EN 50172 a obsluhu informuje stavovou LED na svítidle.

Modulární systémy

Svítidla s nouzovým modulem jsou součástí systému, který sbírá údaje o jednotlivých svítidlech pomocí datové sběrnice. Výsledky je možné kdykoliv vytisknout na IR kapesní tiskárně.

Centrálně PC řízené systémy

Slučují jednotlivé modulární systémy do jednoho celku. Umožňují komfortní ovládání a sběr údajů přes PC.

Souběhy silových a datových vedení v systémech strukturované kabeláže

Jiří Burant, Ing.

OBO Bettermann Praha s.r.o., [http: www.obo.cz](http://www.obo.cz), e-mail: burant@obo.cz

Elektrické rozvody moderních budov pro průmysl, administrativu i služby sestávají nejen ze silových, ale také z celé řady slaboproudých metalických kabelů, zajišťujících funkci nejrůznějších datových sítí a systémů MaR. Z důvodu omezeného prostoru však není možno v řadě případů vyčlenit pro silová a slaboproudá vedení samostatné koridory, takže může docházet k souběhům kabelů nejrůznějších systémů.

Důsledkem je nárůst pravděpodobnosti vzniku nežádoucích elektromagnetických vazeb mezi různými elektrickými systémy a tudíž i nebezpečí přenosu nežádoucích rušivých signálů. Proto také souběžně s rozvojem využití elektroniky roste význam dodržování požadavků technických předpisů na provedení a vzájemnou vzdálenost kabelů jednotlivých elektrických systémů i důležitost výběru vhodných kabelových úložných systémů.

Společné ukládání kabelů více elektrických systémů

Hlavním kritériem pro uložení kabelů příslušejících různým elektrickým systémům musí být vždy bezpečnost. Základní požadavky z oblasti požární i elektrické bezpečnosti lze nalézt především v ČSN 33 2000-5-52 (lit.[2]). Dalším velmi důležitým hlediskem je nutnost posouzení vzájemného vlivu jednotlivých elektrických soustav z hlediska elektromagnetické kompatibility (EMC).

Pro tento účel jsou významné především normy ČSN EN 50174-1 a ČSN EN 50174-2 (viz lit.[3] a [4]), definující základní zásady pro ukládání metalických kabelů informačních technologií v budovách. Při jejich aplikaci je ovšem třeba respektovat skutečnost, že výběr použitých kabelových úložných systémů závisí ve značné míře i na použitém stavebním řešení. Proto se také v praxi vyskytuje souběžně několik základních způsobů uložení kabelů:

- Lištové a parapetní kanály
- Podlahové kanály
- Kabelové žlaby a žebříky

Kanály podlahových rozvodů a plechových kabelových žlabů jsou téměř výhradně z oceli, která se vyznačuje poměrně dobrými stínícími vlastnostmi pro elektrickou i magnetickou složku elektromagnetického pole. U lištových a parapetních kanálů se ale ve značné míře využívají plastické hmoty, které nemají prakticky žádné stínící schopnosti. Jejich aplikace mohou být proto příčinou nemalých komplikací v oblasti EMC.

Měření stínících vlastností úložných systémů

Přes zjevné fyzikální vlastnosti výchozích materiálů kabelových úložných systémů přináší praxe neustálé spory o účelnosti aplikace ekonomicky náročnějších kovových kanálů. Z tohoto důvodu provedla firma OBO Bettermann Praha s.r.o. celou řadu EMC měření plastových, ocelových i hliníkových parapetních kanálů, podlahových kanálů a kabelových žlabů v EMC laboratořích ČVUT-FEL resp. EZÚ. Jejich cílem bylo získat co nejkvalitovanější technické informace o reálném chování těchto základních prvků kabelových tras.

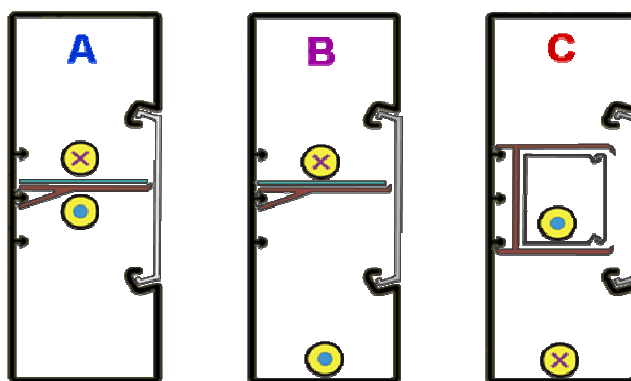
Jelikož se jednalo se o měření nad rámec běžných výrobních norem, nebylo možno využít žádný předpisem definovaný měřicí postup. Měření bylo proto specifikováno individuálně s využitím poměrové metody. Nejprve byl vždy změřen přenos mezi zdrojem signálu a jeho příjemcem bez vložení stínícího prvku a poté bylo měření ještě jednou zopakováno s instalovaným stínícím elementem. Útlum byl stanoven jako poměr hodnot z obou měření. Za zdroj i přijímač signálu sloužila měřící vedení, uložená ve vzájemné vzdálenosti 70 až 120 mm (podle rozměrů měřené trasy) a zakončená jmenovitou impedancí. Využít by bylo možno i nezakončená vedení, vykazující zpravidla podstatně lepší přenosový útlum, nicméně připojení jmenovité impedance se přibližuje podstatně více běžné technické praxi a lze jej proto považovat za objektivnější.

Absolutní hodnoty útlumu nejsou navíc pro posouzení rozdílů stínícího účinku mezi jednotlivými provedeními úložných systémů příliš podstatná. Přehlednější je poměrné srovnání, které je proto použito i v celém dalším textu. Konkrétní hodnoty útlumu lze ostatně kdykoliv získat z lit.[1].

Uložení kabelů v parapetních kanálech

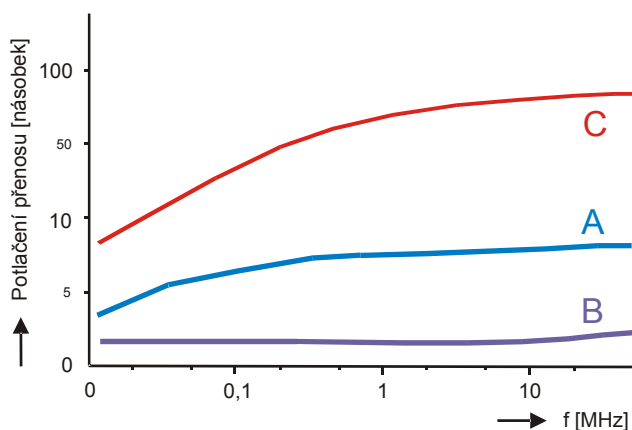
Předpokládejme uložení silových i slaboproudých kabelů v obvyklém parapetním kanálu s přepážkou, popřípadě v tomtéž kanálu se dvěma zcela samostatnými komorami.

Možné uspořádání kabelů v plastovém kanálu ilustrují sestavy na obr.1. V případě A je do plastového kanálu vložena plochá přepážka z ocelového plechu. Její šířka je několikanásobně větší než vzdálenost vysílacího a přijímacího vedení, imitujícího zdroj a příjemce rušivého signálu. Praxi však odpovídá spíše případ B. Jedná se opět o platový kanál s plochou oceloplechovou přepážkou, avšak s kabely ležícími na spodních stranách příslušných kabelových oddílů. Vzdálenost obou vedení je tedy větší. Situace C ilustruje možnost dodatečného vložení kovového, zcela uzavřeného kanálu do prostornějšího plastového kanálu.



Obr.1: Sestavy pro měření potlačení přenosu nežádoucích signálů v plastových parapetních kanálech

Jak vyplývá z obr.2, bylo v případě A naměřeno čtyř až sedminásobné potlačení přenosu rušivých signálů oproti stejnému uspořádání plastového kanálu s výhradně plastovou přepážkou, což není mnoho. Při uspořádání z obr.1B je situace ještě horší, neboť elektromagnetické pole má možnost uzavřít své siločáry přes obě měřicí vedení vně vložené stínící ocelové přepážky. Potlačení přenosu rušivých signálů je zde proto ještě menší a dosahuje hodnoty jen cca jedno až dvojnásobku oproti stavu bez vložené ocelové přepážky. Pro vyhovující odstínění silových a slaboproudých rozvodů je to až žalostně málo.

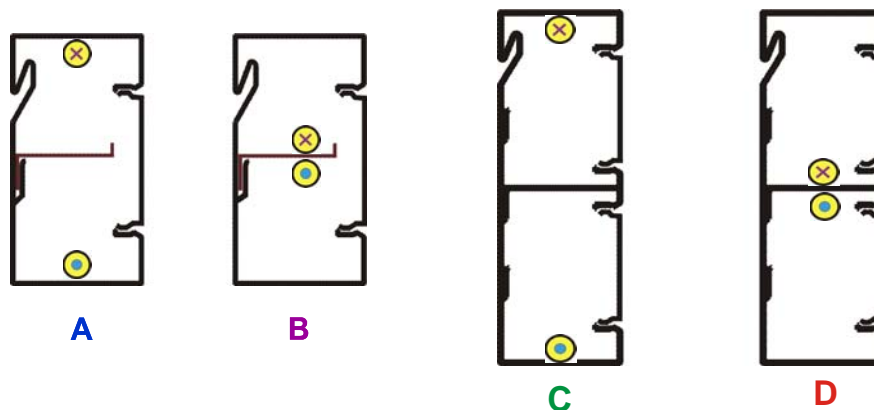


Obr.2: Naměřené potlačení nežádoucích signálů v plastovém parapetním kanálu z obr.1.

Dostatečné potlačení přenosu rušivých signálů vykazuje jen úplné uzavření měřicího vedení do samostatného ocelového instalačního kanálu dle obr.1C. V tomto případě bylo dosaženo i více než 50-ti násobného potlačení přenosu nežádoucích signálů, což odpovídá a někdy dokonce překračuje, hodnoty naměřené v celokovových parapetních kanálech.

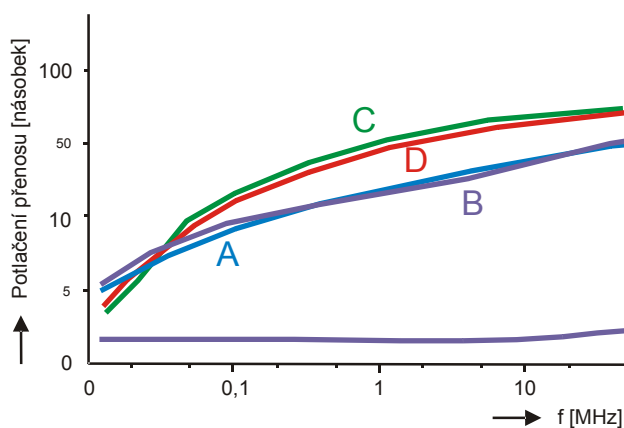
Toto řešení je ovšem problematické z prostorového a ekonomického hlediska. U dodatečně vloženého kanálku totiž nelze počítat s příliš velkým příčným průřezem a výsledná cena celé sestavy může, vzhledem k nutnosti použití dalších prvků, dokonce překročit cenu parapetního kanálu obdobného průřezu z ocelového plechu.

Vlastnosti kovových parapetních kanálů byly měřeny stejným postupem a odpovídající uspořádání měřící sestavy ilustruje obr.3. Případy A a B odpovídají měření v jednokomorových kanálech s kovovou, jednostranně ukotvenou dělicí přepážkou. Případy C a D dvoukomorovým kanálům se zcela samostatným uzavíráním jednotlivých kabelových oddílů. Rozložení vedení A a C vychází z maximální možné vzdálenosti mezi zdrojem rušivého signálu a jeho příjemce, rozložení B a D pak ilustrují opačný extrém, se zdrojem rušivého signálu i jeho příjemcem v bezprostřední blízkosti dělicí stěny. K měření byly použity parapetní kanály z ocelového plechu i hliníkových profilů s přepážkou resp. dělicí stěnou z téhož materiálu.



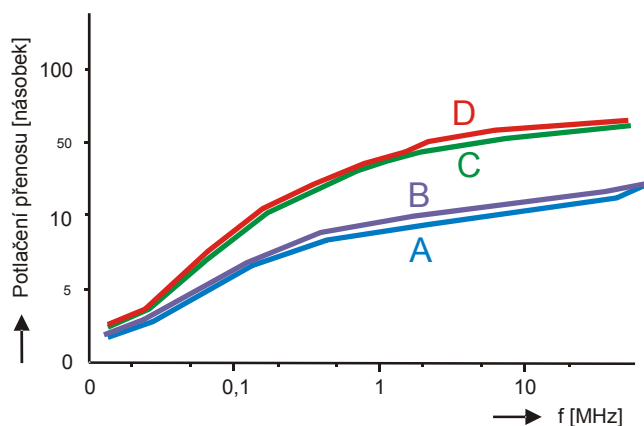
Obr.3: Sestavy pro měření potlačení přenosu nežádoucích signálů v kovových parapetních kanálech

Výsledky získané při měření oceloplechových kanálů přináší obr.4. Je z něj patrné, že stínící účinek mezi systémy zcela uzavřenými v oddělených komorách kovových kanálů je téměř nezávislý na poloze zdroje a příjemce signálu. Jednokomorový kanál s jednostranně ukotvenou přepážkou sice vykazuje o něco menší útlum, nicméně tuto okolnost lze předpokládat.



Obr.4: Naměřené potlačení nežádoucích signálů v ocelovém parapetním kanálu

Měření hliníkových kanálů ilustruje obr.5. Vyplývají z něj skutečnosti prakticky shodné, jako v případě ocelových kanálů. Odlišnost představuje jen poněkud menší útlum na nízkých kmitočtech a větší rozdíl mezi útlumem jednokomorových a dvoukomorových kanálů. Příčinu lze hledat v odlišných elektromagnetických vlastnostech základního materiálu. Díky nim lze naopak u hliníkových kanálů předpokládat podstatně vyšší útlum v oblasti vysokých kmitočtů, tedy okolo 100 a více MHz.



Obr.5: Naměřené potlačení nežádoucích signálů v hliníkovém parapetním kanálu

Hodnoty útlumu z obr.2, 4 a 5 dokladují obecně platný, leč v praxi stále často opomíjený fakt, že bez úplného oddělení jednotlivých napěťových systémů pomocí kovových dělicích členů nelze v parapetních kanálech očekávat uspokojivé potlačení přenosu nežádoucích signálů mezi silovými a slaboproudými elektrickými systémy.

Uložení kabelů v kabelových žlabech

V elektrických rozvodech realizovaných pomocí kabelových žlabů je časté uložení kabelů silových a slaboproudých rozvodů do samostatných tras, uspořádaných výškově dle ČSN 33 2000-5-52 resp. ČSN EN 50174-2. Předpokládejme tedy, že silové a slaboproudé kabely leží ve dvou trasách nad sebou, v horní silové a slaboproudé pod nimi. Stínění mezi silovou a slaboproudou kabeláží tedy představuje dno horního silového žlabu a případně i víko spodního slaboproudého žlabu. Z měření zadaných firmou OBO Bettermann pak vyplývají následující skutečnosti.

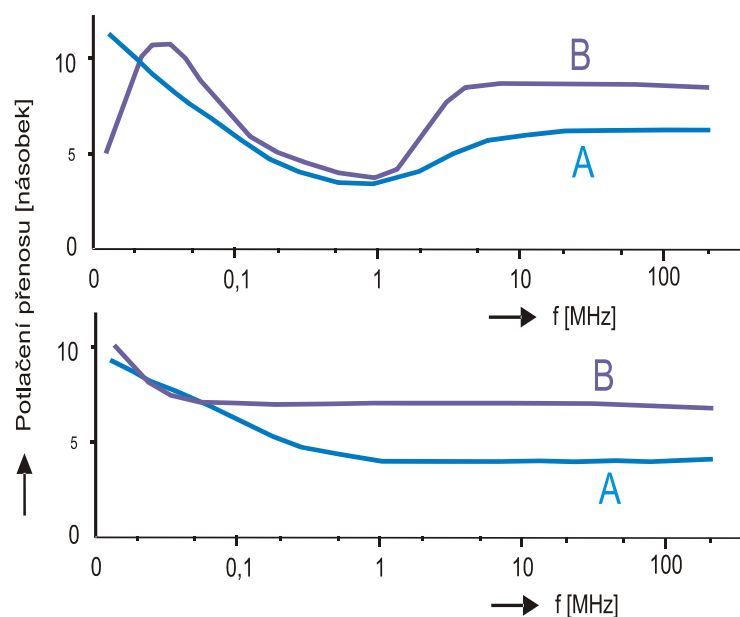
Nejlepší potlačení přenosu rušivých signálů by mělo být možno teoreticky získat použitím kabelových žlabů z plného ocelového plechu, doplněných navíc víkem. Tato sestava však může přinášet potíže s chlazením uložených silových kabelů, případně s hašením vícepatrových kabelových tras apod. Nicméně lze v tomto případě počítat v oblasti průmyslových kmitočtů s min. patnácti až stonásobným potlačením přenosu nežádoucích signálů, v závislosti na kmitočtu, provedení a vzdálenosti obou uvažovaných tras (siloproud – slaboproud).

Z důvodu chlazení kabelů apod. jsou ovšem častější kabelové žlaby z plošně děrovaného ocelového plechu. Podíl děrování standardních žlabů bývá v tomto případě 15%, nicméně pro speciální účely jsou k dispozici i žlaby s poměrem děrování 30% a více. U děrování 15% lze očekávat opět cca osmi až stonásobné potlačení přenosu nežádoucích signálů. Zajímavé přitom je, že měření přenosu mezi dvěma vertikálně uspořádanými trasami, tedy umístěnými nad sebou, neprokázala žádný zásadní rozdíl mezi použitím otevřených žlabů bez víka a žlabů zakrytými víky. Tato skutečnost platí jak pro právě zmíněné děrované, tak i plné kabelové žlaby.

Podstatnější rozdíl mezi hodnotami útlumu, naměřenými u žlabů bez a s víkem, byl zaznamenán jen u mřížových kabelových žlabů. Tato specifická provedení žlabů jsou oblíbená především u realizátorů slaboproudých rozvodů, přestože z hlediska EMC vykazují nejhorší vlastnosti. Zřetelně se zde projevuje nevýhodný poměr plochy materiálu a otvorů mříže u vysokých kmitočtů. Při velmi nízkých kmitočtech bylo dosaženo u mřížového žlabu bez víka max. desetinasobné potlačení rušivého signálu, u téhož žlabu s víkem třicetinasobné potlačení. Při kmitočtech nad 1 MHz však již potlačení pokleslo jen na cca dvoj až pětinasobek, což není u kovového úložného systému opravdu mnoho.

Srovnání reálných plechových kabelových žlabů OBO typové řady MKS 630 s bočnicí výšky 60 mm a šířkou žlabu 300 mm s mřížovým žlabem obdobných rozměrů přináší obr.5. Křivky v jeho horní polovině ilustrují výsledek srovnávacího měření žlabů uzavřených shora víkem, spodní polovina otevřených žlabů bez víka. Průběhy A odpovídají srovnání předmětného mřížového žlabu s oceloplechovým žlabem s 15% děrováním a průběhy B s plným, neděrovaným plechovým žlabem.

Přechodný pokles útlumu ve střední části křivek žlabům s víkem (horní polovina obr.5) lze přičíst rezonanci, které se u tohoto druhu měření v některých oblastech bohužel nelze vyhnout.



Obr.5: Poměr útlumů mezi mřížovými a plechovými kabelovými žlaby

Pro společné uložení kabelů více systémů v jednom žlabu s využitím jejich vzájemného oddělení pomocí kovové přepážky lze očekávat obdobné hodnoty útlumů, jako v případě oceloplechových parapetních kanálů.

Výše uvedené výsledky měření kabelových žlabů dokladují fyzikální skutečnost, že jejich stínící vlastnosti jsou tím lepší, čím větší plochu jejich povrchu vyplňuje základní materiál, tedy kov. Mřížové kabelové žlaby, u nichž je poměr plochy materiálu a otvorů značně nepříznivý, nelze jednoznačně považovat z hlediska EMC za příliš vhodné. Stejný názor lze ostatně vysledovat i v lit.[4].

Literatura a odkazy

- [1] Firemní literatura OBO Bettermann, SRN a OBO Bettermann Praha s.r.o.
- [2] ČSN 33 2000-5-52, Elektrotechnické předpisy – Elektrická zařízení – Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení – Kapitola 52: Výběr soustav a stavba vedení. ČSNi Praha, 3/1998.
- [3] ČSN EN 50174-1, Informační technika – Instalace kabelových rozvodů – Část 1: Specifikace a zabezpečení kvality. ČSNi Praha, 8/2001.
- [4] ČSN EN 50174-2, Informační technika – Instalace kabelových rozvodů – Část 2: Plánování instalace a postupy instalace v budovách. ČSNi Praha, 12/2002.

Výpočet svetelnej účinnosti pri podmienkach jasnej oblohy

Ing. Stanislav Darula, CSc.

Ústav stavebníctva a architektúry SAV, Bratislava, usarsdar@savba.sk

Úvod

So zvyšovaním cien energií sa zvyšuje tlak na čo naefektívnejšie využívanie existujúcich i obnoviteľných zdrojov. Pokiaľ pri jestvujúcich zdrojoch, ako sú elektrina, plyn, ropné produkty a uhlie, sa hľadajú spôsoby ich úspor, a vyvíjajú sa nové technológie s nízkou spotrebou, u obnoviteľných zdrojoch energií, vietor, voda a slnečná energia je potrebné poznať ich reálnu dostupnosť počas celého roka a mať k dispozícii nástroje pre ich čo najlepšie využitie.

Pri prevádzke budov trvale dochádza k spotrebe značného množstva elektrickej a tepelnej energie, preto každé opatrenie na zlepšenie energetickej hospodárnosti budov prináša v celoživotnom cykle stavieb výrazné finančné efekty. Tým, že stavby majú slúžiť ľuďom, dosahovanie úspor bez súčasného zabezpečenia optimálneho interiérového prostredia, t.j. bezpečného a zdravého, môže viesť k veľkým hospodárskym škodám. Preto v r. 2002 Európsky parlament odsúhlasil smernicu č. 2002/91/EC [1] a Národná rada SR zákon č. 55582005 Z.z. [2], ktorými sa ustanovujú postupy a opatrenia na zlepšenie hospodárnosti budov.

Už pri návrhu osvetľovacích otvorov možno predurčiť mieru využitia denného a umelého osvetlenia v interiéroch. Jednou z charakteristík denného osvetlenia je časová premenlivosť jeho úrovni. S nástupom výkonnej výpočtovej techniky sa začali rozvíjať programové balíky [3], ktoré umožňujú simulovať správanie sa budov v celoročných klimatických podmienkach v lokalite, kde sa plánuje realizovať výstavbu. Tým, že tieto balíky vznikali pred r 1990 (napr. [4], [5], [6]), keď ešte neboli k dispozícii podrobné merania dennej osvetlenosti zo staníc CIE IDMP, navrhli sa algoritmy pre predurčovanie dennej osvetlenosti bázované na hodinových údajoch ožiarenosti (zvyčajne získané z aktinometrických meraní) a na výpočte svetelnej účinnosti, čím sa získala konverzia jednotiek W/m^2 na luxy. Ukazuje sa, že tento postup je síce veľmi jednoduchý, ale aj značne nepresný a často nevystihuje reálne podmienky dennej osvetlenosti.

Svetelná účinnosť

Svetelná účinnosť K sa definuje ako podiel svetelnému toku Φ_v v lm/m^2 k celkovému žiarivému toku Φ_e vo W/m^2 . V prípade nameraných osvetleností E_v a ožiareností E_e na rovnakej rovine môžeme miesto toku písať [7]

$$K = E_v/E_e = \frac{K_m \sum_{380}^{780} V(\lambda) E_e(\lambda) d(\lambda)}{\sum_0^{\infty} E_e(\lambda) d(\lambda)} \quad (lm/W) \quad (1)$$

kde $E_e(\lambda)$ je spektrálna ožiarenosť vo W/m^2 v malom rozsahu vlnovej dĺžky λ ,

$V(\lambda)$ je pomerná svetelná účinnosť žiarenia, ktorá zodpovedá relatívnej spektrálnej citlivosti oka podľa normy CIE. Zodpoved pomeru $K(\lambda)/K_m$,

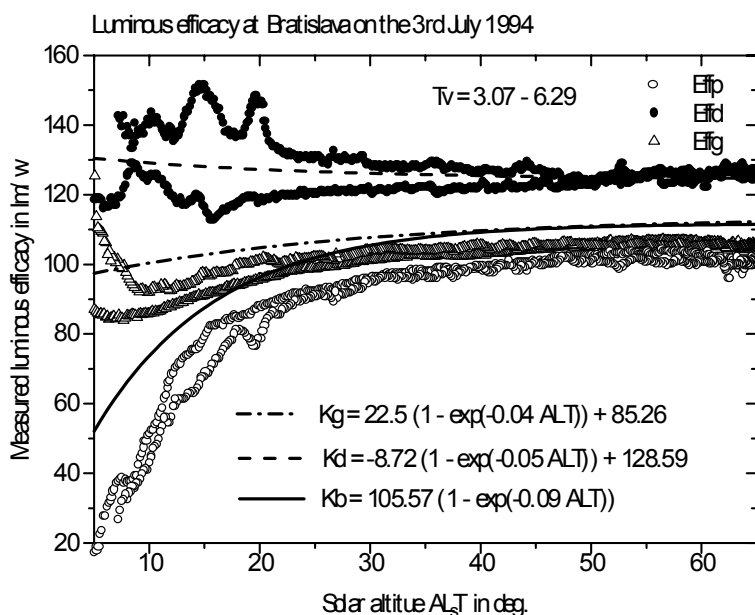
K_m – maximálna svetelná účinnosť (683 lm/W)

V svetelnotechnickej praxi sa využíva nielen celková osvetlenosť E_{vg} a ožiarenosť E_{eg} dopadajúca na zemský povrch ale aj ich difúzna, oblohová zložka E_{vd} , E_{ed} a tiež priama, slnečná zložka E_{vs} a E_{es} [8], [9]. Keď sa má vypočítať difúzna a priama osvetlenosť z meraní ožiareností, je potrebné poznať svetelné účinnosti jednotlivých zložiek, K_b pre priamu zložku žiarenia, K_d pre difúznu zložku a K_g pre celkové, globálne žiarenie. Potom bude

$$K_b = E_{vs}/E_{es} \quad (lm/W) \quad (2)$$

$$K_d = E_{vd}/E_{vd} \quad (lm/W) \quad (3)$$

$$K_g = E_{vg}/E_{veg} \quad (\text{lm/W}) \quad (4)$$



• obrázok 1 Typické priebehy svetelnej účinnosti počas jasného dňa

Littlefair [8] urobil prehľad určovania svetelnej účinnosti pri podmienkach jasnej, zamračenej, čiastočne zamračenej a priemernej oblohy. Podobne ako Navvab [7] rozlišuje samostatné priebehy K_d , K_b a K_g pri jasnej oblohe. Hodnoty svetelnej účinnosti priameho slnečného žiarenia podľa [8] sú výrazne závislé od výšky slnka γ_s . Zvyšujú sa od $K_b = 55 - 90$ lm/W pri $\gamma_s = 10^\circ$ do $K_b = 100 - 110$ lm/W pri $\gamma_s = 60^\circ$. Najvyššie hodnoty $K_d = 105 - 120$ lm/W uvádza pre zamračené oblohy bez význejšieho vplyvu výšky slnka. Trochu nižšie ako K_d ale vyššie úroveň ako K_b dosahuje globálna svetelná účinnosť $K_g = 95 - 115$ lm/W s podobným trendom ako má svetelná účinnosť priameho slnečného žiarenia. Pre zamračenú oblohu sa navrhuje používať svetelnú účinnosť v rozsahu 105 – 120 lm/W s malou alebo žiadnou závislosťou na výške slnka.

Svetelná účinnosť pri podmienkach jasnej oblohy podľa meraní.

Počas bezoblačných situácií sa registrujú v závislosti na výške slnka plynulé zmeny difúznej, priamej osvetlenosti i ožiarenosti a tým aj ich súčet, t.j. globálnej hodnoty. Svetelná účinnosť globálneho, priameho slnečného a oblohového difúzneho žiarenia sa vyznačuje odlišnými dennými priebehmi, obrázok 1. Významnú závislosť na výške vidno u priameho slnečného žiarenia. Pri malých výškach, v prípade vyšších optických hrúbok atmosféry sú hodnoty K_b najnižšie. Najvyššie hodnoty dosahuje svetelná účinnosť oblohového žiarenia K_d . Podobne ako u priameho žiarenia i teraz je viditeľný rozdiel medzi doobedňajším a poobedňajším priebehom. Medzi týmito hodnotami sa nachádzajú údaje globálnej svetelnej účinnosti s podobným trendom zmien ako u priameho slnečného žiarenia. V tomto prípade sú hodnoty K_g výrazne vyššie pri malých výškach slnka. Keď sa slnko nachádza vo výške $\gamma_s > 40^\circ$ sa úrovne K_g a K_b približujú.

Podmienky pre dostupnosť dennej osvetlenosti sa neustále menia aj počas jasných dní, každý deň je iná vlhkosť ovzdušia, iný obsah prachu, aerosolov a tým je aj iný zákal atmosféry. To má za následok, že analýzy dlhodobých meraní úrovní a priebehov osvetlenosti neposkytujú plynulé krivky svetelných účinností, ale rozsah rozptylu v oblasti ich možného výskytu. V príspevku sú prezentované svetelné účinnosti získané z celoročných jednodnňových údajov osvetlenosti a ožiarenosti, ktoré sa namerali v roku 1994 na stanici CIE IDMP Bratislava počas jasných dní, obrázok 2 - 7. Analyzovali sa jedine dni s plynulými celodennými priebehmi difúznej a globálnej osvetlenosti, počas ktorých hodnoty relatívneho slnečného svitu boli $s > 0.75\%$ a Linkeho činiteľ zákalu sa nachádzal v intervale $TL = 2.5 - 5.5$.

Modelovanie svetelnej účinnosti denného svetla pri podmienkach jasnej oblohy

Svetelnú účinnosť priamej zložky slnečného žiarenia Navvab [10] navrhuje modelovať empirickým vzťahom (5).

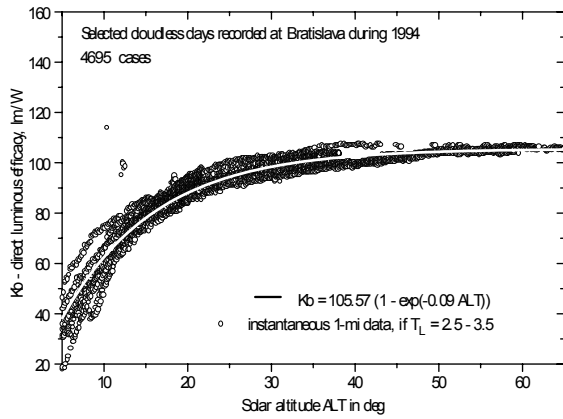
$$K_b = 104.59 (1 - \exp(-9.39 \gamma_s)) \quad (\text{lm/W}) \quad (5)$$

Ukazuje sa, že modifikáciou tohoto vzťahu na obecný vzťah (6) je možné modelovať svetelnú účinnosť všetkých zložiek žiarenia K_b , K_d a K_g .

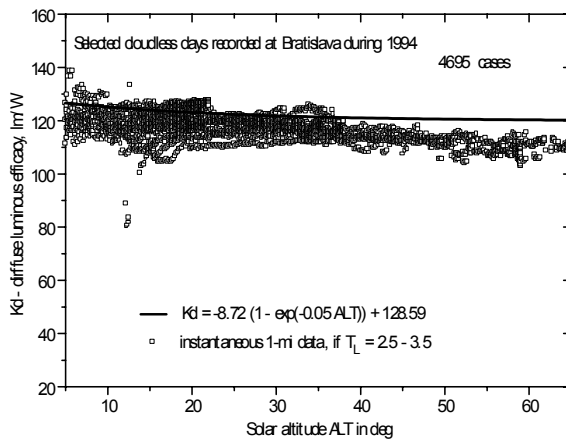
$$K_i = A (1 - \exp(-B \gamma_s)) + C \quad (\text{lm/W}) \quad (6)$$

kde i je g , d , b pre globálne, difúzne alebo priame žiarenie, A , B , C sú parametre pre výpočet K_g , K_d alebo K_b .

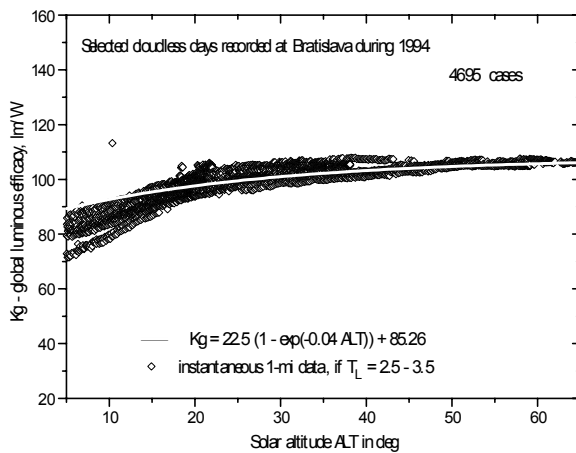
Pre vyhodnotenie meraní a porovnanie výsledkov sa stanovil vzťah pre výpočet referenčnej svetelnej účinnosti pre mestské atmosféry s $TL = 4.5 - 5.5$. Fitovaním funkcie (5) sa zistili hodnoty parametrov A , B , C , ktoré sú uvedené



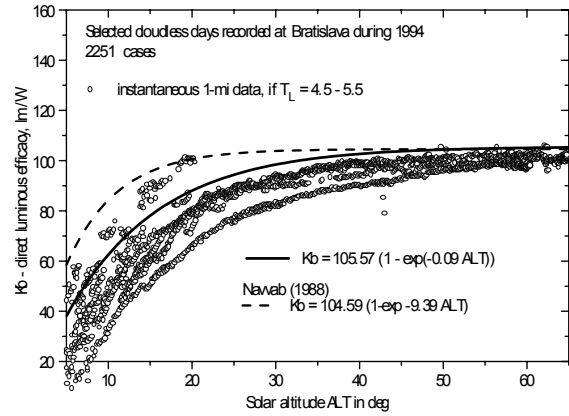
- obrázok 2 Priama svetelná účinnosť počas jasného dňa, $T_v = 2.5 - 3.5$



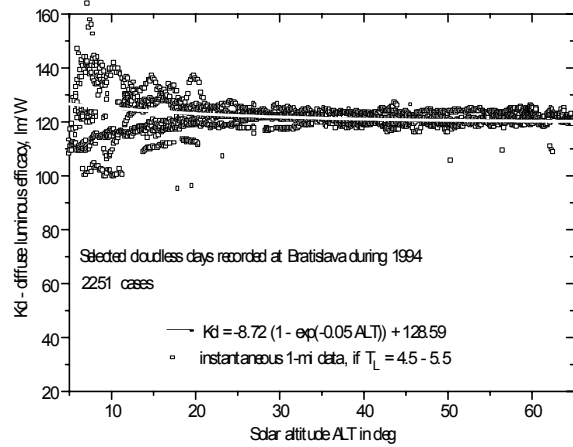
- obrázok 3 Difúzna svetelná účinnosť počas jasného dňa, $T_v = 2.5 - 3.5$



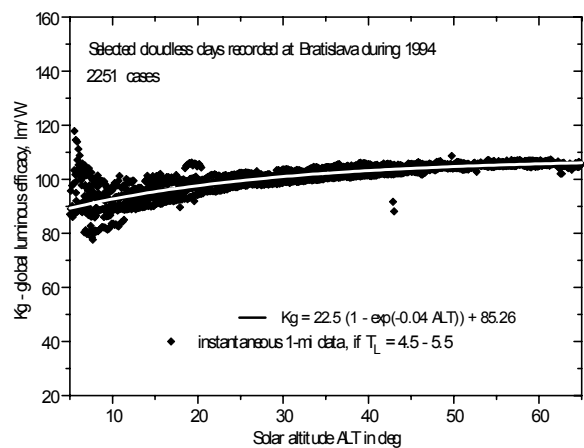
- obrázok 4 Globálna svetelná účinnosť počas jasného dňa, $T_v = 2.5 - 3.5$



- obrázok 5 Priama svetelná účinnosť počas jasného dňa, $T_v = 4.5 - 5.5$



- obrázok 6 Difúzna svetelná účinnosť počas jasného dňa, $T_v = 4.5 - 5.5$



- obrázok 7 Globálna svetelná účinnosť počas jasného dňa, $T_v = 4.5 - 5.5$

v tabulke 1. Porovnanie výsledných svetelných účinností rozdelených do súborov pre $T_L = [2.5 - 3.5, 3.5 - 4.5, 4.5 - 5.5]$ ukazuje, že priama svetelná účinnosť denného svetla sa so zvyšovaním zákalu atmosféry znižuje. Súčasne

sa registruje väčší rozptyl hodnôt. Vzťah (5) odvodený Navvabom [10] sa nachádza na hornej hranici výskytu zistených údajov, ako ukazuje obrázok 5, čím vyjadruje skôr podmienky veľmi čistých atmosfér.

| Svetelná účinnosť | Parameter | | |
|-------------------|-----------|------|--------|
| | A | B | C |
| Priama | 105.57 | 0.09 | 0 |
| Difúzna | -8.72 | 0.05 | 128.59 |
| Globálna | 22.5 | 0.04 | 85.26 |

• Tabulka.1. Parametre A, B, C pre modelovanie svetelnej účinnosti denného svetla v mestskom prostredí počas jasných dní, $TL = 4.5 - 5.5$

Zvyšovanie zákalu atmosféry sa prejavuje zmenšovaním vplyvu výšky slnka na difúznu svetelnú účinnosť K_d . Táto pre skupinu údajov s $TL = 2.5 - 3.5$ má klesajúci charakter, obrázok 3. Jasné oblohy s $TL = 4.5 - 5.5$ sa vyznačujú takmer konštantnou hodnotou so stredom v $K_d \approx 122 \text{ lm/W}$, obrázok 6. Pri menších výškach $\gamma_s < 20^\circ$ je výrazne väčší rozptyl hodnôt ako pri vyšších výškach.

Vplyvom stúpajúceho trendu K_d v závislosti na výške slnka majú aj globálne svetelné účinnosti K_g rovnaký trend. Vplyv zákalu atmosféry sa v tomto prípade takmer neprejavuje. Pri situáciách s $TL = 2.5 - 3.5$ sa pri malých výškach $\gamma_s < 20^\circ$ nenašli úrovne vyššie ako 110 lm/W .

Záver

Výpočtová technika je silný nástroj pre riešenie komplexnejších svetelnotechnických úloh. Užívateľ veľkých výpočtových balíkov sa musí spoliehať na autorov a programátorov, že zabudovali algoritmy, ktoré verne vystihujú skutočnosti. Skúsenosti z praxe ukazujú, že po spracovaní úlohy sa nie vždy získané výsledky približujú realite. Pri výpočte osvetlenosti z údajov ožiarenosti pomocou svetelnej účinnosti sa môže vyskytnúť pomerne veľa chýb. Najhrubšie nepresnosti sú v prípade, keď sa použije jedna hodnota na všetky situácie, tak ako to obsahujú niektoré rutiny, napr. v programe RADIANCE, keď na prevod ožiarenosti na osvetlenie sa použila len hodnota 179 lm/W . Programové balíky EnergyPlus a ESP-r majú zabudovaný tento Perezov algoritmus. Perez a kol. [11] ukázal, že svetelná účinnosť je pre rôzne poveternostné situácie rôzna a navrhol model pre konverziu globálnej ožiarenosti na globálnu osvetlenie, difúznej ožiarenosti na difúznu osvetlenie a priamej ožiarenosti na priamu osvetlenie. Vstupnými veličinami do výpočtu sú namerané difúzne a globálne ožiarenosti, hrúbka atmosféry, extraterestriálna ožiarenosť, atmosferická vlhkosť a zenitový uhol slnka. Tento model so zákalom atmosféry nepracuje.

Ako bolo hore ukázané, používanie svetelnej účinnosti pri výpočtoch osvetlenosti môže byť niekedy zradné. Pokiaľ sa dá, treba pracovať priamo s údajmi osvetlenosti alebo možno tiež využiť jednoduché navrhnuté vzťahy s dostatočnou presnosťou.

Podakovanie

Tento príspevok vznikol za podpory grantu VEGA grant 2/5093/5 a bilaterálnej spolupráce SK-HU 1148.

Literatura a odkazy

- [1] Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings.
- [2] Zákon č. 555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov.
- [3] Clarke, J. A. Energy simulation in building design. Butterworth-Heinemann, Oxford, 2001, 362pp.
- [4] <http://radsite.lbl.gov/radiance>
- [5] <http://www.eere.energy.gov/buildings/energyplus>
- [6] <http://www.esru.strath.ac.uk/programs/ESP-r.htm>
- [7] Navvab, M., Karayel, M., Ne'eman, E., Selkowitz, S. Analysis of luminous efficacy for daylighting calculations. Proc. Conf. The 1986 International Daylight Conference, Long Beach, 1986, p. 23 - 27.
- [8] Littlefair, P. J. The luminous efficacy of daylight: a review. Lighting Research and Technology, 17, 4, 1985, p. 162-1982.
- [9] Muneer, T. Solar radiation and daylight models for the energy efficient design of buildings. Architectural Press, Oxford, 1997, 197pp.
- [10] Navvab, M., Karayel, M., Ne'eman, E., Selkowitz, S. Luminous efficacy of daylight. Proc. CIBSE Nat. Light. Conf., p. 409.
- [11] Perez, R., Ineichen, P., Seals, R., Michalsky, J., Stewart, R.: Modeling daylight availability and irradiance components from direct and global irradiance. Solar Energy, 44, 5, 1990, p. 271 - 289.

Porovnávací měření umělého osvětlení

Ostrava, březen 2006

Ing. Martin Demel, Ing. Břetislav Janečka
Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě, www.zuova.cz
Oddělení fyzikálních faktorů
martin.demel@zuova.cz, bretislav.janecka@zuova.cz

Úvod

Je již takovou malou tradicí, že se každoročně ve sborníku Kurzu osvětlovací techniky poohlédneme za aktuálně dokončeným ročníkem porovnávacího měření umělého osvětlení. Nejinak tomu bude i letos. Letošní ročník se konal 28. – 30. března 2006 na půdě Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava za velkého zájmu měřících skupin, což nás moc těší a zároveň zavazuje.

Pro úplnost připomeneme pořadatelé, a to jsou:

- Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě - Odbor hygienických laboratoří Ostrava
- Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava - Fakulta elektrotechniky a informatiky
- Česká společnost pro osvětlování - Regionální skupina Ostrava

Pořadatelé porovnávacího měření umělého osvětlení jsou Českým institutem pro akreditaci, o. p. s. (ČIA) jmenováni pilotním pracovištěm a pravidelně jsou tímto institutem kontrolováni, aby byla zaručena kvalita úrovně porovnávacích zkoušek.

Letošního ročníku porovnávacích zkoušek se zúčastnilo 34 měřících skupin, které měly za úkol změřit osvětlenost školní tabule jakožto místa pracovního úkolu, okolí tabule a celkovou osvětlenost místnosti – kanceláře. Každé měření se z důvodu použití statistického vyhodnocení dle Hornova postupu provádělo 4 x. Časový limit byl omezen na jednu hodinu, ale vzhledem k náročnosti měření bylo tolerováno překročení časového limitu. Po celou dobu měření se zaznamenávána hodnota síťového napětí z důvodu možných napěťových výchylek. Korekce na napětí si každá z měřících skupin prováděla individuálně na základě svého uvážení. Ostatní parametry, které mohly ovlivnit naměřené hodnoty, tzn. stárnutí světelných zdrojů, znečištění svítidel a povrchů, bylo možné vzhledem k délce měření zanedbat. Cílem měření bylo ověření způsobilosti přihlášených laboratoří dosáhnout požadované odborné úrovně při měření umělého osvětlení ve vnitřních prostorech.



• Obrázek 1: Měřená tabule - místo pracovního úkolu a její okolí



• Obrázek 2: Měřená kancelář – měření ve srovnávací rovině 0,85 m

Jmenný seznam zúčastněných měřících skupin:

| | |
|---|--|
| Zdravotní ústav se sídlem ve Zlíně, pracoviště Vsetín | ZÚ se sídlem v Českých Budějovicích, pobočka Jindřichův Hradec |
| Zdravotní ústav se sídlem v Jihlavě | ŽDB, a.s. |
| Zdravotní ústav se sídlem v Jihlavě, územní pracoviště Havlíčkův Brod | Zdravotní ústav se sídlem v Brně |
| Zdravotní ústav se sídlem v Praze | ENVIFORM, s.r.o. |
| Zdravotní ústav se sídlem v Jihlavě, pobočka Žďár nad Sázavou | Zdravotní ústav se sídlem v Českých Budějovicích |
| Chemopetrol, a.s., Sekce analytické chemie, DS 458 | RNDr. Pavel Vanoušek - Hygienické a ekologické laboratoře Cheb |
| Zdravotní ústav se sídlem v Brně, pobočka Hodonín | Zdravotní ústav se sídlem v Českých Budějovicích, pobočka Písek |
| Ing. Stanislav Bajer | Zdravotní ústav se sídlem v Ústí nad Labem, pobočka Litoměřice |
| Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě, pobočka Frýdek-Místek | Zdravotní ústav se sídlem v Ústí nad Labem |
| Zdravotní ústav se sídlem v Karlových Varech | Zdravotní ústav se sídlem v Ústí nad Labem, pobočka Děčín |
| Zdravotní ústav se sídlem v Pardubicích, pobočka Chrudim | Zdravotní ústav se sídlem v Plzni, LFF Tachov |
| Zdravotní ústav se sídlem v Ústí nad Labem, pobočka Most | Zdravotní ústav se sídlem v Plzni |
| Zdravotní ústav se sídlem v Hradci Králové, pobočka Trutnov | Zdravotní ústav se sídlem v Jihlavě, územní pracoviště Pelhřimov |
| Zdravotní ústav se sídlem v Pardubicích, pobočka Ústí nad Orlicí | PLASTSERVIS, a.s. |
| Ing. Petr Novotný - Light Servis | Zdravotní ústav se sídlem v Hradci Králové |
| EMPLA s.r.o. | Luxplan, s. r. o. |
| Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě | Vysoká škola Báňská - Technická univerzita Ostrava |

• Tabulka 1: Abecední seznam zúčastněných skupin



• Tabulka 3: Graf Z-score průměrné osvětlenosti tabule (pracovního úkolu)

Měřicí skupiny měly možnost se zúčastnit i měření jasů. Úkolem bylo změřeni jasů pracoviště. Do těchto zkoušek se přihlásilo 6 měřících skupin. Garantem zkoušky měření jasů a tvůrcem úkolu byl Doc. Ing. Jiří Plch, CSc.



• Obrázek 3: Pohled na měřené pracoviště

Jmenný seznam zúčastněných měřících skupin na měření jasů:

| | |
|--|--|
| Zdravotní ústav se sídlem v Pardubicích, pobočka Ústí nad Orlicí | Zdravotní ústav se sídlem v Českých Budějovicích |
| Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě | Zdravotní ústav se sídlem v Plzni |
| ŽDB, a.s. | Vysoká škola Báňská - Technická univerzita Ostrava |

• Tabulka 2: Abecední seznam zúčastněných skupin

Za vyhovující byl považován výsledek ve sledovaných parametrech $IZI < 2$. Hodnoty $IZI \geq 2$ byly považovány za nevyhovující.

Zvolené hodnoty směrodatných odchylek:

| Parametr | σ (%) |
|-------------------------------|--------------|
| Průměrná intenzita osvětlení | 10 |
| Minimální intenzita osvětlení | 10 |
| Rovnoměrnost | 10 |

• Tabulka 4: Odhady směrodatných odchylek

Matematická definice z-score:

$$z = \frac{X - x}{\sigma} \quad (-), \text{ kde}$$

X - naměřený výsledek laboratoře

x - odhad správného výsledku

σ - cílová hodnota směrodatné odchylky (reprodukovatelnost)

Závěr:

Podle hodnocení Z-score ve sledovaných parametrech a pro zvolené hodnoty směrodatné odchylky σ nevyhověla jedna zúčastněná laboratoř. Samostatné vyhodnocení měření jasů se neprovádělo, skupiny obdržely naměřené referenční hodnoty změřené Doc. Ing. Jiřím Plchem, CSc., digitální jasovou kamerou Rollei – Vario LMK 2000.

Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě, Odbor hygienických laboratoří Ostrava
Česká společnost pro osvětlování, Regionální skupina Ostrava
Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava,
Fakulta elektrotechniky a informatiky

vydávají

OSVĚDČENÍ

o účasti v mezilaboratorním porovnávání zkoušek pro zkušební laboratoř:

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
17. listopadu 15
708 33 Ostrava - Poruba

Potvrzujeme, že zkušební laboratoř se zúčastnila mezilaboratorního porovnávacího měření konaného ve dnech 28. - 30. 3. 2006 v Ostravě a zaměřené na

MĚŘENÍ UMĚLÉHO OSVĚTLENÍ

podle ČSN 36 0011-1, ČSN 36 0011-3, ČSN EN 12464-1

Zkoušení bylo organizováno ve spolupráci s Českým institutem pro akreditaci, o. p. s. a bylo zařazeno do Národního programu zkoušení způsobilosti pod označením UO-06.

Laboratoř naměřenými výsledky umělého osvětlení **místnosti, pracovního úkolu a jeho okolí** dosáhla požadovanou úroveň výsledků a

VYHOVĚLA

podmínkám zkoušení způsobilosti laboratoří pro měření umělého osvětlení. Výsledky byly vyhodnoceny dle statistických testů a Z-score.

Uvedená laboratoř je v protokolu o provedení mezilaboratorního porovnávacího měření umělého osvětlení uvedena pod označením .

Odborní garantí:

Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě
Odbor hygienických laboratoří Ostrava
Partyzánské nám. 7, 702 00
Telefon: 596 200 167, Fax: 596 118 661


Ing. Břetislav Janečka

Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě
OHL, oddělení fyzikálních faktorů
Partyzánské nám. 7
702 00 Ostrava 2


Prof. Ing. Karel Sokanský, CSc.

VŠB – Technická univerzita Ostrava
FEI, katedra elektroenergetiky
ul. 17. Listopadu 15
708 33 Ostrava – Poruba

V Ostravě 30. června 2006

- Obrázek 4: Osvědčení

Literatura a odkazy

[1] Meloun M., Statistické zpracování experimentálních dat na osobních počítačích, Pardubice, 1992

Novinky ve světelných zdrojích

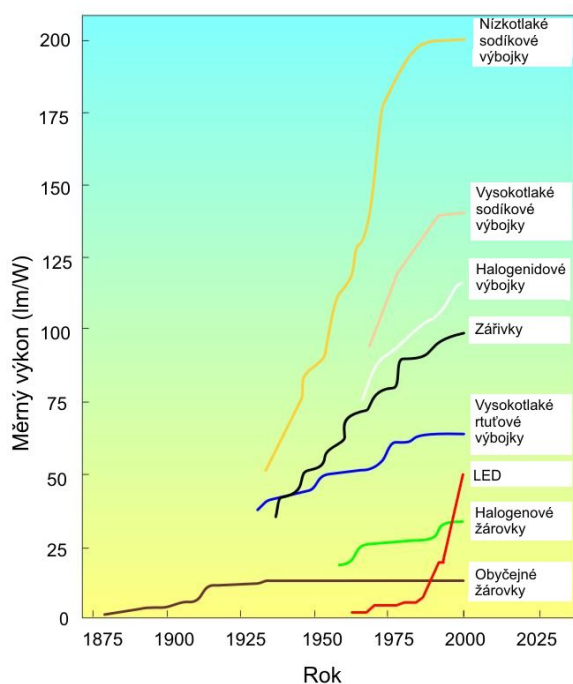
Ing. Vladimír Dvořáček
S Lamp Panenské Břežany

Referát o novinkách ve světelných zdrojích vychází z poznatků získaných autorem zejména při letošní návštěvě jednoho z nejvýznamnějších veletrhů v oblasti světelné techniky, který se pořádá pravidelně každé dva roky v německém Frankfurtu v rámci velkoryse pojaté mezinárodní akce Light & Building. Již tradičně lze konstatovat, že světelné zdroje si i nadále zachovávají velmi dynamický rozvoj z hlediska dalšího rozšiřování sortimentu i soustavného zlepšování užitečných hodnot již vyráběných typů. I když se letos neobjevily žádné nové principy generování světla, nutno konstatovat, že až na výjimky, se ve všech hlavních skupinách světelných zdrojů objevily zajímavé novinky, které určitě zaujaly pozornost odborné veřejnosti i běžného spotřebitele.

Největší pokrok zaznamenaly zejména elektroluminiscenční diody LED a halogenidové výbojky s keramickým hořákem, další úspěchy zaznamenaly vysokotlaké sodíkové výbojky, kompaktní a lineární zářivky i halogenové žárovky. Poněkud za očekáváním zůstaly bezelektrodové indukční výbojky, i když i zde se objevily některé zajímavé inovace.

Novinkami se prezentovaly především tradiční a významné světové firmy Philips a Osram. Vedle těchto firem zaujalo velké množství firem zejména z Číny a dalších asijských zemí s velmi rozmanitým sortimentem světelných zdrojů, které vytvářejí velmi tvrdou konkurenci tradičním výrobcům zejména svými velmi nízkými cenami, atraktivním vzhledem a v neposlední řadě i lepšími kvalitou.

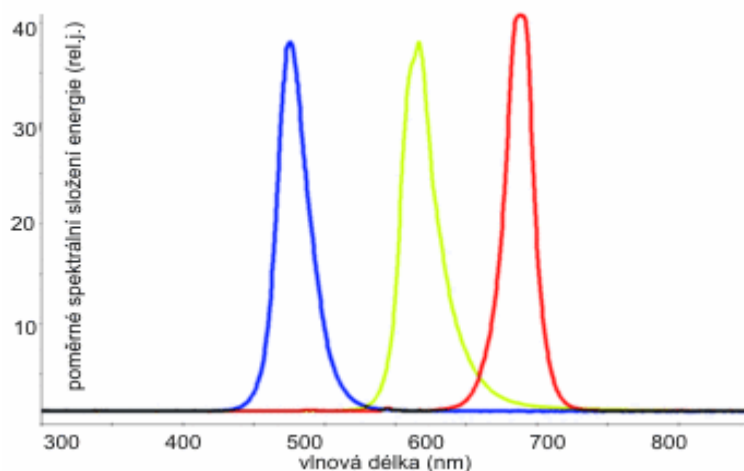
Bouřlivý rozvoj diod LED, který probíhá již po řadu let, pokračuje. Svědčí o tom i graf na obr.1, který dokumentuje vývoj účinnosti jednotlivých skupin světelných zdrojů, kde křivka charakterizující diody LED, zejména v posledním období, je nejstrmější. O důležitosti této skupiny světelných zdrojů svědčí např. skutečnost, že v Japonsku je vývoj bílých LED zahrnut do vládního programu zaměřeného na snižování emisí skleníkových plynů včetně CO₂, k němuž se japonská vláda zavázala v Kyotském protokolu v r. 1998. Cílem je dosažení účinnosti LED kolem 120lm/W .



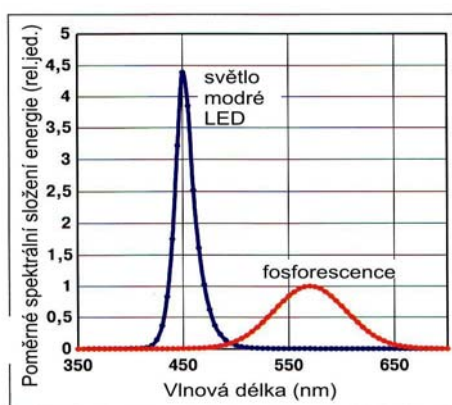
Obr. 1. Zvyšování měrného výkonu základních skupin světelných zdrojů od jejich

vzniku do současnosti

Teoretické možnosti zvyšování účinnosti přeměny elektrické energie na světelnou jim předurčují velmi významné místo mezi základními skupinami světelných zdrojů. Nové materiály a technologické postupy umožňují stálé zvyšování měrného výkonu. Účinnost 30lm/W je dosahována již běžně, špičkové výrobky mají až 50lm/W. Vyráběný sortiment obsahuje všechny základní barvy (červenou, zelenou, modrou) i další barvy (např. žlutou, růžovou aj.). Uvedené typy se vyznačují velmi úzkou křivkou spektrálního složení zahrnující interval vlnových délek do několika desítek nm (viz obr.2). Doplnění sortimentu o modrou barvu umožnilo vyvinout i diody barvy bílé zářící v celé viditelné oblasti spektra a tím se významně rozšířila oblast jejich použití včetně všeobecného osvětlení. Příklad spektra bílé diody LED, využívající jeden z několika možných principů získání bílého světla (pomocí luminoforu buzeného světlem modré LED), je uveden na obr3.



Obr. 2. Emisní spektrum vybraných barevných LED



Obr. 3. Emisní spektrum bílé LED (luminofor buzený světlem modré diody)

Vynikající vlastnosti LED (vysoká čistota barvy barevných diod, dlouhý život dosahující několika desítek tisíc hodin, kompaktní rozměry, rostoucí měrný výkon při postupně se

zlepšujícím indexem podání barev u bílých diod aj.) rozšiřují možnosti jejich použití do dalších oblastí osvětlení (signalizace, vnitřní osvětlení, osvětlení automobilů, zdravotnictví apod.) a dokonce v blízké budoucnosti i do uličního osvětlení, kde se s jejich aplikací vůbec nepočítalo. Frankfurtský veletrh přinesl neobyčejně rozmanité množství příkladů uplatnění diod LED v nejrůznějších světelných přístrojích, v nichž tyto diody tvoří základní stavební kámen. K vidění bylo mnoho velmi nápaditých aplikací v nejrůznějších oblastech osvětlení v atraktivním prostředí.

Druhou dynamicky se rozvíjející skupinou světelných zdrojů jsou halogenidové výbojky, které zaznamenaly kvalitativní skok zvládnutím náročné technologie umožňující vnášet halogenidy vhodných kovů do hořáku zhotoveného z korundové keramiky. Tím se významně doplnily přednosti klasických halogenidových výbojek s křemenným hořákem (spočívajících především v možnosti široké úpravy spektrálního složení vyzařovaného světla v důsledku velmi širokého výběru svítících prvků při velkém měrném výkonu), zejména ve směru:

- rozšíření příkonové řady směrem k malým příkonům (aktuálně až na 20W), při nichž by výbojky s křemenným hořákem byly již neefektivní
- významného zvýšení měrného výkonu u typů s malými příkony (20-35W) při vynikajícím podání barev
- snížení rozptylu kolorimetrických parametrů mezi jednotlivými výbojkami nezávisle na poloze svícení a znatelné zlepšení jejich stability během života (teplota chromatičnosti T_{cp} se pohybuje v rozmezí $\pm 200K$ v porovnání s $\pm 600K$ u výbojek s křemenným hořákem)
- zmenšení rozměrů vlastního hořáku a tedy i výbojky; z toho vyplývá další zlepšení účinnosti soustavy světelný zdroj-předřadník-svítidlo a snížení materiálových nákladů na svítidlo
- významného zvýšení zrakové pohody při použití výbojek s menšími příkony provozovaných pouze s elektronickými vysokofrekvenčními předřadníky
- dosažení delšího života.

Tyto trendy byly dokumentovány zejména novinkami firmy Philips, která představila již dříve avizovanou úplnou příkonovou řadu výbojek typu „CosmoWhite“ 45, 60, 90 a 140W, vyznačující se měrným výkonem až 120lm/W při $R_a \approx 65$ až 70 a T_{cp} 2 800 až 3 000 K a velmi kompaktními rozměry (obr.4.). Jsou konstruovány výlučně pro provoz s elektronickými předřadníky umožňujícími i stmívání. Zároveň pro ně byla vyvinuta vhodná svítidla optimalizovaná pro danou konstrukci výbojek. Zde nutno velmi pozitivně hodnotit komplexní přístup k optimalizaci spotřeby energie celého kompletu světelný zdroj – předřadník - svítidlo a nikoliv pouze jeho jednoho článku.



Obr. 4. Halogenidová výbojka s korundovým hořákem Philips Cosmowhite s elektronickým předřadníkem

Obdobný přístup byl uplatněn i u stejné příkonové řady výbojek typu „CosmoGold“. Zde se jedná o vysokotlaké sodíkové výbojky, s měrným výkonem až 120lm/W při $R_a \approx 25$. Tento projekt přinese velké úspory elektrické energie a je představen jako významný přínos firmy k omezení emisí skleníkových plynů. Dalšími pozoruhodnými výrobky ze skupiny halogenidových výbojek s keramickým hořákem jsou výbojky o příkonu 20 a 35 W, s velmi kompaktními rozměry, připravované do výroby v nejbližší době. Jsou provozovány s elektronickým předřadníkem a jejich měrný výkon dosahuje dříve nevídaných 85lm/W při $R_a > 80$. Další výbojky 35 a 70W se vyznačují rovněž velmi malými rozměry, vynikající účinností převyšující 90lm/W při stejně vynikajícím podání barev s $R_a \approx 88$. Firma Osram představila v této oblasti především výbojky, jejichž korundový hořák má, na rozdíl od dřívějšího válcového tvaru s ostrými hranami, kulový resp. elipsoidní tvar, který lépe opisuje kontury výboje, snižuje teplotní rozdíly mezi jednotlivými částmi hořáku, což umožňuje příznivě nastavit jeho teplotní režim a zvýšit tak měrný výkon výbojky (obr.5.). Tento tvar výbojové trubice je používán u výbojek o příkonu 20 až 250W v různých provedeních (tvar vnější baňky, typ patice, u některých typů integrovaný reflektor). Náročnou technologií výroby výbojek tohoto typu se může zatím pochlubit skutečně pouze omezený počet světových firem.



Obr. 5. Halogenidová výbojka s elipsoidním korundovým hořákem.

Nízkotlaké výbojové zdroje byly na veletrhu zastoupeny lineárními a zejména kompaktními zářivkami, především v provedení s integrovaným elektronickým předřadníkem a žárovkovou patičí E27 příp. E14. Sortiment této skupiny kompaktních zářivek je velmi bohatý a soustavně dochází k jeho dalšímu rozšiřování o nové typy z hlediska příkonu, konfigurace výbojového prostoru, tvaru vnější baňky, geometrických parametrů, konstrukce patice apod. Důležitým požadavkem jsou zejména malé obrysové rozměry, které jsou dosahovány účelným složením výbojové dráhy do dvou, čtyř, šesti nebo osmi paralelně umístěných a vzájemně propojených trubic tak, že vytváří jeden společný výbojový prostor. Vyskytují se i další formy výbojové trubice, vycházející např. ze základního polotovaru ve tvaru písmene U, který je následně spojován do složených tvarů 2U, 3U, 4U (na výstavě se dokonce objevily i zářivky 8U). Časté jsou rovněž zářivky s výbojovou trubicí ve tvaru různých šroubovic i jiných složitějších a technologicky značně náročných tvarů. Zajímavým z hlediska uživatele je umístění výbojové trubice zářivek s malými příkony (do max. 23W) do vnější baňky různého tvaru (hruškový, kulový, svíčkový, hříbkový apod.– viz obr. 6) s rozptýlnou vrstvou. Základním motivem tohoto uspořádání je co nejvíce se přiblížit svými obrysovými rozměry i křivkou rozložení svítivosti obyčejným, reflektorovým, příp. dekoračním žárovkám. Teplotní závislost světelného toku je korigována pomocí amalgámu vhodného kovu (např. indium). Tím se podstatně rozšiřuje teplotní interval, v němž světelný tok dosahuje požadované hodnoty. Celý sortiment kompaktních zářivek je vyráběn v základních odstínech bílé barvy, charakterizovaných náhradní teplotou chromatičnosti 2700, až 6000K.



Obr. 6. Kompaktní zářivky s integrovaným předřadníkem a vnější rozptylnou baňkou.

Lineární zářivky byly prezentovány především provedením s průměrem trubice 16mm (T5), provozované na vysoké frekvenci s elektronickým předřadníkem. Tyto zářivky vyráběné ve dvou příkonových řadách (14, 21, 28 a 35W - mající optimální parametry z hlediska měrného výkonu a v odpovídajících teplotních podmínkách dosahují až 104 lm/W při R_a 80-89 a 24,39,49,54 a 80W – vyznačující se větším světelným tokem z jednotky délky trubice a v odpovídajících teplotních podmínkách dosahují až 87lm/W) sice již nejsou nejžhavějšími novinkami, díky nim se však objevilo množství nových estetických, materiálově úsporných a zároveň účinnějších zářivkových svítidel. Negativní vliv okolní teploty je řešen používáním amalgámů vhodných kovů, které rozšiřují teplotní interval, v němž si světelný tok zářivek udržuje hodnotu blízkou optimální. U zářivek T5 je tlak par rtuti regulován vytvořením umělého tzv. chladného bodu, jehož teplota určuje tlak nasycených par rtuti a udržuje jej na hodnotě, při níž je světelný tok zářivky maximální. Konstrukčně provedení spočívá ve vysunutí jedné elektrody blíže ke středu trubice, takže chladné místo vznikne v oblasti za touto elektrodou. Tento konec zářivky je zřetelně označen a v případě použití několika zářivek v jednom svítidle nutno takto označené konce shodně orientovat. Výhody těchto zářivek souvisí s lepšími vlastnostmi luminoforů, optimálními podmínkami výboje a s provozem na vysoké frekvenci (větší účinnost-až o 10% při vynikajícím podání barev, stabilní svícení bez míhání, úplné potlačení stroboskopického jevu, menší ztráty v předřadníku aj.).

V poslední době se objevily zářivky s náhradní teplotou chromatičnosti 8000 K, označované názvem např. „Skywhite“, „ActiViva“ vyznačující se zvýšenou složkou v modré oblasti spektra, které jsou pro své stimulující účinky na člověka určeny do provozů s nedostatkem denního světla. Vedle těchto zářivek se vyrábějí i zářivky barevné (modré, zelené, červené aj.), které se kromě dekoračního osvětlení uplatňují i v soustavách s dynamickým řízením světla pomocí počítačů, umožňujících vytvářet prakticky nekonečný počet odstínů vydávaného světla.

Významní výrobci kladou důraz na ekologickou stránku výroby zářivek. Výrazným snížením množství jedovaté rtuti používané v zářivce až na hodnoty kolem 3mg splňují nové přísné mezinárodní hygienické normy a tak přispívají k ochraně životního prostředí při vlastní výrobě i při likvidaci vyhořelých zdrojů. Některé typy zářivek jsou opatřeny ochranným průhledným obalem po celé délce trubice, který se ani v případě náhodného rozbití zářivky

neporuší a zabraňuje rozptýlení rtuti a střepů do okolního prostředí. Ekologicky šetrný přístup ke konstrukci a výrobě světelných zdrojů byl ostatně na výstavě zdůrazňován prakticky všemi významnými výrobci. Stejně tak každé zvýšení měrného výkonu světelného zdroje (včetně např. halogenových žárovek) anebo prodloužení jeho života bylo prezentováno jako příspěvek ke snížení emisí oxidu uhličitého, souvisejícího s úsporou elektrické energie při jeho provozu nebo výrobě.

Zaslouženou pozornost budily i novinky v oblasti halogenových žárovek. I když jejich měrný výkon značně zaostává za halogenidovými výbojkami s malým příkonem a v současné době již i za diodami LED, přesto díky svým dalším vynikajícím vlastnostem (příjemné bílé světlo, vynikající podání barev, dobrá stabilita světelného toku během života, kompaktní rozměry, koncentrované vlákno umožňující nasměrovat světlo na požadovanou plochu atd.) existují aplikace, kde jejich uplatnění lze oprávněně upřednostnit. Díky vhodným geometrickým parametrům žárovek byla u některých typů s úspěchem použita náročná technologie interferenčních vrstev nanesených na vnější baňku, které propouštějí viditelné světlo a odrážejí infračervené záření zpět na vlákno a zlepšují tak jeho energetickou bilanci. Výsledkem je při zachování života vyšší měrný výkon až o 35%. Technologicky velmi náročné jsou další novinky z rodiny halogenových žárovek a sice žárovky s malým příkonem (již od 20W) na síťové napětí, zabudované do vnější baňky různých tvarů (svíčkové, kroucené, válcové aj.) opatřené patičí E14, E27, G9, GZ10 aj. (průměrný život 2000h, měrný výkon 12 až 17lm/W, rozsah příkonů 20 až 150W). Pozoruhodné ze světelně technického hlediska jsou zejména žárovky s reflektorovou baňkou, které podstatně zjednodušují konstrukci a cenu svítidla a umožňují usměrnit světelný tok na potřebnou plochu. Zajímavou novinkou je halogenová žárovka určená pro dopravní signalizaci, přinášející v porovnání s dosud používanými klasickými žárovkami odolnými proti otřesům až 60% úsporu energie. U halogenových žárovek je vesměs zdůrazňováno, že jejich baňka je vyrobeny ze skla nepropouštějícího UV-záření.

Příznačný pro poslední desetiletí je velmi silný pozitivní vliv elektroniky a výpočetní techniky na celou oblast osvětlování, přinášející významné úspory elektrické energie (menší ztráty energie v předřadníku, možnost účelného stmívání, aktivní reagování na úroveň denního osvětlení, sledování přítomnosti lidí v místnosti a podle toho je regulován provoz soustavy, podstatné zlepšení podmínek vidění díky provozu na vysoké frekvenci, dynamické řízení podmínek osvětlení podle stanoveného programu, odpojování vadných světelných zdrojů, aplikace elektronických předřadníků i u výbojových zdrojů s vyšším příkonem atd.

Legislativní podklady pro osvětlování a jejich databázové zpracování pro expertní systém

Daniel Foltýn, Ing.; Petr Baxant, Ing., Ph.D.

Ústav elektroenergetiky, FEKT VUT v Brně,

<http://www.ueen.feec.vutbr.cz>, email: xfolty03@stud.feec.vutbr.cz

Anotace

Tento příspěvek pojednává o problematice vkládání dat z legislativních dokumentů v oboru světelné techniky do znalostní databáze expertního systému pro návrh osvětlení. Světelná technika představuje v tomto směru velice široký obor, s řadou různorodých informací a jejich zpracování je tudíž poměrně komplikované. Nejde ani tak o samotné uložení do databáze, ale o vhodnou dekompozici do podoby zřetěžitelných znalostí. Špatně navržená struktura dat znemožní funkčnost expertního systému a degraduje jej na primitivní encyklopedii. Proto hledáme strategii, jak data vhodným způsobem reprezentovat, aby byly strojově zpracovatelné a odpovídaly standardu znalostních a expertních systémů.

Úvod

Znalostní databáze, na kterou se soustředíme, bude zahrnovat legislativní dokumenty z oblasti světelné techniky. Je patrné, že legislativa je velmi důležitá pro začlenění do expertního systému a je nutné jí věnovat širší pozornost. Jedním ze základů expertního systému pro obecné uspořádání znalostí do určité formy je strukturovaný zápis dat. Struktury se kterými se můžeme setkat u legislativních dokumentů jsou velice různorodé od běžného textu přes tabulky, paragrafy, vzorce, jednotky, vysvětlení veličin až po názvy dokumentů. Nejrozšířenější formou takového zápisu jsou tabulky. V těchto tabulkách jsou definovány sloupce jako sady atributů, které jsou společné pro záznamy se stejnými hodnotami. Zde je třeba zavést určité rozdělení respektive atributy, dle kterých by se dokumenty rozlišovaly, jako např. rozdělení dle názvu legislativního dokumentu, dle datumu vydání, dle datumu platnosti atd. Příklad atributů jsme zvolili následovně, viz tabulky č. 1, 2 a 3. Je zde vidět, že seznam atributů je podobný jako při vyhledávání legislativních dokumentů na internetových stránkách Českého normalizačního institutu, což je logické, protože se jedná o podobnou databázi, která bude začleněna přímo do expertního systému.

Je také vhodné legislativní podklady rozdělit do tříd dle toho, zda se jedná o zákon, nařízení vlády, normu či vyhlášku, změnu normy či její náhradu. Dle této posloupnosti můžeme rozhodovat jakou váhu má jednotlivá třída. Třída zákonů má váhu nejvyšší, protože její znění je zákonem ustanovené a musí se dodržovat, kdežto naopak normy jsou jen doporučená ustanovení, které sice můžeme, ale také nemusíme dodržet. Můžeme také využít, při převedení všech aktuálních legislativních dokumentů do textové podoby, nejjednodušší vyhledávání dle zadaných slov, ale při velkém stránkovém rozsahu norem a opakujících se výrazech v každém legislativním dokumentu je tento způsob nevhodný. Jednodušší je po převedení legislativy do textové podoby např. vytvořit ke každému dokumentu klíčová slova a dle nich vyhledávat pro nás potřebný legislativní dokument. Tyto klíčová slova provázat s např. datumem vydání legislativního dokumentu respektive datumem platnosti a názvem dokumentu a máme jednoduchou relaci.

Tab. 1: Sestavení atributů v tabulkách použitých při vkládání dat do znalostní databáze

Základní legislativní dokumenty

| ID | Označení dokumentu | Třídící znak | Katalogové číslo | Typ dokumentu | Název dokumentu | Datum platnosti | Anotace | Klíčová slova |
|----|--------------------|--------------|------------------|---------------|------------------------------|-----------------|--|-----------------------------------|
| 1 | ČSN 360010 | 360010 | 3111 | Norma | Měření světla. Kmenová norma | 1.10.1965 | Norma platí pro vizuální ... | Měření světla, měřící metody, ... |
| 2 | ČSN 360400 | 360400 | 23933 | Norma | Veřejné osvětlení | 1.10.1985 | ČSN 36 0400 Norma platí pro všechny druhy... | Veřejné osvětlení, návrh... |

Tab. 2: Sestavení atributů v tabulkách použitých při vkládání dat do znalostní databáze

Změny základních legislativních dokumentů

| ID | Označení dokumentu | Třídící znak | Katalogové číslo | Název změny | Datum platnosti |
|----|--------------------|--------------|------------------|-----------------------------------|-----------------|
| 1 | ČSN 360010 | 360010 | 18925 | Z1 - Měření světla. Kmenová norma | 1.9.1996 |
| 2 | ČSN 360400 | 360400 | 35695 | Veřejné osvětlení | 1.3.1987 |
| 3 | ČSN 360400 | 360400 | 35696 | Veřejné osvětlení | 1.3.1990 |

Tab. 3: Sestavení atributů v tabulkách použitých při vkládání dat do znalostní databáze

Náhrady základních legislativních dokumentů

| ID | Označení dokumentu | Třídící znak | Katalogové číslo | Název náhrady | Datum platnosti |
|----|--------------------|--------------|------------------|-------------------|-----------------|
| 1 | ČSN 360400 | 360400 | 72547 | Veřejné osvětlení | 1.6.2005 |

Tyto tabulky reprezentují základní rozdělení legislativních dokumentů, dle toho zda se jedná o základní dokument jako je zákon, nařízení vlády, normu či vyhlášku a další dokumenty jako jsou jejich změny, náhrady a opravy. Tabulka č. 1 představuje dva základní legislativní dokumenty a to konkrétně normu pro měření světla a normu pro veřejné osvětlení. V tabulce 2 jsou uvedeny jejich změny, kdy je vidět, že kmenová norma pro měření osvětlení má jen jednu změnu a norma pro veřejné osvětlení má změny dvě. V tabulce 3 jsou uvedeny náhrady norem základních legislativních dokumentů uvedených v tabulce 1. Kmenová norma pro měření osvětlení nemá žádnou náhradu a norma pro veřejné osvětlení má jednu náhradu. Z těchto tabulek můžeme vyčíst několik důležitých informací. Všechny uvedené tabulky obsahují některé jednoznačné atributy jako jsou např. Katalogové číslo a Datum platnosti a dále obsahuje několik nejednoznačných atributů např. Označení dokumentu, Třídící znak, Typ dokumentu, Název dokumentu, Anotaci, Klíčová slova a další. Některé z těchto nejednoznačných atributů jsou společné pro všechny uvedené tabulky Základní legislativní dokumentů, Změny základních legislativních dokumentů a Náhrady základních legislativních dokumentů. Tyto tři tabulky mají společné např. atributy Označení dokumentu, Třídící znak a další, vyplývá z toho že tyto tabulky bychom mohli přes tyto společné atributy propojit do relace a dostat tak výslednou jednu tabulku.

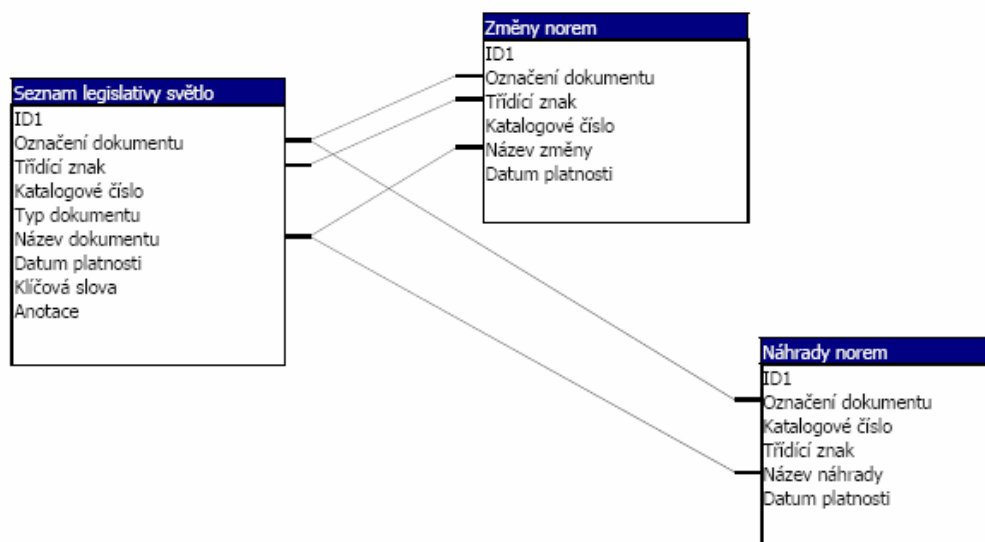
Propojení uvedených tabulek relacemi získáme přehlednější tabulku, kde se sice ještě mohou některé atributy duplikovat, například Název dokumentu, Název změny a Název náhrady, ale pokud je sloučíme do jednoho atributu získáme jednodušší strukturu pro vyhledávání pomocí zadávání jednotlivých požadavků. Výsledné relace budou tvořit novou tabulku č. 4.

Tab. 4: Propojení tabulek do jedné relace bez duplikování atributů

| ID | Označení dokumentu | Třídící znak | Katalogové číslo | Typ dokumentu | Název dokumentu | Datum platnosti | Anotace | Klíčová slova |
|----|--------------------|--------------|------------------|---------------|------------------------------|-----------------|--|-----------------------------------|
| 1 | ČSN 360010 | 360010 | 3111 | Norma | Měření světla. Kmenová norma | 1.10.1965 | Norma platí pro vizuální ... | Měření světla, měřící metody, ... |
| 2 | ČSN 360400 | 360400 | 23933 | Změna normy | Veřejné osvětlení | 1.10.1985 | ČSN 36 0400 Norma platí pro všechny druhy... | Veřejné osvětlení, návrh... |
| 3 | ČSN 360400 | 360400 | 72547 | Náhrada normy | Veřejné osvětlení | 1.6.2005 | ČSN 36 0400 Norma platí pro všechny druhy... | Veřejné osvětlení, návrh... |

Pokud bychom chtěli vytvořit komplexní znalostní databázi bude nutné složit několik takovýchto relací paralelně do rozhodovací části, která by měla fungovat nejenom od obecného rozhodování ke konkrétnímu řešení, ale také

zpětně jak už bylo popsáno, od konkrétního požadavku zpět po všechny zúčastněné legislativní dokumenty. V této fázi tvorby znalostní databáze legislativních dokumentů jsme nejprve na základě různých kritérií vytvořili bázi několika tabulek, z nich lze mechanismy pro třídění, vyhledávání a filtrování dat vytvářet samostatné sestavy. Tyto tabulky lze např. jednoduše převést do programů, ve kterých lze toto filtrování dat provést. Jednoduché rozhraní pro filtraci dat poskytuje MS Office Access s příkazy *seřadit vzestupně* či *sestupně* nebo příkazy *filtrovat podle výběru* a *filtrovat mimo výběr*, použitelné však pouze pro jednoho pole. Pokud bychom chtěli filtrovat data dle více polí na několika záložkách původního okna, je komfortnější použít příkaz *filtrovat pomocí formuláře* a nebo tzv. okno rozšířeného filtru. Na základě struktury legislativních dokumentů byly jednotlivé tabulky importovány do již zmiňované databázové aplikace MS Office Access a vytvořeny vzájemné relace. Příklad návrhu relací mezi tabulkami je uveden na obrázku 1.



Obr. 1 Příklad vytvoření jednotlivých relací v tabulkách v MS Office Access.

Jsou zde navzájem propojeny atributy, které spolu souvisí, např. při vyhledávání přes atribut Označení dokumentu se dostaneme díky relacím i k změnám a náhradám tohoto legislativního dokumentu a dostáváme tak kompletní informaci o aktuálním stavu tohoto dokumentu. Následně lze vytvořit vlastní formulář pro vyhledávání jednotlivých informací v této jednoduché databázi legislativních dokumentů v oboru světelné techniky.

Závěr

S tvorbou znalostní databáze legislativních dokumentů v oboru osvětlovací techniky jsme teprve na začátku, rozebíráme možnosti jak ji sestavit a pomocí jakých nástrojů. Snažíme se tak vytvořit jeden ze stavebních kamenů pro využití expertního systému v osvětlovací technice. Článek měl čtenáře seznámit s metodami, jak se databáze sestavují a jaký je základní princip relačního přístupu k reprezentaci dat. V praxi existují i jiné přístupy pro ukládání strukturovaných dat jako např. objektové třídy. Pro expertní systémy se nabízí přímo řešení využití tzv. deduktivních databází, nicméně pojednání o těchto dalších možnostech bude předmětem některé následující publikace.

Poděkování

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

Literatura a odkazy

- [1] Riordan, R. M.: Vytváříme relační databázové aplikace. Computer Press 2000, ISBN 80-7226-360-9
- [2] Stonebraker, M., Brown, P., Moore, D.: Objektové relační SŘBD analýza příští velké vlny. BEN Technická literatura, Praha 2000.
- [3] Baxant, P., Sokanský, K.: Expertní systém pro návrh osvětlení. Časopis Světlo, č. 2. 2006, ISSN 1212-0812.

Špecifické problémy klasifikácie tried osvetlenia podľa normy pre verejné osvetlenie

Dionýz Gašparovský – Alfonz Smola

STU v Bratislave, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava, Slovenská republika

1. Úvod

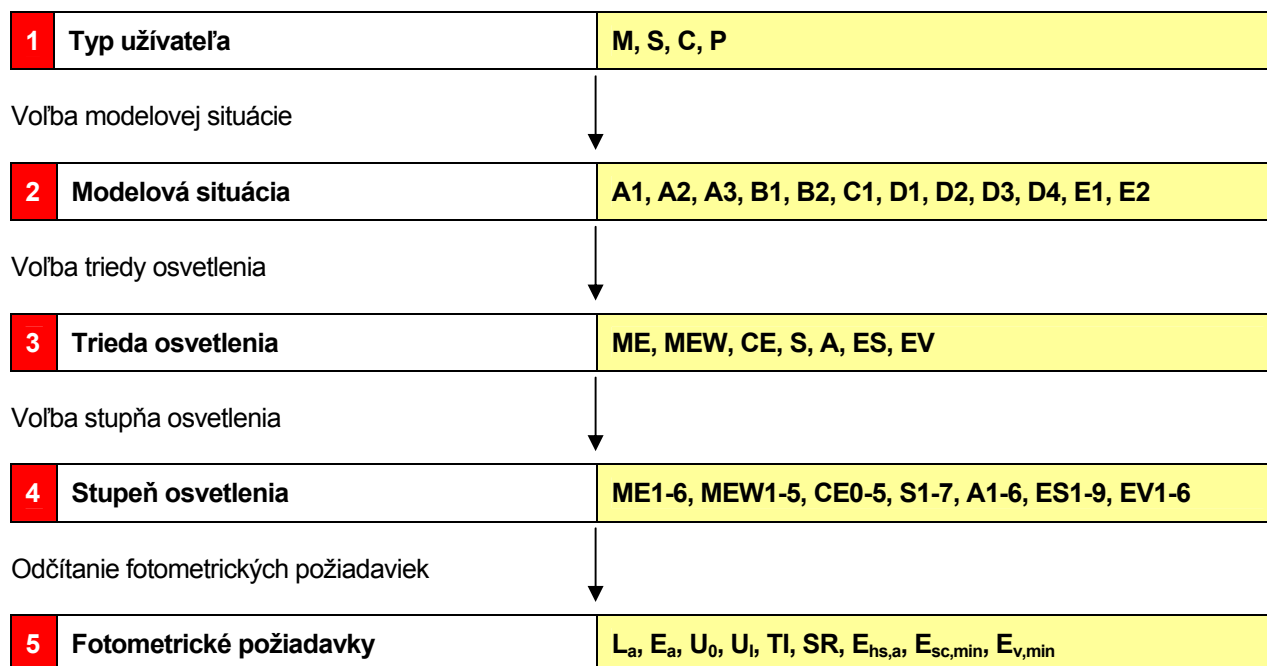
Pre oblasť verejného osvetlenia je k dispozícii skupina dokumentov, ktorá pokrýva tiež problematiku klasifikácie jednotlivých druhov miestnych komunikácií do tried osvetlenia. V rámci normy STN EN 13201 sa voľbe tried osvetlenia venuje prvá časť (technická správa) – STN TR 13201-1. Tento dokument obsahuje metodiku na voľbu triedy osvetlenia vzhľadom na rôzne dopravné a vizuálne situácie.

V procese stanovenia triedy osvetlenia, čo nie je jednoduchý proces, sa posudzuje mnoho parametrov. Treba definovať jednotlivých užívateľov miestnej komunikácie a ich funkciu, posúdiť dopravnú situáciu (intenzita dopravy, druh a početnosť kríženia, výskyt parkujúcich vozidiel, zložitosť orientácie atď.) aj vizuálnu situáciu (komplexnosť zorného poľa, úroveň jasu okolia atď.) a iné dôležité faktory (miera kriminality, požiadavky na rozpoznávanie tváre).

Prvé skúsenosti s aplikáciou nových noriem pre verejné osvetlenie ukázali, že celý proces zatriedenia miestnych komunikácií nie je jednoznačný a miestami sú niektoré požiadavky až nejasné, pričom sa jedná nepochybne o veľmi dôležitú časť návrhu verejného osvetlenia. Od triedy osvetlenia sa odvíjajú fotometrické požiadavky a v konečnom dôsledku aj celá kvalita a hospodárnosť navrhovanej sústavy. Chýba tu predovšetkým podrobnejší metodický postup pre stanovenie tried osvetlenia, sprispôsobený pre národné špecifiká verejného osvetlenia. Potreba spracovania takéhoto metodického materiálu vyplýva aj z praxe.

2. Teoretický úvod

STN TR 13201-1 uvádza procedurálny postup stanovenia tried osvetlenia. Celkový postup sa dá graficky znázorniť nasledovne (pozri tiež obr. 1):



1. Vol'ba modelovej situácie: bežná miestna obslužná komunikácia s parkujúcimi vozidlami

| Typická rýchlosť hlavného užívateľa | Užívatelia rovnakej relevantnej oblasti | | | Modelová situácia |
|-------------------------------------|---|-----------------------|---------------------|-------------------|
| | Hlavný užívateľ | Iný povolený užívateľ | Nepovolený užívateľ | |
| vysoká > 60 km/h | 1 M | - | S C P | A1 |
| | | S | CP | A2 |
| | | S C P | - | A3 |
| stredná 30 – 60 km/h | M S | CP | - | B1 |
| | M S C | P | - | B2 |
| | C | P | M S | C1 |

2. Vol'ba rozsahu

Hustota dopravy cyklistov: BEŽNÁ

| komplexnosť zorného poľa | parkujúce vozidlá | Uroveň jas okolia | | |
|--------------------------|-------------------|-------------------|---------|--------|
| | | nizka | stredná | vysoká |
| bežná | áno | ← | ← | ○ |
| | nie | ○ | ○ | → |
| vysoká | áno | ○ | ○ | ○ |
| | nie | ○ | → | → |

Tabuľka 12: Požadovaný rozsah pre súbor B1 = ME

| Obtiažnosť orientácie | hustota križovatiek | Hustota dopravy (počet vozidiel) | | | | | |
|-----------------------|---------------------|----------------------------------|----|----|---------|----|----|
| | | < 7 000 | | | > 7 000 | | |
| | | ← | ○ | → | ← | ○ | → |
| bežná | < 3 na km | 6 | 5 | 4b | 5 | 4b | 3c |
| | >= 3 na km | 5 | 4b | 3c | 4b | 4b | 3c |
| vyššia | < 3 na km | 5 | 4b | 3c | 5 | 4b | 3c |
| | >= 3 na km | 4b | 3c | 2 | 3c | 3c | 2 |

3. Svetelnotechnické parametre

| Trieda | L_{str} (cd.m ²) (najmenší upravený) | U_0 (najmenšia hodnota) | U_1 (najmenšia hodnota) | TI (%) (najväčšia hodnota) | SR (najmenšia hodnota) |
|--------|--|---------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------|
| ME 1 | 2,0 | 0,4 | 0,7 | 10 | 0,5 |
| ME 2 | 1,5 | 0,4 | 0,7 | 10 | 0,5 |
| ME 3a | 1,0 | 0,4 | 0,7 | 15 | 0,5 |
| ME 3b | | | 0,6 | 15 | 0,5 |
| ME 3c | | | 0,5 | 15 | 0,5 |
| ME 4a | 0,75 | 0,4 | 0,6 | 15 | 0,5 |
| ME 4b | | | 0,5 | - | - |
| ME 5 | 0,5 | 0,35 | 0,4 | 15 | 0,5 |
| ME 6 | 0,3 | 0,35 | 0,4 | 15 | - |

• obr. 1 Postup stanovenia triedy osvetlenia a príslušných fotometrických parametrov

V rámci hodnotenia sa rozlišujú štyria užívatelia miestnej komunikácie:

- M:** motorové vozidlá
- S:** pomalé vozidlá do 40 km/h (v niektorých krajinách do 50 km/h)
- C:** cyklisti a mopedy do 50 km/h
- P:** chodci a invalidné vozíky

Pritom sa rozlišuje, ktorý z týchto užívateľov je hlavným užívateľom, ktorý je povoleným a ktorý v rámci danej miestnej komunikácie nepovoleným. Kombináciou štyroch typov užívateľov s tromi funkčnými možnosťami dostaneme niekoľko modelových situácií. Pre každú modelovú situáciu sú k dispozícii príslušné tabuľky, kde sa ďalej posudzujú rôzne parametre vedúce k rôznym triedam osvetlenia. Triedy osvetlenia sú nasledovné:

- ME:** pre vodičov motorových vozidiel pri vyšších a stredných rýchlostiach
MEW: ako ME, ale pre prevažne (počas roka) mokrý povrch vozoviek
CE: pre vodičov motorových vozidiel v konfliktných oblastiach, parkovacích zónach, kde sa posudzuje horizontálna osvetlenosť; tieto triedy platia aj pre chodcov a cyklistov
S, C: pre chodcov na chodníkoch a pre cyklistov na cyklistických cestičkách, posudzuje sa horizontálna osvetlenosť; tieto triedy platia tiež pre motoristov v obytných zónach
A: alternatívna trieda k triedam S, posudzuje sa však polguľová osvetlenosť
ES: doplnkové triedy pre tie prípady, kde je potrebné rozlišovať tváre, posudzuje sa polovalcová osvetlenosť
EV: doplnkové triedy pre tie prípady, kde je potrebné posudzovať vertikálnu osvetlenosť, napríklad pri zložitých križovatkách apod.

Význam fotometrických parametrov je nasledovný:

- L_a** - average luminance of road surface
U₀ - overall uniformity of luminance
U_I - longitudinal uniformity of luminance
T_I - threshold increment
SR - surround ratio
E_a - average horizontal illuminance
E_{min} - minimum horizontal illuminance
E_{hs,a} - average hemispherical illuminance
E_{sc,min} - minimum semicylindrical illuminance
E_{v,min} - minimum vertical illuminance
U₀ - overall uniformity of hemispherical illuminance

Treba zdôrazniť, že proces sa uzatvára určením požadovaných fotometrických parametrov. Tabuľky fotometrických parametrov pre jednotlivé triedy osvetlenia sú obsiahnuté v STN EN 13201-2. Táto druhá časť normy je preto veľmi úzko spojená s prvou časťou. Tretia a štvrtá časť normy sú pomerne samostatnými dokumentami. Tretia časť obsahuje metodiku výpočtu svetelnotechnických parametrov, táto je však implementovaná v dostupných výpočtových programoch a projektant sa priamo nedostáva do styku s metodikou. Štvrtá časť normy sa venuje meraniu fotometrických parametrov, čo je však tiež predmetom činnosti iba úzkej skupiny špecializovaných firiem. V súčasnosti sa merania verejného osvetlenia podľa tejto normy na Slovensku ani v Čechách systematicky nevykonávajú.

3. Ciele výskumu

Na základe praktických skúseností s návrhom sústav verejného osvetlenia boli stanovené tieto ciele výskumných úloh:

- analýza vybranej množiny parametrov
- štatistické hodnotenie výskytu jednotlivých tried osvetlenia v bežných mestách na Slovensku
- komparatívna klasifikácia miestnych komunikácií do tried osvetlenia nezávislými odborníkmi
- vypracovanie podrobnejšej metodiky na klasifikáciu miestnych komunikácií do tried osvetlenia

V prvej fáze boli riešené prvé dva body uvedených cieľov, v súčasnosti sa spracúva tretia úloha.

4. Metodika

1. Analýza vybranej množiny špecifických parametrov bola riešená predovšetkým dvomi prístupmi: praktické skúsenosti so spracovaním svetelnotechnických návrhov vo vzorových mestách dopĺňa štúdium fotodokumentácie rôznych situácií vo verejnom osvetlení. V prvom prípade sa analyzovala klasifikácia v 5 mestách – od menších miest (800 svetelných miest) po bežné okresné mestá (2 500 svetelných miest). V dvoch z uvedených miest už na základe tejto klasifikácie podľa nových noriem bola realizovaná komplexná rekonštrukcia verejného osvetlenia (takmer 100 % miestnych komunikácií) v rokoch 2005 – 2006, v ďalších dvoch mestách sa takáto rekonštrukcia aktuálne pripravuje. Fotodokumentácia pre štúdium situácií bola zostavená v pomerne širokom rozsahu z auditov a pasportov verejného osvetlenia vo viac ako 30 mestách a obciach na Slovensku a z hlavného mesta Bratislavy.

2. Spracovanie štruktúrneho zloženia miestnych komunikácií vo vzťahu k triedam osvetlenia bolo realizované z údajov z 5 vzorových miest podľa popisu v predchádzajúcom bode.

3. Porovnávacia klasifikácia tried osvetlenia: pre vybrané typické situácie, ktoré sa vo verejnom osvetlení vyskytujú najčastejšie (na základe predchádzajúcich analýz), boli zostavené úlohy s cieľom posúdiť tieto situácie. Úlohy boli zaslané odborníkom, ktorí s návrhom verejného osvetlenia podľa nových noriem už majú určité skúsenosti. Cieľom komparatívnej analýzy je zistiť, nakoľko sa prístupy jednotlivých projektantov líšia a aká je kompatibilita v postupoch. V rámci podkladových materiálov bol poskytnutý stručný popis situácie a príslušná fotodokumentácia.

5. Výsledky a diskusia

Analýza vybranej množiny špecifických parametrov

Zložitosť zorného poľa: Zložitosť zorného poľa možno najpresnejšie stanoviť vyhodnotením zorného poľa pozorovateľa, čo sa dá pomerne ľahko vykonať spočítaním plôch fotodokumentácie a aplikovaním tvaru a veľkosti zorného poľa. Pre stanovenie hranice (tu je potrebné rozlíšiť len medzi dvoma možnosťami – zložitosť bežná alebo vysoká) je ešte potrebné vykonať ďalšie práce. Predbežne možno uvažovať hraničnú hodnotu 30 %, avšak s prevažným pokrytím v oblasti bezprostredného okolia zrakovej úlohy. Za kritický detail sa tu uvažuje pozorovaná vozovka. Možno predpokladať, že pre praktické použitie je takto stanovený postup nevhodný vzhľadom na časovú náročnosť, určenie sa preto môže vykonať odhadom; dobrý odhad však môže stavať na tréningu s posudzovaním typických situácií. Pripravujú sa ďalšie práce zamerané na získanie vzorových situácií (fotografie) s percentuálne odstupňovaným pomerom rušivých prvkov v zornom poli a s určením hraničnej hodnoty. Pri vyššej zložitosti zorného poľa sa v niektorých prípadoch zvyšuje trieda osvetlenia o jeden stupeň prostredníctvom posuvnej tabuľky. Okrem rušivých prvkov by sa v rámci tohto parametra malo posudzovať aj optické vedenie vodiča; ak nie je dostatočne dobré, malo by sa to zohľadniť ako ďalší príspevok k zložitosti zorného poľa. Obyčajne je pri osvetľovacích sústavách s oceľovými stožiarimi optické vedenie dobré vzhľadom na pravidelné usporiadanie sústavy (nie je to však jediná podmienka), horšia je situácia s betónovými stožiarimi distribučnej sústavy nn, kde je usporiadanie menej pravidelné až značne nepravidelné vo vzťahu k osvetľovanej miestnej komunikácii. Za prvky prispievajúce k zložitosti zorného poľa možno považovať:

- dynamické svetelné reklamy v bezprostrednom okolí
- statické svetelné reklamy vo väčšom počte alebo väčších rozmerov (billboardy)
- nesvetelné reklamy a informačný systém na osvetľovacích stožiaroch vo väčšom počte
- vysvietené budovy (okná, iluminácia) v zornom poli
- ďalšie rušivé prvky na základe individuálneho posúdenia

Zložitosť orientácie: Za bežnú zložitosť orientácie možno považovať jednoruhový kruhový objazd, prehľadné kríženie komunikácií a rovné úseky s priebežnými pruhmi resp. prídavnými odbočnými pruhmi. V prípade kruhových objazdov je potrebné, aby boli výjazdy jednoznačne vyznačené (priamo v kruhovom objazde alebo značkou pred vjazdom na kruhový objazd). Ak sa nejedná o vymenované situácie, orientácia by sa mala posúdiť ako zložitá. Vo väčšine prípadov vedie vyššia zložitosť orientácie k zvýšeniu triedy osvetlenia o jeden stupeň.

Úroveň jas okolia: V súčasnosti neexistuje dostatočná metodika na posúdenie tohto vplyvu, v praxi sa odporúča voliť vysoký jas okolia v centrách miest, stredný v mestách a nízky v obciach a na vidieku. Takto zjednodušený prístup však skutočne neodporúčame dodržiavať, najmä čo sa týka automatickou voľbou stredného jas okolia v mestách. Vo väčšine vnútroblokov, v oblastiach individuálnej výstavby a pod. (t.j. vo väčšine prípadov), ak skutočne nie je k dispozícii žiaden zdroj pre zvýšenie jas okolia, nie je žiaden dôvod pre voľbu stredného jas okolia a treba voliť nízky jas okolia (aj s ohľadom na závojový jas vzniknutý difúziou v atmosfére – tento vplyv je totiž výrazný iba v hmlistom, zimnom období a pod.). Pri vysokej úrovni jas okolia sa totiž samozrejme (v určitých prípadoch) trieda osvetlenia tiež zvyšuje. Jas okolia možno posúdiť za vysoký v týchto prípadoch:

- obchodné ulice so svietiacimi výkladmi a svietiacimi reklamnými tabuľkami
- centrá miest, kde sa prejavuje aj vplyv verejného osvetlenia priľahlých oblastí alebo komunikácií (napr. osvetlené námestie, parkovisko alebo park susediaci s posudzovanou komunikáciou)
- komunikácie, na ktorých sa nachádzajú cudzie zdroje svetla (štadión, prevádzky s exteriérovým osvetlením, železnice atď.)
- nákupné centrá (hypermarkety)
- svetlo z okien administratívnych komplexov a iných väčších budov

Jas okolia možno posúdiť za stredný v prípadoch podobných ako pri vysokom jase okolia, avšak ak ide len o zvýšenú hladinu jasu okolia niektorým z uvedených vplyvov v obmedzenom rozsahu a čase výskytu. Stredný jas okolia treba voliť vtedy, ak niektoré z týchto vplyvov existujú, ale nie sú výrazné. Môže ísť o tieto prípady:

- obslužné komunikácie prechádzajúce sídliskovou zástavbou
- komunálne vybavenie obytného súboru
- obchodné ulice s čiastočným podielom svietiacich výkladov a reklám

Ak takéto vplyvy neexistujú, potom treba jednoducho voliť nízky jas okolia. Väčšinou ide o tieto prípady:

- individuálna bytová zástavba, vilové štvrte
- vnútrobloky sídlisk

Hustota dopravy vozidiel: Uvažuje sa priemerná denná intenzita ADT. Tieto údaje sleduje príslušná regionálna správa ciest, odkiaľ ich možno získať, sledovania sa však vykonávajú iba pre vybrané hlavné ulice. Keďže norma uvažuje len so zaradením do určitých rozsahov intenzity dopravy, vedľajšie ulice možno približne odvodiť od hlavných, intenzity v nich budú podstatne nižšie. Z tabuliek pre modelové situácie B1 a B2 vyplýva, že vyššie intenzity dopravy vedú väčšinou k posunu triedy osvetlenia o jeden stupeň nahor pri bežnej zložitosti orientácie, pri vyššej zložitosti orientácie tento parameter väčšinou nemá vplyv. Podobne je to aj pri modelových situáciách A. Tieto intenzity sa však dosahujú prevažne počas denných hodín, keď je verejné osvetlenie mimo prevádzky. Situácia vo večerných a nočných hodinách je podstatne odlišná.

Hustota chodcov a cyklistov: Uvažuje sa iba v modelových situáciách D a E, ale len v určitých prípadoch vedie k zvýšeniu triedy osvetlenia o jeden stupeň. Vysokú hustotu možno uvažovať v týchto prípadoch:

- pešie zóny a cyklistické chodníky (implicitne)
- centrá miest, obchodné ulice a úrady
- oblasti nákupných centier a hypermarketov
- okolie autobusových a železničných staníc
- okolie závodov
- okolie veľkých administratívnych budov

Výskyt parkujúcich vozidiel: Situáciu je potrebné posúdiť prehliadkou, a to všeobecnou možnosťou parkovania, kde sa potreba parkovania predpokladá. Ak sú k dispozícii garáže, zelené pásy s možnosťou stáť vozidiel a pod., treba voliť MK bez výskytu parkujúcich vozidiel. Ak sa nevyskytujú parkujúce vozidlá, v modelových situáciách B sa trieda osvetlenia zvyšuje o jeden stupeň, v modelových situáciách D sa však o jeden stupeň znižuje. Nie je jasné, prečo na miestach, kde neparkujú vozidlá a celá dopravná situácia je prehľadnejšia, sa má úroveň osvetlenia zvýšiť. Výskyt parkujúcich vozidiel sa môže uvažovať v týchto prípadoch:

- parkoviská (implicitne)
- miestne komunikácie s parkovacími pruhmi
- miestne komunikácie, kde nie sú iné možnosti parkovania

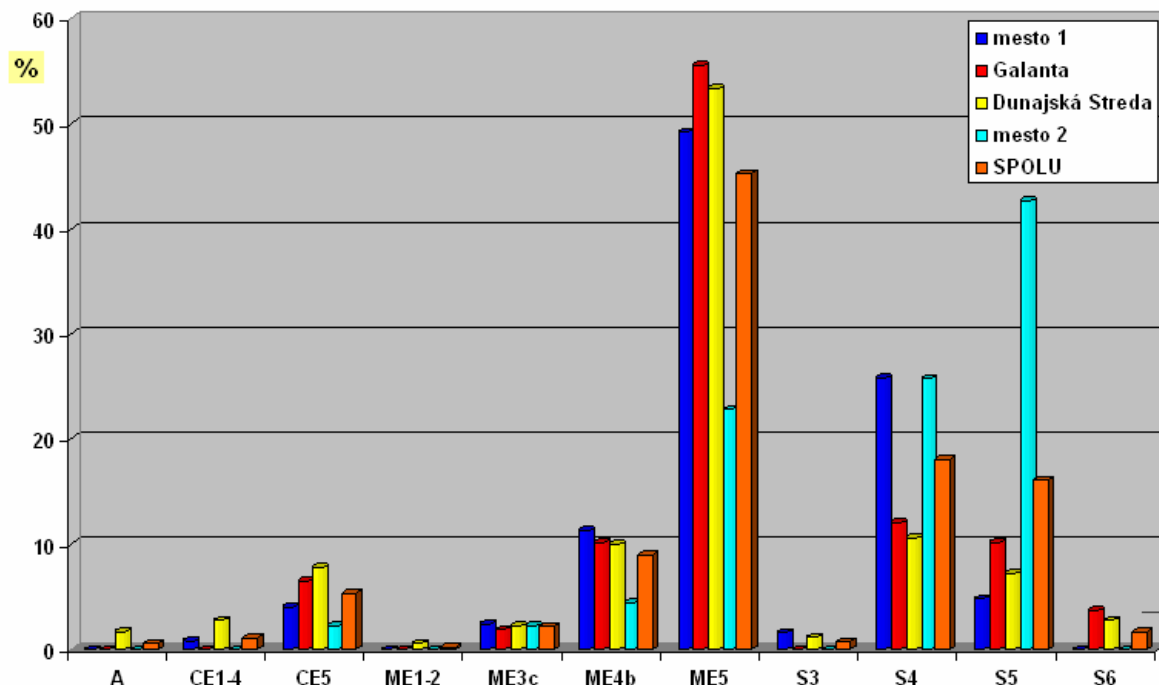
Riziko kriminálneho deliktu a nutnosť rozpoznávania tváre: Treba vytypovať oblasti so zvýšeným kriminálnym deliktom v danej oblasti. Má sa vychádzať zo štatistík miestne príslušného policajného orgánu. Exponovými oblasťami sú najmä autobusové a železničné stanice, niektoré sídliská a pod.

Hustota križovatiek: Pri hustote križovatiek 2/km sa stupeň osvetlenia zvyšuje na jeden, niekedy však až o 2 stupne. Táto požiadavka je veľmi náročná, nie vždy adekvátna situácii a pri rekonštrukcii verejného osvetlenia, kde sa vyžaduje zachovať existujúce stožiare a teda aj geometriu sústavy, prináša neriešiteľné situácie. V IBV sú ulice presieťované a bežne sa dosahuje aj hustota 10 križovatiek na km. Prítom sa má trieda osvetlenia zvýšiť na ME4b alebo ME3c, teda na 1 cd.m², a to pre ulice nízkeho významu (prístupový charakter). Odporúčania pre použitie tohto kritéria vyžadujú ešte vykonanie ďalších prác.

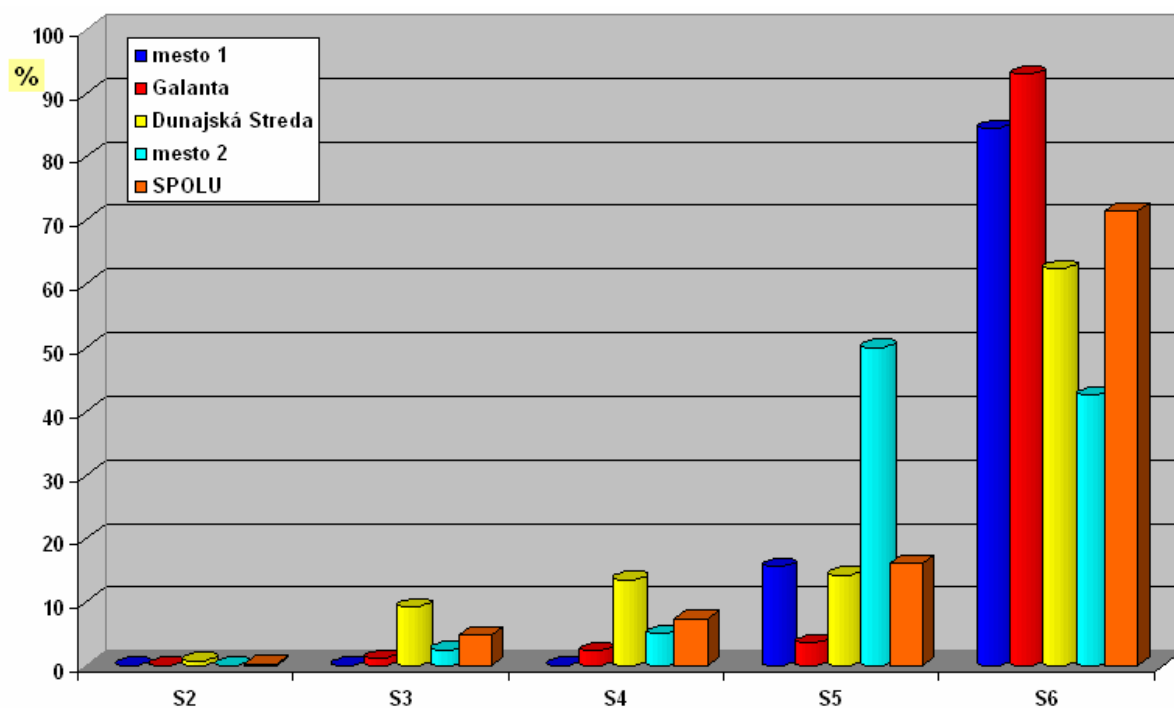
Spolupôsobenie parametrov: Pri odchýlení od bežnej situácie v rámci jednotlivých parametrov sa trieda osvetlenia zvyšuje o jeden stupeň. Pri spolupôsobení sa tieto vplyvy väčšinou skladajú a postupne zvyšujú triedu o príslušný počet stupňov. V typickom prípade sa napr. pri triede ME5 (najbežnejší prípad) môže zvýšiť trieda osvetlenia na ME4b alebo až ME3c, výnimočne až na ME2. Uvedené tri stupne (ME5, ME4b, ME3c) sú preto pre väčšinu miestnych komunikácií v mestách a obciach najfrekventovanejšími prípadmi.

Štruktúrne zloženie miestnych komunikácií podľa tried osvetlenia

Štruktúrne zloženie výsledných tried osvetlenia pre 4 vzorové prípady miest je znázornené na obr. 2 pre hlavnú komunikáciu (vozovku) a na obr. 3 pre súbežné chodníky, ak sa vyskytujú. Počet svetelných miest pre Galantu je cca 1 500, pre Dunajskú Stredu cca 2 200. Mestá s označením „mesto 1“ (1 300 svetelných miest) a „mesto 2“ (970 svetelných miest) majú svoje názvy zatiaľ nezverejniteľné.



• obr. 2 Štruktúra miestnych komunikácií podľa tried osvetlenia pre hlavnú časť komunikácie



• obr. 3 Štruktúra miestnych komunikácií podľa tried osvetlenia pre súbežné chodníky

Z obr. 2 je zrejmé, že najpočetnejšou triedou je nepochybne ME5, vyššie „jasové“ triedy ME4b a ME3c sa vyskytujú menej. Počtom sú významnejšie iba triedy S4 resp. S5, ktoré boli použité pre miestne komunikácie v obytných zónach bez súbežných chodníkov. V týchto prípadoch sa uvažovali nasledovné predpoklady:

- ak miestna komunikácia nemá súbežné chodníky ani iné možnosti pohybu pre chodcov, všetci užívatelia sa považovali za hlavných užívateľov
- križovatky v obytných zónach sa posudzovali citlivo v súlade so zisteniami uvedenými v predchádzajúcom texte (hustota križovatiek), ináč by neúmerne rástol podiel tried ME4b a ME3c, avšak pre obslužné alebo prístupové komunikácie najnižšieho významu

Je zrejmé, že niektoré situácie sa dajú považovať za národne špecifické. Na Slovensku neboli a nie sú systematicky vybudované cyklistické chodníky, tým sa táto modelová situácia z množiny modelových situácií stráca a iné sú týmto faktorom deformované. V mnohých mestách aj obciach predstavuje bicykel najbežnejší a najfrekvencovanejší dopravný prostriedok bez príslušnej infraštruktúry. To znamená, že cyklistov v mnohých prípadoch treba považovať za hlavných užívateľov. To isté sa týka aj chodcov, ak daná komunikácia nedokáže zabezpečiť iné možnosti pre presun chodcov a mimo hlavných ťahov (tj. v obytných oblastiach) im slúži rovnako ako pre motorovú dopravu (tj. nedá sa jednoznačne preferovať jeden z nich jako hlavný). Vedie to k zvýšeniu zastúpenia tried S. Otázkou je možnosť nahradenia tried S triedami CE. V jednom prípade na obr. 2 (mesto 2) bol práve zaznamenaný väčší výskyt ulíc bez postranných chodníkov.

Z obr. 3 vyplýva, že pre chodníky je najbežnejšou triedou S6. V určitých prípadoch, ak sa vyžaduje vyššia hladina osvetlenia z dôvodu kriminálnych rizík, vyššej hustoty výskytu chodcov apod., trieda osvetlenia sa zvyšuje na S5, výnimočne aj vyššie.

V bežných okresných a menších mestách nie sú bežné diaľničné privádzače, komunikácie smerovo rozdelené atď., ktoré by viedli k vyšším jasovým triedam ME. Takéto situácie sa dajú predpokladať vo väčších mestách.

6. Záver

Je zrejmé, že až praktická aplikácia nových noriem pre verejné osvetlenie dokázala priniesť spätnú odozvu, na základe ktorej vyvstali určité otázky a problémy ako námety na ďalšie riešenia a zdokonaľovanie zavedených prístupov. Riešenie individuálnych prípadov, ako napr. nových ulíc v rámci novej výstavby nemôže priniesť komplexnejší pohľad na problematiku, kompletná rekonštrukcia verejného osvetlenia v mestách menších a stredných veľkostných kategórií však už áno. Čiastkové výsledky riešení sú naznačené v tomto príspevku, na riešení ďalších úloh sa aktuálne pokračuje.

Táto práca vznikla za podpory Štátneho programu vedy a výskumu Uplatnenie progresívnych princípov výroby a premien energie, etapa 6.2 Optimalizácia využitia progresívnych svetelných zdrojov, svietidiel a osvetľovacích sústav v spotrebe elektrickej energie.

Literatúra

- [1] STN TR 13 201-1
- [2] STN EN 13 201-2
- [3] STN EN 13 201-3
- [4] STN EN 13 201-4

Astronomické metody měření jasu oblohy

RNDr. Tomáš Gráf, Ph.D.

Hvězdárna a planetárium Johanna Palisy, VŠB-Technická univerzita Ostrava, tomas.graf@vsb.cz

Astronomické metody a postupy, které se používají k měření jasu „pozadí“ noční oblohy, vycházejí z metod běžně používaných při tzv. fotometrických měřeních jasnosti astronomických objektů. Základy astronomické fotometrie jsou přehledně zpracovány například v Budding (1993) nebo Mikulášek (2000), kde jsou také uvedeny definice zde užívaných veličin. Uvedený přehled zajisté není úplný, ale snaží se postihnout metody od těch nejjednodušších, jež nekladou prakticky žádné nároky na pozorovací techniku a jsou založeny jen na určitých znalostech a zkušenostech pozorovatele, až po metody vyžadující použití dalekohledu se CCD kamerou.

Vizuální metody

Zřejmě nejjednodušší metodou je stanovení tzv. „mezí hvězdné velikosti“ (zkráceně „mhv“), kdy pozorovatel používá k „měření“ pouze své oči (případně dalekohled). Postup lze popsat přibližně takto:

„Hvězdy, jejichž hvězdná velikost je k této hranici blízko, nevidíte stále; někdy je zahlédnete, jindy ne. Nejčastěji se za mhv bere hvězdná velikost takových hvězd, které zahlédnete dvakrát, učiníte-li čtyři pokusy, z nichž každý trvá asi pět sekund. Zahlédnout lze i hvězdy slabší (o pár decimagnitud), ale uvidíte je jen málokdy.

Při zjišťování mezí hvězdné velikosti v dané oblasti oblohy využijte alespoň tři hvězdy, které mají tu vlastnost, že je nelze zahlédnout pokaždé. K tomu potřebujete mít mapu, kde jsou uvedeny hvězdné velikosti alespoň některých takových hvězd, které jsou vhodně slabé, např. Gnómonický atlas Brno 2000.0.

Každé noční pozorování hvězdného nebe doprovodte zaznamenáním mezí hvězdné velikosti v daném místě oblohy. Zjišťování tohoto nezbytného údaje má dobrý vedlejší účinek, protože si při něm důkladně prohlédnete i nejslabší hvězdy a přesně se pak v této oblasti orientujete. Za jasného počasí můžete předpokládat, že v okolí zenitu je mezí hvězdná velikost všude stejná.“ (Dušek, Hollan: Rady začínajícím pozorovatelům)

Jak je zřejmé, lze takto velmi přibližně určit „kvalitu“ dané pozorovací noci, ale je to postup velmi subjektivní, protože závisí mimo jiné i na kvalitě zraku pozorovatele. Navíc není určována přímo vlastní hodnota jasnosti oblohy, ale pouze jasnost nejslabšího viditelného objektu „hvězdného“ (tj. prakticky bodového) vzhledu. Podrobné studie však souvislost mezi mhv a jasností noční oblohy prokázaly (např. Garstang 2000).

Jinou metodu, která je sice také subjektivní, ale zahrnuje v sobě i hodnocení viditelnosti „plošných“ astronomických objektů, navrhuje Bortle (2001) a klasifikuje pozorovací podmínky podle viditelnosti určitých objektů do devíti tříd (viz tabulka).

| Popis viditelnosti jednotlivých objektů, které slouží ke klasifikaci | |
|--|---|
| Třída 1 | Extrémně tmavá obloha, je možné vidět zodiakální světlo, galaxii M33 přímým pohledem bez dalekohledu, mhv je 7,6 až 8,0 mag, Jupiter nebo Venuše jsou natolik jasné, že citelně snižují adaptaci našeho zraku, pokud je naše pozorovací stanoviště na travnatém povrchu a je obklopeno stromy, máme potíže vidět dalekohled nebo své kolegy, obloha je o něco světlejší od horizontu do výšky cca 15 stupňů. |
| Třída 2 | Skutečně tmavá obloha, podél obzoru je však její zjasnění ihned patrné, galaxie M33 je stále zřetelná přímým viděním, letní část Mléčné dráhy má svou strukturu viditelnou i pouhým okem, zodiakální světlo je také patrné. Mraky jsou viditelné jen jako „tmavé díry“ na hvězdném pozadí. Na pozorovacím stanovišti se však dokážete orientovat, vidíte dalekohled i kolegy. Mnohé Messierovy kulové hvězdokupy jsou viditelné pouhým okem, mhv je 7,1 až 7,5 magnitud. |
| Třída 3 | Venkovská obloha, podél horizontu jsou znatelné projevy mírného „světelného znečištění“. Mraky mohou být u obzoru slabě osvětleny, ale v zenitu jsou stále tmavé. Mléčná dráha se jeví spíše jako celek, kulové hvězdokupy jako M4, M5, M15 a M22 jsou zřetelně vidět bez dalekohledu. Galaxii M33 lze snadno spatřit bočním viděním. Zodiakální světlo je zřetelné na jaře a na podzim, jeho barva je nevýrazná. Na stanovišti vidíte předměty v okruhu asi deseti metrů, mhv je 6,6 až 7,0 magnitud. |
| Třída 4 | Přechod mezi venkovem a příměstskou oblastí, lze vidět zřetelně jasné oblasti nad městy a vesnicemi (v několika směrech). Zodiakální světlo je patrné, ale není tak „rozsáhlé“, Mléčná dráha je vysoko nad obzorem stále působivá, ale ztrácí svou strukturu, galaxie M33 je obtížným objektem i pro boční vidění a je vidět jen výše než 50 stupňů nad obzorem. Mraky jsou osvětleny je v místech nad světelnými zdroji, v zenitu jsou stále tmavé. Na stanovišti se už velmi dobře orientujete, mhv je 6,1 až 6,5 magnitud. |
| Třída 5 | Příměstská obloha, jsou vidět jen části zodiakálního světla na jaře a na podzim, Mléčná dráha je velmi slabá u horizontu a i v zenitu je „vybledlá“. Zdroje světla jsou zřetelné v mnoha směrech, mraky jsou zřetelně světlejší než zbytek hvězdné oblohy (i v zenitu), hodnota mhv je 5,6 až 6,0 magnitud. |

| | |
|----------------|--|
| Třída 6 | Světlá příměstská obloha, zodiakální světlo není pozorovatelné, Mléčná dráha je vidět pouze v zenitu, obloha má do 35 stupňů nad obzorem šedobílou barvu, mraky jsou jasné kdekoli na obloze, galaxie M33 je viditelná jedině třídrem, mhw má hodnotu 5,5 mag. |
| Třída 7 | Přechod mezi příměstskou a městskou oblohou, pozadí na celé obloze má šedobílou barvu, silné světelné zdroje jsou patrné ve všech směrech, Mléčná dráha není viditelná nebo je téměř neviditelná, M44 nebo M31 jsou viditelné bez dalekohledu velmi obtížně. Mraky jsou velmi jasné, Messierovy objekty jsou dalekohledu velmi „vybledlé“, mhw je jen asi 5,0 magnitud. |
| Třída 8 | Městská obloha, obloha svítí bělošedě nebo s nádechem do oranžova, bez potíží lze číst novinové titulky, M44 a M31 může zkušený pozorovatel zahlédnout jen v nocích s velmi dobrými podmínkami, jasné Messierovy objekty jsou viditelné středním dalekohledem, jsou neviditelné nebo jen obtížně pozorovatelné některé hvězdy z „obrazců“ typických pro mnohá souhvězdí, mhw je v nejlepším případě 4,5 magnitudy. |
| Třída 9 | Obloha městského centra, celá obloha jasné svítí, slabší souhvězdí (např. Rak nebo Ryby) nejsou vidět vůbec, nejsou viditelné některé hvězdy z „obrazců“ typických pro mnohá souhvězdí, snad kromě Plejád nelze spatřit žádný z Messierových objektů pouhým okem, dalekohledem lze dobře pozorovat snad jen Měsíc, planety a nejjasnější hvězdkupy, pokud je lze vůbec najít, mhw je asi 4.0 mag nebo ještě méně. |

Pro potřeby amatérských pozorovatelů hvězdné oblohy je taková klasifikace velmi praktická, ale neumožňuje stanovit jas noční oblohy v jednotkách SI.

Fotografická metoda

Tuto metodu již lze zařadit mezi „objektivní“ a spočívá ve fotografování vybrané části hvězdné oblohy fotoaparátem na stativu na klasický film, po zpracování pak lze vhodným postupem určit přímo jasnost noční oblohy na daném pozorovacím stanovišti. Mezi hlavní výhody uvádějí Liebl a Schuler (2000) celkovou technickou nenáročnost a schopnost velmi dobře postihnout charakter jasnosti oblohy na daném pozorovacím stanovišti. V práci je rovněž uveden postup při vyhodnocování snímků.

Měření fotoelektrickým fotometrem

Měření fotoelektrickým fotometrem jsou již poměrně vzácná, ale je možné využít i archivních fotometrických měření, postup je velmi dobře popsán v Hanzl (2004). Pokud používáme standardní fotometrické filtry, je vhodné jasnost noční oblohy určovat z měření s filtrem V.

Měření CCD kamerou

Měření prováděná CCD kamerou mohou být prováděna speciálně jen kvůli stanovení jasnosti noční oblohy nebo je možné použít snímky pořízené za jiným účelem (primárním účelem je většinou pozorování proměnných hvězd nebo v případě standardních hvězdných polí je to určování atmosférické extinkce). Postup měření a vyhodnocení snímků popisuje Pejcha (2004).

Abychom mohli zjistit hodnotu hvězdné velikosti nočního nebe, musíme získat snímek oblasti oblohy, ve které se nachází hvězdy, jejichž jasnost je přesně změřena. Tyto vybrané oblasti uvádí několik astronomických prací, např. Gonzales-Perez (2001). Expozice by měly být pořízeny opět přes standardní fotometrický filtr V. Po odečtení „darkframu“ a započtení korekce „flatfieldu“ je možné provádět zpracování každého snímku např. programem C-Munipack (<http://integral.sci.muni.cz/cmunipack/index.html>).

Postup výpočtu

Výpočet ze zpracovaných snímků lze provádět podle tohoto návodu (Hroch 2005):

Jako příklad je vybráno měření hvězdy BL Lac v R filtru.

Po odečtení darkframu a korekci flatfieldem byla provedena fotometrie snímků a u hvězdy, která měla katalogovou jasnost $R = 11.956$

Na řádku 101 v souboru blac.MAT bylo zjištěno:

```
101 166.354 157.850 13.921 13.750 13.655 13.604 13.568 ...
1562.277 30.12 0.00 0.006 0.006 0.008 0.009 0.012 ...
```

Byla vybrána clonka číslo 5, protože už je dostatečně velká na to, aby pohltila většinu signálu od této hvězdy. Poloměr clonky je asi 7 pixelů, zatímco fwhm je něco kolem 2.0 - 2.5 pixelů.

Celkovou přicházející intenzitu od hvězdy můžeme snadno spočítat podle Pogsonovy rovnice:

$$mag = 25 - 2.5 \cdot \log_{10}(I)$$

Intenzitu vypočteme jako

$$I = 10^{(0.4 \cdot (25 - mag))}$$

$$I_{star} = 10^{(0.4 \cdot (25 - 13.568))} = 37393 \text{ ADU}$$

Intenzita přicházející od oblohy dopadající na jeden pixel je uváděna jako první číslo v druhém řádku. Protože potřebujeme znát intenzitu na jednu úhlovou vteřinu, musíme znát převod z pixelu na vteřiny. Na observatoři AsÚ MU Brno platí:

1 pixel = 2.0 arcsec **(tato hodnota je u každého použitého zařízení jiná!)**

pak intenzita připadající na jednu úhlovou vteřinu je

$$B_{sky} = 1562.277 / (2 \cdot 2) = 389.154 \text{ ADU}$$

podíl intenzity od známé hvězdy a oblohy udává rozdíl v magnitudách oblohy a hvězdy:

$$m_{sky} - m_{star} = 2.5 \cdot \log_{10}(B_{sky} / I_{star}) = 5.0 \text{ mag},$$

ze které snadno vypočteme:

$$m_{sky} = R + (m_{sky} - m_{star}) = 11.956 + 5.0 = 16.9 \text{ mag} / \text{arcsec}^2$$

To je náš hlavní výsledek. Říká, že jasnost oblohy připadající na čtvereční úhlovou vteřinu je přibližně 17 mag.“

Program Munipack používá výpočetní postupy programu DAOPHOT, ve kterém je hodnota charakterizující „jasnost noční oblohy“ určována následujícím postupem, popis funkce „SKY“ citujeme z manuálu DAOPHOT2:

„IV. SKY

The first time you start to work on a new frame with DAOPHOT II, you might want to issue the SKY command, which will return an estimate of the typical sky brightness for the frame.

=====

| COMPUTER TYPES: | YOU ENTER: |
|-----------------|------------|
| Command: | SK |

Approximate sky value for this frame = 156.8
Standard deviation of sky brightness = 4.16

Clipped mean and median = 157.9 157.5
Number of pixels used (after clip) = 8673

=====

The sky value returned is an estimate of the mode of the intensity values in somewhat fewer than 10,000 pixels scattered uniformly throughout the frame. That is, it picks 10,000 pixels, clips the low and high tails after the fashion of Kitt Peak's Mountain Photometry code, and computes the mean and median from what is left. The mode is taken as three times the median minus twice the mean. The standard deviation is the one-sigma width of the peak of the sky-brightness histogram about the mean sky brightness - (not the mode or the median - after clipping; for all but horrendously crowded frames this distinction is negligible for our present purposes). If you don't want to run the SKY command, FIND will do it for you anyhow.“

Právě tato metoda je používána při všech měřeních jasnosti noční oblohy, jež jsou prováděna na HaP J. Palisy VŠB-TU v Ostravě.

Měření prováděná z oběžné dráhy

Taková měření jsou mimo možnosti astronomických institucí v ČR, rozsáhlá literatura je dostupná na <http://www.lightpollution.it/indexen.html>, nejnovější výsledky publikoval Cinzano (2006).

Literatura a odkazy

Bortle (2001), [2001S&T...101b.126B](http://www.lightpollution.it/indexen.html)

Budding (1993), Introduction to Astronomical Photometry, Cambridge University Press, ISBN: 0521418674

Cinzano (2006), <http://www.inquinamentoluminoso.it/download/iau06cinzano.pdf>

Garstang (2000), [2000MmSAI..71...83G](http://www.lightpollution.it/indexen.html)

Gonzales-Perez (2001), *Astronomical Journal* 122, p. 2055 - 2098

Hanžl (2004), http://amper.ped.muni.cz/noc/zprava_noc.pdf

Hroch (2005), soukromé sdělení, elektronická korespondence

Liebl a Schuler (2000), <http://darkskywisconsin.uwex.edu/about/publications/Measuring%20Skyglow.pdf>

Mikulášek (2000), Úvod do fyziky hvězd a hvězdných soustav, el. skripta,
<http://www.physics.muni.cz/~mikulas/zvc.html>

Pejcha (2004), http://amper.ped.muni.cz/noc/zprava_noc.pdf

Rozvody veřejného osvětlení

Ing. Radim Gřes

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

Úvod

Projekt veřejného osvětlení nespočívá pouze v návrhu samotné osvětlovací soustavy, ale jeho nedílnou součástí musí být i návrh elektrických rozvodů, které mají zásadní vliv na funkčnost, spolehlivost a zejména na bezpečnost osvětlovací soustavy veřejného osvětlení. Mezi laiky je poměrně rozšířen názor, že navrhnout rozvody veřejného osvětlení není žádná věda a zvládne to každý, ale praktické zkušenosti z realizace staveb, projektovaných těmito „odborníky“, svědčí o opaku.

Problémy při umístění podzemních inženýrských sítí

Projektanti všech podzemních liniových sítí jistě dosvědčí, že veškeré odborné znalosti a zkušenosti projektanta často nestačí při řešení problému, kde podzemní síť umístit. Tento problém je obzvláště palčivý zejména v městských centrech a hustě obydlených sídelních celcích, kde koncentrace stávajících podzemních inženýrských sítí je tak velká, že při dodržení ochranných pásem jednotlivých inženýrských sítí je uložení nové sítě prakticky nemožné. U osvětlovacích soustav veřejného osvětlení je problém uložení kabelových rozvodů často umocněn potřebou umístění osvětlovacích stožárů se základy nezanedbatelných rozměrů, které správci jiných inženýrských sítí vidí ve své bezprostřední blízkosti neradi.

Problematiku prostorového uspořádání sítí technického vybavení řeší ČSN 73 6005, která mj. určuje vyhrazená pásma pro jednotlivé sítě v přidruženém prostoru, vhodném pro ukládání podzemních vedení. V ČSN 73 6005 je zajímavý zejména čl. 5.2.11:

Podzemní sítě, které svoji polohou nevyhovují ustanovením této normy, mohou být ponechány ve své poloze tak dlouho, dokud nebrání uložení nových sítí, pro které je zabraná plocha vyhrazena. Tyto sítě (kromě stok) musí být přeloženy do polohy stanovené touto normou po skončení fyzické životnosti sítě, při rekonstrukci sítí nebo komunikace, v jejímž prostoru jsou uloženy, nebo při přestavbě území města, obce nebo jeho části.

Ve své podstatě je v citovaném článku největší problém s umístěním zařízení VO vyřešen. Praktické využití a „vymahatelnost“ nároků vyplývajících z platné, avšak pouze doporučující normy, je ve skutečnosti velmi problematická, ne-li nemožná. Největší důraz je proto nutno klást na schopnost projektanta dohodnout se se správci ostatních inženýrských na určitých ústupcích, případně na přijetí opatření, při jejichž splnění je umístění zařízení VO v ochranném pásmu dané sítě možné. Tyto problémy budou časem, s přibýváním nových inženýrských sítí, stále větší. Do budoucna je proto perspektivní (ač finančně při zřizování velice nákladné) budování sdružených tras městských vedení, zejména městských kolektorů.

Jelikož naše projekční kancelář měla v uplynulých letech možnost aktivně spolupracovat na projekčních pracích souvisejících s budováním kolektoru v centru Ostravy, konkrétně na stavebních objektech veřejného osvětlení a rozvodů nn pro příležitostné využití Masarykova náměstí v Ostravě, rád bych se v následujícím textu zaměřil na některé skutečnosti, související s provedením rozvodů veřejného osvětlení v kolektorech, technických kanálech, technických chodbách apod.

Rozvody veřejného osvětlení ve sdružených trasách městských vedení technického vybavení

Při návrhu uložení rozvodů veřejného osvětlení ve sdružených trasách městských vedení technického vybavení je nutno brát na zřetel zejména požadavky ČSN 73 7505 Sdružené trasy městských vedení technického vybavení.

Sdruženou trasou je zde míněno směrově a výškově koordinované sjednocení minimálně dvou podzemních vedení, uložených:

- do kolektoru
- do technické chodby
- do technického kanálu
- formou suterénních rozvodů

Ve sdružených trasách musí být zajištěna:

- bezpečnost osob
- bezpečný a spolehlivý provoz
- přehlednost ukládaných vedení
- optimální rezerva úložného prostoru
- mechanizace montáže a výměny vedení technického vybavení
- průběžná kontrola, umožňující předcházení nebo minimalizaci škod
- operativní údržba a možnost urychleného odstraňování poruch a jejich následků
- možnost výměny výstroje nebo jednotlivých součástí za provozu
- hospodárnost celé koncepce

Mezi hlavní výhody uložení vedení do sdružených tras patří:

- snadný přístup k vedení při provádění kontrol, revizí a oprav
- ochrana vedení před mechanickým poškozením při provádění zemních prací
- snadná demontáž stávajícího zařízení při provádění rekonstrukce
- nižší náklady na rekonstrukci z důvodů eliminace výkopových prací a narušení stávajících povrchů

K nevýhodám sdružených tras patří:

- vysoké pořizovací náklady na zhotovení kolektoru, technické chodby apod.
- vyšší pořizovací náklady el. zařízení v případě zvýšených bezpečnostních požadavků (např. nehořlavé provedení, monitorování apod.)
- poplatky vlastníkovi sdružené trasy (např. kolektoru) za uložení zařízení do sdružené trasy (např. v případě VO (vlastník město) uloženého do kolektoru (vlastník město) tyto poplatky mohou odpadnout)

Jak lze vidět hlavní nevýhody uložení vedení do sdružených tras spadají do ekonomické oblasti. Výhody však mohou tato negativa vyvážit. A například v případech, kdy město vybuduje kolektor, zrekonstruuje povrchy komunikací, náměstí apod. a dále nepovoluje provádění výkopových prací v zrekonstruovaných plochách, je využití kolektoru téměř nutností. V případě rozvodů veřejného osvětlení je ovšem nutno zvážit rovněž technickou náročnost zvoleného řešení, pokud bychom prováděli výstupy z kolektoru ke každému stožáru apod.

Základním předpokladem pro správný návrh rozvodů VO ve sdružených trasách je vypracování protokolu o určení vnějších vlivů dle ČSN 33 2000-3 a správná volba materiálů, přístrojů apod. odpovídající stanoveným vnějším vlivům. Na základě stanovených vnějších vlivů je nutno zvolit i způsob ochrany před nebezpečným dotykem živých i neživých částí. Nejmenší přípustné vzdálenosti mezi jednotlivými sítěmi ve sdružených trasách a nejmenší vzdálenosti jednotlivých sítí od stěn, stropu a podlahy jsou uvedeny v přílohách ČSN 73 7505.

Neméně důležité jsou požadavky na požární bezpečnost. Každý kolektor, technický kanál a technická chodba musí tvořit samostatný požární úsek, suterénní rozvod může být součástí požárního úseku podlaží objektu, do něhož zasahuje. Požární úsek, ve kterém jsou rozvody elektrického silového vedení, se posuzuje jako požární úsek s požárním rizikem daným hodnotou $T_c=45$ min. a $p_v=60$ kg.m⁻² a zařazuje se do IV. stupně požární bezpečnosti. Vzájemná vzdálenost požárně dělících stěn v kolektoru, ve kterém je požární riziko, je dána ČSN 73 7505 v závislosti na vybavení zabezpečovacím a požárně bezpečnostním opatřením, předepsaným pro daný kolektor. Dle požadovaných opatření je pak nutno splnit určité podmínky, např. na provedení pláštěů kabelů z hmot se sníženou hořlavostí (dle ČSN IEC 3323) apod. V kolektorech a technických chodbách je zakázáno použití silových kabelů s asfaltovým obalem (pláštěm) a kabelů s jutovým obalem (pláštěm).

Návrh umístění a technické řešení sítí ve sdružených trasách musí být projednány s příslušným správcem. Projednání se týká rovněž sítí neuložených ve sdružené trase, jejichž ochranných pásem se sdružená trasa dotýká nebo jimi prochází. Uložení rozvodů VO ve sdružené trase vč. dimenzování a jištění musí být v souladu s příslušnými normami. Kabely VO je možno ukládat na nosné konstrukce (výložníky, rošty, háky, žlaby apod.) dle ČSN 34 1020. Vzhledem ke stanoveným vnějším vlivům a korozní agresivitě prostředí je nutno vhodně zvolit povrchovou úpravu nosných konstrukcí.

Spojování kabelu VO se provádí ve vodorovné trase kabelu. Na svislém vedení spojka nesmí být umístěna. Prostupy stavební konstrukcí musí být řešeny dle ČSN 34 1050. Kabely v prostupech musí být chráněny proti mechanickému poškození chráničkou z nehořlavého materiálu. Prostupy do země musí být utěsněny proti pronikání vody a plynu, prostupy do stavebních objektů budou vyplněny i požárními ucpávkami. Při odbočování kabelů protilehlou stěnou se volí přechod pod stropem nebo po podlaze. Tyto přechody musí být zabezpečeny proti mechanickému poškození. Sdružené trasy, ve kterých jsou provozována kabelová vedení, musí jako součást vybavení obsahovat i signalizaci překročení teploty 25°C. Zvláštní pozornost je nutno věnovat bezpečnostním

opatření při možném výskytu plynu v kolektorech, technických kanálech a technických chodbách, při uložení zařízení VO. Podrobnosti jsou uvedeny v ČSN 73 7505 a v bezpečnostních předpisech jednotlivých sdružených tras. V určených případech je nutno při překročení stanovené koncentrace plynu zajistit odpojení el. zařízení od sítě.

V předcházejících odstavcích byly zmíněny jen některé požadavky na provedení rozvodů veřejného osvětlení ve sdružených trasách městských vedení technického vybavení. Ve zbývající části příspěvku bych se rád zmínil o několika konkrétních zkušenostech s uložení zařízení VO do kolektoru v Ostravě.

Zkušenosti s ukládáním zařízení VO do kolektoru v Ostravě

V návaznosti na výstavbu kolektoru v centru Ostravy je v současnosti realizována kompletní rekonstrukce Masarykova náměstí, jehož součástí je i nové veřejné osvětlení. Jelikož stávající zapínací rozváděč RVO neumožňoval napojení požadovaného příkonu VO (s uvažováním světelné vánoční výzdoby, slavnostního osvětlení a plánovaného rozšíření osvětlovací soustavy), bylo rozhodnuto zřídit nový zapínací rozváděč, který bude umístěn v centrálním vstupu do kolektoru. Z tohoto rozváděče bude napojen odbočný rozváděč, umístěný v kolektorové komoře přímo pod Masarykovým náměstím, ze kterého budou napojena jednotlivá koncová zařízení. Kabelové rozvody jsou v maximální možné míře navrženy v kolektoru.

Základním předpokladem pro umístění zařízení VO do kolektoru (zejména rozváděčů) je bezproblémová přístupnost zařízení údržbě VO. Jelikož správu veřejného osvětlení v Ostravě mají na starost Ostravské komunikace, a.s., které rovněž spravují kolektor, nebyl v tomto ohledu s přístupností kolektoru problém.

Kabelové rozvody VO jsou uloženy na kabelových lávkách, připravených v rámci výstavby kolektoru. Kabelové rozvody veřejného osvětlení jsou provedeny nehořlavými bezhalogenovými kabely typu N2XH. Při výstupu těchto kabelů mimo kolektor do země je nutno dbát na skutečnost, že daný typ kabelů není zcela vhodný pro přímé uložení do země a od výstupu z kolektoru po nejbližší koncové zařízení je nutno provést taková opatření, aby kabel byl chráněn před mechanickým poškozením a před působením vody.

Pro zamezení vniknutí vody a plynů do kolektoru jsou na výstupech z kolektoru (na začátku i na konci výstupu) osazena speciální dělená potrubní těsnění HRD s výměnnými těsnícími vložkami pro příslušný počet kabelů, vystupujících v daném místě z kolektoru. Pro správnou funkčnost těsnění je nutno již při objednávce u výrobce přesně specifikovat vnější průměr těsnící vložky, počet průchozích kabelů a jejich průměr, požadovanou tlakovou těsnicí odolnost a požadavky na požární odolnost. Na základě těchto údajů budou výrobcem na míru dodána požadovaná těsnění s předepsanými vlastnostmi.

V samotném kolektoru není v současnosti uložen plynovod, který má vliv na bezpečnostní opatření v kolektoru, avšak do budoucna se s uložení plynovodu uvažuje. Samotné kolektorové těleso prochází svými úseky územím, kde je podle dříve zpracované studie DPB Paskov nebezpečí nekontrolovatelných výstupů plynů z uzavřených dolů. Z tohoto důvodu a s ohledem na možnost budoucího uložení plynovodu do kolektoru bylo již v projektu samotného kolektoru uvažováno se sledováním výskytu plynu čidly umístěnými v místech, ve kterých by potenciálně mohlo docházet k hromadění plynu. Na základě informací z těchto čidel je v případě výskytu plynu prováděno aktivní větrání prostor kolektoru tak, aby nedošlo k nebezpečné koncentraci plynu. V souladu s ČSN 73 7505 čidla signalizují 10% dolní meze výbušnosti (pro metan cca 0,4 objemových %) a uvedou do činnosti provozní větrání (v případě, že provozní ventilátor bude v činnosti, uvede se do provozu i ventilátor záložní). Pokud nedojde ke snížení koncentrace plynu v kolektoru a ta bude nadále stoupat, bude při dosažení 20% dolní meze výbušnosti vyhlášen plynový poplach a budou odpojena veškerá elektro zařízení, která nejsou v nevybušném provedení. Zprovoznění celého zařízení bude možno provést až po zásahu plynové služby, odstranění příčiny poplachu a poklesu koncentrace plynu pod stanovenou mez.

Jelikož v kolektoru se vyskytují i rozváděče VO (v nevybušném provedení), je rozvod veřejného osvětlení navržen tak, aby při vyhlášení plynového poplachu bylo provedeno automatické odpojení napájení. Z tohoto bezpečnostního opatření plyne, že při vyhlášení plynového poplachu bude z činnosti vyřazeno zařízení veřejného osvětlení, napojené z tohoto rozváděče. Vzhledem k prováděnému odvětrávání kolektoru a měření výskytu plynu už v průběhu výstavby kolektoru je však možno toto riziko považovat za minimální.

Rozvody veřejného osvětlení, napájené z jednotlivých rozváděčů, se mezi sebou často propojují tzv. havarijními smyčkami, které se provizorně zapojují v případě poruchy na kabelovém rozvodu. V případě umístění rozváděče v kolektoru musí být zajištěno, aby rozvody veřejného osvětlení, napojené z RVO umístěném v kolektoru, nebyly nikdy napojené na rozvody jiných rozváděčů, umístěných mimo kolektor, bez toho, aby kabely vedoucí do kolektoru byly před vstupem do kolektoru na vhodném místě odpojeny. Tím bude zamezeno situaci, kdy zařízení veřejného osvětlení v kolektoru je napájeno z rozváděče mimo kolektor, který nemá zajištěno vypnutí

napájení při vyhlášení plynového poplachu v kolektoru. S podmínkami provozu zařízení VO v kolektoru musí být prokazatelně seznámen správce zařízení veřejného osvětlení.

Závěr

Problematika ukládání rozvodů veřejného osvětlení do sdružených tras městských vedení technického vybavení je mnohem obsáhlejší a překračuje rámec tohoto příspěvku. Cílem autora nebylo komplexně postihnout celou problematiku, ale pouze upozornit na některé vybrané požadavky na provedení rozvodů veřejného osvětlení ve sdružených trasách a na některé praktické zkušenosti z projektování zařízení veřejného osvětlení v kolektoru.

Literatura a odkazy

- [1] ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení
- [2] ČSN 73 7505 Sdružené trasy městských vedení technického vybavení

Svítilno očima konstruktéra

Ing. Lukáš Gřondil

INGE Opava, spol. s r.o., www.inge.cz, grondil@inge.cz

Strojírenský konstruktér v dnešní době nenajde uplatnění pouze ve sférah klasických strojírenských oborů jako je např. automobilový průmysl, dopravní technika, energetika, apod., ale strojírenské vzdělání a praxe je nutná také v oblasti osvětlovací techniky.

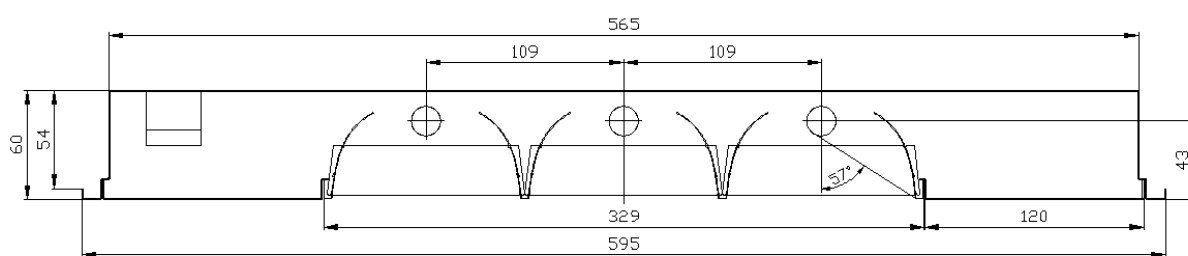
Svítilno není tvořeno jen světelným zdrojem, ale jeho nedílnými a podstatnými součástmi jsou také prvky utvářející světelnou distribuci. Při konstrukci tělesa svítidla je třeba dále řešit mnohé aspekty, které vyplývají z požadavků na umístění svítidla v různých typech interiérů či exteriérů. Pomineme-li základní požadavek na osvětlení daných prostor, mezi hlavní vstupní informace pro konstrukci daného svítidla patří např. způsob upevnění svítidla, stupeň krytí nebo vliv okolního prostředí. Tyto všechny vlastnosti však musí být zahrnuty do celkové koncepce designu svítidla, který je tedy jedním ze základních rozhodovacích činitelů všech zákazníků.

Metodika konstruování svítidel

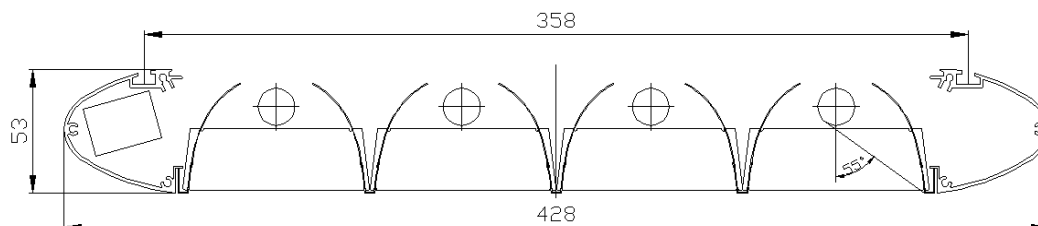
Prvním krokem při vývoji nového typu svítidla je vždy podnět, který většinou vzniká na základě marketingového průzkumu trhu nebo se vychází z přímého požadavku zákazníka na daný typ svítidla. Vyvíjené svítidlo musí splňovat podmínky dané zadavatelem, ale při konstrukci je třeba brát ohled také na atributy zákazníkem neurčené, jako je např. elektrická bezpečnost, odolnost vůči vnějším vlivům nebo také mechanická bezpečnost uchycení v prostoru apod. Podněty pro konstrukční změny však také přicházejí ze samotné výroby svítidel. Zde se vychází z možností strojního vybavení dílen a pracnosti výroby.

Pro návrh konstrukce svítidla je vždy prvořadá informace o typu a počtu světelných zdrojů a jejich světelných výkonech, jakož i druhy dalších elektrických prvků, které jsou nezbytné pro provoz zdroje (elektronické předřadníky, tlumivky, startéry, zapalovače apod.). Dále je zapotřebí vědět rozměry budoucího svítidla. Při volbě jednotlivých komponentů svítidel se vždy přihlíží k jejich zástavným rozměrům a ke způsobu jejich uchycení. Právě rozměry jednotlivých součástí jsou často limitujícími faktory, které zužují škálu možných vhodných komponent pro daný typ osvětlovacího tělesa. Z těchto důvodů je v první fázi vývoje pro konstruktéra určující řez nejčastěji příčnou rovinou svítidlem. Z tohoto řezu jsou zřejmé základní parametry svítidla, tj. vnější rozměry svítidla, počet světelných zdrojů a jejich umístění vzhledem k požadovaným světelným charakteristikám (úhel clonění), rozmístění a poloha jednotlivých elektrických komponent. Z řezu je také často patrný i způsob uchycení svítidla do stropu či stěny.

Příklad řezu vystavěným svítidlem je vidět na obr. 1, řez svítidlem z hliníkových profilů je zobrazen na obr. 2.



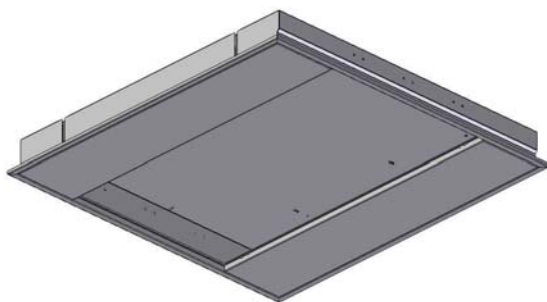
• obrázek 1 Řez vestavným zářivkovým svítidlem



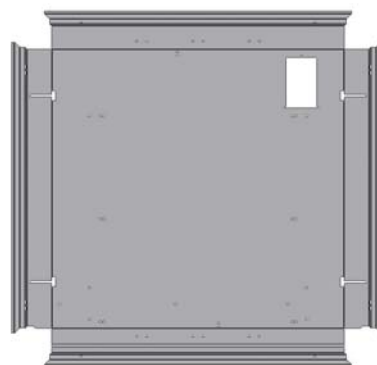
• obrázek 2 Řez zářivkovým svítidlem z hliníkových profilů

Pokud jsou všechny základní parametry svítidla pomocí řezu vyjasněny, je nyní možno přistoupit k samotné konstrukci svítidla. V této fázi vývoje se používá počítačové zobrazení za pomoci 3D CAD softwaru. Tento software představuje výraznou pomoc při transformaci myšlenek konstruktéra do reálné podoby. Umožňuje simulaci umístění jednotlivých součástí svítidla, vyšetřovat kolize dílů atd. V tomto období návrhu je možno stále přinášet další poznatky o konstrukci daného svítidla. Jednotlivé snímky svítidla mohou sloužit také jako efektivní prostředek ke komunikaci s cílovou zákaznickou skupinou. To vše bez potřeby vyrábět prototyp. Parametrický 3D CAD program je také schopen pouhou změnou kóty nebo soustavou svázaných kót změnit rozměry svítidla, např. při změně délky světelného zdroje apod. Dále je možné provádět rozpady jednotlivých sestav svítidel, což je někdy zapotřebí pro prezentaci složení svítidel.

Příklad 3D zobrazení tělesa svítidla dle řezu na obr. 1 je zřejmý z obr. 3.



• obrázek 3 Vestavné svítidlo



obrázek 4 Rozvin vestavného svítidla

Na obr. 3 je zobrazeno vestavné zářivkové svítidlo, které je vyrobeno z ocelového plechu. Jednou z dalších výhod 3D CAD systému je také tvorba rozvinutých tvarů součástí. Tyto rozviny je dále možno převést do CAM softwaru, kde je nutné vytvořit NC program pro vysekávací nebo laserový stroj. Rozvinutý tvar pláště již zmíněného tělesa je vidět na obr. 4.

Na obr. 5 je prezentována možnost rozpadu jednotlivých dílů sestavy svítidla.



• obrázek 5 Možnosti rozpadu součástí zářivkového svítidla ve 3D CAD

V případě hotového 3D modelu je nyní již jen malý krůček ke generování výkresů pro výrobu. Dalším nezbytným krokem pro odladění veškerých vlastností svítidla je výroba prototypu. Ta je vždy zapotřebí pro analýzu možností výroby a montáže daného svítidla v praxi. Zkoušený prototyp je také nutné podrobit důkladnému měření světelných vlastností, které jsou nutné deklarovat na základě podmínek vyplývajících z podnětu k vývoji nového svítidla. V případě odsouhlasení veškerých jeho vlastností je možné dokumentaci svítidla předložit k výrobě zkušební série.

Metody TRIZ a ARIZ

Celý proces vývoje výrobku probíhá na základě variantních řešení. Výhodným pomocníkem jsou postupy konstruování dle tvorby a řešení inovačních zadání TRIZ určené pro techniky a inženýry. Celosvětově užívaná zkratka TRIZ pochází z ruštiny, česky znamená "teorie řešení vynálezeckých zadání". Teorie byly odvozeny ze zákonitostí vynalézání, výsledovaných studiem desetitisíců patentových spisů s cílem najít, co je v nich společného. Z této abstrakce lze pak odvodit obecně použitelnou teorii pro řešení vynálezeckých úloh, aby se uplatnila jako účinná metoda v inženýrské tvořivosti, a to pro úkoly obtížné. Cílem metody je dosáhnout ideálního výsledku odstraněním psychologické setrvačnosti a maximálním využitím všech systémových zdrojů.

Metoda TRIZ v plném pojetí poskytuje odpověď na všechny tři základní otázky vynalézání, tj. "Co?", "Proč?" a "Jak?". Na první dvě otázky odpovídá funkčně nákladová analýza zdokonalovaného objektu. Pro odpověď na třetí otázku byl sestaven ARIZ, odvozený z analýzy tisíců patentů a autorských osvědčení.

Systémová metodika TRIZ vede uživatele od nejasné problémové situace, přes detailní rozbor systému ke správné formulaci zadání a inovačních úloh, až k návrhům variant řešení. TRIZ využívá dvě navzájem se doplňující systémové metody: analytickou metodu FNA (Funkčně Nákladová Analýza) a řešitelskou metodu ARIZ - Algoritmus Řešení Invenčních Zadání.

Použití těchto metod předpokládá detailní slovní rozbor částí systému a pochopení vazeb mezi jeho jednotlivými součástmi. Na základě těchto metod vzniká „optimalizovaný“ produkt – výsledek řešení, který je ideální z hlediska funkčnosti, designu a stability. Je třeba mít na zřeteli, že pro použití výše zmíněných postupů je nutné problematiku hodnotové a funkční analýzy pochopit hlouběji, než bylo nastíněno v těchto odstavcích. Pro použití v nejen strojírenské praxi existují specializované PC programy, umožňující efektivně provádět analýzu i syntézu systémů dle těchto metod.

Závěr

Konstrukční postupy vyvíjející nová svítidla se nijak neliší od konstruování jiných technických systémů. Vždy je třeba jasně definovat výchozí vstupní informace pro konstrukci nového svítidla – i to však často bývá předmětem analytických postupů. Dále je idea nového produktu analyzována prostřednictvím variantních řešení. Syntézou všech poznatků z tohoto postupu je pak výsledný produkt – svítidlo, které odpovídá zadání, vykazuje správnou funkčnost a bezpečnost a je vyhovující z hlediska vnějšího designu. Měřítkem snažení nás konstruktérů je však v konečném důsledku spokojený zákazník, který je téměř vždy určující pro směr dalšího vývoje v oblasti osvětlovací techniky.

ZÁBRANA OSLNĚNÍ

důležité hledisko návrhu osvětlení

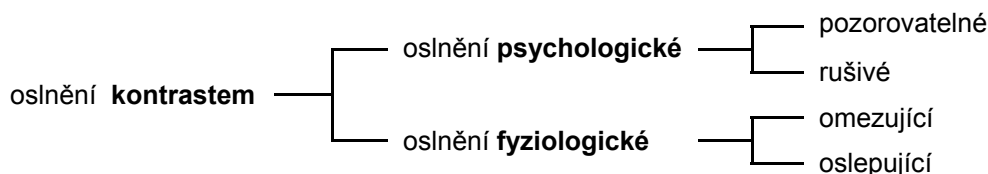
Jiří Habel, Prof. Ing., DrSc. a Petr Žák, Ing., PhD.
ČVUT Praha, fakulta elektrotechnická
habel@fel.cvut.cz, zak.@etna.cz

Cílem příspěvku je jednak zdůraznit vliv oslnění na narušení zrakové pohody a při tom upozornit na komplikovanost problematiky hodnocení úrovně oslnění v osvětlovacích soustavách přímého i nepřímého osvětlení ve vnitřních i venkovních prostorech a jednak připomenout skutečnost, že posuzování oslnění nelze omezovat pouze na hodnocení úrovně rušivého přímého oslnění, ale že je v konkrétních případech třeba sledovat zábranu různých typů přímého i nepřímého oslnění.

Oslnění vzniká, vyskytují-li se v zorném poli oka příliš vysoké jasy nebo značné rozdíly (kontrasty) jasů, které výrazně překračují meze adaptability zraku. Při oslnění je ztížen příjem (často až znemožněn přístup) informací přinášejících světlem do oka, a tím je negativně ovlivněna činnost zrakového systému ve všech jeho kanálech a na všech jeho úrovních. Je pochopitelné, že taková situace narušuje i zrakovou pohodu. Proto zábrana oslnění patří k nejdůležitějším zásadám, kterých je třeba dbát při navrhování osvětlovacích soustav, zvláště pak v pracovních prostorech.

Oslnění kontrastem je tedy z hlediska světelné techniky základním a nejčastějším případem oslnění, které také v praxi působí nejvíce obtíží. Je způsobeno tím, že se v zorném poli pozorovatele vyskytnou (např. vlivem primárních, či sekundárních zdrojů) příliš vysoké jasy v porovnání s jasnem, na který je zrak sledovaného pozorovatele adaptován.

Oslnění kontrastem se podle míry oslnění, resp. podle psychologických a fyziologických následků obvykle člení podle schématu :



Pozn. Povšimněme si, že pod psychologické oslnění je zahrnuto nejen oslnění rušivé, ale i jeho nižší stupeň označený jako oslnění pozorovatelné.

Při **psychologickém oslnění** oslňující zdroj v zorném poli odpoutává pozornost pozorovatele od vlastního zrakového úkolu a zejména při delším působení vzniká subjektivní pocit zrakové nepohody, nadměrně vzrůstá únava, aniž by si pozorovatel uvědomoval, že je to zaviněno oslněním. Objektivně měřitelné změny zrakových funkcí (např. rozlišovací schopnosti, či ostroty vidění apod.) však psychologické oslnění nevyvolává.

Vyšší stupeň oslnění, tzn. **fyziologické omezující oslnění**, však již zhoršuje činnost zraku, způsobuje snížení zrakových schopností, neboť se prokazatelně snižuje zraková ostrost a kontrastní citlivost. Omezující oslnění je tedy objektivně zjištěitelné měřením změn zrakových funkcí (snižuje se např. ostrost vidění a rozlišovací schopnost).

Krajním případem fyziologického oslnění je **oslňení oslepující**. Jde o mezní případ oslnění označovaný též jako absolutní oslnění. Oslepující oslnění znemožňuje činnost zraku vůbec, a to dokonce ještě i po nějakou dobu po zániku příčiny tohoto stupně oslnění. Oslepující a omezující oslnění by se nemělo v osvětlovacích soustavách vyskytovat vůbec. Bránit je však nutno již vzniku rušivého oslnění, a to zejména v pracovních prostorech.

Připomeňme ještě, že oko je nejcitlivější na oslnění ve směru osy pohledu a v jejím okolí asi do úhlu 14° . V oblasti úhlů 14° až 27° od osy pohledu je vliv jasů oslňujících zdrojů menší, ale stále citelný. Teprve, vyskytují-li se zdroje oslnění v oblasti větších úhlů od osy pohledu, je jejich vliv z hlediska oslnění malý.

Podle příčiny vzniku oslnění lze v zásadě rozlišit oslnění přímé a nepřímé :

- **Přímé oslnění** je způsobeno nadměrným jasnem svítících částí svítidel nebo hlavních světelně činných povrchů prostoru (např. stropu a stěn při nepřímém osvětlení).
- **Nepřímé oslnění** je způsobeno odrazy svítících ploch na povrchu pozorovaných předmětů (nejčastěji na jejich lesklých částech) a na povrchu jejich bezprostředního okolí. Objevují-li se odlesky od povrchu **mimo** zrakový úkol, jde obecně o **oslnění odrazem**. Oslnění odlesky **od** povrchu zrakového **úvalu** se přesněji označuje pojmem **závojevý odraz** (veiling reflection).

Specifickými případy oslnění, které se v praxi vyskytují, jsou pak oslnění přechodové a oslnění závojevové :

- **oslnění přechodové** – k němu dochází při náhlé změně adaptačního jasů (např. při náhlém přechodu z tmavšího do světlejšího prostředí), které se zrakový systém nestačí tak rychle přizpůsobit,
- **oslnění závojevové** – vzniká, je-li před pozorovaným pozadím prostředí s vyšším jasnem, např. při pozorování přes osvětlenou záclonu, při mlze před světlomety, zrcadlení ve skle apod.

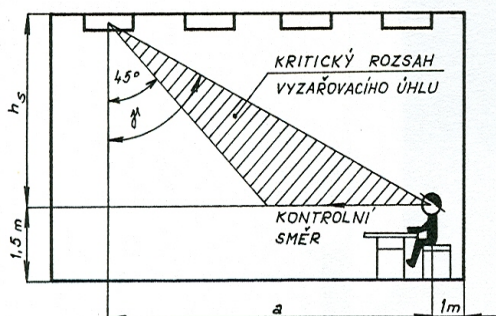
Hodnocení přímého oslnění ve vnitřních pracovních prostorech

Výzkum hodnocení oslnění v interiérech se převážně zaměřuje na **přímé rušivé oslnění**. To se vyšetřuje statistickým zpracováním výsledků pozorování a posuzování situace při nejrůznějších činnostech většího počtu pozorovatelů v četných modelových laboratorních prostorech. V evropských zemích se do roku 2005 k hodnocení přímého rušivého oslnění v zásadě využívalo dvou způsobů, a to německý způsob hodnocení oslnění podle jasů svítidel a metoda výpočtu činitele, či indexu oslnění.

Německý systém omezení oslnění [DIN 5035] byl velmi oblíbený a používaný v zemích střední Evropy a v Japonsku. Tento způsob byl původně převzat i do mezinárodního doporučení CIE pro osvětlování vnitřních prostorů [3] a byl v aplikován i v dřívější naší kmenové normě ČSN 36 0450 [8] pod názvem „**Metoda hodnocení oslnění podle jasů svítidel**“.

Německý systém omezení oslnění umožňuje hodnotit globálně celou osvětlovací soustavu. Platnost této metody je omezena na hodnocení celkového osvětlení v prostorech s pravoúhlým půdorysem:

- s jedním typem svítidel v pravidelném uspořádání,
- při převážně vodorovném směru pohledu,
- v prostorech s činitelem odrazu stropu nejméně 0,5 a stěn, resp. zařízení místnosti alespoň 0,25.



Metoda umožňuje pro určité geometrické uspořádání (obr.1), průměrnou hladinu osvětlenosti srovnávací roviny a požadovanou jakost osvětlovací soustavy stanovit s využitím připravených diagramů mezní jas použitých svítidel. Mezní jasy svítidel byly statisticky určeny tak, aby nejméně **50%** pozorovatelů v uvažovaném prostoru nepociťovalo rušivé oslnění. Pokud jasy použitých svítidel v hodnoceném rozmezí úhlu γ od 45° do $\gamma = \arctg(a/h_s)$ byly rovny nejvyšší mezním jasům stanoveným pro předpokládaný stupeň oslnění, konstatovalo se, že kontrolovaná osvětlovací soustava splňuje požadavky kladené na omezení oslnění a že použitá svítidla z hlediska zábrany oslnění vyhovují.

Obr.1 Geometrické uspořádání uvažované při hodnocení oslnění podle jasů svítidel

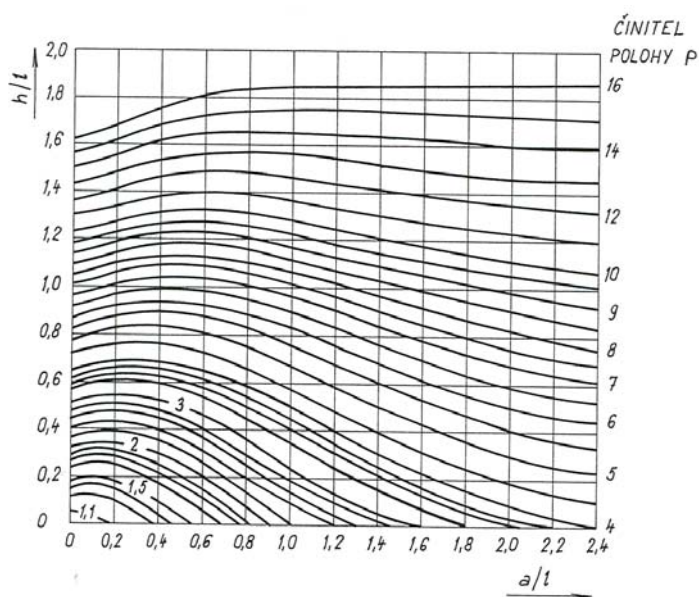
Základní způsob hodnocení oslnění byl založen na **výpočtu činitele oslnění G** (popřípadě **indexu oslnění**) na základě různě modifikovaného empirického vzorce vycházejícího z úvahy, že stupeň oslnění je tím vyšší, čím je vyšší jas L_z oslňujícího zdroje (ve směru ke kontrolnímu místu) a čím větší je prostorový úhel Ω , pod nímž je z kontrolního místa vidět oslňující zdroj a naopak, že stupeň oslnění klesá s rostoucím průměrným jasnem L_p pozadí (adaptačním jasnem).

Pro jeden oslňující zdroj, resp. svítidlo je možno popsaný vztah pro činitele oslnění G zapsat ve tvaru

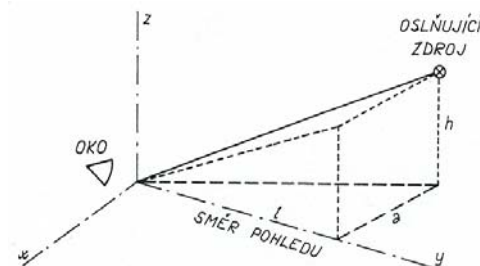
$$G = \frac{(L_z)^a \cdot \Omega^b}{(L_p)^c \cdot P^d} \quad (-; \text{cd.m}^{-2}, \text{sr}, \text{cd.m}^{-2}) \quad (1)$$

kde a, b, c, d jsou exponenty empiricky stanovené na podkladě výsledků experimentů jednotlivých autorů,

P je číselný faktor polohy charakterizující vliv umístění oslňujícího zdroje vůči ose pohledu, který se nejčastěji určuje z diagramu Luckieshe a Gutha (obr.2) v závislosti na poloze oslňujícího zdroje vůči oku pozorovatele (obr. 2a).



Obr. 2 Diagram Luckieshe a Gutha ke stanovení činitele polohy P



Obr.2a Geometrické uspořádání pro stanovení činitele polohy P

z diagramu na obr.1

Pozn. V našich dřívějších předpisech [ČSN 360008 a ČSN 360450] se pracovalo se vzorcem p. Netušila, v němž se nepracuje s činitelem polohy P , ale s činitelem polohy označeným písmenem K , který je ve vzorci (1) umístěn v čitateli výrazu a určuje se z grafů uvedených ve zmíněné normě ČSN 360008.

Příklady hodnot exponentů a, b, c, d veličin ve vzorci (1) jsou podle některých autorů uvedeny v tab.1.

Tab.1

| ↓ Autor \ Exponent → | a | b | c | d |
|----------------------|-----|------|------|-----|
| Netušil | 1 | 0,4 | 0,5 | 1 |
| Harrison | 2 | 1 | 0,6 | 1 |
| Arndt, Bodman, Muck | 1 | 0,33 | 0,66 | 1 |
| Hopkinson | 1,6 | 0,8 | 1 | 1,6 |
| Sørensen | 2 | 1 | 1 | 2 |

Při existenci více oslňujících zdrojů se dílčí hodnoty činitelů oslnění vypočtené pro jednotlivé zdroje buď prostě sčítaly nebo autoři metod na podkladě statistického zpracování výsledků experimentů předepisovali složitější postupy. Podle našich dřívějších předpisů [ČSN 360008] se výsledný číselný faktor oslnění stanovoval jako odmocnina ze součtu čtverců dílčích hodnot.

Někteří autoři k hodnocení oslnění využívají osmi nebo desetinasobku logaritmičtého vyjádření činitele oslnění, neboť takto získané číselné hodnoty, označované často jako **index oslnění** (glare index GI), dovolují objektivně lépe vystihnout subjektivní změny pocitu pozorovatelů o stupni oslnění. Již pouhá změna o jednotku hodnoty indexu oslnění v takto vzniklé nové stupnici odpovídá totiž u průměrného pozorovatele citelné změně pocitu stupně oslnění. Je pochopitelné, že dovolené hodnoty činitele, či indexu oslnění jsou u každého autora jiné.

V rámci Mezinárodní komise pro osvětlování se v posledních letech věnuje největší pozornost indexu oslnění GI_S stanovenému pro n oslňujících zdrojů ze **Sørensenova vzorce**, který má tvar

$$GI_S = 8 \cdot \log \left| \frac{1}{4} \sum_{i=1}^n \frac{(L_{zi})^2 \cdot \Omega_i}{L_p \cdot (P_i)^2} \right| \quad (-; \text{cd.m}^{-2}, \text{sr}, \text{cd.m}^{-2}, -) \quad (2)$$

kde L_p je adaptační jas oka pozorovatele či jas pozadí (cd.m^{-2}),

L_{zi} jas svíticích částí i -tého oslňujícího svítidla ve směru k oku pozorovatele (cd.m^{-2}),

Ω_i prostorový úhel, pod nímž pozorovatel vidí svíticí část i -tého oslňujícího svítidla (sr),

P_i číselný faktor podle Luckieshe a Gutha charakterizující vliv polohy i -tého oslňujícího svítidla vůči ose pohledu pozorovatele,

n počet svítidel, která pozorovatele v dané pozici oslňují.

S využitím Sørensenova vztahu byl v rámci CIE vytvořen tzv. „**Jednotný systém zábrany oslnění**“ (zkr. **UGR**), který byl následně převzat i do evropských doporučení. Ani tento systém však není univerzální. Je omezen na hodnocení oslnění přímými svítidly s vyzařovací plochou, která je vidět pod prostorovým úhlem asi od 0,0003 sr do 0,1 sr (tzn., že jde o svítidla s vyzařovacími plochami o rozměrech cca od 0,005 m² do 1,5 m²). Pro menší zdroje je systém UGR příliš přísný a pro větší zdroje oslnění příliš tolerantní.

V porovnání se vztahy jiných autorů se Sørensenův vzorec vyznačuje celočíselnými exponenty jednotlivých veličin, zvláště jedničkou v exponentu prostorového úhlu Ω (což usnadňuje výpočty činitele oslnění od velkých oslňujících ploch při jejich rozdělení na několik menších zdrojů). Podstatná změna je i ve stanovování adaptačního jasu či jasu pozadí L_p , který je definován jako rovnoměrný jas celého okolí, který v místě oka pozorovatele ve svislé rovině zajistí stejnou osvětlenost jako skutečné zorné pole **bez oslňujících zdrojů**. Jas pozadí L_p se v systému UGR počítá z hladiny nepřímé složky osvětlenosti E_n svislé roviny proložené okem pozorovatele, a to z výrazu

$$L_p = \frac{1}{\pi} E_n \quad (\text{cd. m}^{-2}, lx) \quad (3)$$

Mezní hodnoty indexu oslnění GI_S v systému UGR [7] se shodují s hodnotami používanými v britském systému hodnocení oslnění. Příklady hraničních hodnot GI_S pro některé prostory jsou uvedeny v tab. 2.

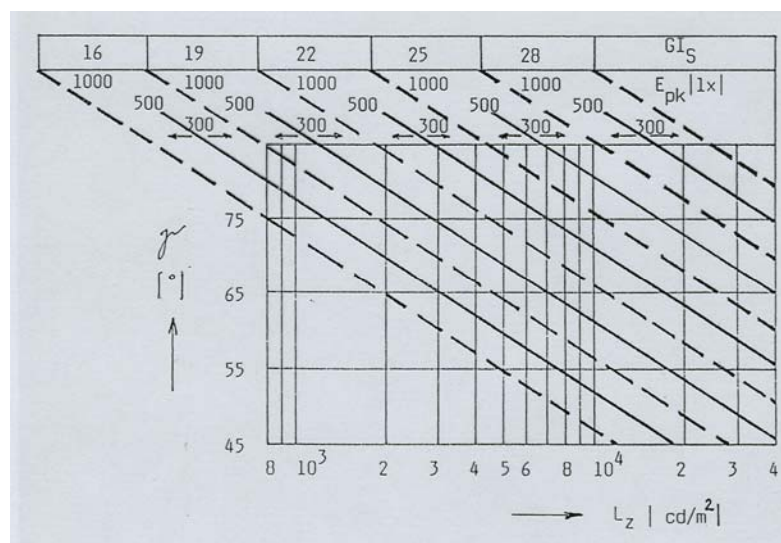
Tab.2 Příпустné hodnoty indexu oslnění GI_S v systému UGR ve vybraných prostorech

| Pracoviště | | $GI_{S \max}$ |
|-----------------------|--------------|---------------|
| pracoviště s počítači | | 16 |
| kanceláře, dozorny | | 19 |
| Průmyslová pracoviště | jemná výroba | 22 |
| | běžná výroba | 25 |
| | hrubá výroba | 28 |

Vzhledem k tomu, že v projekční praxi byla metoda hodnocení oslnění podle jasu svítidel poměrně oblíbená, je již i v systému UGR zkonstruován diagram mezních jasů alespoň pro svítidla, jejichž vyzařování je popsáno typovými čarami (tzv. BZ charakteristikami) svítivosti. Diagram platí pro pravouhlý prostor, činitele odrazu stěn v rozmezí 0,5 až 0,2, stropu 0,7 až 0,3 a podlahy 0,3 až 0,1, předpokládá se rovnoměrné rozmístění svítidel stejného typu, umístění pozorovatele vždy ve středu některé ze stran a vodorovný směr přímého pohledu. Za těchto předpokladů zkonstruovaný diagram mezních jasů pro metodu UGR je na obr. 3. Vyzařování svítidel je zmíněnými charakteristikami BZ omezeno pouze do dolního poloprostoru a proto diagram nelze použít pro svítidla s velkým podílem toku do horního poloprostoru.

Vzhledem k tomu, že křivky mezních jasů v systému UGR vykazují i v oblasti úhlu $\gamma > 75^\circ$ lineární průběh, postačuje v tomto případě pracovat pouze s jedním diagramem (na rozdíl od Söllnerovy metody).

Oblast mezních jasů svítidel je v metodě UGR detailněji vystižena a proto je možno posuzovanou osvětlovací soustavu z hlediska zábran oslnění kritičtěji zhodnotit. Diagram **nelze** použít pro hodnocení oslnění **odrazem** ani při vidění **za šera**.



Obr. 3 Diagram s čarami mezních jasů v systému UGR pro pravouhlé prostory s rovnoměrně rozmístěnými svítidly, jejichž vyzařování popisují typové charakteristiky BZ

Doplňujícím prostředkem k omezení přímého oslnění přímými svítidly je clonění svítidel. V mezinárodním doporučení CIE [11] se uvádí, že v osvětlovacích soustavách, v nichž jsou instalována přímá svítidla, u nichž jsou v úhlech $\gamma \geq 45^\circ$ (měřeno od svislice) vidět světelné zdroje, je v rámci zábrany přímého oslnění třeba splnit nejen požadavky na index oslnění, ale je nutno omezit jas zmíněných svítidel cloněním podle tab.3.

Tab. 3 Minimální úhly clonění přímých svítidel podle jasu použitých světelných zdrojů

| Jas světelného zdroje (kcd.m^{-2}) | Minimální úhel clonění ($^\circ$) |
|---|-------------------------------------|
| 20 až < 50 | 15 |
| 50 až < 500 | 20 |
| ≥ 500 | 30 |

Nepřímé oslnění ve vnitřních pracovních prostorech

Rovněž **nepřímé** oslnění, způsobené odrazem vyzařujících částí svítidel či světelných zdrojů od různých, zejména lesklých, povrchů do očí pozorovatele, může vyvolat pocity od mírného rozptýlení pozornosti až ke značné zrakové nepohodě. Pokud je nepřímé oslnění vyvoláno odrazy v místě pracovního úkolu, hovoří se o *závojevém odrazu*. Odrážejí-li se oslňující paprsky mimo místo pracovního úkolu, jde o *oslnění odrazem*. Oslnění odrazem je nepříjemné tím, že se oslňující paprsky mohou vyskytovat blízko směru pohledu, neboť se odrážejí poblíž zrakového úkolu. Důležité je, že ve vnitřních pracovních prostorech je třeba zabránit i nepřímému oslnění.

Nepřímé oslnění (včetně závojevých odrazů) lze omezit nebo je mu možno zabránit zejména :

- vhodným rozmístěním svítidel a pracovních míst a jejich orientací,
- používáním matných povrchů předmětů a pracovních ploch,
- zvýšením světelného toku dopadajícího do místa zrakového úkolu z boku,
- použitím svítidel s nižším jasem a větší vyzařovací plochou.

Jsou-li v daném interiéru známy polohy pracovišť a jejich orientace, doporučuje se stanovit oblasti, v nichž je možno z hlediska zábrany oslnění odrazem umístit svítidla s přímou složkou světelného toku.

Podle nové normy ČSN EN 12464-1 [7] je k omezení závojevého oslnění a oslnění odrazem u pracovišť s obrazovkami ještě třeba stanovit dovolené oblasti pro instalaci svítidel s přímou složkou toku tak, aby bylo zabráněno jejich zrcadlení na stínítkách zobrazovacích jednotek. Pokud je nezbytné taková svítidla umístit mimo povolené oblasti, musí být jejich jasy ve směru pracovních míst v úhlech větších než 65° (měřeno od svislice) menší než mezní hodnoty uvedené v tab. 4.

Tab. 4 Mezní jasy svítidel, zrcadlících se na obrazovkách

| Třída stínítka podle ISO 9241-7 | I | II | III |
|---|-------------------------------|---------|------------------------------|
| Kvalita stínítka | dobrá | střední | špatná |
| Průměrný jas svítidel, jež se zrcadlí na stínítku | $\leq 1000 \text{ cd.m}^{-2}$ | | $\leq 200 \text{ cd.m}^{-2}$ |

Odborníci podrobně zkoumali zhoršení viditelnosti **závojevým odrazem** u různých administrativních činností, neboť v těchto případech se jeho vliv může výrazně projevit. Bylo zjištěno, že při umístění zrakového úkolu na stole se 85% směrů pohledu pracovníků nachází v úhlech od 0° do 40° od svislice. Nejvíce se při tom vyskytoval směr pohledu pod úhlem 25° . Tyto údaje dovolují sestavit kužel zahrnující kritickou oblast směrů dopadu paprsků z vyzařujících částí svítidel, které by mohly vyvolávat nepřímé oslnění a zhoršovat viditelnost zrakového úkolu. Úroveň viditelnosti zrakového úkolu se podle doporučení CIE [11] vyjadřuje s využitím tzv. *činitele podání kontrastu* K_c , který je definován jako poměr kontrastu daného zrakového úkolu ke kontrastu téhož úkolu při difúzním osvětlení (osvětlení polokoulí s rovnoměrným jasem) při stejné osvětlenosti pracovní roviny. Ze závěrů výzkumu vyplývá, že pro dosažení požadované hodnoty činitele podání kontrastu $K_c = 0,6$ může být poměr L_s / E_0 (jasu L_s svítidla k osvětlenosti E_0 zrakového úkolu) nejvýše 15 u textu tištěného na polomatném papíře; nejvýše 7 u textu tištěného na lesklém papíře a ještě o něco nižší pro text psaný tužkou na matném papíře. Z uvedeného pak vyplývá

maximálně přípustný jas svítidla v kritické oblasti cca 7000 cd.m^{-2} pro osvětlenost úkolu 1000 lx a 3500 cd.m^{-2} pro osvětlenost 500 lx .

S ohledem na závažnost této problematiky byly CIE [11] navrženy a zavedeny referenční odrazné standardy pro posuzování kontrastu jasu pro kancelářské činnosti. Jde o dva kruhové vzorky (světlý, představující papír a tmavý, představující tištěný nebo psaný text) s přesně definovanými odraznými vlastnostmi (tj. prostorovým rozložením činitele jasu v závislosti na směru pozorování a směru osvětlení zdroji závojevých odrazů v celém prostoru). Zároveň se zmíněnými referenčními standardy byly zavedeny pojmy referenční činitel podání kontrastu K_{CR} a referenční pole zrakového úkolu, v jehož jednotlivých bodech se má činitel K_{CR} posuzovat. Všeobecně doporučované hodnoty činitele K_{CR} pro zrakové úkoly - čtení a psaní jsou uvedeny v tab. 5.

Tab.5. Doporučené třídy podání kontrastu pro zrakové úkoly čtení a psaní

| Třída podání kontrastu | Referenční činitel podání kontrastu K_{CR} | Doporučená aplikační oblast při čtení a psaní |
|------------------------|--|---|
| I | $\geq 1,00$ | Prostory s použitím převážně lesklých materiálů, např. ruční sazárny |
| II | $\geq 0,85$ | Prostory, kde se lesklé materiály používají jen příležitostně, např. běžné kanceláře a učebny |
| III | $\geq 0,70$ | Prostory, kde se zpravidla používají matované materiály, např. školy a některé úřady |

Je zřejmé, že využití činitele podání kontrastu představuje účinný nástroj pro charakterizování jak úrovně vidění, tak zrakové pohody pro administrativní práce. V mezinárodním doporučení CIE [11] pro osvětlení interiérů je tato metodika předložena zatím pro informaci. V evropských normách zavedena nebyla.

Obecně se však nepřímému oslnění v teorii osvětlování zvláštní pozornost nevěnuje. Je to zejména proto, že nepřímé oslnění lze většinou vyloučit správným rozmístěním svítidel a použitím matných povrchů předmětů v místě zrakového úkolu i v jeho blízkosti. Nicméně, pokud by bylo třeba úroveň nepřímého oslnění hodnotit určitým ukazatelem, je možno postupovat obdobně jako u o oslnění přímého.

Oslnění při denním osvětlení

Při posuzování možností vzniku oslnění nelze opominout **vliv denního osvětlení**. I denní osvětlení musí být navrženo tak, aby nedocházelo k oslnění uživatele, a to jak při zatažené a polojasné obloze, tak i při obloze jasné. Oslnění sluncem a oblohou by mělo být omezeno na přijatelnou míru ve všech situacích vyskytujících se během dne i ročních období. Ve všech pracovních prostředích by mělo být podle možnosti vyloučeno přímé sluneční světlo, alespoň na pracovních plochách. Jas osvětlovacích otvorů při průhledu na oblohu nebo při ozáření sluncem nesmí být při běžném směru pohledu tak velký, aby způsoboval oslnění. Při návrhu je třeba brát v úvahu úhel umístění osvětlovacích otvorů od obvyklého směru pohledu pozorovatele. Při úhlu menším než 60° od obvyklého směru pohledu nemá jas osvětlovacích otvorů překročit hodnotu 4000 cd.m^{-2} a poměr jasu pozorovaného předmětu a jasu oblohy hodnotu 1:200.

I při optimálním řešení oken zůstávají v určitých situacích značné plochy jasné oblohy v zorném poli osob a způsobují oslnění a pocity nepohody. Je proto nutné se vyhýbat umístění pracovních míst se směrem pohledu k oknům, a pokud to není možné, navrhnout zvláštní prostředky k omezení oslnění.

Mezi prostředky proti přímému slunečnímu záření patří :

- vhodná orientace budovy na neslunečnou stranu nebo do okolní stínící zástavby nebo krajiny
- redukce zasklených ploch
- použití speciálního skla pohlcujícího tepelnou složku slunečního záření
- naklonění prosklené fasády
- použití slunečních clon (vnější, vnitřní, vodorovné, svislé)

Pro snížení možného oslnění okny lze použít také následující techniky :

- použití pokovených skel nebo folií s nízkou propustností,
- zešíkmené hluboké okenní špalety s vysokým činitelem odrazu a s podobnou povrchovou úpravou okenních u rámů a příček,
- přisvětlení okenních stěn zvláštními střešními světlíky nebo přidavnými svítidly.

Oslnění ve venkovních pracovních prostorech

Také ve venkovních pracovních prostorech se může oslnění vyvolané vyzařovacími plochami svítidel či jinými světelně činnými plochami s vysokými jasy projevit jako oslnění psychologické nebo fyziologické.

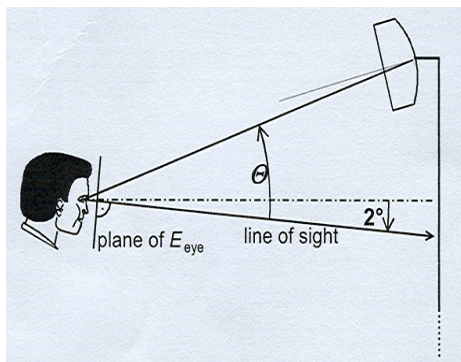
K ocenění úrovně **přímého oslnění** svítidly instalovaného venkovního osvětlení pracovních prostorů se užívá **činitele oslnění GR**, který se podle metody CIE pro hodnocení oslnění [publikace CIE č.112-1994 a norma ISO 8995-2-2005(E)] počítá ze vzorce

$$GR = 27 + 24 \cdot \log_{10} \left(\frac{L_v}{(L_{ve})^{0,9}} \right) \quad (-; \text{cd.m}^{-2}, \text{cd.m}^{-2}) \quad (4)$$

kde L_v je celkový závojevý jas v cd.m^{-2} vyvolaný všemi instalovanými svítidly.

Celkový závojevý jas L_v je roven součtu závojevých jasů způsobených jednotlivými svítidly

$$L_v = L_{v1} + L_{v2} + \dots + L_{vn} \quad (\text{cd.m}^{-2}) \quad (5)$$



Obr. 4 Vymezení úhlu Θ při výpočtu činitele oslnění GR

Závojevý jas od jednotlivých svítidel se počítá z výrazu

$$L_v = 10 \left(\frac{E_{oka}}{\Theta^2} \right) \quad (\text{cd.m}^{-2}; lx, ^\circ) \quad (6)$$

kde E_{oka} je osvětlenost (lx) oka pozorovatele v rovině kolmé ke směru jeho pohledu skloněnému o

2° pod vodorovnou rovinu (obr. 4),

Θ úhel mezi směrem pohledu a směrem spojnice uvažovaného svítidla s okem pozorovatele ($^\circ$).

L_{ve} ekvivalentní závojevý jas **prostředí** (cd.m^{-2}).

Za předpokladu, že odrazy probíhající v daném prostředí mají difúzní charakter, lze ekvivalentní závojevý jas prostředí počítat ze vztahu

$$L_{ve} = 0,035 \cdot \frac{\rho}{\pi} \cdot E_{hp} \quad (\text{cd.m}^{-2}; -, lx) \quad (7)$$

kde ρ průměrný činitel odrazu prostředí (-),
 E_{hp} průměrná osvětlenost vodorovné roviny (lx).

Všechny předpoklady, za kterých bylo GR určeno musí být uvedeny v dokumentaci.

Vypočtené hodnoty činitele GR nesmí překročit maximální hodnoty uvedené v tabulkách v normě ISO 8995-2-2005(E) pro různé typy venkovních pracovních prostorů pod označením **GR_L**.

Dovolená **maxima** činitele GR se pohybují od **40** do **55** a jsou odstupňována po 5.

Hodnocení oslnění v osvětlovacích soustavách na komunikacích

Posuzuje-li se stupeň oslnění na komunikacích vyvolaného svítidly instalované pevné osvětlovací soustavy, hodnotí se jednak oslnění psychologické a jednak oslnění fyziologické. Rozbor a hodnocení psychologického a fyziologického oslnění v zásadě představují dvojí přístup k různým aspektům téhož vizuálního problému. Vzájemná funkční souvislost obou druhů oslnění nebyla dosud objevena a prozkoumána. Proto se i v mezinárodních doporučeních posuzují oba druhy oslnění odděleně.

Psychologické oslnění se zkoumá ze stanoviska řidiče vozidla, které se pohybuje po osvětlené komunikaci. Jde o rušivé oslnění projevující se jako pocit zrakové nepohody nepříznivě ovlivňující bezpečnost dopravy. Stupeň tohoto oslnění lze např. hodnotit činitelem psychologického oslnění G, při jehož výzkumu se používala stupnice podle tab.6. Činitel oslnění G závisí na fotometrických vlastnostech použitých svítidel a na geometrických parametrech osvětlovací soustavy.

Tab.6 Příklad stupnice hodnot činitele G psychologického oslnění na komunikaci

| Činitel G | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 |
|------------|--------------|--------|------------------|-----------|------------|
| Oslnění je | nesnesitelné | rušivé | ještě přijatelné | potlačené | neznatelné |

Činitel G psychologického oslnění se počítá podle empirického vzorce

$$G = 13,84 - 3,31 \cdot \log 180 + 1,3 \cdot \log \left(\frac{I_{80}}{I_{88}} \right)^{0,5} - 0,08 \cdot \log \left(\frac{I_{80}}{I_{88}} \right) + 1,29 \cdot \log S + 0,97 \cdot \log L_p + 4,41 \cdot \log h' - 1,46 \cdot \log p \quad (8)$$

kde I_{80} , I_{88} je svítivost svítidla (cd), zjištěná ve vertikální fotometrické rovině, rovnoběžné s osou komunikace, v úhlech 80° , resp. 88° od svislice,

S je velikost průmětu svítící plochy svítidla (m^2) do roviny kolmé ke směru pod úhlem 76° od svislice ve fotometrické rovině rovnoběžné s osou komunikace,

L_p průměrný jas vozovky ($cd \cdot m^{-2}$),

h' výška světelného středu svítidla nad úrovní oka pozorovatele (m), přičemž výška oka pozorovatele nad vozovkou se obvykle uvažuje 1,5 m);

p počet jednozdrojových světelných míst na úseku přímé komunikace dlouhém 1 km.

Doporučuje se, aby minimální hodnoty činitele G byly u komunikací zařazených do stupně osvětlení I a II při tmavém povrchu vozovky $G_{\min} = 6$, při světlém povrchu $G_{\min} = 5$, na dálnicích $G_{\min} = 7$ a u komunikací se stupněm osvětlení III a IV $G_{\min} = 5$ (pro tmavý povrch), resp. $G_{\min} = 4$ (pro světlý povrch).

Vzorec (13) lze použít pro jakýkoliv druh osvětlovací soustavy a dává uspokojivé výsledky :

a) jen na přímých úsecích komunikací s pravidelným rozmístěním světelných míst o délce alespoň 300 m;

b) při celkovém počtu světelných míst 20 až 100 na úseku o délce 1 km; dvouzdrojová svítidla lze přitom hodnotit jako jednozdrojová s dvojnásobnou hodnotou světelného toku, avšak s příslušnými hodnotami svítivosti I_{80} a I_{88} ;

c) v intervalech hodnot jednotlivých veličin:

$$I_{80} = 50 \text{ až } 7000 \text{ cd}, \quad L_p = 0,3 \text{ až } 7 \text{ cd} \cdot m^{-2}, \quad (I_{80} / I_{88}) = 1 \text{ až } 50, \\ S = 0,007 \text{ až } 0,4 \text{ m}^2, \quad h' = 5 \text{ až } 20 \text{ m}$$

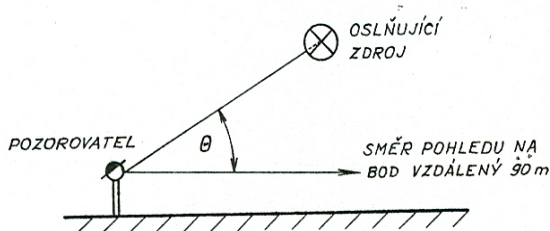
Výraz (13) se však nehodí ke kontrole psychologického oslnění pro případ :

a) komunikace, kde adaptační stav zraku řidiče významně ovlivňují i jiné plochy v zorném poli než povrch vozovky, např. výkladní skříně;

b) osvětlovací soustavy s vysokými stožáry;

c) nepravidelného uspořádání svítidel v zorném poli, např. u složitějších křižovatek apod.

Při zkoumání **fyzilogického oslnění** se posuzují světelně technické vlastnosti soustavy z hlediska možnosti zhoršení viditelnosti, a to jako zvýšení prahu (prahový přírůstek) rozlišitelnosti daného zkušebního objektu typického pro zrakové vnímání řidiče. Výpočet relativního zvýšení prahu rozlišitelnosti se vždy vztahuje k určitému předem zvolenému postavení pozorovatele na komunikaci. Pro každé svítidlo, jehož jas ovlivňuje pozorovatele (nacházejícího se ve zmíněném předpokládaném postavení), se určí úhel θ mezi popsáním směrem pohledu a směrem spojnice svítidla s okem pozorovatele (obr. 5).



Obr. 5

Vymezení úhlu θ mezi směrem pohledu pozorovatele a osou prostorového úhlu, pod kterým dopadá světlo z oslňujícího svítidla do jeho oka umístěného ve výšce 1,5 m nad vozovkou. Osa pohledu směřuje 1° pod vodorovnou rovinu a leží v podélné svislé rovině proložené okem pozorovatele.

Zároveň se vypočte osvětlenost E (odpovídající svítivosti I svítidla ve směru k pozorovateli), a to v místě oka pozorovatele (1,5 m nad vozovkou) v rovině kolmé k ose pohledu.

Pro zvolené postavení pozorovatele a pro každé oslňující svítidlo se pak vypočte tímto svítidlem vyvolaný ekvivalentní závojevý jas L_{vi} ze vzorce, který např. pro i -té svítidlo

– podle dříve platné normy ČSN 36 0400 Veřejné osvětlení při dosazování úhlu θ v radiánech měl tvar

$$L_{vi} = 3 \cdot \frac{E_i}{\theta_i^2} \cdot 10^{-3} \quad (\text{cd} \cdot m^{-2}; lx, \text{ rad}) \quad (9)$$

- podle nové ČSN EN 13201 Osvětlení pozemních komunikací při dosazování úhlu θ ve stupních a respektování stáří pozorovatele konstantou k_v má tvar

$$L_{vi} = k_v \cdot \frac{E_i}{\theta_i^2} \quad (\text{cd.m}^{-2}; lx, ^\circ) \quad (10)$$

Konstanta k_v závisí na věku pozorovatele, např. $k_v = 10$ platí pro pozorovatele ve věku 23 let.

Pro jiný věk V (roků) se konstanta k_v vypočte z rovnice

$$k_v = 9,86 \cdot \left[1 + \left(\frac{V}{66,4} \right)^4 \right] \quad (11)$$

Rychlejší orientaci o změně hodnot konstanty k_v v závislosti na věku pozorovatele umožňují údaje v tab.7.

Tab.7 Vypočtené hodnoty konstanty k_v pro různý věk pozorovatele

| Věk (roky) | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| k_v | 10,27 | 10,62 | 11,16 | 11,94 | 13,03 | 14,50 | 16,43 |

Výsledná hodnota ekvivalentního závoje jas L_v pro skupinu n svítidel se dostane součtem dílčích hodnot L_{vi}

$$L_v = \sum_{i=1}^n L_{vi} \quad (\text{cd. m}^{-2}) \quad (12)$$

Prahový přírůstek TI (podle přijaté evropské normy ČSN EN 13201 Osvětlení pozemních komunikací [9]), resp. podle dřívějších předpisů *relativní zvýšení prahu rozlišitelnosti* k_r (%), se pak určí pro stanovený ekvivalentní závoje jas L_v a pro počáteční průměrný jas vozovky L_p (představující jas pozadí) z empirického vzorce

$$TI = k_r = 65 \frac{L_v}{(L_p)^{0,8}} \quad (\%; \text{cd.m}^{-2}, \text{cd.m}^{-2}) \quad (13)$$

Vztah (18) platí pro počáteční průměrný jas vozovky L_p (v rozmezí 0,05 až 5 cd.m^{-2}) vypočítaný

- pro nová svítidla a pro světelné zdroje vyzařující jmenovitý světelný tok (lm)
- pro úhel θ v oblasti hodnot $1,5^\circ < \theta < 60^\circ$.

Oko pozorovatele v předpokládané výšce 1,5 m nad komunikací se postupně umísťuje do osy každého jízdniho pruhu a podélně se na začátku výpočtu umístí před polem kontrolních bodů ve vzdálenosti $l_{d(TI)}$ určené ze vztahu

$$l_{d(TI)} = 2,75 \cdot (H - 1,5) \quad (\text{m}) \quad (14)$$

kde H je montážní výška uvažovaného svítidla (m).

Do součtu ve vztahu (17) se zahrnou svítidla ve směru pohledu až do vzdálenosti 500 m v každé řadě svítidel a sčítání se ukončí, když příspěvek závoje jas kteréhokoliv svítidla v řadě je menší 2% celkového závoje jas předchozích svítidel v dané řadě.

Svítidla nad mezní rovinou, která je vůči vodorovné rovině skloněna pod úhlem 20° , prochází okem pozorovatele a protíná komunikaci v příčném směru, se z výpočtu vyloučí.

Výpočty prahových přírůstků se začnou v každém jízdniím pruhu při pozorovateli v ose pruhu a při podélné počáteční poloze pozorovatele (ve vzdálenosti $l_{d(TI)}$ před polem kontrolních bodů) a pokračují pro pozorovatele postupně přemísťovaného po krocích stejných jako je podélná rozteč bodů pro výpočet jasů. V každém případě se k výpočtu použije počáteční průměrný jas komunikace odpovídající poloze pozorovatele. Ze všech vypočtených prahových přírůstků TI se nalezne největší hodnota, která je rozhodující pro kontrolu a porovnání s největší dovolenou hodnotou TI , např. 10%.

Maximálně přípustné hodnoty TI jsou pro jednotlivé typy komunikací uvedeny v tabulkách v normě ČSN EN 13201 Osvětlení pozemních komunikací, Část 2: Požadavky [9].

Pozn.

Podle dřívějších našich předpisů ČSN 360400 Veřejné osvětlení se omezení oslnění zajišťovalo především správným výběrem, daným potřebám odpovídajícím způsobem cloněných, svítidel a jejich vhodným geometrickým uspořádáním. Komunikace se z hlediska omezení oslnění rozdělávaly do dvou stupňů 1 a 2, pro které byly předepsány maximální hodnoty svítivosti svítidel pod úhly 80° a 90° v polorovinách C_0 až C_{15} a C_{165} až C_{180} .

Ve zvláštních případech, např. při osvětlování mimoúrovňových křižovatek se svítidly instalovanými na vysokých stožárech, se stupeň oslnění hodnotil podle relativního zvýšení prahu k_r rozlišitelnosti.

Přípustné hodnoty relativního zvýšení prahu k_r rozlišitelnosti byly pro komunikace stupně osvětlení I a II $k_{rmax} = 10\%$ a stupně III a IV $k_{rmax} = 20\%$.

Při výpočtu k_r se předpokládalo, že zrak pozorovatele je zaměřen na bod na povrchu vozovky ve vzdálenosti 90 m před pozorovatelem a že směr pohledu je ve vertikální rovině rovnoběžné s osou komunikace. Do výpočtu k_r se zahrnovala svítidla, pro která platila podmínka $\theta \leq 20^\circ$.

Podobně jako u vnitřních prostorů existují i v oblasti osvětlování venkovních komunikací doplňující prostředky k ověření zábrany přímého oslnění svítidly. Jde o třídy oslnění a třídy clonění podle normy ČSN EN 13201-2 [9].

V případech kdy nelze spočítat prahový přírůstek (TI), ale je třeba kontrolovat omezující oslnění, se používají **třídy clonění** svítidel označené G1, G2 až G6. Ve třídách G1 až G3 jsou zahrnuta svítidla částečně cloněná (semi cut off) a cloněná (cut off). Ve třídách G4 až G6 jsou svítidla tzv. „plně cloněná“ (full cut off). Pro jednotlivé třídy jsou ve zmíněné normě udány maximální svítivosti v úhlech 70° , 80° a 90° (měřeno od svislice). Např. pro třídy G4, G5 a G6 jsou požadavky shrnuty v tab.8.

Tab.8 Požadavky ČSN EN 13201-2 na omezení svítivosti svítidel v provozní poloze pro třídy clonění G4, G5 a G6

| Třída | Svítivost (cd.klm^{-1}) v úhlu | | | Pozn. |
|-------|---|------------|------------|----------------------------------|
| | 70° | 80° | 90° | |
| G4 | ≤ 500 | ≤ 100 | ≤ 10 | svítivost nad 95° je nula |
| G5 | ≤ 350 | ≤ 100 | ≤ 10 | svítivost nad 95° je nula |
| G6 | ≤ 350 | ≤ 100 | 0 | svítivost nad 90° je nula |

Tříd oslnění lze využít nejen pro kontrolu omezujícího oslnění, ale také pro kontrolu obtěžujícího světla.

Pro omezení rušivého oslnění se používají **třídy oslnění** označené D0, D1, D2 až D6. Hodnotícím kritériem, pro rozhodnutí, zda dané svítidlo patří do zvolené třídy je součinitel oslnění, který se stanoví ze vztahu

$$\text{Součinitel oslnění} = I \cdot A^{0,5} \quad (\text{cd.m}^{-1}; \text{cd, m}^2)$$

kde I je největší svítivost v úhlu 85° měřené od svislice (cd)

A průmět plochy svítící části svítidla do roviny kolmé ke směru svítivosti I (m^2).

Závěr

V příspěvku jsou připomenuty základní postupy doporučované v současnosti k ověřování míry oslnění v osvětlovacích soustavách. Problematika oslnění a jeho hodnocení není doposud v plné šíři prozkoumána a dořešena. Snahou odborníků je nalézt pro nejrůznější v praxi vznikající stavy oslnění vhodné objektivní ukazatele, které by co nejlépe vystihovaly míru oslnění subjektivně pociťovanou pozorovateli. Metodiky objektivního hodnocení úrovně oslnění se na základě výsledků nových výzkumů a experimentů vyvíjejí a upřesňují. Ovšem i když nové poznatky výzkumu v oblasti oslnění přispívají k jeho účelnější zábraně, je vždy třeba vzít v úvahu, že *žádná metoda* hodnocení míry oslnění *není univerzální* a že je vytvořena *za jistých předpokladů a omezení* a tyto aspekty pak většinou výrazně *limitují její praktické využití*.

Příspěvek byl zpracován při řešení dílčích úkolů v rámci výzkumného záměru MSM 6840770017 Rozvoj, spolehlivost a bezpečnost elektroenergetických systémů.

Literatura

- [1] de Boer, J.B., Fischer, D: Interior Lighting, Philips Technical Library, Kluwertechische boeken B.V.- Deventer - Antwerpen, 1964.
- [2] The IESNA Lighting Handbook. Illuminating Engineering Society of North Amerika, New York, 2000. Ninth Edition. ISBN 0-87995-150-8
- [3] CIE Collection on Glare. Publication CIE No 146 and 147. Central Bureau of the CIE, Vienna, 2002.
- [4] Meškov, V.V., Jepanešnikov, M.M.: Osvětlovací soustavy, SNTL-Nakladatelství technické literatury, Praha, 1979.
- [5] ČSN IEC 50 (845) Mezinárodní elektrotechnický slovník. kapitola 845. Osvětlení. (33 0500), 1995.
- [6] ČSN 73 0580-1 Denní osvětlení budov. Část 1: Základní požadavky, 90/06/15; 91/05/01.
- [7] ČSN EN 12464-1 Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů. Část 1: Vnitřní pracovní prostory. 2004
- [8] ČSN 36 0450 Umělé osvětlení vnitřních prostorů 86/01/10; 87/01/01.
- [9] ČSN EN 13201 Osvětlení pozemních komunikací, část 2: Požadavky, část 3: Výpočet. (36 0455) 2004.

Využití LED v systémech nouzového osvětlení

Jan Jiruška, Ing.

HORMEN CE a.s., www.hormen.cz, jjiruska@hormen.cz

Anotace

Zlepšování světelně-technických parametrů LED umožnilo jejich širší využití pro účely nouzového osvětlení. V následujících odstavcích jsou stručně nastíněny výhody jejich použití i nové systémy, které díky LED vznikly.

Abstract

Improving of the LED parameters allows its wider application in the emergency lighting systems. The following text briefly informs the reader about advantages of LEDs and new systems based on the LEDs.

Úvod

S rozvojem technologií výroby polovodičů, dochází v posledních letech také k výraznému pokroku v oblasti LED, které díky svým výhodným vlastnostem a zlepšujícím se světelně-technickým parametrům nacházejí stále častěji svá místa v projektech osvětlení. I přes velký pokrok nemohou LED prozatím konkurovat standardně používaným zdrojům (zářivky, výbojky, ...), a proto je jejich použití v soustavách hlavního osvětlení spíše ojedinělým jevem. Velmi dobré uplatnění však nacházejí v oblasti dekorativního osvětlení, kde se s výhodou využívá různobarevných LED pro dotvoření požadované atmosféry, a nově také v soustavách nouzového osvětlení.



$P = 1 \text{ W}$
 $\Phi = 80 \text{ lm}$
 $T_c = 5500 \text{ K}$
 $t = 100\,000 \text{ hod}$

Obr. 1 Výkonová dioda Luxeon III White star a její parametry

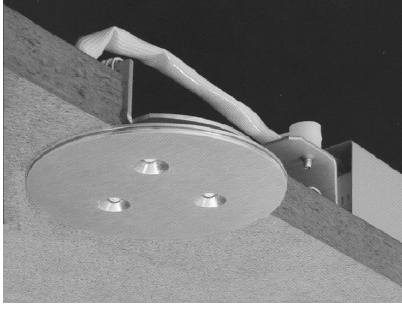
LED v nouzovém osvětlení

Vytvoření bíle svítící LED o výkonu 1 W znamenalo „průlom“ ve způsobu použití LED v systémech nouzového osvětlení. Světelný tok tohoto zdroje totiž postačuje pro zajištění předepsané hladiny osvětlenosti na únikových cestách i pro zajištění protipanického osvětlení, což umožnilo využít LED nejen k signalizačním účelům, ale také jako hlavní zdroj světla.

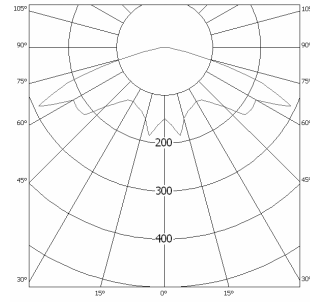
Většina předních světových výrobců svítidel nouzového osvětlení má v současné době ve svém sortimentu zařazená svítidla s výkonovými LED, ať už jde o zcela nové typy či inovovaná svítidla z původního sortimentu, která využívají výhodných vlastností LED, například:

- dostatečný světelný tok při nízkém příkonu
- malé rozměry zdrojů i napájecích elektronik (= menší svítidla)
- snadné přizpůsobení vyzařovací charakteristiky (jde téměř o bodový zdroj)
- provoz na 12 V nebo 24 V (bezpečné malé napětí)
- dlouhá životnost
- téměř nulová doba náběhu (< 100 ns)
- jednoduché stmívání a řízení

Koncový uživatel jistě ocení i prodloužení záruční doby (až 5 let), které někteří výrobci pro svítidla s LED nabízejí.



Obr. 2 Nouzové svítidlo s LED
(SN 9104 LED, Inotec)



Obr. 3 Ukázková křivka svítivosti svítidla pro osvětlení únikových cest

V samotných systémech nouzového osvětlení je použití svítidel s LED zajímavou alternativou klasických svítidel s lineárními zářivkami T5 8W. U svítidel s vlastními bateriemi je díky malým příkonům LED možné použít baterie s menšími kapacitami (a tudíž menšími rozměry). Vnější rozměry pak také klesají a instalovaná svítidla působí příjemnějším, nerušivým dojmem.

U centrálních bateriových systémů jsou pak výhody využití LED ještě větší. Díky malým příkonům dochází, zejména u rozsáhlejších systémů, k výraznému snížení potřebné kapacity baterií, čímž klesají investiční i provozní náklady samotných baterií i dalších komponentů systému. V kinech, divadlech a dalších kulturních zařízeních se s úspěchem využívá možnosti snížení svítivosti LED v normálním provozním režimu, během představení pak svítidla nepůsobí rušivě, přestože dostatečně označují únikové východy. Při výpadku síťového napájení se však automaticky rozzáří na plný výkon a umožní návštěvníkům bezpečné opuštění ohrožených prostorů.

Další možností zvýšení bezpečnosti, prozatím používanou zejména v západní Evropě, je propojení centrálních bateriových systémů se systémy dynamického osvětlení únikových cest (D.E.R.).

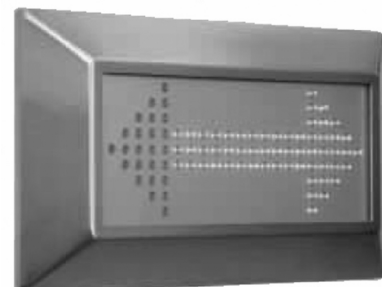
D.E.R.

Úkolem systémů nouzového osvětlení je zajistit, v případě ohrožení, přítomným lidem bezpečné a rychlé opuštění ohrožených prostorů. Standardní (statické) systémy nouzového osvětlení k tomu využívají zálohovaná svítidla a podsvětlené značky vyznačující směry úniku. Plně splňují požadavky platných norem na nouzové osvětlení budov, bohužel však nejsou schopné žádným způsobem reagovat na aktuální situaci v případě ohrožení – vyznačení únikových cest je neměnně dáno.

Při vzniku požáru obvykle v první fázi dochází k silnému vývoji kouře, který rychle stoupá ke stropu a šíří se do velkých vzdáleností od hořící oblasti. Toxické zplodiny obsažené v kouři vyžadují rychlou evakuaci osob z ohrožených prostorů, nastávají problémy s orientací, situaci zhoršuje panika. Nouzová svítidla umístěná na stropě a stěnách v minimální výšce 2 m nad podlahou (dle požadavků [2]) mohou být částečně zahalená v kouři, který vzduchotechnika i přes zvýšené parametry nemusí být schopná odvést, označení směrů úniku a nouzových východů může být nečitelné. Jednou z možností jak předejít takové situaci je použití systémů dynamického osvětlení únikových cest (D.E.R.).



Obr. 4 D.E.R. - zemní svítidlo pro vyznačení směru úniku
(Inotec, typ FS 1000)



Obr. 5 D.E.R. - nástěnné svítidlo pro vyznačení směru úniku
(Inotec, typ FS 2000)

Systémy D.E.R. jsou inteligentní systémy nouzového osvětlení využívající informace z požárních čidel rozmístěných po budově. Dokáží tak velmi rychle a přesně určit oblast zdroje požáru a upravit značení únikových cest podle aktuální situace. Pro vyznačení směru úniku se používají vestavná svítidla do podlahy a zdi nebo nástěnná svítidla (umístěná nízko nad podlahou), podle kterých mohou lidé snadno opustit ohrožený prostor i v případě kdy jsou standardní svítidla s piktogramy díky kouři nečitelná. Svítidla D.E.R. jsou schopná vyznačit až čtyři směry pomocí vestavěné matice LED. Pro označení směru se používají zelené LED umístěné do tvaru šipky, zablokování únikové cesty umožní LED v červené barvě a konce únikové cesty nebo místa s únikovými dveřmi označují zeleně blikající „flashová“ žárovková svítidla.

Samozřejmostí je automatické testování celého systému, tisk výstupních protokolů z testů či začlenění do nadřazených řídicích systémů budov. Ukázkovou realizací je například nový pavilon letiště v Dortmundu nebo dálniční tunel Markusberg a Mondorf v Lucembursku.

Závěr

V současné době se stále častěji prosazují v osvětlovacích soustavách svítidla s LED. V systémech nouzového osvětlení došlo vytvořením výkonové bílé LED k velké změně ve využívání těchto progresivních zdrojů. Od čistě signalizačních účelů se tak LED, posunuly na místo hlavního světelného zdroje pro nouzové osvětlení. Jejich výhodné vlastnosti umožnily rozvoj nových systémů, které napomáhají zvýšit bezpečnost lidí v krizových situacích. Příkladem může být systém dynamického osvětlení únikových cest (D.E.R.).

Literatura

- [1] ČSN EN 50172 Systémy nouzového únikového osvětlení, 2005.
- [2] ČSN EN 1838 Světlo a osvětlení – Nouzové osvětlení, 2000.
- [3] firemní materiály HORMEN CE a.s.
- [4] *Habel, J. a kol.:* Světelná technika a osvětlování. Praha, FCC Public 1995.

Výpočetní metody pro hodnocení rušivého světla

Luděk, Hladký, Ing.

Eltodo EG,a.s., www.eltodo.cz, hladkyl@eltodo.cz

Na základě požadavku místních samospráv nebo stavebních úřadů je provozovatel osvětlovacích zařízení v exteriéru v poslední době nucen zajistit mimo jiné i studii vlivu osvětlení na okolí. Stávající osvětlení je vyhodnocováno většinou na základě měření světelnotechnickým parametrů osvětlovací soustavy, osvětlovaného objektu a jimi vyvolané svislé osvětlenosti v rovině okolní zástavby.

V případě nových instalací osvětlení je nutno provést toto vyhodnocení pomocí vhodného počítačového softwaru. Většina výpočetních programů umožňuje definovat rovinu kontrolních bodů pro výpočet svislé osvětlenosti na fasádě budov například (světelný přesah), stanovit jas reklamních zařízení nebo fasád budov, určit třídu clonění a oslnění osvětlovací soustavy. Program Dialux 4.2 umožňuje také navíc kvantifikovat podíl světelného toku šířícího se přímo ze svítidel do horního poloprostoru (ULR).

V praxi se nejčastěji vyhodnocují tyto případy vlivu rušivého světla:

- ▶ jas reklamního zařízení,
- ▶ světelný přesah osvětlení na okolní zástavbu,
- ▶ jas fasád budov,
- ▶ svislá osvětlenost okolních nemovitostí,
- ▶ clonění a oslnění osvětlovací soustavy pozemní komunikace,
- ▶ podíl světelného toku svítidel do horního poloprostoru (ULR).

Pro hodnocení vlivu rušivého světla osvětlovacích soustav na okolí se využívá především požadavků dokumentů [1] a [2]. Tyto směrnice CIE obsahují mimo jiné základní požadavky na omezení rušivých účinků světla, např. požadavky na vnikání světla do oken obytných budov, na omezení svítivosti svítidel a na omezení jasů fasád budov a reklamních zařízení, a to podle tzv. zón životního prostředí (tab. 1):

E1: oblasti obzvláště tmavé (národní parky nebo chráněná území)

E2: oblasti s nízkým jasnem (průmyslové nebo obytné venkovské oblasti)

E3: oblasti se středním jasnem (průmyslové nebo obytné oblasti na okrajích měst)

E4: oblasti s vysokým jasnem (centra měst a obchodní zóny)

| LIMITY RUŠIVÉHO SVĚTLA (SVĚTELNÉHO ZNEČIŠTĚNÍ) | | | | | | | |
|--|--|---|---------------------|--------------------------------|---------------------|---|--|
| Zóna | Podíl světelného toku svítidel do horního poloprostoru ULR [%] | Maximální svislá osvětlenost okolních nemovitostí (především v rovině oken obytných budov, součet od všech osvětlovacích soustav) $E_v [lx]$ | | Svítivost svítidel $I [cd]$ | | Jas fasád budov $\bar{L} [cd.m^{-2}]$ | Jas reklamních zařízení $\bar{L} [cd.m^{-2}]$ |
| | | před policejní hodinou | po policejní hodině | před policejní hodinou | po policejní hodině | před policejní hodinou i po ní (průměrná hodnota) | |
| E1 | ≤ 0 | ≤ 2 | 0* | ≤ 2 500 | 0** | 0 | ≤ 50 |
| E2 | ≤ 5 | ≤ 5 | ≤ 1 | ≤ 7 500 | ≤ 500 | ≤ 5 | ≤ 400 |
| E3 | ≤ 15 | ≤ 10 | ≤ 5 | ≤ 10 000 | ≤ 1 000 | ≤ 10 | ≤ 800 |
| E4 | ≤ 25 | ≤ 25 | ≤ 10 | ≤ 25 000 | ≤ 2 500 | ≤ 25 | ≤ 1 000 |

Pzn.: Pojem „policejní hodina“ není v ČR zaveden, ale můžeme jej chápat jako začátek období nočního klidu (od 22:00 do 6:00).

- tab. 1 Limity rušivého světla

Dalším dokumentem, který klade důraz na vzhled a rozmístění jednotlivých prvků osvětlovací soustavy, které mohou značně ovlivnit životní prostředí je norma [3]. V požadavcích její druhé části se v odstavci 7 „Vzhled a vliv na životní prostředí“ uvádí, že je třeba věnovat pozornost zejména omezení světla vyzařovaného do směrů, kde není potřeba nebo kde je nežádoucí. V příloze A se uvádí, že jako měřítka pro hodnocení obtěžujícího světla je možno použít tříd svítivosti G1 až G6, které udávají limitní hodnoty svítivosti

pro úhly 70°, 80° a 90° od svislice směrem vzhůru. V normě ovšem není stanoveno kterou třídu svítivosti v jaké situaci použít.

| Třída | Maximální svítivost [cd/klm] | | | Jiné požadavky |
|-------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|---|
| | při 70° ^{a)} | při 80° ^{a)} | při 90° ^{a)} | |
| G1 | | ≤ 200 | ≤ 50 | žádné |
| G2 | | ≤ 150 | ≤ 30 | žádné |
| G3 | | ≤ 100 | ≤ 20 | žádné |
| G4 | ≤ 500 | ≤ 100 | ≤ 10 | svítivost nad 95° ^{b)} je nula |
| G5 | ≤ 350 | ≤ 100 | ≤ 10 | svítivost nad 95° ^{b)} je nula |
| G6 | ≤ 350 | ≤ 100 | 0 | svítivost nad 90° ^{b)} je nula |

¹⁾ Svítivost v uvedeném úhlu měřeném zdola od svislice, v libovolném směru, pro svítidlo v provozní poloze.

- tab. 2 Maximální svítivost svítidel

1. Vyhodnocení vlivu osvětlení pozemní komunikace, reklamního panelu a fasády budovy na životní prostředí

V následující části příspěvku budou uvedeny možnosti výpočetního programu Dialux 4.2 pro hodnocení vlivu osvětlení pozemní komunikace, reklamního panelu a fasády budovy na okolí a bude stanoven celkový světelný tok ULR od všech osvětlovacích soustav. Dále bude provedeno posouzení osvětlení sportoviště na okolní zástavbu včetně návrhu řešení s výrazně nižším negativním vlivem na okolí. Vizualizace osvětlení venkovního prostoru je zobrazena na obr. 1.



- Obr.1 Situace osvětlení pozemní komunikace, reklamního panelu a fasády kostelu

1.1. Vyhodnocení osvětlení venkovního reklamního zařízení

Nejprve bude stanoven průměrný jas reklamní plochy a dále jeho vliv na okolí v místě jeho instalace. Reklamní zařízení sestává z reklamního panelu o rozměrech 4 × 2 m, umístěného na ocelovém stožáru ve výšce 8 m nad terénem. Plocha reklamního zařízení je osvětlena 3 ks světlometů SIRIUS IZS – A, které jsou osazeny výbojkou SAP – D – 150 W.

Ve výpočetním programu nadefinujeme výpočetní rovinu svislé osvětlenosti reklamního panelu a výpočetní rovinu těsně před inkriminovaným oknem blízké zástavby (obr.2).

Pro vyhodnocení jasu tohoto zařízení uvažujeme rovnoměrně rozptýlný povrch reklamní plochy s odrazností 0,9. Vypočtený jas reklamní plochy je pak roven 594 cd.m⁻² a vyhovuje zóně E3 pro se středními jasy. Světelný tok ze světlometů je částečně distribuován mimo reklamní plochu a osvětluje i okolní zástavbu. Maximální vypočtená svislá osvětlenost v úrovni okna je 37 lx. Tato hodnota nevyhovuje ani jedné ze zón životního prostředí. V tomto případě je nutné provést opatření k zamezení distribuci světelného toku mimo reklamní plochu vhodným nasměrováním světlometu nebo umístěním clon. Výpočetní program Dialux 4.2 umožňuje stanovit přímou složku světelného toku, která je distribuována do horního poloprostoru (ULR). Do horního poloprostoru je přímo distribuováno 41,5 % celkového světelného toku a osvětlovací soustava v tomto případě nevyhovuje žádné ze zón životního prostředí.



• Obr.2 Reklamní panel v blízkosti zástavby



• Obr.3 Architekturní osvětlení kostela

1.2. Vyhodnocení architekturního osvětlení kostela

Vyhodnocen bude průměrný jas boční fasády kostela (obr. 3). Fasáda je osvětlena jedním světlotemetem SIRIUS IZS - A, který je osazen výbojkou SAP – D – 150 W. Průměrný jas boční fasády při lambertovském odrazu a odraznosti fasády $\rho = 0,33$ je roven 38 cd.m^{-2} . Tato hodnota nevyhovuje ani jedné ze zón životního prostředí. Do horního poloprostoru je přímo distribuováno 10 % celkového světelného toku svítidla, což vyhovuje zóně životního prostředí E3.

1.3. Vyhodnocení osvětlovací soustavy komunikace

Osvětlovací soustava pozemní komunikace je zatříděna do třídy osvětlení ME4a. V návrhu jsou použity svítidla IVA1-VS, které jsou osazeny sodíkovou výbojkou SAP – T 100 W. Osvětlovací soustava vyhovuje třídě clonění G6, což odpovídá svítidlu plně cloněnému (obr.5). Požadavek na omezení rušivého oslnění řeší třída oslnění. Osvětlovací soustava vyhovuje třídě oslnění D6 (hodnota součinitele oslnění je $I.A^{-0,5} \leq 500$). Vypočtená přímá složka světelného toku do horního poloprostoru osvětlovací soustavy je nulová (ULR = 0%). Osvětlovací soustava v dané instalaci svítidel (sklon svítidla 0°) vyhovuje zónám životního prostředí E1 – E4.

1.4. Vyhodnocení osvětlení na okolní zástavbu

V rovině oken obytné budovy je vyhodnocena maximální svislá osvětlenost E_{vmax} (obr. 4). Výsledná osvětlenost v kontrolním bodě je tvořena součtem příspěvků od všech osvětlovacích soustav. Maximální osvětlenost ve výpočetní rovině je $9,9 \text{ lx}$, což vyhovuje požadavkům pouze zóně E4, a to v čase po policejní hodině.



• Obr. 4 Svislá osvětlenost v rovině oken obytné budovy

| | |
|---|-------------|
| Nejvyšší hodnoty intenzity světla | |
| u 70° : | 237 cd/klm |
| u 80° : | 87 cd/klm |
| u 90° : | 0.00 cd/klm |
| Vždy do všech směrů, které u použitelně nainstalovaného svítidla tvoří stanovený úhel se spodní vertikálou. | |
| Žádná svítivost nad 90° . | |
| Uspřádání splňuje třídu clonění G6 | |
| Uspřádání splňuje třídu oslnění D6 | |

• Obr.5 Výstup programu Dialux 4.2

1.5. Podíl světelného toku všech osvětlovacích soustav do horního poloprostoru

Světelný tok distribuovaný přímo do horního poloprostoru ze všech osvětlovacích soustav je roven 11 % celkového světelného toku. Výstup z výpočetního programu je zobrazen na obr. 6.

Činitel údržby: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 11.0%

Měřítko 1:1325

Seznam svítidel

| Č. | Kus | Označení (Opravný faktor) | Φ [lm] | P [W] |
|----------|-----|--|-------------|-------|
| 1 | 12 | Grupolndal IVA IVA1-VS - SAP-T-E40 100 W (1.000) | 10500 | 108 |
| 2 | 2 | Grupolndal SIRIUS IZS-1 - MH-T-G12 70 W (1.000) | 6600 | 76 |
| 3 | 3 | Grupolndal SIRIUS IZS-A - SAP-D-RX7s 150 W (1.000) | 15000 | 162 |
| 4 | 3 | Grupolndal VISTA IZM-M1 - MHN-LA-X528-c 1000 W (1.000) | 90000 | 1080 |
| celkový: | | | 454200 | 5174 |

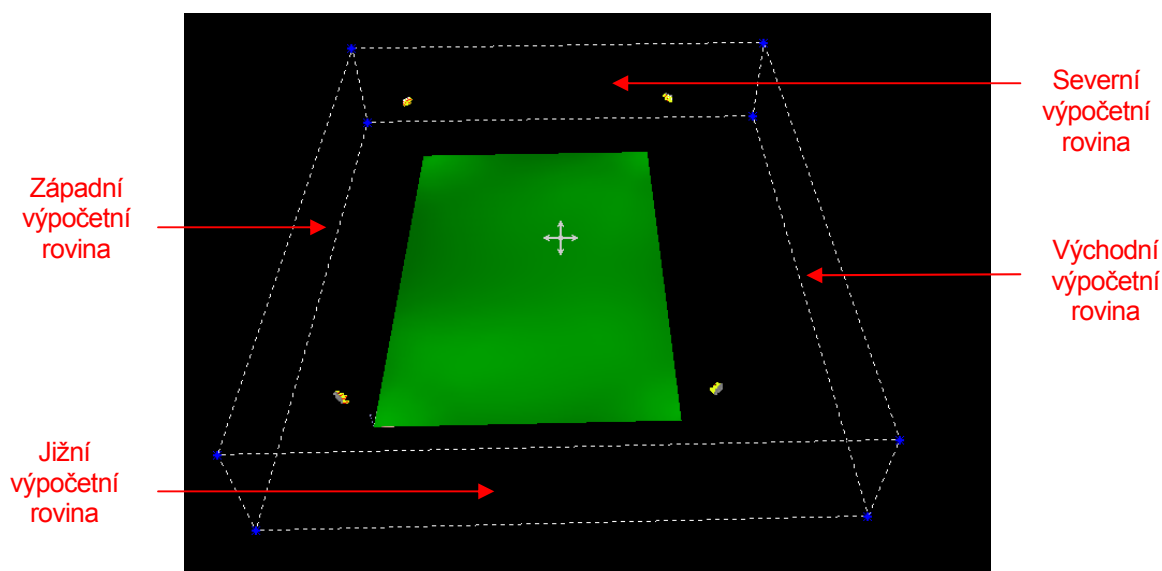
- Obr. 6 Výpočet celkového ULR

2. Vyhodnocení vlivu osvětlení fotbalového hřiště na okolní zástavbu

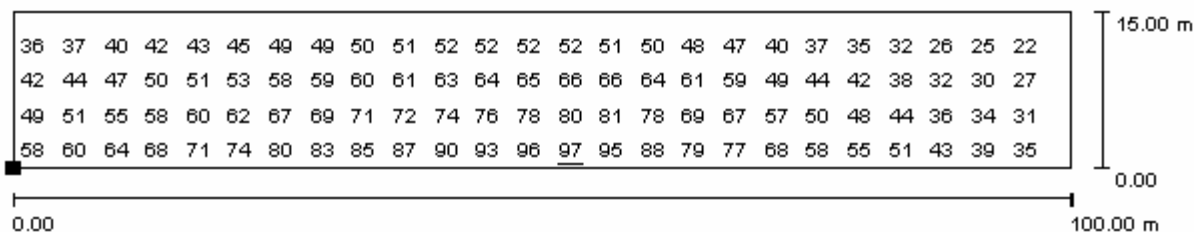
Pro modelovou situaci hodnocení vlivu osvětlení fotbalového hřiště na okolní zástavbu byl vybrán stadion s požadavky třídy osvětlení II (průměrná vodorovná hodnota udržované osvětlenosti 200 lx). Lokalita stadiónu je zatříděna do zóny životního prostředí E3 - oblast se středním jasem s požadavkem maximální svislé osvětlenosti okolních nemovitostí $E_v \leq 10$ lx před policejní hodinou a $E_v \leq 5$ lx po policejní hodině. Navržená osvětlovací soustava se skládá ze čtyř osvětlovacích stožárů výšky 15 m umístěných v rozích fotbalového hřiště. Na každém stožáru je instalováno šest světlometů typu Vista IZM-3 osazenými halogenidovými výbojkami 2000 W. Dle výpočtu by výše uvedená osvětlovací soustava zajistila průměrnou udržovanou osvětlenost 230 lx.

2.1 Výpočet svislé osvětlenosti okolní zástavby - původní návrh (4 stožáry)

Zástavba v okolí fotbalového hřiště je rozdělena na sektor západní, východní, severní a jižní. Pro každý sektor byly ve výpočetním programu ve vzdálenosti fasád obytných domů vypočteny hodnoty svislé osvětlenosti (obr. 4).



- Obr. 6 Kontrolní roviny svislé osvětlenosti

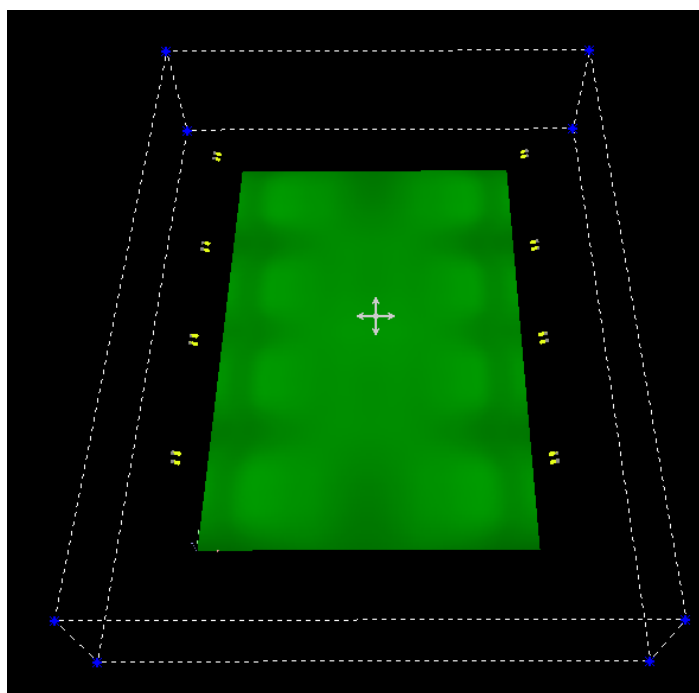


• Obr. 7 Hodnoty svislé osvětlenosti v jižní výpočetní rovině - původní návrh

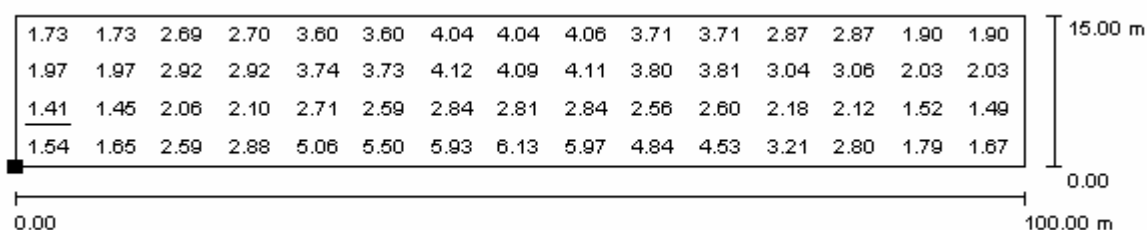
Hodnoty svislé osvětlenosti okolní obytné zástavby překračují limitní hodnotu $E_v \leq 10 \text{ lx}$ ve všech rovinách. Svislé hodnoty osvětlenosti jižní výpočetní roviny jsou zobrazeny na obr. 7. Lokalita je zaříděna do zóny životního prostředí E3 - oblast se středním jasem s požadavkem $ULR \leq 15 \%$. Zjištěná hodnota $ULR = 9,5 \%$ vyhovuje stanovenému požadavku.

2.2. Výpočet svislé osvětlenosti okolní zástavby - nový návrh (8 stožárů)

V novém návrhu osvětlovací soustavy se uvažuje s osmi stožáry umístěnými podél hrací plochy. Na každém stožáru je umístěna dvojice svítidel s asymetrickou křivkou vyzařování typu Vista IZL - C60 (2000W) (obr.8). Hodnoty svislé osvětlenosti okolní obytné zástavby nepřekračují limitní hodnotu $E_v \leq 10 \text{ lx}$. Hodnoty osvětlenosti vyhovují požadavku na maximální svislou osvětlenost před 22. hodinou ($E_{vmax} = 5,93 \text{ lx}$). Svislé osvětlenosti jižní výpočetní roviny jsou zobrazeny na obr. 9. Hodnota ULR se snížila na 0,5 %.



• Obr. 8 Kontrolní roviny svislé osvětlenosti



• Obr. 9 Hodnoty svislé osvětlenosti v jižní výpočetní rovině – nový návrh

Závěr

Ve výpočetním programu Dialux 4.2. lze provádět komplexní analýzu projevů rušivého světla podle dokumentů [1], [2] a [3]. Program automaticky vypočítá i přímou složku světelného toku, která je distribuována ze svítidel do horního poloprostoru pro konkrétní instalaci - ULR.

Při návrhu osvětlení jsme například schopni navrhnout optimální řešení s přijatelnými jasovými poměry a důrazem na minimalizaci světelného přesahu přímé složky světelného toku (výběrem svítidla s vhodnou křivkou svítivosti, nasměrováním světlometů apod.).

Studie vlivu osvětlení na okolí se v poslední době stávají nedílnou součástí projektových dokumentací a v konečném důsledku mohou mít významný vliv i na finální řešení projektu.

Literatura a odkazy

[1] CIE 126:1997 - „Guidelines for minimizing sky glow“

[2] CIE 150:2003 - „Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations“

[3] ČSN EN 13 201 - „Osvětlení pozemních komunikací“

Využitelnost expertních systémů ve světelné technice

Ing. Petr Höchsmann

INGE Opava spol, s r.o., www.inge.cz, hochsmann@inge.cz

Tento příspěvek navazuje na dříve zveřejněné publikace týkající se vývoje expertního systému (dále jen ES) pro osvětlování vnitřních prostorů s vyšší zrakovou náročností. Cílem vývoje je vytvořit takový ES, který na základě co nejpodrobnějšího popisu charakteru projektované místnosti (včetně popisu pracovních míst a pracovních zvyklostí), zvolí požadované kvalitativní a kvantitativní požadavky na osvětlení, vybere z obsáhlých databází vhodné světlo, světelný zdroj a následně zjistí počet světel a jejich nejvhodnější rozmístění.

Obecně

Návrhy osvětlení patří k velice komplikovaným úkolům, protože mají zajistit vhodné pracovní prostředí pro člověka, který pomocí světla přijímá zrakové informace a na základě nich vykonává řadu důležitých rozhodnutí, které mohou být dokonce životně důležité. V řadě případů špatně navržené osvětlení může zhoršit zrak člověka nebo alespoň přispět k jeho rychlejší únavě. Je také rizikové, když osvětlení nesplňuje hygienické normy a snižuje např. zdravotní kondici člověka.

Často se řeší problémy optimálního osvětlení, kdy soustava zajišťuje podmínky pro kvalitní vidění a zároveň vysokou zrakovou pohodu. Tím je zajištěna vyšší produktivita práce, menší chybovost, nižší únava zraku, vyšší spokojenost pracovníka. K optimalizaci dále náleží i otázka ekonomického provozu osvětlení, minimalizace rušivých vlivů na napájecí síť a náklady na pořízení osvětlovací soustavy.

Za řešení uvedených problémů je zodpovědný návrh kvalitních osvětlovacích soustav s minimálními odchylkami od ideálu. To je však možné provést pouze za předpokladu, že máme dostatek informací a umíme s informacemi efektivně a správně pracovat. Je to úkolem oboru světelné techniky a lidí, kteří se v tomto oboru vzdělávají a informace čerpají z dostupných zdrojů.

Cílová skupina uživatelů

Obor světelná technika v sobě skrývá poměrně značnou členitost a technická veřejnost není schopna orientovat se ve všech oborech na profesionální úrovni. K tomu, aby byli alespoň schopni orientovat se v dané problematice, museli by nastudovat značné množství literatury a příslušné legislativy. Toto jim ale nezaručuje, že se z nich stane odborník. Nejlepší znalosti se člověk naučí především z praktických znalostí a dovedností.

Oblasti světelné techniky:

- vnitřní osvětlení
- veřejné osvětlení
- architektonické osvětlení
- speciální osvětlení (lékařství, reklama,

Každý software a program je vytvořen pro určitou skupinu uživatelů. Stejně tak jsme vybírali cílovou skupinu tohoto systému. Veřejnost, která se může aktivně využívat tento systém rozdělit do několika skupin:

1. specialisté
2. architekti
3. projektanti elektro
4. studenti
5. odborná veřejnost

Specialisté

Jsou odborníci, u kterých je hlavním oborem jejich činnosti světelná technika. Samozřejmě ne vždy je jejich oblast působení pro světelnou techniku zcela komplexní. Jak jsem již nastínil nejlepší znalosti jsou především

z praxe. Nemůžeme hovořit o tom, že specialista působí ve všech oblastech světelné techniky na stejné úrovni. Z pravidla má jeden obor, kterému rozumí dokonale. Do této skupiny můžeme zařadit projektanty zabývající se světelnými studii a návrhy osvětlení.

Specialisté jsou nejdůležitějším článkem při plnění databáze znalostí ES. Pokud by se do projektu nezapojili specialisté, stala by se z tohoto systému pouze obyčejná encyklopedie faktů z dostupné legislativy.

Architekti

Jsou speciální skupina specialistů. Jejich obor působení ve světelné technice je takový, že je zajímavá v převážné míře design. Dokážou navrhnout svítidlo nebo osvětlení velice estetické, ale ne vždy splňující kvalitativní a kvantitativní parametry osvětlení prostoru. Z tohoto důvodu je tu další skupina, která musí vyřešit či optimalizovat požadavky architekta. Tato skupina jsou projektanti.

Projektanti elektro

Většina projektantů pracuje se světly především jako se spotřebiči elektrické energie. Z pravidla je zajímavá je jejich příkon a světelný výkon použitých světelných zdrojů, tak aby mohli patřičně dimenzovat elektrické vedení eventuelně navrhnout počet svítidel. Nelze jim to však mít za zlé, protože jejich obor činnosti je neskutečně široký (silnoproudá a slaboproudá elektrotechnika, vzduchotechnika, tepelná technika a jiné). Osvětlení se stává okrajovou, ale důležitou záležitostí, která se řeší až naposledy. Projektanti elektro je skupina lidí, která se nejvíce setkává s návrhy osvětlení. V převážné míře tyto projektanti využívají služeb specialistů nebo projektantů zaměřených přímo na světelnou techniku.

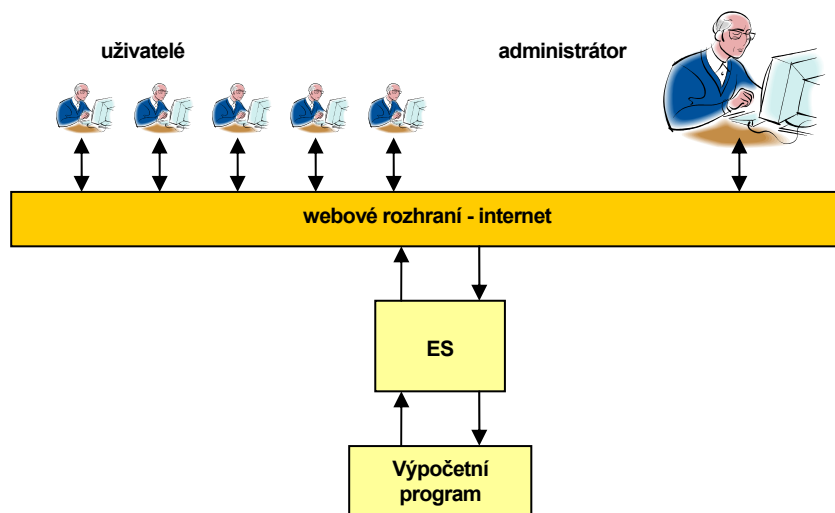
Studenti

Na technických školách se vyučují základní znalosti světelné techniky v rámci běžné výuky.

Odborná veřejnost

Do této skupiny můžeme zařadit všechny ostatní zajímaví se o světelnou techniku. Můžeme sem zařadit obchodní zástupce výrobců svítidel a také i část investorů.

Navrhovaný ES je zaměřen především cílovou skupinu projektantů, studentů a odborné veřejnosti.



• obrázek 1: Pracovní schéma ES

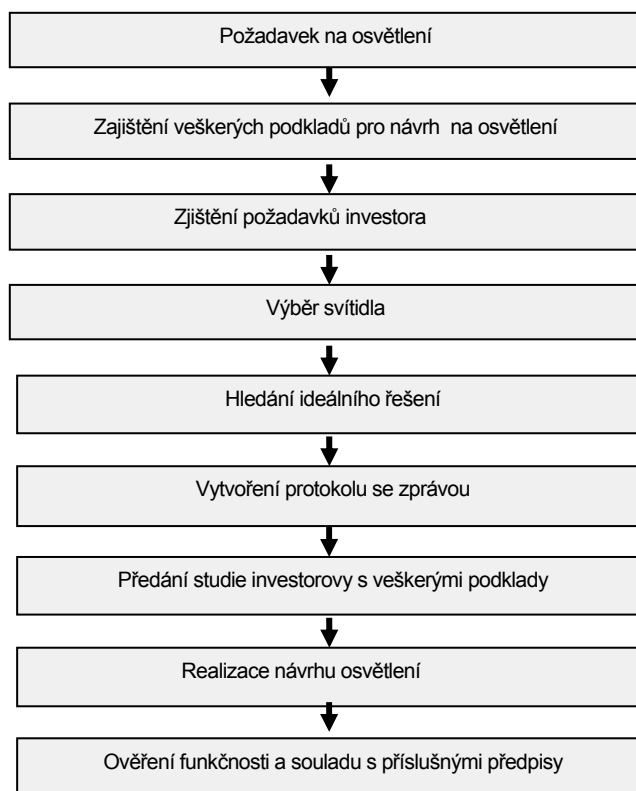
Na obrázku 1 můžeme vidět základní prvky systému. Webové rozhraní je zde pro okamžitou aktualizaci systému. Návrh systému vychází z předpokladu masivního rozšíření internetu do všech oblastí. Zde využíváme předpokladu, že je možno online doplňovat databázi o nové znalosti od specialistů ochotných se na tomto projektu podílet.

Specialista svou připomínku zapíše do systému, administrátor systému tuto poznámku zhodnotí a vloží do databáze ES. Uživatel, který bude připojen k tomuto systému bude ihned pracovat s touto znalostí. Systém bude pracovat také v režimu offline, kde nebude potřeba síťových prostředků. Aktualizace databáze se bude provádět pomocí instalačních balíčků.

Podmínkou pro funkčnost ES bude mít nainstalovaný výpočetní program spolupracující s touto aplikací. Varianta bez výpočetního programu bude taková, že systém funguje jako encyklopedie znalostí a faktů ze světelné techniky. Zadá se dotaz a systém odpoví. Odpověď bude koncipovaná jako seznam odpovědí na dané téma seřazené podle relevantnosti.

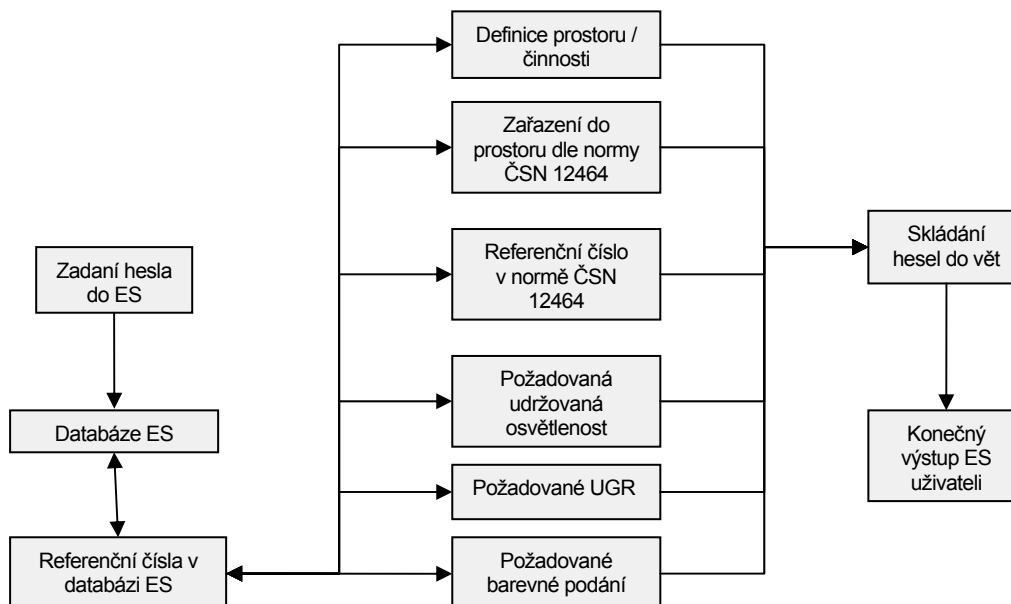
Využití

Jak sem již nastínil, existuje několik potenciálních skupin, které by mohli aktivně využívat tento systém. Nejdůležitější je při návrhu ES přizpůsobit systém tak, aby vyhovoval cílové skupině. Pro nás je cílovou skupinou středně znalý projektant se základy světelné techniky (pojmy, jednotky,). Pokoušíme se navrhnout systém, který by dokázal ulehčit práci s návrhem osvětlovacích soustav. Jak se říká každá rada je drahá a při návrhu osvětlení to platí dvojnásob.



• obrázek 2: Schématický postup při vypracování projektu

Na obrázku 2 je schématické znázornění postupu návrhu a realizace osvětlení. Tento postup je všeobecný a aplikovatelný na veškeré světelně technické projekty.



• obrázek 3: Schéma procesu pokládání dotazů ES

V současné době zatím neexistuje systém, který dokázal nahradit specialistu na daný obor. Člověk ze svých znalostí a zkušeností může přeskočit i několik rozhodovacích kroků. Počítač zatím neumí dopředu předvídat, jaké vstupní data do projektu budou vstupovat. Postupuje přesně podle přednastavených kroků.

Závěr

Realizace expertního systému pro jakoukoliv oblast je poměrně komplikovanou záležitostí, protože je nutné zvládnout řadu dílčích úkolů. V našem případě byly vyřešeny klíčové cíle, které jsou k realizaci expertního systému buď nezbytně nutné, a nebo významně ovlivňují jeho budoucí funkčnost a užitnou hodnotu.

Veškeré práce na ES probíhají tak, aby se mohl zabývat i jinými prostory, než jsou místnosti s vysokou zrakovou náročností. To znamená - aby byl systém otevřený a postupně se mohly jeho možnosti rozšiřovat i do jiných oblastí návrhů osvětlení. Nyní je připraven koncept tohoto systému pouze na teoretické bázi. Formou těchto příspěvků je snaha získat názory odborné veřejnosti, které bychom mohli aplikovat do systému a tím zvýšili efektivitu navrhovaného systému.

Cílem našeho snažení není vytvořit virtuálního projektanta, který by nahradil lidského. Chceme pouze sestavit pomocníka pro řešení osvětlovacích soustav.

Literatura a odkazy

- [1] Grant GAČR 102-03-1162
- [2] Baxant, P.: Expertní systémy v procesu řízení a projektování, International Scientific Conference Electrical Power Engineering 2004, ISBN 80-214-2642-X, Brno 2004

Osvětlování lyžařských sjezdovek v praxi

Ing. Pavel Holub, Ing. Pavel Janečka
Thorn Lighting CS, spol. s.r.o.

1. Úvod

Sjezdové lyžování je krásný zimní sport a v období kdy se brzy stmívá umožňuje umělé osvětlení lyžařům věnovat se tomuto sportu i ve večerních hodinách.

V rozmachu je v České republice večerní lyžování od 90. let 20. století. Za tuto dobu bylo umělé osvětlení vybudováno v řadě lyžařských areálů, ať již to byly řádně, podle platných norem vyprojektované osvětlovací soustavy, nebo „partizánským způsobem“ postavené reflektory na halogenové žárovky. Těmi druhými se dále zabývat nebudeme.

2. Požadavky normy

Připomeňme si, jaké požadavky předepisuje pro alpské lyžování norma ČSN EN 12193 Světlo a osvětlení – Osvětlení sportovišť. Uvedeny jsou v tabulce č. 1.

| Norma ČSN EN 12193, alpské lyžování | | |
|--|-------------------------------------|---------------------------------|
| Třída osvětlení | Udržovaná osvětlenost E_m [lx] | Rovnoměrnost E_{min} / E_m |
| I – národní a mezinárodní soutěže bez TV přenosů | 100 | 0,5 |
| II – nižší soutěže | 30 | 0,3 |
| III – rekreační lyžování, trénink | 20 | 0,2 |

Tabulka č. 1 – požadavky normy ČSN EN 12193 pro alpské lyžování.

Večerní lyžování pro veřejnost odpovídá podle normy třídě osvětlení III a je požadována udržovaná horizontální osvětlenost 20lx. Za připomínku stojí, že v sousedním Rakousku se osvětlení všech sjezdovek pro veřejné lyžování navrhuje na hodnotu udržované osvětlenosti 50 lx.

Na sjezdovkách, na kterých se jezdí závody světového poháru nebo mistrovství světa, a závody se vysílají v televizním přenosu při umělém osvětlení, se osvětlení projektuje na hodnotu udržované vertikální osvětlenosti $E_{vm} = 1000lx$.

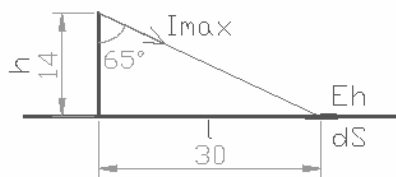
3. Návrhy osvětlení

3.1 Vliv sklonu sjezdovky

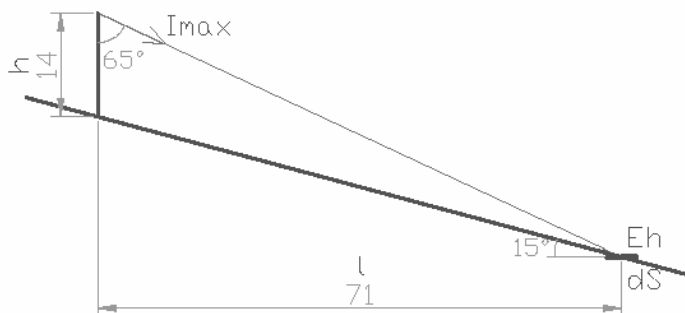
Zásadní rozdíl, kterým se sjezdovky odlišují od všech ostatních sportovišť spočívá v tom, že neosvětlujeme vodorovnou rovinu, ale svah. Průměrný sklon sjezdovek bývá 10 až 15°.

Počítáme hodnoty horizontální osvětlenosti na povrchu. Na obrázku č. 1 je znázorněn rozdíl mezi vodorovnou osvětlovanou plochou a sjezdovkou se sklonem 15°. Při použití stožárů výšky 14m a světlometů s úhlem maximální svítivosti $I_{max} = 65^\circ$ leží v případě vodorovné roviny bod směřování ve vzdálenosti $l = 30m$ od paty stožáru, v případě sjezdovky se sklonem 15° ve vzdálenosti $l = 71m$.

Vodorovná
osvětlovaná plocha



Sjezdovka se sklonem 15°



Obr. č. 1 – Porovnání vodorovné osvětlované plochy a sjezdovky se sklonem 15°.

Sklon svahu způsobí, že výsledné hodnoty horizontální osvětlenosti vycházejí nižší a hodnoty rovnoměrnosti naopak vyšší v porovnání s vodorovnou plochou. V tabulce č. 2 jsou shrnuty výsledky výpočtu horizontální osvětlenosti a rovnoměrnosti pro srovnávací rovinu o rozměrech 30x100m, jak vodorovnou, tak nakloněnou se sklonem 15°.

Zadání: rozměry hodnocené plochy 100x30m

Jednostranná soustava svítidel – asymetrických světlometů 1000W

Sv. zdroje: halogenidové výbojky 1000W, světelný tok 100 000lm

Montážní výška svítidel: 14m

Rozteč stožárů: 35m

| | Udržovaná horizontální osvětlenost E_{hm} [lx] | Rovnoměrnost E_{hmin} / E_{hm} |
|--------------------------|---|-------------------------------------|
| vodorovná plocha | 36,4 | 0,24 |
| sjezdovka se sklonem 15° | 33,8 | 0,43 |

Tabulka č. 2 – Výsledky výpočtu horizontální osvětlenosti u vodorovné plochy a sjezdovky se sklonem 15°.

3.2 Volba svítidel a světelných zdrojů

Co se týče volby světelného zdroje, jsou k profesionálnímu osvětlování sjezdovek vhodné pouze halogenidové a vysokotlaké sodíkové výbojky o výkonech 400 a 1000W. V bílém světle halogenidových výbojek s dobrým indexem barevného podání vypadají lyžařské areály atraktivněji pro návštěvníky. Zato vysokotlaké sodíkové výbojky, které sice dávají sněhu nepřirozený nažloutlý odstín, mají méně rušivý vliv na okolní přírodu.

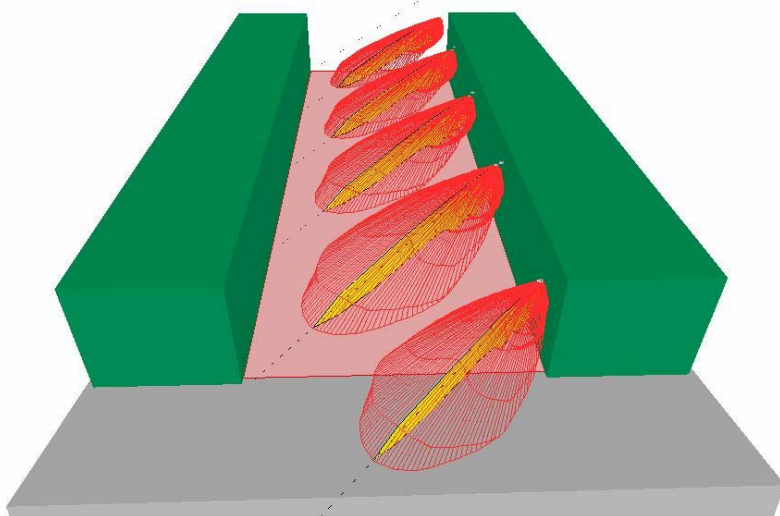
Volba svítidla je částečně určena volbou světelného zdroje. Zvolíme asymetrické výbojkové světlometry v krytí alespoň IP65. S ohledem na minimalizaci rušivého světla můžeme s výhodou použít plně cloněné světlometry nebo vysoce asymetrické světlometry osazené sklem do vodorovné polohy. Snížíme tak množství rušivého světla směřujícího do přírody, eliminujeme možnost oslnění obyvatel nebo řidičů motorových vozidel v okolí

sjezdovky a zcela odstraníme přímou složku světelného toku směřující do horního poloprostoru, tj. nahoru na oblohu.

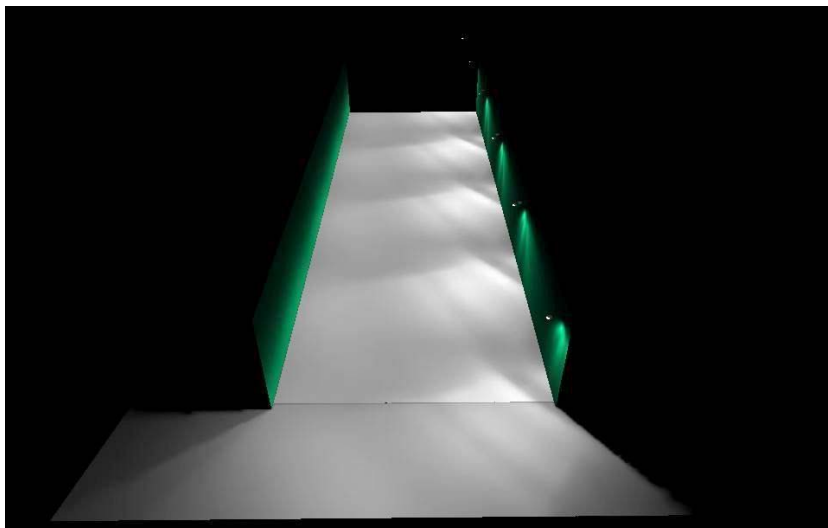
3.3 Montážní výška a směrování svítidel

Výšku osvětlovacích stožárů volíme s ohledem na výkon světelného zdroje a hlavně na dostupnost svítidel kvůli údržbě v rozmezí 8 až 16m. Čím vyšší zvolíme montážní výšku svítidel, tím lepší dosáhneme rovnoměrnosti osvětlení. Avšak za cenu vyšších investičních nákladů a ztížené dostupnosti svítidel.

Při osvětlování sjezdovek platí jasné pravidlo, že světlomety směřujeme směrem dolů po směru jízdy lyžařů. Nikdy ne naopak! Cílem je dosažení rovnoměrného osvětlení po celé délce svahu, které zaručí lyžařům optimální světelné podmínky k lyžování. Zároveň při směrování světlometů dbáme na minimalizaci rušivého světla směřujícího mimo sjezdovku.



Obr. č. 2 – Ukázka směrování světlometů.



Obr. č. 3 – Vizualizace osvětlení sjezdovky. Vytvořeno ve výpočecím programu Relux.

4. Instalace osvětlovací soustavy

Stavbu osvětlovací soustavy komplikuje příkrý svah sjezdovky. Nejobtížnější částí stavby je vztyčení osvětlovacích stožárů. V některých případech vychází jako nejsnazší a nejlevnější řešení použít k transportu a usazování stožárů vrtulník, jako např. na obrázku č. 4.



Obr. č. 4 – Transport osvětlovacích stožárů pomocí vrtulníku.

Můj život se světelným technikem

mi otevřel bránu k další podobě českého jazyka.

Šárka Horáková

Pracoviště – obývací (i kuchyň), sarka@dql.cz

Neděsí mě podoba jazyka, které se říká profesní slang. Pověštinou mu nerozumím, ale necítím se jím ohrožena. Upřímně se bavím lidskou fantazií a zázrakem tvorby slova a sdělení. Poslední kousek, který mi poslala přítelkyně Jarmila je z myslivecké torny: "Šoulal s hostem a našoulal na Pizdě kozy." Paráda!

Děsí mě ale okamžik, kdy se profesní slang vmísí do vážného prohlášení, které je mi cíleně předloženo. Ať už jako zákazníkovi, uživateli, či člověku jinak na textu závislému. A ještě hůř mi je, pokud si dám tu práci a slang rozmotám a k mému zděšení zjistím, že je utkán kromě profesní jemnosti půvabných novotvarů, ze špatných vazeb, neexistující gramatiky a případně mizerného překladu. A namísto sdělení na dně obsahuje jen floskule a bezostyšné bláboly. Takový shluk slov přestává být slangem, natož profesním, a stává se čiro čirou pitomostí.

Pěkné na celém problému je, že jednotlivé profesní skupiny milují „svůj“ jazyk a vpravdě se podivují, cože na něm člověku obecnému může vadit. Je v tom vše lidské – od pýchy po pocit tajného spolčení a výjimečnosti, až po kladné emoce, jako je libé tajemství a opravdové vědění. Ponechme každému, co jeho jest – i tu trochu elitářství.

Jenže je stále důležité ostře hledět na dno a čekat, kdy vyplave s d ě l e n í .

Ideálním a známým příkladem profesního slangu je jazyk politiků. Volenci se mu učí pod dohledem odborníků, modulují ho, komponují jednotlivé věty v obludné oblouky proudů bezobsažných slov. My se pak vztekáme a marně přemýšlíme, co bylo předmětem sdělení. Až konečně dojdeme k závěru, že předmět najdeme spíš v sociologicko-psychologickém kontextu. Předmětem sdělení v tomto případě nebývá sdělení (v tomto pojmu lze vystopovat hlubší obsah: sdělení, tedy sdílení a v politických sděleních se ocitáme v přímém rozporu se skrytým obsahem pojmu – ti lidé s námi nechtějí nic sdílet...), ale vyvolání kladných či záporných emocí. Jednoduše manipulace prostá.

Srozumitelnost

Aneb cesta do hlubiny pojmu a bajka

Srozumitelná řeč je ta, která je používána s *rozumem*.

Začnu zostra někde v jazykovém období bájně Atlantidy. U přemýšlení o slovech, kterého jsme se povětšinou úspěšně zbavili. Není čas. A tak nastal čas stále větších zmatků – lidé si méně rozumí v době, kdy mají větší možnost komunikovat. V čem to vězí?

V běžném životě a v běžné komunikaci už dávno neuvažujeme o podstatě pojmů, ale pracujeme s tím, jak jsme si je zapamatovali.

Problematice myšlení se věnoval například už Tomáš Akvinský, který dbal na původní význam slova: tak například slovo myšlení (přeloženo z latinského originálu není myšlení, ale poměřování). U nás se běžně používá ustálené rčení: vážít slova, ještě častěji slovo *uvažujeme* (je to totéž, měřme je, vážme, hlavně je nepouštějme do světa jen tak prostou palbou od boku). Dokonalou ukázkou „měření slov“ jsou Sokratovy Dialogy. Poměřováním jednotlivých slov člověk dokonce dochází povětšinou k zcela jiným cílům, než za kterými se vydal. Chvála myšlení! Stále zůstávám u výkladu jediného pojmu:

Sókrates (o slunci) :... stalo by se to jasnějším, kdybychom užívali dórského jména – Dórové totiž říkají halios – halios pak by mohlo být jednak podle toho, že shromažďuje (halizein) lidi na totéž místo, když vyjde, ale také tím, že neustále chodí dokola (heilein íon) kolem země, avšak pravděpodobně i proto, že jak jde, zpešťuje (poikullei) to, co se rodí ze země.

Tak to bylo hluboké přemýšlení o slovech a dávná historie...

Dnes používáme pojmy zapamatované.

V naší paměti máme uschovány představy o pojmech (pouhé představy!). Jsme přesvědčeni, že jsou správné tím víc, čím víc lidí kolem je používá. Význam jednotlivým slovům přiřadili naši rodiče, učitelé, přátelé...A před tím jejich rodiče, učitelé a přátelé a před tím... Naučili jsme se je. V pořádku. Přesně do okamžiku, než se někdo zeptá: co znamená slovo. Slovo láska. Slovo dobro. Slovo pravda? Mám ráda jazyk a ráda se jím probírám. Ale při tak prosté otázce se málem utopím ve vlastním nevědění. Zkuste si na otázky odpovědět sami. K čemu se doberete. Kdy nad tím mávnete rukou... Po mnohahodinovém a mnohadenním tápání v hlubinách doporučuji osvědčený proslov typu: „... to je samozřejmě jasné...“ a utéct. Je to přesně ten moment, kdy člověku dojde, že pojmy, které používá nemá osahané myšlením. Používá je zbuhdarma. A pak je náhodně pojí s pojmy dalšími...

... nějak si s ostatními nerozumíme...xakru proč?!

Příčina rozdílnosti používání pojmů.

1. základní: pojmům nerozumíme
2. následná: pojmy jsme si zapamatovali a jen jsme je přejali bez rozumového zkoumání
3. největší zmatek – nikdy se nevyjadřujeme v jednom pojmu – ale mluvíme ve větách a všechny pojmy, které používáme a nejvíc pojmy apriorní – dobro, krása, spravedlnost, pravda, které se prolínají veškerou naší komunikací, jsou postiženy naším egoismem. Kdo si to neuvědomuje, nemá šanci komunikovat ani sám se sebou. Soubory pojmů skládáme pod vlivem egoismu do takových útvarů, které našemu egoismu vyhovují. Tím, že vyslovujeme, chceme něco dokázat. Máme své cíle. Nejde nám o to pravdivě používat pojmy, ale používáme je k tomu, aby sloužili našemu účelu.

Jsme šikovní... [1]

Svoboda a demokracie nejsou jenom slova, nedají se naplnit nějakou smlouvou, nedědí se, jsou to květinčky, které je třeba zalévat, a já si myslím, že jsou dnes ohroženy, že je třeba za ně bojovat ...

Toto je ukázka věty, ve které jsou nakladena slova a slova a slova o tom, že slova nejsou jen slova. Věta ale probouzí emoci – někdo jde bojovat za správnou věc (a my, pokud se nepřidáme, budeme špatní). Podobné typy vět používají všichni politici před volbami. Tenhle brouček v tom není sám. Věta nevznikla z potřeby sdělení (a nebo z potřeby básně), věta vznikla z potřeby vzbudit emoci. Tím nás tak nějak divně rozčiluje a mate.

Mnohem raději mám, když člověk blábolí z přirozené zbrklosti: situace, kdy slova přicházejí dříve než myšlenka.

Nejproslulejší výroky amerického prezidenta Gerge Bushe: (*převzato z [2]*).

I vy máte černochoy? (v rozhovoru s brazilským prezidentem)

To není průmyslové znečištění, co poškozují naše životní prostředí. Jsou to nečistoty ve vzduchu a ve vodě, které za to mohou.

Vidím, že při mé práci musíte věci opakovat znovu a znovu, dokud pravda nezakoření, dokud se nestane propagandou.

Ale Irák má lidi, kteří chtějí zabít a jsou to velmi dobří zabijáci. A my budeme s těmito Iráčany pracovat, abychom zabezpečili jejich budoucnost.

Jedna věc je pochopit, že máme problém a druhá věc je, co s ním uděláme.

Máme pevné vazby k NATO, jsme součástí NATO. Máme pevné vazby k Evropě. Jsme součástí Evropy.

Velká většina našich dovozů pochází ze zahraničí.

Nejznámější boj o pojem

... o jeden z pojmů válčíme už po celá staletí. No ano, je to Bůh. A vzniklo to asi takto:

Kdysi, v roce 0 se sešlo u jabloně dvanáct naprosto čistých a ničím nepoznamenaných lidí (je to pohádka, tak to jde...). Dohodli se, že před tím, než se vydají každý jiným směrem, najdou si předmět, který budou uctívat. Utrhli jablko (pozor nezaměňovat s Adamem a Evou, kteří trhali hroznové víno). Jablko rozdělili na dvanáct kousků. A uplynula doba. Dlouhá doba. Pod stejnou jabloní se po oné dlouhé době sešli potomci prvních dvanácti. Povídali se, sdělovali své zkušenosti a pak se po všech těch jiných zážitcích chtěli sjednotit a uctít jablko. Jeden začal, ty sladké zelené, druhý mu skočil do řeči ty kyselé žluté, třetí se nedal a opravil je, ty hořké hnědé... nastala mela. Zatímco prvých dvanáct bylo u dělení celku, tihle si ze své dvanáctiny představu o celku pouze vytvořili. A tak nemohli tušit, například, že jeden na počátku nafasoval šťopku, zatímco jiný jadrinec a každému ještě jeho kousek seschl do tvaru podle všech faktorů, kterými ho vláčel... Nevím jak to v pohádce dopadlo, tedy raději to vědět ani nechci a netuším, kam šel ten, co pobil ty ostatní – protože za vlastní názor je třeba se bít, ne?

Ponoří-li se člověk do úvahy nad pojmem je to hledání, které nemůže podniknout sám... Sám vždycky považuje kus za celek ... Jenže když má dalšího, musí se nejdřív posekat...

Tak to byla exkurze idealistická. To byl svět, ve kterém má každé slovo svůj obsah a lidé hledají a komunikují spolu za účelem nalezení takového pokladu.

Ale my žijeme ve světě zcela jiném, který i zcela jinak zní:

Začínám u techniků, ale slibuji, že u nich neskončím:

My věříme, že síla úspěchu je v nalezení nových inovací u starých produktů.

Osvětlení interiérů pro průmyslová a komerční použití bylo zcela revolucionizováno.

Svítilna jsou dodány s povrchem krytu který je vhodný také na závěsné nainstalování, přičkové instalování a samostatné svítidlo.

Svítilna počítá z širokým osvětlením místnosti a vyrovná tak velice původní komfort.

Organický, měkký a štíhlý a vzhled se harmonicky adaptuje ke každému interiéru.

Tato technologie byla použita poprvé pod jménem... a byla více vyvinuta pro její žádání.

Zdali studovat, papírovat, přijímat hosty nebo pracovat na počítači, osvětlení musí být přizpůsobené každé z těchto situací.

Jedna věc je fakt, že zejména v technickém světě se nám mísí do jazyka špatné překlady, ale věcí podstatnou zůstává, že i když člověku dojde, že se jedná o překlad, je tu nehorázná stupidita šířitele původní chudoby sdělení do dalších světových stran, který z původně ploché linie udělá navíc obludný blud. A co hůř, tohle jsou texty, které mají dojít k zákazníkovi, uživateli, spotřebiteli...

Překlady

Aneb opět chvála myšlení

Už věrozvěst Konstantin se v 7. století postupně dopracoval k názoru, který vyjádřil slovy: „...neboť překládáme kvůli srozumitelnosti výkladu a ne kvůli přesnosti výrazu. Konstantin byl přesvědčen, že při překladu není nejdůležitější použít vždy přesně stejné slovo. Spíš jde o to použít slovo, které vyvolá přesně stejné emoce. Tady už ovšem nestačí pouhá znalost jazyka, tady vstupuje do hry i znalost mentality zvyků a psychologie uživatele a čtenáře. Jemnost slovanského jazyka, začal překladem Janova evangelia a přitom navázal na překladatelské zásady, které už na přelomu 4. a 5. století stanovil svatý Jeroným: „ Zásadou dobrého překladatele je, aby idiomy, specifické výrazy a vazby cizího jazyka, vyjadřoval jazykovými prostředky jazyka vlastního [3].

Zůstává rozum stát nad tím, že když to pochopili lidé už ve 4. století, co se pak stalo s námi v 21.?

Na tomto místě bych chtěla rozptýlit vaše obavy, že jazyková degenerace postihla jen techniky a technické překladatele. Tady je několik ukávek z pracovních stolů redaktorek knižních překladů [4]:

...populární místní forma **ubiquitní franšizy**, doslova přečpané **osobními věcmi Emeraldy Isla**. V podniku hraje i živá hudba (vstup zdarma) od středy do neděle v noci.

Ubohý Emerald, kterému někdo sebral osobní věci, je ve skutečnosti Smaragdový ostrov neboli Irsko. Je to prostě irská hospoda.

Starý **dům na trénování závodních koní** (jen 10 minut od Geelongu) byl změněn na ubytovnu. **Vyzvánět k uspořádat přenosku**.

Že by stará jízdárna? To druhé je: Zavolejte jim, aby vás vyzvedli.

Boatshed je ideální místo na jídlo, pití a **pozorování eck is the place do eat, drink a sledují veslaři**, plachetnice a **labutě dělající jejich věc na jezeru**.

Copak tam ty mršky asi dělají?

Když je zde na prohlídce skupina starších žen a když budete pozorně poslouchat, uslyšíte, jak jim vzrušení, **tlučou kolena**.

Ovce z Cotswolds a místní obyvatelé poskytují vlnu, zatímco řeka Windrush poskytuje vodu.

Chvála myšlení

Konečně nikoliv jako podtitul.

Na všech polích, která ořeme, můžeme a musíme z podstaty naší lidskosti dělat chyby. Na všech polích, která ořeme, můžeme a musíme z podstaty naší lidskosti bojovat o každou píď a o každou prkotinu. Jen bychom si neměly ta svá pole osévat plevem a nenechat ani majitele polí sousedních plevel přemnožit, neboť se k nám připlazí a my se ho jen tak nezbavíme. A plevel, který se rozbujel v našem jazyce nejen, že pomalu hubí to pěkné a zdobné a typické pro naše klima a duše, ale klidně se může stát, že ho za chvíli začneme považovat za cosi normálního, nedej Bůh, okrasného.

Literatura a odkazy

[1] Mirek Topolánek, Poslední slovo před volbami, 01.06.2006, TV Nova

[2] Slate magazin, www.slate.com

[3] PhDr. Jindra Jarošová, Svatí kacíři, Radioservis 1999

[4] Radana Šimčíková, Kateřina Jirčíková, Překlady

Vliv parametrů osvětlovací soustavy a prostoru na umělé osvětlení

Lukáš Hurt, Ing.

ZČU v Plzni, Fakulta elektrotechnická, Katedra elektroenergetiky a ekologie, l.hurt@centrum.cz

Úvod

Pro sledování vlivu parametrů osvětlovací soustavy a prostoru na umělé osvětlení lze s výhodou použít účinnostních veličin. Účinnostní veličina je obecně poměrná veličina, která je hodnocena u výstupní a vstupní části jednotlivých prvků až celého systému. Pokud známe jednotlivé účinnosti v řetězci prvků, můžeme na základě určitých pravidel určit i účinnost systému jako celku.

Jsou-li vstupní i výstupní veličiny hodnoceny ve stejných fyzikálních jednotkách, pak účinnostní veličina je vyjádřena poměrným nebo procentuálním číslem bez fyzikálního rozměru. Jedná-li se o prvek transformační, v našem případě např. světelný zdroj, u kterého vstupní a výstupní veličina je vyjádřena v různých fyzikálních jednotkách, pak účinnostní veličina (měrný výkon světelného zdroje) je dána poměrem těchto fyzikálních veličin (lm/W). Účinnostní veličiny bývají v praxi nazývány různě, aby lépe vynikl jejich význam. Vlastního pojmu účinnosti se využívá především v případech veličin fyzikálně bezrozměrných.

Účinnostní veličiny v oboru osvětlování

Pro určení celkové účinnosti osvětlovací soustavy (případně měrného výkonu) vycházíme z účinností jednotlivých prvků osvětlovací soustavy. Jedná se tedy o účinnost přenosu elektrické energie, účinnost předřadníků, měrný výkon světelných zdrojů, světelnou účinnost svítidel a světelnou účinnost osvětlovaného prostoru.

Z těchto jednotlivých prvků je možné sestavit náhradní schéma osvětlovací soustavy, které vyhovuje řešení, ve kterém je regulace osvětlení řízena přes obvody elektronických předřadníků umístěných v blízkosti řízených zdrojů, které lze uplatnit u výbojových světelných zdrojů (zářivek). Pro žárovkové světelné zdroje bychom museli elektronické předřadníky zaměnit za výkonové prvky (tyristorové regulátory).

Náhradní schéma osvětlovací soustavy

Na následujícím obrázku je znázorněno náhradní schéma osvětlovací soustavy pro výbojové světelné zdroje a je bráno pro počáteční stav, což znamená, že se neuplatní provozní stavy a údržba.



• Obr. 1 – Náhradní schéma osvětlovací soustavy

Měrný výkon této osvětlovací soustavy stanovíme ze vztahu

$$\eta_{os} = \eta_e \cdot \eta_{př} \cdot \eta_z \cdot \eta_s \cdot \eta_{op} = \frac{\Phi_u}{P} \quad [\text{lm} \cdot \text{W}^{-1}] \quad (1)$$

kde η_{os} je měrný výkon osvětlovací soustavy,

η_e účinnost přenosu elektrické energie,

$\eta_{př}$ účinnost předřadníků,

η_z měrný výkon světelných zdrojů,

η_s světelná účinnost svítidel,

η_{op} světelná účinnost osvětlovaného prostoru,

Φ_u výsledný užitečný světelný tok dopadající na srovnávací rovinu,

P příkon osvětlovací soustavy.

Celkový příkon náhradního schématu osvětlovací soustavy pro výbojové světelné zdroje můžeme určit z následujícího vzorce

$$P = \frac{\Phi_u}{\eta_{os}} = \frac{\bar{E}_i \cdot S}{\eta_{os}} \quad [\text{W}] \quad (2)$$

kde \bar{E}_i je průměrná počáteční osvětlenost srovnávací roviny,
 S velikost osvětlované plochy srovnávací roviny.

Účinnost přenosu elektrické energie

Vodiče a rozvodná zařízení pro napájení osvětlovacích soustav je třeba správně dimenzovat podle jmenovitého zatížení soustavy a zkontrolovat velikost úbytku napětí na napájecích vedeních. Dále musí být rozvodná zařízení schopna odolat tepelným i silovým účinkům. U soustav pro osvětlování venkovních prostorů a komunikací, které jsou napájeny venkovním vedením, se kontroluje také mechanické namáhání vodičů silou větru a tíhou námrazku. Předpokládané ztráty v rozvodech jsou přibližně 2 - 4%.

Účinnost předřadníků

Elektronické předřadníky mají velkou energetickou účinnost, která se pohybuje kolem 0,85 a jejich ztráty jsou v porovnání s indukčním předřadníkem přibližně poloviční a docílují se až 25% úspory elektrické energie.

Měrný výkon světelných zdrojů

Měrný výkon světelného zdroje je podíl vyzařovaného světelného toku a příkonu.

$$\eta_z = \frac{\Phi_z}{P_z} \quad [\text{lm} \cdot \text{W}^{-1}] \quad (3)$$

kde Φ_z je jmenovitý světelný tok světelného zdroje,

P_z jmenovitý příkon světelného zdroje.

Jde o jeden z nejdůležitějších ukazatelů jakosti světelného zdroje, který charakterizuje efektivnost přeměny energie elektrické na světelnou. Praktické hodnoty se vyskytují v intervalu $\eta_z \in (8; 200)$ v závislosti na druhu, výkonu a provedení světelného zdroje.

Světelná účinnost svítidel

Světelná účinnost svítidel je dána vztahem

$$\eta_s = \frac{\Phi_s}{\Phi_{zs}} < 1 \quad [-] \quad (4)$$

kde Φ_s je vycházející světelný tok ze svítidla,

Φ_{zs} součet světelných toků všech světelných zdrojů ve svítidle.

Tato účinnost vyjadřuje účinnost přetváření světla optickým systémem svítidla (zahrnuje jak optickou účinnost svítidla, tak i vliv teploty vnitřního prostředí na světelný tok světelného zdroje). Praktické hodnoty se vyskytují v intervalu $\eta_s \in (0,4; 0,9)$.

Světelná účinnost prostoru

Světelná účinnost osvětlovaného prostoru se stanoví ze vzorce

$$\eta_{op} = \frac{\Phi_u}{\sum \Phi_s} \quad [-] \quad (5)$$

kde $\sum \Phi_s$ je celkový světelný tok vyzařovaný svítidly do osvětlovaného prostoru.

Světelná účinnost prostoru je závislá na rozmístění svítidel a jejich distribuci světla, konstrukčním, materiálovém a tvarovém řešení osvětlovaného prostoru, provedení jeho povrchů z hlediska odraznosti světla a kolority, aj. Praktické hodnoty se vyskytují v intervalu $\eta_p \in (0,3; 0,95)$.

Sledování účinnosti osvětlovací soustavy umělého osvětlení

Změna jednotlivých parametrů osvětlovaného prostoru je sledována v modelovém prostoru, který je charakterizován svými půdorysnými rozměry - délkou a, šířkou b a výškou h_m , která se zpravidla dělí na:

- h_1 – délka závěsu svítidel,
- h_3 – výška srovnávací roviny nad podlahou,
- h – závěsná výška svítidel nad srovnávací rovinou.

Geometrické parametry, tj. rozměry určitého prostoru se popisují činitelem prostoru k . Tento číselník se obecně vypočítá podle vzorce:

$$k = \frac{2,5h \cdot (\text{obvod půdorysu})}{\text{plocha půdorysu prostoru}}, \quad [-] \quad (6)$$

kde h je výška svítidel nad srovnávací rovinou.

V případě místnosti se čtvercovým půdorysem s rozměry $a \times a$ pak podle vzorce:

$$k = \frac{10h}{a}. \quad [-] \quad (7)$$

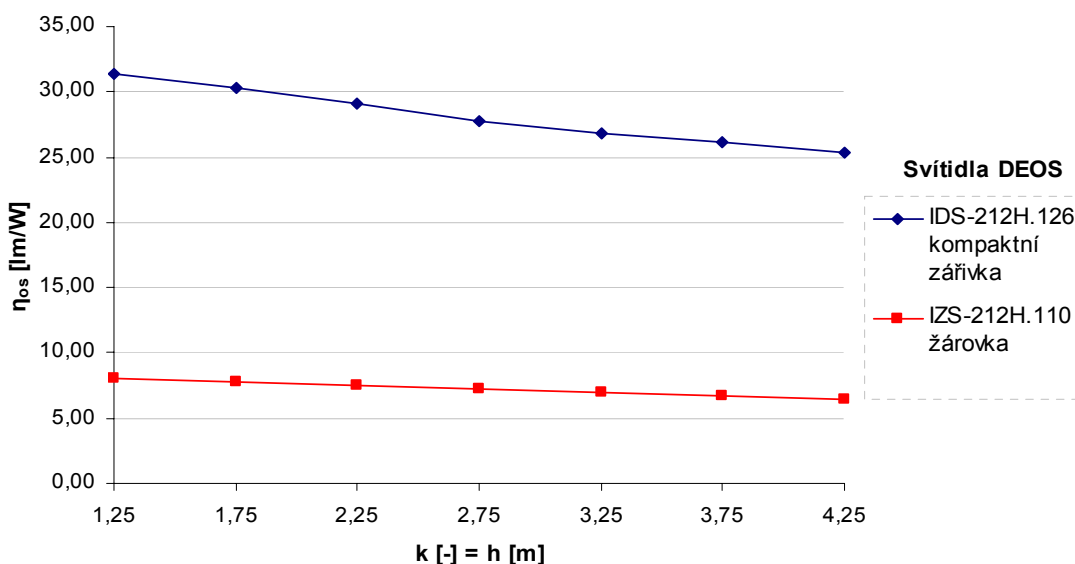
Kromě toho jsou k dispozici jednotliví činitelé odrazu světla ρ_1 (strop), ρ_2 (stěny), ρ_3 (podlaha). Pro čtvercový prostor o rozměrech 10×10 m jsou voleny činitelé odrazu stropu ρ_1 v rozmezí hodnot $0 - 0,8$, stěn ρ_2 $0 - 0,8$ a podlahy ρ_3 $0 - 0,4$. Průměrná hodnota udržované osvětlenosti \bar{E}_m na srovnávací rovině měla stanovenou hodnotu 500 lx a udržovací číselník $z = 0,8$. Výška srovnávací roviny byla $0,75$ m nad podlahou.

Při sledování vlivu jednotlivých činitelů odrazu světla v prostoru na účinnosti osvětlovací soustavy byla použita přímá bodová svítidla firmy DEOS a HALLA.

Svítidla DEOS (hladký reflektor stropní):

- *IDS – 212H.126* – osazené kompaktní zářivkou ($P = 26 \text{ W}$, $\Phi_z = 1800 \text{ lm}$),
- *IZS – 212H.110* – osazené žárovkou ($P = 100 \text{ W}$, $\Phi_z = 1350 \text{ lm}$).

U těchto dvou stejných svítidel se projeví především vliv rozdílného měrného výkonu světelného zdroje. Účinnost osvětlovací soustavy η_{os} pro tyto světelné zdroje je sledována v závislosti na číselníku prostoru k pro činitelé odrazu světla stropu $\rho_1 = 0,7$, stěn $\rho_2 = 0,5$ a podlahy $\rho_3 = 0,2$.



• Obr. 2 Závislost účinnosti osvětlovací soustavy na činiteli prostoru pro různé typy světelných zdrojů

Z těchto závislostí můžeme vidět, že měrný výkon světelného zdroje η_z má poměrně dost velký vliv na celkovou účinnost osvětlovací soustavy η_{os} . Pro kompaktní zářivku se hodnoty účinnosti osvětlovací soustavy η_{os} pohybují přibližně v rozmezí $25 - 32 \text{ lm.W}^{-1}$, zatímco pro klasickou žárovku jsou tyto hodnoty účinnosti přibližně $6 - 8 \text{ lm.W}^{-1}$. Můžeme tedy říci, že je vhodné používat světelné zdroje s velkým měrným výkonem, ovšem nesmíme opomenout prostor, ve kterém jsou tyto světelné zdroje používány a ostatní parametry instalovaných světelných zdrojů.

Při konstantní hodnotě průměrné udržované osvětlenosti \bar{E}_m v modelovém prostoru odpovídá poměr vypočtených účinností osvětlovací soustavy η_{os} poměru jejich příkonů, který se při volbě žárovek zvýší přibližně čtyřnásobně. Z toho vyplývá výrazný vliv měrného výkonu světelného zdroje η_z na účinnost osvětlovací soustavy η_{os} a její příkon. Při změně závěsné výšky svítidel h (činitele prostoru k) v rozmezí $1,25 - 4,25 \text{ m}$ se zvýší příkon osvětlovací soustavy při použití kompaktních zářivek o 23 % a při použití žárovek o 26 %.

Svítidla HALLA:

- Série 52 – 52-001L-2018K – osazené dvěma kompaktními zářivkami

$$(P = 2 \times 18 \text{ W}, \Phi_z = 1800 \text{ lm}, \eta_s = 51 \%),$$

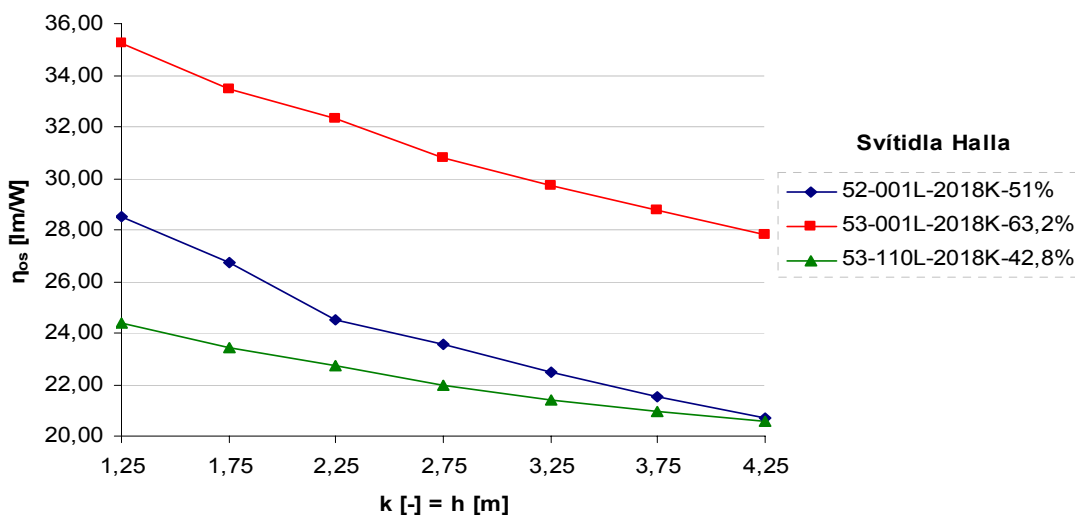
- Série 53 – 53-001L-2018K – osazené dvěma kompaktními zářivkami

$$(P = 2 \times 18 \text{ W}, \Phi_z = 1800 \text{ lm}, \eta_s = 63,2 \%),$$

- Série 53 – 53-110L-2018K – osazené dvěma kompaktními zářivkami

$$(P = 2 \times 18 \text{ W}, \Phi_z = 1800 \text{ lm}, \eta_s = 42,8 \%).$$

Tato svítidla byla volena se stejným světelným zdrojem, ale projeví se zde různá světelná účinnost jednotlivých svítidel. Účinnost osvětlovací soustavy η_{os} pro tyto svítidla je sledována v závislosti na činiteli prostoru k pro činitele odrazu světla stejné jako v předchozím případě a to stropu $\rho_1 = 0,7$, stěny $\rho_2 = 0,5$ a podlahy $\rho_3 = 0,2$.



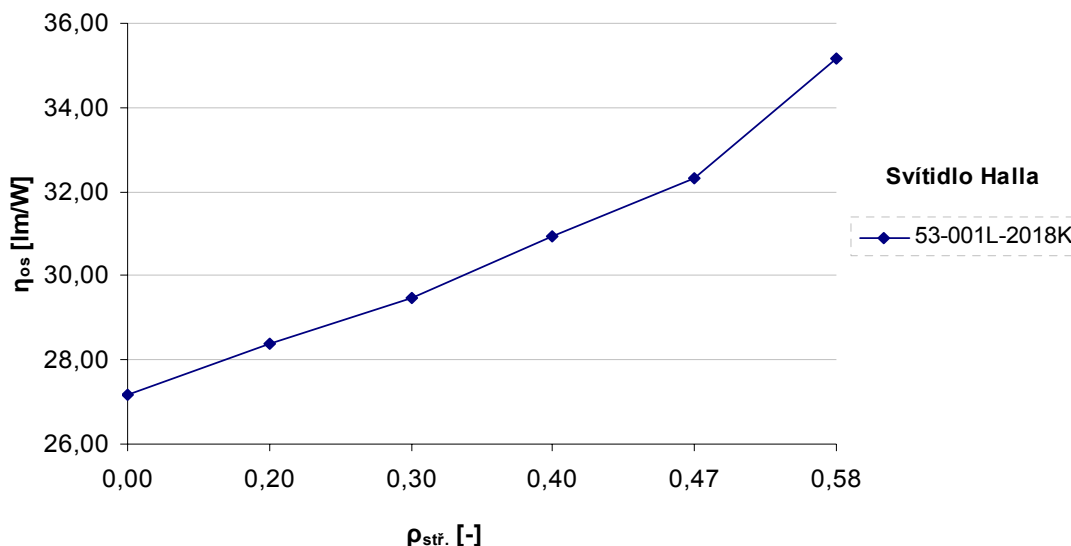
• Obr. 3 Závislost účinnosti osvětlovací soustavy na činiteli prostoru pro různé účinnosti svítidel

Velikost účinnosti jednotlivých svítidel η_s má velký vliv na celkovou účinnost osvětlovací soustavy η_{os} , což můžeme vidět z tohoto grafického znázornění. Největší hodnoty celkové účinnosti osvětlovací soustavy dosáhneme použitím svítidel s vysokými hodnotami účinnosti. Například u svítidla Halla typ 53-001L-2018K s účinností $\eta_s = 63,2\%$ se hodnoty účinnosti osvětlovací soustavy η_{os} přibližně pohybují přibližně v rozmezí $27 - 36 \text{ lm.W}^{-1}$.

Při osvětlení modelového prostoru svítidly s jejich různou účinností η_s , která byla v rozsahu $42,8 - 63,2\%$ a byla tedy zvýšena o $20,4\%$, lze vyčíslit zvětšení účinnosti osvětlovací soustavy η_{os} o 45% při závěsné výšce svítidla $1,25 \text{ m}$, resp. o 36% při závěsné výšce svítidla $4,25 \text{ m}$. Tomu odpovídá snížení příkonu osvětlovacích soustav o $30,9\%$, resp. o 26% . Změna závěsné výšky svítidla $h = 1,25 - 4,25 \text{ m}$ ovlivní příkon osvětlovacích soustav, např. pro svítidlo s účinností $\eta_s = 63,2\%$ dojde k jeho zvýšení o 27% .

Střední činitel odrazu světla

Na dalším grafickém vyjádření je závislost účinnosti osvětlovací soustavy na středním činiteli odrazu světla. Střední hodnota tohoto činitele je vypočtena jako po ploše vážený průměr ze tří hodnot jednotlivých činitelů odrazu světla, a to stropu ρ_1 , stěn ρ_2 a podlahy ρ_3 . Minimální hodnota jednotlivých činitelů odrazu světla je zvolena pro černou místnost bez jakýchkoliv odrazů tedy pro $\rho_1/\rho_2/\rho_3$ je $0/0/0$, kde $\rho_{stř.} = 0 [-]$ a maximální hodnota pro ideální případ odraznosti světla jednotlivých ploch prostoru $\rho_1/\rho_2/\rho_3$ je $0,8/0,7/0,2$, kde $\rho_{stř.} = 0,58 [-]$ pro prostor s činitelem prostoru $k = 2,25$, tedy závěsnou výškou svítidel $h = 2,25 \text{ m}$.



• Obr. 4 Závislost účinnosti osvětlovací soustavy na středním činiteli odrazu

Z této závislosti je tedy patrné, že se zvyšujícími se hodnotami jednotlivých činitelů odrazu světla, tedy tmavších barev jednotlivých ploch až po nejsvětlejší, úměrně stoupá účinnost umělého osvětlení dané osvětlovací soustavy η_{0s} a to pro uvažované svítidlo Halla typ 53-001L-2018K s účinností $\eta_s = 63,2 \%$ přibližně od $27 \text{ lm}\cdot\text{W}^{-1}$ až do téměř $36 \text{ lm}\cdot\text{W}^{-1}$.

Vliv střední hodnoty činitele odrazu světla $\rho_{\text{stř.}}$, který se mění od nulové hodnoty až po maximální reálnou velikost, na účinnost osvětlovací soustavy η_{0s} , vyvolá zvýšení uvedené účinnosti o 29 %, čemuž odpovídá při daném osvětlení modelového prostoru snížení příkonu osvětlovací soustavy o 22,7 %.

Závěr

Z uvedených závislostí vyplývá, že pro optimální využívání osvětlovacích soustav umělého osvětlení je tedy vhodné využívat světelné zdroje s velkým měrným výkonem a svítidla s co nejvyšší hodnotou účinnosti. V jednotlivých prostorech je vhodné volit světlejší povrchy stěn. Zde to ovšem není tolik patrné, ale samozřejmě u svítidel přímých se projevuje nejvíce změna činitele odrazu podlahy a stěn. Pokud použijeme přímo/nepřímé až nepřímé osvětlení, tak se bude nejvíce uplatňovat činitel odrazu světla stropu a částečně také stěn.

Literatura

Habel, J. a kol.: *Světelná technika a osvětlování*, FCC Public, Praha, 1995

Šesták F.: *Využití účinnostních veličin v návrhu osvětlení*

PODÍL ZDRAVOTNICTVÍ V ČESKÉ REPUBLICE NA TVORBĚ SVĚTELNÉHO PROSTŘEDÍ PRACOVIŠŤ

RNDr. Jitka Chmelíková

Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, Brno

RNDr. Marie Juklová

Krajská hygienická stanice Moravskoslezského kraje se sídlem v Ostravě

Pavla Motyčková

Ministerstvo zdravotnictví České republiky, Praha

MUDr. Milena Menzlová, CSc.

Ostravská univerzita v Ostravě, Zdravotně sociální fakulta

Ing. Jiří Slezák

Zdravotní ústav se sídlem v Pardubicích

ABSTRACT

Světlo patří mezi faktory prostředí, které svým vlivem na lidský organismus určují nejen biologickou, ale také psychickou existenci člověka. Osvětlení slouží nejen zraku, resp. vidění, ale současné poznatky o jeho vlivu na neuroendokrinní systém člověka dávají světlu další rozměr. Náš zrak není systémem pro příjem světla – tedy světelného toku, osvětlenosti nebo jasů a jejich rozložení, ani kontrastů či spektrálního složení světla vstupujícího do oka, ale systémem pro příjem a zpracování informací o vnějším prostředí. V praxi však se nelimituje vidění či zrakový výkon, nýbrž osvětlení, zprostředkovatel toku těchto informací. K jeho vhodné aplikaci musíme znát jak úlohu světla při udržování optimální dynamické hladiny činnosti zraku, tak i hranice adaptability zraku. To jsou úkoly hygieny osvětlení, které vycházejí z potřeb fyziologických (zrakových i nezrakových), psychických a estetických jako neoddelitelného souboru kritérií úlohy světla v životě člověka.

PRÁVNÍ RÁMEC A STRUKTURA STÁTNÍHO ZDRAVOTNÍHO DOZORU

Dlouholeté zkušenosti, stejně jako znalosti odborné veřejnosti se ukázaly jako neocenitelné zejména při vlastním procesu harmonizace práva evropského společenství do české legislativy. Cílem bylo vytvořit takový právní rámec, který bude nejen respektovat požadavky upravené směrnicemi evropských společenství, ale účelně a kvalifikovaně prosazovat základní požadavky na ochranu zdraví. Souběžně bylo nezbytné garantovat prosazování práva v duchu právní jistoty a předvídatelnosti veřejné správy.

Správným i když v nedávné době obtížně přijímaným krokem byla reforma veřejné správy, tedy i reforma soustavy orgánů a zařízení ochrany veřejného zdraví. Došlo k rozdělení hygienických stanic na část dozorovou která byla transformována na správní úřady a část laboratorní, zdravotní ústavy s poskytováním placených služeb.

Státní zdravotní dozor a ostatní úkoly státní správy na úseku ochrany veřejného zdraví tak s účinností od 1. ledna 2003 plní správní úřady (orgány státní kontroly), nesoucí název krajské hygienické stanice se sídly ve 13 krajích a hlavním městě Praze a s územními pracovišti v sídlech většiny okresů.

Zdravotní ústavy vytvořené z laboratorních komplementů bývalých hygienických stanic (zdravotnické laboratoře s poskytováním placených služeb) mají sídla ve 13 krajích a hlavním městě Praze. Ze zákona jsou zdravotnickými zařízeními k nimž zřizovatelskou funkci plní Ministerstvo zdravotnictví a mají postavení příspěvkových organizací.

Ministerstvo zdravotnictví má v tomto usprádaní postavení orgánu státního zdravotního dozoru druhého stupně a ústředního správního úřadu na úseku ochrany veřejného zdraví,

tedy i orgánu, který je zodpovědný za odbornou přípravu právních předpisů. Dalšími orgány ochrany veřejného zdraví jsou Ministerstvo vnitra a Ministerstvo obrany. V Ministerstvu zdravotnictví je zřízena funkce hlavního hygienika České republiky, který je oprávněn vystupovat ve věcech ochrany veřejného zdraví jako orgán Ministerstva zdravotnictví.

Tradiční rozdělení státního dozoru ČR mezi inspekci práce a hygienickou službu se promítlo i do tvorby právních předpisů. Lze konstatovat, že se obě složky na základě vzájemné spolupráce s tímto vypořádaly bez větších problémů. Česká legislativa se proto v oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci opírá o obecně právní předpis, kterým je zákon č. 65/1965 Sb., zákoník práce, jímž byly mimo jiné upraveny i požadavky na pracovní podmínky a pracoviště. Od 1.1.2007 vstupuje v platnost zákon č. 262/2006Sb. – nový zákoník práce.

Naproti tomu na základě zmocnění ze zákona č. 258/2000Sb., o ochraně veřejného zdraví byly vydány prováděcí právní předpisy, které podle předmětu úpravy stanovily bližší požadavky na úroveň ochrany zdraví nejen při práci, ale i dalších dotčených oblastí veřejného zdraví. Nutno uvést ještě další ze zákonů a to zákon č. 309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy.

Z prováděcích právních předpisů navazujících na citované zákony je nejobsáhlejší a nejkompaktnější nařízení vlády č. 178/2001 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci, v platném znění, které mimo jiné stanoví i požadavky na osvětlení pracovišť a kvantifikuje míru rizika zrakové zátěže. Tato právní norma se uplatňuje bez ohledu na to, ve kterém ekonomickém odvětví zaměstnanci pracují. Mimo zmiňovanou úpravu právního prostředí směrem k zaměstnancům se požadavky na osvětlení, promítají i do dalších právních předpisů, které upravují odlišný předmět zájmu, například:

- Nařízení vlády č. 480/2000 Sb., o ochraně zdraví před neionizujícím zářením
- Vyhláška MZd. Č. 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli
- Směrnice MZd. č. 49/1967 Věstníku MZd., o posuzování zdravotní způsobilosti k práci v platném znění. Zejména §3, 8, 9, 11 – činnosti epidemiologicky závažné, §12 prohlídky pracujících na rizikových pracovištích, § 13 – činnost ohrožující zdraví spolupracovníků nebo obyvatelstva, § 14 – zvláštní zdravotní způsobilost, § 15 – řadové prohlídky, § 17 – změna či skončení práce. Směrnice bude skončena přijetím zákona o zdravotní péči.
- Vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání mladistvých
- Vyhláška č. 106/2001 Sb., o hygienických požadavcích na zotavovací akce pro děti
- Vyhláška č. 137/2004 Sb., o hygienických požadavcích na stravovací služby a o zásadách osobní a provozní hygieny při činnostech epidemiologicky závažných
- Vyhláška č. 135/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na koupaliště a sauny a hygienické limity písku v pískovištích hracích ploch
- Nařízení evropského parlamentu a Rady (ES) č. 852/2004 o hygieně potravin

Uvedená legislativa jako vyšší právní předpis vesměs požaduje dodržení normových hodnot. Normová hodnota (definice viz Vyhl. MMR č. 137/1998 Sb. O obecných technických požadavcích na výstavbu) je konkrétní technický požadavek obsažený v příslušné české technické normě ČSN, jehož dodržení považuje konkrétní ustanovení za splnění jím stanovených požadavků.

Přestože bylo základní komunitární právo prakticky promítnuto do všech právních předpisů ČR již v letech 2000 až 2001, nelze tento proces považovat za konečný a neměnný, neboť

nové poznatky vědy a výzkumu logicky ovlivní i přehodnocení dosavadních přístupů a vyžadají si činit potřebné změny.

ZDRAVOTNÍ ÚSTAVY

v oblasti osvětlení provádějí tuto nabídku služeb či činnosti:

- Poradenskou činnost k projektovým dokumentacím pro účely hygienického dozoru
- Měření parametrů denního a umělého osvětlení, expertizy osvětlení k posouzení zrakových podmínek a zrakové zátěže
- Další vzdělávání pracovníků hygienické služby v oboru osvětlování
- V rámci Národního centra ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů v Brně školí pracovníky provádějících měření osvětlení
- Se Státním zdravotním ústavem a Institutem pro další vzdělávání lékařů a farmaceutů v Praze spolupracují při vzdělávání lékařů závodní péče
- Pořádají semináře nebo se spoluúčastní na seminářích pro projektanty a pracovníky stavebních úřadů v součinnosti se společnostmi ČSO a STP
- Prostřednictvím HEM MZd. ČR a Státního zdravotního ústavu se účastní tvorby legislativních podkladů týkajících se osvětlování
- S ČNI spolupracují na tvorbě norem pro osvětlování
- S Vysokými školami spolupracují při vývoji nových postupů pro měření a posuzování osvětlení a při aplikaci jejich výzkumů v oboru osvětlování
- Spolupracují s poradním sborem Hlavního hygienika pro laboratoře na problematice měření osvětlení
- Vykonávají činnost odborných posuzovatelů laboratoří (pracovišť) akreditovaných ČIA a laboratoří autorizovaných MZd. ČR

VZDĚLÁVÁNÍ ZDRAVOTNICKÝCH PRACOVNÍKŮ V OBLASTI OSVĚTLENÍ

Jedná se adekvátní vzdělání zdravotnických pracovníků studiem na vysokých školách, a to jak lékařů na lékařských fakultách, kteří mají problematiku hygieny osvětlení ve studijních programech, tak přípravu nelékařských zdravotnických povolání, jejichž studijní programy k získání odborné způsobilosti k výkonu nelékařských zdravotnických povolání jsou upraveny vyhláškou Ministerstva zdravotnictví (vyhl. č. 39/2005 Sb.). Tato vyhláška je závazná pro fakulty, vychovávající nelékařské zdravotnické pracovníky. Její splnění je podmínkou pro získání souhlasného stanoviska Ministerstva zdravotnictví. Z oblasti ochrany veřejného zdraví to jsou zdravotnická povolání: asistent ochrany veřejného zdraví (Bc.), odborný pracovník v ochraně veřejného zdraví (Mgr.) a dále pracovníci připraveni pro příslušná měření, tedy zdravotní laborant (Bc.) a odborný pracovník v laboratorních metodách (Mgr.). Do osnov jejich studia je problematika hygieny osvětlení zahrnuta. Nutno ovšem přiznat, že implementace těchto relativně nových předpisů do reálného života fakult je stále neuspokojivá. Studium uvedených lékařských i nelékařských zdravotnických povolání probíhá např. Na 2. a 3. lékařské fakultě Univerzity Karlovy v Praze, na Lékařské fakultě v Brně na Zdravotně sociální fakultě Jihočeské univerzity, a na Zdravotně sociální fakultě Ostravské univerzity.

Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta má akreditován obor studia Asistent ochrany veřejného zdraví (Bc), Zdravotní laborant (Bc) – obě studia jsou tříletá. V přípravě je obor Odborný pracovník v ochraně veřejného zdraví (Mgr).

Na Ostravské univerzitě v Ostravě je akreditován studijní obor Ochrana veřejného zdraví, který je garantován Katedrou hygieny a epidemiologie Zdravotně sociální fakulty. V rámci

programu Veřejné zdravotnictví je obor řešen jako tříleté bakalářské studium s navazujícím dvouletým magisterským oborem. Navazující magisterské obory jsou dva - a sice Ochrana veřejného zdraví a Laboratorní metody v ochraně veřejného zdraví.

Absolventi bakalářského studia předkládaného oboru „Ochrana veřejného zdraví“ by měli pokrýt potřebu nižších vysokoškolsky vzdělaných pracovníků ve výkonu státního zdravotního dozoru ve smyslu zákona č. 258/2000 Sb., na pracovně lékařských pracovištích, ve státní správě a v dosud z hlediska péče o životní a pracovní podmínky zcela nezajištěné drobné podnikatelské sféře. Potřebu vysoce erudovaných pracovníků s úplným vysokoškolským vzděláním v oblasti ochrany životních a pracovních podmínek by pak měli pokrýt absolventi dvouletého magisterského studia, které navazuje na tříleté bakalářské studium. Uvedený obor připravuje pracovníky ve státní správě, v hygienických laboratořích, v závodní preventivní péči, v poradenských a projekčních útvarech.

Pro všechny uvedené odbornosti je problematika osvětlování nezbytnou nutností. Bakaláři se seznamují se základy v rámci předmětu Hygiena práce a pracovní lékařství. V navazujících magisterských oborech je této problematice formou samostatného předmětu věnován celý semestr. Výuku zajišťují odborníci s dlouholetou praxí, kteří jsou tak schopni naplnit potřeby výrazně prakticky zaměřeného studia. V současné době je mimo jiné v rozvoji i laboratoř pro měření a hodnocení osvětlení. Zajišťované přístrojové vybavení slouží nejen výuce, ale je i základem pro výzkumnou činnost. Podílejí se na ní i studenti a to převážně formou bakalářských a diplomových prací. Vybraná témata s nosnými závěry jsou pak rozpracována formou přihlášek na granty. V současné době jsou uvedenými formami řešena vybraná témata související s osvětlením.

Obor Ochrana veřejného zdraví na Ostravské univerzitě vznikl jako reakce na společenskou potřebu nejen spádového regionu. V posledních patnácti letech jsme totiž svědky postupného ubývání lékařů v hygienické službě. Tento deficit má právě řešit akreditovaný nelékařský studijní obor Ochrana veřejného zdraví. Výrazně medicínsky zaměřená výuka je nutným předpokladem pro statut pracovníka ve zdravotnictví, který absolventi rovněž získávají.

Studium je rozpracováno v intencích kreditního systému, respektuje závěry Boloňské deklarace i doporučení Evropské unie na ochranu životních a pracovních podmínek. Ostravská univerzita v Ostravě je jediná vysoká škola, která v tomto směru zajišťuje úplné vysokoškolské vzdělání pro celé Česko. Vzdělávají se zde i studenti ze Slovenska a polského pohraničí.

Výuka prvních studentů – bakalářů studijního oboru Ochrana veřejného zdraví byla zahájena v září roku 2002. V současné době absolvoval již druhý ročník studentů bakalářského studia. Téměř všichni z těch, kteří u státních závěrečných zkoušek uspěli, se hlásí dále na navazující magisterské studium. V roce 2004 jsme ke studiu přijali první magistry, kteří v tomto roce skládali státní závěrečnou zkoušku. I když historie studijního oboru Ochrana veřejného zdraví na Ostravské univerzitě není dlouhá, pozorujeme stoupající zájem studentů o studium tohoto oboru. Kvalitní studenti a zanícení a zkušení učitelé, spolu se stále se zlepšující materiální základnou, jsou předpokladem dobré odborné úrovně našich absolventů.

V současné době je připravován kombinovaný studijní obor pro bakaláře. Výukové materiály jsou zpracovávány jako grant formou e-learningu za materiálního přispění Ministerstva školství ČR. Začínají se již rozpracovávat podklady pro doktorské studium. Na katedře pracuje několik pomocných vědeckých sil. Je to naše odborná základna, kde vychováváme budoucí odborné asistenty našeho oboru, kterých máme v současné době nedostatek.

Z nástinu aktivit, souvisejících s výukou ochrany veřejného zdraví, je snad zřejmý dynamický rozvoj uvedeného studijního oboru v podmínkách Ostravské univerzity. Problematika světla, osvětlování a podmínek vidění je jejich neoddelitelnou součástí. Narůstající význam tohoto faktoru lze očekávat i do budoucna, jelikož klasických rizikových faktorů na pracovištích spíše ubývá.

Celoživotní vzdělávání odborných pracovníků je pak zajišťováno jednak specializačním studiem pro získání specializované způsobilosti (atestace), jednak dalšími odbornými akcemi (kurzy, semináře, konference, odborné stáže).

Specializační studium lékařů (obory specializačního vzdělávání lékařů jsou uvedeny v příloze zákona č.95/2004 Sb.) je realizováno v Institutu postgraduálního vzdělávání v Praze. Problematika hygieny osvětlení a tvorby světelného prostředí pracovišť je zahrnuta zejména do specializační přípravy lékařů v oboru Pracovní lékařství, dále v oboru Veřejné zdravotnictví (v rámci bloku Hygiena a epidemiologie) a obdobně v bloku Hygiena a epidemiologie specializace Praktické lékařství.

Programy specializačního studia nelékařských zdravotnických pracovníků (specializační obory jsou uvedeny v nařízení vlády č.463/2004 Sb.) asistent ochrany veřejného zdraví (Bc.) a odborný pracovník v ochraně veřejného zdraví (Mgr.) v oborech Hygiena práce obsahují problematiku neionizujícího záření a osvětlení pracovišť z pohledu hodnocení pracovního prostředí a výkonu státního zdravotního dozoru. Obdobně programy specializačního studia zdravotních laborantů (Bc.) a odborných pracovníků v laboratorních metodách (Mgr.) mají v rámci specializací Vyšetřovací metody v ochraně veřejného zdraví zařazenou problematiku osvětlení a neionizujícího záření, a to z pohledu jeho měření a hodnocení pro potřeby orgánů ochrany veřejného zdraví. Uvedená specializační studia nelékařských zdravotnických pracovníků jsou realizována v Národním centru ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů v Brně.

Nedílnou součástí odborného růstu pracovníků podílejících se na tvorbě světelného prostředí pracovišť jsou další akce celoživotního vzdělávání, a to jak v rámci rezortu zdravotnictví, tak i ve spolupráci s odborníky mimo tento rezort. V organizaci takovýchto akcí zaměřených na problematiku hygieny osvětlení se angažuje především brněnské Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, kde subkatedra ochrany veřejného zdraví zajišťuje jednak odborné stáže zaměřené na měření a hodnocení osvětlení pro potřeby ochrany veřejného zdraví (probíhají na pracovišti Zdravotního ústavu se sídlem v Pardubicích, pobočce v Ústí nad Orlicí), jednak inovační kurzy Hygienická problematika osvětlení, které jsou určeny pro pracovníky krajských hygienických stanic a zdravotních ústavů a které se již staly díky přínosnému pracovnímu setkávání odborných pracovníků z obou typů institucí užitečnou tradicí. stí pro techniku prostředí nebo je sami zajišťují.

Bezmála třicetiletou tradici mají každoroční regionální Kurzy osvětlovací techniky v Ostravě a Plzni pořádané Českou společností pro osvětlování, příslušnými vysokými školami a hygienickým institucemi, které jsou vyhledávány odborníky celého spektra problematiky osvětlování.

ZÁVĚR

Hledisko zdraví a fyziologické pohody lidí (tělesné i duševní) se v praxi často prosazuje nelehce. Úspěch je závislý nejen na kvalitní legislativě a normalizaci která vymezí dodržování nezbytných požadavků, ale i na spolupráci odborníků vzdělaných ve fyziologii, hygieně, biologii, psychologii a ve světelně technických oborech, na spolupráci všech, kteří pochopili nepominutelnost, ba prvořadost lidského hlediska. Vstřícnost investorů uvedeným potřebám je rovněž nezanedbatelná. V České republice spolupráce v oblasti ochrany zdraví má letitou tradici, podařilo se mnoho vykonat na tomto poli a v budoucnu jistě ještě bude vykonáno.

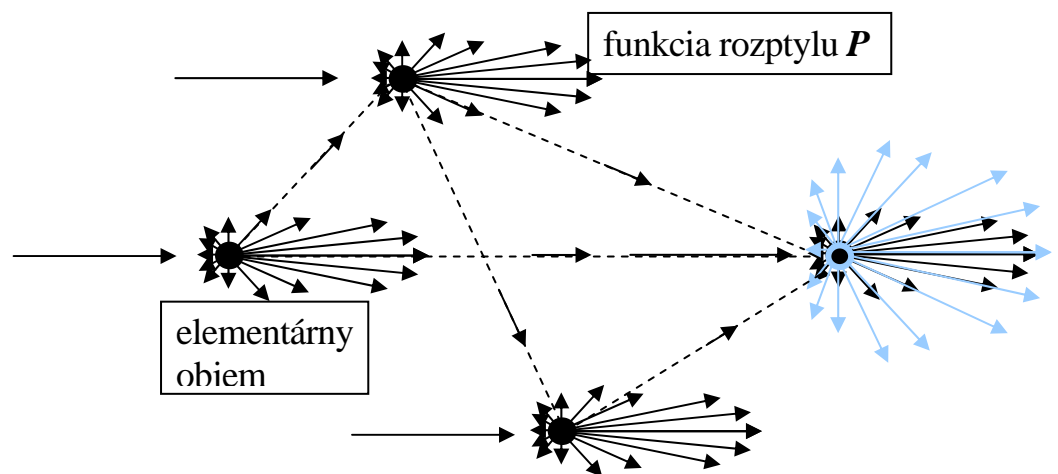
Fyzikálne princípy rozptylu svetla v atmosfére a ich aplikácia na podmienky dennej a nočnej oblohy

Miroslav, Kocifaj, PhD

Ústav stavebníctva a architektúry Slovenskej Akadémie Vied, Dúbravská cesta 9, 845 03
Bratislava, Slovensko, <http://astro.savba.sk/kocifaj>, astromir@savba.sk

Elektromagnetické žiarenie akejkoľvek frekvencie prenikajúce zemskou atmosférou podlieha dvom základným procesom: rozptylu a absorpcii. K rozptylu dochádza z dôvodu heterogenity prostredia a to na molekulárnej úrovni alebo na úrovni zoskupení molekúl. Ak by bolo prostredie dokonale pravidelne usporiadané, mala by každá rozptýlená vlna svoju "protivnu" - akýsi zrkadlový obraz s doplňujúcimi fázovými a amplitúdovými charakteristikami. Takéto vlny by sa pochopiteľne navzájom (skladaním) zrušili – a k rozptylu by nedochádzalo. Absorpcia je v prípade atmosferických plynov silne selektívny jav, teda závisí na vlnovej dĺžke elektromagnetického žiarenia a na chemickom zložení tej-ktorej plynnej zložky atmosféry. Je bežné, že absorpčné pásy plynov tvoria ohraničené čiary rôznej šírky.

Pre kvantitatívny popis prenosu viditeľného žiarenia je preto potrebné poznať vlastnosti prostredia. Priestorová redistribúcia rozptýleného žiarenia závisí od mnohých okolností, najmä však od vlastností aerosólových častíc ako sú napr. tvar, veľkosť, chemické zloženie, celková koncentrácia, či priestorové rozloženie. Zvyšovanie celkového množstva častíc spôsobuje nárast efektivity rozptylu a vedie k takzvaným procesom samoožarovania atmosféry, teda k viacnásobnému rozptylu (Obr. 1).



• obrázok 1: Princíp viacnásobného rozptylu. Slnéčné žiarenie postupuje z ľava do prava. K rozptylu dochádza v každom elementárnom objeme atmosféry, pričom intenzita rozptýleného žiarenia závisí od smeru rozptylu a je určená takzvanou funkciou rozptylu. Pozorovateľ sleduje nielen takto rozptýlené žiarenie (nazývané elementárnym rozptylom) ale aj druhotne rozptýlenú svetelnú vlnu (znázornenú modrou farbou), trojnásobne ... a viacnásobne rozptýlené vlnenie. Pozorovaná žiara oblohy v akomkoľvek smere je potom určená súčtom všetkých rozptýlených vlnení.

Intenzita rozptýleného svetla oblohy

Oslabenie slnečného žiarenia v zemskej atmosfére je charakterizované redukciou jeho intenzity (čo je zaužívaný pojem pre hustotu toku žiarenia) z dôvodu atmosferickej extinkcie, teda

$$I(z_0) = I_0 \exp\{-\tau M(z_0)\} \quad (1)$$

kde $I(z_0)$ a I_0 sú hustoty toku žiarenia na zemskom povrchu a mimo zemskej atmosféry, τ je optická hrúbka atmosféry a M je optická vzduchová hmota. Optická hrúbka atmosféry v sebe aditívne zahrňuje oslabenie

aerosólom, ozónovú absorpciu a absorpciu inými plynmi (ako napr. O_2 , H_2O) a tiež oslabenie žiarenia rozptylom na molekulách vzduchu – známym tiež pod názvom Rayleighov rozptyl. Hodnoty M závisia od zenitového uhla Slnka z_0 . Výsledné pole rozptýleného žiarenia je výraznejšie ovplyvnené viacnásobným rozptylom vtedy, ak $\tau > 0.1$. Je preto zrejmé, že vo väčšine prípadov nevystačíme s modelom elementárneho rozptylu, ale meranú žiaru oblohy $L(z_0, z, A)$ bude nutné vyjadriť ako súčet niekoľkých rádo rozptylu, t.j.

$$L(z_0, z, A) = L_1(z_0, z, A) + L_2(z_0, z, A) + \dots + L_N(z_0, z, A) \quad , \quad (2)$$

kde z a A sú zenitový uhol a azimut pozorovaného oblohového elementu a L_i ($i=1,2,\dots,N$) sú zložky žiary zodpovedajúce i -temu rádu rozptylu.

Optimalizovaný model pre výpočet funkcií L sme publikovali v roku 1998 [1]. Rozptyl žiarenia je riešený metódou MRSM odvodenou od tzv. metódy postupných rádo, často využívanaj pre praktické aplikácie [2]. Ukázalo sa, že na dosiahnutie presnosti v rozpätí 2-10% (čo je prijateľná škála pre modelovanie svetelnej klímy) je u MRSM postačujúce uvažovať s prvými dvoma rádmí rozptylu, pričom reziduum rozvoja sa dá nahradiť funkciou závislou na poslednom použitom ráde rozptylu, teda

$$L(z_0, z, A) = L_1(z_0, z, A) + \frac{L_2(z_0, z, A)}{1 - q} \quad . \quad (3)$$

Hodnota regresného faktora q závisí na type atmosféry (pre zemskú atmosféru je $q \approx 0.33$, ale napríklad pre podstatne redšiu atmosféru Marsu je $q \approx 0.54$). Model (3) nezahrňuje vplyv zenitového uhla Slnka, ktorý však môže byť významný hlavne za bezoblačných podmienok. Tento faktor je zohľadnený v upravenom modeli [3], podľa ktorého možno písať

$$L(z_0, z, A) = L_1(z_0, z, A) + \frac{L_2(z_0, z, A)}{\left(1 - \frac{Q}{1 + \cos^2 z}\right)^2} \quad , \quad (4)$$

kde hodnota Q pre zemskú atmosféru je približne 0.2 (pre atmosféru Marsu je to napr. až 0.45). Model pre výpočet funkcií L_i je v princípe rekurentný. To znamená, že pre určenie funkcie $L_{i+1}(z_0, z, A)$ je nevyhnutné poznať kompletnú štruktúru funkcie $L_i(z_0, z, A)$ na gride $[z_0, z, A]$. Táto vlastnosť dáva našej metóde široké možnosti uplatnenia, pretože k nájdeniu kompletného poľa rozptýleného žiarenia v zemskej atmosfére potrebujeme poznať len „zdrojovú (štartovaciu) funkciu“ $L_0(z_0, z, A)$ a fyzikálny princíp akým sa „riadi“ proces rozptylu – teda prechod z $L_i(z_0, z, A)$ do $L_{i+1}(z_0, z, A)$. V prípade simulovania denného svetla je $L_0(z_0, z, A)$ totožná s intenzitou priameho slnečného žiarenia $I(z_0)$, a nezávisí teda na z a A . V prípade nočnej oblohy je $L_0(z_0, z, A)$ dané sumárnym príspevkom od všetkých lokálnych zdrojov žiarenia (ide hlavne o miestne pozemné zdroje svetla ako sú pouličné osvetlenie alebo svietiace reklamné tabule).

Posledným faktorom, ktorý potrebujeme poznať pre úplné určenie štruktúry poľa rozptýleného svetla je tzv. fázová funkcia rozptylu $P(\theta)$. Táto funkcia silne závisí na uhle rozptylu θ (Obr. 1) a odráža vlastnosti aerosólovej zložky atmosféry. Pre vedecké účely je často nevyhnutné siahnúť po exaktnom výpočte funkcie $P(\theta)$ [4]. Vzhľadom k zložitosti vyjadrenia fázovej funkcie je pre nás podstatne výhodnejšie použiť aproximačný ekvivalent, tzv. Henyey-Greensteinovu fázovú funkciu, ktorá má pre ľubovoľný systém aerosolových častíc veľmi jednoduchý tvar [5]

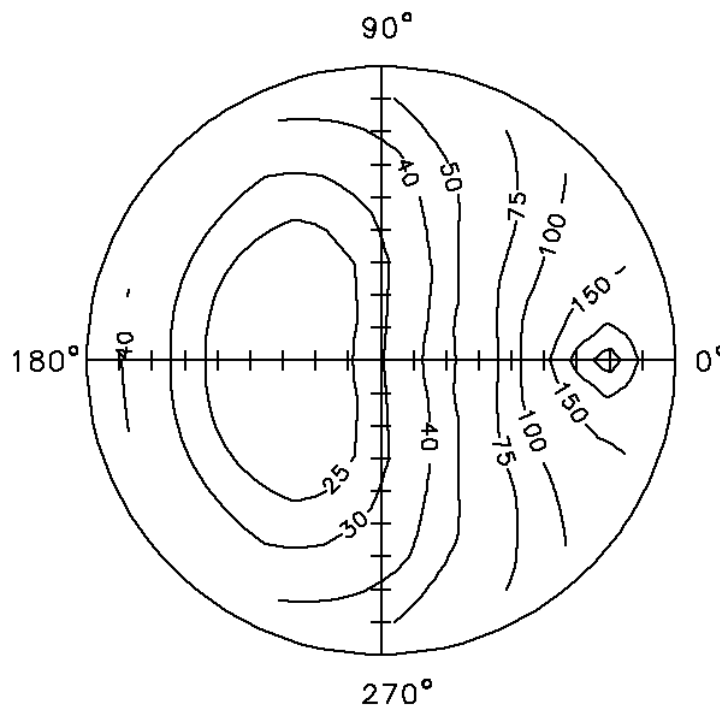
$$P(\theta) = \frac{(1 - g^2)}{(1 + g^2 - 2g \cos \theta)^{3/2}} \quad , \quad (5)$$

kde g je takzvaný parameter asymetrie a mení sa s prevažujúcim typom aerosóloveho znečistenia v tej-ktorej lokalite. Hodnota g je teda ideálnym faktorom umožňujúcim jednoduchú parametrizáciu nášho modelu na konkrétne podmienky v danom regióne (typicky môžeme hovoriť napr. o mestskom alebo vidieckom aerosóle). Funkcie žiary $L_i(z_0, z, A)$ sú pritom priamo závislé od $P(\theta)$. Týmto sme skompletizovali model rozloženia žiary, ktorý je použiteľný tak pre dennú ako aj pre nočnú oblohu.

Denné svetlo

Rozloženie žiary za bezoblačných podmienok významne závisí od zenitového uhla Slnka z_0 . V prípade, že sa zaujímate aj o spektrálne veličiny, treba vziať do úvahy aj zmenu $L(z_0, z, A)$ s vlnovou dĺžkou žiarenia λ . MRSM štandardne umožňuje numerické modelovanie žiary vo viditeľnej časti spektra, teda v svetelnej oblasti. Priebeh funkcie $L(z_0, z, A)$ pre $\lambda = 650$ nm je prezentovaný na obr. 2 (pozícia Slnka: $z_0 = 70^\circ$, $A_0 = 0^\circ$). Typicky možno pozorovať minimum $L(z_0, z, A)$ na opačnej strane slnečného meridiánu v uhlovej vzdialenosti $\theta_{\min} \approx 90$ - 120° od Slnka. Realizovaná hodnota θ_{\min} závisí v najväčšej miere na konkrétnom priebehu $P(\theta)$, menej už na z_0 . Nárast $L(z_0, z, A)$ v blízkosti horizontu je spôsobený silnejúcim účinkom viacnásobného rozptylu svetla vzhľadom k narastajúcej optickej dráhe lúčov v atmosfére (táto dráha je vyjadrená vzduchovou hmotou $M(z)$ - ktorá je funkciou aktuálnej zenitovej vzdialenosti z pozorovaného elementu na oblohe).

MRSM umožňuje okrem rozloženia žiary počítať aj celkovú hustotu toku priameho, difúzneho a globálneho žiarenia (prepočítanú na horizontálnu plochu). Nakoľko sú tieto veličiny štandardne dostupné na mnohých aktinometrických staniciach, je porovnanie a hlavne naškálovanie modelu na podmienky konkrétnej lokality dobre realizovateľné. Napriek tomu, že MRSM poskytuje aj absolútne hodnoty $L(z_0, z, A)$, je vyjadrenie funkcie žiary v relatívnych jednotkách často výhodnejšie. Je to preto, lebo mnohé prístroje merajú len pomerné veličiny (referencované napr. k hodnote žiary v zenite) alebo dáta, ktoré tieto prístroje poskytujú, sú jednoducho závislé na ich slnečnej konštante (ide o tzv. prístrojovú slnečnú konštantu).



• obrázok 2: Uhlové rozloženie relatívnych hodnôt spektrálnej žiary na oblohe (vlnová dĺžka 650 nm). Označenie uhlov pozdĺž kružnice zodpovedá azimutu meranému od pozície Slnka (t.j. azimut Slnka = 0°). Stupnica na x-ovej (alternatívne na y-ovej) osi korešponduje so zenitovým uhlom oblohového elementu (v strede je $z=0^\circ$ a postupne rastie smerom od stredu až po $z=90^\circ$).

Svetelné pomery za šera

Svetelné podmienky sa za šera menia veľmi dynamicky. V tom čase sa Slnko nachádza už pod horizontom (formálne môžeme písať: $z_0 > 90^\circ$) a v radiáčnom poli pozorovanom z povrchu Zeme tak absentuje priama zložka $I(z_0)$. Výpočet MRSM vtedy štartuje z $L_1(z_0, z, A)$, ktorú možno v slnečnom meridiáne zapísať v tvare

$$L_1(\alpha, z, 0) = I_0 F(\alpha, z) \exp\{-\tau M(\alpha)\} \quad , \quad (6)$$

kde α je takzvaný uhol depresie, pričom $\alpha = z_0 - 90^\circ$ (vyjadruje teda uhol „ponorenia“ Slnka pod horizont). Priebeh funkcie $F(\alpha, z)$ sme publikovali v práci [6]. Po získaní profilu $L_1(z_0, z, A)$ je ďalší výpočet v réžii modulu MRSM.

Žiara nočnej oblohy

Ak pre dennú oblohu možno zložku $L_1(z_0, z, A)$ vypočítať na základe informácie o pozícii jediného zdroja (Slnka) s koordinátami z_0 a $A_0 = 0^\circ$, tak v prípade nočnej oblohy je žiara v prvom ráde rozptylu formálne zapisateľná ako

$$L_1 = \sum_i I_0^{(i)} L_0^{(i)}(z_0 = 90^\circ, z, A, h^{(i)}) \quad . \quad (7)$$

Pre získanie L_1 treba preto spočítať príspevky od všetkých pozemných zdrojov (platí $z_0 = 90^\circ$), ktoré sa nachádzajú v horizontálnej vzdialenosti $h^{(i)}$ od miesta pozorovania (index i slúži na označenie i -teho zdroja). Programovo možno tento výpočet veľmi jednoducho realizovať zavedením konfiguračného súboru, ktorý bude obsahovať informácie o všetkých zdrojoch svetla a ich geometrickom usporiadaní v priestore, ako i o sile zdroja vyjadrenej váhou $I_0^{(i)}$ (možno ju validovať napr. žiarivým výkonom daného zdroja). Opäť ako v predchádzajúcom prípade, je výpočet ostatných rádov rozptylu $L_i(z_0, z, A)$ a teda aj celkovej žiary $L(z_0, z, A)$ plne v réžii modulu MRSM.

Záver

V práci sme prezentovali generický model pre výpočet rozloženia žiary na dennej i nočnej oblohe. Uvedený prístup predstavuje pokrok v modelovaní svetelných pomerov, nakoľko zohľadňuje atmosferické pomery v danej lokalite (napr. formou parametra g v rovnici 5) a súčasne zjednocuje prístup k simulovaniu šírenia a rozptylu svetla počas dňa, za šera, i v noci. Matematický model pre všetky tieto prípady pritom ostáva nezmenený, menia sa len vstupné podmienky (zdrojová funkcia L_0). Výsledné rozloženie žiary na oblohe $L(z_0, z, A)$ však rozhodne nezrátame na kalkulačke. Na druhej strane si ale treba uvedomiť, že v súčasnej dobe sa už bez osobných počítačov nezaobídeme ani pri riešení podstatne jednoduchších problémov. Výhodou je, že PC sú dnes lacné a dostatočne výkonné a tak je možné ich nasadenie aj pri modelovaní svetelnej klímy výrazne sofistikovanejším spôsobom, než na aké sme boli zvyknutí v minulosti. V našom prípade využívame existujúcu implementáciu MRSM [1], ktorá je dostatočne rýchla pre praktické aplikácie (t.j. riešenie svetelnotechnických problémov v reálnom čase).

Podakovanie Tento príspevok vznikol za podpory grantového projektu VEGA 2/5093/5.

Literatura a odkazy

- [1] Kocifaj, M., Lukáč, J. Using the multiple scattering theory for calculation of the radiation fluxes from experimental aerosol data. J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer 60, 1998, str. 933-942.
- [2] Wendisch, M., von Hoyningen-Huene, W. High speed version of the method of `successive order of scattering` and its application to remote sensing. Beitr. Phys. Atmosph. 64, 1991, str. 83-91.
- [3] Kocifaj, M. The contribution to the inverse scattering problem in Martian atmosphere. Contrib. Astron. Obs. Skalnaté Pleso 29, 1999, str. 14-30.
- [4] Mishchenko, M. I., Travis, L. D., Lacis, A. A. Scattering, Absorption, and Emission of Light by Small Particles. Cambridge University Press, Cambridge, 2002, ISBN 0-521-78252-X.
- [5] Van de Hulst, H. C. Multiple light scattering. Tables, Formulas, and Applications. Volume 2. Academic Press, New York, London, Toronto, Sydney, San Francisco, 1980, ISBN 0-12-710702-9.
- [6] Kocifaj, M. O rozpoznávaní mimozemských častíc v strednej atmosfére Zeme. Meteor Reports 23, 2002, str. 47-56.

Normy pro osvětlení pozemních komunikací

Jaroslav, Kotek, Ing.

ELTODO EG, a.s., www.eltodo.cz, kotekj@eltodo.cz

Úvod

České technické normy pro osvětlení pozemních komunikací se mění v souvislosti se zaváděním dokumentů CEN (Evropského výboru pro normalizaci). Tento příspěvek informuje o postupu zavádění těchto dokumentů do soustavy ČSN a o souvisejících záležitostech.

Aktuální stav, historie a výhled

Koncem roku 2006 mají pro osvětlení pozemních komunikací v ČR platit následující dokumenty:

| | |
|--------------------|---|
| ČSN CEN/TR 13201-1 | Osvětlení pozemních komunikací - Část 1: Výběr tříd osvětlení [1] |
| ČSN EN 13201-2 | Osvětlení pozemních komunikací - Část 2: Požadavky [2] |
| ČSN EN 13201-3 | Osvětlení pozemních komunikací - Část 3: Výpočet [3] |
| ČSN EN 13201-4 | Osvětlení pozemních komunikací - Část 4: Metody měření [4] |

V ČR byly v dubnu roku 2004 převzaty k přímému používání v anglickém originále, a následně v květnu roku 2005 překladem, části 2 až 4 EN 13201 ([6], [7] a [8]). Souběžně se zavedením norem nabyla účinnosti ZMĚNA Z3 ČSN 36 0400 [1], zajišťující soulad starých norem [9], [10], [11] a nových norem [2], [3], [4]. Od května 2005 tedy platily současně normy [2], [3], [4], [9], [10] a [11], přičemž pro přiřazení světelnětechnických požadavků dosud platily staré normy a pro výpočet a měření osvětlení již jednoznačně platily normy nové.

Jak vzniklo zpoždění normy [1]? Dokument [5], obsahující pravidla přiřazení tříd osvětlení podle jednotlivým osvětlovaným pozemním komunikacím, byl Evropským výborem pro normalizaci (CEN) vydán mnohem později než normy [6], [7] a [8]. V CEN bylo po dlouhých sporech ujednáno, že původně plánovaná EN 13201-1 bude nahrazena technickou zprávou CEN/TR 13201-1 [5]. Na rozdíl od evropských norem nemusejí být technické zprávy povinně zapracovány do soustav národních norem jednotlivých členských zemí CEN. V ČR bylo o zavedení dokumentu [5] rozhodnuto s tím, že bude vydán jako česká technická norma [1].

Konečný návrh normy [1] byl zpracovatelem předán ČNI v červenci roku 2006 a platná norma by měla být ČNI vydána koncem roku 2006 s tím, že ke stejnému datu bude zrušen starý soubor norem pro veřejné osvětlení ([9], [10] a [11]).

Překlad technické zprávy [5] není dokonalým podkladem pro přiřazování světelnětechnických požadavků. Přesto bylo rozhodnuto, že norma [1] bude vydána nejprve jako překlad zprávy [5], aby se v ČR mohlo co nejdříve oficiálně pracovat s normou [2] s využitím českého překladu dokumentu [5]. Ještě před vydáním normy [1] však byla zahájena práce na rozborovém úkolu RU/0816/06 „Analýza výběru tříd pro osvětlení pozemních komunikací“, s cílem lépe přizpůsobit [1] našemu národnímu prostředí. V souvislosti s tím je v národní předmluvě k návrhu [1] uvedeno, že se předpokládá, že začátkem roku 2007 bude k této normě doplněna národní příloha upřesňující použití [5] pro podmínky v České republice. V rámci uvedeného rozborového úkolu je plánována i analýza starých norem pro osvětlení ([9], [10] a [11]) a norem pro projektování ([12], [13], případně [14]). Cílem by mělo být zapracovat do nových norem pro osvětlení pozemních komunikací rozumné požadavky starých norem [9], [10] a [11] a bude-li to možné, uplatnit při výběru tříd osvětlení podle [2] kritéria podle uvedených norem pro projektování.

Uvažované tématické okruhy rozborového úkolu RU/0816/06 jsou nastíněny dále.

Tématické okruhy pro analýzu ČSN CEN/TR 13201-1

V normě [1] by bylo možno upřesnit např.:

- zdroje informací pro tabulku č. 1
- zdroje informací pro tabulku č. 2
- možnosti regulace

Zdroje informací pro tabulku č. 1 normy [1]

V uvedené tabulce jsou dvě základní informace, který projektant potřebuje zjistit. První je druh uživatele, a zda je tento uživatel hlavní, povolený či nepovolený. Druhou informací je typická rychlost hlavního uživatele.

Druh uživatele (hlavní, povolený, nepovolený) ... norma nestanovuje, kde tuto informaci získat.

Typická rychlost hlavního uživatele ... norma uvádí, že se jedná o odhadovanou rychlost, že pro osvětlení dostačují přibližné rychlostní kategorie, že metoda odhadu je v pravomoci silničních správních úřadů. (V případě motorové dopravy by snad bylo možno uvažovat nejvyšší povolenou rychlost.)

Otázkou je, jaké podklady (údaje) je reálné v přijatelné dodací lhůtě získat od silničních správních úřadů, co doporučit v národní poznámce nebo příloze a co nechat jen na odborné posouzení projektantem.

Zdroje informací pro tabulku č. 2 normy [1]

Rozhodnutí je v některých případech (na základě využití výkresové dokumentace) vcelku jednoduché a jednoznačné. Jedná se např. o následující položky:

- Směrově rozdělená komunikace
- Druh křižovatek
- Vzdálenost mimoúrovňových křižovatek, vzdálenost mezi mosty
- Hustota úrovňových křižovatek
- Stavební opatření pro zklidnění dopravy (Návrh: Doplnit odkaz na definici v ČSN 73 6110.)

V dalších případech už to tak jednoznačné není:

- Konfliktní oblast (Návrh: Uvést, že se jedná např. o oblasti křižovatek a přechodů pro chodce.)
- Intenzita silničního provozu za den (Návrh: Uvést např. odkaz údaje uváděné Ředitelstvím silnic a dálnic.)
- Intenzita cyklistického provozu
- Intenzita pěšího provozu
- Náročnost navigace (Návrh: Vysvětlit, že náročnost navigace souvisí s prostorovým uspořádáním komunikace a s množstvím dopravních značek, kterými se má řidič řídit.)
- Parkující vozidla (Návrh: Doporučit uplatnění odpovědi ano v případě komunikací, kde je povoleno stání.)
- Rozpoznání obličeje (Návrh: Vysvětlit, že potřeba rozpoznání obličeje souvisí především s požadavkem na zvýšení bezpečnosti, ale že může souviset i s požadavkem na zajištění většího komfortu uživatelů komunikace, např. na obchodních třídách a pěších zónách).
- Riziko kriminality
- Složitost zorného pole (Návrh: Vysvětlit, že složitost zorného pole souvisí např. s četností osvětlených reklamních zařízení a jiných osvětlených objektů v zorném poli řidiče.)
- Jas okolí
- Převládající počasí (Návrh: Uvést, že správnější by bylo posuzovat, zda v průběhu roku převažuje doba, kdy je povrch komunikace suchý nebo doba, kdy je mokrá. V ČR je snad možno doporučit obecně uvažovat počasí suché.)

Otázkou je především, kde má projektant získat podklady o průměrné intenzitě silničního provozu za den (ADT, mezní hodnoty 7000, 15000 a 25000 vozidel za den v obou dopravních směrech), a to především v případě, kdy se projektuje zcela nová komunikace. Podobně jako v případě tab. 1 je i v případě tab. 2 otázkou, jaké podklady (údaje) je reálné získat od silničních správních úřadů, co doporučit v národní poznámce nebo příloze a co nechat jen na odborné posouzení projektantem.

Návrh: Místo vysvětlení pojmu „silniční správní úřad“ uvést odkaz na [1], § 40, Výkon státní správy.

Ze zákona [1] vyplývá:

Ministerstvo dopravy (MD) vykonává působnost silničního správního úřadu ve věcech dálnic a rychlostních silnic.

Krajský úřad vykonává působnost silničního správního úřadu ve věcech silnic 1. třídy s výjimkou věcí, ve kterých rozhoduje MD.

Obecní úřady obcí s rozšířenou působností vykonávají působnost silničního správního úřadu ve věcech silnic s výjimkou věcí, ve kterých rozhoduje MD nebo orgán kraje v přenesené působnosti.

Obce vykonávají působnost silničního správního úřadu ve věcech místních komunikací a veřejně přístupných účelových komunikací.

Možnosti regulace

Norma [1], čl. 6.1.3 uvádí:

Pokud není uvedeno jinak, platí výchozí parametry pouze za tmy. Hodnoty parametrů se mohou měnit v průběhu noci i v průběhu roku a z toho důvodu se mohou během uvedených období měnit i doporučení.

V různých časových obdobích noci může docházet k významným rozdílům parametrů, obzvláště ke změnám jasu okolí a intenzity provozu. Uplatněním postupu dle ČSN CEN/TR 13201-1 je pak možno dospět k odlišným třídám osvětlení odvozeným pro různá časová období. Z uvedených důvodů může být nezbytná podrobnější analýza změn intenzity provozu, než jakou umožňuje vyhodnocení ADT (ADT - průměrná denní intenzita provozu - celkový počet vozidel nebo chodců během daného časového období v délce celých dnů, vydělený počtem dnů tohoto časového období).

POZNÁMKA Během období, pro které vychází třída s menšími nároky na hladinu osvětlení, je možno použít různé způsoby snížení hladiny osvětlení a tím spotřeby energie.

Uvedené formulace podrobněji neřeší, jak přistupovat k regulaci osvětlení během noci. Dále je uveden návrh možného doplňku normy [1], čl. 6.1.3 (vycházející z řešení uplatněného v [10] a [11]):

Regulace osvětlení v průběhu noci

Dochází-li v průběhu noci k významným změnám intenzity dopravy a/nebo jasu, doporučuje se použití vhodných prostředků ke snížení hladiny osvětlení a tím spotřeby energie. Při regulaci osvětlení je třeba zachovat rovnoměrnost osvětlení. Snížení hladiny osvětlení má být podloženo analýzou změn intenzity provozu na uvažované pozemní komunikaci (rozbořem průměrných hodinových intenzit provozu) a/nebo změn jasu okolí, v průběhu noci (v období provozu osvětlení). Připouští se snížení hladiny osvětlení až o 50 % jmenovité hladiny osvětlení (průměrné hodnoty udržovaného jasu nebo udržované osvětlenosti), odpovídající příslušné třídě osvětlení. V případě extrémního snížení intenzity dopravy je možno hladinu osvětlení snížit až na 25 % jmenovité hladiny osvětlení. Snížení osvětlení o více než 50 % jmenovité hladiny osvětlení musí být podloženo analýzou změn intenzity provozu na uvažované pozemní komunikaci a schváleno příslušným silničním správním úřadem.

V případě pozemních komunikací se zvýšeným rizikem kriminality a/nebo nehodovosti v nočních hodinách se regulace osvětlení nedoporučuje.

Další okruhy

K dalším okruhům, které by bylo možno rozpracovat patří např. výklad ke stanovení relevantních oblastí, návod pro volbu barevných vlastností osvětlení a pro použití alternativních a doplňkových tříd osvětlení v ČR.

Tématické okruhy pro analýzu ČSN EN 13201-2

V normě [2] nejsou určeny světelnětechnické požadavky pro třídu osvětlení S7 (tabulka 3) a A5 (tabulky 4). Otázkou je, zda a jak tyto požadavky pro použití v ČR doplnit a pokud ano, pak jak.

V příloze A (informativní) jsou uvedeny třídy clonění (tabulka A.1) a třídy oslnění (tabulka A.2), ale není uvedeno, za jakých okolností by jednotlivé třídy měly být použity. Otázkou je, zda a jak vytvořit pravidla pro použití těchto tříd v ČR.

V příloze B (informativní) jsou uvedeny obecné požadavky na osvětlení přechodů pro chodce. Otázkou je, zda a jak tyto požadavky pro použití v ČR doplnit.

Tématické okruhy pro analýzu ČSN 36 0400, ČSN 36 0410 a ČSN 36 0411

Do normy [2] by bylo možno doplnit např.:

- adaptační pásma s využitím ČSN 36 0400 (3.2 a 4.2.5),
- návod pro volbu udržovacího činitele dle CIE 154:2003,
- osvětlení směrových oblouků pozemních komunikací dle ČSN 36 0400 (4.2.6),
- osvětlení úrovnových křižovatek dle ČSN 36 0400 (4.2.7),
- pravidla pro umístění svítidel v případě osvětlení běžnou osvětlovací soustavou (osvětlení s negativním kontrastem) dle ČSN 36 0400 (4.2.9),
- pravidla pro spínání osvětlení pozemních komunikací s využitím ČSN 36 0400 (6.2).

Návrh pravidel pro zřizování adaptačních pásem

Adaptační pásma se zřizují na komunikacích, kde platí zároveň:

- hlavním uživatelem je motorová doprava,
- typická rychlost hlavního uživatele je větší než 60 km/h (skupina světelných situací A1, A2 a A3),
- osvětlení komunikace s udržovanou hodnotou průměrného jasu povrchu větší než 0,75 cd/m² končí mimo zastavěnou oblast.

Adaptační pásma se řeší stupňovitým snižováním jasu povrchu komunikace postupným přechodem na nižší hladinu osvětlení. Nejmenší délky dílčích adaptačních úseků jsou uvedeny v následující tabulce:

| Jas povrchu komunikace \bar{L} [cd.m ⁻²] (udržovaná hodnota) | Délky dílčích úseků s jasným povrchem \bar{L} [cd.m ⁻²] (udržovaná hodnota) | | | Celková délka adaptačního pásma [m] |
|--|---|-----|-----|--|
| | 1,0 | 0,5 | 0,3 | |
| 2,0 | 100 | 100 | 150 | 350 |
| 1,5 | 50 | 100 | 150 | 300 |
| 1,0 | - | 100 | 150 | 250 |

Návrh na volbu udržovacího činitele

V normě [2] odkázat na publikaci [15] (doporučit její překlad do češtiny a vydání jako technické publikace ČNI).

Osvětlení směrových oblouků pozemních komunikací

Návrh: Zapracovat do [2] příslušné ustanovení dle [9] (čl. 4.2.6, obr. 2 a obr. 3).

Osvětlení úrovnových křižovatek

Návrh: Zapracovat do [2] příslušné ustanovení dle [9] (čl. 4.2.7, obr. 4 až 9).

Umístění svítidel v případě osvětlení běžnou osvětlovací soustavou (osvětlení s negativním kontrastem)

Návrh: Zapracovat do [2] příslušné ustanovení dle [9]:

4.2.9 Osvětlení přechodů pro chodce. Svítidla se nemají umísťovat těsně k přechodu nebo nad něj. Světelná místa pro rozlišení chodce při negativním kontrastu (tmavá silueta chodce vůči světlému pozadí) se doporučují umístit podle obr. 10.



Obr. 10. Osvětlení přechodu s negativním kontrastem

Spínání osvětlení pozemních komunikací

Návrh: Po aktualizaci zapracovat do [2] příslušné ustanovení dle [9] a preferovat spínání fotobuňkou:

6.2. Doba osvětlení

6.2.1. Doba provozu osvětlení musí být stanovena časovým plánem osvětlování vypracovaným provozovatelem veřejného osvětlení.

6.2.2. Časový plán osvětlování se odvozuje pro danou geografickou oblast s přihlédnutím k hustotě zástavby, provozu a případně vícestupňové regulaci.

6.2.3. Obecně platná doba zapínání a vypínání je uvedena v tab. 4.

Tabulka 4

| Období | Zapnutí | Vypnutí |
|---------------------------|------------------------|----------------------------|
| zimní 23. 9. až 20. 3. | 1/2 h po západu slunce | 1/2 h před východem slunce |
| letní 21. 3. až 22. 9. | 3/4 h po západu slunce | 3/4 h před východem slunce |

6.2.4. Při samočinném zapínání fotoelektrickými spínači se na plochách husté zástavby a v místech s vysoce náročnými dopravními podmínkami zapíná veřejné osvětlení večer v okamžiku, kdy horizontální intenzita osvětlení ve volném terénu poklesne na hodnotu 80 lx a vypíná ráno, jakmile horizontální intenzita osvětlení stoupne na 40 lx. Na plochách mimo zástavbu mohou být hodnoty zapínání 40 lx a vypínání 20 lx.

6.2.5. Vyžadují-li to meteorologické podmínky, může se osvětlení zapínat a vypínat i mimo dobu stanovenou časovým plánem osvětlování.

Závěr

Kompletní soubor nových českých technických norem pro osvětlení pozemních komunikací ([1], [2], [3] a [4]) vycházející z dokumentů [5], [6], [7] a [8] začne platit koncem roku 2006. V současné době probíhá práce na rozborovém úkolu RU/0816/06, jehož výsledky by se do zmíněného souboru měly promítnout začátkem roku 2007. Bylo by žádoucí, aby se ke způsobu jeho řešení a k předloženým návrhům vyjádřila široká odborná veřejnost. Vzhledem k termínu dokončení rozborového úkolu (konec listopadu 2006) je v době konání Kurzu osvětlovací techniky XXV nejvyšší čas k uplatnění doporučení a připomínek.

Literatura a odkazy

- [1] ČSN CEN/TR 13201-1 Osvětlení pozemních komunikací - Část 1: Výběr tříd osvětlení
- [2] ČSN EN 13201-2 Osvětlení pozemních komunikací - Část 2: Požadavky
- [3] ČSN EN 13201-3 Osvětlení pozemních komunikací - Část 3: Výpočet
- [4] ČSN EN 13201-4 Osvětlení pozemních komunikací - Část 4: Metody měření
- [5] CEN/TR 13201-1 Road lighting - Part 1: Selection of lighting classes
- [6] EN 13201-2 Road lighting - Part 2: Performance requirements
- [7] EN 13201-3 Road lighting - Part 3: Calculation of performance
- [8] EN 13201-4 Road lighting - Part 4: Methods of measuring lighting performance
- [9] ČSN 36 0400 Veřejné osvětlení
- [10] ČSN 36 0410 Osvětlení místních komunikací
- [11] ČSN 36 0411 Osvětlení silnic a dálnic
- [12] ČSN 736101 Projektování silnic a dálnic
- [13] ČSN 736110 Projektování místních komunikací
- [14] ČSN 736102 Projektování křižovatek na silničních komunikacích
- [15] CIE 154:2003 The maintenance of outdoor lighting systems
- [16] Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích

Oslnenie v doprave

Ing. František Krasňan, PhD.

Slovenská Technická Univerzita v Bratislave, FEI - KEE, frantisek.krasnan@stuba.sk

1 Úvod

Automobilový priemysel v posledných rokoch zaznamenáva veľký rozmach a v súčasnosti je jedným z najlepšie prosperujúcich odvetví. Mnohé firmy vynakladajú veľa úsilia na realizáciu nových nápadov, vývoj užitočných doplnkov, na zvyšovanie bezpečnosti, komfortu, spoľahlivosti a pod. Zo dňa na deň narastá počet áut na cestách. Tento vývoj však so sebou prináša vyššie nároky na bezpečnosť cestnej premávky, čo sa musí kompenzovať kvalitnejším dopravným značením, budovaním nových ciest a zároveň zvyšovaním hladín osvetlenosti verejného osvetlenia.

Na bezpečnosť cestnej premávky má veľký vplyv oslnenie. V noci je oko adaptované na podstatne nižšie jasy ako cez deň a preto je aj oslniteľnosť zraku oveľa vyššia. V doprave môže dochádzať ku všetkým stupňom intenzity oslnenia - od pozorovateľného až po oslepujúce.

2 Druhy oslnenia v doprave

Oslnenie **psychologické** (pozorovateľné a rušivé) býva najčastejšie spôsobené svietidlami verejného osvetlenia. Nezhoršuje priamo schopnosť videnia, ale spôsobuje predčasnú únavu zraku, zníženie pozornosti vodiča a tak zvyšuje riziko dopravných nehôd. Je možné mu predchádzať napríklad použitím správne clonených svietidiel verejného osvetlenia umiestnených v dostatočnej výške.

Fyziologické oslnenie - obmedzujúce až oslepujúce, spôsobí merateľné zhoršenie rozoznávacích schopností zraku. V doprave by sa nemalo vôbec vyskytovať. Žiaľ, túto požiadavku nie je možné dodržať. Pri dobrom návrhu sústav verejného osvetlenia k fyziologickému oslneniu síce nedochádza, toto oslnenie však spôsobujú reflektory protiúdúcich automobilov.

Z hľadiska dopravných nehôd je veľmi nebezpečné **závojské** oslnenie. Spôsobené je vyšším jasom prostredia pred objektom, ako má samotný pozorovaný objekt. Zdrojom tohto oslnenia býva hmla, dážď, prípadne dym, na ktorých sa svetlo reflektorov auta rozptýli, čo spôsobí, že prekážky, ktoré sú ďalej od auta vodič nerozozná, pretože majú menší jas, ako prostredie pred nimi. Závojské oslnenie výrazne zníži dohľadnosť a schopnosť vodiča rozoznať prekážku. Zmenšiť riziko dopravnej nehody možno primeraným znížením rýchlosti vozidla.



Obr. 1: Závojské oslnenie v hmle

Zvláštnym prípadom oslnenia v doprave je **adaptačné** oslnenie. Je spôsobené náhlou zmenou adaptačného jasu a môže nastať napríklad pri vjazde vodiča do tunela, tam, kde náhle končí verejné osvetlenie alebo pri výpadku napájania sústavy verejného osvetlenia. Toto oslnenie je zvlášť nebezpečné na komunikáciách s väčšou povolenou rýchlosťou jazdy a s vysokou hustotou premávky, najmä na diaľniciach. Riziko dopravných nehôd možno znížiť správne navrhnutou osvetľovacou sústavou s adaptačnými pásmami a s kvalitným dopravným značením.

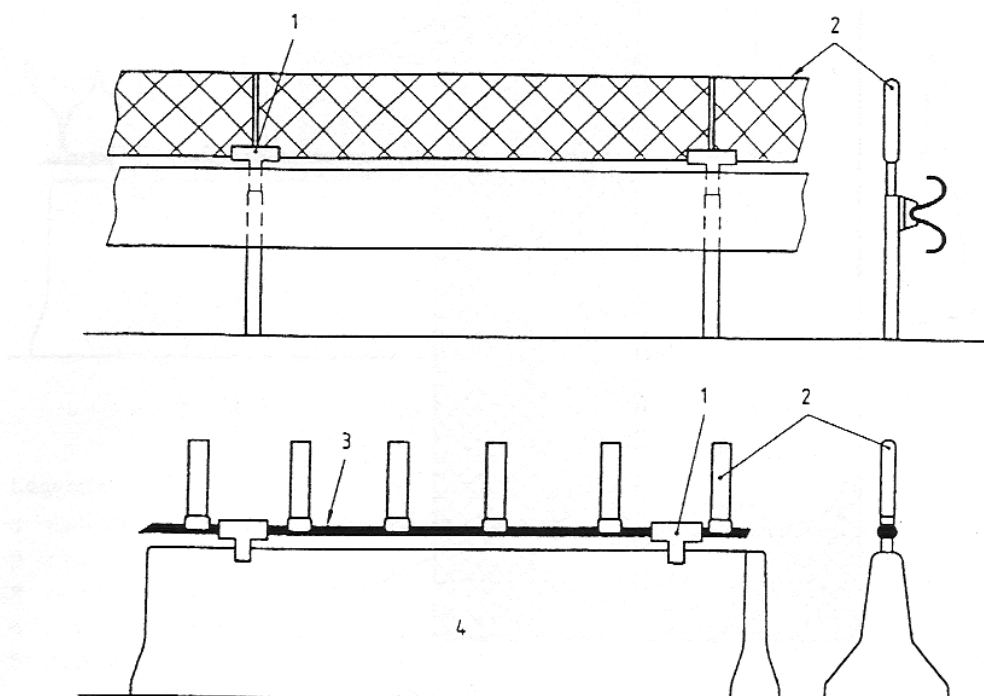
3 Systémy proti oslneniu

Pre zábranu oslnenia od protiídúcich automobilov sa používajú systémy konštruované z clôn. Tieto clony redukujú oslnenie spôsobené približujúcimi sa prednými svetlometmi protiídúcich vozidiel alebo inými vonkajšími svetelnými zdrojmi.

Systémy proti oslneniu sa zvyčajne inštalujú na pozemných komunikáciách tam, kde je vhodné redukovať účinky oslnenia.

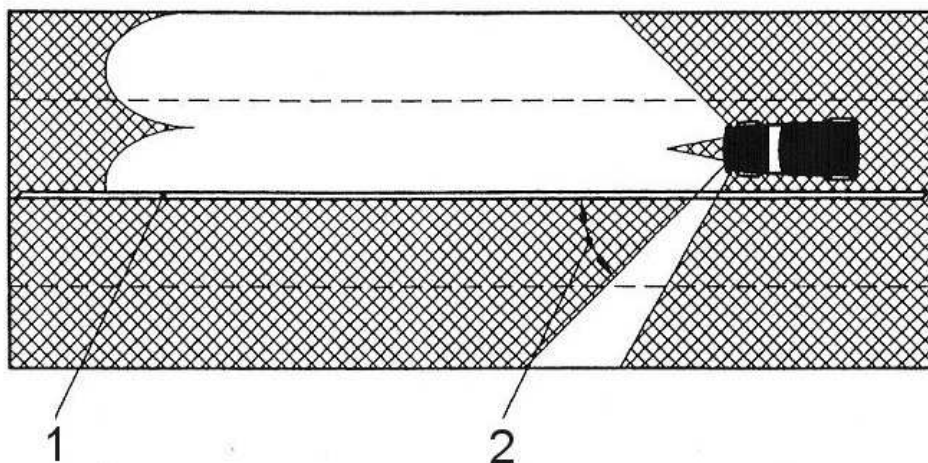
Napríklad:

- na strednom deliacom páse smerovo rozdelených pozemných komunikácií;
- medzi rovnobežnými alebo zbiehajúcimi sa pozemnými komunikáciami s premávkou v opačných smeroch;
- pri zdrojoch osľujúceho svetla, odrážajúceho sa na zariadeniach a budovách v blízkosti pozemnej komunikácie;
- v blízkosti osľujúceho svetla zo zariadení a budov pozdĺž pozemnej komunikácie.



1 - upevňovacie zariadenie, 2 - cloniaci prvok, 3 - nosná konštrukcia, 4 - podklad

Obr.2: Príklady systémov proti oslneniu (podľa STN EN 12676-1)



1 - systém proti oslneniu, 2 - medzný uhol

Obr.3: Zábrana oslnenia systémom clôn (STN EN 12676-1)

4 Reakčná doba v cestnej doprave

Vplyv fyziologického oslnenia na človeka je najmä v zvýšení reakčnej doby. Reakčná doba je časový úsek, ktorý uplynie od vzniku podnetu a odpoveďou naň. Do tejto doby sa započítava zistenie a rozoznanie, ďalej spracovanie informácie a vnútorný príkaz na konanie. Po tomto nasleduje úsek širšie chápanej reakcie, pri ktorej je na základe vnútorného príkazu začatý skutočný pohyb (napr. vodič spustí plynový pedál a nohu položí na brzdový pedál). Tento úsek sa nazýva svalová reakcia.

Brzdny účinok začína po zásahu vodiča uskutočneného na základe vnemu. Časový úsek medzi zistením nebezpečia a objavením sa brzdovej stopy na vozovke sa nazýva doba oneskorenia. Takto chápaná definícia obsahuje nie len reakčnú dobu vodiča, ale aj technické oneskorenie bŕzd a nábeh brzdneho účinku. Jej priemerná hodnota za normálnych podmienok (bez oslnenia) sa pohybuje (Znalectvo, 1996) okolo 2 s, z čoho cca 0,7 s je reakčná doba vodiča.

Poznať dobu oneskorenia je veľmi dôležité. Pri rýchlosti automobilu 60 km.h^{-1} doba oneskorenia 2 s spôsobí, že medzi zistením prekážky a začatím brzdenia prejde vozidlo vzdialenosť 33,3 m, pri rýchlosti 90 km.h^{-1} vzdialenosť 50 m. K tomu treba ešte pripočítať brzdnu dráhu vplyvom zotrvačnosti vozidla a dostaneme vzdialenosť, na ktorú je schopné vozidlo zastaviť.

Je veľmi pravdepodobné, že doba oneskorenia (reakčná doba) sa vplyvom oslnenia zväčšuje. V súčasnosti prebieha výskum, ako sa zmenia tieto hodnoty pri rôznych podmienkach a pri oslnení. Ukázalo sa, že rozdielne podmienky z hľadiska viditeľnosti sa dosahujú za normálneho počasia a pri daždi. Hladiny jasov a osvetleností komunikácií, ktoré predpisujú normy, sú stanovené pre podmienky suchej komunikácie. Pri mokrej vozovke sa mení charakter odrazu vozovky z prevažne rozptylného na prevažne zrkadlový. Jas vozovky z pohľadu vodiča v daždi klesá na asi 1/5 oproti jasú suchej vozovky, no oslnenie od protiidúceho vozidla vplyvom zrkadlových vlastností vozovky narastá. Toto spôsobuje výrazné zhoršenie viditeľnosti a podstatne vyššie riziko dopravnej nehody.

4 Výskum exteriérového oslnenia

Prvoradým cieľom výskumu je zlepšenie viditeľnosti a tým zvýšenie bezpečnosti dopravy. Keďže sa jedná o ľudské životy a veľké materiálne hodnoty, vítané sú akékoľvek riešenia, ktoré môžu pomôcť k zvýšeniu bezpečnosti.

Výskum exteriérového oslnenia možno orientovať rôznymi smermi, no treba mať na zreteli aj technické a ekonomické možnosti. Na začiatok sme preto zvolili výskum v laboratórnych podmienkach. V prvej fáze bolo vytvorené pracovisko, kde sa meria závislosť prahu rozlíšiteľnosti jasu od veľkosti oslnenia. Tento prah rozlíšiteľnosti jasu veľmi úzko súvisí s viditeľnosťou prekážky, kedy je rozdiel medzi jasom prekážky a jasom pozadia, na ktorý je ľudské oko v noci adaptované, veľmi malý. Vizualne podmienky na pracovisku boli nastavené tak, aby v čo najväčšej miere zodpovedali reálnym podmienkam v doprave, pričom boli do úvahy brané jasy komunikácie, okolia, oblohy, intenzita osvetlenia na oku vodiča pri zapnutých stretávacích i diaľkových svetlách protiúceho automobilu atď.

Metodika výskumu

Samotná metodika je založená na tzv. primárnom výskume, pri ktorom sa v laboratórnych podmienkach na základe štatistického vyhodnocovania nameraných veličn na vybranej vzorke respondentov skúma vplyv oslnenia na viditeľnosť prekážky a schopnosť dostatočne rýchlej a presnej reakcie.

Meracie pracovisko sa nachádza v tmavom svetelnotechnickom laboratóriu, aby bolo zabránené prístupu denného svetla. Rôzne vizualne podmienky v zornom poli pozorovateľa sú vytvárané projekciou obrazu na plátno. Meranie je vyhodnocované počítačom.



Obr.4: Merací program pre skúmanie vplyvu oslnenia na viditeľnosť prekážky v doprave

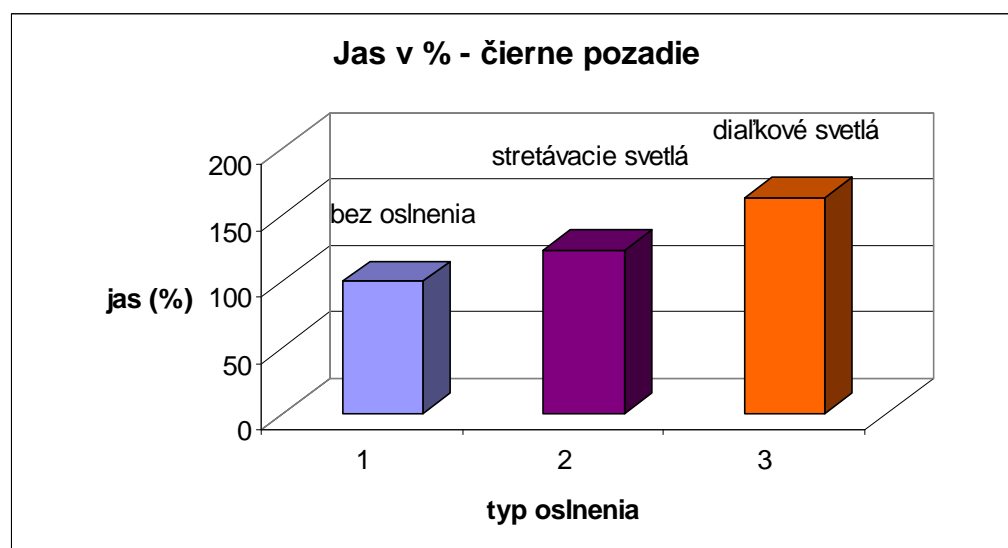
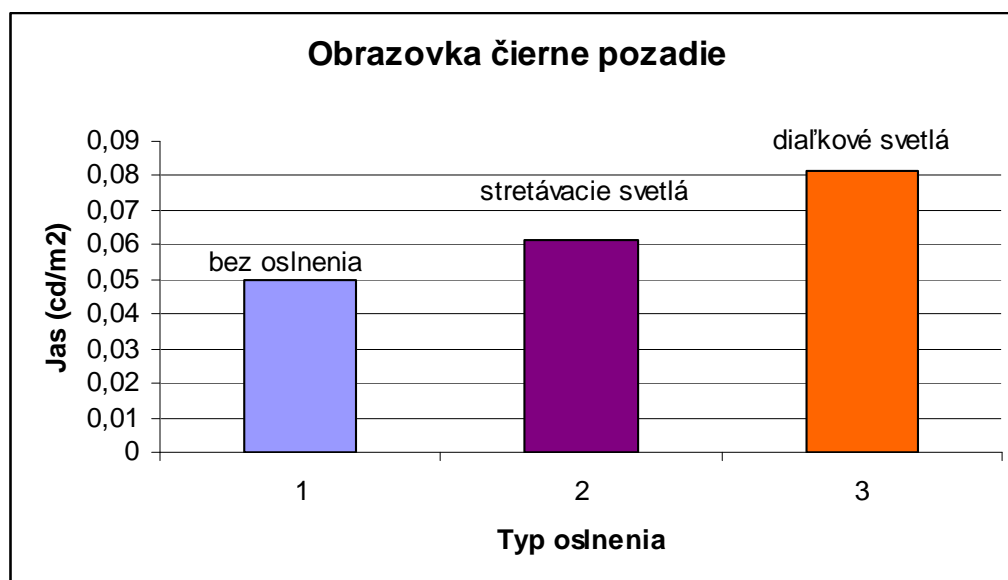
4 Vyhodnotenie meraní

V súčasnosti prebiehajú počiatkové merania. Ich úlohou je nastavenie okrajových podmienok a overenie správnosti navrhutej metodiky. Do výskumu je zatiaľ zapojených desať respondentov vo veku 20 až 55 rokov.

Z nameraných hodnôt možno konštatovať, že so zvyšujúcim sa oslnením je pre rozoznanie potrebný vyšší jas prekážky. Výsledky sú uvedené nasledujúcich obrázkoch.

Tab. 1: Priemerné hodnoty prahovej rozlíšiteľnosti jasú (pri hraničných podmienkach podľa neosvetlenej komunikácie)

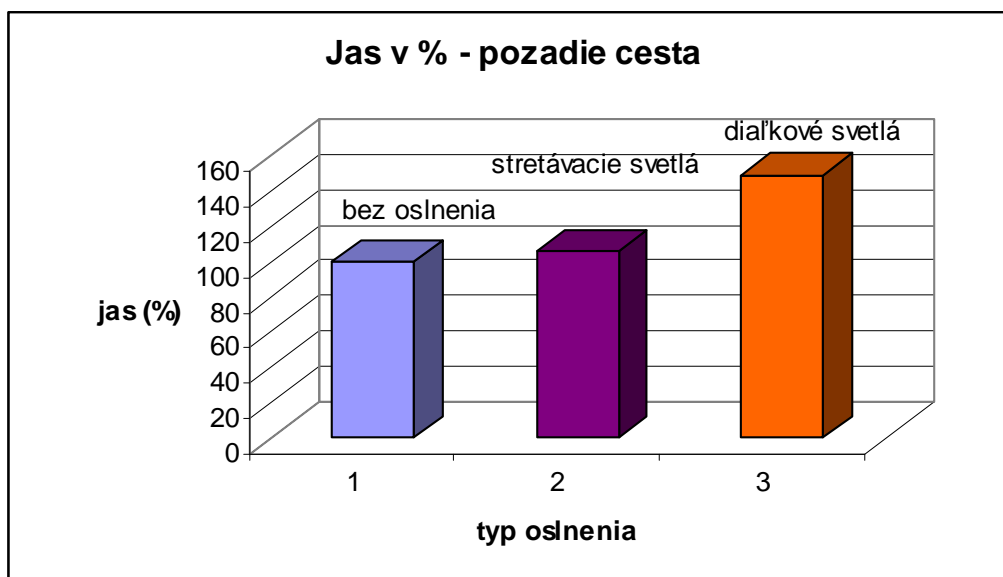
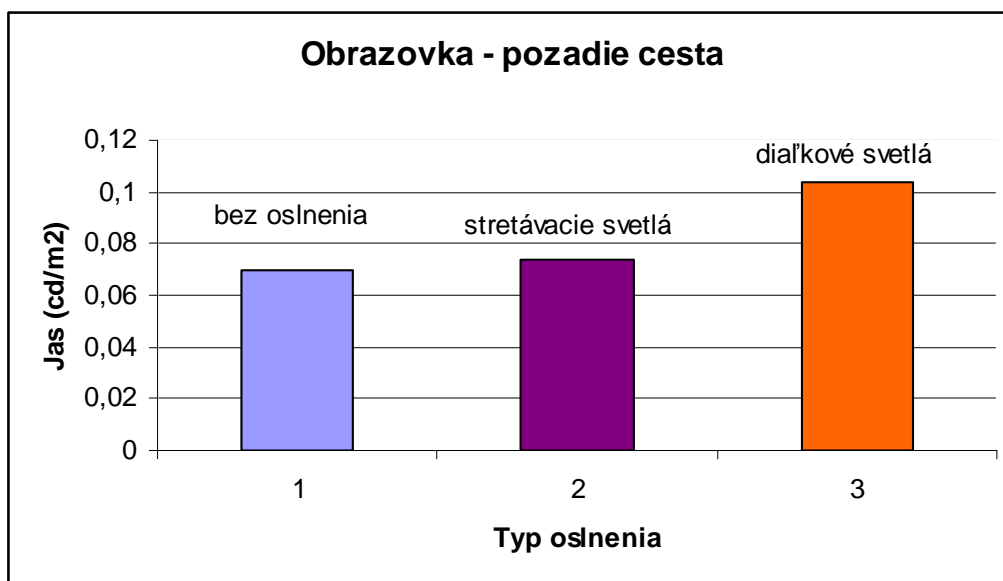
| Typ oslnenia | Jas (cd/m^2) | Jas (%) |
|--------------------|--------------------------------|---------|
| Bez oslnenia | 0,05009 | 100 |
| Stretávacie svetlá | 0,061521 | 123 |
| Diaľkové svetlá | 0,081539 | 163 |



Obr.5,6: Grafické vyhodnotenie hodnôt nameraných na čiernom pozadí obrazovky

Tab. 2: Priemerné hodnoty prahovej rozlíšiteľnosti jasů (pri hraničných podmienkach podľa osvetlenej komunikácie)

| Typ oslnenia | Jas (cd/m^2) | Jas (%) |
|--------------------|--------------------------------|---------|
| Bez oslnenia | 0,069577 | 100 |
| Stretávacie svetlá | 0,074166 | 106,6 |
| Diaľkové svetlá | 0,104017 | 149,5 |



Obr.7,8: Grafické vyhodnotenie hodnôt nameraných na pozadí obrazovky s komunikáciou

5 Záver

Cieľom výskumu je zistiť vplyv exteriérového oslnenia na zrakový výkon. Na základe vyhodnotenia meraní možno konštatovať, že percentuálny nárast hodnoty jasú potrebného pre rozoznanie prekážky závisí od adaptačného jasú. Tento nárast bol pri nižšom adaptačnom jase pri oslnení stretávacími svetlami 23 % a pri oslnení diaľkovými svetlami jeho hodnota vzrástla až o 63 % v porovnaní s prípadom bez oslnenia. Pri väčšom adaptačnom jase bol tento nárast pri oslnení stretávacími svetlami už iba 6% a pri oslnení diaľkovými svetlami 49,5 % v porovnaní s prípadom bez oslnenia. Znamená to, že dobré osvetlenie môže veľmi výrazne znížiť riziko dopravných nehôd a zabezpečiť vyššiu bezpečnosť na cestách. Keďže však vizuálne podmienky v doprave sú veľmi rôznorodé a závisia od počasia, nemožno tieto prvé výsledky generalizovať. Veríme však, že podrobný výskum prinesie odpoveď na otázku, ako možno zvýšiť bezpečnosť na cestách.

Tento článok vznikol na základe riešenia projektu VEGA 1/3114/06 Výskum psychologického a fyziologického oslnenia.

Literatúra a odkazy

- [1] Znalectvo. Cestná doprava, elektrotechnika, strojárstvo a iné technické odbory. 3-4, ročník 1, 1996 ISBN 1335-1133
- [2] STN EN 12676-1: 2001, zariadenia proti oslneniu na pozemných komunikáciách. Časť 1: Účinnosť a funkčné charakteristiky.
- [3] STN 36 0008: 1962, Oslnenie, jeho hodnotenie a zábrana.
- [4] BABJAK, J., BUCHTOVÁ, M., HORVÁTHOVÁ, V., TRNOVSKÝ, O.: Tímový projekt. Katedra elektroenergetiky, STU FEI, 2006.

Iluminácia katedrály sv. Jána Krstiteľa v Trnave

Ing. František Krasňan, PhD.

Slovenská Technická Univerzita v Bratislave, FEI - KEE, frantisek.krasnan@stuba.sk

1 Úvod

Katedrálly chrám sv. Jána Krstiteľa v Trnave je prvou monumentálnou štýlovo a slohovo čistou sakrálnou stavbou ranného baroka na Slovensku a v celom bývalom Uhorsku. Nachádza sa na Univerzitnom námestí a tvorí súčasť komplexu univerzitných budov. Pri jej realizácii sa stretli umelci viacerých národností - Taliani, Rakúšania i domáci sochári, rezbári i kamenári. Keď sa začiatkom roku 2005 predstavitelia mesta Trnava rozhodli katedrálu osvetliť a zverili návrh iluminácie pracovníkom Slovenskej technickej univerzity, bola to pre nás veľká výzva. Hlavným cieľom bolo, aby slávnostná iluminácia zodpovedala významu tejto pamiatky. Samotnú realizáciu iluminácie zastrešovala spoločnosť SIEMENS.

2 Návrh iluminácie

Keďže slávnostné osvetlenie dotvára obraz mesta a krajiny po západe slnka, vytvára slávnostný dojem lokality a umožňuje zamerať pozornosť návštevníkov mesta na dôležité architektonické alebo historické pamiatky, je potrebné riešiť ilumináciu jednotlivých objektov v kontexte celého mesta. Nočné osvetlenie nemá kopírovať osvetlenie denné, ale má navodiť pocit nočtarna, 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.



Obr. 1 Katedrála sv. Jána Krstiteľa v Trnave

Svetelnotechnické merania

Pre objektívne určenie svetelnotechnických parametrov bolo potrebné vykonať meranie jasov, osvetleností a činiteľov odrazu použitých materiálov. Výsledky merania činiteľov odrazu sú uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 1: Namerané hodnoty činiteľa odrazu

| | omietka v dolnej časti | omietka v hornej časti a piliere | kamenný sokel |
|-----------------------------|------------------------|----------------------------------|---------------|
| farba | hnedá | biela | hnedá |
| Osvetlenosť E (lx) | 11300 | 11300 | 11300 |
| Jas L (cd.m ⁻²) | 1189 | 2220 | 1615 |
| Činiteľ odrazu (ρ) | 0,330 | 0,617 | 0,449 |

Na základe meraní jasov okolitých objektov bol zvolený jas fasády v **rozmedzí 5 až 10 cd/m²**. Pritom jas priečelia kostola sa volí v blízkosti hornej hranice jasov (10 cd/m²), jas ostatných fasád v blízkosti dolnej hranice, t.j. 5 cd/m².

Z uvedených hodnôt jasů a činiteľov odrazu sme následne určili potrebnú intenzitu osvetlenia iluminovaných častí, potom požadovaný svetelný tok svetelných zdrojov a následne počet a výkon svietidiel.

Farba svetla a farebné podanie

Pre určenie farby svetla svetelných zdrojov boli vykonané iluminačné skúšky pri ktorých sa sledovalo možné umiestnenie svietidiel a farba svetla. Skúšky preukázali, že pre osvetlenie katedrály je najvhodnejšie použiť **teplobielu farbu svetla** s náhradnou teplotou chromatickosti 3000-3300 K.

Svetelné zdroje

Z dôvodu farebnej stálosti, dlhšej životnosti a dobrého farebného podaniu boli ako svetelné zdroje vo všetkých svietidlách navrhnuté halogenidové výbojky s keramickým horákom s teplobielou farbou svetla (WDL). Tieto svetelné zdroje boli následne uvažované aj pri svetelnotechnických výpočtoch.

Tab. 2: Typy svetelných zdrojov pre svietidlá

| Počet | Typ svietidla | Typ svetelného zdroja | | |
|-------|-------------------------|-----------------------|---------------|--------|
| | | odporúčaný | možný | pätica |
| 31 ks | ES System URAN 20, 3302 | HCI-T 70/WDL | HQI-T 70/WDL | G12 |
| 18 ks | THORN SONPAK 70W | HCI-TS 70/WDL | HQI-TS 70/WDL | RX7s |
| 2 ks | THORN 7941/015/2-11 | HCI-T 150/WDL | HQI-T 150/WDL | G12 |
| 1 ks | THORN 7951/007/2-11 | HCI-T 70/WDL | HQI-T 70/WDL | G12 |
| 19 ks | THORN 7962/025/2-11 | HCI-T 250/WDL | - | E40 |

Svietidlá

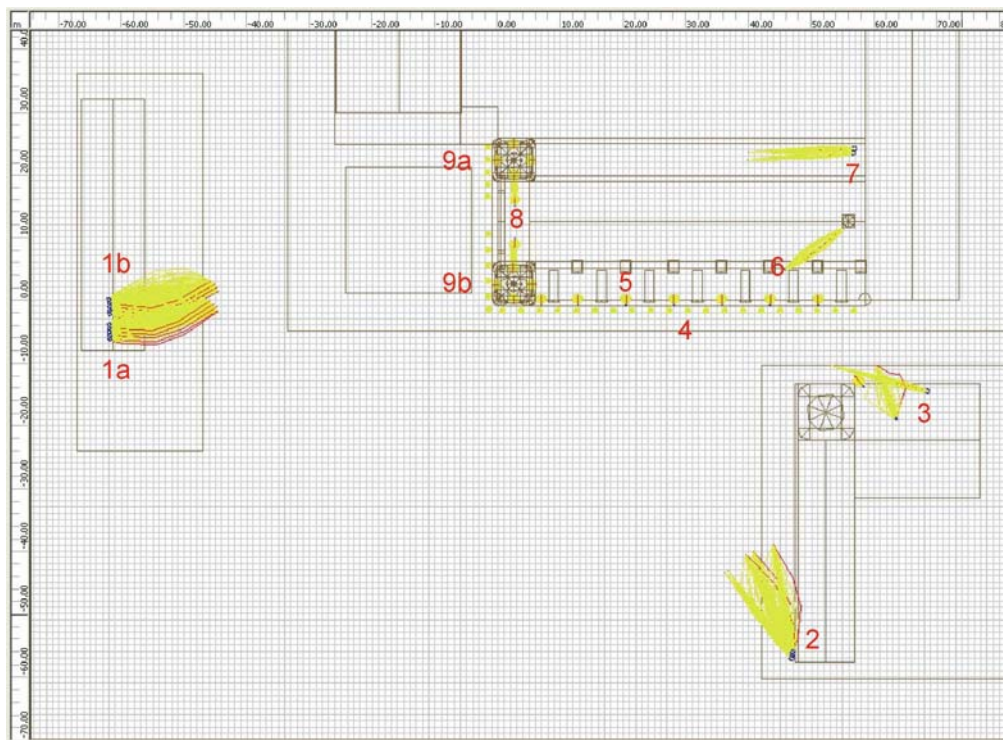
Výberu svietidiel predchádzalo určenie najvhodnejších svetelných miest a následné získanie povolenia pre ich vybudovanie od majiteľov objektov, kde sa tieto miesta nachádzali. Pretože to nie je vždy samozrejmosťou, chceme vyzdvihnúť, že mesto Trnava nám v tomto vyšlo v ústrety a bolo možné vytvoriť svetelné miesta tam, kde to podľa nášho názoru bolo najvhodnejšie.

Pri výbere svietidiel sme vychádzali z ideálnych kriviek svietivosti vypočítaných zo známych geometrických rozmerov a polohy svetelných miest. Možno sa zdá, že výrobcovia svietidiel ponúkajú dostatočne široký sortiment svietidiel pre ilumináciu, no nájsť svietidlá požadovaných parametrov iba v ponuke jedného výrobcu bolo snáď nemožné. Preto boli navrhnuté svietidlá nie od jedného, ale od dvoch výrobcov. Asymetrické svietidlá pre osvetlenie spodnej časti katedrály zabudované do chodníka a vybavené sklom odolným tlaku 4500 kg pri maximálnej rýchlosti 40 km.h⁻¹ s krytím PI67 od výrobcu ES SYSTEM, reflektorové symetrické i asymetrické svietidlá od výrobcu Thorn.

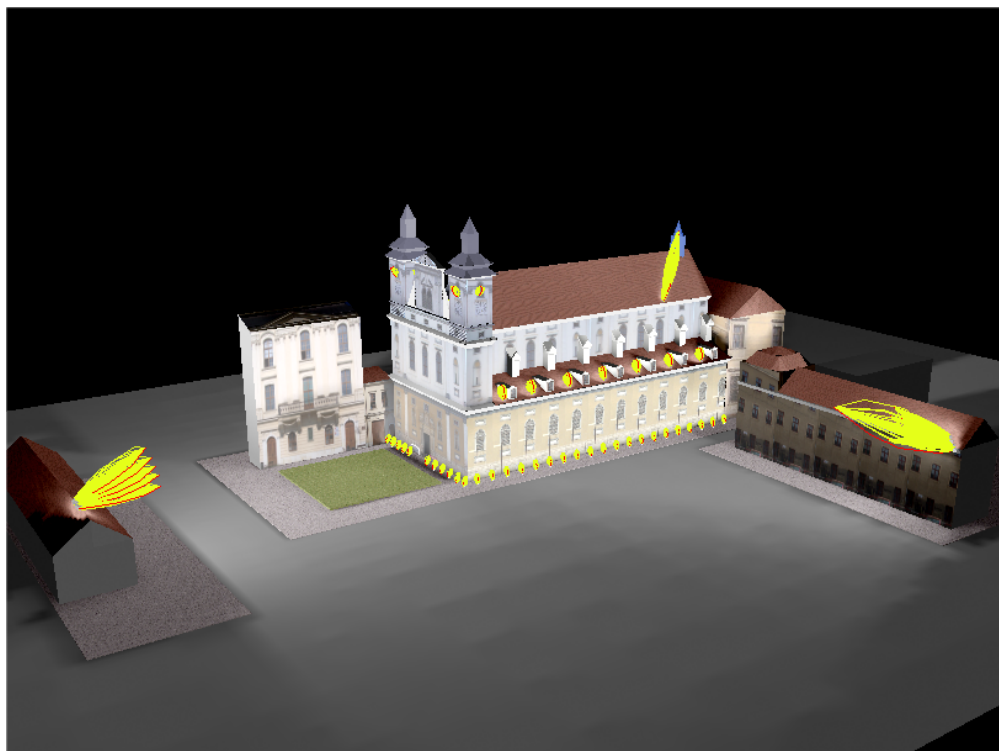


Obr. 2 Svetidlo zabudovateľné do chodníka

Priečelie, hlavná loď, strecha a veže sú osvetľované z okolitých objektov patriacich mestu a Trnavskej univerzite, veže sú tiež osvetlené z vnútra. Poloha svetelných miest bola zvolená s ohľadom na smerovanie svetla a trojrozmerné prezentovanie pamiatky. Potrebné tiež bolo zabrániť oslneniu z obvyklých smerov pohľadu a zabezpečiť, aby ani počas dňa osvetľovacia sústava nepôsobila rušivo.
















Obr. 3 Poloha svetelných miest a smerovanie svietidiel

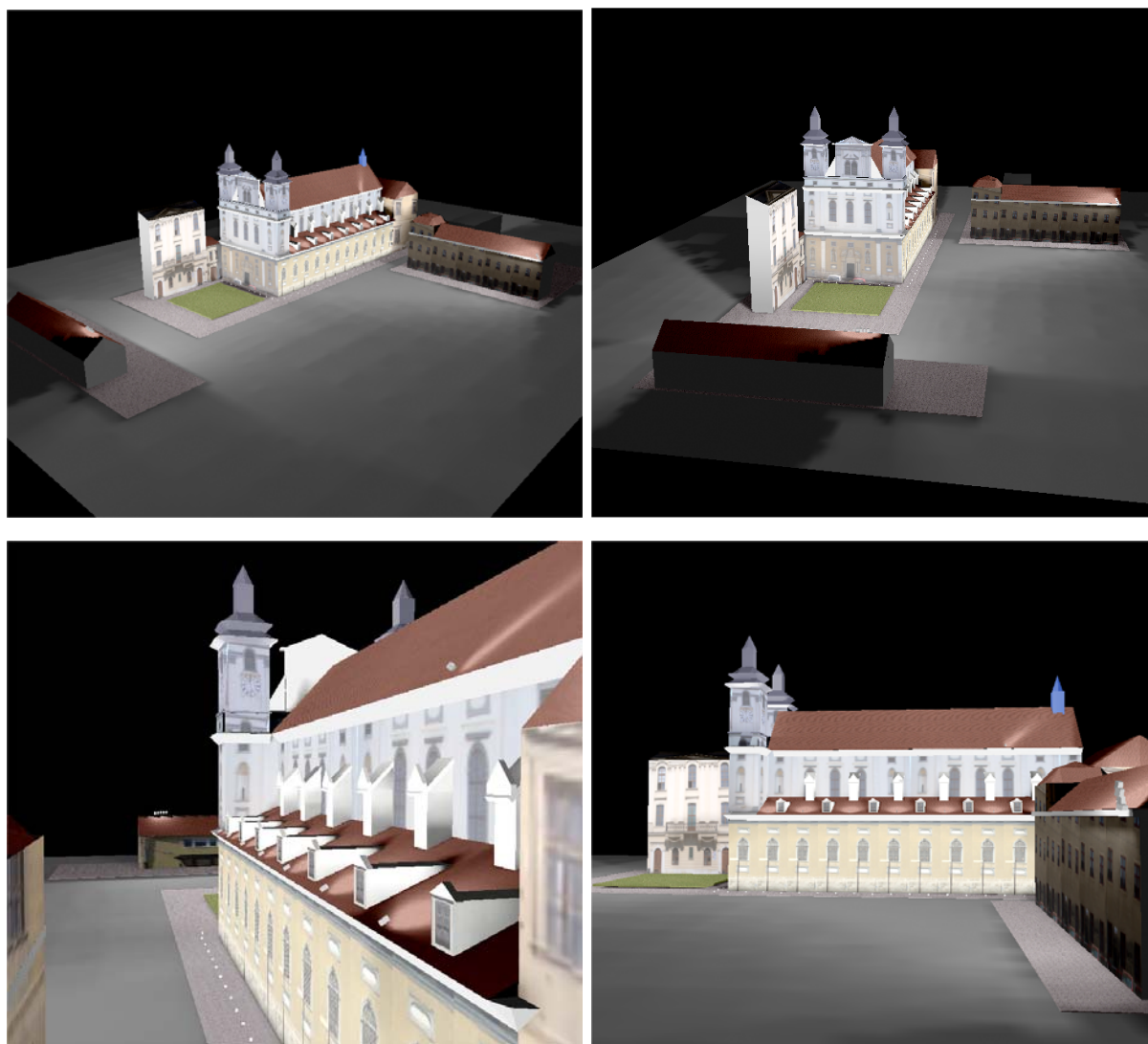


Obr. 4: Umiestnenia svietidiel pre ilumináciu katedrály

Tab. 3: Typy svietidiel v jednotlivých svetelných miestach a ich parametre

| Poloha | Typ svietidla | Počet | Typ sv. zdroja | Príkonný výkon (W) |
|--------|--|---|----------------|-----------------------|
| 1a | THORN 7962/025/2-11 + 095 657-01(H)  | 5 ks | HCI-T 250/WDL | 5 x 284 W |
| 1b | THORN 7962/025/2-11 + 095 657-01(H)  | 5 ks | HCI-T 250/WDL | 5 x 284 W |
| 2 | THORN 7962/025/2-11 + 095 657-01(H)  ,  | 2 ks  - na vežu 2 ks  - na strechu 1 ks  - pod rímsu | HCI-T 250/WDL | 5 x 284 W |
| 3 | THORN 7962/025/2-11 + 095 657-02(H)  | 1 ks smer. na strechu | HCI-T 250/WDL | 2 x 284 W 1 x 88 W |
| | THORN 7962/025/2-11 + 095 657-01(H)  | 1 ks smer. na vežu | HCI-T 250/WDL | |
| | THORN SONPAK | 1 ks smer. na rímsu | HCI-TS 70/WDL | |
| 4 | ES System URAN 3302 | 31 ks do dlažby - 2m | HCI-T 70/WDL | 31 x 88 W |
| 5 | THORN SONPAK | 7 ks smer. na fasádu kat. | HCI-TS 70/WDL | 7 x 88 W |
| 6 | THORN 7951/007/2-11 | 1 ks  - na krížik | HCI-T 70/WDL | 1 x 88 W |
| 7 | THORN 7962/025/2-11 + 095 657-01(H)  | 2 ks smer. na vežu | HCI-T 250/WDL | 2 x 284 W |
| 8 | THORN SONPAK | 2 ks zo strechy na vežu | HCI-TS 70/WDL | 2 x 88 W |
| 9a | THORN SONPAK | 4 ks osvetlenie do okien | HCI-TS 70/WDL | 4 x 88W |
| | THORN 7941/015/2-11 + 095 611-03(H)  | 1 ks - smerovať na protiľahlú vežu | HCI-T 150/WDL | 1 x 170W |
| 9b | THORN SONPAK | 4 ks osvetlenie do okien | HCI-TS 70/WDL | 4 x 88W |
| | THORN 7941/015/2-11 + 095 611-03(H)  | 1 ks - smerovať na protiľahlú vežu | HCI-T 150/WDL | 1 x 170W |

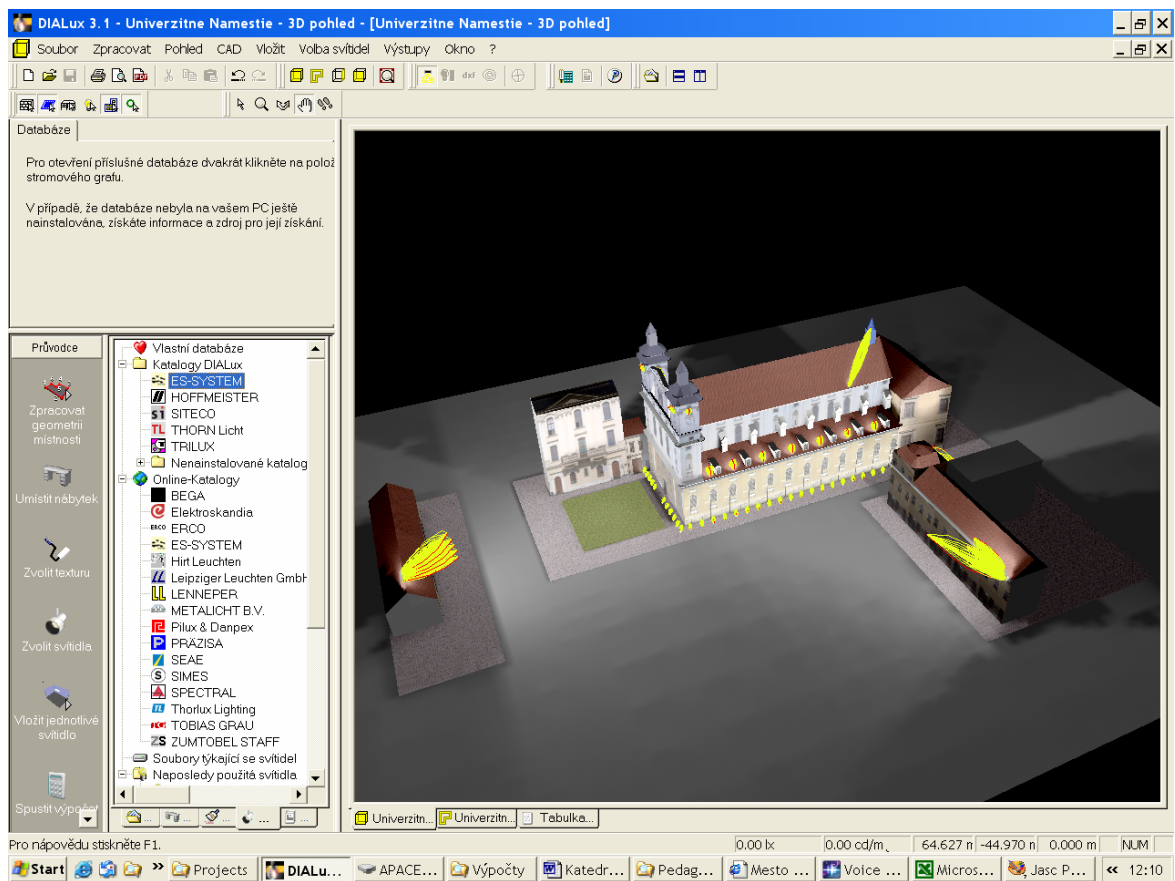
3 Výpočet osvetlenia a vizualizácia na počítači



Obr. 5,6,7,8: Vizualizácia iluminácie na počítači - rôzne pohľady

Tab. 4: Súpis svietidiel použitých v návrhu

| Počet | Typ svietidla | Typ svetelného zdroja | | |
|-------|--|-----------------------|---------------|--------|
| | | odporúčaný | možný | pätica |
| 31 ks | ES System URAN 20, 3302 | HCI-T 70/WDL | HQI-T 70/WDL | G12 |
| 18 ks | Thorn Sonpak | HCI-TS 70/WDL | HQI-TS 70/WDL | RX7s |
| 2 ks | THORN 7941/015/2-11 + 095 611-03(H) | HCI-T 150/WDL | HQI-T 150/WDL | G12 |
| 1 ks | THORN 7951/007/2-11 + 095 625-02(H) | HCI-T 70/WDL | HQI-T 70/WDL | G12 |
| 18 ks | THORN 7962/025/2-11 + 095 657-01(H) | HCI-T 250/WDL | - | E40 |
| 1 ks | THORN 7962/025/2-11 + 095 657-02(H) | HCI-T 250/WDL | - | E40 |



Obr. 9: Ukážka počítačového programu na návrh osvetlenia (Dialux)

4 Fotografie po realizácii



Obr. 10,11: Katedrála sv. Jána Krstiteľa večer - pohľad spredu a z boku



Obr. 12: Osvetlenie sochy Jána Pavla II pred katedrálou **Obr.12:** Pohľad na katedrálu sprava

5 Záver

Iluminácia katedrály sv. Jána Krstiteľa bola dokončená na jeseň v roku 2005 a dnes už slúži svojmu účelu. Ak raz navštívite mesto Trnava, srdečne vás pozývame na návštevu tejto významnej dominanty a jej prehliadku vo večerných hodinách.



Obr.13: Iluminácia katedrály sprava

6 Literatúra

[1] KRASŇAN, F., SMOLA, A.: Katedrála sv. Jána Krstiteľa v Trnave - Návrh iluminácie. STU FEI, 2005.

Příklady měření jasů

Ing. Květoslav KUTAL
Katedra elektroenergetiky, Fakulta elektrotechniky a informatiky
VŠB - TU Ostrava, Česká republika
karel.sokansky@vsb.cz, kut030@vsb.cz

Doc. Ing. Jiří Plch, CSc.
Česká společnost pro osvětlování, Česká republika
jiiri_plch@volny.cz

Abstrakt

Znalost hladin jasů a rozložení těchto jasů v zorném poli pozorovatele je rozhodujícím kritériem pro posouzení, zda je osvětlení dobré či špatné. Zrakový výkon a zraková pohoda bezprostředně souvisí s kvalitní distribucí jasů v zorném poli pozorovatele a to hlavně proto, že jas, popřípadě kontrast jasů, je jediná světelná veličina, kterou zrakový orgán vnímá.

1. Úvod

Rozložení jasů v zorném poli určuje úroveň adaptace zraku, která ovlivňuje viditelnost úkolu.

Velmi dobře vyvážený adaptační jas je potřebný ke zvětšení:

- zrakové ostrosti (ostrosti vidění),
- kontrastní citlivosti (rozlišení malých poměrných rozdílů jasů),
- účinnosti zrakových funkcí (jako akomodace, konvergence, zmenšování zornice, očních pohybů atd.).

Rozložení jasů v zorném poli ovlivňuje také zrakovou pohodu. Z tohoto důvodu je nutno vyloučit:

- příliš velké jasy, jež mohou zvětšit oslnění,
- příliš velké kontrasty jasů, jež mohou způsobit únavu v důsledku nepřetržité adaptace,
- příliš malé jasy a kontrasty jasů, jež vedou k monotónnímu nestimulujícímu pracovnímu prostředí.

Oslnění je nepříznivý stav zraku, který ruší zrakovou pohodu nebo zhoršuje či dokonce znemožňuje vidění. Oslnění zhoršuje vlastnosti zrakových vjemů, což má za následek zhoršené rozeznávání kontrastů a detailů. Tento stav způsobuje značné namáhání zraku, zvyšování zrakové únavy a snižování pracovního výkonu.

Oslnění je počitek způsobený povrchy v zorném poli s velkým jasem a může být pociťováno buď jako rušivé nebo omezující oslnění. Oslnění způsobené odrazy v zrcadlových površích je běžně chápáno jako závoje oslnění nebo oslnění odrazem.

Příčiny oslnění jsou:

- vysoký jas v porovnání s adaptačním jasem,
- nevhodné rozložení jasů v zorném poli,
- velký prostorový nebo časový kontrast jasů.

2. Metodika měření a hodnocení rozložení jasů

Během vývoje techniky osvětlování se pozornost soustředila na posuzování úrovně osvětlení pracovních či jiných ploch. Měření jasů, s ohledem na náročnost měřících přístrojů, byla spíše zcela vyjímečnou záležitostí i když bylo všeobecně známo, že právě jasy jsou určujícím kritériem při zrakovém vnímání.

V přítomné je k dispozici celá řada kvalitních jasoměrů, nastupuje zcela nový systém měření a hodnocení jasových úrovní – jasové kamery (analyzátoři), pracující na systému korigovaných digitálních kamer.

Měření jasů se provádí buď za účelem:

- zjištění jasů světelných zdrojů (primárních i sekundárních):

Zde se provádí měření jasoměrem buď v jednom bodě, pokud se viditelná velikost průmětu světelného zdroje blíží velikosti zorného pole jasoměru. V zorném poli musí být pouze měřená plocha a jasoměr musí být na ní zaostřen. Pokud toto nelze, zdroj je větší a nelze již zvětšit zorný úhel jasoměru, musí se měřit ve více bodech tak, aby jednotlivá zorná pole jasoměru pokryla měřený předmět. Z těchto hodnot se potom spočítá aritmetický průměr. Pokud je průmět zdroje menší, musí se použít menší zorný úhel jasoměru.

- zjištění rozložení jasů v zorném poli:

Při tomto měření je jasoměr umístěn na stativu v místě, kde se při práci nachází zrakový orgán. Naměřené hodnoty se vyznačí na fotografii nebo na perspektivním nákresu tohoto místa. Fotoaparát se přitom dá do přibližně stejného místa jako jasoměr. Hodnoty lze uvést do tabulky, ale musí se zaznamenat vertikální i horizontální úhel jasoměru při kterém byly naměřeny.

- zjištění činitele odrazu ploch s difuzním odrazem světla:

To lze provádět nejlépe luxmetrem s jasovým nastavcem umístěným kolmo k měřené ploše v takové vzdálenosti, aby nedošlo k zastínění měřené plošky. Intenzita umělého osvětlení na ní se změří pak luxmetrem v jejím středu. Ze získaných hodnot se potom vypočítá činitel odrazu plochy. Aby tato hodnota měla všeobecnou platnost, musí být prováděna pouze se smluvním světlem „A“, tj se světelným zdrojem o teplotě chromatičnosti 2 856 K.

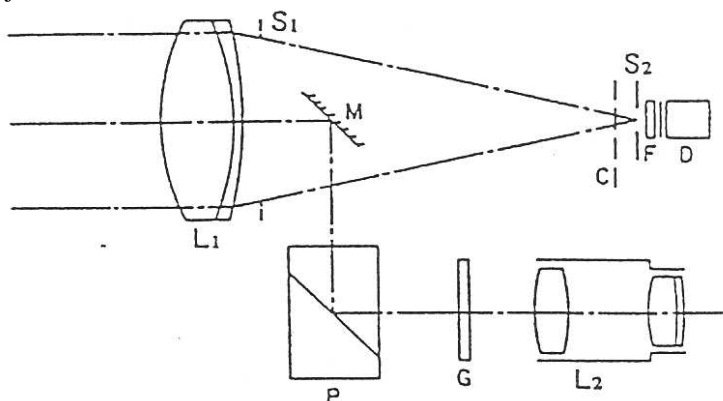
3.Příklad technických parametrů jasoměru a jasové kamery:

Digitální jasoměr firmy Minolta:



Jasoměr LS-100

Popis optického systému jasoměru LS-100:



| | |
|---------------------------|---------------------------------------|
| L1 čočka objektivu | C mřížka |
| L2 systém čoček hledí | F filtr korekce spektrální citlivosti |
| M vysoce odrazivé zrcadlo | D silikonový fotočlánek |
| S1 mez apertury | P hranol |
| S2 mez pole | G zaostřovací plocha |

Optický systém jasoměru LS-100- Minolta

Světlo z měřeného objektu prochází čočkou objektivu a mezí apertury. Dále se jeho malá část odráží od zrcadla a převážná část prochází dále. Toto zařízení prochází štěrbinou, filtrem na korekci spektrální citlivosti a dopadne na silikonový fotočlánek, který převede světelné záření na analogový elektrický signál. Dále je tento signál převeden pomocí A/D převodníku na digitální signál. Spektrální citlivost je přizpůsobena CIE normám. Světlo odražené hranolem je směřováno k ostřicímu systému, aby zajistilo obraz v hledí. Měřená plocha je přesně vyznačena na průhledné plošce v hledí a vnitřní displej umožňuje, aby mohl uživatel najednou vidět měřený objekt i změřenou hodnotu.

Technická data jasoměru LS-100:

- optického systému

| | |
|------------------------|--|
| Čočka | 85 mm f/2.8, TTL zobrazovací systém, vliv na záblesk měření – méně než 1,5 % |
| Měřený úhel | 1° |
| Obrazový úhel záběru | 9° |
| Zaostřující vzdálenost | od 10,14 cm – ∞ |
| Jednotky jasu | volitelné - cd/m ² nebo fL |

- Parametry a přesnost realizovaných měření :

| | |
|---------------------------|---|
| Měřicí rozsah jasů | Rychle – 0,001 ÷ 299 900 cd/m ² (0,001 ÷ 87530 fL) Pomalou - 0,001 ÷ 49 900 cd/m ² (0,001 ÷ 14590 fL) |
| Přesnost | 0,001 ÷ 0,999 cd/m ² (nebo fL): ± 2 % ± 2 digits z naměřené hodnoty 1,000 ÷ více cd/m ² (nebo fL): ± 2 % ± 1 digits z naměřené hodnoty |
| Krátkodobá opakovatelnost | 0,001 ÷ 0,999 cd/m ² (nebo fL): ± 0,2 % ± 2 digits z naměřené hodnoty 1,000 ÷ více cd/m ² (nebo fL): ± 0,2 % ± 1 digits z naměřené hodnoty |

Digitální jasová kamera Rollei – Vario LMK 2000

Technická data jsou uvedena v následujících tabulkách ::

- optického systému

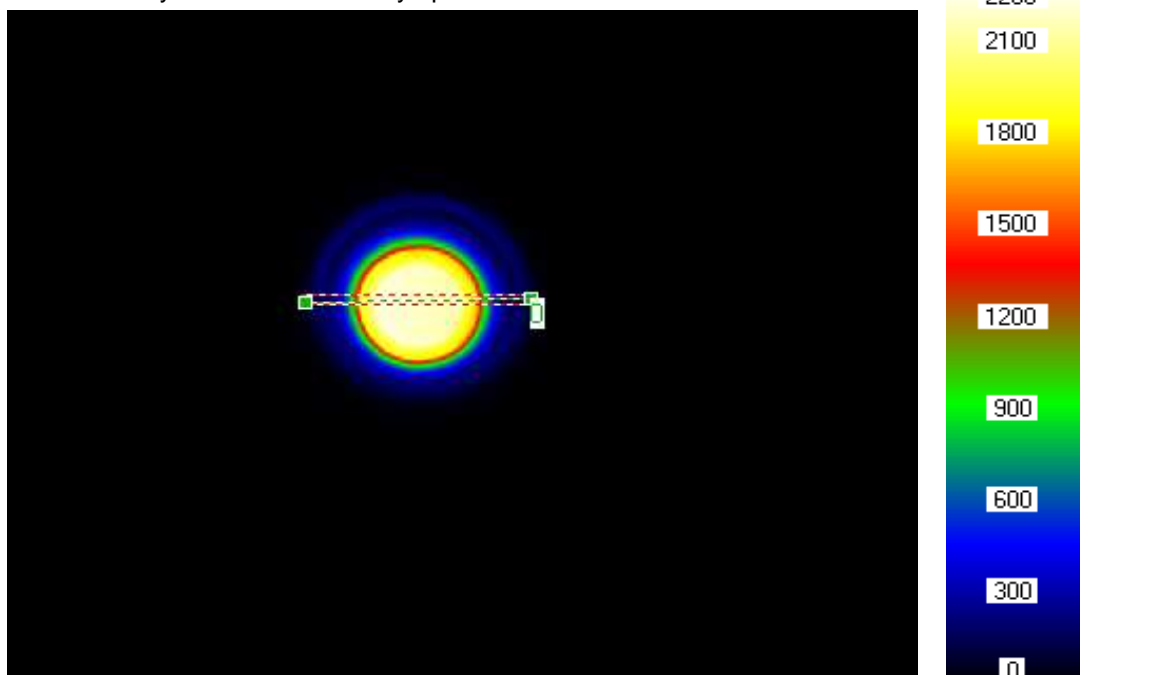
| Technická data objektivu | |
|--------------------------|---|
| Typ | D-Vario-Apogon |
| Ohnisková vzdálenost | Zoom, 10 – 30 mm |
| Obrazový úhel záběru | 2u = 82° * 69° (f = 10mm) 2u = 32° * 26° (f = 30mm) |
| Vzdálenost | Autofokus – od 0.6 m – ∞ Manuálně od 7 cm – ∞ pro (f = 10mm) od 2 cm - ∞ pro (f = 30mm) |
| Clona | K = 2,8 ; 4,0 ; 5,6 ; 8,0 ; 11,0 |

- Parametry a přesnost realizovaných měření :

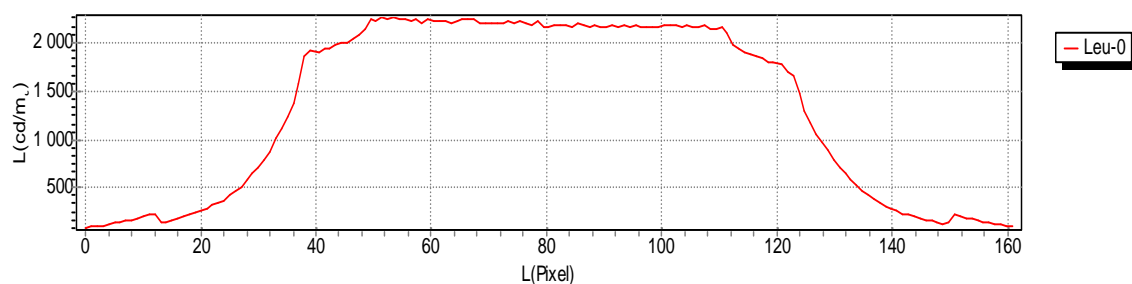
| Parametry měření | |
|--|---|
| Měřicí rozsah jasů | 3 ÷ 200 000 cd/m ² ÷ |
| Měřicí rozsah | Podle nastavení clony a expozice |
| Odchylna přizpůsobení V _(λ) | Teplotní zdroje a D 65 <5% Žárovky, MHN-T <10 % |
| Jasová nejistota | F _{2,u} <1,5 % |
| Kalibrační jistota | < 3,0 % |
| Aplikační oblasti | Prostorová analýza jasů interiéry, exteriéry, ostatní aplikace |

4. Praktické příklady z měření pomocí jasové kamery

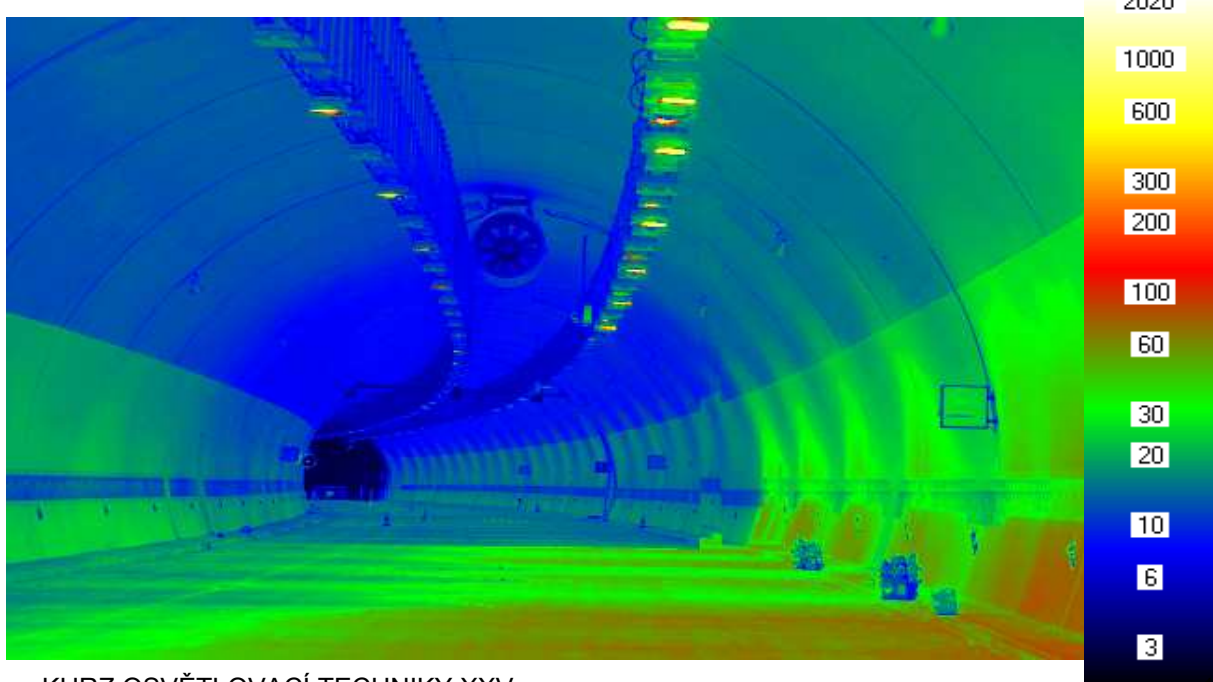
1. Určení křivky svítivosti LED diody průměru 3mm

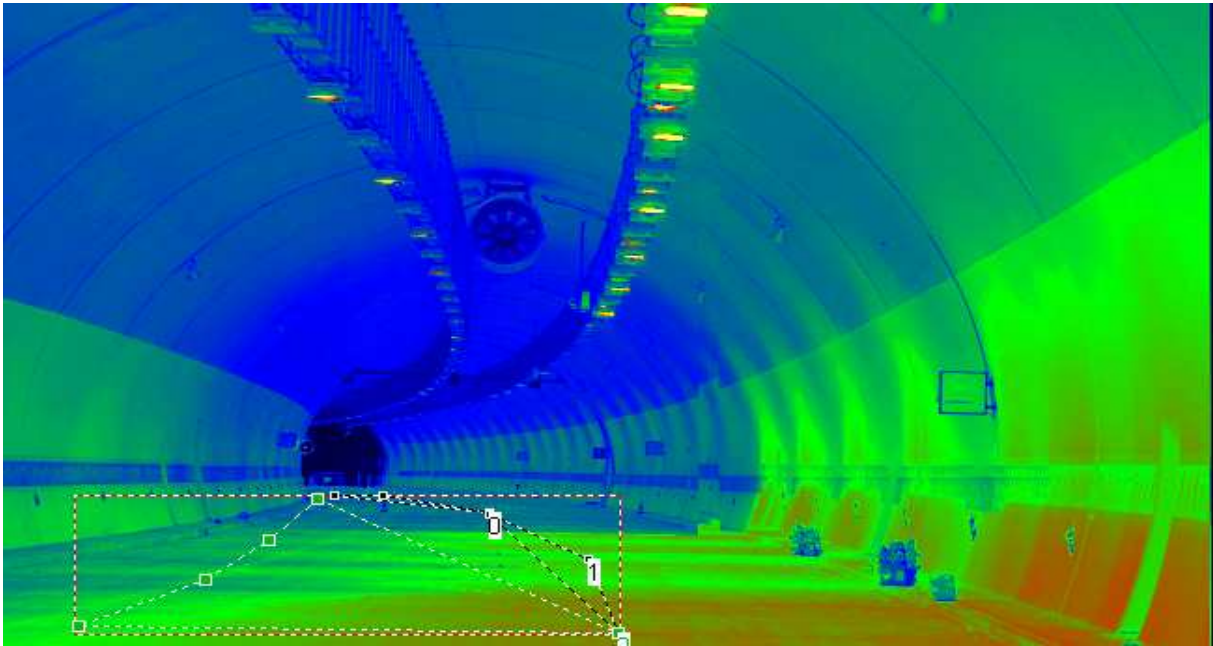


| Reg. | Klass. | Einheit | Anz | Mittel | Sigma | Min | Max | Fläche |
|------|----------|---------------------|-----|--------|-------|-------|------|--------|
| 0 | Standard | L-cd/m _c | 163 | 1322 | 886,2 | 88,52 | 2253 | 163 |

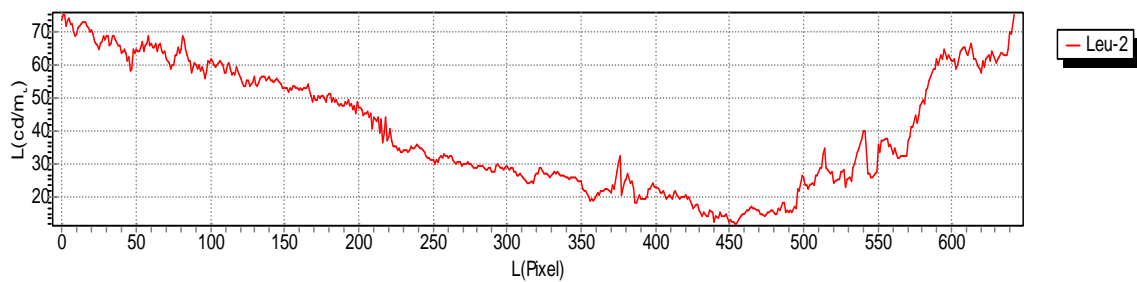


2. Analýza jasových poměrů před výjezdem z tunelu

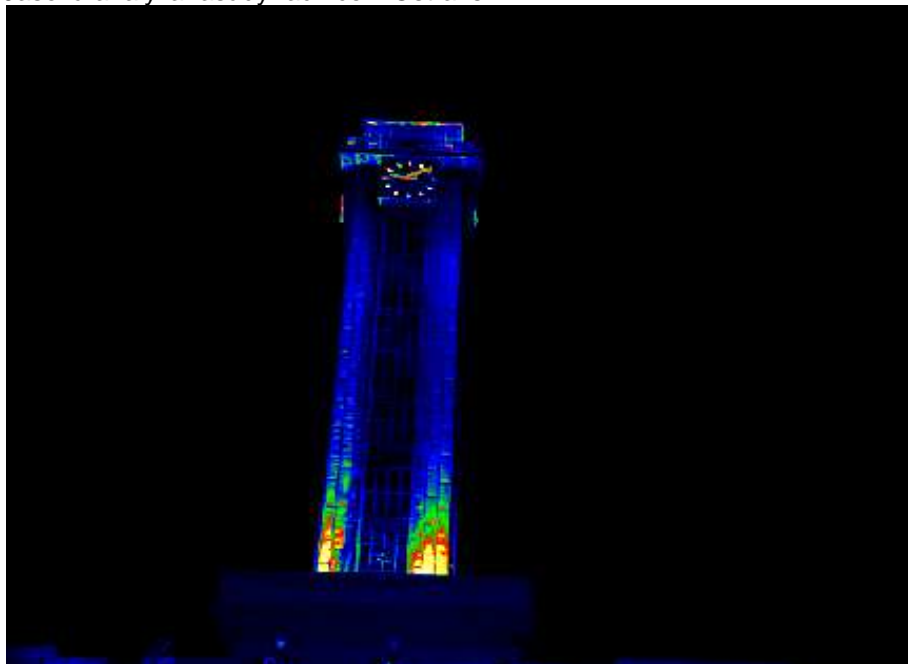




| Reg. | Klass. | Einheit | Anz | Mittel | Sigma | Min | Max | Fläche |
|------|----------|---------------------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|
| 0 | Standard | L-cd/m _c | 127 | 15,2 | 1,169 | 9,362 | 18,53 | 127 |
| 1 | Standard | L-cd/m _c | 1001 | 42,77 | 12,23 | 14,35 | 73,82 | 1001 |
| 2 | Standard | L-cd/m _c | 10130 | 35,78 | 14,62 | 11,27 | 77,27 | 10130 |



3. Jasová analýza fasády radnice v Ostravě



5.Závěr

Nejen Světová zdravotnická organizace, ale celá řada odborných studií prokazují jak důležitou roli hraje světlo v životě člověka. Jde o hledání cest k vytvoření optimálního vztahu "člověk-světlo-zdraví". Zvláštní pozornost je nutné věnovat lokálním pracovištím, kde člověk vykonává trvale činnost a zrak je namáhán nejvíce.

Vývoj ve světelné technice jednoznačně ukazuje, že bez podrobné znalosti jasových poměrů se v celé řadě případů neobejdeme. Jsou určujícím faktorem ve všech případech, kdy jde o vyšší zrakové činnost a i v celé řadě dalších případů.

V přítomné době neexistuje jednotně zavedená metodika hodnocení a posuzování jasových poměrů. Existuje řada doporučení, které lze aplikovat jen v definovaných případech.

Tento článek je publikován za podpory GA ČR: 102/05/H525

Literatura

- [1] Plch, J., Sokanský, K.: Expertní systémy osvětlovacích soustav
Mezinárodní konference s výstavou SVĚTLO 2000
Ostrava 2000, strana 414-415
ISBN 80-7078-789-9
- [2] Plch J., Markytán, A.: Aplikace jasového analyzátoru
Mezinárodní konference s výstavou SVĚTLO 2000
Ostrava 2000, strana 257-263
ISBN 80-7078-789-9
- [3] Plch, J.: Jas a hodnocení jasových poměrů
Mezinárodní konference světelné a osvětlovací techniky
SVĚTLO, Bratislava 1993
- [4] ČSN EN 12 665. Světlo a osvětlení – Základní termíny a kritéria pro stanovení požadavků na osvětlení.
Platnost od 05.2003.

Údržba osvětlovacích soustav v praxi

Lepší Jana, Ing.

ZÚ se sídlem v Plzni, Centrum fyzikálních faktorů, www.zuplzen.cz, cff@zuplzen.cz

Údržba osvětlovacích soustav

je definována jako činnost, která zajišťuje vlastnosti osvětlovací soustavy v požadovaných mezích ekonomického provozu. Rozlišujeme údržbu denního osvětlení a umělého osvětlení.

Pod **údržbu denního osvětlení** jsou zahrnuty činnosti zajišťující požadované vlastnosti denního osvětlení - čištění osvětlovacích konstrukcí z venkovní i vnitřní strany, obnova povrchů v prostorech, odstraňování závad na osvětlovacích konstrukcích, údržba regulačního systému (čidel, žaluzií...)

U **údržby umělého osvětlení** rozeznáváme - **elektrotechnickou** - odstraňování provozních závad
- **světelně-technickou** - výměna světelných zdrojů, čištění svítidel, obnova povrchů

Při údržbě je důležité plánovat do detailů přístup k místu, druh potřebného zařízení na čištění a dobu, kdy lze obsluhu osvětlovacího zařízení provést, aby se minimalizovalo přerušení činnosti na pracovišti. Obsluha osvětlovací soustavy by se neměla provádět pod napětím.

Přístup

Pro pohodlnou výměnu světelných zdrojů a jejich čištění je důležité přijmout opatření umožňující pohodlný přístup ke svítidlům (osvětlovacím otvorům).

Údržbář potřebuje určit, jakým způsobem se dostane ke svítidlům (osvětlovacím otvorům), tj. jaké bude potřebovat technické prostředky, např. plošiny, žebříky, můstky atd., a jaké zařízení se bude muset posunout anebo zakrýt, např. psací stoly, stroje, vitríny atd. Je velmi důležité umístit technické prostředky tak, aby pracovník údržby mohl se svítidly (okny, světlíky...) pracovat pohodlně a bezpečně (uvnitř ohrazené plochy) a měl dostatek místa na přechodné umístění dílů a světelných zdrojů.

Čisticí prostředky

Výběr čisticích prostředků a způsobů čištění je dán typem nečistoty, která se má odstranit a typem materiálu, který se má čistit.

Prvním a nejčastějším typem čisticích látek jsou chemické prostředky s příměsemi různé koncentrace používané pro všeobecnou očistu. Je výhodné používat materiály nevyžadující po umytí žádné oplachy. U plastů se doporučuje provést konečné ošetření pomocí antistatických prostředků.

Druhým typem čisticích látek jsou vysoce účinné tekuté čisticí prostředky, které mohou obsahovat saponáty, rozpouštědla a brusné materiály. Jsou vhodné k odstraňování olejových nečistot nacházejících se např. v garážích pro auta, v závodech, v nichž se pracuje s oleji atd. Čisticí prostředek však musí být odzkoušen, aby se zjistilo, zda nepoškodí materiál anebo nezanechá usazeniny.

V některých těžkých provozech, kde se pracuje s oleji, je při čištění osvětlovací soustavy praktické používat čisticí zařízení využívající vysokotlakou páru za předpokladu, že se při jejím projektování s touto technologií čištění již počítalo.

Čištění svítidel

Při čištění všech povrchů je nutné počínat si velmi opatrně. Některé povrchy jsou velmi citlivé na otěr, např. leštěný (neeloxovaný) hliník, stejně jako některé plasty, zejména akrylové. Je velmi důležité si přečíst návod od výrobce anebo konzultovat s výrobcem, ujistit se, že se používá správná metoda při zacházení se svítidly a při jejich čištění.

Údržbář, než přistoupí k celkové údržbě, by měl odzkoušet zvolený způsob na malé ploše svítidla.

Údržbář by měl velmi pečlivě zacházet s plastovými komponenty, protože ty mají tendenci postupem času křehnout a lámat se. Některé plasty, v závislosti na prostředí a působením UV záření světelného zdroje, mohou intenzivně žloutnout. Protože neexistuje účinný způsob jejich čištění, doporučuje se je raději vyměnit.

Hliníkové reflektory by měly být umyty teplou mýdlovou vodou a pečlivě opláchnuty před usušením na vzduchu. Plastové opálové anebo prismatické čočky se myjí navlhčenou tkaninou (s použitím neiontových saponátových čisticích prostředků a vody), ošetřují se antistatickým leštícím prostředkem nebo sprejem a ponechají se uschnout.

Skelné laky, vypalované laky a skleněné optické prvky by se měly utírat měkkou tkaninou při použití slabě koncentrovaného čisticího prostředku ve vodě.

Plastové nebo kovové optické prvky mřížek (obdélníkové nebo čtvercové buňky) by měly být ponořeny do teplé vody nebo do roztoku neiontových čisticích prostředků a opláchnuty. Mřížky z vysoce leštěného AL plechu (zejména plastové) se velmi obtížně čistí a jejich vzhled se s léty zhoršuje. Proto by měly být používány zejména tam, kde je velmi čistý vzduch, např. v nových úřadech, bankách atd.

Výměna světelných zdrojů

Světelné zdroje mohou být vyměňovány řadou odborných pracovníků, proto je zapotřebí mít k dispozici návod, jak vyjmout světelný zdroj a nepoškodit objímky ani žádné jiné komponenty svítidla.

Pokud po čištění nejsou do svítidel instalovány nové světelné zdroje, pak staré zdroje nutno pečlivě zkontrolovat a každý z nich, který vykazuje opotřebení, nutno v tomto okamžiku nahradit zdrojem doporučeným projektantem. Je rovněž žádoucí vyměnit v zářivkových obvodech doutnavkové startéry, protože kontakty opotřebovaných startérů mohou zůstat sepnuté ve žhavicím režimu a trvale tak propouštět proud žhavicí katody, který po krátké době může poškodit předřadník.

Výměna světelných zdrojů za nové by se měla provádět až po vyčištění a vysušení svítidel. Všeobecně by při výměně měly být použity pouze ty světelné zdroje, které jsou doporučeny v projektu osvětlovací soustavy. Nicméně lze zvážit použití inovovaných světelných zdrojů za předpokladu, že jsou pro daná svítidla a aplikaci vhodné a jsou kompatibilní s předřadným obvodem. Vždy konzultujte s výrobcem svítidel a projektantem.

V prostorech určených k trvalému pobytu lidí (více než 4 hod. denně) při výměně zářivkových světelných zdrojů nutno nahrazovat stávající trubice řady Standard za trubice s třípásmovými luminofory (36W/840, 58W/840) - požadavek ČSN EN 12 464-1.

Údržba z pohledu platných předpisů:

Nařízení vlády 178/2001, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci

§ 3 Osvětlení add 4)

Osvětlovací soustavy a části vnitřních prostor pracoviště odrážející světlo musí být pravidelně čištěny ve lhůtách odpovídajících nejméně normovým hodnotám a trvale udržovány v takovém stavu, aby vlastnosti osvětlení byly zachovány. Okna a osvětlovací otvory včetně ochranných prvků musí umožňovat jejich bezpečné používání, údržbu a čištění a nesmí ohrožovat další osoby zdržující se v objektu nebo jeho okolí během údržby a čištění. Zaměstnancům musí být umožněno manipulovat s okny, otevírat, zavírat, nastavovat nebo zajišťovat světlíky nebo větrací zařízení z podlahy bezpečným způsobem; jsou-li otevřeny, musí být zajištěny v takové poloze, aby se předešlo riziku úrazu.

Vyhláška 410/2005 o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých

§3 Prostorové podmínky

add) 3) Nově vysazované dřeviny nesmí snižovat požadované parametry denního osvětlení ve vnitřních prostorech okolních budov. Vzdálenost sázené dřeviny od obvodové zdi budov by měla být stejná, jako je její předpokládaná maximální výška. Vysazené rostliny, travnaté plochy a **dřeviny musí být řádně udržovány**.

§22 Úklid a výměna lůžkovin

denní setření všech podlah a povrchů na vlhko, u koberců vyčištění vysavačem

nejméně **2x ročně** umývání oken včetně rámu a svítidel

malování **1x za 3 roky** nebo v případě potřeby častěji

Vyhláška 195/2005, kterou se upravují podmínky předcházení vzniku a šíření infekčních onemocnění a hygienické požadavky na provoz zdravotnických zařízení a ústavů soc. péče

§ 10 add)1)

Úklid všech prostor zařízení léčebně preventivní péče a ústavů sociální péče **se provádí denně na vlhko**. Tomuto způsobu úklidu musí odpovídat podlahová krytina. Na operačních sálech a zákrokových sálech, kde jsou prováděny invazivní výkony, se úklid provádí vždy před začátkem operačního programu a vždy po každém pacientovi. Na pracovištích intenzivní péče, v místnostech, kde je prováděn odběr biologického materiálu, v laboratořích a dětských odděleních všech typů se **úklid provádí 3x denně**.

add)7)

Malování místností ve zdravotnických zařízeních se provádí podle charakteru činnosti; zákrokové operační sály, jednotky intenzivní péče, odběrové místnosti, laboratoře, infekční oddělení, dětská a novorozenecká oddělení se malují **1x ročně**, ostatní **1x za dva roky**. Malování místností se ve zdravotnických zařízeních provádí vždy, dojde-li ke kontaminaci stěn a stropů biologickým materiálem.

Vyhláška 137/2004 o hygienických požadavcích na stravovací služby a o zásadách osobní a provozní hygieny při činnostech epidemiologicky závažných

§ 51

Při výrobě kosmetických prostředků, v provozovnách holičství, kadeřnictví, pedikúry, manikúry, kosmetických, masérských, regeneračních nebo rekondičních služeb a v provozovnách při provozování živnosti, při níž je porušována integrita kůže a při provozování živnosti, při které se používají k péči o tělo speciální přístroje (např. solária, myostimulátory), platí zásady provozní hygieny:

add) (2) c)

provádění úklidu a čištění provozovny nejméně **1x denně** na vlhko, jinak vždy po znečištění

Z pohledu norem:

ČSN 73 0580-1 Denní osvětlení budov - Část 1: Základní požadavky

4.10 Údržba a kontrola

4.10.1 Při návrhu budov z hlediska denního osvětlení se **vychází z předpokladu pravidelné údržby** a čištění konstrukcí osvětlovacích otvorů a povrchů, ovlivňujících denní osvětlení. **Lhůty údržby** a čištění mohou být pro některé druhy budov a vnitřních prostorů **upraveny zvláštními předpisy** (např. provozními předpisy nebo hygienickými předpisy); u ostatních se předpokládá čištění konstrukcí osvětlovacích otvorů při malém a středním znečištění vzduchu nejméně **2x ročně**, při velkém znečištění vzduchu **4x ročně** (viz též A.6 normy).

komentář normy k článku 4.10.1

Návrh údržby a čištění musí být podložen předpokládanými lhůtami, obvyklými pro daný druh budov, kterými jsou podmíněny hodnoty činitelů znečištění použité při výpočtu osvětlení. Ty pak musí být během užívání včasnou údržbou dodrženy, aby úroveň denního osvětlení neklesla pod hodnoty stanovené normou.

Lhůty údržby a čištění musí být uvedeny v návrhu denního osvětlení a má s nimi být seznámen i majitel nebo uživatel objektu, který má dbát na jejich dodržování. Pokud majitel nebo správa objektu vydá provozní předpisy, mají být do nich začleněny i tyto lhůty údržby.

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

4.8 Udržovací činitel

Projekt osvětlení **musí být vypracován** s uvažováním celkového udržovacího činitele vypočítaného pro zvolené osvětlovací zařízení, prostředí a **plán údržby**.

Doporučená osvětlenost pro každý zrakový úkol se uvádí jako udržovaná osvětlenost. Udržovací činitel závisí na provozních charakteristikách světelných zdrojů a předradníků, 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 provádění

Pozn. ČSN EN 12464-1 Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory
Změna Z1 NA 18 - k článku 4.8 Udržovací činitel

ČSN 36 0020-1 Sdružené osvětlení - Část 1: Základní požadavky

4 Provoz a kontrola sdruženého osvětlení

4.2 **Čidla**, pomocí kterých se sleduje úroveň denní složky sdruženého osvětlení, **se pravidelně čistí** a jejich **funkce se kontroluje** nejméně **2x ročně**, ve zvlášť znečištěném prostředí (velký spad prachu, významné zdroje znečištění vzduchu) **4x ročně**.

ČSN EN 12193 Světlo a osvětlení - Osvětlení sportovišť

4.5 Údržba

Úroveň osvětlení osvětlovacím zařízením se během jeho života snižuje jako důsledek:

- stárnutí světelných zdrojů a svítidel,
- znečišťování světelných zdrojů a svítidel,
- stárnutí povrchů prostoru
- výpadky dožívajících zdrojů

Je tedy nezbytné plánování lhůt údržby, mají-li být dosaženy během celého života osvětlovacího zařízení původní navržené hodnoty osvětlení. Proto se předpokládá, že **lhůty výměny světelných zdrojů a čištění** jsou součástí návrhu osvětlení daného prostoru.

Udržovací činitel musí být dohodnut již na počátku mezi **projektantem a objednavatelem, případně provozovatelem**. Ten se musí **začlenit do plánovaných programů údržby**, na kterých je udržovací činitel založen. **Není-li dohodnut udržovací činitel, použije se hodnota 0,8.**

Pozn. Pro definování udržovacího činitele pro kryté prostory se může použít informace z publikace CIE 97.

Zvláštní pozornost se musí věnovat umístění svítidel, aby se zabezpečilo, že údržba vyvolá jen minimální přerušení.

Prezentovány budou fotografie z některých měřených prostorů.

Literatura a odkazy

- [1] Prof. Sokanský: Racionalizace v osvětlování kancelářských, školských a bytových prostor
- [2] Nařízení vlády 178/2001, 523/2002
- [3] Vyhláška 410/2005
- [4] Vyhláška 195/2005
- [5] Vyhláška 137/2004
- [6] ČSN 73 0580-1
- [7] ČSN EN 12464-1
- [8] ČSN 36 0020-1
- [9] ČSN EN 12193
- [10] CIE 97:2005 - Technická zpráva CIE - Směrnice o údržbě vnitřních osvětlovacích soustav (vyjde jako informativní technická publikace ČNI)

Vyhláška č. 51/2006 Sb., stanovující podmínky pro připojení zařízení k elektrizační soustavě

Václav Macháček

Legislativa v elektroenergetice řešila ještě počátkem roku 2006 podmínky pro připojení zařízení, dopravu elektřiny a dodávku elektřiny ve dvou předpisech – vyhlášce Ministerstva průmyslu a obchodu č. 18/2002 Sb., *o podmínkách připojení a dopravy elektřiny v elektrizační soustavě* a vyhlášce Energetického regulačního úřadu č. 297/2001 Sb., *kteřou se stanoví podmínky připojení a dodávek elektřiny pro chráněné zákazníky*.

Na základě velké novely energetického zákona č. 458/2000 Sb., provedené zákonem č. 670/2004 Sb. platným od 30. 12. 2004 byly podmínky pro připojení nově zapracovány do jedné společné vyhlášky Energetického regulačního úřadu ze dne 17. února 2006, která nabyla účinnost **1. března 2006** a která výše uvedené vyhlášky nahrazuje.

Nová vyhláška č. 51/2006 Sb., o podmínkách připojení k elektrizační soustavě (dále jen „vyhláška“) vydaná Energetickým regulačním úřadem (ERÚ) k provedení § 17 odst. 7 písm. d) a h) zákona č. 458/2000 Sb. v platném znění, stanoví podmínky připojení **výroben elektřiny, distribučních soustav a odběrných míst konečných zákazníků** k elektrizační soustavě, způsob výpočtu podílu nákladů spojených s připojením a se zajištěním požadovaného příkonu, podmínky dodávek elektřiny a způsob výpočtu náhrady škody při neoprávněném odběru elektřiny.

Poznámka:

***Elektrizační soustavou** České republiky se ve smyslu energetického zákona rozumí vzájemně propojený soubor zařízení pro výrobu, přenos, transformaci a distribuci elektřiny včetně elektrických přípojek a přímých vedení a systémy měřicí, ochranné, řídicí, zabezpečovací, informační a telekomunikační techniky.*

***Konečný zákazník** je fyzická či právnická osoba, která odebranou elektřinu pouze spotřebovává. Je účastníkem trhu s elektřinou.*

***Odběrným zařízením** se rozumí odběrné elektrické zařízení konečného zákazníka sloužící pro konečnou spotřebu elektřiny, připojené k přenosové soustavě nebo distribuční soustavě, a to přímo, elektrickou přípojkou nebo prostřednictvím domovní instalace.*

***Za konečnou spotřebu elektřiny** je považována přeměna elektrické energie v jinou formu energie, využití elektrické energie k měření, přenosu a zpracování dat a ostatním účelům v souladu s technickou normou ČSN 33 0010.*

Dále uvedený text tohoto příspěvku vycházející z vyhlášky č. 51/2006 Sb. je zaměřen zejména na podmínky a postup související s požadavky vyhlášky na připojení odběrného elektrického zařízení žadatele (potenciálního konečného zákazníka) k distribuční soustavě.

Podmínky připojení zařízení žadatele

Podmínkami připojení zařízení žadatele k distribuční soustavě jsou

- podání žádosti o připojení;
- souhlasné stanovisko provozovatele distribuční soustavy k žádosti o připojení;
- uzavření smlouvy o připojení mezi žadatelem a provozovatelem distribuční soustavy nebo změna stávající smlouvy o připojení.

Poznámka:

Žadatelem je fyzická nebo právnická osoba, která žádá o připojení zařízení k distribuční soustavě nebo o zvýšení rezervovaného příkonu nebo výkonu stávajícího zařízení a která je oprávněna zařízení užívat na základě vlastnického nebo jiného práva; za žadatele se považuje rovněž fyzická nebo právnická osoba, která v daném území zamýšlí výstavbu výroby elektřiny nebo jiného energetického zařízení.

Zařízením se ve smyslu vyhlášky rozumí výroba elektřiny, distribuční soustava nebo odběrné elektrické zařízení konečného zákazníka.

K jednotlivým podmínkám připojení vyhláška stanovuje :

a) podání žádosti o připojení;

Žádost o připojení zařízení žadatele k distribuční soustavě se podává před výstavbou nebo připojením nového zařízení, před zvýšením rezervovaného příkonu, popřípadě výkonu stávajícího připojeného zařízení nebo před zásadní změnou charakteru odběru. Žádost se podává na každé odběrné nebo předávací místo zvlášť. Náležitosti žádosti pro připojení požadovaného zařízení žadatele jsou uvedeny v přílohách vyhlášky. Neobsahuje-li žádost o připojení veškeré stanovené náležitosti, vyzve provozovatel distribuční soustavy bez zbytečného odkladu žadatele k jejímu doplnění. Je-li to nezbytné pro náležité posouzení žádosti o připojení, vyzve provozovatel distribuční soustavy žadatele o doplnění poskytnutých údajů v potřebném rozsahu nejpozději do 10 kalendářních dnů ode dne obdržení žádosti.

Poznámka:

Rezervovaným příkonem se pro účely vyhlášky rozumí hodnota elektrického příkonu sjednaná s provozovatelem distribuční soustavy na základě požadovaného příkonu pro odběrné místo v kW na hladině vvn a vn nebo ve výši jmenovité hodnoty hlavního jističe před elektroměrem v A na hladině nn.

Rezervovaným výkonem se pro účely vyhlášky rozumí hodnota připojovaného výkonu výroby elektřiny v předávacím místě distribuční soustavy v MW v základním zapojení snížená o hodnotu vlastní spotřeby elektřiny na výrobu elektřiny nebo na výrobu elektřiny a tepla.

b) souhlasné stanovisko provozovatele distribuční soustavy k žádosti o připojení zařízení žadatele

Žádost o připojení je posouzena provozovatelem distribuční soustavy s ohledem na:

- místo a způsob požadovaného připojení;
- velikost požadovaného rezervovaného příkonu nebo výkonu a časový průběh zatížení;
- spolehlivost dodávky elektřiny;
- charakter zpětného působení zařízení žadatele na distribuční soustavu.

Na základě posouzení žádosti o připojení podle výše uvedených kritérií vydá provozovatel distribuční soustavy žadateli stanovisko s těmito náležitostmi:

- místo a způsob připojení zařízení žadatele včetně určení odběrného nebo předávacího místa a stanovení hranice vlastnictví zařízení,
- předpokládaný termín připojení a zajištění rezervovaného příkonu nebo výkonu,
- umístění a typ měřicích zařízení provozovatele distribuční soustavy,
- výše podílu žadatele na nákladech spojených s připojením zařízení žadatele a se zajištěním požadovaného rezervovaného příkonu nebo výkonu,
- potvrzení požadavku na výši rezervovaného příkonu nebo výkonu a časový průběh jeho zatížení,
- dobu závaznosti stanoviska.

Provozovatel distribuční soustavy vydá do 30 kalendářních dnů ode dne obdržení žádosti o připojení nebo po obdržení všech doplňujících údajů v potřebném rozsahu stanovisko. V případech, kdy je nezbytné provést měření nebo u sítě o napěťové hladině 110 kV ověření chodu sítě, prodlužuje se termín 30-ti dnů o dobu měření nebo ověření chodu sítě, maximálně však na 60 kalendářních dnů ode dne obdržení žádosti o připojení. O nutnosti provedení měření nebo ověření chodu sítě a prodloužení lhůty musí být žadatel informován provozovatelem distribuční soustavy nejpozději do 15 kalendářních dnů ode dne obdržení žádosti o připojení. Pokud nelze zařízení žadatele připojit z důvodů stanovených v zákoně č. 458/2000 Sb. (energetický zákon), vyrozumí provozovatel distribuční soustavy písemně žadatele o konkrétních důvodech zamítnutí jeho žádosti o připojení ve lhůtě do 30 případně 60 dnů po jejím obdržení. V případě, že je možné zařízení žadatele připojit za jiných podmínek, navrhne provozovatel distribuční soustavy v zamítavém stanovisku k žádosti o připojení jiný možný způsob připojení. Tento návrh jiného možného způsobu připojení obsahuje výše uvedené náležitosti stanoviska provozovatele distribuční soustavy a je nadále považován za jeho stanovisko. Provozovatel distribuční soustavy je stanoviskem vázán po dobu nejméně 180 kalendářních dnů ode dne odeslání stanoviska žadateli, pokud se žadatel s provozovatelem distribuční soustavy nedohodnou jinak. Je-li během této doby zahájeno na návrh žadatele řízení (např. územní nebo stavební řízení podle stavebního zákona) prodlužuje se doba závaznosti stanoviska o dobu trvání takového řízení.

Krátkodobé připojení k distribuční soustavě

Krátkodobým připojením se rozumí připojení prozatímního zařízení k distribuční soustavě v souladu s českou technickou normou (ČSN 33 2000-1) na předem dohodnutou dobu.

V případě krátkodobého připojení podává žadatel žádost o krátkodobé připojení k distribuční soustavě zvláště za každé odběrné nebo předávací místo. Náležitosti žádosti žadatele o krátkodobé připojení jsou uvedeny v příloze vyhlášky.

Na vydání stanoviska k žádosti o krátkodobé připojení se přiměřeně používají již výše uvedená ustanovení.

Místo připojení určuje provozovatel distribuční soustavy přednostně tak, aby nevyvolávalo náklady spojené s připojením.

Vzniknou-li provozovateli distribuční soustavy náklady související se zajištěním krátkodobého připojení zařízení žadatele, uhradí žadatel o krátkodobé připojení k distribuční soustavě náklady spojené s připojením včetně nákladů na uvedení místa připojení po ukončení odběru do původního stavu v plné výši. Podíl na nákladech spojených s připojením a se zajištěním požadovaného příkonu nebo výkonu podle § 8 vyhlášky (viz dále) se v tomto případě nehradí.

Krátkodobé připojení k distribuční soustavě se uskutečňuje na základě smlouvy o připojení na dobu určitou. Po ukončení takové smlouvy zaniká i rezervace příkonu.

Poznámka:

Místem připojení se pro účely vyhlášky rozumí místo v distribuční soustavě, v němž je zařízení připojeno, a to přímo, prostřednictvím domovní instalace nebo prostřednictvím přípojky a domovní instalace.

c) uzavření smlouvy o připojení mezi žadatelem a provozovatelem distribuční soustavy nebo změna stávající smlouvy o připojení

Smlouvou o připojení se ve smyslu zákona č. 458/2000 Sb. § 50, odst. 3 zavazuje provozovatel distribuční soustavy připojit k distribuční soustavě zařízení výrobce, provozovatele jiné distribuční soustavy nebo konečného zákazníka a umožnit jim dodávku elektřiny. Výrobce, provozovatel jiné distribuční soustavy nebo konečný zákazník se zavazuje uhradit podíl na oprávněných nákladech na připojení. Smlouva musí obsahovat podmínky připojení zařízení, včetně výše rezervovaného příkonu, termín a místo připojení.

Pokud nedochází ke změně technických podmínek připojení při změně konečného zákazníka ve stávajícím odběrném místě, pokud proběhla změna ve lhůtě do 12 měsíců, podává žadatel pouze žádost o uzavření smlouvy nebo změnu stávající smlouvy o připojení.

Při první změně dodavatele konečného zákazníka podává žadatel žádost o uzavření smlouvy o připojení, pokud taková smlouva není již uzavřena.

V uvedených případech uzavře provozovatel distribuční soustavy smlouvu o připojení do 30 kalendářních dnů ode dne podání žádosti bez vydání stanoviska. V těchto případech také žadatel nehradí podíl na nákladech spojených s připojením a se zajištěním požadovaného příkonu nebo výkonu podle § 8 vyhlášky – viz dále.

Připojení zařízení žadatele k distribuční soustavě

Připojení zařízení žadatele k distribuční soustavě se uskutečňuje na základě **uzavřené smlouvy o připojení k distribuční soustavě**. S jedním žadatelem může být uzavřena jedna smlouva o připojení zahrnující i více odběrných nebo předávacích míst, pokud je každé místo ve smlouvě samostatně specifikováno.

Součástí podmínek připojení zařízení sjednaných ve smlouvě o připojení, jsou také ujednání o typu měření a jeho umístění a výše podílu žadatele na nákladech spojených s připojením a se zajištěním požadovaného příkonu nebo výkonu.

Požádá-li žadatel v průběhu doby závaznosti stanoviska vydaného provozovatelem distribuční soustavy o uzavření smlouvy o připojení, provozovatel distribuční soustavy uzavře takovou smlouvu do 30 kalendářních dnů ode dne podání žádosti. Totéž platí i v případech, změnil-li se v průběhu závaznosti stanoviska žadatel.

V případě, že dojde ke smluvnímu snížení rezervované kapacity nebo hodnoty jističe před elektroměrem na hodnotu nižší, než odpovídá rezervovanému příkonu místa připojení zařízení konečného zákazníka po dobu delší než 24 měsíců, snižuje se hodnota rezervovaného příkonu na tuto hodnotu.

V případě zániku smlouvy o dodávce elektřiny (viz zákon č. 458/2000 Sb. § 50, odst. 1) nebo zániku smlouvy o distribuci elektřiny (viz zákon č. 458/2000 Sb. § 50, odst. 5), trvá rezervace příkonu pro místo připojení 12 měsíců ode dne zániku příslušné smlouvy.

Náklady spojené s připojením a se zajištěním požadovaného příkonu nebo výkonu dle § 8 vyhlášky

Náklady provozovatele distribuční soustavy spojené s připojením a se zajištěním požadovaného rezervovaného příkonu odběratele a výkonu výroby elektřiny na napěťové hladině nn, vn, a vvn, jsou nezbytně nutné skutečně vynaložené oprávněné náklady související s pořízením, výstavbou nebo úpravami distribuční soustavy, které byly vyvolány požadavkem žadatele v souvislosti s místem a způsobem připojení jeho zařízení. Pořízení, výstavba nebo úpravy distribuční soustavy jsou zajišťovány v nezbytně nutném rozsahu odpovídajícím hodnotě příkonu nebo výkonu požadovaného žadatelem, a místu a způsobu jeho připojení.

Do nákladů dále patří náklady na pořízení projektové dokumentace, geodetická zaměření, věcná břemena a ostatní bezprostředně související investiční náklady a poplatky na výstavbu, úpravu nebo pořízení distribuční soustavy.

Do nákladů nepatří náklady související s pořízením, výstavbou nebo úpravami distribuční soustavy, které svým rozsahem přesahují nezbytně nutnou míru odpovídající hodnotě příkonu nebo výkonu požadovaného žadatelem, a místu a způsobu připojení jeho zařízení.

Výstavba a úprava distribuční soustavy (§ 9 odst. 2 vyhlášky) je vymezena od místa připojení zařízení žadatele do nejbližšího vhodného místa v distribuční soustavě na shodné napěťové

hladině, kde je nebo by po provedení nezbytných úprav v soustavě byl k dispozici požadovaný rezervovaný příkon nebo výkon.

Podíl žadatele o připojení - § 10 vyhlášky

Vyhláška přináší oproti předchozím legislativním předpisům nový přístup v podílech žadatelů za připojení požadovaného zařízení – zavádí podíl žadatele na nákladech spojených s připojením a se zajištěním nebo navýšením požadovaného příkonu nebo výkonu, který je vztažen na připojovaný příkon nebo výkon **a je hrazen jako jednorázová částka za připojení.**

Měrný podíl žadatele o připojení **výrobní** nebo **odběrného zařízení** k distribuční soustavě na nákladech spojených (souvisejících) s připojením a se zajištěním požadovaného rezervovaného příkonu nebo výkonu se určí podle způsobu připojení žadatele a v souladu s **přílohou č. 6 k vyhlášce.**

Měrný podíl žadatele je stanoven:

- a) na úrovni přenosové nebo distribuční soustavy o napět'ové hladině zvn, vvn a vn **v Kč/MW,**
- b) na úrovni distribuční soustavy o napět'ové hladině nn hodnotou **v Kč za každý Ampér (A)** rezervovaného příkonu.

Podíl žadatele na nákladech spojených s připojením a zajištěním nebo navýšením požadovaného rezervovaného příkonu nebo výkonu se tudíž vypočítá jako součin měrného podílu podle přílohy č 6 k vyhlášce a žadatelem požadovaného rezervovaného příkonu nebo výkonu.

Z přílohy č. 6 vyhlášky je dále formou tabulek uveden **měrný podíl žadatele** o připojení na nákladech spojených s připojením a zajištěním požadovaného příkonu jak pro **odběrné zařízení** konečného zákazníka tak i pro **výrobní elektrárny.**

ODBĚRNÉ ZAŘÍZENÍ

| Místo připojení k napět'ové hladině | Způsob připojení | Měrný podíl žadatele |
|--|--|--------------------------------|
| přenosová soustava | standardní | 200 000 Kč/MW |
| distribuční soustava VVN | standardní – z přípojnic nové rozvodny typu H nestandardní – připojení ve stávající stanici vvn, přímo z přípojnic neb z vývodového pole vedení ve vlastnictví žadatele | 600 000 Kč/MW 150 000 Kč/MW |
| distribuční soustava VN | standardní | 800 000 Kč/MW |
| distribuční soustava NN | 3 fázové připojení 1 fázové připojení | 500 Kč/A 200 Kč/A |

VÝROBNÍ ELEKTRÁRNY

| Místo připojení k napět'ové hladině | Způsob připojení | Měrný podíl žadatele |
|--|------------------------------------|-----------------------------|
| přenosová soustava | v místě připojení podle stanoviska | 500 000 Kč/MW |

| | | |
|--------------------------|---|----------------------------------|
| distribuční soustava VVN | standardní – z přípojníc nové rozvodny typu H nestandardní – připojení ve stávající stanici vvn, přímo z přípojníc, neb z vývodového pole vedení ve vlastnictví žadatele | 1 200 000 Kč/MW 150 000 Kč/MW |
| distribuční soustava VN | standardní nestandardní – bez vedení zdroj – rozvodna | 640 000 Kč/MW 150 000 Kč/MW |
| distribuční soustava NN | 3 fázové připojení | 500 Kč/A |

Poznámka: *Standardní*
způsob připojení zahrnuje potřebné úpravy (výstavbu vstupních polí) v přípojně rozvodně (rozvodna typu H) včetně výstavby vedení vvn. Nestandardní způsob připojení zahrnuje pouze potřebné úpravy v přípojně rozvodně (paprskové připojení zařízení žadatele), bez výstavby připojovacího vedení.

Zvláštní požadavky žadatele o připojení

V případě požadavku žadatele na připojení nad rámec standardních připojení zařízení stanovených Pravidly provozování distribuční soustavy (viz zákon č. 458/2000 Sb. odst. 11, písm. g), nebo požadavku na specifický způsob stavebního nebo technického provedení připojení zařízení k distribuční soustavě, hradí žadatel náklady spojené s realizací těchto nadstandardních nebo specifických požadavků v plné výši.

Rezervovaný příkon je možné převádět z jednoho místa připojení do jiného v rámci jedné nemovitosti jen na základě dohody s provozovatelem distribuční soustavy. Pokud v rámci převodu rezervovaného příkonu dojde ke snížení rezervovaného příkonu stávajícího místa připojení, snižuje se hodnota rezervovaného příkonu sjednaného ve smlouvě o připojení na tuto hodnotu. Pokud v rámci převodu rezervovaného příkonu dojde ve stávajícím místě připojení ke snížení rezervovaného příkonu na nulovou hodnotu po dobu delší než 24 měsíců snižuje se hodnota rezervovaného příkonu na tuto hodnotu.

Poznámka:

V případech, kdy dojde v rámci jedné nemovitosti k převodu rezervovaného příkonu z jednoho odběrného místa na druhé, nebude se v odběrném místě ve kterém došlo ke snížení zajišťovaného rezervovaného příkonu až na nulovou hodnotu držet rezervace příkonu v původní výši. Součet rezervovaných příkonů obou odběrných míst v rámci jedné nemovitosti nesmí po přesunu rezervovaného příkonu z jednoho odběrného místa na druhé vykazat navýšení rezervovaného příkonu. V případech kdy dojde k navýšení rezervovaného příkonu za celou nemovitost, postupuje se podle § 10 vyhlášky.

V případě, že zařízení žadatele je již připojeno, žadatel má zajištěný přenos nebo distribuci elektřiny v požadované výši a kvalitě a žádá o připojení na jiné napěťové hladině, které není vynuceno změnou technických podmínek připojení, hradí žadatel náklady spojené s připojením a se zajištěním požadovaného rezervovaného příkonu nebo výkonu v plné výši.

Při připojování distribuční soustavy k jiné distribuční soustavě se postupuje při stanovení podílu na nákladech spojených s připojením zařízení žadatele obdobně jako v případě žádosti o připojení konečného zákazníka.

Elektrická přípojka pro dodávku elektřiny domácnostem

Vyhláška v § 12 odst. 1 a 2 upřesňuje ustanovení zákona č. 458/2000 Sb. § 45, odst.2 dle kterého elektrickou přípojku nízkého napětí do délky 50 m sloužící pro dodávku elektřiny domácnostem pro účely bydlení hradí příslušný provozovatel distribuční soustavy takto:

- délkou elektrické přípojky se rozumí délka nejkratší stavebně a technicky proveditelné trasy přípojky promítnuté do půdorysu mezi místem odbočení z distribuční soustavy a hlavní domovní pojistkovou nebo hlavní domovní kabelovou skříní;
- do délky elektrické přípojky se nezapočítává její část vedená vertikálně.

Závěrečná a přechodná ustanovení

Závěrečná ustanovení vyhlášky obsahují postupy pro **stanovení výše škody při neoprávněném odběru elektřiny pro účely její náhrady** (§§ 13 až 15) a v § 16 pak postupy pro **podmínky dodávky elektřiny v případě poruchy na odběrném a měřícím zařízení** (z hlediska určení množství odebrané elektřiny) a v **případě odmítnutí přístupu k měřícímu zařízení** za účelem pravidelného odečtu (postupy z hlediska vyúčtování spotřeby elektřiny).

Přechodná ustanovení řeší vyhláška v § 17. Týkají se případů, kdy žadatel požádá na základě stanoviska provozovatele přenosové nebo distribuční soustavy vydaného podle právních předpisů platných před nabytím účinnosti vyhlášky č. 51/2006 Sb. (tj. podle vyhlášky č. 297/2001 Sb. neb vyhlášky č. 18/2002 Sb.) o uzavření smlouvy o připojení. Nastane-li tento případ, provozovatel přenosové nebo distribuční soustavy před uzavřením smlouvy o připojení přehodnotí vydané stanovisko do 30 dnů ode dne doručení žádosti tak, aby bylo v souladu s platnou vyhláškou č. 51/2006 Sb. Při stanovení výše podílu žadatele na nákladech spojených s připojením a se zajištěním požadovaného příkonu nebo výkonu **se postupuje podle právní úpravy výhodnější pro žadatele**. Současně s takto přehodnoceným stanoviskem předloží provozovatel přenosové nebo distribuční soustavy žadateli návrh smlouvy o připojení. Původní doba závaznosti stanoviska stanovená podle právních předpisů platných před nabytím účinnosti vyhlášky č. 51/2006 Sb. se prodlužuje o dobu, po kterou probíhalo přehodnocení stanoviska.

Příklad výpočtu podílu žadatele

Pro informaci je dále uveden příklad výpočtu podílu žadatele již připojeného z distribuční soustavy nn při změně hlavního jističe odběrného zařízení z 1 fázového na 3 fázový hlavní jistič. Při této změně je podíl žadatele roven rozdílu, součinu měrného podílu (*viz tabulka pro odběrná zařízení*) a žadatelem požadované velikosti 3 fázového jističe a součinu měrného podílu (*viz tabulka pro odběrná zařízení*) a stávající velikosti 1 fázového hlavního jističe žadatele.

- Stávající hlavní jistič žadatele je 1 x 16 A, nově požadovaný hlavní jistič – 3 x 25 A.
- Podíl žadatele = rozdíl součinu podílu žadatelem požadované velikosti 3f. jističe a součinu podílu stávající velikosti 1f. jističe.
- Podíl žadatele = 500 Kč x 25 A - 200 Kč x 16 A = 12.500 - 3.200 = 9.300,- Kč.

Rušivé účinky odraženého světla

Tomáš, Maixner, Ing.

Siteco Lighting, s.r.o., www.siteco.cz, t.maixner@siteco.cz

Světlo, odražené od terénu, fasád a zeleně, se podílí na zvýšení závoje jasů noční oblohy. Tím jsou zhoršeny podmínky pro astronomická pozorování. Současně se zvýší osvětlenost, resp. jas, nočního prostředí který může nepříznivě ovlivnit život noční přírody. Toto ovlivnění je vyšší v případě, kdy hvězdáři popíjejí kávu, tedy v případě, kdy je obloha zatažena. Odražené světlo se podílí i na jiných účincích světla označovaných jako rušivé. Osvětluje místa, kde není osvětlení žádoucí – například místa vzdálenější od komunikace nebo sousedovu zahrádku (kde je to ovšem někdy paradoxně sousedem vítáno – dokonce znám případ, kdy byl soused žalován za to, že náhradou drátěného plotu za plný, zastínil zahrádku osvětlovanou veřejným osvětlením). Odražené světlo může také oslnit noční poutníky...

Rušivé světlo

V tomto příspěvku se však chci věnovat pouze oněm účinkům, které mají za následek vyšší závoje jasů oblohy a zvýšení jasů noční krajiny. Tyto nepříznivé účinky vyvolává světlo, které je po odrazech (případně přímo ze zdroje světla) vyzářeno na oblohu.

Existuje práce [1], která tvrdí, že rozhodující pro závoje jasů oblohy není světlo vyzařované k zenitu, ale naopak světlo, které se šíří ve směrech blízkých horizontále. To je samozřejmě pravda. Ovšem pouze v „laboratorních“ podmínkách.

Oněmi laboratorními podmínkami míním především to, že je osvětlovaná krajina dokonale rovná, bez zeleně, zástavby, nebo jiných předmětů, bránících šíření světla ve směru blízkém vodorovnému. Ve městech jsou svítidla obvykle pod rovinou střech okolostojících domů, utopena v zeleni parků... podobně je tomu i na vesnicích. Jen zřídka je lidské sídlo v krajině bez terénních nerovností... Světlo je téměř bez šancí se šířit vodorovně.

Další laboratorní podmínkou je předpoklad, že atmosféra bude dokonale homogenní. Atmosférické částice mají různé rozměry. Míra rozptylu světla je závislá na jeho vlnové délce. Čím menší jsou částice, tím větší je tato závislost. Pokud není atmosféra znečištěna, pak dochází k rozptylu světla na shlucích molekul vzduchu. Tento rozptyl je popsán jako Rayleighův rozptyl. Na elementech ovzduší znečišťujících, ať už pevných látkách (prach), nebo drobných vodních kapkách, dochází k Mieově rozptylu.

Z uvedeného je zřejmé, že v reálné atmosféře bude docházet k rozptylu světla podle její (ne)homogenity. A žel, atmosféra je nehomogenní, je skutečně znečištěna a znečištěna je značně různorodě v různých místech. Primitivní doklad – nad továrním komínem je rozhodně skladba atmosféry jiná, než v hlubokých lesích. Ovšem třeba nad hladinou jezera jsou optické vlastnosti ovzduší opět jiné, díky termickému proudění vzduchu a vyšší vlhkosti, než nad prohřátým lánem, kde proudění vynáší k oblakům prachové částice.

Z uvedeného, prostou úvahou hodnou selského rozumu, je zřejmé, že optické vlastnosti atmosféry jsou různé v prostoru i čase. V jeden okamžik může způsobit ekologické škody světlo vyzařované k zenitu, jindy k obzoru, v jiné chvíli libovolným jiným směrem. Navrhnout reálný matematický model atmosféry je nesmírně obtížné a ani by to nemělo smysl. Stanovit na základě takového modelu míru rušivých účinků osvětlení pro všechny myslitelné případy je naopak nemyslitelné. Ve výsledku by se stejně ukázalo (viz selský rozum), že „škodlivé“ je světlo vyzářené každým směrem.

Zmíněná práce [1] navíc ignoruje světlo odražené, které se v řadě případů podílí rozhodujícím způsobem na množství světla vyzářeného do horního poloprostoru.

Do jisté míry je škoda, že závěry [1] neplatí. Jak v následujících řádcích ukáží, maximum světla je k obloze (v obecném případě) vyzařováno pod úhlem 45° od horizontální roviny (nebo, chcete-li, pod tímž úhlem od zenitu). Přímé světlo ve směrech blízkých vodorovným je téměř bez šancí proniknout na oblohu. Kdyby tedy platily závěry [1], pak by nebylo třeba se problematikou rušivého světla ovlivňujícího závoje jasů oblohy, nebo noční přírody, vůbec zabývat.

Z uvedeného tedy plyne závěr, že míra rušivých účinků světla je dána množstvím světla vyzářeného do horního poloprostoru bez ohledu na jeho rozložení v prostoru.

Světelný tok odražený od ploch vymeziujících osvětlovaný prostor (krajinu)

Ze svítidla (zdroje světla) dopadá na plochu dS světelný tok $d\Phi$. Lze jej stanovit pomocí osvětlenosti E plochy

$$d\Phi = E \cdot dS \quad (\text{lm}; \text{lx}, \text{m}^2) \quad (1)$$

Za předpokladu, že plocha odráží světlo rovnoměrně rozptýlně, je její jas L konstantní ve všech směrech

$$L = \frac{E \cdot \rho}{\pi} = \frac{d\Phi \cdot \rho}{dS \cdot \pi} \quad (\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}; \text{lx}, -, -, \text{lm}, -, \text{m}^2) \quad (2)$$

Svítivost plochy je ve směru úhlu α

$$I_\alpha = L \cdot dS_\alpha = \frac{d\Phi \cdot \rho \cdot \cos \alpha}{\pi} \quad (\text{cd}; \text{cd} \cdot \text{m}^{-2}, \text{m}^2; \text{lm}, -, ^\circ) \quad (3)$$

Nezajímavé není ani to, jak velké množství světla je určitým směrem plochou vyzařováno. To lze stanovit aplikací známého vztahu:

$$\Delta\Phi_\alpha = I_\alpha \cdot d\Omega_\alpha, \quad (\text{lm}; \text{cd}, \text{sr}) \quad (4)$$

kde $\Delta\Phi_\alpha$ je světelný tok vyzářený do prostorového úhlu $d\Omega_\alpha$ a I_α je střední svítivost v tomto prostorovém úhlu.

Pokud se zvolí prostorové úhly jako „klasické“ kulové vrstvy, pak bude světelný tok do takového prostorového úhlu:

$$\Delta\Phi_\alpha = 4\pi \cdot I_\alpha \cdot \sin(\alpha_s) \cdot \sin\left(\frac{\Delta\alpha}{2}\right) \quad (\text{lm}; \text{cd}, ^\circ, ^\circ) \quad (5)$$

Bez dalšího odvozování - po dosazení vztahu (3) do (5) lze stanovit, že extrém (maximum) této funkce nastává pro úhel 45° od normály.

Dosažený výsledek je zkrácen tím, že porovnávané prostorové úhly mají rozdílné velikosti. Nejmenší je pro svítivosti ve směru normály (maximální svítivost), největší pro úhly blízké se 90° , kdy se svítivost blíží nule.

Přesnější představu o rozložení světelného toku lze získat tak, že se prostor rozdělí na shodné prostorové úhly. V takovém případě je logicky světelný tok přímo úměrný svítivosti. Maximum je tedy vyzářeno ve směru normály.

Z uvedeného vyplývá, že pro vodorovné plochy bude maximální světelný tok vyzářen ve směru k zenitu; pro svislé plochy pak ve směru vodorovném. Budou-li v prostoru dvě shodné plochy – vodorovná a svislá - ozářené stejně velkým světelným tokem, pak je zřejmé, že maximum světelného toku bude vyzářeno pod úhlem 45° . Samozřejmě, že to platí za předpokladu, že se nebudou plochy navzájem ovlivňovat (např. budou od sebe dostatečně vzdálené). Za uvedeného předpokladu (neovlivňování) se bude maximum světelného toku přesouvat k zenitu v případě, že činitel odrazu vodorovné plochy bude vyšší než plochy svislé. A naopak. Podobně tomu bude i v případě, že jedna z ploch bude větší, než druhá (při stejném jasu ploch), nebo na jednu z nich bude dopadat větší světelný tok, než na druhou (rozdílný jas ploch).

V reálném prostoru se plochy samozřejmě ovlivňují. To znamená, že z jedné plochy se světlo odráží na plochu druhou a naopak. Ba co víc, ploch je v reálném prostoru obvykle větší počet, navzájem si předávají světelné toky, nebo se naopak stíní. Stanovit výsledný světelný tok na oblohu je tedy početně poměrně obtížná úloha. Nebo přinejmenším nudná.

Vše uvedené platí pro případ, že je prostor vymezen plochami s rovnoměrně rozptýlným odrazem světla. Pokud se zde budou nacházet plochy se zrcadlovým odrazem, či spíše s odrazem smíšeným, pak se stává výpočet o to

náročnějším. Popsat smíšený odraz znamená mít povědomost o indikatrixu odrazu, který je obvykle závislý na úhlu dopadu světla.

Svítilivost plochy je ve směru α – vztah (3) bude mít tvar

$$I_{\alpha} = \frac{d\Phi \cdot \rho_D \cdot \cos \alpha}{\pi} + I_{\gamma} \cdot \rho_R(\alpha, \gamma), \quad (\text{cd; lm, } ^{\circ}; \text{cd, } ^{\circ}; ^{\circ}; ^{\circ}) \quad (3)$$

kde ρ_D je difuzní složka činitele odrazu světla a $\rho_R(\alpha, \gamma)$ zrcadlová složka ve směru úhlu α závislá na úhlu dopadu γ a I_{γ} je velikost svítivosti paprsku dopadajícího na plochu.

Velikost světelného toku vyzářeného do prostoru se stanoví shodně, jako je tomu v případě difusních ploch.

Příklad

Pro názornost uvádím příklad, kdy na plochu hřiště na kopanou dopadá světelný tok 10 000 lm. Bystrý čtenář bystře praví, že to na fotbal není nic moc, protože průměrná osvětlenost bude jen 2 luxy. Solidní tma. A když budu předpokládat, že odraznost plochy hřiště je 0,2, tak potom bude celkový odražený světelný tok 2 000 lm. Pohled do tabulky nás jednak ujistí o tom, co bylo řečeno v předešlém textu. Největší světelný tok je vyzářen do „klasické“ zóny 40÷50° (světelný tok označený jako $d\Phi_1$). Do nejrozsáhlejší zóny při obzoru (80÷90°) je vyzářen stejný světelný tok, jako do zóny nejmenší – směrem k zenitu. Již z toho je patrné, že výkřiky o škodlivosti „vodorovného“ světla je třeba brát se značnou rezervou. Ostatně střední svítivost (viz sloupec I_{α}) do zóny v zenitu je cca 630 cd a při obzoru něco kolem 55 cd, tedy cca 12× menší.

| α [°] | I_{α} [cd] | pásmo [°] | $d\Phi_1$ [lm] | Ω [sr] | násobky [-] | $d\Phi_2$ [lm] |
|-----------------|----------------------|--------------|-------------------|------------------|----------------|-------------------|
| 0 | 636,6 | × | × | × | × | × |
| 10 | 626,9 | 0÷10 | 60,3 | 0,1 | 1,0 | 60,3 |
| 20 | 598,2 | 10÷20 | 173,6 | 0,3 | 3,0 | 58,5 |
| 30 | 551,3 | 20÷30 | 266,0 | 0,5 | 4,8 | 54,9 |
| 40 | 487,7 | 30÷40 | 326,4 | 0,6 | 6,6 | 49,6 |
| 50 | 409,2 | 40÷50 | 347,3 | 0,8 | 8,1 | 42,8 |
| 60 | 318,3 | 50÷60 | 326,4 | 0,9 | 9,4 | 34,7 |
| 70 | 217,7 | 60÷70 | 266,0 | 1,0 | 10,4 | 25,6 |
| 80 | 110,5 | 70÷80 | 173,6 | 1,1 | 11,1 | 15,7 |
| 90 | 0,0 | 80÷90 | 60,3 | 1,1 | 11,4 | 5,3 |
| celkem | | | 2 000,0 | | | |

• Tabulka 1 – Světelné toky na oblohu

V další části tabulky jsou uvedeny velikosti prostorových úhlů Ω . Nejmenší je v pásmu 0÷10°. V ostatních zónách je prostorový úhel větší. Kolikrát, to je uvedeno ve sloupci „násobky“. Potom do stejného prostorového úhlu je vyzářen světelný tok zóny dělený násobkem, tedy pro „horizontální“ zónu to je 60,3/11,4=5,3 lm. Opět cca 12× méně, než do zóny „zenitové“.

Literatura a odkazy

- [1] Hollan, J. Kvantifikace světelného znečištění (český abstrakt mé práce dostupné zatím jen v angličtině). 21. kurs osvětlovací techniky, Morávka, 15.10. 2002
- [2] Habel, J. Osvětlování, Praha, ČVUT 1995
- [3] Maixner, T. Rušivé světlo, Kurs osvětlovací techniky XXIV, Ostrava, VŠB 2005

Popis odrazných charakteristik povrchů vybraných materiálů

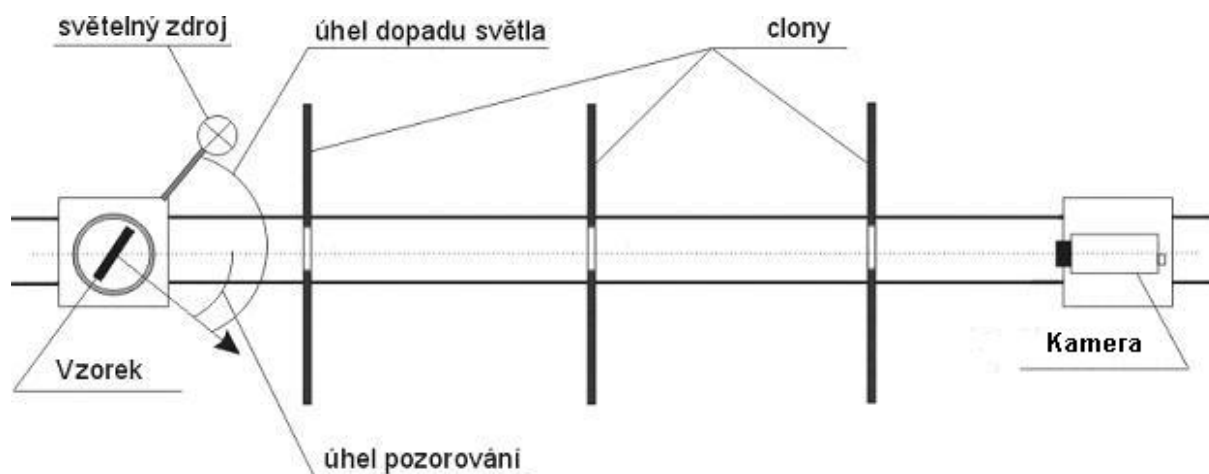
Ing. Jan Málek, Prof. Ing. Jiří Habel, DrSc.
Elektrotechnická fakulta ČVUT v Praze

Úvod

Při zkoumání odrazných charakteristik světelně činných materiálů jsme se zaměřili i na studium spektrální závislosti odrazu světelně činných částí svítidel tj. vysoce leštěných hliníkových plechů. Důvodem pro toto studium je skutečno, že spektrální složení světelného toku dopadlého na srovnávací rovinu je mimo samotného toku zdrojů ovlivněno materiály, od kterých se odráží na své cestě od světelného zdroje ke srovnávací rovině. Tento článek shrnuje výsledky měření prvních 14 vzorků.

Popis měření

Měření je zaměřeno na zkoumání spektrální závislosti odraženého světla a případné změny této závislosti při různých úhlech dopadu světla a při různých úhlech pohledu pozorovatele. Měřicí uspořádání bylo připraveno dle obrázku 1. Na fotometrické lavici je pevně umístěna kamera, která je zaostřena na měřený vzorek. Ten je umístěn na otočné desce, která se otáčí kolem své vertikální osy (mění se úhel pozorování). Ke stejné desce je umístěno i rameno zdroje, které se nastavuje do předem definovaného úhlu dopadu světelného paprsku. V tomto úhlu je následně fixováno. Při nastavování úhlu pozorovatele zůstává úhel dopadu světla neměnný.



Obr. 1 Měření fotometrické plochy odrazu na světelné lavici

Mezi zkoumané vzorky byly zařazeny vysoce leštěné plechy bez povrchové struktury. Povrchová struktura má vliv na směrovost odrazu. Vzorky plechů byly vybrány tak, aby zastupovali nejširší spektrum dodávané výrobcem. Pro zvolené materiály byla provedena přípravná měření jasů. Z vybraných 14 vzorků bylo provedeno základní měření v uspořádání 45° úhel dopadu světla, 0° úhel pozorování. Pro tři vzorky jsme následně provedli sérii měření s úhlem dopadu 45° a úhlem pozorování $0^\circ - 45^\circ$ s krokem 10° .

Výsledkem měření jsou spektrální charakteristiky pro jednotlivé plechy i samotný zdroj a to v rozsahu 380-780 nm, ze kterých byly vypočteny trichromatické souřadnice x_y měřených plechů a zdroje. V tabulce 1 jsou zapsány rozdíly v xy souřadnicích každého plechu vůči zdroji a to jak pro celkovou odchylku tak jednotlivé Δx a Δy při základní měření (tj. 45° úhel dopadu světla, 0° úhel pozorování).

Tabulka 1: odchylky měřených plechů vůči zdroji

| Měřený plech | 320g | 350 | 350g2 | 412gs | 600g3 | miro27 | miro8 |
|--------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Δx | -0,0261 | -0,0564 | -0,0414 | 0,0165 | 0,0084 | 0,0457 | -0,0119 |
| Δy | -0,0095 | -0,0292 | -0,0188 | 0,0028 | 0,0038 | 0,0314 | -0,0149 |
| odchylka | 0,02778 | 0,0635106 | 0,0454687 | 0,0167359 | 0,0092195 | 0,0554477 | 0,0190688 |
| Měřený plech | 1200 | 1100g | 1300 | 1500g3 | 1520g3 | 1550g2 | 318g2 |
| Δx | 0,0053 | -0,0059 | -0,0007 | 0,0105 | -0,0024 | 0,0056 | 0,0283 |
| Δy | 0,0034 | -0,0015 | -0,001 | 0,0092 | 0,0093 | 0,0046 | 0,0088 |
| odchylka | 0,0063 | 0,0060877 | 0,0012207 | 0,0139603 | 0,0096047 | 0,0072471 | 0,0296366 |

$$\text{odchylka} = \sqrt{(x_z - x_p)^2 - (y_z - y_p)^2}$$

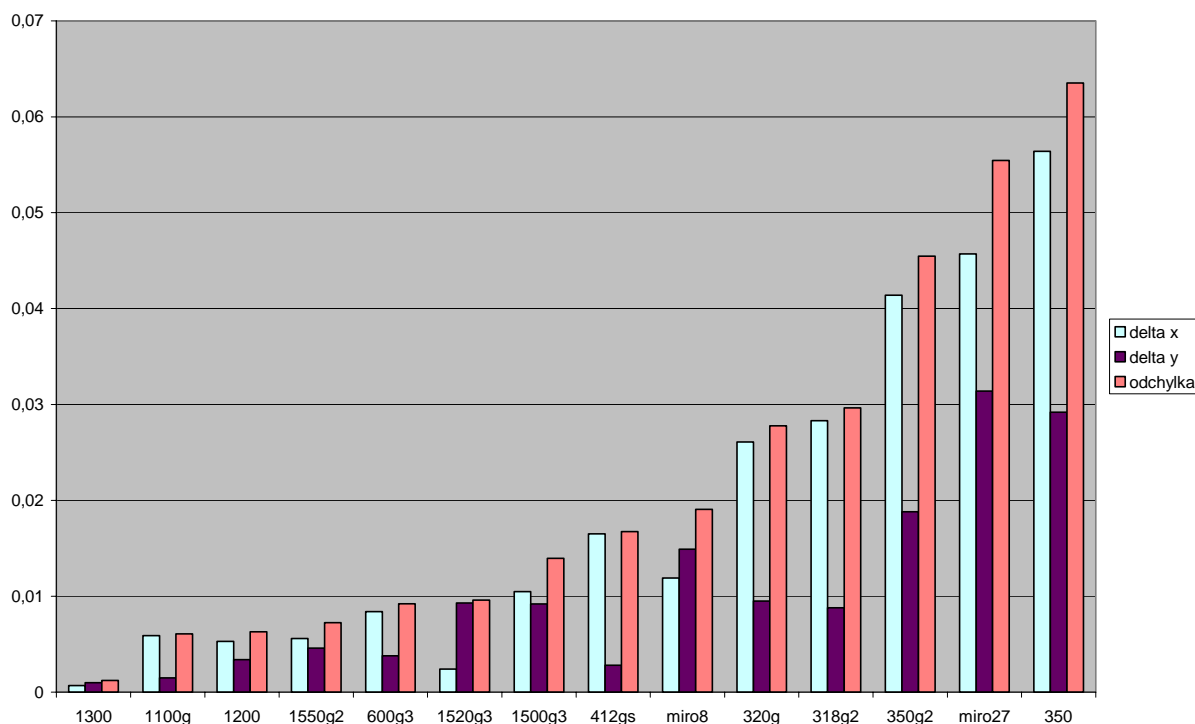
$$\Delta x = x_z - x_p$$

$$\Delta y = y_z - y_p$$

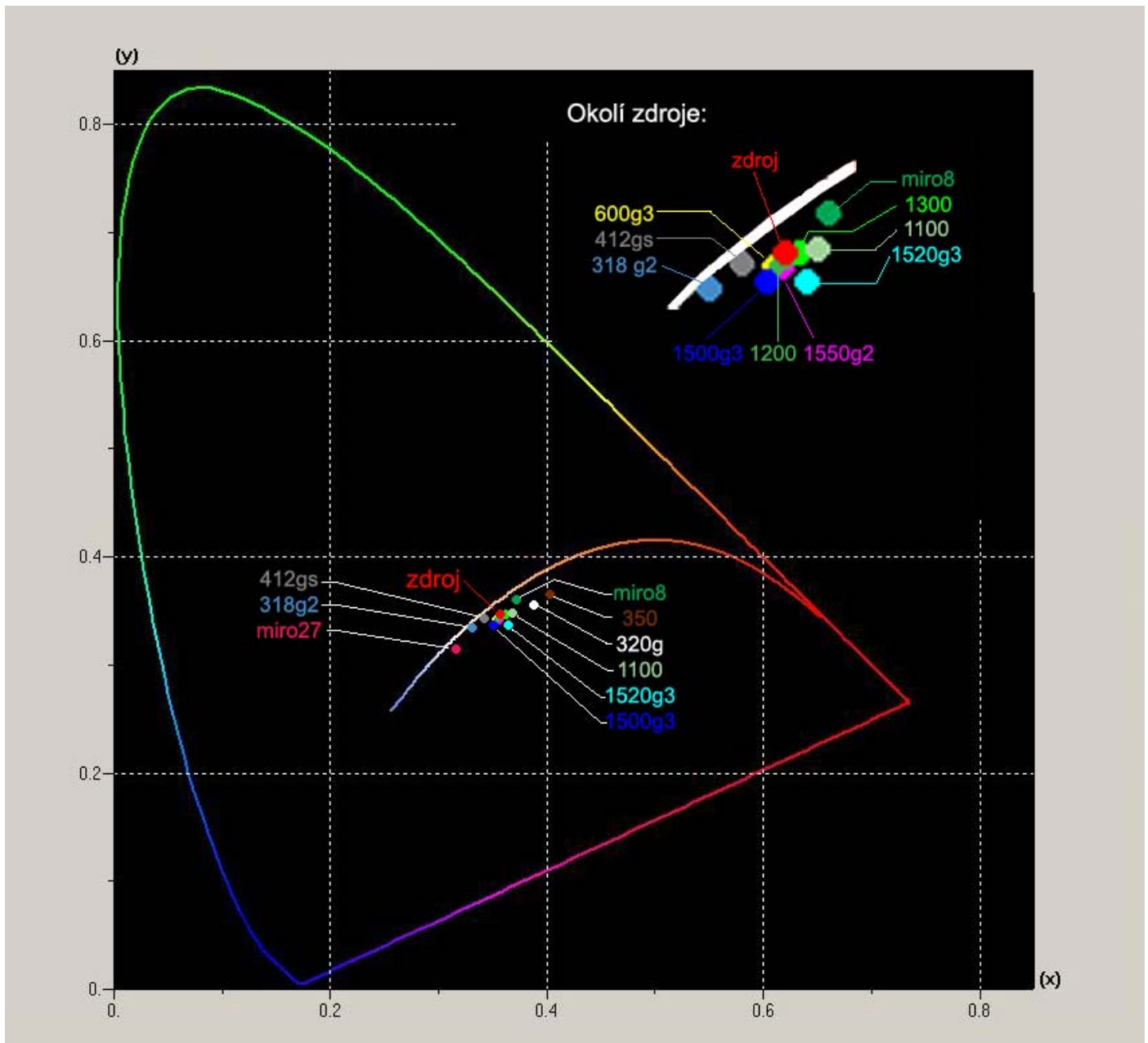
x_z a y_z ... jsou souřadnice zdroje

x_p a y_p ... jsou souřadnice zkoumaného plechu

Na obr. 2 jsou zobrazeny plechy v závislosti na velikosti celkové odchylky a přehled všech zkoumaných plechů v trichromatických souřadnicích je zobrazen na obr. 3.



Obr. 2 Přehled odchylek $\Delta x, \Delta y$ a celkové odchylky měřených plechů



Obr. 3 Přehled všech zkoumaných plechů v souřadnicích xy, při úhlu dopadu 45° a úhlu pozorování 0°

Závěr

Zkoumáním spektrálních závislostí odrazu světelně činných částí svítidel se budeme dále zabývat, ale již z prvních výsledků je patrné, že při návrhu osvětlovacích soustav, které mají být určeny do prostor s mimořádnými nároky na podání barev, je třeba věnovat velkou pozornost materiálům, z nichž jsou vyrobeny světelně činné povrchy svítidel. Nevhodnou volbou materiálů pro svítidlo by mohlo dojít ke zkreslení barevného vjemu.

Výzkumná práce je součástí výzkumného záměru MSM 6840770017 „Rozvoj, spolehlivost a bezpečnost elektrotechnických systémů“

Návrh nouzových a bezpečnostních svítidel v systému centrálního napájení a monitoringu

Martin Marek

Obchodní zástupce pro Moravu fy. Ing. L. VYRTYCH – ETZ, Březno 114

marek@vyrtych.cz, www.vyrtych.cz

Základními kritérii pro návrh nouzového a bezpečnostního osvětlení jsou:

ČSN EN 1838 : Světlo a osvětlení – Nouzové osvětlení.

Zde jsou definice a základní požadavky na návrh nouzového osvětlení, použití jednotlivých svítidel a symbolů, intenzity osvětlení apod.

ČSN EN 60598-2-22 : Svítidla pro nouzové osvětlení

Detailní požadavky na svítidla nouzového osvětlení, jejich konstrukci, technické a provozní podmínky, značení, napájení apod.

ČSN EN 50171 : Centrální napájecí systémy

Podrobnosti o typech a členění centrálních bateriových napájecích systémů, provozní podmínky a požadavky, konstrukce apod.

Upozornění: *Převážná většina komerčních UPS nespĺňuje požadavky této normy a tudíž jsou nevhodné pro napájení nouzových svítidel!*

ČSN EN 50172 : Systémy nouzového únikového osvětlení

Definuje požadavky na provoz, údržbu a zkoušky systémů nouzového osvětlení včetně doprovodné technické a provozní dokumentace.

V ČSN EN 50172 je zakotvena povinnost provozovatele systému nouzového osvětlení provádět pravidelné testy a kontroly každého instalovaného nouzového svítidla a o této kontrole vést záznamy. Provozovatel má v zásadě tři možnosti, jak tyto kontroly dle ČSN EN 50172 v závislosti na použitém systému nouzového osvětlení provádět:

1. Svítidla s vlastní baterií

1.1 Svítidla bez jakékoli zkušební automatiky

Tato svítidla musí být zkoušena jednou měsíčně ručně k ověření jejich funkčnosti, každé odepnout od napájení a vizuálně zkontrolovat. Po opětovném zapnutí napájení ještě jednou obejít a zkontrolovat, zda je v činnosti nabíječ baterie.

V případě ročních testů baterií ještě navíc každé svítidlo kontrolovat po celou jmenovitou dobu chodu z baterií.

1.2 Svítidla s vlastní testovací automatikou („autotest“)

Tato svítidla obsahují časovač, který automaticky inicializuje jeden nebo více druhů testů svítidla (funkční test, test výdrže baterie apod). Řídící jednotka svítidla pak v závislosti na nastavení a své technické úrovni je schopna nejčastěji pomocí jedné nebo více LED diod signalizovat stav svítidla po proběhnutí posledního testu. Kontrola těchto signálů ale musí být provedena opět zodpovědnou osobou, včetně nutnosti vést o každém svítidle zápis do zkušebního deníku.

c) Svítidla s napojením na centrální testovací a vyhodnocovací jednotku („centraltest“)

Jedná se o kvalitativně nejvyšší stupeň kontroly nouzových svítidel, kdy má uživatel z jednoho místa možnost kontroly všech připojených nouzových svítidel. Počínaje pouze informací že určité svítidlo v určitém úseku má poruchu bez dalších doprovodných informací, až po vysoce sofistikované systémy s množstvím dalších doplňujících informací včetně grafické vizualizace na displeji nebo PC.

Všechny výše uvedené systémy svítidel s vlastní baterií mají dvě velké nevýhody pro uživatele:

- Pokud počítáme, že trvalý příkon nabíječe vestavěné baterie se pohybuje v průměru kolem 8VA, tak roční náklady na dobíjení jednoho svítidla mohou dosáhnout v závislosti na sazbě za elektřinu částku přes 200 Kč!
- Dalším problémem je životnost a výměna baterií ve svítidle. Výrobci baterií udávají nominální hodnoty baterií (kapacita, napětí, životnost..) nejčastěji při teplotě 20-25°C. Se vzrůstající teplotou okolí klesá životnost baterií a při teplotě okolí 50°C může poklesnout dokonce až na 20% jmenovité hodnoty! Normou požadovaná konstrukční životnost vestavěné baterie je sice 4 roky, ale vlivem vysoké teploty uvnitř svítidla je praktická životnost těchto baterií kolem max. 2 let, takže náklady na pravidelnou výměnu baterií se stávají neúnosně vysokými.

2. Svítidla napájená z centrálního bateriového zdroje

Při návrhu těchto systémů mít na paměti, že minimální doba chodu z baterií je 1 hodina !

2.1 Svítidla napájená z centrálního bateriového systému typu „UPS“

2.1.1 V principu je možné použít běžnou UPS pro napájení, ale tato musí mimo jiné i splňovat požadavky normy **ČSN EN 50171** což je například:

a) Pro ochranu baterie a automatického spínacího přístroje musí být instalován přístroj pro ochranu před hlubokým vybitím, který musí splňovat tyto požadavky:

- minimální pracovní napětí ochrany před hlubokým vybitím musí být určeno výrobcem baterie;
- doba odezvy musí být kratší než 5 s. Spotřeba přístroje na ochranu před hlubokým vybitím nesmí být větší než 0,2 A na 100 Ah jmenovité kapacity baterie;
- funkce přístroje na ochranu před hlubokým vybitím musí být indikována na řídicím panelu bezpečného silového napájení;
- s obnovením normálního napájení se musí automaticky znovu obnovit nabíjení;
- monitor hlubokého vybití se po obnovení normálního napájení musí dát znovu nastavit pouze ručně;
- k tomu, aby se oddělilo základní bezpečnostní zařízení od baterie, se nesmí použít žádný doplňující ručně ovládaný spínací přístroj

Poznámka: Zde se myslí například jističe, spínače apod., které nesmějí být vřazeny do okruhů nouzových svítidel.

b) Střídač musí být schopný odpojit kterýkoliv připojený jištěný koncový nebo distribuční obvod, aniž by došlo k odpojení nebo přerušení jeho výstupní pojistky. Funkce střídačů se musí obnovit a výstup musí být opět normální do 5 s od okamžiku, kdy pojistka zapůsobila. Velikost a typ pojistky nebo ochranného přístroje, který je určen pro distribuční síť, musí určit výrobce.

Poznámka: Vymyslet systém odpojování jednotlivých okruhů nouzových svítidel i s ohledem na jeho funkčnost a bezporuchovost má za následek neúměrné prodražení celého systému, nehledě i na jeho další údržbu a kontrolu..

c) Musí být zajištěna tato zkušební a monitorovací zařízení:

- c1 přístroje s automatickým opětovým nastavením, např. tlačítko, kterým by se simulovalo normální selhání sítě;
- c2 přístroje pro odpojení střídavého napájení pro kontrolu doby trvání systému;
- c3 indikaci napájení (zda je normální nebo z baterie);
- c4 indikaci následujících poruch a podmínek systému:
 - napětí trvalého dobíjení (proud kapkového dobíjení pro niklkadmiové baterie) mimo přípustný rozsah
 - přerušení obvodu pro nabíjení baterií;
 - porucha nabíjecího zařízení; není nabíjecí proud a také, zda je k dispozici normální napájení;
 - napájení z baterie, i když je normální napájení k dispozici;
 - výstraha daná alespoň deset minut předtím, než zapůsobí ochrana před hlubokým vybitím (pouze u centrálních napájecích systémů);
 - uvedení ochrany před hlubokým vybitím do činnosti.
- c5 příslušenství pro dálkové sdělování prostřednictvím neelektrického kontaktu musí být zajištěno pro:
 - systémy, které jsou v provozu;

- napájení z baterie;
- rušení systému kombinované s indikací poruch uvedených v bodě c4).

2.1.2 A dále požadavky ČSN EN 50172 jako je například:

a) 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.

Poznámka: Jelikož UPS má pouze jeden silový výstup, je velmi problematické jej rozčlenit na více okruhů pro nouzová svítidla a tyto okruhy podle požadavku samostatně ovládat a spínat

b) Jestliže je použito automatické zkušební zařízení, údaje z něho musí být každý měsíc zaznamenávány. Pokud se týká všech ostatních systémů, zkoušky musí být prováděny jak je uvedeno dříve a jejich výsledky musí být zaznamenávány

Poznámka: ČSN EN 50172 předepisuje několik postupných zkoušek systému NO a jelikož UPS je konstruována pro jiné účely, tak při tomto provádění zkoušek a testů přináší uživateli jenom problémy a práci navíc.

2.1.3 Shrnutí použití UPS

- v zásadě je velmi technicky komplikované rozdělit výstup z UPS na více okruhů nouzových svítidel tak, aby byl systém spolehlivý a snadno ovladatelný
- některé požadované funkce nelze splnit
- v zásadě jakákoli porucha na koncovém obvodu není snadno detekovatelná a je možné ji objevit pouze osobní kontrolou obsluhy (zkrat, přerušování obvodu, přetížení, porucha jednoho nebo více svítidel, porucha izolačního stavu apod...), což absolutně neguje výhodu centrální baterie

2.2 Svítidla napájená z centrálního bateriového systému typu CEAG

Jedná se o jednoúčelové, vysoce sofistikované systémy, které beze zbytku splňují veškerá ustanovení norem pro tuto oblast a přináší uživateli vysokou spolehlivost a komfort obsluhy.

Při návrhu systému NO je nutné použít taková svítidla, která splňují požadavky příslušných norem (zejména ČSN EN 60598-2-22). Při použití svítidel CEAG je to bez problémů, pro ostatní svítidla musí být splněny následující požadavky:

- rozsah napájení 230V/50Hz, 176 – 275 V DC
- elektronický předřadník v souladu s EN 60 924 a ČSN EN 60 598-2-22
- světelný zdroj žárovka, LED nebo fluorescenční trubice schopná VF provozu
- piktogramy dle ČSN EN 1838

Existují dva základní způsoby kontroly nouzových a bezpečnostních svítidel:

- Individuelní monitoring** každého svítidla, což znamená informaci o stavu každého jednotlivého svítidla adresně. To znamená, že aktuální informace o svítidlu jsou k dispozici vždy po provedení testu (automatickém nebo ručním). Pro tento způsob je nutné použít originální svítidla CEAG anebo svítidla ostatních výrobců, doplněná o monitorovací člen CEAG.
- Okruhový monitoring** jednotlivých okruhů nouzových svítidel znamená, že informace o poruše je k dispozici pouze pro daný okruh, bez uvedení adresy svítidla. Princip je ten, že po instalaci všech svítidel je pro každý okruh samostatně změřen proud a uložen do paměti. Po testu je pak hodnota tohoto uloženého proudu porovnávána s aktuálně naměřenou hodnotou. Pokud se údaje liší (je možné nastavit odchylku v %), na okruhu je vyhlášena chyba. Pro tento monitoring je možné použít prakticky jakákoli svítidla, splňující výše uvedené požadavky

V rámci jednoho okruhu svítidel **nelze kombinovat** individuální a okruhový monitoring svítidel

Pokud je použito více bateriových systémů, je možné je vzájemně propojit datovým kabelem a vyhodnocovat jejich stav centrálně pomocí:

- CG Controlleru, kde je na displeji možné sledovat stav jednotlivých jednotek a pokud je použit individuální monitoring svítidel, tak i každé svítidlo
- CG Vision software pro PC, kde je pak možná úplná vizualizace celého systému včetně možnosti sledovat svítidla v rámci půdorysů
- Obecného systému řízení budovy prostřednictvím LON protokolu nebo protokolu FTT10

2.2.1 Skupinový napájecí zdroj CeaGuard 48

Nejmenší a nejjednodušší systém napájení nouzových a bezpečnostních svítidel s centrální baterií. Malé kompaktní rozměry, možnost upevnění na zeď a jednoduchá obsluha předurčují toto zařízení pro použití v menších objektech do max. 48 připojených svítidel 8W.

2.2.2 Skupinový napájecí zdroj CG 100 Plus

Nejmodernější typ skupinového napájecího zdroje pro max. 100 svítidel 8W. Možnost upevnit na stěnu, český obslužný SW, přehledný displej, nejmodernější technologie přenosu dat do počítače nadřazené úrovně prostřednictvím protokolu FTT10 bez jakéhokoli dalšího interface a software.

2.2.3 Skupinový napájecí zdroj CG 100 Plus

Nejmodernější typ skupinového napájecího zdroje pro max. 200 svítidel 8W. Možnost upevnit na stěnu, český obslužný SW, přehledný displej, nejmodernější technologie přenosu dat do počítače nadřazené úrovně prostřednictvím protokolu FTT10 bez jakéhokoli dalšího interface a software.

2.2.4 Centrální bateriová jednotka EURO ZB.1

Velice oblíbený systém pro ty, kteří chtějí šetřit peníze za svítidla (je možný pouze okruhový monitoring). Vysoká variabilita provedení a výkonů od malých aplikací až po systémy s řádově několika tisíci svítidel. Opět kompletní český obslužný software, jednoduchá obsluha a možnost vyvolávat informace o stavu jednotlivých okruhů svítidel na displeji přímo prostřednictvím servisního tlačítka.

2.2.5 Centrální bateriová jednotka ZB 96

Systém, jež se za dobu svojí existence stal evropským standardem v této oblasti. Opět je možné volit z mnoha provedení skříní a jejich výbavy, uživatelsky velmi příjemné ovládání včetně možnosti připojení jedné nebo více jednotek k centrálnímu počítači budovy. Možnost kombinovat individuální a okruhový monitoring svítidel, opět je k dispozici integrované servisní tlačítko pro zjištění provozních stavů a hodnot každého výstupního okruhu svítidel.

2.2.6 Centrální bateriová jednotka ZB-S

Absolutní evropský a možná i světový HI-TECH systém v této oblasti. Ovládání každého jednotlivého svítidla po napájecím vedení, automatické vyhledávání instalovaných svítidel, kontrola izolačního stavu okruhů včetně adresné detekce této poruchy, uživatelsky programovatelná tlačítka pro vyvolání různých funkcí systému, rozsáhlé možnosti detekce výpadku lokálního osvětlení apod...

Porovnání systému nouzového osvětlení

| Požadavky na funkci | Systém CEAG | UPS | Generátor |
|---|-------------|-----|-----------|
| 1. Spínací doba nouzového režimu 5sec./50% dle ČSN EN 1838 (od roku 2000) | ANO | ANO | NE |
| 2. Minimální doba nouzového režimu 1hodina dle ČSN EN 1838 (2000) | ANO | ANO | ANO |
| 3. Testování svítidel a doby výdrže dle ČSN EN 50172 (2005) | ANO | NE | NE |
| 4. Signalizace provozních stavů dle ČSN EN 50171 (2001) | ANO | NE | NE |
| 5. Selektivní kontrola podružných rozvaděčů osvětlení dle ČSN EN 50172 (2005) | ANO | NE | NE |
| 6. Ochrana před hlubokým vybitím dle ČSN EN 50171 (2001) | ANO | NE | --- |
| 7. Zkušební a monitorovací zařízení dle ČSN EN 50171 (2001) | ANO | NE | NE |
| 8. Automatické uchovávání výsledků testů dle ČSN EN 50172 (LogBook) (2005) | ANO | NE | NE |
| 9. Indikace přerušení bateriového okruhu dle ČSN EN 50171 (2001) | ANO | NE | --- |
| 10. Indikátor poruchy fáze nebo koncového obvodu ČSN EN 50171 (2001) | ANO | NE | NE |

Porovnání systémů NO - KAMPUS Brno

| | Původní CT | Návrh CEAG |
|---|------------|------------|
| Počet instalovaných piktogramů | 526 | 526 |
| Počet instalovaných invertorů | 665 | 0 |
| Celkový příkon nouzových svítidel (kVA) | 39,6 | 27,5 |
| Spotřeba pro dobíjení (kVA) | 8,5 | 1,8 |
| Spotřeba Kč/rok (2.30,-/kWh) | 171 258 | 36 266 |
| Výměna baterií po 3 letech | 675 000 | 0 |
| Výměna baterií po 6 letech | 675 000 | 0 |
| Výměna baterií po 9 letech | 675 000 | 160 000 |
| Náklady celkem za 10 let | 3 737 580 | 522 664 |

Výhody systému CEAG

Bezúdržbové gelové baterie - konstrukční životnost 10 let.

Nízké náklady na dobíjení a výměnu.

Funkčnost svítidel za všech teplotních podmínek - svítidla s vlastní baterií pracují při teplotě okolí 0 - 40°C, jednotka CEAG má centrální baterie v místnosti se stálou teplotou cca. 25°C.

Automatické testování svítidel i baterií dle ČSN EN 50172.

Posuzování oslnění pracoviště

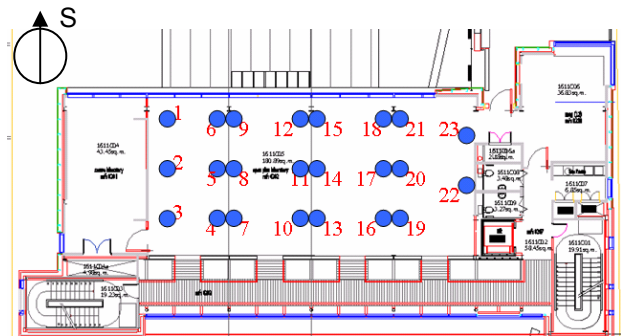
Jitka Mohelníková, Ing. PhD

Fakulta stavební VUT v Brně, www.fce.vutbr.cz, mohelnikova.j@fce.vutbr.cz

Oslňování pracovních prostor je nežádoucí jev, který se výrazně projevuje hlavně u budov s prosklenými fasádami. Velké zasklené plochy orientované na jižní, popř. západní stranu mohou způsobovat přehřívání interiérů a již zmíněné oslňování. V mnoha případech nelze těmto jevům zabránit pouze klasickými stínícími prostředky jako jsou rolety a žaluzie. V oslňovaných prostorech je nutné provést světelně technická posouzení a navrhnout řešení pro zajištění zrakové pohody na pracovních místech. V článku jsou uvedeny výsledky posouzení světelných podmínek v administrativní budově, které bylo provedeno v rámci pracovního pobytu na School of Architecture, the University of Sheffield ve Velké Británii.

Posuzovaná budova s prosklenou fasádou

Posuzovaná administrativní budova je součástí univerzitního kampusu v Sheffieldu. Uvnitř budovy se nachází kancelářské prostory. Tyto prostory jsou osvětlovány prosklenými fasádami orientovanými na jižní a severní stranu. Prosklená jižní fasáda umožňuje dostatečné denní osvětlení místností, ale za slunečných dnů způsobuje oslňování pracovních míst.



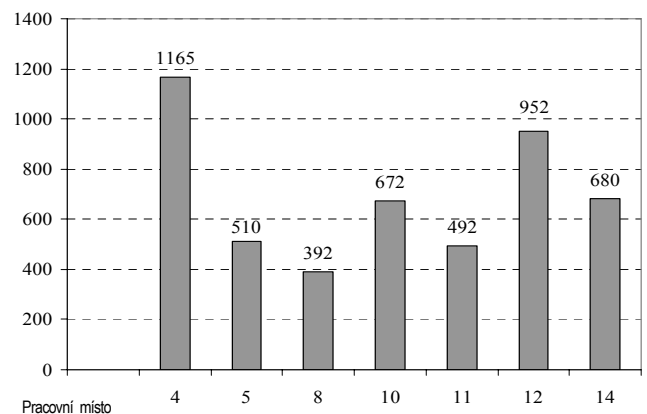
• obrázek 1 Budova s prosklenou fasádou a půdorysné schéma s vyznačením posuzovaných pracovních míst

Jak je uvedeno v půdorysném schématu na obrázku 1, místa označená 1 až 22 jsou pozice s pracovními místy pro administrativní práci, tedy pracovní stoly s počítači. V uvedených místech bylo provedeno měření osvětlenosti a dále byly zjišťovány jasy všech ploch, včetně desek pracovních stolů a monitorů počítače na jednotlivých pracovních místech.

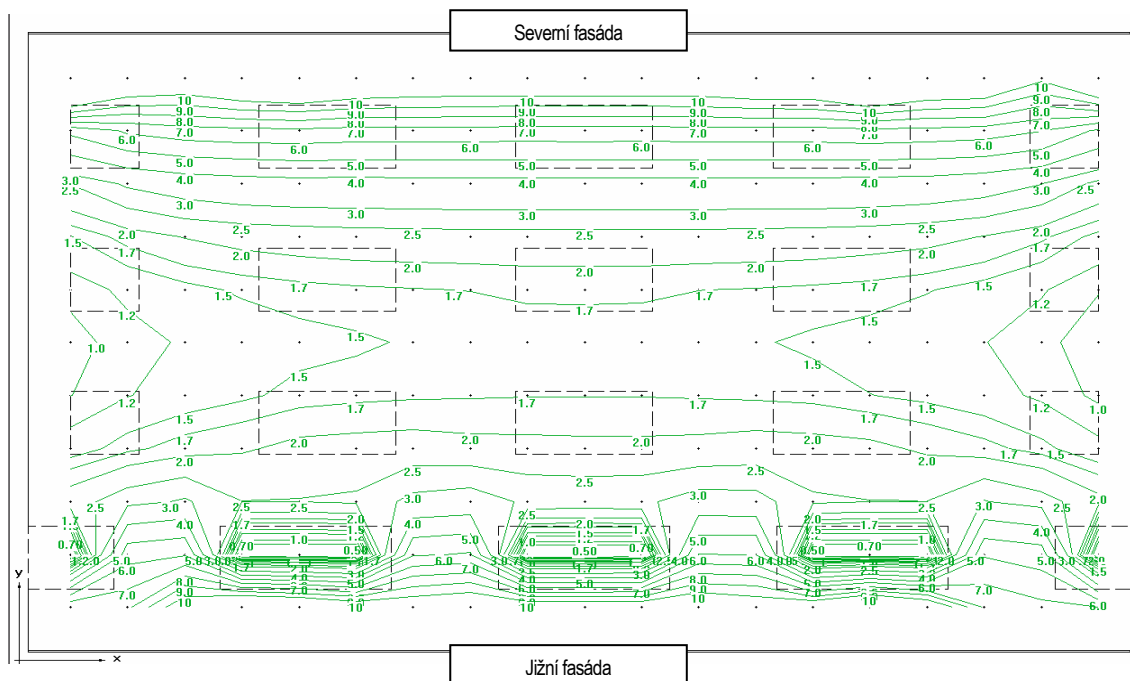
Výsledky posouzení

Osvětlenost pracovních míst byla měřena na jednotlivých podlažích. Na obrázku 2 je uvedena ukázka výsledku z měření na vybraných pracovních místech ve 2. nadzemním podlaží. Osvětlenost byla měřena pomocí luxmetru Minolta T-10 (průměrná venkovní osvětlenost byla 30,4 klx). Nejvyšší osvětlenost je na pozici 4, která je nejbližší prosklené jižní fasády. Osvětlenost pracovního prostoru s prosklenými fasádami byla modelována pomocí počítačového programu WDLS, Astra-obr. 3. Dále bylo provedeno měření jasů pracovních ploch a vyhodnocení maximálních a minimálních hodnot a stanovení poměrů extrémních jasových hodnot.

E [lx]



• obrázek 2 Osvětlenost vybraných pracovních míst ve 2. nadzemním podlaží



• obrázek 3 Osvětlenost - činitel denní osvětlenosti [%] v administrativní části budovy s prosklenými fasádami

Posouzení osvětlenosti v obrázku 3 bylo provedeno pro rovnoměrně zataženou oblohu. Pracovní prostory poblíž jižní fasády jsou však v době přímého slunečního svitu zatíženy oslňováním, jak ukazuje obrázek 4 porovnáním jasových poměrů na pracovním místě 1 a 4 ve 2. nadzemním podlaží.

Pracovní místo 1

Max jas: 362 cdm^{-2}

Min jas: $121,6 \text{ cdm}^{-2}$

Jas okna (s roletou) v jižní fasádě
6112 cdm^{-2}

Jas okna v severní fasádě: 3114 cdm^{-2}

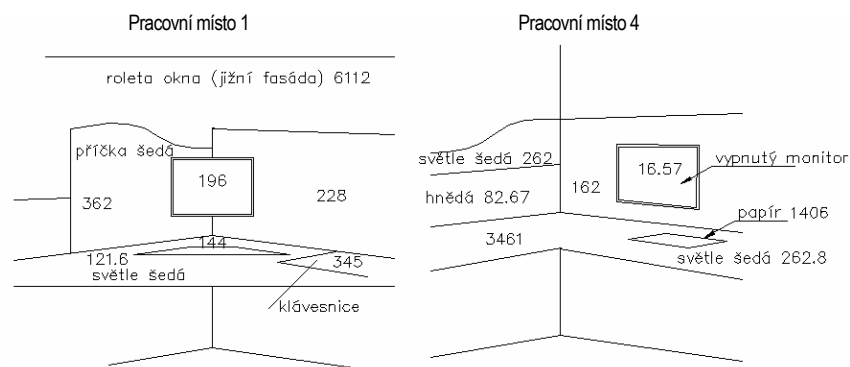
Poměr extrémních hodnot jasů 25:1

Pracovní místo 4

Max jas: 3461 cdm^{-2}

Min jas: $16,57 \text{ cdm}^{-2}$

Poměr extrémních hodnot jasů 194:1



• obrázek 4 Jasové poměry pracovního místa 1 a pracovního místa 4

Závěr

Rozdílné hodnoty jasů zjištěné v jednotlivých pracovních místech ukazují na nevhodné světelné podmínky. Tato budova je dále monitorována a na základě výsledků komplexního vyhodnocení z delšího časového období se připravují opatření pro zlepšení. Pokud by se posoudily světelné podmínky v prosklených budovách u nás, došli bychom pravděpodobně v mnoha případech k podobným výsledkům. Při návrhu prosklených fasád, u kterých jsou v dnešní době již dostatečně brány v úvahu požadavky na tepelnou izolaci a omezení tepelných ztrát, je zvažování vhodných interiérových světelných podmínek často opomíjeno. Nejen požadovaná osvětlenost uvnitř místností, kterou velké prosklené plochy jistě zajistí, ale také dostatečná rovnoměrnost denního osvětlení a zamezení oslňování jsou základními požadavky pro zajištění zrakové pohody v budovách [1].

Literatura a odkazy

- [1] Ward, I, Altan, H., Mohelníková, J., Plšek, D. Environmental evaluation of an active facade in a naturally ventilated office building. The international conference PLEA 2006, Geneva Switzerland, 2006
- [2] ČSN 730580 Denní osvětlení budov. Část 1 – Základní požadavky (1999)

Modelování denní osvětlenosti místnosti s horním a bočním osvětlením

Jitka Mohelníková, Ing., PhD, František Vajkay, Ing.
Fakulta stavební VUT v Brně, mohelnikova.j@fce.vutbr.cz

Návrh budov by měl být optimalizován mimo jiné také za účelem zajištění dostatečného denního osvětlení a zamezení oslňování v obytných a pracovních prostorech. Optimalizovaný návrh budovy vyžaduje řešení návrhových alternativních studií. Pro řešení těchto studií je možné s výhodou využít počítačových simulačních programů. Modelování denní osvětlenosti místností pomocí počítačových programů slouží jako pomůcka pro určení vhodného počtu osvětlovacích otvorů a jejich správného umístění vzhledem k požadovaným zrakovým činnostem pro zajištění vhodných světelných podmínek.

Modelování denní osvětlenosti místnosti

Počítačové modelování denní osvětlenosti bylo provedeno na referenční místnosti o rozměrech 4 x 5 x 3 m³. Denní osvětlení místnosti bylo navrženo ve dvou variantách:

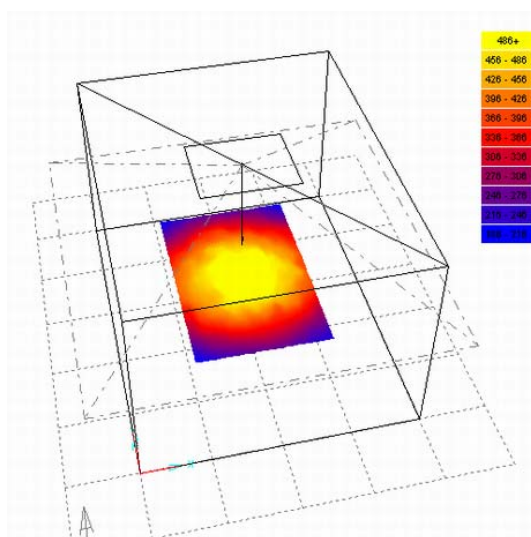
- Varianta 1: místnost osvětlovaná pomocí horního osvětlení střešním světlíkem,
- Varianta 2: místnost osvětlovaná pomocí bočního osvětlení oknem.

Simulace denního osvětlení pro posouzení jednotlivých osvětlovacích systémů byly provedeny pomocí počítačových programů Ecotect 5.20 [1] a Radiance 2.0b [2]. Výsledky uvedených simulací jsou vyhodnoceny za předpokladu rovnoměrně zamračené CIE oblohy a pro následující podmínky:

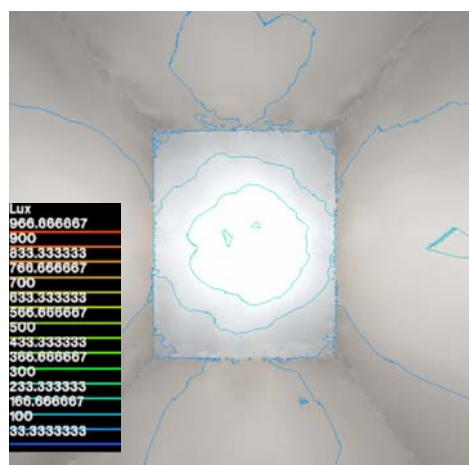
- odrazivost vnitřních povrchů $\rho=0.70$ (stěny a strop), $\rho=0.25$ (podlaha),
- světelná propustnost zasklení $\tau=0.70$,
- plocha transparentní osvětlovací části u výplně otvoru je 1.6 m².

Varietní studie denní osvětlenosti uvedené referenční místnosti byly provedeny pro pracovní rovinu ve výšce 850 mm nad podlahou v programu Ecotect. Horní pohled do posuzované místnosti je výsledkem počítačových simulací v programu Radiance.

Varianta 1: Osvětlenost místnosti s horním osvětlovacím otvorem



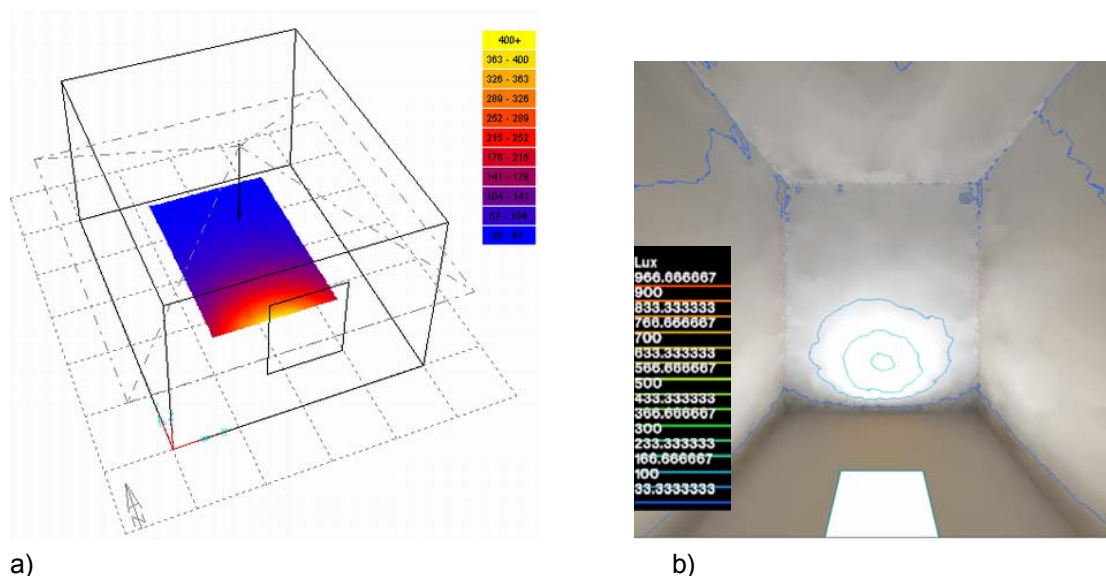
a)



b)

- Obrázek 1 Počítačová simulace denní osvětlenosti referenční místnosti se světlíkem
a) Model – Ecotect (osvětlenost na pracovní rovině) , b) Model - Radiance (pohled do místnosti)

Varianta 2: Osvětlenost místnosti s bočním osvětlovacím otvorem



• Obrázek 2 Počítačová simulace denní osvětlenosti referenční místnosti s oknem
a) Model – Ecotect (osvětlenost na pracovní rovině) , b) Model - Radiance (pohled do místnosti)

Závěr

Uvedené modely a jejich vzájemné porovnání ukazují na vyšší osvětlenost místnosti v případě návrhu horního světlíkového osvětlovacího otvoru umístěného nad středem dispozice.

Použité programy Radiance a Ecotect jsou počítačové simulační systémy sloužící pro komplexní posouzení denní osvětlenosti v budovách. Umožňují světelná modelování pro různé venkovní podmínky, tedy nejen pro rovnoměrně zataženou oblohu.

Při návrhu budov a jejich modelování za účelem zajištění dostatečné denní osvětlenosti místností je obecně vyžadováno zohlednění následujících požadavků:

- rozměry osvětlovacího otvoru a jeho umístění,
- světelná propustnost zasklení,
- druh použitých stínících prostředků (rolety, žaluzie apod.) jejich vliv na světelné ztráty zasklením,
- rozměry posuzovaného prostoru,
- plocha a světelná odrazivost vnitřních povrchů v interiéru,
- definování vnějších klimatických podmínek – zatažená nebo jasná obloha, popř. orientace osvětlovacího otvoru vzhledem ke světovým stranám,
- odrazivost a geometrie okolních stínících překážek a také terénu kolem posuzované budovy.

Zvážení všech uvedených požadavků při zadávání modelů denního osvětlení pomocí počítačových simulačních programů dává předpoklady pro reálné výsledky sloužící pro optimalizovaný návrh s vhodným denním osvětlením pro zajištění zrakové pohody vnitřních prostor budov.

Literatura a odkazy

- [1] Počítačový program Ecotect, <http://www.squ1.com>
- [2] Počítačový program Radiance - Synthetic Imaging System, <http://www.artifice.com/cgi-bin/alk?http://radsite.lbl.gov/radiance/>
- [3] Kittler, R., Darula, S., Perez, R., A set of standard skies, Final Report of project US-SK 92 052, Polygrafia SAV, Bratislava, 1998
- [4] ČSN 73 0580–1 Denní osvětlení budov. Část 1: Základní požadavky (1999)
- [4] ČSN 730580-2 Denní osvětlení budov. Část 2: Denní osvětlení obytných budov (1992)+ změny Z1 (1997), Z2(1999)
- [5] ČSN EN 12665 (ČSN 36 0001): 2003 Světlo a osvětlení - Základní termíny a kritéria pro stanovení požadavků na osvětlení

Generel VO v Ostravě

Alena Muchová, Ing., Petra Zatloukalová

PTD Muchová, s.r.o, www.ptdov.cz, muchova@ptdov.cz,
Ostravské komunikace, a.s., www.okas.cz, zatloukalova@okas.cz

Úvod

Slovo generel znamená ucelený projekt, souhrn opatření. Generel veřejného osvětlení (dále VO) je dokument, který má několik částí a to je zdokumentování současného stavu, hlavní zásady koncepce v oblasti veřejného osvětlení a v neposlední řadě cíle a povinnosti majitele zařízení.

V Ostravě má generel veřejného osvětlení mnohaletou tradici. První generel byl vytvořen již v 70. letech minulého století a byl aktualizován každých 10 let. Vzhledem ke změnám ve světelné technice, v elektrotechnice i v normotvorné oblasti, je v současnosti nutná aktualizace po 5 letech.

Obsah generelu

Úvodní část generelu uvádí základní zákonné požadavky na obec v oblasti VO, upřesňuje organizační zabezpečení všech činností ve VO a v neposlední řadě provádí rozbor stávajícího stavu VO.

V Ostravě pro město zabezpečuje akciová společnost Ostravské komunikace správu, opravy a údržbu veřejného osvětlení. Investiční výstavbu ve VO zajišťuje investiční odbor magistrátu na základě rozpočtu každoročně schvalovaného zastupitelstvem města. Řídící, koordinační a metodickou činnost v oboru VO provádí odbor dopravy magistrátu. Generel VO vymezuje hlavní povinnosti všech tří organizačních složek.

V rámci zpracování generelu byla provedena aktualizace současného stavu zařízení VO.

Za období od 1.1.1999 do 31.12.2005 došlo ke změnám základních technických dat, viz. tab.1. Počet světelných míst je trvale proměnnou veličinou (rekonstrukce VO, doplňování a dostavby, nová výstavba, dopravní změny, instalace nových soustav pro zvýšení bezpečnosti – nasvětlení přechodů pro chodce, osvětlení odstavných ploch a parkovišť) s dopadem na celkový instalovaný příkon. V roce 2000 se projevil trend plošné racionalizace soustav VO.

• tab. 1

| | 1998 | 2000 | 2005 |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Délka osvětlovaných komunikací | 1 470 km | 1 480 km | 1 496 km |
| Instalovaný příkon VO | 5 752 kW | 4 500 kW | 4 760 kW |
| Celková délka vedení VO | 1 975 km | 1 982 km | 1 999 km |
| z toho: kabelové vedení | 1 284 km | 1 288 km | 1 308 km |
| venkovní vedení | 691 km | 694 km | 691 km |
| Počet světelných míst | 33 078 ks | 33 600 ks | 35 634 ks |
| Počet zapínacích bodů s elektroměry | 594 ks | 570 ks | 567 ks |

Ostrava se nyní nachází, tak jako ostatní města republiky, v etapě, kdy ve velkém rozsahu stárne VO velkých sídlištních celků budovaných v létech intenzivní výstavby sídlišť a komunikací (1965 – 1980). Stáří zařízení a potřeby rekonstrukcí konkrétněji specifikuje „Strategie plánu rekonstrukcí VO města Ostravy“ z roku 2003.

Po rozboru stávajícího stavu VO generel VO určil nezbytné finanční krytí na rekonstrukce VO v nejbližších 5 letech. Tato část generelu byla radou města vzata na vědomí, ostatní kapitoly byly přijaty jako koncepční materiál města.

Světelně technická část generelu kromě toho, že zahrnuje všechny požadavky na světelně technický projekt znovu zdůraznila, že platné ČSN je nutno dodržovat i když jsou nezávazné. K tomu je nutné, aby objednatel dokumentací a staveb (většinou město) při uzavírání smluv vyžadoval uplatňování ČSN a technických předpisů, čímž se stanou závaznými pro dané dílo. Také správce VO, jako neopomenutelný účastník stavebního řízení pro stavby VO ve městě, musí dbát na respektování technických a provozních požadavků na VO. Projektant -

světelný technik je povinen předložit správci VO světelně technický návrh osvětlení projektované soustavy VO. Správce posoudí, zda projektant správně zatřídil komunikaci, zda jsou regulérně zadány vstupní údaje výpočtu – tj. výška stožárů, typ svítidla, druh zdroje, hodnota udržovacího činitele a zkontroluje výstupní údaje – požadavky dle zatřídění komunikace. Za správnost výpočtu je zodpovědný projektant, světelný technik. Nepotvrdí-li následně měření světelně technických parametrů soustavy VO po uvedení do provozu správnost výpočtu, je projektant plně zodpovědný za vady výpočtu. Správce neposuzuje metodu výpočtu, pouze vstupní údaje a požadované hodnoty osvětlení.

Dále byly stanoveny zásady pro osvětlení důležitých a nebezpečných míst - přechody pro chodce, tunely, podjezdy, podchody, průchody, pasáže a v neposlední řadě zastávky městské hromadné dopravy. Tato místa nejsou řešena v nových normách pro veřejné osvětlení a bývají mnohdy příležitostí pro „lidovou tvořivost“ projektantů. Bylo rozhodnuto, že je nutno držet jednotnou koncepci v celém městě, které je rozděleno na 23 městských obvodů. Kromě investic magistrátu jsou ještě investice do VO i v jednotlivých obvodech, většinou je VO jedním stavebním objektem při budování nových komunikací, regeneracích sídlišť aj. stavbách. Každý stavební úřad v jednotlivých obvodech obdržel generel a tudíž může posuzovat VO dle jednotných zásad.

Kapitola architekturního osvětlení a osvětlení parků a sadů shrnuje hlavní zásady při nesvětlování těchto lokalit. Součástí je i seznam městem nasvětlených architektur a seznam požadavků na nasvětlení. Tyto seznamy byly odsouhlaseny s jednotlivými městskými obvody.

Část projektování a výstavba zařízení VO uvádí souhrn předpisů pro projektování a výstavbu. Nejdůležitější jsou citovány přímo v této kapitole a všechny jsou součástí přílohové části generelu. Je zde uveden zákon 50/1976 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů je doplněn vyhláškou č.132/1998 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení stavebního zákona, ve znění pozdějších předpisů. Z hlediska staveb VO jsou velmi důležité §§ 32, 36, 56, 58, 61 stavebního zákona a §§ 3, 16, 18 prováděcí vyhlášky. Dále se stavebním zákonem souvisí vyhláška č.137/1998 Sb., o obecných technických požadavcích na výstavbu. Z ostatních zákonů je nejpodstatnější zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Tento zákon nahradil zákon č. 142/1991 Sb., o československých technických normách a rozlišuje technické předpisy, normy a zavádí pojem harmonizované normy. Vedle zákona č. 22/1997 Sb. bylo vydáno 14 nařízení vlády ČR z nichž jsou nejpodstatnější nařízení vlády č. 17/2003 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na elektrická zařízení nízkého napětí, nařízení vlády č. 163/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky, ve znění pozdějších předpisů, nařízení vlády č. 18/2003 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na výrobky z hlediska jejich elektromagnetické kompatibility, nařízení vlády č. 173/1997 Sb., kterým se stanoví vybrané výrobky k posuzování shody, ve znění pozdějších předpisů, nařízení vlády č. 179/1997 Sb., kterým se stanoví grafická podoba české značky shody, její provedení a umístění na výrobku, ve znění pozdějších předpisů. Z hlediska platnosti technických norem (ČSN, EN) je důležité zdůraznit, že platné jsou všechny ČSN, které jsou uvedeny v platném seznamu českých technických norem, byly vyhlášeny ve Věstníku ÚNMZ a nebyly do dnešního dne zrušeny. Podle zákona č. 22/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů mají všechny normy dobrovolný charakter a to i ty normy, které byly do 31.12.1999 závazné a schvalované ještě podle zákona č.142/1991 Sb., o československých technických normách. Nezávaznost technických norem znamená, že je možno navrhovat a realizovat i odlišná technická řešení než normou stanovená, vždy je však nutno prokázat dosažení minimálně stejné úrovně bezpečnosti zařízení (v našem případě elektrického zařízení).

Oprávnění k projektování elektrických zařízení je dána odbornou způsobilostí projektantů elektro podle vyhlášky ČÚBP a ČBÚ č. 50/1978 Sb., o odborné způsobilosti v elektrotechnice, ve znění pozdějších předpisů. Oprávnění projektovat stavby, které podléhají územnímu a stavebnímu řízení podle Stavebního zákona, je dáno zákonem č.360/1992 Sb. o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, ve znění pozdějších předpisů.

Definice stupňů projektové dokumentace a vymezení minimálního obsahu dokumentací slouží jako vodítko jak pro posuzování dokumentací technikem Správy VO, tak pro stavební úřady.

Zvláštní pozornost návrhu osvětlení je nutno věnovat **na územích se zvláštní ochranou**, kde je kladen důraz na návaznost osvětlení na architekturu a přírodní podmínky v daném území.

Tato území jsou:

- Území chráněná zákonem ČNR č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči, ve znění pozdějších předpisů
 - Území chráněná zákonem č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny ve znění pozdějších předpisů
- V přílohové části je uveden seznam městských památkových zón, památkových ochranných pásem, národních přírodních památek, chráněných přírodních oblastí, přírodních krajinných prvků včetně chráněných stromů.

Významnou kapitolou je výstavba zařízení VO. Podrobné vymezení prací před zahájením stavby, v průběhu stavby a po dokončení stavby pomáhá v praxi k plynulosti investiční výstavby. Sepsání postupu pro uvádění zařízení VO, které bylo vybudováno jinými investory než majitelem zařízení, do majetku města zprůhlednilo tuto velmi složitou část nových staveb.

Část údržba VO a její členění má 5 kapitol – pasportizace VO, členění a organizace údržby VO, revize VO, specifické otázky údržby VO a nakládání s odpady.

Nejvýznamnější kapitolou je členění a organizace údržby VO. Výkon činností je specifikován Generelem VO a obsahem Základních technických a kvalitativních předpisů. Přesné rozlišení běžné a preventivní údržby napomáhá technikovi správy VO při zadávání jednotlivých prací. V Ostravě od letošního roku dostala preventivní údržba nový řád, je prováděna dle připravených technických dokumentací a tím jednoznačně kontrolovatelná. Provádění preventivní údržby přináší nejen snížení nákladů běžné údržby, ale hlavně zlepšení celkového technického stavu provozovaného zařízení po celou dobu jeho životnosti a snížení poruchovosti zařízení. Po několika cyklech důsledného provádění preventivní údržby může dojít k posunu hranice životnosti zařízení VO.

Mimo běžného provozu a údržby VO musí vlastník a provozovatel řešit ještě jiné spojité problémy, které přináší umístění zařízení ve veřejném městském prostoru a jeho vlastní provedení, zejména pak umístění nosných konstrukcí - stožárů, výložníků. Generel VO upřesnil řešení těchto specifických případů. Je obecně rozšířené společné využívání podpěr nadzemního venkovního vedení ve dvou případech - na stožárech distributora elektrické energie a na trakčních stožárech nesoucích trolejové vedení dopravního podniku. Společné využití podpěr je ekonomické a hlavně šetrné pro životního prostředí i pro vzhled města. V těchto případech je podpora majetkem vlastníka sítě, pro kterou byla vystavěna. Postup při jednání s vlastníkem, montáži a údržbě VO je stanoven generelem.

Stožáry, výložníky a kabelový rozvod zařízení VO jsou v mnoha případech umístěny na pozemcích nebo objektech ve vlastnictví jiných subjektů než vlastníka VO - města. Tím, že nejsou z minulosti zřízena věcná břemena, dochází např. i k prodejm domů státem (městem, obvodem) do soukromého vlastnictví, aniž je ošetřeno zařízení VO, které je na objektu umístěno. Je proto naprosto nezbytné stanovit a dodržovat pravidla řešení těchto zařízení. Naopak i stožáry VO jsou využívány jako podpěry pro cizí nadzemní vedení. Každý, kdo zamýšlí využít stožáry VO musí individuálně řešit tuto žádost se Správou VO. K této problematice jasně hovoří ČSN 34 8340 v čl. 22: „Na stožár se nemá upevňovat žádné další zařízení. Je-li upevnění dalšího zařízení nutné, nesmí být překročen jmenovitý vrcholový tah stožáru“.

Je obvyklé reklamní využití stožárů VO, které je předmětem samostatně řízené činnosti OK, a.s., kde bylo zřízeno oddělení - Reklama na VO. Pro umístování reklamních panelů na stožáry platí naprosto stejné podmínky uvedené výše. Na rozdíl od kontrolních výpočtů působení sil zavěšeného vedení, je v tomto případě nutné kontrolovat působení vibrací a sil vznikajících plošným odporem tabule ve větru.

Vlastník VO je konečným odběratelem elektrické energie od distributora na základě smluvního vztahu. SMO ani OK, a.s. nejsou autorizované osoby z hlediska zákona č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a výkonu státní správy v energetických odvětvích a o Státní energetické inspekci, proto nejsou oprávněny dále distribuovat elektrickou energii. Z uvedeného vyplývá, že vlastník ani správce VO nesmí povolit připojení jiného zařízení jiného vlastníka na rozvod VO a sjednat za to úplatu. Pro každý takový požadavek, vznesený na správce VO je rozhodující stanovisko distributora elektrické energie ČEZ Distribuce, a.s. Teprve v případě jeho souhlasu, může vlastník VO napojení odsouhlasit s podmínkami Správy VO z hlediska provozu VO a zajištění bezpečnosti při obsluze a údržbě zařízení VO.

Na kvalitativní parametry osvětlovacích soustav negativně působí zejména trvalý růst blízké vzrostlé veřejné zeleně. Původní osvětlovací soustavy blížící se rekonstrukci jsou významnou měrou zastihovány korunami stromů. Soustavy VO postavené v rámci KBV nebo výstavby komunikačních propojení byly propočteny a navrženy s ohledem na stávající (projektovanou) zeleň a nebyly s ní v kolizi. Dnešní kolizní stavy vytvořila následná nekoordinovaná, necitlivá dosadba vzrostlé zeleně, která neuvážila stav po dosažení plného vzrůstu právě vysazované dřeviny v blízkosti stožárů VO nebo na kabelové trase VO. Nepromyšlená výsadba zeleně přináší zbytečné zvyšování nákladů vlastníka VO na rekonstrukce stávajícího zařízení.

Pro veřejné osvětlení jsou stanoveny technické parametry, kterými je projektant a provozovatel vázán, a které jsou předepsány platnou technickou normou. K zajištění je však nutné mít k dispozici volný prostor pro umístění světelných míst v bezprostřední blízkosti osvětlované komunikace nebo plochy.

Samostatnou problematikou je provoz a údržba slavnostního (architekturního) osvětlení. Vzhledem k tomu, že se jedná o specifické osvětlovací soustavy - odlišná svítidla od VO, jiné uložení, požadavek na přesné směřování, clonění, dodržení typů světelných zdrojů apod., doporučuje generel VO pro provoz a údržbu specializovat pracovníky údržby na tyto soustavy, aby necitlivými zásahy nebo z nevědomosti nedošlo při údržbě k porušení původního (nákladného) světelně technického návrhu a realizace (zkoušky, směřování, ladění barevností) a tím k celkovému znehodnocení architekturního slavnostního nasvětlení. Podle typu nasvětlení a charakteru objektu je nutno stanovit, po projednání s odborem dopravy magistrátu, konkrétní dobu provozu a provést nezbytné úpravy a osazení spínacích prvků.

Vánoční osvětlení je součástí soustavy VO a významně přispívá k sváteční atmosféře města. Na základě zkušeností z uplynulých let byla v generelu upravena závazná pravidla vánočního osvětlování. V Ostravě jsou prvky vánočního osvětlení plně v majetku městských obvodů, proto pořizování, mimo sezónní údržba, uskladnění a přeprava vánočních prvků je plně v režii městských obvodů. Náklady montáže a demontáže, připojení a odpojení vánočních prvků a provádění údržby ve stanovené době provozu plně hradí městské obvody. Náklady za spotřebu elektrické energie vánočního osvětlení nese Statutární město Ostrava. Generel stanovuje maximální dobu provozu vánočního osvětlení.

Závěrečnou část generelu tvoří ekonomické hodnocení venkovního osvětlení, které je členěno na provozní a investiční náklady. Provozními náklady zařízení VO jsou všechny náklady vynaložené na výkon správy VO včetně zajištění nepřetržitého poruchového dispečinku a zásahové poruchové služby, na úhradu spotřebované elektrické energie, na zajištění údržby, na zabezpečení periodických revizí, provozních technických dokumentací, na zpracování a aktualizaci pasportu VO. Investiční náklady zahrnují veškeré náklady na rekonstrukce VO a nové stavby VO. Byla provedena rekapitulace prostředků vynaložených na VO za posledních 5 let a následně byl proveden propočet potřebných nákladů preventivní i běžné údržby. Byl vypracován předběžný odhad nákladů do rekonstrukcí VO a nastíněn vývoj nákladů pro investiční kapitoly VO městského rozpočtu.

Součástí **přílohové části** je základní názvosloví v oboru veřejného osvětlení, přehled zákonů, vyhlášek, norem a předpisů, správní členění Statutárního města Ostravy. Velmi důležitou přílohou jsou dopravně nebezpečná místa - křižovatky s nejvyšším počtem nehod, křižovatky s nejvyšší závažností nehod, úseky s nejvyšším počtem nehod, úseky s nejvyšší závažností nehod, úseky s vysokou nehodovostí chodců. Jak již bylo uvedeno výše, nezanedbatelnou částí přílohy je seznam území se zvláštní ochranou.

Závěr:

Úkolem generelu je prohloubení, upřesnění a rozvinutí koncepce veřejného osvětlení. Provedli jsme analýzu současné situace a navrhli další postup při řízení, údržbě i výstavbě veřejného osvětlení ve městě.

Světelné zdroje – srdce osvětlovacích soustav

Tomáš, Novák, Ing., Ph.D.

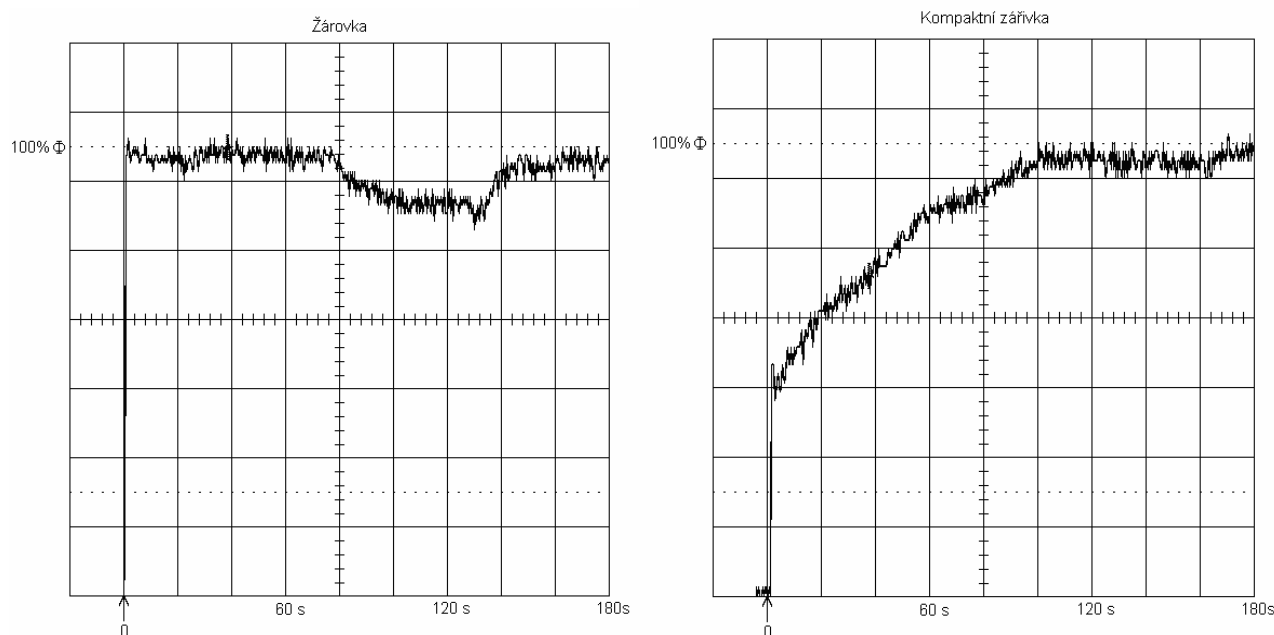
VŠB-TU Ostrava, tomas.novak1@vsb.cz

Příspěvek si klade za cíl komplexní posuzování vlastností světelných zdrojů, které se nejčastěji používají v osvětlovacích soustavách instalovaných v ČR. Protože světelné zdroje ve většině případů nepůsobí samostatně, je nutné jejich posuzování v rámci širších souvislostí. To znamená, že je nutné světelné zdroje posuzovat nejen na základě jejich základních světelně-technických vlastností, ale také z pohledu možností jejich provozu ve svítilnách, či z pohledu celých osvětlovacích soustav. Nelze ale opomenout ani okolní vlivy, z nichž je třeba klást důraz zejména na teplotu okolí svíceného zdroje, ale také na zpětné vlivy, které vznikají vlivem odběru proudu při provozu světelných zdrojů.

Žárovky

Žárovky jsou světelné zdroje se kterými je nutné stále počítat, protože přes všechny své negativní vlastnosti (krátká doba života a nízký měrný výkon) stále disponují nejlepším indexem podání barev a v rámci klasických osvětlovacích soustav i vysokou rychlostí náběhu na 100 % světelného toku. V neposlední řadě jsou to stále nejlevnější světelné zdroje. Výše uvedené vlastnosti je stále řadí k nevyhledávanějším světelným zdrojům pro všeobecné osvětlování.

V současných „velkých“ osvětlovacích soustavách, u kterých jsou kladeny vysoké nároky na ekonomiku a bezpečnost provozu, se svítilna osazená žárovkami využívají především jako součást bezpečnostního osvětlení (viz. ČSN EN 12193) v kombinaci s výbojkovým osvětlením, které při krátkodobém výpadku napájecího napětí, není schopno po dobu několika minut realizovat svůj teplý restart. Jako příklad srovnání rychlosti náběhu světelného toku je na obr. 1 uvedeno srovnání náběhových charakteristik žárovky a kompaktní zářivky.

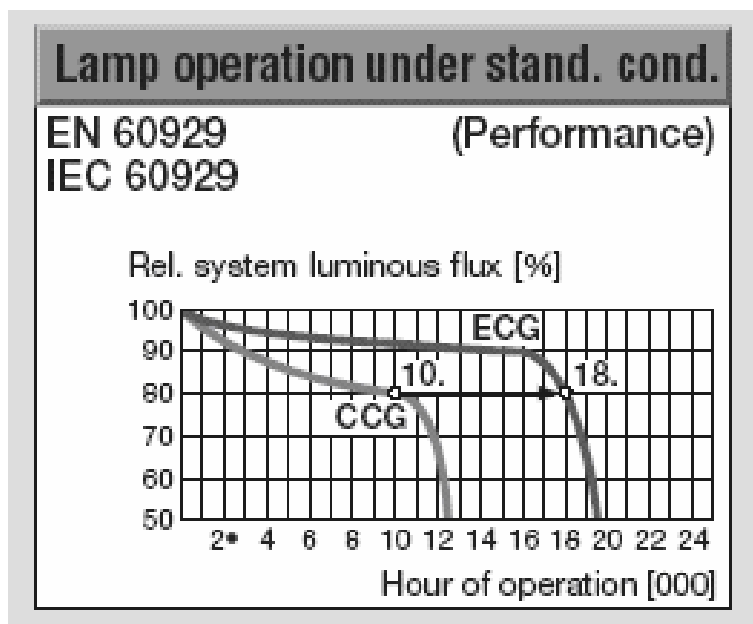


• Obrázek 1 - náběhová charakteristika žárovky a kompaktní zářivky (měřeno na VŠB-TU Ostrava)

Zářivky

Lineární zářivky vyrábějí okolo 70 % umělého světla na celém světě. Jsou velice výhodné zejména z ekonomického hlediska, protože se vyznačují vysokým měrným výkonem. Zářivka spotřebuje jen přibližně pětinu elektrického proudu než žárovka. Používají se především v rámci interiérových osvětlovacích soustav, u kterých není nutné brát v potaz teplotní závislost a relativně malý světelný tok vycházející z velké plochy světelného zdroje. Tato vlastnost (malý světelný tok vycházející z velké plochy) může být chápána jako velká výhoda u osvětlovacích soustav s relativně nízkou závěsnou výškou, kdežto u vysokých závěsných výšek už mohou nastat problémy se směřováním světelného toku a příliš velkým počtem světelných bodů.

Pro optimální provoz osvětlovacích soustav osazených zářivkami je však velmi důležitá znalost úbytku světelného toku v závislosti na odsvíceném počtu hodin. Pro velmi rychlou ukázkou je použita lineární zářivka OSRAM L 58 W/830 o průměru 26 mm. V níže uvedeném grafu lze odečíst závislost relativního světelného toku osvětlovací soustavy s konvenčními předřadníky a s předřadníky OSRAM QUICKTRONIC PROFESSIONAL. Tyto závislosti byly získány za definovaných podmínek vypínání světelných zdrojů v rámci doby jejich provozu.



• Obrázek 2 - závislost relativního světelného toku osvětlovací soustavy s konvenčními předřadníky a s předřadníky OSRAM QUICKTRONIC PROFESSIONAL pro lineární zářivky OSRAM T8 na počtu odsvícených hodin [4]

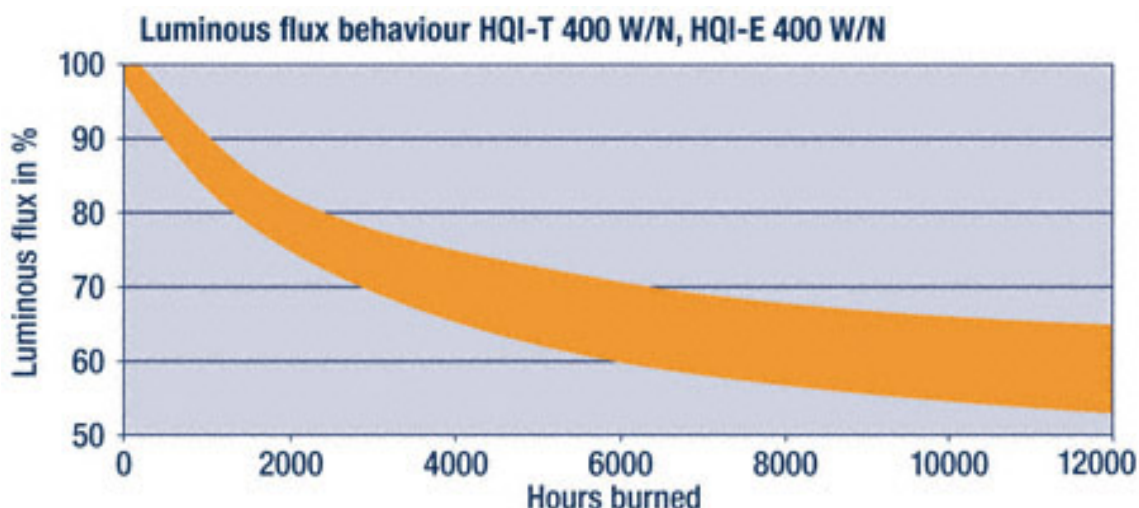
Z obrázku 2 je jasné patrné že udržovací činitel u zářivek silně závisí na volbě typu předřadného přístroje. Pro celkový udržovací činitel $Z = 0,8$ se interval výměny světelných zdrojů při provozu na konvenčních předřadnicích může blížit k max. 10000 h, zatímco při provozu na elektronických předřadnicích se interval výměny světelných zdrojů může blížit až k 18000 h. Je nutné připomenout nutnost pravidelného čištění svítidel a světelných zdrojů.

Halogenidové výbojky

Tyto světelné zdroje se používají především do vyšších závěsných výšek. Díky velmi malému hořáku mají velké možnosti při směřování jejich světelného toku. Jsou vhodné i pro osvětlování pracovních prostor, protože vykazují velmi slušný index podání barev. Je nutné upozornit na téměř nulové možnosti stmívání takovýchto světelných zdrojů a velkou prodlevu po vypnutí osvětlovací soustavy, která je spojena s problematickým teplým startem. Nejdůležitějším parametrem na který je nutné poukázat je však stárnutí halogenidových výbojek, které probíhá mnohem razantněji a rychleji než u jiných standardně používaných světelných zdrojů. Tuto vlastnost je nutné zohledňovat při volbě udržovacího činitele při výpočtech osvětlovacích soustav.



• Obrázek 3 - závislost počtu funkčních halogenidových výbojek OSRAM HQI-T na počtu odsvícených hodin [2]



• Obrázek 4 - závislost velikosti světelného toku halogenidových výbojek OSRAM HQI-T na počtu odsvícených hodin [2]

Z výše uvedených grafů počtu funkčních světelných zdrojů a úbytku světelného toku v závislosti na čase pro výbojku OSRAM HQI-T 400/N, lze odečíst činitel stárnutí světelných zdrojů (Z_z) a činitel funkční spolehlivosti světelných zdrojů (Z_{fz}). Následující tabulka (Tab 1) vychází ze středních hodnot odečtených z výše uvedených závislostí a ukazuje na velikost udržovacího činitele (zanedbán činitel znečištění svítidel a činitel znečištění ploch osvětlovaného prostoru) v závislosti na výměně (skupinové výměně) světelných zdrojů osvětlovací soustavy.

| Počet odsvícených hodin – interval výměny světelných zdrojů [h] | 1000 | 1500 | 2000 | 4000 | 6000 | 8000 | 10000 | 12000 |
|---|------|------------|------|------|------|------|-------|-------|
| činitel funkční spolehlivosti světelných zdrojů Z_{fz} [-] | 0,98 | 0,97 | 0,96 | 0,92 | 0,86 | 0,8 | 0,7 | 0,6 |
| činitel stárnutí světelných zdrojů Z_z [-] | 0,87 | 0,83 | 0,78 | 0,7 | 0,65 | 0,62 | 0,6 | 0,58 |
| udržovací činitel $Z = Z_{fz} \cdot Z_z$ [-] | 0,85 | 0,8 | 0,75 | 0,64 | 0,56 | 0,5 | 0,42 | 0,35 |

• Tabulka 1 - tabulka hodnot udržovacích činitelů svítidel osazených halogenidovými výbojkami OSRAM HQI-T 400/N

Pokud tedy projektant akceptuje celkový udržovací činitel 0,8, je nucen u halogenidových výbojek doporučit čištění svítidel a plošnou výměnu světelných zdrojů v intervalu , který se pohybuje do 1500 h (dle typu svítidel a čistoty prostředí).

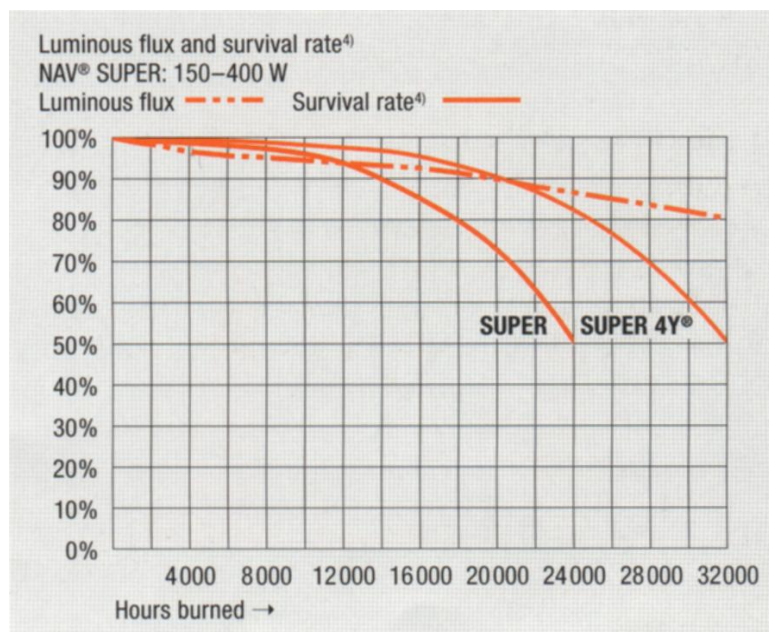
Z hlediska praxe je tento interval zcela nereálný a pohybuje se v oblasti utopie. Na základě zkušeností lidí, kteří osvětlovací soustavy nejen navrhují, ale také měří, se dostaneme do zcela standardní situace, kdy probíhá plošná výměna světelných zdrojů až po výpadku cca 40-ti % světelných zdrojů ($Z_{fz} = 0,6$). Před takovou výměnou se osvětlovací soustava dostává do situace, kdy je schopna produkovat pouze 35 % počátečního světelného toku.

Pokud dochází k individuální výměně světelných zdrojů, snižuje se výrazným způsobem rovnoměrnost osvětlení. Důvod je jasný. Vedle sebe se mohou vyskytnout světelné zdroje nové (100 % světelného toku) a světelné zdroje blížící se k fyzickému konci svého života (50 % světelného toku). K těmto situacím dochází zejména u vícestupňových osvětlovacích soustav, ve kterých mají různé světelné zdroje osvětlovací soustavy odsvíceno různý počet hodin.

Vysokotlaké sodíkové výbojky

Světelné zdroje s velmi vysokou střední dobou života a nízkým indexem podání barev jsou dominantně zastoupeny v oblasti veřejného osvětlení.

Vysokotlaké sodíkové výbojky jsou do tohoto srovnání zahrnuty z toho důvodu, že pro většinu vnitřních sportů na tréninkové úrovni (dle ČSN EN 12 193 – Třída osvětlení III) je akceptován minimální index podání barev 20, což tyto světelné zdroje s indexem podání barev vyšším než 25 bohatě splňují.



• Obrázek 5 - závislost počtu funkčních vysokotlakých sodíkových výbojek OSRAM NAV-T 400 SUPER 4Y a závislost velikosti světelného toku na počtu odsvícených hodin [3]

Z grafů závislosti počtu funkčních vysokotlakých sodíkových výbojek a velikosti světelného toku na počtu odsvícených hodin pro výbojku OSRAM NAV-T 400 SUPER 4Y (Obr 5) je opět proveden odečet udržovacích činitelů závislých na stárnutí světelných zdrojů (Z_z) a funkční spolehlivosti světelných zdrojů (Z_{tz}). Tento odečet je uveden v níže uvedené tabulce (Tab 2). Z tabulky této vyplývá, že interval výměny světelných zdrojů u svítidel osazených vysokotlakými sodíkovými výbojkami, pro celkový udržovací činitel $Z = 0,8$, se může blížit až k hranici 20000 h při pravidelném čištění svítidel a světelných zdrojů.

| Počet odsvícených hodin – interval výměny světelných zdrojů [h] | 2000 | 4000 | 6000 | 8000 | 12000 | 16000 | 20000 | 24000 | 28000 | 32000 |
|---|------|------|------|------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|
| činitel funkční spolehlivosti světelných zdrojů Z_{tz} [-] | 0,99 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,97 | 0,95 | 0,9 | 0,83 | 0,7 | 0,5 |
| činitel stárnutí světelných zdrojů Z_z [-] | 0,98 | 0,97 | 0,96 | 0,95 | 0,94 | 0,93 | 0,9 | 0,86 | 0,84 | 0,8 |
| udržovací činitel $Z = Z_{tz} * Z_z$ [-] | 0,97 | 0,95 | 0,94 | 0,93 | 0,91 | 0,88 | 0,81 | 0,71 | 0,58 | 0,4 |

• Tabulka 2 - tabulka hodnot udržovacích činitelů svítidel osazených vysokotlakými sodíkovými výbojkami OSRAM NAV-T 400 SUPER 4Y

LED

Světelné diody díky rychle se rozvíjejícím technologiím razantně zvyšují svůj měrný výkon. Index podání barev je (u bílých typů) také na velice dobré úrovni. Dalším výrazným plus je u těchto světelných zdrojů výrazně delší doba života než mají výše uvedené klasické světelné zdroje. Světelné diody také částečně nahrazují jednu ze základních vlastností svítidel, což je směrování světelného toku, protože už díky výrobní technologii vyzářují světelný tok pouze pod požadovaným úhlem.

Průměrná doba života LED diod je přibližně 100.000 hodin (to je 22 let , pokud uvažujeme průměrnou dobu svícení 12 hodin denně). Počáteční světelný tok je redukován na 70% po cca 50.000 hodinách a na 50 % po 100.000 hodinách. V současnosti mají bílé diody měrný výkon až 30 lm /W. Brzy se očekává měrný výkon 50 lm / W a ve výhledu více let uvažují výrobci s měrným výkonem okolo 60 – 70 lm / W. Nicméně v současné době se LED diody ve velkých osvětlovacích soustavách zatím nepoužívají zejména z důvodů prozatím nízkých měrných výkonů a neexistence normalizace v této oblasti světelných zdrojů.

Srovnání světelných zdrojů

Vzhledem k tomu, že jsme se ve výše uvedených kapitolách zabývali především výbojovými světelnými zdroji, které jsou v současné době nejvíce osazované ve velkých osvětlovacích soustavách, provedeme jejich srovnání v několika důležitých parametrech, které projektanti při volbě filozofie osvětlovacích soustav často opomíjejí. Protože úbytek světelného toku a doba života světelných zdrojů (interval výměny světelných zdrojů) jsou pouze

některé parametry, které by měli vstupovat do rozhodování o volbě typu světelného zdroje pro konkrétní osvětlovací soustavu, je vhodné uvést základní orientační tabulku (Tab 3), která by mohla dát určitou představu pro další postup při volbě světelného zdroje. Pro srovnání budou použité výše popsané typy světelných zdrojů, které jsou v ČR velmi používané právě pro velké osvětlovací soustavy.

| popis světelného zdroje | halogenidová výbojka (provozovaná na sodíkovém předřadníku) | vysokotlaká sodíková výbojka | lineární zářivka (provozovaná na elektronickém předřadníku) |
|---|---|------------------------------------|--|
| typ | OSRAM HQI-T 400/N | OSRAM NAV- T 400 SUPER 4Y | OSRAM L 58 W/830 |
| orientační příkon svítidla | 460 W | 450 W | 55 W |
| světelný tok světelného zdroje | 42000 lm | 55 500 lm | 5200 lm (s CCG) |
| měrný výkon | 91 lm/W | 123 lm/W | 94,5 lm/W |
| počet světelných zdrojů na 100 klm | 2,38 ks | 1,8 ks | 19,2 ks |
| náhradní teplota chromatičnosti | 3500 K | 2000 K | 3000 K |
| Index podání barev | 65 | 25 | 80 |
| doba dosažení udržovacího činitele 0,8 složeného z činitele stárnutí světelných zdrojů (Z_L) a činitele funkční spolehlivosti světelných zdrojů (Z_{fz}) | Cca 1500 h | Cca 20000h | Cca 18000h |

• Tabulka 3 - tabulka srovnání základních parametrů 3 typů světelných zdrojů

Poznámka k halogenidové výbojce OSRAM HQI-T 400/N

- díky indexu podání barev lze použít pouze výjimečně ve vysokých halách s trvalým pobytem osob (standardně je nutno pro trvalý pobyt osob použít halogenidové výbojky s R_a vyšším než 80)
- díky indexu podání barev není vhodná pro TV přenosy

Poznámka k vysokotlaké sodíkové výbojce OSRAM NAV-T 400 SUPER 4Y

- díky nízkému indexu podání barev je použitelná pro vnitřní osvětlování pouze pro tréninkové účely většiny sportů a některé nenáročné sklady
- velký rozdíl náhradní teploty chromatičnosti od teploty chromatičnosti denního světla

Poznámka k lineární zářivce OSRAM L 58 W/830

- výrazně vyšší počet světelných zdrojů na jednotku světelného toku ve srovnání se 400 W výbojkami

Závěr

Na základě výše uvedených možností proměnlivosti udržovacího činitele, v závislosti na periodicitě výměn světelných zdrojů a volbě světelných zdrojů samotných, je nutné tomuto tématu věnovat vysokou pozornost už ve fázi příprav návrhu osvětlovacích soustav. Diskuze musí probíhat nejen mezi projektantem a investorem, ale také mezi provozovatelem, protože ve většině případů není investor a provozovatel stejný a jejich zájmy tedy nemusí být zcela identické.

Literatura a odkazy

- [1] ČSN EN 12 193 – Světlo a osvětlení – Osvětlení sportovišť
- [2] Technical information – OSRAM – POWERSTAR HQI/HCI, POWERBALL HCI
- [3] Technical information – OSRAM – VIALOX NAV (SON) HIGH-PRESSURE SODIUM LAMPS, CITYLIGHT DS SODIUM XENON LAMPS
- [4] QUICKTRONIC – Technical guide – OSRAM
- [5] Novák, T.: Osvětlování sportovišť pomocí svítidel osazených halogenidovými výbojkami – provoz osvětlovacích soustav, Mezinárodní konference SVETLO - LIGHT 2005, Jasná, Slovensko, 2005
- [6] Pich, J., Mohelníková, J., Suchánek, P.: Osvětlení neosvětlitelných prostor. ERA, Brno 2004, ISBN 80-86517-82-9
- [7] Corsaro, K.: Vývoj LED diod od užití v signalizaci k osvětlení ve městě, Kurz osvětlovací techniky XXIV, VŠB-TU, Kouty nad Desnou, září 2005

Měření světelných parametrů pod noční oblohou

Tomáš, Novák, Ing., Ph.D., tomas.novak1@vsb.cz

František, Dostál, dostalfrantisek@seznam.cz

VŠB-TU Ostrava

Příspěvek vychází z diskuzí o stavu rušivého světla na noční obloze. Protože na toto téma probíhají velmi bouřlivě rozepře mezi biology, astronomy, světelnými techniky, hygieniky a v neposlední řadě i bezpečnostními složkami, rozhodli jsme se, že se pokusíme kvantifikovat současnou situaci tak, abychom se měli v další diskuzi o co opřít. Tedy o znalost světelných parametrů noční oblohy.

Úvod

Vzhledem k tomu, že cest k získání znalostí vlastností noční oblohy z pohledu světelně-technických parametrů bylo hned několik pokusili jsme se je vyzkoušet pomocí námi dostupných prostředků. De-facto jsme zatím použili 3 metody hodnocení stavu noční oblohy:

- vyhodnocování jasů oblohy – k vyhodnocování jasu noční oblohy jsme použili jak klasický jasoměr, tak jasovou kameru, pomocí které lze získat informace z výrazně větší plochy vyšetřované noční oblohy. Tato metoda, která je podrobně popisována v rámci jiných příspěvků, dovoluje mimo jiné i srovnávání výsledků s měřeními, která jsou prováděna v rámci astronomických pozorování. Touto metodou jsme nicméně nemohli snímat celou noční oblohu a ani jsme nemohli měření provádět v delších časových úsecích a porovnávat více naměřených hodnot při různých stavech oblohy.
- vyhodnocování spekter světelného toku, která dopadají z noční oblohy na vyšetřovanou plochu. Tato metoda, která je prozatím ve stádiu ožívování si klade za cíl vyseparování spojité složky světelného toku (přírodní zdroje) od spektra vysokotlakých sodíkových výbojek, které se vlivem provozu veřejného osvětlení podílejí především na umělé složce světelného toku dopadajícího z noční oblohy
- vyhodnocování osvětleností – „nejjednodušší“ metoda vyhodnocování, která umožňuje integrování parametrů celé oblohy pomocí dostatečně citlivého standardního čidla s kosinovým nastavcem. Rozpracování této metody a ukázky prozatím dosažených výsledků bude dále hlavní náplní tohoto příspěvku.

Jak chceme získat informace o noční obloze pomocí měření osvětleností

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 vygenerovaným umělými zdroji světla
- dlouhodobé měření osvětlenosti pod noční oblohou v prostředí, o kterém lze předpokládat že není ovlivněno rušivým světlem vygenerovaným umělými zdroji světla
- dlouhodobé měření osvětlenosti pod noční oblohou v prostředí, o kterém lze předpokládat že je ovlivněno rušivým světlem vygenerovaným umělými zdroji světla a současně v prostředí, o kterém lze předpokládat že není ovlivněno rušivým světlem vygenerovaným umělými zdroji světla. Tato měření musí být v malé zeměpisné vzdálenosti, tak aby bylo možné 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 tohoto 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 osvětleností je nutné vyhodnocování stavu oblačnosti a povětrnostních podmínek vůbec. Protože do osvětlenosti může výrazným způsobem zasahovat 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.

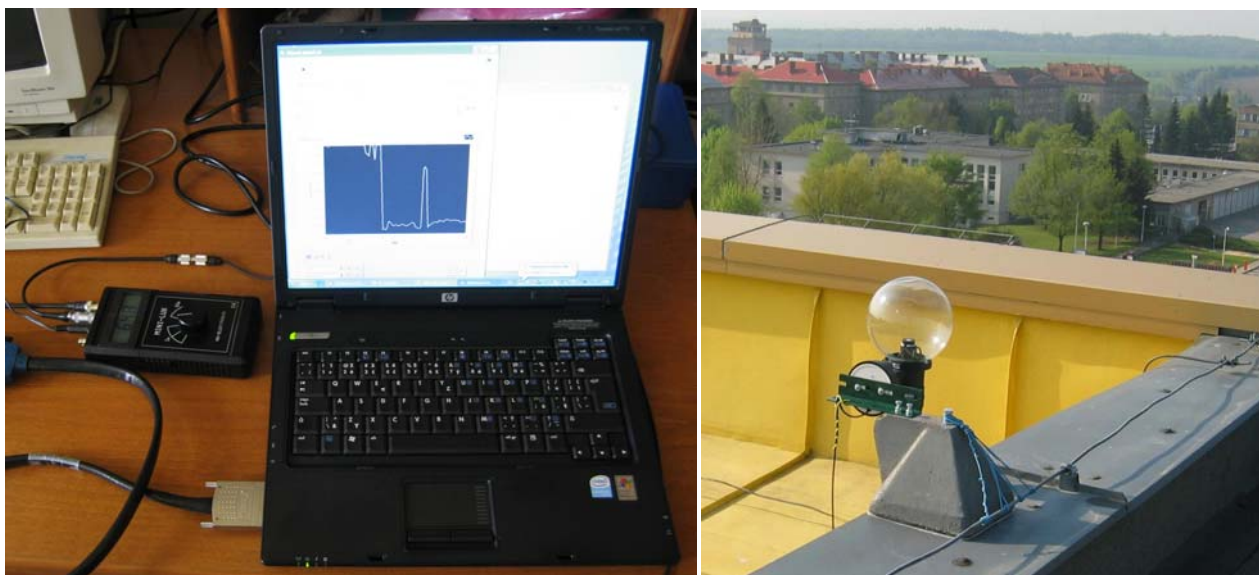
Přístrojové vybavení

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, 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 tedy 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 zakalibrované přístroje MINILUX. Tyto přístroje jsou schopny měřit mililuxy a zároveň mají napěťový výstup v rozsahu 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.

Měřicí aparatura, která je umístěna na střeše budovy NK v areálu VŠB-TU Ostrava je znázorněna na následujícím obrázku.

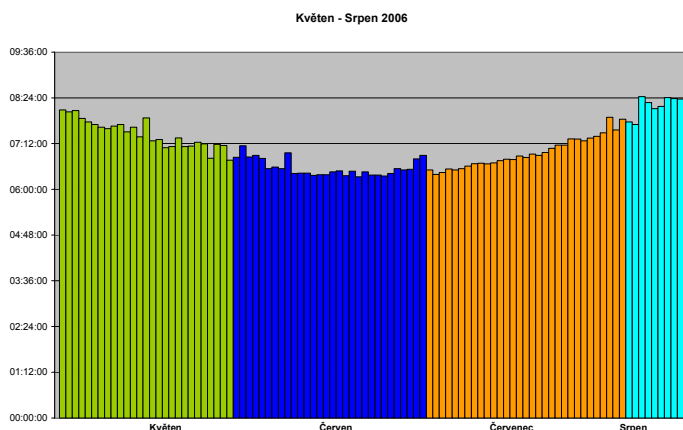


• Obrázek 1 - měřicí aparatura pro dlouhodobá měření osvětlenosti pod noční oblohou

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

Naměřené hodnoty

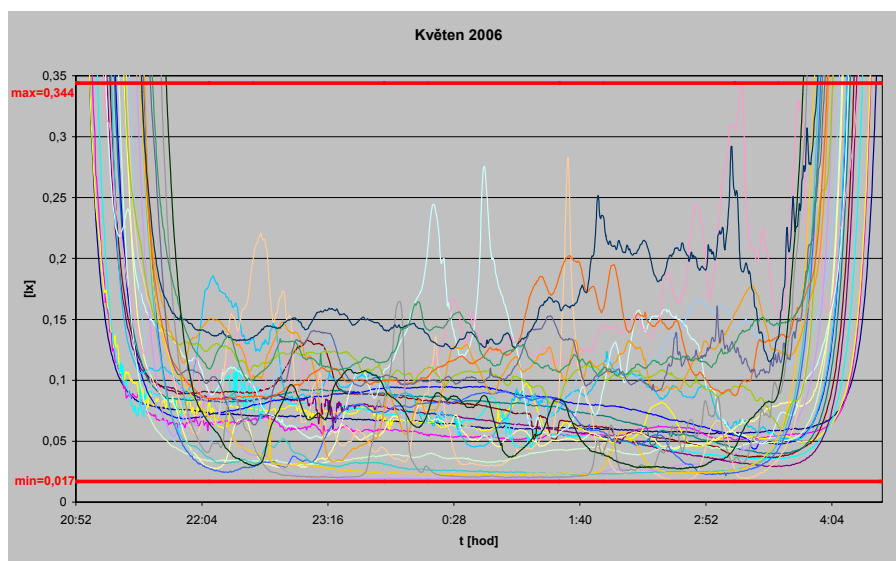
Měřicí aparatura na střeše budovy NK v areálu VŠB-TU Ostrava byla zprovozněna 5. května 2006. Od tohoto data snímá osvětlenost noční oblohy nad Ostravou. Střeška budovy byla zvolena záměrně, aby nedocházelo k ovlivňování měření přímými složkami osvětlenosti z blízkých zdrojů umělého osvětlení. Měření se automaticky spouští a vypíná při dosažení úrovně osvětlenosti 5 lx. Nad touto hodnotou se čidlo luxmetru dostává do oblasti saturace. Také z hlediska měření osvětlenosti noční oblohy jsou hodnoty vyšší než 5 lx nezajímavé. Pro zajímavost uvádíme jako sekundární výsledek našeho snažení graf délky intervalu pod hranicí 5 lx (tedy délky noci) v okolí období letního slunovratu (21. června) viz. Obr. 2



• Obrázek 2 - graf délky intervalu pod hranicí 5 lx (tedy délky noci) v okolí období letního slunovratu – 21. června

Z obrázku 2 je jasné patrné, že námi provedená měření korespondují s astronomickými a že nejkratší noci v roce jsou doopravdy právě v období letního slunovratu.

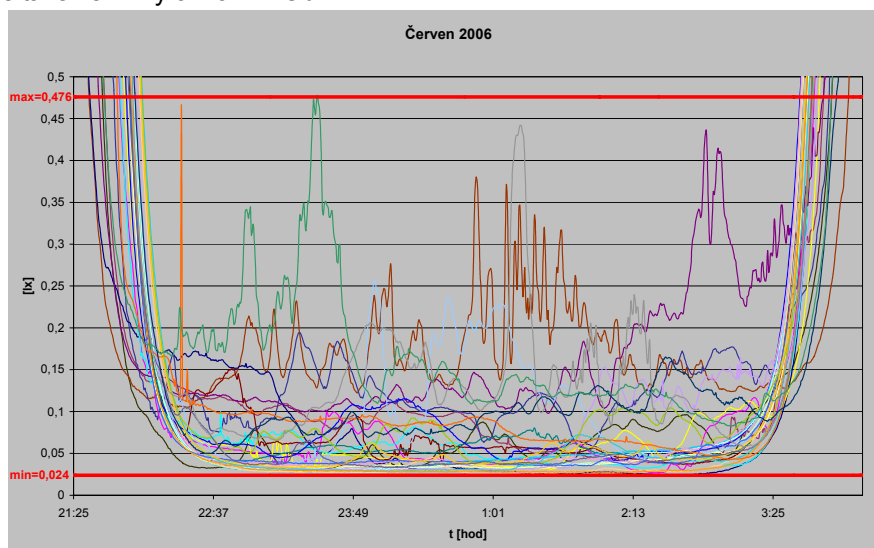
První měsíc v rámci kterého jsme vyhodnocovali hodnoty noční osvětlenosti v Ostravě je květen. Komplexní výsledky osvětleností jsou uvedeny v grafu na obrázku 3. Hodnoty osvětlenosti jsou vyneseny pro každou noc jednou křivkou.



• Obrázek 3 - graf závislosti noční osvětlenosti na čase - květen

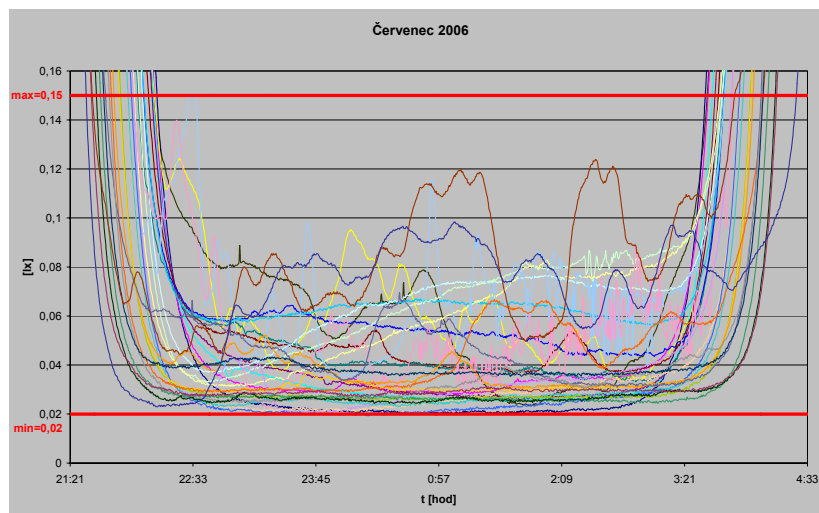
Rozsah nočních osvětleností ukazuje na velkou dynamiku noční osvětlenosti v oblasti s výskytem rušivého světla. Tuto dynamiku je nutné přičítat zejména změnám vlastností noční oblohy, následně fázím měsíce pokud je obloha jasná a v neposlední řadě i změnám rušivého umělého osvětlení. Naměřené minimum se pohybuje v oblasti 0,02 lx zatímco maximum v oblasti 0,35 lx což je rozdíl víc než jednoho řádu.

Hodnoty naměřené v měsíci červnu jsou obdobné svými minimy i maximy jako hodnoty naměřené v květnu. Dynamika změn je také velmi výrazná viz. Obr. 4.



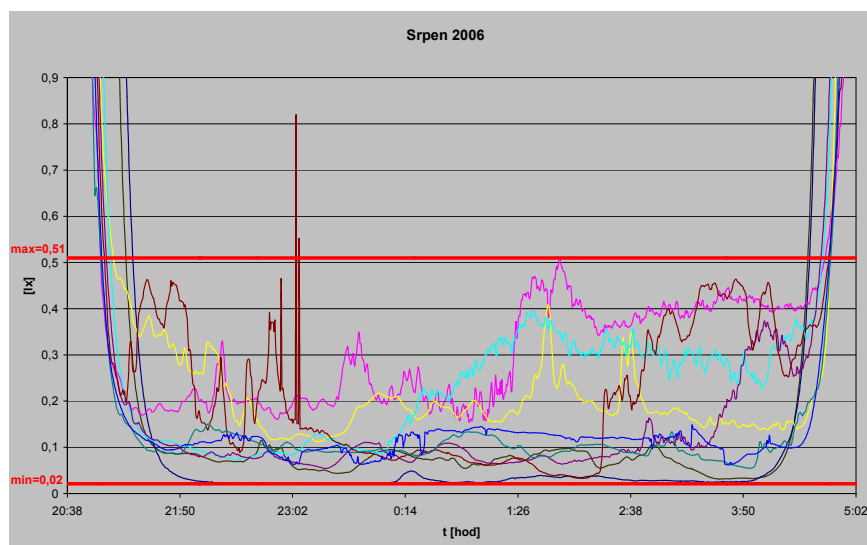
• Obrázek 4 - graf závislosti noční osvětlenosti na čase - červen

Další měsíc – měsíc červenec se sice příliš neliší svými minimálními hodnotami, zato hodnoty maximální jsou výrazně nižší než u měsíců předchozích viz. Obr. 5. Tento fakt si vysvětlujeme tím, že měsíc červenec byl výrazně jasnější (bezoblačný a bez srážek) než měřené měsíce předchozí.



• Obrázek 5 - graf závislosti noční osvětlenosti na čase – červenec

Poslední měsíc kdy probíhalo měření je měsíc srpen. Během tohoto měsíce bohužel došlo k softwarové chybě a měření bylo přerušeno. V současné době už samozřejmě opět sběr dat nočních osvětleností pokračuje. Během měsíce srpna došlo k výraznému zhoršení počasí. S tím korespondují i výsledky měření, které se v maximálních hodnotách přibližují až k hodnotě 0,5 lx viz. Obr.6. Ověřením této hodnoty v meteorologické stanici jsme došli k závěru, že právě vytrvale pršelo. Zajímavé je i zjevné zachycení osvětlenosti generované identifikovatelným létajícím objektem – vrtulníkem. Tato hodnota bodově vyskočila až téměř k hranici 1 lx.



• Obrázek 6 - graf závislosti noční osvětlenosti na čase – srpen

Z výše uvedených naměřených hodnot, které byly „zatím pouze orientačně“ porovnávány s meteorologickými daty můžeme vyhodnotit, že nejvyšší osvětlenosti byly dosaženy při nízké oblačnosti kombinované s deštěm (0,5 lx). Lze předpokládat, že během zimního období se sněhovou pokrývkou a sněžením můžeme předpokládat ještě vyšší hodnoty osvětleností. Nejnižší hodnoty byly naopak naměřeny za jasných bezměsíčných nocí (0,02 lx). Protože se však pohybujeme v oblasti ovlivněné rušivým světlem udělali jsme také měření osvětlenosti v oblasti v ČR minimálně ovlivněné - na horním jezeře elektrárny Dlouhé stráně při jasné a bezměsíčné noci. Námi použitá technika ukazovala na hranici svých možností hodnoty mezi 0,001 lx - 0,002 lx což je ještě o jeden řád méně než hodnoty v oblasti Ostravy. Domníváme se, že tyto hodnoty můžeme zatím považovat za minimální dosažitelné v ČR.

Protože cílem našeho snažení je rozdělení osvětleností podle parametrů oblohy, učinili jsme první pokus s doposud naměřenými hodnotami. Osvětlenosti jsme dle jejich výskytu rozčlenili do skupin po 0,1 lx. Do těchto oblastí jsme umístili všechny naměřené body a procentuálně vyjádřili jejich výskyt viz. Tabulka 1.

| lx | květen | | červen | | červenec | | srpen | |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| | počet bodů | % | počet bodů | % | počet bodů | % | počet bodů | % |
| 0,01 - 0,1 | 12429 | 72,44 | 12970 | 80,06 | 16543 | 98,82 | 3553 | 49,35 |
| 0,1 - 0,2 | 4463 | 26,01 | 2760 | 17,04 | 197 | 1,18 | 2170 | 30,14 |
| 0,2 - 0,3 | 248 | 1,45 | 355 | 2,19 | 0 | 0 | 707 | 9,82 |
| 0,3 - 0,4 | 18 | 0,1 | 84 | 0,52 | 0 | 0 | 530 | 7,36 |
| 0,4 - 0,5 | 0 | 0 | 31 | 0,19 | 0 | 0 | 235 | 3,26 |
| 0,5 - 0,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0,06 |
| součet | 17158 | 100 % | 16200 | 100 % | 16740 | 100 % | 7199 | 100 % |

• Tabulka 1 - tabulka rozřídění naměřených hodnot do jednotlivých pásem osvětleností

Pokud uděláme základní, jednoduché a prozatímní hodnocení rozdělením naměřených hodnot na dvě části pak uvažujeme jako dělicí čáru hodnotu okolo 0,25 lx. Tato hodnota je obecně udávána jako osvětlenost vyvolaná měsícem a také jako minimum pro vnímání lidského oka, pak zjistíme že i v oblasti Ostravy je během nočních hodin tato hladina při dobrých rozptylových podmínkách překračována pouze minimálně.

Podněty k zamyšlení

Obecně známé limitní hodnoty osvětlenosti:

- Osvětlenost vyvolaná měsícem až 0,25 lx
- Oko je schopno vnímat při osvětlenostech od hodnot 0,25 lx

Naměřené limitní hodnoty:

- 0,001 lx – jasná bezměsíčná noc
- 0,02 lx - minimální v Ostravě doposud naměřená hodnota - jasno
- 0,6 lx - maximální v Ostravě doposud naměřená hodnota – vytrvalý déšť

Závěr

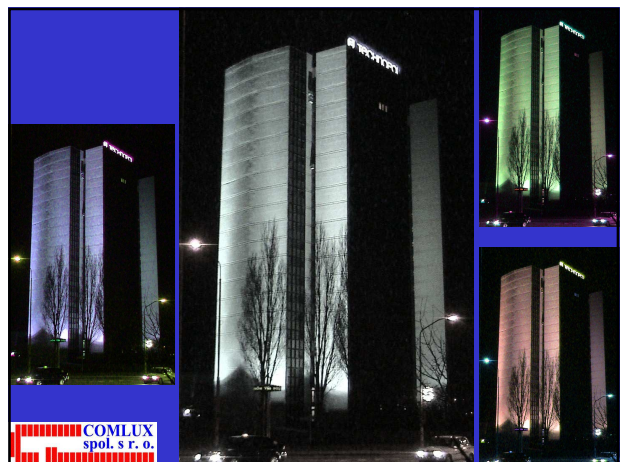
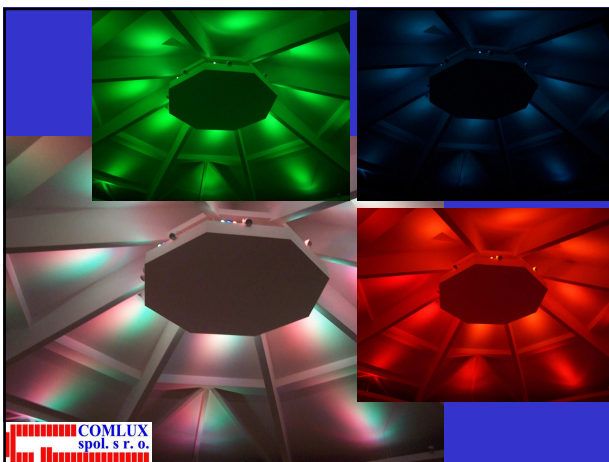
Z doposud získaných výsledků měření je jasně patrné, že má smysl nadále v započatém měření pokračovat a rozšířit ho o výše zmíněné měření v blízké oblasti bez rušivého světla a také o měření osvětlenosti s definovaným světelným tokem jdoucím do horního poloprostoru.

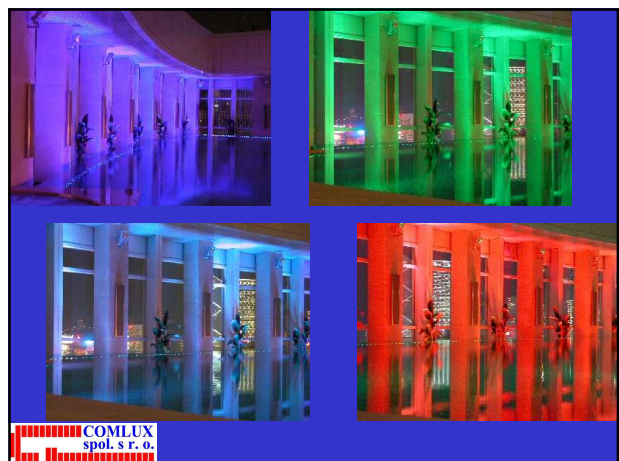
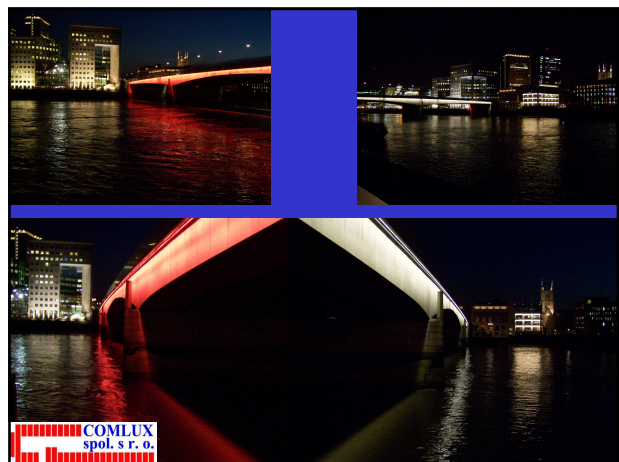
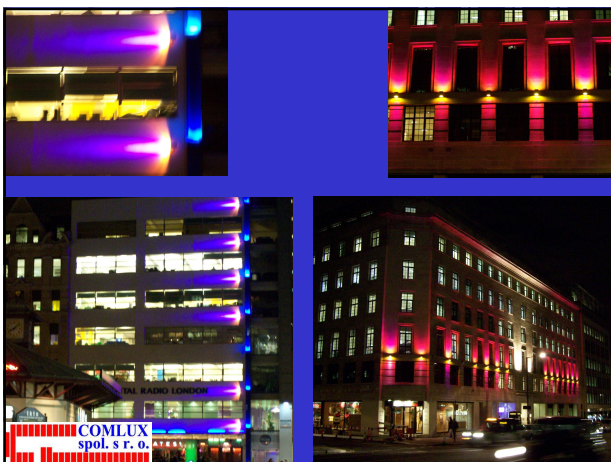
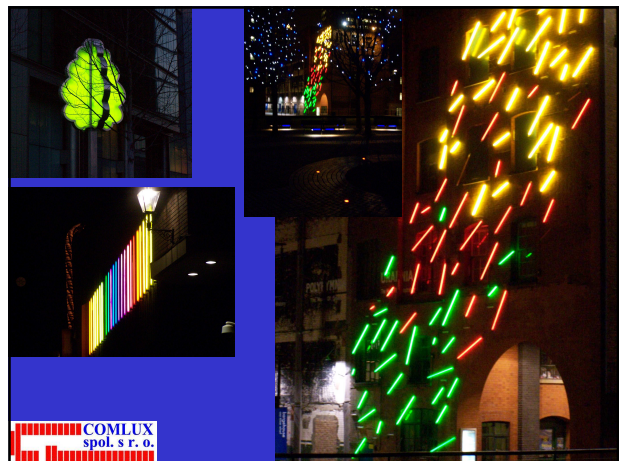
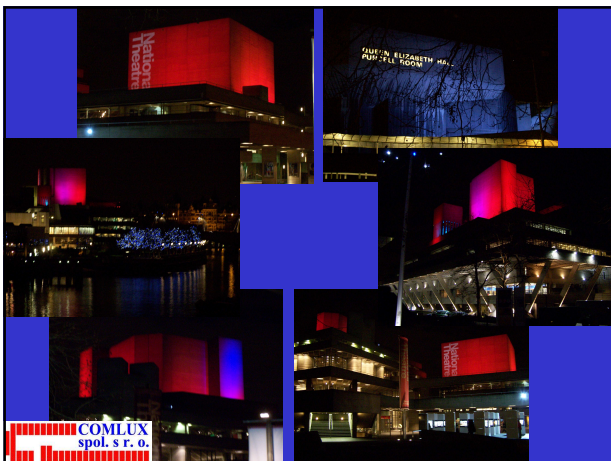
Cílem tohoto snažení by mělo být stanovení přírůstku osvětlenosti vlivem odraženého světelného toku. Konečným cílem by měl být návrh opatření vedoucích ke snížení světelného toku do horního poloprostoru za účelem snížení závojevého jasu a omezení odražené složky světelného toku vracejícího se zpátky na zem.

Tento článek souvisí s plněním grantového úkolu Ministerstva místního rozvoje s názvem Výzkum emisí světelného rušení vyvolaného veřejným osvětlením za účelem jeho omezení v dopravě měst a obcí.

Literatura a odkazy

- [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







COMLUX spol. s r. o.

AKO ZÍSKAME FAREBNÉ SVETLO ?

Vhodný zdroj svetla a farebné filtre PROBLEMATICKÉ (účinnosť)

Farebný svetelný zdroj : žiarivky R, G a B (tón, sýtosť)

vysokotlakové halogenidové výbojky R, G, a B (tón, sýtosť)

elektroluminiscenčné diódy – LED R, G, B (cena, výkon)

COMLUX spol. s r. o.

Statická farebná iluminácia :

Žiarivkové a výbojkové svetlomety alebo svetidlá pre LED .

Dynamická iluminácia :

Špeciálne počítačom ovládané svetlomety osadené vysokotlakovými halogenidovými výbojkami, s mechanickou zmenou farebného tónu a sýtosťi filtrami – subtraktívny princíp získavania farebného tónu svetla .

V budúcnosti pravdepodobne elektronicky ovládané LED – aditívny princíp získavania farebného tónu svetla.

COMLUX spol. s r. o.

SUBTRAKTÍVNY PRINCÍP
 filtrovania bieleho svetla žltým, purpurovým a azurovým filtrom, výsledkom je svetlo R, G, B až tma

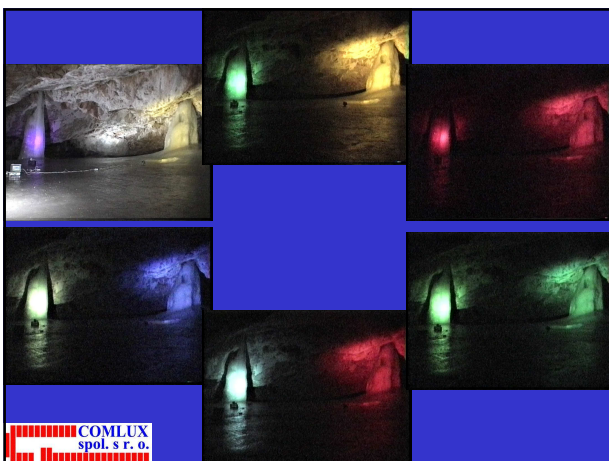
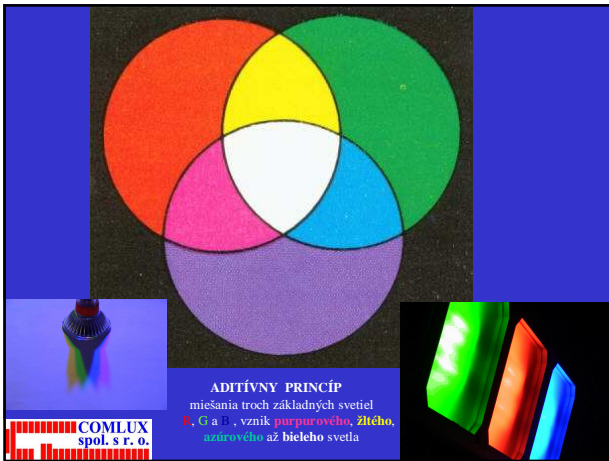
COMLUX spol. s r. o.

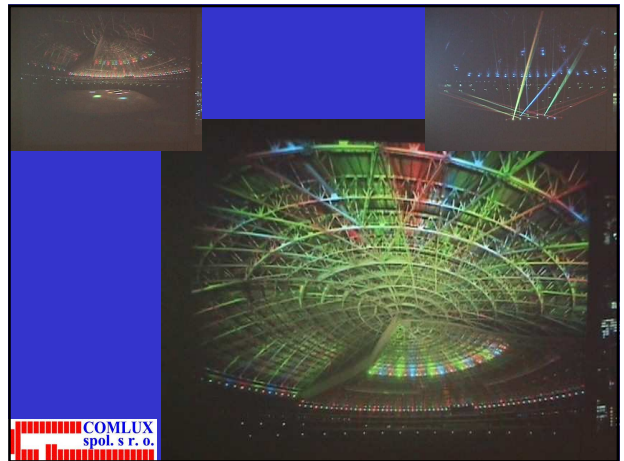
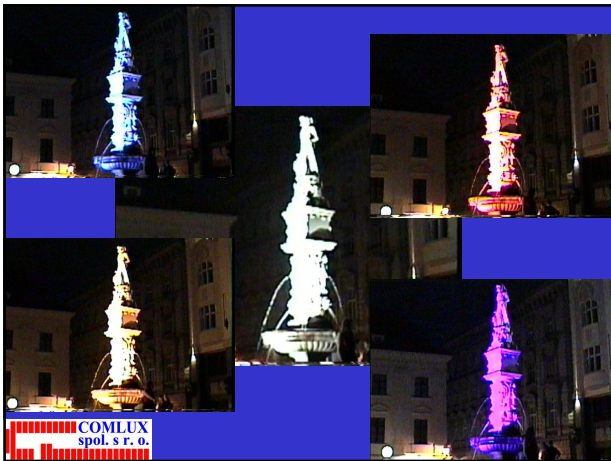


COMLUX spol. s r. o.



COMLUX spol. s r. o.





**Ďakujeme
za pozornosť**

HIS MASTER'S LIGHT

COMLUX spol. s r. o.
Kopaniče 5, 821 04 Bratislava
comlux@postor.sk, www.comlux.sk
tel.: 09-4542 4832, 09-4542 2768, fax: 02-4542 2641

Osvětlování venkovních pracovních prostorů podle evropské normy

Jiří, Novotný, Ing.

FCC Public s. r. o.

Úvod

Do roku 2006 je činnost sekretariátu komise CEN/TC 169 Světlo a osvětlení financována německým světelnotechnickým průmyslem, elektrickými podniky a statutárními úrazovými pojišťovacími institucemi. Podle posledních informací toto financování nebude dále pokračovat, žádná zainteresovaná organizace členské země Evropského výboru pro normalizaci CEN zatím nechce na provoz přispět ani sekretariát převzít. Tento stav může vést k přerušení činnosti komise CEN/TC 169. Předchozí text obsahuje závěr z květnového dopisu sekretariátu této komise ohledně podnikatelského plánu všem členům.

Na tuto skutečnost upozorňuje německá strana již delší dobu, a není vyloučeno, že to zpomalilo probíhající práce na společných evropských normách a že normalizace osvětlení bude zastavena. To by mohlo vysvětlovat, proč již několik let čekáme na evropskou normu pro osvětlování venkovních pracovišť. Konečný návrh této normy připravený společně Divizí 5 Mezinárodní komise pro osvětlení CIE a komisí CEN/TC 169 Světlo a osvětlení také zřejmě neprošel hlasováním v komisi ISO/TC 205 na začátku tohoto roku. Z tohoto důvodu Český normalizační institut dosud neobdržel schválenou verzi normy a pozastavil přípravu českého překladu.

Lze předpokládat, že další postup v této záležitosti bude řešen na plenárním zasedání CEN/TC 169 v Bernu 16. a 17. října 2006 a jednáním zmíněné ISO/TC 205 rovněž v říjnu

V tomto příspěvku bude poskytnuta informace o obsahu a stavbě normy podle jejího posledního návrhu pod označením **ISO/FDIS 8995-2 Lighting of work places – Part 2: Outdoor** (Osvětlení pracovních prostorů – Část 2: Venkovní prostory) z 15. září 2005, neboť zejména projektanti postrádají vodítko k řešení osvětlení těchto prostorů.

1. Účel a předmět normy

Tato norma stanovuje požadavky na osvětlení zrakových úkolů ve většině venkovních pracovních a přilehlých prostorů z hlediska kvantity i kvality osvětlení. Poskytuje také doplňující doporučení pro dobrou osvětlovací praxi.

K účinnému a preciznímu vykonávání zrakových úkolů zvláště v noci je nutné poskytnout vyhovující osvětlení. Požadavky na úroveň viditelnosti a zrakový komfort pro různá venkovní pracoviště se určí podle typu a trvání činnosti.

Předložený návrh normy nspecifikuje požadavky na osvětlení z hlediska bezpečnosti a zdraví pracovníků, ačkoliv stanovené požadavky na osvětlení těmto požadavkům zpravidla vyhovují.

Norma neposkytuje ani specifické řešení, ani neomezuje svobodu projektantů při využití nové techniky, ani neomezuje použití inovovaného zařízení.

2. Normativní odkazy

Pro použití normy jsou nutné následující dokumenty.

CIE 112-1994 Glare evaluation system for use within outdoor sports and area lighting. (*Systém hodnocení oslnění pro venkovní sportoviště a prostranství.*)

CIE 115-1995 Recommendations for the lighting of roads for motor and pedestrian traffic. (*Doporučení pro osvětlení komunikací pro motorová vozidla a pro chodce.*)

CIE 140-2000 Road lighting calculations. (*Výpočet osvětlení silničních komunikací.*)

CIE 150-2003 Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installation. (*Příručka k omezení vlivu rušivého světla od venkovních osvětlovacích soustav.*)

CIE 154-2003 The maintenance of outdoor lighting system. (*Údržba venkovních osvětlovacích soustav.*)

3. Termíny a definice

V této kapitole normy je (kromě odvolávky na názvoslovnou normu IEC/CIE – v ČR zavedenou jako ČSN IEC(845), tř. znak 330050) uvedeno celkem třináct technických termínů. Z nich skutečně nové jsou tyto:

doba omezení rušivého světla (*curfew* – původně zákaz vycházení), úředně stanovená doba omezení rušivého světla, vyhlášená zpravidla místní správou, tj. jakási světelná obdoba nočního klidu v domovním řádu,

rovnoměrnost osvětlení (U_d) (*diversity*), poměr maximální osvětlenosti (jasu) povrchu k minimální,

rovnoměrnost osvětlení (U_o) (*illuminance uniformity*), podíl minimální osvětlenosti (jasu) k průměrné osvětlenosti (jasu) na (daném) povrchu,

limitní činitel oslnění (GR_L) (*glare rating limit*), největší hodnota činitele oslnění podle systému CIE 112-1994,

rušivé světlo (*obtrusive light*), rozptýlené světlo, které v důsledku kvantitativních, směrových nebo spektrálních vlastností v dané situaci zvětšuje obtěžování, nepohodu, rozptýlení nebo snižuje schopnost pozorovat hlavní informaci,

rozptýlené světlo (*spill light (stray light)*), světlo vyzařované osvětlovací soustavou mimo hranice osvětlovaného objektu,

okolí úkolu (*surrounding area*), pruh obklopující místo zrakového úkolu uvnitř zorného pole (má mít šířku aspoň 2 m),

horní účinnost (ULR) (*upward light ratio*), podíl světelného toku svítidla (svítidel) vyzařovaného nad horizont v pracovní poloze a umístění svítidla (svítidel),

pracoviště (*work place*), prostor k umístění pracovních míst v určeném a/nebo vymezeném areálu a jakýkoliv další prostor v tomto areálu, do něhož mají pracovníci během pracovní činnosti přístup,

pracovní místo (*work station*), soubor a prostorové uspořádání pracovního vybavení obklopeného pracovním prostředím podmíněným pracovními úkoly.

Zde poznamenejme, že se jedná o pracovní překlad názvů a definic, které by měly být při budoucím zavádění schválené normy do systému českých technických norem zpřesněny. Nicméně stojí za povšimnutí, že anglický termín *work station* zde jednoznačně odpovídá našemu *pracovnímu místu*, nikoliv termínu *pracovní stanice*, který byl použit u počítačových pracovních míst.

4. Kritéria pro navrhování osvětlení

V této kapitole jsou podrobně popsána kritéria pro řešení osvětlení, obdobně jako v ČSN EN 14464-1 pro osvětlení vnitřních prostorů. Tato kritéria jsou popsána a uspořádána téměř shodně jako ve zmíněné normě pro osvětlení vnitřních prostorů.

Názvy jednotlivých článků charakterizující jejich obsah jsou:

světelné prostředí, rozložení jasu, osvětlenost, oslnění, rušivé světlo, směrované osvětlení, hlediska barev, míhání a stroboskopické jevy, udržovací činitel, energetická hlediska, hlediska údržby, nouzové osvětlení.

Při porovnání s vnitřními prostory jsou světelnětechnické požadavky v článcích stejného názvu příslušně upraveny tak, aby odpovídaly podmínkám venkovního prostředí.

Zásadní odlišnost je u hodnocení oslnění, které se počítá podle Publikace CIE 112-1994. Hodnotí se tzv. činitel omezujícího oslnění (GR), jehož mezní hodnoty (GR_L) pro jednotlivé prostory, úkoly a činnosti jsou uvedeny v kap. 5 normy.

Zcela nový je článek **rušivé světlo**, v němž se uvádějí hodnoty světelnětechnických parametrů obsažených v tab. 1 a v tab. 2.

V tab. 1 se rozlišují tyto zóny (oblasti) prostředí:

- E1 představuje skutečně tmavá prostranství jako národní parky nebo chráněná území,
- E2 představuje okrsky s malým jasnem jako průmyslová a rezidenční venkovská území,
- E3 představuje středně světlé okrsky jako průmyslová a rezidenční předměstí,
- E4 představuje velmi světlé zóny jako městská centra a obchodní čtvrti.

Tab. 1. Maximální dovolené hodnoty rušivého světla venkovních osvětlovacích soustav

| Zóna prostředí | Světlo na objektu | | Svítivost svítidla | | Světlo vyzařované nahoru ULR (%) | Jas | |
|----------------|---|--------------------------------|--------------------|----------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | E_v (lx) | | I (kcd) | | | L_b (cd/m ²) | L_s (cd/m ²) |
| | před omezením rušivého světla ^{a)} | v době omezení rušivého světla | před omezením | v době omezení | průčelí (fasády) budov | značky | |
| E1 | 2 | 0 ^{b)} | 2,5 | 0 | 0 | 0 | 50 |
| E2 | 5 | 1 | 7,5 | 0,5 | 5 | 5 | 400 |
| E3 | 10 | 2 | 10,0 | 1,0 | 15 | 10 | 800 |
| E4 | 25 | 5 | 25,0 | 2,5 | 25 | 25 | 1 000 |

^{a)} Není-li požadováno omezení rušivého světla, větší hodnoty nesmí být překročeny a nižším hodnotám by se měla dát přednost.

^{b)} V případě svítidel veřejného osvětlení může být tato hodnota zvýšena do 1 lx.

E_v je maximální hodnota vertikální osvětlenosti na objektu v luxech,

I svítivost každého zdroje v potenciálně rušivém směru,
 ULR viz 3. Termíny a definice,
 L_b, L_s jas fasád budov a značek.

Tab. 2. Maximální hodnoty prahového přírůstku Tl od jiné než uliční osvětlovací soustavy

| Technický parametr | Třída komunikace | | | |
|--|---|---|---|---|
| | jiné než uliční osvětlení | M5 | M4/M3 | M2/M1 |
| Prahový přírůstek $Tl^{(b)(c)(d)}$ | 15 % při adaptačním jasu 0,1 cd/m ² | 15 % při adaptačním jasu 1 cd/m ² | 15 % při adaptačním jasu 2 cd/m ² | 15 % při adaptačním jasu 5 cd/m ² |

a) Klasifikace osvětlovacích soustav silničních komunikací podle CIE 115-1995.

b) Klasifikace Tl podle CIE 140-2000.

c) Omezení se používají tam, kde se u uživatelů dopravního systému projevuje snížení schopnosti vidět základní informace. Hodnoty platí pro relevantní polohu a pohled ve směru komunikace.

d) V tabulce 5.2 Publikace CIE 15:2003 jsou uvedeny odpovídající hodnoty závojevoého jasu L_v .

V závěru kapitoly 4 se uvádí, že při výběru osvětlovacích prostředků by měla být věnována pozornost údržbě. Nouzové osvětlení by mělo odpovídat příslušným normám a být zapnuto v případě výpadku normálního napájení.

5. Světelnětechnické požadavky

Hlavním obsahem této předposlední kapitoly navrhované normy jsou rozsáhlé tabulky požadavků na osvětlení venkovních pracovních prostorů a činností. Jedná se o téměř 100 položek rozdělených do patnácti oborů, počínaje všeobecnými komunikačními prostory na venkovních pracovištích a konče venkovními vodovodními a kanalizačními zařízeními. Pro představu o požadovaných parametrech osvětlení a jejich hodnotách je uvedena tab. 3 s údaji pro komunikační venkovní prostory.

Tab. 3. Světelnětechnické parametry komunikačních prostorů na venkovních pracovištích

| Druh prostoru, úkolu nebo činnosti | \bar{E}_m (lx) | U_0 | GR_L | R_a | Poznámky |
|--|------------------|-------|--------|-------|--|
| cesty výhradně pro pěší | 5 | 0,25 | 50 | 20 | |
| dopravní plochy pro pomalu jedoucí vozidla (max. 10 km/h), např. jízdní kola, tahače a rypadla | 10 | 0,40 | 50 | 20 | |
| normální provoz vozidel (max. 40 km/h) | 20 | 0,40 | 45 | 20 | v přístavech a docích může GR_L být 50 |
| cesty pro pěší, provoz vozidel, nakládací a vykládací místa | 30 | 0,40 | 50 | 20 | pro čtení štítků $\bar{E}_m = 50$ lx |

V tabulce jsou uvedeny tyto údaje:

\bar{E}_m průměrná udržovaná osvětlenost na srovnávací rovině pro prostory, úkoly nebo činnosti uvedené v prvním sloupci,

U_0 nejmenší rovnoměrnost osvětlení na srovnávací rovině pro prostory, úkoly nebo činnosti uvedené v prvním sloupci,

GR_L mezní hodnoty činitele oslnění v síti kontrolních bodů a standardních směrech pohledu 2° pod horizontální rovinou,

R_a nejmenší hodnota všeobecného indexu podání barev světla použitých světelných zdrojů,

ve sloupci **poznámky** jsou uvedeny výjimky a zvláštní ustanovení pro prostory, úkoly nebo činnosti uvedené v prvním sloupci.

6. Ověřovací postupy

V této kapitole normy jsou velmi stručně popsány metody ověřování parametrů osvětlovací soustavy. Důraz je kladen na kontrolu dodržení projektových parametrů. Z údajů pro rušivé světlo se kontrola měřením vykonává jen u parametrů E_v , L_b , L_s , u ostatních údajů se kontroluje, zda odpovídají projektu, a prahový přírůstek výpočtem.

Závěr

Návrh normy je doplněn informativní přílohou A, která obsahuje světelnětechnické požadavky na venkovní prostory z hlediska bezpečnosti práce a ochrany objektů. Uspořádání je stejné jako v kapitole 5 přičemž osvětlenosti jsou odstupňovány v řadě 5, 10, 20 a 50 lx.

Ze stručného přehledu obsahu navrhované normy je patrné, že tento dokument umožní, kromě řešení vlastního osvětlení většiny venkovních prostorů, také hodnocení a omezování rušivého světla.

Projektování světelného prostředí

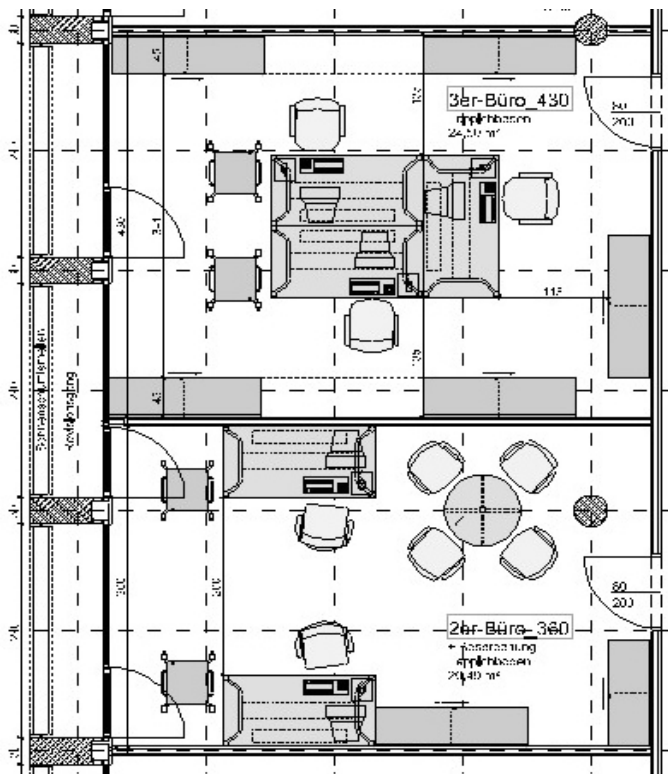
Petr, Novotný, Ing.

www.lightservis.cz, lightservis@volny.cz

Světelné prostředí v širším smyslu zahrnuje veškeré vizuální vjemy v daném prostoru protože světlo "tvoří" prostor. Je determinováno nejen skladbou jasů a barev ploch a předmětů v zorném poli ale i schopností vnímat tyto předměty prostorově (směrovost a stínivost světla) a dynamickými změnami osvětlení (intenzita, teplota chromatičnosti, směr světelného vektoru) v průběhu dne a roku. Světlo a prostředí navíc působí interaktivně. Barva světla ovlivňuje vnímání barevnosti interiéru a barva interiéru ovlivňuje barvu odraženého světla. Výsledné prostředí je potom pozorovatelem vnímáno a posuzováno zcela subjektivně, na základě jeho naturelu, zkušeností ale i okamžité nálady. Na tvorbě světelného prostředí se buď odděleně nebo současně podílí jak přirozené tak i umělé světlo, a přeneseně tedy i projektanti stavební části objektu, interiéru a samozřejmě světelný technik navrhující umělé osvětlení.

1. Denní osvětlení: Přístup k dennímu osvětlení patří patří k základním fyziologickým potřebám a je odpovídajícím způsobem zakotven i v legislativě. Problém s dostatečností denního osvětlení vyvstal po přesunu většiny pracovních činností pod střechu s postupným zvyšováním účinnosti umělého osvětlení (výbojové zdroje). V současnosti často představují požadavky na prosvětlení interiéru přirozeným světlem pro investory z úzce ekonomického hlediska spíše obtíž než úsporu. Přesto je pro člověka denní osvětlení se svým spektrálním složením a dynamikou obtížně nahraditelné.

Oslnění jasem a kontrastem: Z hlediska projektování už s použitím výpočetní techniky nepředstavuje seriózní návrh velikosti a umístění osvětlovacích otvorů (oken a světlíků) podle ČSN 73 0580-1 až 4 velký problém. Co problémem zůstává je hodnocení denního osvětlení z hlediska případného rušivého oslnění jasem nebo kontrastem osvětlovacích otvorů, případně jejich odrazem na lesklých plochách (dlažba, keramické obklady, stínítka monitoru atd.). Nejjednodušším řešením jsou preventivní opatření jako vhodná orientace pracovišť vůči osvětlovacím otvorům, co nejvyšší činitele odrazu stropu a stěn (zvláště okenní stěny) a důsledné používání matných povrchů v interiéru.



Obrázek 1: Příklady rozmístění pracovišť v interiéru, nahoře nevhodně pracoviště proti oknu

Oslunění interiéru: Oslunění které je v případě obytných místností žádoucí, znamená v pracovním prostoru riziko nežádoucího přehřívání a především vysokých kontrastů. Zatímco v exteriéru poměr příspěvku difúzní oblohové složky k celkové osvětlenosti za slunečného dne pravděpodobně příliš nepřekročí hodnotu 1:4, ve vnitřním prostoru kam zpravidla přispívá malá část oblohy může při čirém zasklení snadno překročit i poměr 1:20. Jas bílého papíru na osluněném stole může přesáhnout 10.000cd/m² zatímco jas pracovní desky mimo oblast oslunění bude třeba i stonásobně nižší. To jsou hodnoty zcela mimo rámeček (ne)rovnoměrností dosahovaných běžně při umělém osvětlení. S tímto faktem musí projekt počítat a pokud možno jej eliminovat způsobem odpovídajícím charakteru pracovních činností a orientaci prostoru vůči světovým stranám. Pro svislé osvětlovací otvory to mohou být venkovní (lépe) nebo vnitřní žaluzie, slunolamy atd. Odpovídající řešení konstrukce světlíků s ohledem na zrakovou náročnost nabízí např. ČSN 73 0580-4. V praxi se nejčastěji používají zenitní kopulové nebo obloukové světlíky s čirou nebo difúzní výplní, případně šedové světlíky. Technicky nejlepší řešení (i s ohledem na tepelné zisky prostoru) představují šedové světlíky s dostatečným sklonem orientované na sever. Problémem je jejich nižší účinnost a poměrně vysoká cena.

Volba materiálů pro výplně osvětlovacích otvorů: Volba materiálu pro "zasklení" oken nebo světlíků podstatně ovlivňuje nejen množství ale i charakter denního osvětlení. Moderní technologie nabízejí širokou škálu použitelných materiálů vhodných pro různé příležitosti, případně i zcela nevhodných. Často přitom bývá problém se zjišťováním jejich vlastností, zejména činitele prostupu světla.

V případě plochých okenních skel se může činitel prostupu světla pohybovat od cca 0,92 pro čiré sklo tloušťky 4mm až po 17% u některých variant deternálních skel např. typu STOPSOL. Běžně se používají jednostranně pokovená barevně neutrální skla odrážející do určité míry tepelné záření při zachování relativně vysokého činitele prostupu světla. Nepříliš vhodná pro místnosti s trvalým pobytem jsou barevně tónovaná skla, která snižují činitel barevného podání a ovlivňují barevné vnímání prostoru.

Jako výplně světlíků se s ohledem na dobré fyzikální vlastnosti zpravidla používají různé typy vícevrstevných polykarbonátů. Ty mohou být v řadě provedení a tloušťek. S rostoucí tloušťkou a počtem stěn materiálu klesá činitel prostupu tepla K (W/m²/K) ale současně i činitel prostupu světla. Ve výpočtu je proto potřeba počítat s reálnou hodnotou prostupu světla nejlépe konkrétního materiálu. Vnesená chyba při použití jiného materiálu může být poměrně významná. Pro zenitní světlíky se používají materiály čiré (včetně různých úprav omezujících tepelný zisk vnitřního prostoru v případě oslunění) nebo difúzní. Problémem tzv. čirého polykarbonátu (ve skutečnosti se z hlediska prostupu světla chová do určité míry jako jednoosý refraktor vzhledem k lomu světla na spojích jednotlivých komůrek) je oslunění vnitřního prostoru se vznikem vysokých kontrastů na pracovní ploše (viz. výše). Není tedy příliš vhodný pro zrakově náročnější činnosti a činnosti vázané na trvalá pracovní místa. Dalším problémem je riziko oslnění přímým slunečním světlem při pohledu vzhůru (např. regálové sklady). Vhodnější je proto použít difúzního materiálu. Přes zhruba o třetinu nižší činitel prostupu světla je průměrná intenzita reálného použitelného osvětlení prostoru vyšší, protože při difuzi se uplatňuje celá globální osvětlenost (tedy i přímá sluneční složka). Relativně vysoká dynamika změn při polojasných situacích by neměla být při dostatečném osvětlení na závadu. Je otázka jestli tento typ výplně není proti čirému materiálu světlíků poněkud kontraproduktivně diskvalifikován požadavkem na výpočet pouze při zatažené obloze, vzhledem k relativně řídkému výskytu této situace.

2. Umělé osvětlení:

Při návrhu se umělé osvětlení posuzuje zpravidla zcela odděleně od denního osvětlení. Z hlediska reálného provozu ale často působí do značné míry současně a je vhodné to brát v úvahu. Na rozdíl od denního poskytuje umělé osvětlení daleko více možností jak ovlivnit celkový dojem z prostoru. Kromě intenzity a rovnoměrnosti osvětlení na pracovní ploše a v jejím okolí, které se běžně posuzují zde spolupůsobí řada dalších faktorů. Mezi nejvýznamnější patří celková skladba jasů v prostoru a s tím úzce související činitel oslnění, barevné ladění interiéru, teplota chromatičnosti světelných zdrojů a jejich činitel podání barev, směrovost osvětlení atd.

Jasové poměry a činitel oslnění UGR: Nejzásadnější pro vnímání světelného prostředí je skladba jasů. Ta závisí jednak na charakteru osvětlení ale i na tvaru místnosti, barvě povrchů, mobiliáři atd. Vyhodnotit tak složitý parametr je samozřejmě obtížné, ať ve stádiu návrhu nebo při kontrole realizovaného projektu měřeními. (Je potřeba brát v úvahu, že tradiční posuzování osvětlení pouze na základě měření intenzit osvětlení vypovídá o světelné pohodě často zcela nedostatečně a subjektivní složka hodnocení je zde rozhodně na místě). Nicméně na lepší časy se zde blýská s vývojem softwarových produktů hodnotících jasy na bázi digitální fotografie.

Jasovými poměry jsou definovány integrální charakteristiky světelného pole jako např. střední kulová osvětlenost, světelný vektor a činitel podání tvaru trojrozměrných předmětů. Tyto hodnoty byly ve staré ČSN 36 0450 pro některé typy prostorů doporučeny a nyní se vrátily do ČSN EN 12464 jako součást národního doplňku. V praxi se skladba jasů považuje zpravidla za vyhovující pokud činitel odrazu hlavních ploch jsou v doporučeném rozsahu a činitel oslnění svítidly odpovídá požadavkům pro daný druh činnosti. Zatímco podle ČSN 36 0450 z roku 1986 se oslnění svítidly přednostně posuzovalo tzv. metodou mezních jasů na základě Sölneryových diagramů a jako takové bylo nezávislé na skladbě jasů v místnosti (záviselo pouze na jasu svítidla v daném směru a jeho poloze vůči pozorovateli), od platnosti ČSN EN 12464 se situace změnila a do hry vstoupil činitel oslnění UGR. Ten principiálně lépe odpovídá fyziologickým vlastnostem zraku. Klíčovým parametrem není samotný jas svítidla v

daném směru ale jas svítidla vztažený k jasů pozadí. Činitel oslnění je tedy možno zlepšit buď snížením jasu svítidla v daném směru nebo zvýšením jasu pozadí (zvýšení odraznosti ploch, použití svítidel s nepřímou složkou). V případě výrazně cloněných svítidel (např. s leštěnou hliníkovou mřížkou) činitel oslnění UGR v ploše silně kolísá v závislosti na poloze kontrolního bodu vůči nejbližšímu svítidlu. V tom případě je nezbytné (pokud soustava nespĺňuje požadavky v celé ploše a pro všechny směry pohledu) posuzovat konkrétní umístění pracoviště a konkrétní směr pohledu. Hodnoty UGR uvedené v normě pro různé pracovní činnosti jsou poměrně přísné a v praxi často obtížně splnitelné. Problém nastává zvláště v průmyslových prostorech, kde není možno uvažovat z důvodu údržby s nepřímou složkou osvětlení ani příliš vysokými činiteli odrazu. Navíc vzhledem k velké ploše přispívá na straně oslňujících zdrojů zpravidla velký počet svítidel. Hodnocení se provádí většinou pro vodorovný směr pohledu (některé programy volbu jiného úhlu ani neumožňují) a neříká tedy nic o vlastnostech osvětlovací soustavy pro výrazně jiný směr pohledu (např. pohled vzhůru v regálovém skladu, na sportovišti atd.).

Barevné ladění interiéru: Barevné ladění interiéru může mít velký vliv na psychiku a emocionální ladění návštěvníků nebo uživatelů. Ačkoliv převažující vliv jednotlivých barev na psychiku jednotlivce je díky různým výzkumům zmapovaný, míra tohoto vlivu může být velmi subjektivní. Proto je bez hlubší znalosti problematiky vhodné volit barvy spíše pastelové než syté, případně neutrální (nepestře). Barevnost velkých ploch od kterých se v interiéru odráží světlo má samozřejmě sekundární vliv i na chromatičnost celkového osvětlení místnosti a může zkreslovat barevné vnímání ostatních ploch nebo předmětů. Míra tohoto zkreslení je samozřejmě zásadním způsobem závislá na velikosti plochy, sytosti barvy a na charakteru osvětlení (podílu přímé a nepřímé složky).

Teplota chromatičnosti světelných zdrojů: Teplota chromatičnosti resp. náhradní teplota chromatičnosti (pro zdroje, které nemají spojitě spektrum) představuje dobrou možnost jak ovlivnit předpokládané emocionální vnímání interiéru bez velkého rizika, že uděláme chybu. Zatímco u teplotních zdrojů pro běžné použití je rozptýl dostupných teplot chromatičnosti poměrně malý (cca do 3000K), v případě výbojových zdrojů jsou možnosti daleko větší. K dispozici jsou zdroje s náhradní teplotou chromatičnosti od 2000K do cca 17.000K. Pro běžné použití v interiérech jsou vhodné zdroje od cca 2700K (běžná žárovka, zářivka s velmi teplým odstínem) do 6500K (zářivky nebo halogenidové výbojky v provedení studená bílá). Zdroje mimo tento rozsah se používají spíše pro speciální účely. Například speciální sodíkové výbojky s teplotou chromatičnosti 2500K používané pro dosažení příznivého vzhledu některých druhů potravin nebo zářivky s velmi vysokou teplotou chromatičnosti používané pro léčebné účely. Z hlediska emocionálního jsou teplé odstíny světla vnímány jako uklidňující a vytvářejí příjemnou útulnou a spíše odpočinkovou atmosféru, zatímco studené odstíny jako aktivální a motivační, vhodné pro věcné ovzduší a práci s vysokým nasazením. V tomto smyslu mohou také vhodným použitím podtrhnout význam jednotlivých místností v budově a významně přispět k jejich příznivému emočnímu vlivu na uživatele. V případě míchání umělého a denního osvětlení je vhodné použít zdroje s teplotou cca 4000K nebo vyšší, aby barevný kontrast obou složek nepůsobil rušivě.

Index podání barev: Všeobecný index podání barev Ra vyjadřuje schopnost porovnávat jednotlivé odstíny barev v daném osvětlení a je závislý na spektrálním složení světla. Zatímco tepelné zdroje světla mají plynulé spektrum a index podání barev Ra=100, výbojové zdroje, kterým některé části spektra chybí mají Ra nižší. Hodnota Ra významně ovlivňuje kvalitu světelného prostředí, i když na první pohled je méně patrná než teplota chromatičnosti. Pro některé činnosti je samozřejmě vysoký činitel podání barev podmínkou. Téměř za zločin se dá považovat stálé používání zářivek typu standard v prostorách s trvalým pobytem (a to nejen z pohledu hygieny práce ale i ekonomického a ekologického). Na druhou stranu používání Ra>90 vede u výbojových zdrojů k výrazně vyššímu příkonu osvětlovací soustavy, protože dosažení těchto hodnot je zatím možné jen za cenu snížení celkové účinnosti zdroje. Používání takto vysokých hodnot by proto mělo být zdůvodněné a omezovat se pokud možno jen na nezbytnou plochu.

Závěr: Je zřejmé, že požadavků které by osvětlení mělo splnit, je celá řada. Přitom je třeba si uvědomit, že splnění normových požadavků samo o sobě nemusí zajistit vhodné osvětlení za všech okolností. Vzhledem k tomu, že oko nevnímá intenzitu osvětlení ale jasu, představuje použití intenzity jako hlavního kritéria pro dostatečnost nebo nedostatečnost osvětlení zásadní zjednodušení, které je použitelné pouze při určitém rozsahu činitelů odrazu ploch v zorném poli. Při práci s malými kontrasty je potřeba významně vyšší intenzita osvětlení než za běžných podmínek (např. šití černou nití na černém podkladu atd.) Obtížně se dá hodnotit například rušivé oslnění odrazem a podobně. Při hodnocení realizovaného osvětlení by tedy mělo mít své místo i subjektivní posouzení typu cítím/necítím se tu dobře a proč.

Subjektivní hodnocení vlivu osvětlení na člověka

Ivo Penn, Ing.
HORMEN CE a.s., ipenn@hormen.cz

Anotace

V současné době je kladen důraz především na objektivní hodnocení osvětlení. Na druhou stranu stojíme před faktem subjektivního ovlivnění pracovníků světelnými parametry. V mnoha případech jsou pocity pracovníků v rozporu s objektivně zjištěnými parametry osvětlení. Tento článek pojednává o "rychlé/snadné" metodice stanovení subjektivních výstupů pro vytvoření určitého kontrastu mezi objektivními a subjektivními metodami. Zrakové potíže jsou ukazatelem zrakové únavy a jejich souvislost s charakterem pracovní činnosti nelze popírat.

Abstract

At these days are main requirements on quality of lightening parameters focused on objective measurements. On the other side the problem is that workers are subjectively influenced with lightening parameters. In many cases are workers feelings out of accord with objective lightening parameters. This paper is focused on "easy/quick" methodic how to find out some subjective outputs to make some contrast between subjective and objective methods. Visual problems are indication of visual tiredness and its connection with character of working activity is evident.

Úvod

Denní osvětlení je jedním z nejdůležitějších faktorů, podmiňujících kvalitu životního prostředí ve vnitřních prostorech staveb. Denní světlo má podstatný vliv na zdraví a duševní pohodu lidí a také na jejich náladu a pohotovost k pracovnímu výkonu. Denní světlo je často také jediným pojítkem s přírodním vnějším prostředím.

Pro zabezpečení dobrého denního osvětlení a zrakové pohody při něm je nezbytné respektovat jak kvantitativní stránku, tedy dostatečné množství světla pro dané zrakové činnosti, tak stránku kvalitativní, směřující zejména j optimálnímu rozložení jasů pozorovaných ploch v zorném poli.

Studie „Hodnocení zrakové zátěže zaměstnanců ARG Ostrava“

Metodika šetření

Šetření bylo provedeno pomocí:

1. standardního dotazníku ke zjišťování zrakové únavy při práci se zrakovými nároky (s obrazovkou ap.). Úkolem sledované osoby je vyznačit u 13 příznaků zrakové únavy sílu jejich obtížnosti v průběhu směny a jejich přetrvání po práci. Také se sleduje oblast nespecifických příznaků (bolest hlavy jako důsledek zrakové námahy, pocit nepohody z práce při umělém osvětlení, potřeba přerušit práci a nechat oči odpočinout).
2. dotazníku subjektivní spokojenosti s osvětlením na pracovišti. Sleduje se spokojenost v těchto oblastech:
 - Denní světlo a umělé osvětlení
 - Oslnění

Sledovaný soubor:

Vyšetřena byla skupina 17 pracovníků v úřednických profesích ARG – Ostrava. Šetření bylo prováděno anonymně, sledovala se pouze věková kategorie a délka praxe. Většina pracovníků vyla středního a vyššího věku (80% osob starších než 35 let) a také měla praxi delší než pět let (76% osob). V souboru bylo jen 6 % pracovníků s praxí kratší než 1 rok, jde tedy u celého vzorku o osoby dlouhodobě adaptované ve své profesi. Věk ani praxe neměly vztah k zrakovým potížím, proto jsme je dále nesledovali. Data ze šetření byla vyhodnocena a statisticky zpracována v programu EPI INFO, verze 6.

Výsledky

Na základě výsledků dotazníku pro subjektivní hodnocení osvětlení bylo možno posoudit zrakovou pohodu pracovníků sledovaného souboru. Výsledky jsou uvedeny v tabulce.

| Denní a umělé osvětlení | výborné | dostačující | nevyhovující |
|---|-------------------|-----------------------------|---------------------|
| Kvalita přisvětlování umělým světlem(sdružené osvětlení ve dne) | 0 | 75,3 | 14,1 |
| Kvalita osvětlení jen umělým světlem | 0 | 75,3 | 14,1 |
| Sdružené osvětlení | ne | málokdy | ano trvale |
| Trvalé přisvětlování umělým světlem během dne | 9,9 | 19,9 | 59,7 |
| Oslnění | ne, zřídka | málo, nevýznamně | ano trvale |
| Osvětlovací otvory – možnost oslnění | 4,7 | 65,9 | 18,9 |
| Rozmístění svítidel – možnost oslnění | 42,4 | 17,9 | 28,3 |
| Oslnění odrazem na pracovním místě | 42,4 | 23,5 | 23,5 |

• Tab.1. Dotazník pro subjektivní hodnocení osvětlení

S denním osvětlením kanceláře byla nespokojena téměř polovina pracovníků, přisvětlování umělým osvětlením trvale užívá během dne většina pracovníků, většina je považuje za dostačující, stejně jako osvětlení pouze umělým osvětlením. Žádný z pracovníků však nevyjadřuje naprostou spokojenost.

Oslnění na pracovišti se vyskytuje relativně často. Přímé oslnění na pracovním místě osvětlovacími otvory uvádí pětina pracovníků, většina uvádí alespoň krátkodobé oslnění nebo oslnění v určité poloze. Oslnění světelnými zdroji vadí téměř třetině pracovníků a téměř polovina všech pracovníků s ním má někdy problém. Totéž platí i pro oslnění odrazem. Důležitým faktorem je možnost aktivní úpravy osvětlení na pracovišti. Pracovníci si stěžují na nemožnost individuální regulace osvětlení, vypnutí určitého bloku světla.

Nespecifické příznaky zrakové únavy jsou uvedeny v tab.2. Překročení kritické hodnoty je označeno ++její dosažení je označeno +.

| Nespecifické potíže | ARG - OV | Kritická hodnota | Procento osob se zvýšenými potížemi |
|-------------------------------------|-----------------|-------------------------|--|
| Bolesti hlavy z únavy zraku | 2,6++ | 2 | 27% |
| Nepohoda při umělém osvětlení | 2,2++ | 2 | 15% |
| Potřeba nechat oči odpočinout | 2,6 | 3 | 37% |
| Pocit tělesné únavy ze zátěže zraku | 2,8+ | 3 | 37% |

• Tab.2. Nespecifické příznaky zrakové únavy

Závěr

Výsledné hodnocení zrakové pohody pracovníků poukázaly na problémy, týkající se především nevyhovujícího denního a umělého osvětlení a možnosti oslnění. Procento stěžujících si na zrakovou nepohodu je vysoké, většina pracovníků vnímá své pracoviště jako dostačující, což znamená pasivní adaptaci prostředí. Pracovníkům schází možnost vlastního zásahu při úpravě světelných podmínek.

Prostřednictvím dotazníkového šetření byl zjištěn zvýšený výskyt zrakových potíží. Proto je velmi důležité zajistit kvalitu všech těchto parametrů, aby bylo docíleno, co nejlepší duševní pohody a také pohotovost k pracovnímu výkonu. Tuto metodiku lze také do budoucna rozšířit o šetření potíží okulárních, souvisejících s drážděním oka a vizuálních, souvisejících se zvýšenou zrakovou zátěží.

Literatura a odkazy

[1] A.Hladký, Z.Židková, Metody hodnocení psychosociální pracovní zátěže, Vydala UK Praha nakladatelství Karolinum, 1999, ISBN 80 - 7184 - 890 - 5

[2] Světlo a pracovní prostředí Praha, příloha sborníku sympozia Praha říjen 1974

Fotometrické merania spektrometrami

Marek Pípa, Ing.

STU – FEI – KEE – Bratislava, marek.pipa@stuba.sk

Úvod

Neustály vývoj v oblasti polovodičov nám ponúka stále nové možnosti i v oblasti fotometrických snímačov a zariadení. Dnes v prevažnej miere využívame fyzikálne fotometrické prístroje, ktoré fungujú na princípe integrálneho hodnotenia (fyzikálneho integrovania) snímaného žiarenia. Používame pri tom najmä hradlové kremíkové fotónky s predradenými spektrálne selektívnymi filtermi - s využitím plnej alebo parciálnej filtrácie hodnoteného žiarenia. Tieto sú spravidla opatrené korektúrami pre úpravu snímačovej charakteristiky (kosínusová, sférická, cylindrická ... - napríklad luxmetre), alebo objektívom (prípadne systémom clôn) - jasomery. Pre takéto „konvenčné“ fotometrické prístroje (luxmeter, jasomer) platia napríklad normatívne požiadavky pre ich použitie v laboratórnych meraniach (v súčinnosti s goniofotometrami a fotometrickými integrátormi – zvyčajne najfrekvencovanejšie laboratórne merania) [1].

Napríklad minimálne požadované parametre takýchto luxmetrov sú [1]:

- Kalibračná neistota U_{cal} 1 %
- $V(\lambda)$ zhoda f_1' 1,5 %
- UV odozva U 0,2 %
- IR odozva r 0,2 %
- Kosínusová odozva f_2 1,5 %
- Linearita f_3 0,2 %
- Zobrazovacia jednotka f_4 0,2 %
- Únava f_5 0,1 %
- Teplotná závislosť f_6 0,2 %
- Modulované svetlo f_7 0,1 %
- Zmena rozsahu f_{11} 0,1 %
- Celková charakteristika f_{total} 4,0 %

Pričom $f_{total} = U_{cal} + f_1' + U + r + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 + f_6 + f_7 + f_{11}$

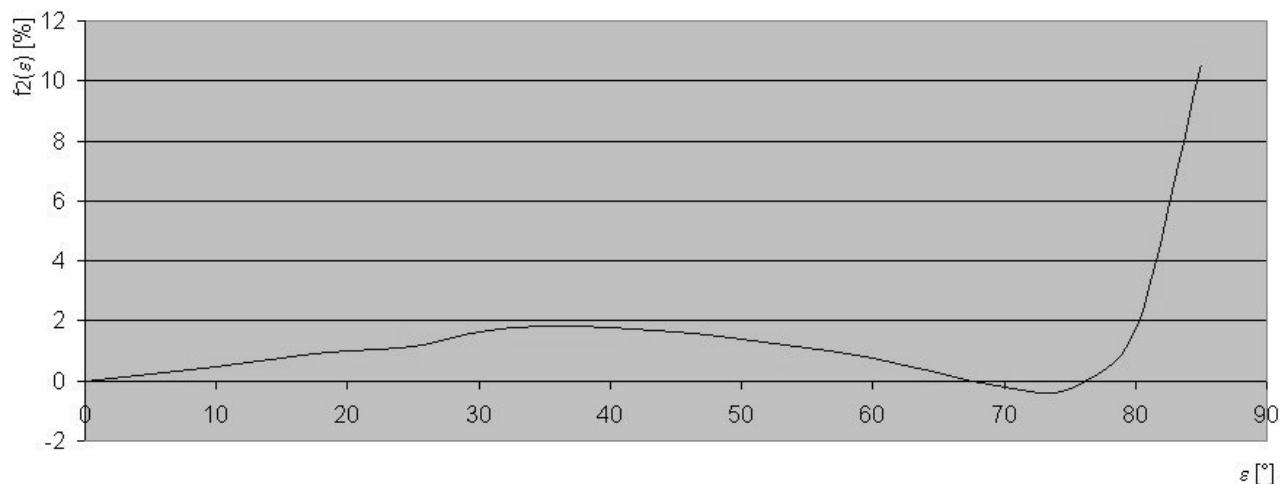
Tieto parametre len s malou rezervou kopírujú kvalitatívne parametre špičkových prístrojov, vyrábaných iba niekoľkými v tejto oblasti najlepšimi svetovými výrobcami. Ako môžeme vidieť z predchádzajúceho prehľadu minimálnych požiadaviek na parametre luxmetrov, relatívne najväčšie rezervy sú ponechané $V(\lambda)$ – korekcie (neistota f_1') a smerovej odozve (f_2 – v prípade luxmetrov kosínusovej korektúry). Preto ak by sa nám podarilo posunúť kvalitatívne tieto parametre, vedeli by sme možno podstatne zlepšiť výslednú kvalitu meraní.

1. Prečo a ako nahradiť fyzikálno-integrálny luxmeter spektrometrickým

Málo kto si pri tak náročných požiadavkách aké sú kladené na laboratórne fotometre položí otázku: „nedalo by sa fotometrické veličiny merať inak, prípadne aspoň v niečom lepšie?“ (i keď možno nie reálne ale aspoň potenciálne). Priestor na takéto zamyslenie nám ponúka napríklad pohľad na princíp funkcie luxmetra. Luxmeter má snímaciu charakteristiku spektrálnej citlivosti fotoelektrického elementu (zvyčajne kremíkovej hradlovej fotónky) upravenú vhodným spektrálne selektívnym filtrom na priebeh čo najbližší priebehu relatívnej spektrálnej citlivosti ľudského oka (lepšie povedané - zraku) napríklad (vo väčšine prípadov) pre fotopické (denné) videnie označovaného ako funkcia $V(\lambda)$. Hodnota vyhodnotená takýmto „konvenčným“ luxmetrom je z matematicko-fyzikálneho hľadiska podkrivkovým integrálom priebehu pomernej žiarivej energie prenášanej „jednotlivými vlnovými dĺžkami“ meraného žiarenia ($W \cdot m^{-2} \cdot nm^{-1}$), pričom tento priebeh je prenášaný reálnou funkciou výslednej spektrálnej citlivosti snímača (s uvažovaným vplyvom smerovej snímačovej korektúry, spektrálne selektívneho filtra, ako i spektrálnej citlivosti samotného foto-elektrického prvku), aditívne korigovaný na nulový ofset a vynásobený zosilnením elektrického medziobvodu snímača a meracieho prístroja. Najmä v prípade moderných digitálnych fotometrických prístrojov je možné, že by sme do popisu funkcie luxmetra museli zaradiť i použitú korekčnú funkciu linearity, teplotnej závislosti (aplikovanú na základe paralelného merania teploty fotoelektrického snímača), alebo inú funkčnú závislosť výrobcovi známu z úvodných kalibračných meraní. Parametre vystihujúce vlastnosti konkrétneho luxmetra sú najnázornejšie z ich grafických funkčných závislostí.

Jedným z dvoch najkritickejších parametrov luxmetrov (ako bolo povedané vyššie) je chyba kosínusovej korektúry. Kosínusovú (všeobecne – smerovú snímaciu) korektúru, teda i z nej vyplývajúcu neistotu f_2 , je možné vylepšiť

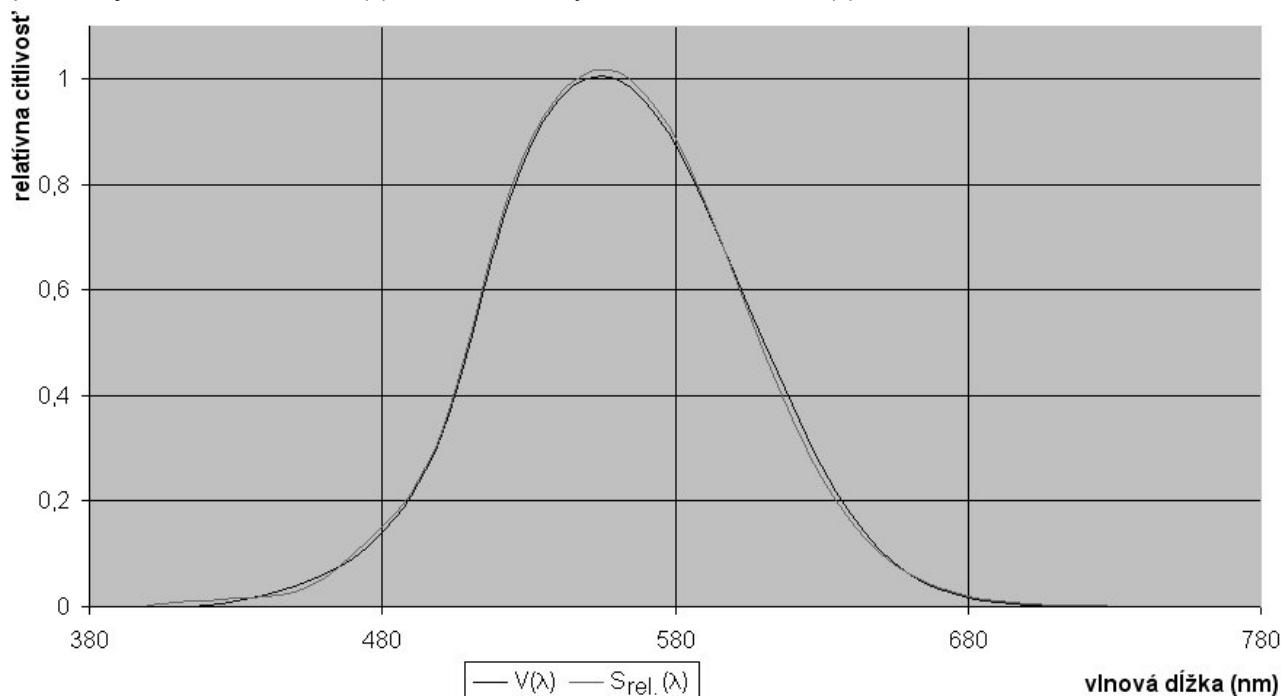
zmenou jej fyzického – rozmerovo-proporčného vyhotovenia vstupného snímacieho otvoru (resp. difúzora) fotometrickej hlavice v súčinnosti s optimalizáciou jej tvaru. Tvarom okolia vstupného otvoru vytvárame parciálne uhlové clony, ktoré napomáhajú optimalizácii smerovej snímačej charakteristiky. Príklad priebehu chyby kosínusovej korektúry môžeme vidieť na obr.1.



- *Obr.1: Príklad priebehu chyby kosínusovej korektúry luxmetra*

V niektorých prípadoch je možné na základe známeho usporiadania meracej aparatury, svetelného zdroja, jeho rozmerov, natočenia a známeho priebehu chyby smerovej korektúry robiť i numerickú korekciu, no vo väčšine prípadov to prakticky možné nieje. Z priebehu chyby kosínusovej korektúry sa výpočtom stanovuje smerodajný hodnotiaci koeficient neistoty f_2 , ktorá sa však už nedá použiť pre korekciu meranej veličiny, ale iba vyjadruje interval, v akom sa pravá hodnota môže nachádzať. Bližšími spôsobmi vylepšovania smerových korektúr sa tu bližšie zaoberať nebudeme.

Druhým najkritickejším parametrom luxmetrov je ich chyba spektrálnej korekcie na funkciu $V(\lambda)$. Príklad relatívnej spektrálnej citlivosti luxmetra $S_{rel}(\lambda)$ v kontrastnom vyobrazení ku funkcii $V(\lambda)$ vidíme na obr.2.



- *Obr.2: Relatívna spektrálna citlivosť luxmetra $S_{rel}(\lambda)$ v kontrastnom vyobrazení ku funkcii $V(\lambda)$*

Priebeh chyby relatívnej spektrálnej citlivosti fotometra $S_{rel}(\lambda)$ voči funkcii $V(\lambda)$ je zvyčajne charakterizovaný koeficientom neistoty f_1' , ktorý je stanovený na základe výpočtu. Tento tiež nieje možné spätne použiť na korekciu nameranej hodnoty.

Reálna hodnota chyby vyplývajúcej zo spektrálnej citlivosti a spektrálneho zloženia hodnoteného žiarenia je od prípadu k prípadu iná. Preto jedna integrálna hodnota f_i reprezentuje prístroj dosť chabo. Integrálne – „konvenčné“ fotometre vyhodnocujú iba jednu hodnotu ako výsledok z celého intervalu vlnových dĺžok, na ktoré sú citlivé a teda ku nej prirodzene stanovujeme iba jednu výslednú neistotu. Táto však vyplýva z celého priebehu spektrálnej citlivosti fotometra.

Ak by sme však merali hodnotu energie E_e ($W \cdot m^{-2} \cdot nm^{-1}$) prenášanej žiarením v jednotlivých dostatočne malých intervaloch $\Delta\lambda$, túto by sme priamo prenásobili hodnotami funkcie $V(\lambda)$ prislúchajúcimi konkrétnym intervalom a sčítali by sme tieto výsledné hodnoty na celom intervale viditeľného žiarenia, dostali by sme hodnotu úmernú intenzite osvetlenia. Aby sme získali priamo hodnotu intenzity osvetlenia E (lx) z tohto podkrivkového integrálu, je potrebné ho prenásobiť prevodovou konštantou, čo vyplýva zo vzťahu

$$E = K_m \int_{380}^{780} E_{e,\lambda}(\lambda) V(\lambda) d\lambda \quad (1)$$

kde K_m – konštantu pre prevod žiarivých veličín na fotometrické pre fotopické videnie $K_m = 683 \text{ lm} \cdot W^{-1}$
 $E_{e,\lambda}$ – intenzita žiarenia prislúchajúca vlnovej dĺžke λ
 $V(\lambda)$ – hodnota pomernej spektrálnej účinnosti monochromatického žiarenia pri fotopickom videní normálneho pozorovateľa pre žiarenie v vlnovej dĺžke λ

Konštantu K_m môžeme stanoviť prakticky i kalibračným meraním - naviazaním na etalón svietivosti pomocou zákona štvorca vzdialenosti.

Pri uvažovaní ideálne presného merania energie žiarenia prenášanej konkrétnymi intervalmi vlnových dĺžok s dostatočne jemne deleným rozsahom v celej oblasti viditeľného žiarenia (380 až 780 nm), sa dá uvažovať s teoreticky minimálnou neistotou merania vyplývajúcou iba z miery neistoty normatívneho tabuľkového vyjadrenia funkcie $V(\lambda)$ a šírky intervalov $\Delta\lambda$. To znamená, že čím „hladšie“ dokážeme výsledky zintegrovať, tým menšia bude neistota. Presnosť prepočtu vieme teda vylepšiť napríklad vhodnou interpolačnou aproximáciou meraného spektra a normatívne tabuľkovo udávanej funkcie $V(\lambda)$.

Prakticky je takéto meranie realizovateľné pomocou spektrometra. Samozrejme vzhľadom na potrebu merať veľké množstvo intervalov $\Delta\lambda$ a z toho vyplývajúci veľký objem meraných dát je nemysliteľné, aby sa použil manuálny spektrometer. Pre praktickú použiteľnosť tejto metódy je potrebné využiť automatizovaný spektrometer s priamym softvérovým spracovaním meraných dát. Príklad vyhotovení takýchto spektrometrov vidno na obr.3.



• Obr.3: Príklad vyhotovenia moderných spektrometrov od firmy OceanOptics [2]

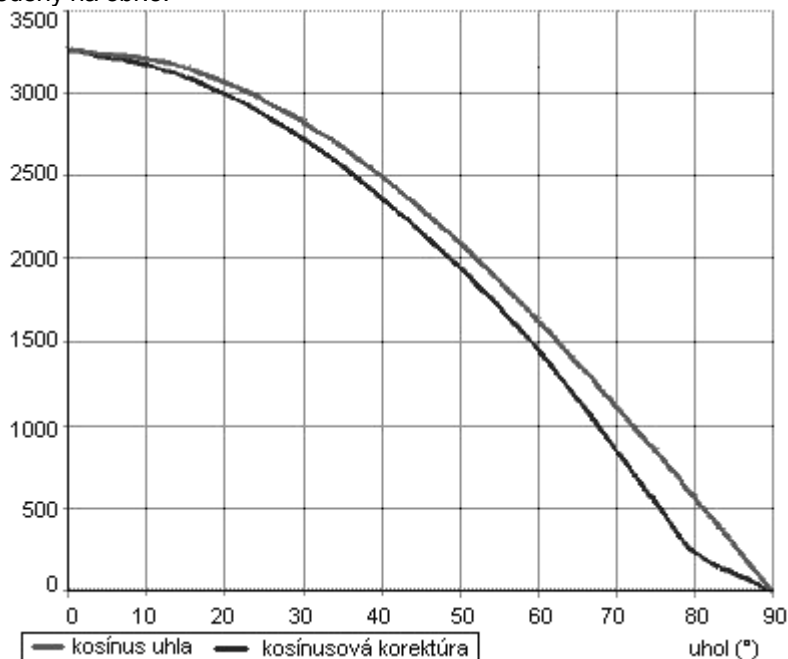
Takéto spektrometre sú založené na princípe difrakčnej mriežky, ktorá rozkladá snímané optické žiarenie na líniovo rozložené spektrálne zložky, ktoré sú vyhodnocované líniovým CCD snímačom. Princíp rozkladu žiarenia difrakčnou optickou mriežkou má výhodu oproti optickému hranolu v tom, že žiarenie je rozkladané lineárne. Použitie CCD - líniového snímača je výhodné najmä z hľadiska jeho vysokej citlivosti. Snímače používané v týchto prístrojoch majú i vysoké rozlíšenie – bežne 2048 alebo 3648 snímacích bodov. Napríklad spektrometer s 2048 pixelmi má pri intervale hodnotených vlnových dĺžok 200 až 850 nm rozlíšenie 0,32nm, čo zodpovedá nášmu intervalu $\Delta\lambda$. V týchto zariadeniach sa používajú aj 16 bitové A/D prevodníky, čo zabezpečuje výborné rozlíšenie hodnôt snímaných v $\Delta\lambda$ - intervaloch. Tieto prístroje sú kalibrované na linearitu, správne priradenie vlnovej dĺžky meranému žiareniu, ako aj na správne hodnotenie energie prenášanej žiarením v jednotlivých intervaloch $\Delta\lambda$. Kalibrácia na tieto parametre je súčasťou podmienkou správneho výsledku meranej intenzity osvetlenia ktorú vyššie uvedeným spôsobom vypočítame.

„Luxmeter“ vznikne zo spektrometra, v spojení s kosínusovým nastavcom (korektúrou), ktorý zabezpečí úpravu smerovej snímačkej charakteristiky. Takúto korektúru môžeme vidieť na obr.4.



• Obr.4: Príklad vyhotovenia kosínusovej korektúry pre optický vodič od firmy Avantes [3]

Priebeh smerovej snímačkej charakteristiky spektrometra vybaveného uvedenou korektúrou v porovnaní s ideálnou charakteristikou je uvedený na obr.5.



• Obr.5: Priebeh funkcie kosínusovej korektúry vyrábanej firmou Avantes [3]

Ako je z obrázku zrejme, táto kosínusová korektúra nieje ideálna a výrobca ešte má čo doháňať, aby sa priblížil korektúram popredných výrobcov konvenčných luxmetrov. Bohužiaľ i ďalší výrobcovia spektrometrov nedodávajú presnejšie korektúry a tak nám ostáva čakať na ďalší vývoj, alebo sa môžeme pokúsiť vyrobiť korekciu sami. Nesmieme zabudnúť na to, že snímané žiarenie je do spektrometra privádzané zvyčajne optickým vodičom ktorý má zvyčajne priemer v rozsahu 50 až 1000 μm , môže mať rôznu dĺžku a s tým súvisiaci rôzny útlm. Preto sa kalibrácia musí vykonať pre celú zostavu – smerová korektúra, optický vodič, spektrometer. I keď sú CCD snímače veľmi citlivé, žiarenie je snímané zvyčajne z malej plochy vstupného otvoru (resp. malého priestorového uhla), smerová snímačková korektúra a optický vodič majú útlm a optická difrakčná mriežka rozdelí toto žiarenie v pomere k počtu snímačích elementov. Pri hodnotách rádovo jednotky luxov môžu byť zosnímané hodnoty natoľko malé, že sú porovnateľné z úrovňou elektrického šumu. Citlivosť, odstup od šumu, ale aj rozlišovacia schopnosť spektrometrov sa však neustále zlepšujú, a tak onedlho bude zrejme možné i tieto nevýhody voči konvenčným luxmetrom zanedbať. Tak isto maximálna nesaturované zosnímaná hodnota sa čoraz viac zvyšuje - možnosťou použitia čoraz kratšej integračnej časovej konštanty moderných CCD snímačov.

Doteraz sme hovorili hlavne o chybe spektrálnej citlivosti a kosínusovej korektúry. Aké sú však všetky pri luxmetroch hodnotené chyby (resp. neistoty ktoré z nich vyplývajú) ktoré musíme podľa normy [1] pri luxmetroch kontrolovať?

- Chyba $V(\lambda)$ zhody - neistota f_1' - je daná neistotou prípadnej interpolácie pre nás axiomatically tabuľkovo danej krivky $V(\lambda)$, pri ktorej s vlastnou neistotou teda neuvažujeme. Vyjadrujeme ju teda pre konkrétny typ použitej interpolácie.
- Citlivosť na UV žiarenie – neistota u – môžeme ju prakticky zanedbať, i keď jej vyjadrenie je teoreticky možné. Prakticky sa táto chyba môže prejaviť iba ako následok nedostatočnej ostroty optickou mriežkou rozkladaného žiarenia. Lokálne nie ideálne rozložené žiarenie snímané napríklad elementom ktorý

zodpovedá 380 nm môže obsahovať z časti i žiarenie ktoré by ideálne malo prislúchať až susednému elementu – napríklad 379,68 nm. Treba si však uvedomiť, aký malý je interval $\Delta\lambda$, a tiež to že hodnota prislúchajúca poslednému hodnotenému elementu je pre násobená váhovým koeficientom z krivky $V(\lambda)$ prakticky rovným nule.

- Pre citlivosť na IR žiarenie – neistotu r - platí obdobne to čo pre citlivosť na UV žiarenie.
- Kosínusová odozva – neistota f_2 - je daná fyzickým vyhotovením kosínusovej korektúry, pričom platí, že je možné ju vyhotoviť minimálne s takou smerovou charakteristikou ako sa vyrába pre konvenčné luxmetry.
- Chyba Linearity – neistota f_3 – je v prípade spektrometrických luxmetrov vyjadrená prakticky pre každý jednotlivý CCD element snímača. Hodnota meraná elementom je spracúvaná A/D prevodníkom s vysokým rozlíšením (napríklad 16 bitov – 65 536 úrovni) a táto hodnota je automaticky softvérovo korigovaná korekčnou funkciou pre daný element. Na chybu tejto korekcie má však vplyv i korekcia spektrometra na izoenergetické hodnotenie energie prenášanej žiarením v jednotlivých intervaloch $\Delta\lambda$. Táto korekcia je naviazaná napríklad na etalón svietivosti a s tým súvisiace neistoty. Neistota sa teda stanoví z neistoty stanovenia kalibračnej krivky chyby linearity a chyby stanovenia prepočtovej konštanty pre hodnotenie energie snímanej konkrétnym elementom.
- Zobrazovacia jednotka - neistota f_4 – vyplýva z počtu rozlišovacích úrovní D/A prevodníka (veľkosti ± 1 digit) a pomeru maximálnych nesaturovaných hodnôt dvoch susedných rozsahov.
- Únava – neistota f_5 - vratná zmena vo vyhodnotenom výsledku pri jeho odčítaní po 30 s oproti hodnote po 10s.
- Teplotná závislosť – neistota f_6 – zvyčajne sa udáva ako hodnota vypočítaná z hodnôt zmeraných pri normatívne stanovených teplotách. V našom prípade je možné vylepšiť meranie v tomto smere termostatickou stabilizáciou snímača osadeného v spektrometri, ale aj meraním jeho teploty a automatickou korekciou na základe známych charakteristík
- Modulované svetlo – neistota f_7 – tento vplyv vieme pri známej frekvencii blikania minimalizovať automatickým priemerovaním viacerých po sebe nasledujúcich snímok, vhodným nastavením času medzi snímkami a nastavením integračnej periódy.
- Zmena rozsahu – neistota f_{11} – rozsah meníme veľkosťou integračnej konštanty. Hodnotu tejto neistoty stanovíme pre jednotlivé zmeny rozsahov ako pri integrálnych fotometroch a pri hodnotení konkrétneho merania použijeme neistotu zmeny v meraní použitých rozsahov.

Záver

Meranie fotometrických veličín pomocou spektrometrov môže byť teoreticky presnejšie než merania klasickými fotometrami, nakoľko pri meraní konvenčnými integrálnymi fotometrami vychádzame z okrajovej podmienky – zmeranej spektrálnej citlivosti fotónky – ktorá je určená ďalším meraním (napríklad i za pomoci spektrometra) a spektrometrické meranie je prakticky priamym meraním s matematickou – softvérovou korekciou výsledku.

Prakticky ideálna naviazanosť takéhoto merania na normovanú krivku $V(\lambda)$ ako i možnosť naviazania napríklad na etalón svietivosti (ako bolo uvedené vyššie) nám napovedá o možnosti dosiahnuť takto v budúcnosti celkovo lepšie parametre než majú konvenčné – integrálne fotometre. Hlavnými nedostatkami na trhu dostupných spektrometrov, ktoré zatiaľ bránia ich bežnému nasadeniu do fotometrických meraní (napríklad osvetlenosti) je ich nízka integrálna citlivosť pri uvažovaní odstupe signálu od šumu a tiež obmedzenie maximálnej hodnoty rozsahu hodnotou minimálnej časovej konštanty, z čoho vyplýva hardvérovo-obmedzený merací rozsah. Problémom môže byť i značne náročná kalibrácia spektrometra a stanovenie výsledných neistôt, ktoré je pre seriózne merania nutné poznať. Taktiež chýbajú v sortimente výrobcov prakticky použiteľné potrebné kvalitné doplnky ako sú korektúry vyhovujúcej kvality, jednoduchý a praktický softvér, a podobne. Nezanedbateľným brzdným faktorom je samozrejme i cena spektrometrov, ktorá prevyšuje cenu bežných luxmetrov niekoľkonásobne. Treba si uvedomiť, že spektrometrické merania fotometrických veličín fotometrami nám ponúkajú široké možnosti a spektrometer s vhodnými nastavcami a relatívne jednoduchými kalibračnými zariadeniami nám môže nahradiť viacero zložitých a drahých špičkových prístrojov – napríklad luxmeter, jasomer, kolorimeter a samozrejme bude plniť i funkciu spektrometra. Vzhľadom na relatívnu jednoduchosť, výbornú prenosnosť (malé rozmery, hmotnosť, spotreba, napríklad pripojenie a napájanie z USB portu notebooku a pod.), stále stúpajúcu kvalitu a klesajúcu cenu môžeme predpokladať v budúcnosti ich omnoho masovejšie nasadenie v meraniach nielen spektra.

Tento článok vznikol v rámci riešenia projektu VG-3114.

Literatúra a odkazy

- [1] STN EN 13032-1:2004, Svetlo a osvetlenie. Meranie a vyhodnocovanie fotometrických údajov svetelných zdrojov a svietidiel. Časť 1: Meranie a formulár súborov.
- [2] <http://www.oceanoptics.com>
- [3] <http://www.avantes.com>

Hodnocení a posuzování rušivého světla

Doc. Ing. Jiří Plch, CSc.,

Světelná technika Brno

Úvod

Z filosofického pohledu nikdo nepopírá nutnost a potřebu veřejného osvětlení, které je základním činitelem pro bezpečnost účastníků silničního provozu. I když samo o sobě přináší složité problémy, jsou v souhrnu komplexní a přímo ovlivňují nehodovost, dopravní nehody.

V současné době se nerozlišuje, kterých způsobů osvětlení se má použít, aby se zlepšily všechny typy bezpečnosti v lokalitách měst. Veřejné osvětlení se nepohybuje s vozidlem, ale má stabilní polohu ve vztahu k orientačním bodům a řidič se ve svém vozidle pohybuje v rámci vymezeného jízdního pruhu silnice.

Osvětlovací soustavy veřejného osvětlení ukazují předměty, překážky několika různými způsoby. Změnou polohy svítidel, jako například snížením nebo zvýšením rozteče mezi stožáry, změnou závěsné výšky a podobně se změní i úhel dopadu světla ze světelných zdrojů svítidel na vozovku. Všechny povrchy vozovky odrážejí a budou odrážet dopadající světlo v závislosti na relativních úhlech dopadu a úhlech vlastního pozorování.

Projektanti a výrobci předmětných svítidel pro osvětlovací soustavy tohoto druhu dnes již mají určitou možnost výběru svítidel vrhajícími či nevrhající určitou část světelného toku na oblohu, stromy, budovy a jiné složky pozadí a tím měnit jasovou úroveň. A to jsou právě problémy, které se v přítomné době snažíme řešit a hledáme způsob, jak relativně jednoduchým způsobem, z povrchu matičky Země, budeme kvantifikovat úroveň rušivého světla dané lokality.

Hodnocení jasových poměrů

Problematika hodnocení jasových poměrů byla předmětem celé řady vědeckých prací. V přítomné době existuje snad čtrnáct výrobců, kteří nabízejí různé přístroje pro fotometrii. Mezi nimi existují určité rozdíly, dané především aplikací druhu čidla, měřicími rozsahy, způsobem odečtu měřené veličiny, měřícím úhlem, stupnicí, třídou přesnosti, celkovým výkonem, délkou propojovacích kabelů, celkovými rozměry měřicího přístroje, jejich hmotností a v neposlední řadě cenou nabízeného přístroje.

Za klíčovou otázku lze považovat kvalitu čidla (snímače) a jeho funkční vlastnosti z hlediska spektrálního přizpůsobení na jedné straně, na druhé straně pak možnosti aplikačního softwaru.

Jasová kamera

Integrální přístroj, který je schopen zhodnotit reálné jasové poměry v daném časovém okamžiku a daném prostoru je dnes představován jasovou kamerou firmy TECHNO TEAM, která je vyobrazena na obrázku 1.



Obr. 1 - Digitální Fotoaparát Rollei LMK mobile Firmy TechnoTeam

Měřicí princip

Pozitivní vlastnosti, které má dnes klasický digitální fotoaparát se staly základem pro vývoj nové technologie a zpracování digitálního obrazu tak, aby byly získány reálné jasové poměry na podkladě základních zákonitostí, popsaných vztahy

$$L = K_m \int L_{e\lambda} \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda \quad (1)$$

$$X_c = K_m \int H_{e\lambda} \cdot S'(\lambda) \cdot d\lambda \quad (2)$$

$$X_c \sim L \quad (3)$$

$$S'(\lambda) \sim V(\lambda) \quad (4)$$

$$S'(\lambda) = K_R R(\lambda) + K_G G(\lambda) + K_B B(\lambda) \quad (5)$$

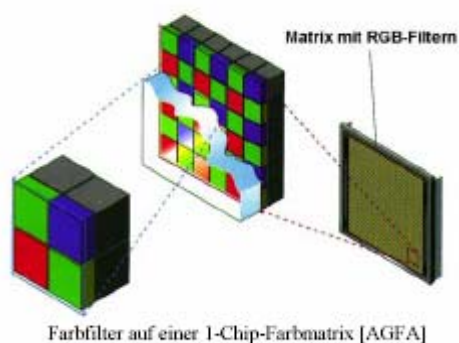
kde je

- X_c veličina, která je proporcionální hodnotou jasu
- K_m světelný ekvivalent
- $H_{e\lambda}$ spektrální energie [W.s/ m²]
- $S'(\lambda)$ spektrální citlivost čipu digitálního fotoaparátu
- L jas [cd/m²]
- $R(\lambda), G(\lambda), B(\lambda)$ spektrální citlivosti sensorů R,G,B
- K_R, K_G, K_B matriční koeficienty sensorů pro $V(\lambda)$ přizpůsobení

Stanovení jasové hodnoty

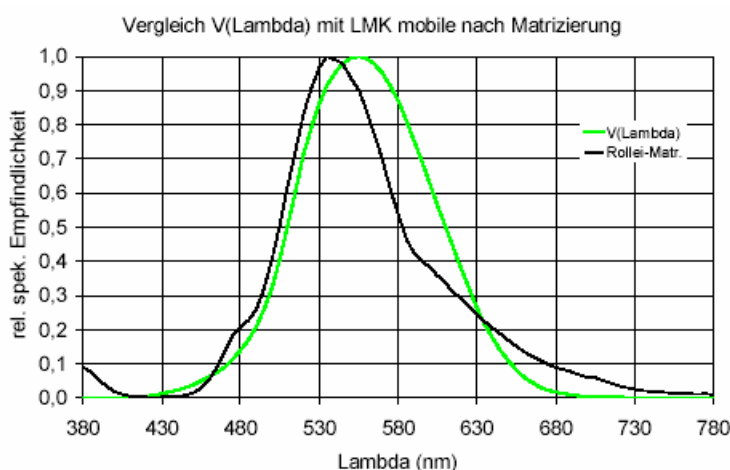
Ke stanovení jasové hodnoty je nutné určit váženou hodnotu signálu kanálu (R,G,B) (Matrizierung) 1-čipu barevné matice s rozlišením 1300 x 1030. Viz obr. 2. K tomu jsou použity odpovídající 4 pixely, které se skládají v jednu makrobuňku. Ta je tvořena tak, že její součástí jsou jeden modrý, červený a dva zelené pixely. Tím se jednak dosáhne odpovídajícího přizpůsobení a dosáhneme možnosti stanovit požadovanou hodnotu jasu této makrobuňky.

Tyto makrobuňky potom tvoří základ pro stanovení jasového analýzy měřené scény (digitální fotografie) o celkové velikosti 630 x 615.



Obr. 2 - Barevný filtr na 1-čipové barevné matici

Takto pojaté $V(\lambda)$ přizpůsobení není provedeno pomocí jediného filtru, jak je běžné u celé řady fotometrů (Voll-filtru), ale určením středních hodnot z dat kanálu R,G,B (Matrizierung) jak bylo již popsáno.



Obr. 3 - Srovnání průběhu $V(\lambda)$ s přizpůsobením LMK dle rovnice (5)

LMK jasová kamera je kalibrován pro normovaný světelný zdroj A. Odchýlení od spektrálního rozložení tohoto světelného zdroje mohou za určitých okolností vzniknout i velké chyby měření. Jako korekční faktor je možno zavést dodatečně CCF Faktor (Color Correction faktor) a pro daný software jasové kamery potom rekalibrovat. Do korekce jasových dat jsou zahrnuty (temný proud a nelinearita, stejně jako hodnoty nastavení času integrace, clona, fokus a zoom).

Základní technické údaje digitální kamery pro jasovou analýzu

Souhrnné zpracování technických údajů je provedeno v následujících tabulkách :

- a) Základní technické údaje LMK mobile 2000

| Sensor | |
|--------------------------|--|
| Snímač CCD | Sony ICX 085 AK |
| Počet efektivních pixelů | 1280 (H)*1024 (V) |
| Rastr | 6,7 μ m * 6,7 μ m |
| Aktivní plocha sensoru | 8,71 mm ² *6,90 mm ² (2/3 ^c) |
| Čtecí režim | Progresivní Scan |
| Jasová rozlišitelnost | 640 (H)*512 (V) |

| | |
|---|--------------------|
| Video signál | 10 bit (digitální) |
| Rozlišitelnost bodu v režimu 1 měření | 1 : 500 |
| Rozlišitelnost bodu v režimu <i>High-Dyn</i> | 1 : 50 000 |

TAB. 1 – Základní technické údaje

| Technická data objektivu | |
|--------------------------|---|
| Typ | D-Vario-Apogon |
| Ohnisková vzdálenost | Zoom, 10 – 30 mm |
| Obrazový úhel záběru | 2u = 82° * 69° (f = 10mm) 2u = 32° * 26° (f = 30mm) |
| Vzdálenost | Autofokus – od 0.6 m – ∞ Manuálně od 7 cm – ∞ pro (f = 10mm) od 2 cm – ∞ pro (f = 30mm) |
| Clona | K = 2,8 ; 4,0 ; 5,6 ; 8,0 ; 11,0 |

TAB. 2 – Technické vlastnosti objektivu kamery

b) Parametry a přesnost realizovaných měření :

| Parametry měření | |
|---|---|
| Měřicí rozsah jasů | 3 ÷ 200 000 cd/m ² ÷ |
| Měřicí rozsah | Podle nastavení clony a expozice |
| Odchyłka přízpůsobení V _(λ) | Teplotní zdroje a D 65 <5% Žárovky, MHN-T <10 % |
| Jas | F _{2,u} <1,5 % |
| Kalibrační jistota | < 3,0 % |
| Aplikační oblasti | Prostorová analýza jasů interiéry, exteriéry, ostatní aplikace |

TAB. 3 – Technické parametry a přesnost měření

c) Technické možnosti vyhodnocování jasových analýz

Technické možnosti vyhodnocování jsou podrobně rozvedeny v následující tabulce

| Možnosti vyhodnocování | | |
|------------------------|---------------------------------|-------------|
| Měřicí rozsah jasů | 3 ÷ 200 000 cd/m ² ÷ | |
| Velikost čipu | X = 10,2 mm | Y = 8,2 mm |
| Aktivní pixely | X = 1 360 | Y = 1 024 |
| Rozměr pixelu | 6,45 x 6,45 μm | |
| Měřené pole | x | y |
| f = 10 | 54 ° | 45 ° |
| | 155 "/pixel | 167 "/pixel |
| f = 30 | 19 ° | 16 ° |
| | 51 "/pixel | 56 "/pixel |

TAB. 4 – Technické možnosti vyhodnocování kamerou

d) Provozní údaje jasového analyzátoru

| Provozní údaje | |
|---------------------|--|
| Zdroj | 7 x 1 800 mA, 1,3 V, AA, AAA |
| Doba provozu | cca 1,5 hod |
| Paměťová karta typu | Smart Media Card(PCMCIA-ATA-Adaptér) CompactFlash Card (PCMCIA-ATA-Adaptér) PCMCIA-ATA-Cards Typ: I, II o, III PCMCIA-ATA Testplatte 360M Byte |
| Kapacita pro měření | 1,8 M Byte (Standart) 9,0 M Byte (High-Dyn) |
| Operační systém | WINDOWS |
| Software | LMK 2000 |

TAB. 5 – Souhrn provozních údajů

Vyhodnocení jasových poměrů při analýze úrovně rušivého světla

Dílčí vyhodnocení naměřených hodnot z realizovaného měření je provedeno podle všeobecných zásad, běžných u světelně technických měření tohoto druhu a základní pojmy jsou pro úplnost uvedeny dále.

Jde o vyhodnocení těchto veličin:

- maximální jas posuzované části oblohy
je dána nejvyšší hodnotou, získanou při měření plochy -
$$L_{\max} = (\text{cd/m}^2)$$
- minimální jas posuzované části oblohy
je dána nejnižší hodnotou, získanou při měření plochy -
$$L_{\min} = (\text{cd/m}^2)$$
- střední jas posuzované části oblohy
je určena jako aritmetický střed ze všech naměřených hodnot
$$L_{pr} = (\text{cd/m}^2)$$
- rovnoměrnost jasu posuzované části oblohy
je určena poměrem hodnot minimální hodnoty jas k průměrné hodnotě jasu posuzované části oblohy

$$r = \frac{L_{\min}}{L_{pr}} (-) =$$

Dále jsou v protokolu uvedeny tyto hodnoty :

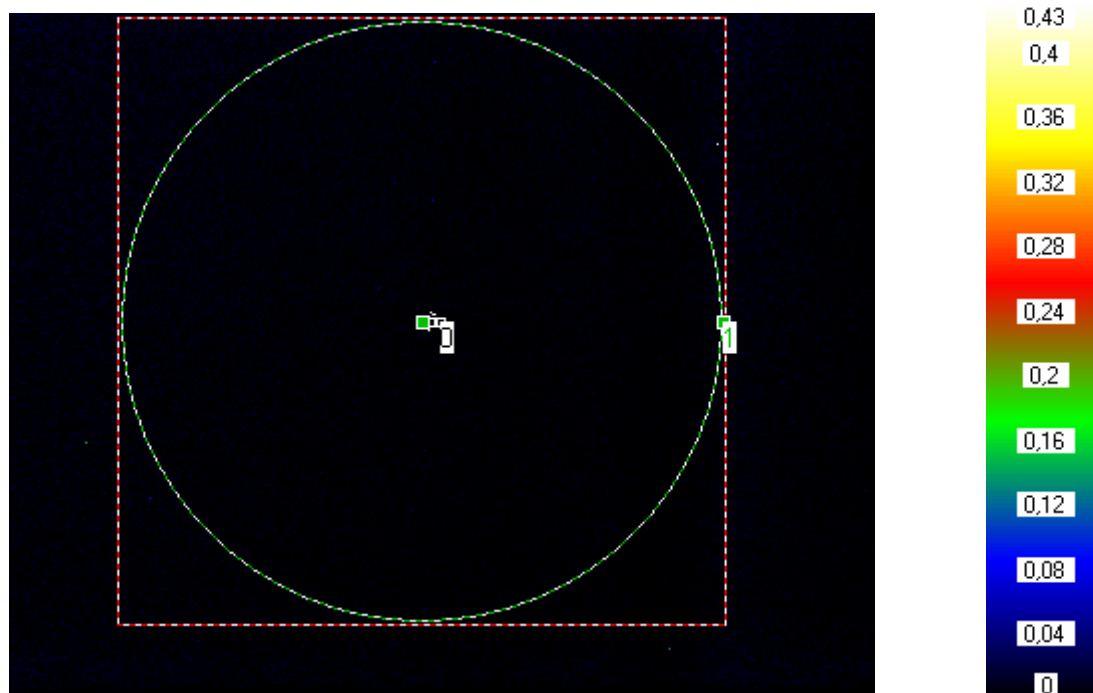
- Počet pixelů vyhodnocované zóny,
- Směrodatná odchylka σ (Sigma) v cd/m^2 , v souladu s pravděpodobnostní teorií vyhodnocování souboru naměřených dat.

Praktická ukázka vyhodnocení

Vyhodnocení každé jasové analýzy může být provedeno zcela rozdílným způsobem. Ten nejjednodušší spočívá v tom, že se využije lineární způsob posuzování, který je předurčen pro většinu aplikací. Z pohledu analýzy a vyhodnocování rušivého světla, je nutné vycházet z celé řady ovlivňujících faktorů, které ovšem kladou daleko větší požadavky na způsob vyhodnocování.

To lze zcela věrohodně dokumentovat na těchto dvou příkladech, které pocházejí právě z počátků, než se přistoupilo ke komplexnějším zkouškám.

Na prvním snímku je zachycena noční obloha v lokalitě Dlouhá Stráň bez účinků rušivého světla.



Obr. 4 – Noční obloha bez rušivého světla

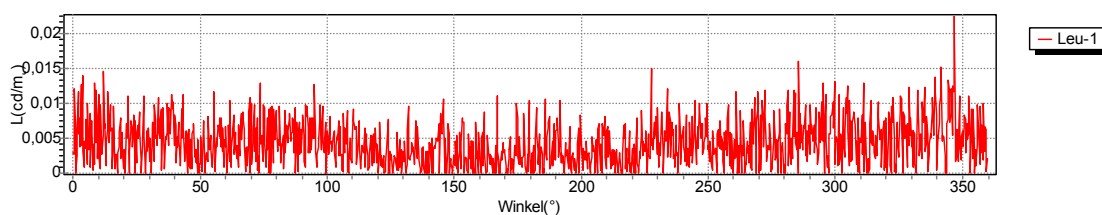
Jasový snímek ukazuje i některé hvězdy, které mají definovanou polohu a dají se přímo jasově analyzovat. Pro vlastní vyhodnocení byl potom zvolen definovaný čtvercový detail, doplněný o kruhový detail, který lépe umožňuje porovnat získané výsledky s jasoměrem např. Minolta s kruhovým měrným polem.

Hodnoty získané z této analýzy jsou potom zřejmé z následující tabulky.

| Nr. | Reg. | Klass. | Einheit | Anz | Mittel | Sigma | Min | Max | Fläche |
|-----|------|----------|---------------------|--------|----------|----------|-----|---------|--------|
| 0 | 0 | Standard | L-cd/m _c | 169 | 0,003524 | 0,002881 | 0 | 0,01332 | 169 |
| 1 | 1 | Standard | L-cd/m _c | 159400 | 0,004033 | 0,003199 | 0 | 0,202 | 159400 |

TAB.5. – Vyhodnocení jasů noční oblohy

Větší vypovídací hodnotu má potom vlastní grafické vyhodnocení v dané linii, které je zřejmé z grafu 1.



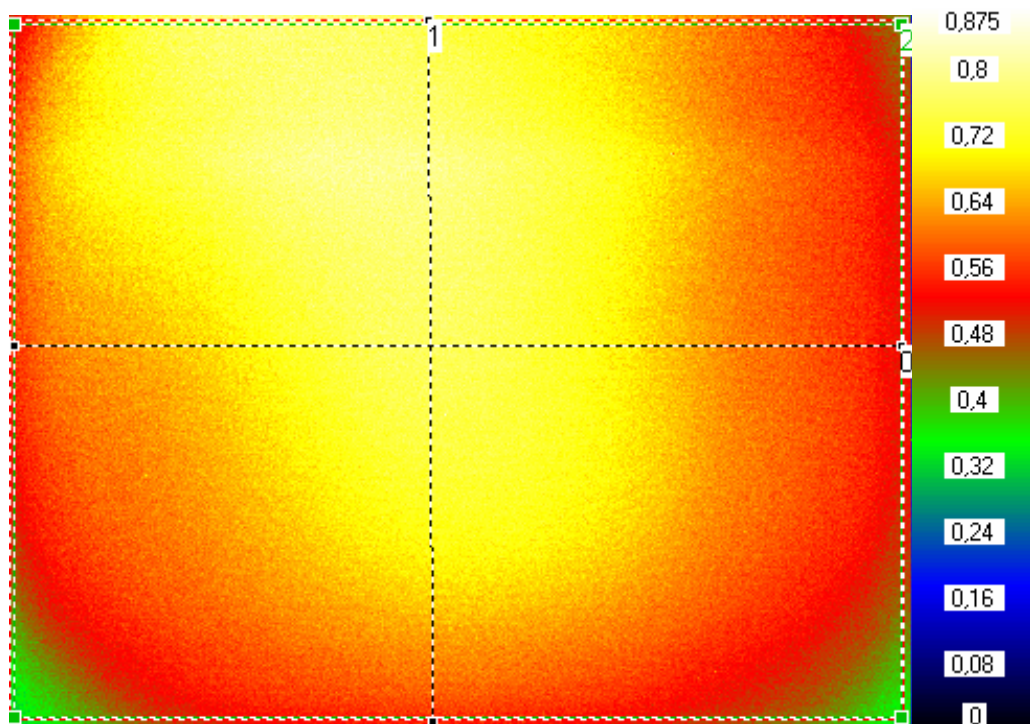
Graf. 1 – Grafický způsob vyhodnocení jasové analýzy oblohy

Z těchto prvních uvedených snímků vyplývá, že při dané dohlednosti, velmi výborné dohlednosti (propustnosti ovzduší), existuje přesně definovaný průběh deklarující

nulovou hodnotu rušivého světla, jak bude z dalšího zřejmé. Můžeme takový stav označit nějakou smluvní veličinou v dekadické či logaritmické soustavě.

Jestliže dojde k tomu, že se vyskytne zdroj světelného rušení musí se zákonitě změnit čára průběhu jasové analýzy oblohy a to tak, že dojde k posunu celého systému o nějakou spojitou hodnotu, která bude, podle stupně rušivého světla, hodnoty rozdílů jasů hvězdných objektů zmenšovat, linearizovat.

Jakmile dojde ke stupni působení absolutního světelného rušení, či absolutní znečištění, potom dojde k tomu, že se zcela vyloučí jakékoliv průměrné jasové hodnoty největších hvězdných objektů, jak je možné deklarovat na následujícím obrázku.



Obr. 5. Absolutní práh rušivého světla v dané lokalitě

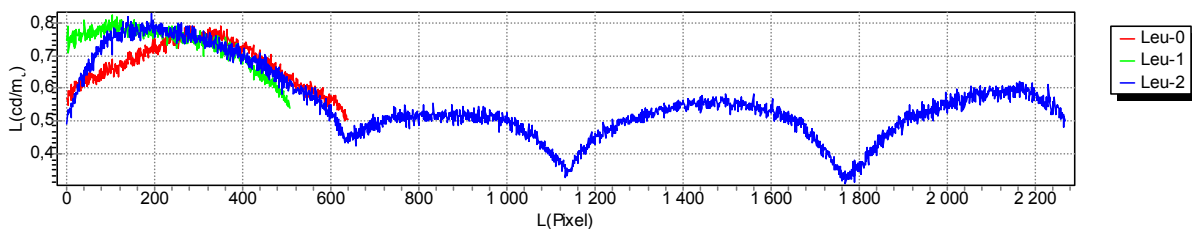
Již z prvního pohledu je zřejmé, že zcela vymizely klíčové objekty hvězdného nebe a je zcela zahlceno světlenou energií z rušivého zdroje (halogenidový reflektor).

Pro naznačené vyhodnocovací regiony (oblasti) jsou analyzované hodnoty uvedeny v následující tabulce

| Nr. | Reg. | Klass. | Einheit | Anz | Mittel | Sigma | Min | Max | Fläche |
|-----|------|----------|---------------------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|
| 0 | 0 | Standard | L-cd/m _c | 638 | 0,6746 | 0,06978 | 0,5022 | 0,7948 | 638 |
| 1 | 1 | Standard | L-cd/m _c | 504 | 0,7318 | 0,06227 | 0,5412 | 0,8259 | 504 |
| 2 | 2 | Standard | L-cd/m _c | 317300 | 0,6531 | 0,08908 | 0,3078 | 0,8749 | 317300 |

TAB. 6. – Analyzované hodnoty rušivého světla v dané lokalitě

a tomu potom odpovídající i grafické průběhy



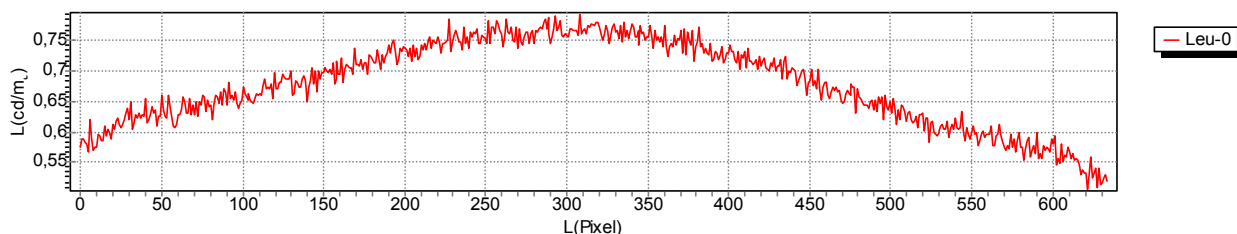
Graf. 2 – Průběh čáry jasu při absolutní úrovni rušivého světla

Ještě pro lepší přehlednost se provede vyhodnocení jenom pro středovou linii hodnocení a posuzování s tabelárně uvedenými hodnotami

| Nr. | Reg. | Klass. | Einheit | Anz | Mittel | Sigma | Min | Max | Fläche |
|-----|------|----------|---------------------|-----|--------|---------|--------|--------|--------|
| 0 | 0 | Standard | L-cd/m ₂ | 636 | 0,6783 | 0,06925 | 0,5058 | 0,7933 | 636 |

TAB. 6 – Vyhodnocení středové linie při absolutním působení úrovně rušivého světla

a tomu odpovídající grafické vyjádření



Graf. 3 – Čára jasu při absolutní úrovni rušivého světla

Srovnáme-li dva průběhy, jednak průběh uvedený v grafu 1 a průběhem v grafu 3, je zřejmé, že minimální hodnota jasu se posunula z úrovně počáteční 0 cd/m² na hodnotu spojitého pozadí s hodnotou 0,575 cd/m² s maximální hodnotou ve středu až 0,8 cd/m²

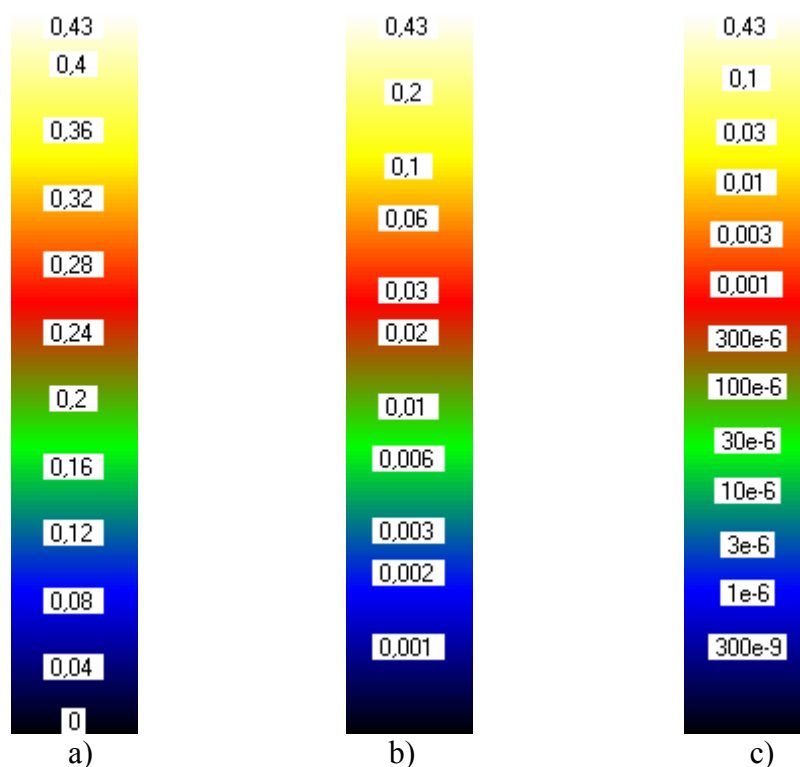
Jde tedy o hodnoty prokazatelně jak numericky, tak i vizuálně, že uvedené případy tvoří dva limitní případy, se kterými nadále lze pracovat a odvodit stupnici rušivého světla třeba 0 – 100, nebo 0 - ∞.

To je pak jenom otázka úmluvy hodnocení a posuzování úrovně rušivého světla. To nejpodstatnější ovšem je, že moderní systém jasového analyzátoru tyto možnosti má.

Zavedení logaritmické funkce do vlastního vyhodnocování jasových analýz poskytuje nové možnosti při vlastním vyhodnocování a posuzování úrovně rušivého světla zvýšenou úrovní barevné vizualizace.. Na následujícím obrázku jsou v podstatě uvedeny limitní případy posuzování, tak jak již byly uvedeny jen s tím rozdílem, že se pro zobrazení použije jiný matematický aparát.

V prvním případě jde o klasické lineární vyhodnocení, v dalších potom o logaritmické. Obrázky potom představují tyto způsoby vyhodnocení a jaké získáme rozdíly ve vizualizaci hodnocení.

- lineární pro daný rozsah úrovně jasů 0,04 cd/m² až po hodnotu 0,43 cd/m²
- logaritmické s log 3, posunuje výpočtově spodní hranici na hodnotu 0,001 cd/m²
- logaritmické s log 7 potom posunuje výpočtově hranici až na 300e-9 cd/m²



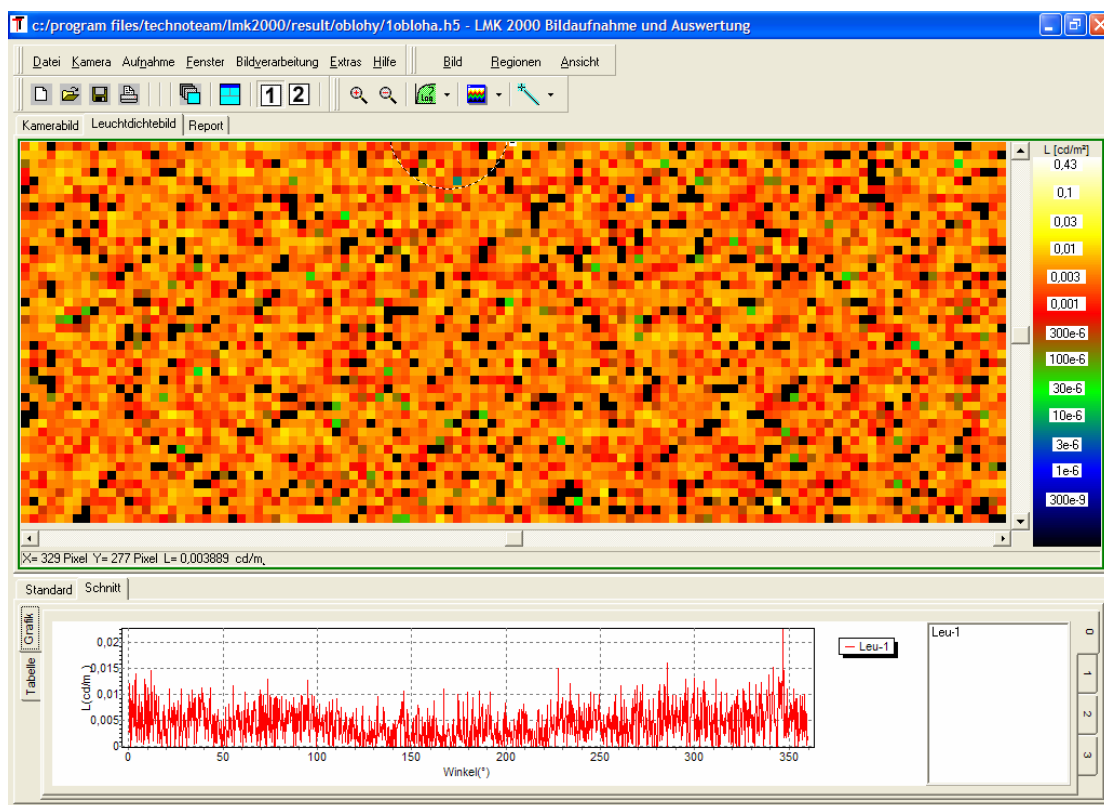
Obr. 6 – Různé možnosti vyhodnocení jasových úrovní a jejich jasová stupnice

Tento systém je výhodný při hodnocení a posuzování vyplývající z požadavků na jistou vizualizaci, která v podobě barevné rozlišitelnosti má vyšší vypovídací stupeň. V základních tabulkách jsou automaticky všechny jasové údaje zcela správně uváděny číselných hodnotách.

Při akceptování takového systému se potom můžeme dostat až k takovému vyhodnocení, které umožní realizovat jasovou analýzu bod po bodu (pixel po pixelu), jak je nakonec zřejmé z posledního obrázku, představujícího ten jeden samý příklad jasové analýzy oblohy.

U tohoto vyhodnocování má matrice zavedený ortogonální systém, takže z odečtu je možné stanovit jasovou hodnotu pixelu, dané prostorové velikosti, jeho souřadnice x,y a přiřazenou jasovou hodnotu.

Takový způsob vyhodnocení potom umožňuje realizovat korekce např. při jistých časových úsecích posunu snímání, v důsledku změn polohy hvězd či zdrojů a podobně. Bude-li vycházeno z jasové analýzy podle obrázku 5, potom při digitálním zpracování dostáváme rozčleněnou jasovou analýzu na jednotlivé pixely s úhlovými hodnotami, které jsou podrobně rozvedeny v tabulce 4.



Obr. 7 – Digitální zvětšení hodnocené lokality vycházející z obrázku 1

Závěr

Integrální přístroj, který je schopen zhodnotit reálné jasové poměry v daném časovém okamžiku a v daném prostoru je dnes představován relativně jednoduchou jasovou kamerou firmy TECHNO TEAM.

Za klíčovou otázku lze považovat kvalitu čidla (snímače) a jeho funkční vlastnosti z hlediska spektrálního přizpůsobení na jedné straně, na druhé straně pak možnosti aplikačního softwaru.

Na praktických příkladech bylo deklarováno, jak relativně jednoduchým způsobem, z povrchu matičky Země, můžeme kvantifikovat úroveň rušivého světla dané lokality a numericky ji i kvantifikovat..

Literatura :

- [1] Plch .J.: Markytán, A.: Aplikace jasového analyzátoru
Mezinárodní konference s výstavou SVĚTLO 2000
Ostrava 2000, strana 257-263
ISBN 80-7078-789-9
- [2] Plch, J.: Vývojové tendence v technice osvětlování,
XXIV. Mezinárodní konference KART a VII. Mezinárodní konference CART, Brno,
Praha, 1999, str. 73-76, ISBN-80-7060-482-1,
- [3] Plch .J.: Markytán, A.: Aplikace jasového analyzátoru
Mezinárodní konference s výstavou SVĚTLO 2000
Ostrava 2000, strana 257-263
ISBN 80-7078-789-9

- [4] Plch .J.: Markytán, A.: Aplikace jasového analyzátoru
Mezinárodní konference s výstavou SVĚTLO 2000
Ostrava 2000, strana 257-263
ISBN 80-7078-789-9

- [5] Plch, J., Sokanský, K.: Expertní systémy osvětlovacích soustav
Mezinárodní konference s výstavou SVĚTLO 2000
Ostrava 2000, strana 414-415
ISBN 80-7078-789-9

- [6] Plch., J.: Souhrnný pohled na měření a vyhodnocování osvětlení
VIII. Mezinárodní konference o měření
Sborník přednášek
Brno, Praha, květen 2000, strana 16-18

- [7] TECHNO Team, GmbH
Technické podklady jasového analyzátoru
Mobile LMK vario 2000
Ilmenau, 2002

PARAMETRICKÉ POSUZOVÁNÍ SVÍTIDEL

Doc.Ing. Jiří Plch, CSc.,
SVĚTELNÁ TECHNIKA BRNO

Charakteristika vývoje v technice osvětlování

V technice osvětlování lze v blízké budoucnosti očekávat celou řadu významných změn a můžeme je charakterizovat takto :

- Nárůst potřeby kvalitního osvětlení
- Větší využití designu a uplatnění esteticky pojímaných svítidel
- Vzestup významu dalších úspor elektrické energie

Výrobci realizují celou řadu inovačních kroků, které jsou předpokladem toho, že zdroje a svítidla budou na vysoké technické úrovni, přesto existuje řada možností o kterých je nutné v těchto souvislostech hovořit, na některé má potom ukázat tento příspěvek.

Svítidla

Svítidlo jako každé technické zařízení sestává z celé řady prvků, vytvářejících pak soustavu s charakteristickými parametry. Ten klíčový parametr u svítidla je provozní účinnost analyticky vyjádřitelná vztahem

$$\eta = \Phi_{sv} / \Phi_{zd} < 1 \quad (1)$$

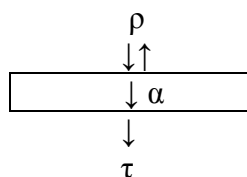
a bude představovat hlavní směr v parametrickém posuzování.

Základní vlastnosti aplikovaných materiálů

Z pohledu světelně technických vlastností, které předurčují jejich aplikovatelnost ve svítidlech, pro definovaný obor vlnových délek 380 – 780 nm, jsou tyto parametry :

- odraznost, vyjádřitelná hodnotou činitelem odraznosti - ρ ,
- propustnost, vyjádřitelná hodnotou činitelem propustnosti - τ ,
- pohltivost, vyjádřitelná hodnotou činitelem pohltivosti - α .

Jednoduché grafické znázornění je uvedeno na obrázku 1.



Obr.1 – Základní parametry materiálů

Vztah mezi těmito činiteli odraznosti, propustnosti a pohltivosti vyjadřuje následující analytické vyjádření

$$\rho + \tau + \alpha = 1 \quad (2)$$

Takto pojímané hodnoty činitelů, charakterizující světelně technické vlastnosti materiálů, jsou však integrálními hodnotami, to znamená, že mají pro definovaný obor vlnových délek 380 – 780 nm jedinou hodnotu. Pro některé, nejpoužívanější materiály jsou hodnoty uvedeny v následující tabulce.

| Druh materiálu | Tloušťka | Činitel propustnosti τ | Činitel odraznosti ρ | Činitel pohltivosti α |
|---------------------|----------|-----------------------------|---------------------------|------------------------------|
| | (mm) | (-) | (-) | (-) |
| Čiré sklo | 1 - 4 | 0,9 - 0,92 | 0,06 - 0,08 | 0,02 - 0,04 |
| Prismatické sklo | 3 - 6 | 0,7 - 0,9 | 0,05 - 0,2 | 0,05 - 0,1 |
| Desénované sklo (1) | 3 - 6 | 0,6 - 0,9 | 0,07 - 0,2 | 0,03 - 0,2 |
| Matované sklo (1) | 2 - 3 | 0,63 - 0,78 | 0,12 - 0,2 | 0,1 - 0,17 |
| Matované sklo (2) | 2 - 3 | 0,82 - 0,88 | 0,07 - 0,08 | 0,05 - 0,1 |
| Acrylát | cca 3 | cca 0,92 | cca 0,08 | 0 |
| Acrylát – opál | cca 3 | 0,55 - 0,78 | 0,17 - 0,41 | 0,04 - 0,05 |

TAB. I – Základní vlastnosti některých materiálů

Spektrální vlastnosti aplikovaných materiálů

Za klíčový problém parametrického posuzování lze označit spektrálně pojímanou provozní účinnost svítidel a to v celém oboru viditelného záření. Potom lze dospět k tomuto analytickému vyjádření

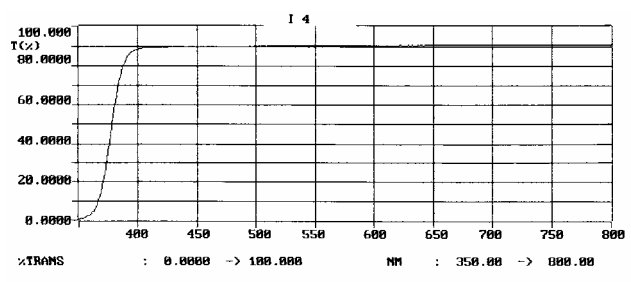
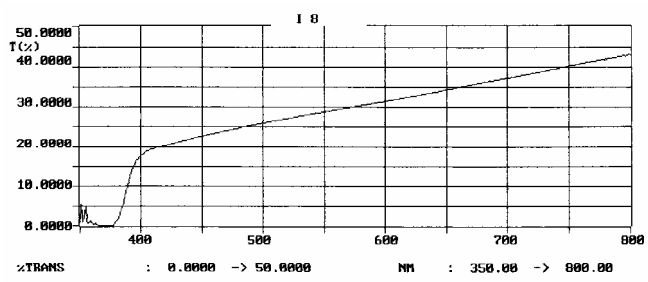
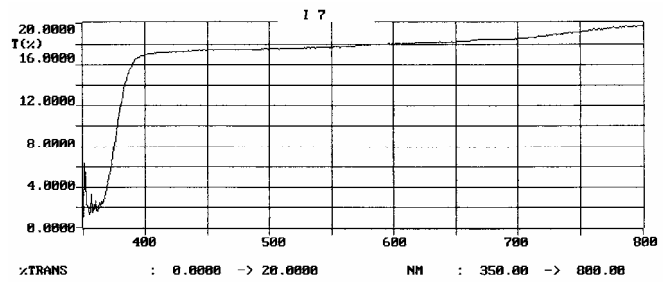
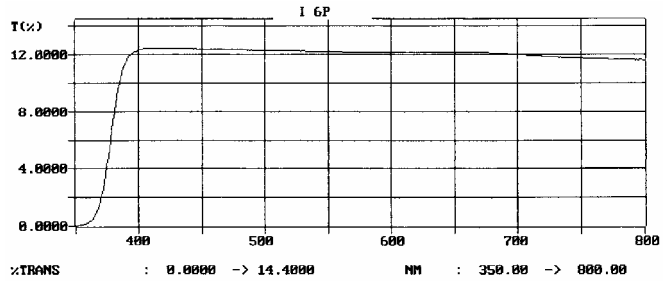
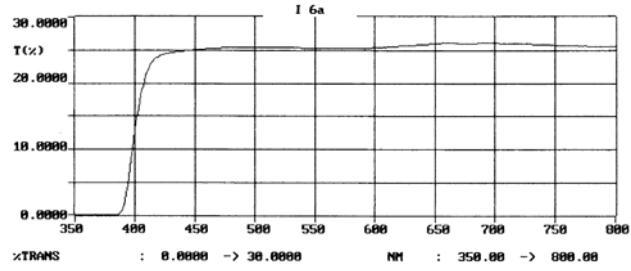
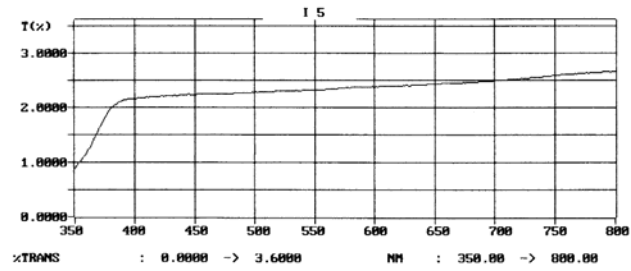
$$\eta(\lambda) = \Phi_{(\lambda) sv} / \Phi_{(\lambda) zd} < 1 \quad (2)$$

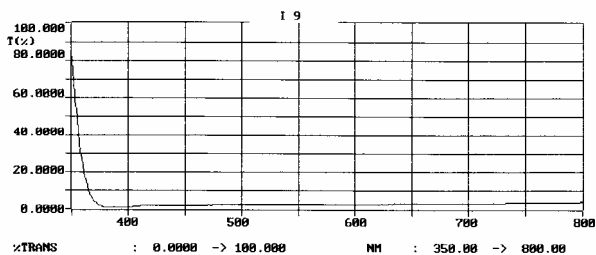
Materiály, které jsou uvedeny v tabulce I. mohou mít lze odlišné průběhy spektrální propustnosti, stejně tak i odrazné materiály spektrální odraznost a pro praktickou aplikaci tohoto parametrického posuzování, byly vybrány některé nejběžněji používané materiály, které jsou vyobrazeny na obr. 2.



Obr. 2 – Zvolené materiály pro parametrickou analýzu

Pomocí přesného spektrofotometru bylo potom realizováno měření v oboru vlnových délek 350 – 800 nm a naměřené spektrální průběhy jsou uvedeny dále.

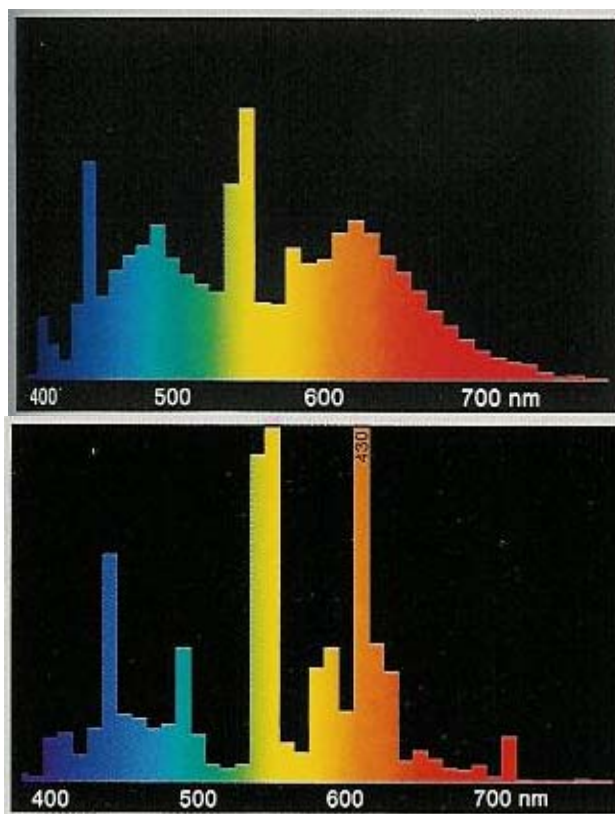




Obr. 3 – Spektrální průběhy propustností materiálů

Spektrální skladba světelných zdrojů

Pod pojmem spektrum rozumíme rozklad záření podle vlnových délek. Spektrální charakteristiky světelných zdrojů udávají výkon vyzařovaný zdrojem v závislosti na vlnové délce. Spektrum nás tedy informuje o kvalitě záření.



Obr. 4 – Spektrum zářivky

Provedeme-li nyní analýzu vlastních spektrálních vlastností materiálů, které se v převážné míře aplikují u svítidel se spektrem vytvořeným světelnými zdroji tak vidíme, že na jedné straně existují materiály, které mají konstantní propustnost a nedojde ke zkreslení či zmenšení úrovně vyzařované energie zdrojem ze svítidla. Obdobně tomu bude u materiálů, které jsou určeny pro opálové kryty svítidel. V tomto případě u materiálů, které mají tloušťku kolem 4 mm, je přímá propuštěná složka jen 5 % a povedou k tomu, že provozní účinnost svítidla bude velmi malá.

U spektrální analýzy nesmíme zapomenout ani na tu skutečnost, že v celém oboru viditelného záření nemusí být spektrální průběh propustnosti konstantní, ale že se zvyšuje či

snižuje v závislosti na vlnových délkách. V těchto případech potom dochází k tomu, že spektrálně pojímaná provozní účinnost svítidla se v tomto oboru snižuje a že se plně nevyužije generovaného světla. To lze potom označit za potenciální zdroj možných dalších úspor elektrické energie – spektrálně nevyvážená propustnost světelně činných krytů svítidel.

Obdobně by bylo možné postupovat při analýze odraznosti použitých materiálů a platila by stejná pravidla, jako v předcházejícím případě.

Závěr

Parametrické posuzování vlastností svítidel je nástrojem pro zevrubnou analýzu provozních účinností, postavených jednak na detailním rozboru, vycházejícího ze spektrálních vlastností materiálů, aplikovaných při výrobě svítidel, s vlastnostmi spektrální skladby energie, vyzařovanou světelným zdrojem aplikovaným ve svítidle v oboru vlnových délek 380 – 780 nm a jsou ve svém důsledku oblastí dalších energetických úspor.

Č.d.o. a jak dál?

Marie Juklová, RNDr.¹, Jiří Plch, Doc. Ing., CSc.², Zdena Žídková, Ph.Dr.³

¹KHS MSK se sídlem v Ostravě, ²Česká společnost pro osvětlování,

³Zdravotní ústav se sídlem v Brně

Stručná charakteristika problematiky

V roce 1995 byl v centru Ostravy postaven administrativní objekt, tzv. „Integrovaný dům“ v němž byl umístěn Úřad práce. Jednalo se o čtyřpodlažní budovu s proskleným půlkruhovým průčelím. V přízemí je orientována velkoprostorová kancelář se strukturovanými lokalitami pro výkon činností. Podél této prosklené stěny jsou umístěny chodby, resp. odbavovací haly z nichž jsou přístupny řady pultů administrativních pracovišť – velkrostorové kanceláří pro jednání s klienty, které jsou orientované podélně a souběžně s uvedenou okenní stěnou. V roce 2004 byla provedena rekonstrukce těchto pracovních pultů, která spočívala v oddělení pracovišť od chodby (klientů) zavěšením ploch bezpečnostního skla.

Návrhem realizace úprav byla pověřena architektonická kancelář ARKOS, s.r.o.Ostrava.

Výchozí podklady

Při schvalování projektu rekonstrukce bylo výpočtem doloženo, že dojde na pracovištích ke snížení denního osvětlení, ale budou ještě dodrženy hodnoty činitele denní osvětlenosti dle ČSN 36 0020-1. Návrh rekonstrukce umělého osvětlení v prostoru pracovišť odpovídal požadavkům ČSN EN 12 464-1 a ČSN 36 0020-1. Rekonstrukce umělého osvětlení se nevztahovala na prostory chodeb – odbavovacích hal.

V lednu 2005 byl zamítnut návrh na vydání kolaudačního rozhodnutí k výše uvedené akci a následně bylo vyhověno žádosti o prozatímní užívání ke zkušebnímu provozu stavby. Mezi stanovenými podmínkami které bylo nutno doložit do konce května 2005 bylo mimo jiné faktory předložení výsledků měření subjektivního hodnocení denního a umělého osvětlení a zrakové zátěže pracovníků.

Fyzikální posouzení prostoru

Dne 10.5. 2005 bylo provedeno orientační měření soustavy umělého osvětlení uvedených pracovišť se závěrem, že umělá osvětlovací soustava v zásadě splňuje v obou podlažích administrativních pracovišť požadavky ČSN EN 12 464-1.

Na základě negativního závěru studie Hodnocení zrakové zátěže zaměstnanců úřadu práce bylo Krajskou hygienickou stanicí v Ostravě dne 3.5.2005 požadováno předložení výsledků měření a vyhodnocení jasových poměrů v 1. a 2. NP v prostorách velkoplošných kanceláří ve výše uvedeném objektu. Měření bylo provedeno 22.5.2005

Měření denního osvětlení jako poslední z parametrů k objektivizaci světelných podmínek bylo započato na podzim r. 2005. Z důvodu nevyhovujících meteorologických podmínek však nebylo dokončeno. V současné době máme k dispozici pouze výsledky měření činitele denní osvětlenosti 1. NP. Měření bylo v zásadě zjištěno, že funkčně vymezené pásmo s vyhovujícím denním osvětlením je v prostoru chodby – odbavovací haly, pásmo s osvětlením sdruženým je v pásmu situování administrativních pracovišť, dále do hloubky administrativního prostoru navazuje pásmo již prakticky bez denního osvětlení.

Subjektivní posuzování

Studii „Hodnocení zrakové zátěže zaměstnanců Úřadu práce“ byla provedena PhDr. Zdeňkou Žídkovou ze Zdravotního ústavu v Brně, s výsledky, které jsou souhrnně uvedeny dále.

Šetření zrakové pohody a výskytu zrakových potíží v souvislosti s prací bylo uskutečněno u vybraného souboru pracovníků úřadu. Výsledky dotazníkového šetření ukázaly na zvýšený výskyt zrakových potíží u práce která klade na zrak pouze střední nároky. Zrakové potíže je možno dát do souvislosti se zvýšeným výskytem stížností na osvětlení na pracovišti, které prokázalo šetření pomocí Dotazníku subjektivní spokojenosti s osvětlením. Výsledky jsou uvedeny v následujících tabulkách a grafech.

Tab. 1. Intenzita zrakových potíží - průměrné hodnoty

| Specifické potíže | ÚŘAD | KRITICKÁ HODNOTA |
|---------------------------------|-------------|-------------------------|
| Zrakové potíže při práci | | |
| Okulární | 9,4++ | 7 |
| Vizuální | 6,9++ | 6 |
| Zrakové potíže po práci | | |
| Okulární | 7,6++ | 6 |
| Vizuální | 4,8++ | 4 |

Tab. 2. Nespecifické příznaky zrakové únavy

| Nespecifické potíže | Procento osob se zvýšenými potížemi |
|-------------------------------------|--|
| Bolesti hlavy z únavy zraku | 27% |
| Nepohoda při umělém osvětlení | 16 % |
| Potřeba nechat oči odpočinout | 37 % |
| Pocit tělesné únavy ze zátěže zraku | 37 % |

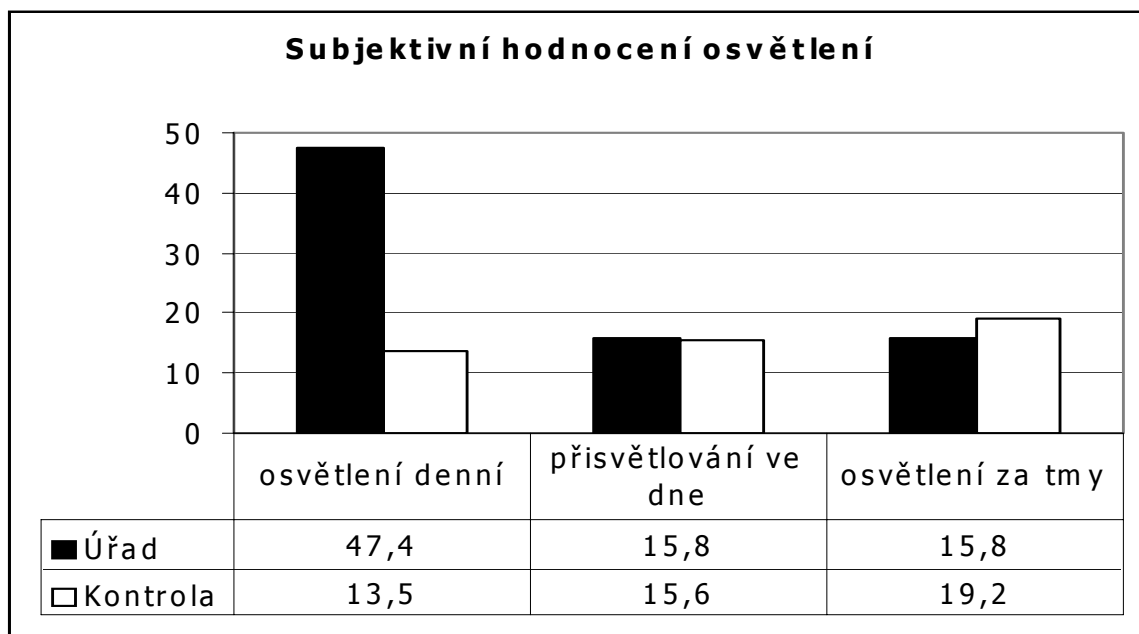
Intenzita zrakových potíží sledovaná Dotazníkem zrakových potíží u souboru pracovníků je uvedena v tab. 1. Nespecifické příznaky zrakové únavy jsou uvedeny v tab. 2. Překročení kritické hodnoty je označeno ++, její dosažení je označeno +.

Okulární i vizuální potíže pracovníků úřadu překračují kritické hodnoty ve všech ukazatelích zrakové zátěže a při individuálním vyhodnocení polovina osob uvádí trvalé

potíže. Z nespecifických příznaků, které doprovázejí zrakovou zátěž, mívá čtvrtina pracovníků v souvislosti s prací časté bolesti hlavy, více než třetina udává značnou nepohodu v souvislosti s umělým osvětlením a trápí je celková malátnost, únava jako následek pracovní činnosti.

Graf 1. Srovnání subjektivních stesků v oblasti denního a umělého osvětlení u dvou souborů s podobnou pracovní náplní (procento osob s negativním hodnocením)

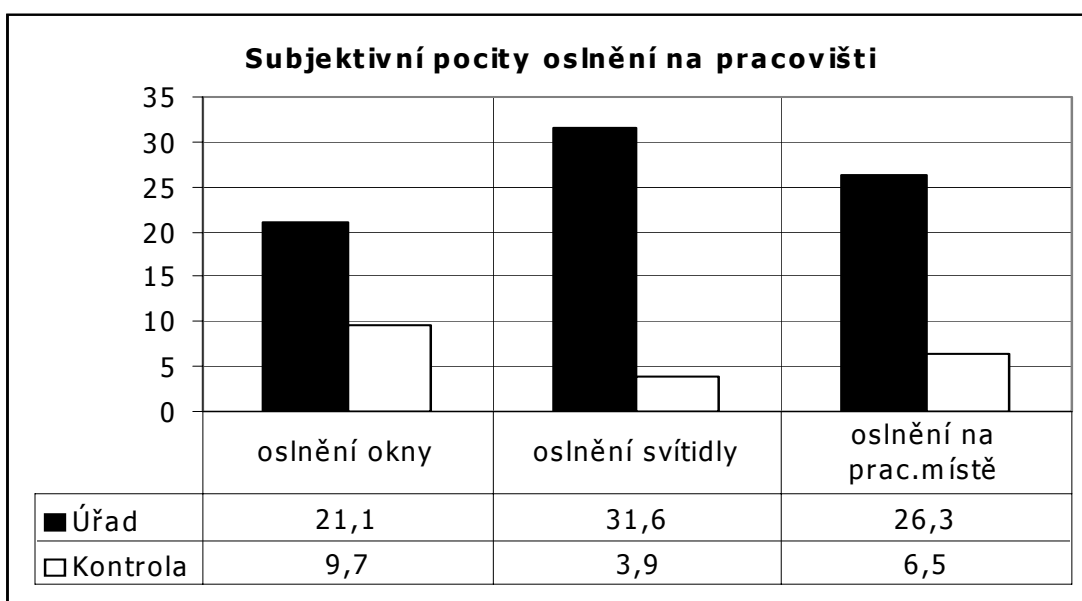
Vysvětlivky: Úřad = sledovaný soubor = soubor pracovníků Úřadu práce v Ostravě



Kontrola = srovnávací soubor = soubor úředníků

Položky: Osvětlení prostoru denním světlem. Kvalita přisvětlování umělým světlem při sdruženém osvětlení. Kvalita osvětlení jen umělým světlem.

Graf 2. Srovnání subjektivních stesků v oblasti oslnění u dvou souborů s podobnou pracovní náplní (procento osob s negativním hodnocením)



*Vysvětlivky: Úřad = sledovaný soubor = soubor pracovníků Úřadu práce v Ostravě
Kontrola = srovnávací soubor = soubor úředníků*

Z grafů jednoznačně vyplývá výrazně horší subjektivní pohoda pracovníků úřadu v oblasti denního osvětlení (nedostatečnost) a pocitů oslnění při práci, projevující se zvýšenou četností stížností.

S denním osvětlením kanceláře byla nespokojena téměř polovina pracovníků, přisvětlování umělým osvětlením užívá trvale během dne většina pracovníků (dvě třetiny), většina je považuje za dostačující, stejně jako osvětlení pouze umělým osvětlením. Žádná z pracovníků však nevyjadřuje naprostou spokojenost.

Oslnění na pracovišti se vyskytuje relativně často. Přímé oslnění na pracovním místě osvětlovacími otvory uvádí pětina pracovníků, většina uvádí alespoň krátkodobé oslnění nebo oslnění v určité poloze. Oslnění světelnými zdroji vadí téměř třetině pracovníků a polovina všech pracovníků s ním má někdy problémy. Totéž platí i pro oslnění odrazem. Důležitým faktorem je možnost aktivní úpravy osvětlení na pracovišti. Pracovníci si stěžují na nemožnost individuální regulace osvětlení, vypnutí určitého bloku světel, na stínění tělem při psaní, na nemožnost stínění oken.

Výsledky dotazníkového šetření světelného prostředí ukázalo, že pokud využijeme subjektivního hodnocení pracovníků k zjištění pracovních podmínek, zjistíme, že situace není zdaleka uspokojivá ani na běžných pracovištích s pracovní náplní bez vysokých nároků na zrak. Tato pracoviště obvykle nejsou středem zvýšeného zájmu hygieniků jako pracoviště riziková a úpravy pracoviště jsou záležitostí aktivního přístupu vedení podniku i samotných zaměstnanců k řešení ergonomie pracoviště.

Jasová analýza

Jasová analýza byla provedena za účelem stanovení rozložení jasů lokálních pracovišť velkoprostorové kanceláře v 1 NP a 2 NP Úřadu práce - Integrovaný dům Ostrava, jako podklad pro vyhodnocení zkušebního provozu.

Měření jasových poměrů bylo realizováno jasovou kamerou, jejíž základní technické údaje jsou již uvedeny v jiném příspěvku.

Vyhodnocení jasových poměrů dílčích lokalit bylo dále provedeno z pohledu ČSN a z tohoto vyhodnocení jednoznačně vyplývá, že dané lokality s přesně definovanou činností neumožňují činnost pracovníků bez negativního působení vysokých jasových úrovní proskleného pláště budovy. Jeden takový příklad je potom uveden na následujícím obrázku.

Jasová kamera umožňuje realizovat vyhodnocení jasových poměrů v definovaných úrovních a to :

- definovaná linie v počtu přiřazených pixelů kolem 1 000,
- definovaný polynom v počtu přiřazených pixelů kolem 10 000 a více,
- libovolných kruhových útvarů s počtem přiřazených pixelů 1000 a více,
- jiné, po úpravách softwaru.

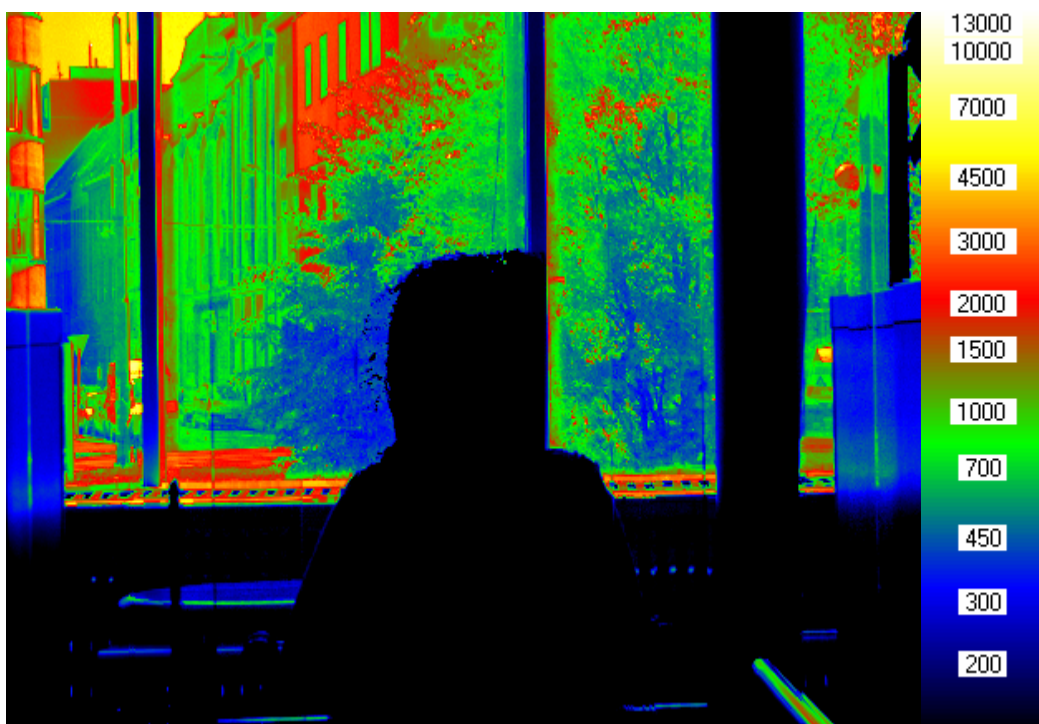
Po předvolení vyhodnocovaného útvaru se zobrazí vyhodnocovací zóny a v počtu realizovaných analýz jasového obrazu se označí pořadovým číslem (v originálním protokolu je uveden pod označením „región“ s číslem).

Dále jsou v protokolu uvedeny tyto hodnoty :

- Počet pixelů vyhodnocované zóny,
- Střední hodnota jasu vyhodnocovací zóny v cd/m^2 ,
- Směrodatná odchylka σ (Sigma) v cd/m^2 ,
- Minimální hodnota jasu vyhodnocovací zóny v cd/m^2 ,
- Maximální hodnota jasu vyhodnocovací zóny v cd/m^2 ,

Z celkového počtu asi 18 jasových analýz (72 obrazů) má největší vypovídací schopnost jasová analýza, která je uvedena na obrázku 1. Při této analýze bylo vycházeno ze skutečnosti, že kromě jiných činností, je u pracovníků velkoprostorové kanceláře důležitý vizuální kontakt s klientem. Jaké jsou skutečné možnosti převážné většiny pracovníků, v popsané situaci v 1. NP, tato jasová analýza dokonale vystihuje realitu dne.

Výsledné hodnoty pro zvolené regiony posuzování a hodnocení jsou uvedeny v tabulce 3. a grafické vyjádření průběhu jasů ve zvolené oblasti deklaruje graf 3.

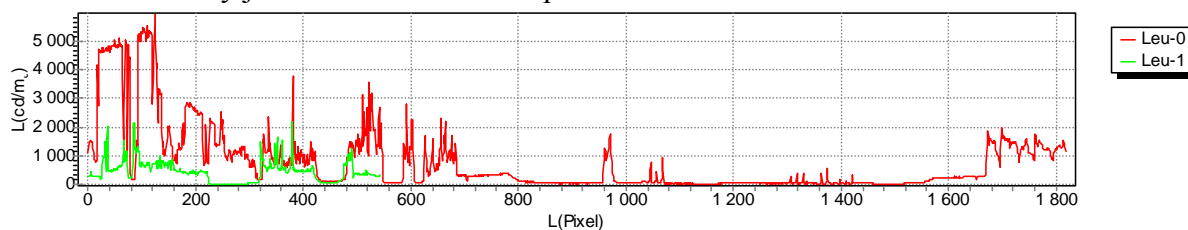


Obr. 1 – Jasová analýza z pohledu pracovníka velkoprostorové kanceláře

Tab. 3. Intenzita zrakových potíží - průměrné hodnoty

| Nr. | Reg. | Klass. | Einheit | Anz | Mittel | Sigma | Min | Max | Fläche |
|-----|------|----------|---------------------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|
| 0 | 0 | Standard | L-cd/m ₂ | 198100 | 580,1 | 799,1 | 1,572 | 13080 | 198100 |
| 1 | 1 | Standard | L-cd/m ₂ | 546 | 441,2 | 359,7 | 14,04 | 2191 | 546 |

Graf 3 – Průběh čáry jasů ve zvolené oblasti posuzování



Podle u nás zavedené praxe je vhodné uvádět ještě jeden údaj, který určuje rovnoměrnost rozložení jasových hodnot a v návaznosti na článek ČSN EN byla v některých

případech vyhodnocena jasová rovnoměrnost jako podíl maximální hodnoty jasu ke střední hodnotě jasu.

Dílčí závěr:

Z uvedené jasové analýzy vyplývá celá řada negativních dopadu na činnost pracovníků ve velkoprostorové kanceláři. Při jejich činnostech ve většině případů, v průběhu dne, dochází až k omezujícímu oslnění pracovníků, které v podstatě znemožňuje výkon činností a s pohledu trvalých činností lze předpokládat, že kromě jiných obtíží bude docházet i ke zhoršování zraku pracovníků, to ovšem jde o změny nevratné.

Posuzování a hodnocení lokálních pracovišť s PC

Kancelářská činnost na lokálních pracovištích s PC se skládá z celé řady dílčích činností, které lze z pohledu celkové pracovní doby, lze detailně rozčlenit, Takové členění podle zahraničních výzkumů vypadá následovně :

Tab. 4 Členění kancelářské činnosti na lokálním pracovišti s PC

| | |
|---------------------------------|------|
| Vizuální kontakt s obrazovkou | 42 % |
| Čtení a psaní na pracovní ploše | 20 % |
| Komunikační činnost | 20 % |
| Telefonování | 10 % |
| Ostatní činnosti a pohledy | 8 % |

Podle STANBOULI

S přihlédnutím k uvedeným činnostem se stále hledá uspokojivá odpověď na to, jak má takové pracoviště v podstatě vypadat, jakou má mít úroveň osvětlení a hlavně jak by měla vypadat optimální skladba jasů.

Doporučení, které vyplynulo z jednoho výzkumného úkolu je v souhrnu uvedeno v tabulce 5. I tyto hodnoty nejsou dogma, protože v dané chvíli se stále hledá odpověď na to, jak takové pracoviště v podstatě, z pohledu architektonického, má vypadat.

Tab.5. Souhrn základních požadavků na lokální pracoviště

| Světelné kritérium | Hodnoty |
|---|---|
| Osvětlení pracovní plochy | opt 300 lx |
| Poměr střední hodnoty jasů předloha-obrazovka | Max 5:1 |
| Jas povrchu obrazovky s osvětlením prostoru | Max 5 cd/m ² |
| Charakteristické jasy povrchů | Min 20 cd/m ² , Opt 90 cd/m ² Max 160 cd/m ² |
| Charakteristický pozorovatelný kontrast | Min 2,5 : 1 Opt 10 : 1 Max 15 : 1 |
| Jas pozadí obrazovky | 10 cd/m ² až 20 cd/m ² |

Podle KOKOSCHKY

V souhrnu lze konstatovat, že celá řada měření a psychometrických hodnocení prokázují, že v kancelářích, kde se úroveň osvětlení pohybuje v rozmezí od 500 – 750 lx a jsou v zásadě dodrženy doporučené hodnoty jasových úrovní (podle výše uvedených doporučení), pracovníci takové světelné podmínky plně vítají a akceptují. Zdravotní potíže nejsou registrovány.

Poznámka :

Jedním z technických předpisů, který komplexně zpracovává danou problematiku je němewcká norma DIN 5035-7 - Zonální prostorové osvětlení, které podrobně rozvádí podle i plošné osvětlení zón .

Právní rámec posuzování

I pro tuto oblast evropské právo klade zvýšenou pozornost na bezpečnost při práci u obrazovek a vydalo k této problematice samostatnou dílčí směrnici. Práce u obrazovek je totiž spojená se zdravotními problémy zraku a pohybové soustavy. Je nutné brát v úvahu i elektromagnetické pole a fyzickou či psychickou zátěž pracovníků (obsluhy). Z toho důvodu je pro pracoviště s obrazovkami zdůrazňováno dodržování důležitých ergonometrických požadavků.

Vzhledem k tomu, že v současné době není v České republice tato problematika upravena obecně závazným právním předpisem, předpokládá se v této souvislosti vydání samostatného nařízení vlády, které se bude zabývat minimálními požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na zařízeních se zobrazovacími jednotkami, jako jsou bezpečnostní přestávky při práci, pro kompenzaci nucené pracovní polohy a zatížení zraku, a při nepřerušované práci s vysokou opakovatelností pohybů prstů a ruky i přestávky se zařazením kompenzačních cviků.

Č d o a jak dál

Fasáda vícepodlažní budovy je prosklená, co víc si přát. Hodnoty č d o od fasády však vždy budou mít klesající průběh směrem do místnosti (exponenciální funkce). Jakékoliv činnosti však odvíjené od základního směru pohledu směrem k proskleněné části budovy, budou vždy problematické, znemožňující v zásadě jakoukoliv zrakovou činnost v důsledku přímého oslnění.

Na druhé straně ani vyhovující úroveň umělé osvětlení této lokality nemusí být ještě zárukou toho, že pracovníci budou při svých činnostech bez doprovodných obtíží. Fyzikálně pojato, veličiny jsou splněny, jsou na odpovídajících úrovních a přesto vznikají zdravotní potíže.

Klíčovou roli má denní osvětlení a nelze v žádném případě ji zpochybnit. U tohoto přírodního světelného zdroje, kterým je planeta Slunce a odvozeně i záření severní oblohy je pro člověka zcela nepostradatelné. Lze mít za prokázané, že tato energie tvoří jeden z klíčových stimulačních momentů předcházení nemocem z nedostatku světla..

Je proto žádoucí, aby i denní složka byla přiváděna do prostorů s pracovní i mimopracovní činností, avšak na takových úrovních, aby pak samo o sobě nebyla zdrojem značných zrakových potíží.. Je to otázka i vhodně zvolených úrovní, přímo č d o protože i vyšší úrovně č d o jsou pak zdrojem značných problémů..

Privádění světelné energie daného spektrálního složení do pracovních prostorů na podmiňující, definované úrovni je pak daleko jednodušší a levnější, než léčba nemocných pracovníků.

V tomto směru lze konstatovat, že kromě klasických oken a světlíků mají v tomto směru nezastupitelnou roli světlovody a to s ohledem na jejich aplikovatelnost téměř u všech konstrukcí budov.

Závěrem

Role, kterou světlo hraje ve vztahu k lidskému organismu, sahá daleko za jeho funkci jako prostředku pro zrakové vnímání a rozpoznávání. O tom dnes snad již nikdo nepochybuje.

Posouzení a vyhodnocení dané lokality velkoprostorové kanceláře prokázalo, že vlastní rekonstrukce byla navržena a provedena jen ze stránky architektonické. Lze vidět ten přístup k vlastnímu řešení rekonstrukce – vytvoření jisté dominanty v dané lokalitě města, avšak bez hlubších návazností na činnosti pracovníků hlavně ve velkoprostorové kanceláři.

V tomto prostoru se však odvíjí zcela charakteristické činnosti na lokálních pracovištích s PC.. Navíc lze konstatovat, že byly lokality pracovišť tohoto prostoru pojmány spíše dekorativně, než jako pracoviště. Zcela byla opomenuta přímá návaznost vybavení prostoru nábytkem na optimální skladbu jasu. Do této lokality byl použit velmi tmavý nábytek včetně tmavých obkladů stěn.

Posuzovaný případ lze považovat z pohledu světelných techniků za klasickou ukázkou čistě architektonicko - fyzikálního přístupu k řešení problematiky pracovních činností pracovníků o specifikách lokálních pracovišť s PC ani nemluvě... Naznačuje velmi nebezpečný trend, který spočívá v opomíjení zákonných požadavků – lidského činitele, postavených jen na fyzikálních veličinách. Jsou – li na požadované úrovni ještě to neznámá, že bude vše v pořádku...

Nedostatek denního světla, nebo špatně časově rozvržený kontakt s přirozeným světlem, má své následky, jak bylo nakonec prokázáno. Lidé onemocní častěji, nebo trpí depresemi, léčení je náročné. Proto je nutné hledat všechny cesty jak vytvářít podmínky skutečně dobrého osvětlení pro zdraví, výkon činností, skloubeného s architektonickým řešením. Č d o není však tím správným klíčem.

Špatně načasované nebo nadměrné denní světlo, při výkonu lidských činností s vyšší úrovní jak zrakové tak i CNS, pak může pak v konečném důsledku vést k poruchám, narušuje se pocit fyzické a psychické pohody, biologicky nevyvážených.

Literatura :

- [1] Plch, J., Sokanský, K.: Expertní systémy osvětlovacích soustav
Mezinárodní konference s výstavou SVĚTLO 2000
Ostrava 2000, strana 414-415
ISBN 80-7078-789-9
- [2] Plch, J.: Markytán, A.: Aplikace jasového analyzátoru
Mezinárodní konference s výstavou SVĚTLO 2000
Ostrava 2000, strana 257-263
ISBN 80-7078-789-9
- [3] WARD, I., C., ALTAN, H., MOHELNÍKOVÁ, J., PLŠEK, D.,:

- Environmental Evaluation of an Active Facade in a Naturally Ventilated Office Building
PLEA 2006 - The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture, Geneva-Switzerland, 2006 1/5
- [4] Markytán, A.:
Untersuchungen zur flächenbezogenen Beleuchtung in Büroräumen
Disertation
TU Ilmenau 2006, 172 seiten
- [5] Kutal, K.: Metodika měření jasových poměrů
Kurs osvětlování XXII, Plzeň 2006, strana 93 - 106
ISBN 80-7043-407-4
- [6] DIN 5035-7
Beleuchtung mit künstlichen Licht, Teil 7 – Beleuchtung von Räumen mit Bildschirmarbeitsplätzen,
August 2004
- [7] Plch, J.: Jas a hodnocení jasových poměrů
Mezinárodní konference světelné a osvětlovací techniky
SVETLO, Bratislava 1993
- [8] PLCH, J., MOHELNIKOVA, J: Difuzory Lightway,
Expertíza 2005, stran 35
- [9] Juklová, M.: Höchsmann, P.: Světelně technická zpráva a hygienické posuzování
Kurs osvětlování XXII, Plzeň 2006, strana 84 - 88
ISBN 80-7043-407-4

Řízení jednotlivých světelných bodů v systémech VO

Jaroslav Polínek, Ing.

AKTÉ spol. s r.o., www.akte.cz, zlin@akte.cz

Tak jako se stala plynulá regulace standardní součástí moderního systému veřejného osvětlení tak se s rozvojem datových komunikací stává jeho součástí i dálkový monitorovací systém a dálkové řízení. V poslední době k těmto systémům přibývá systém monitoringu a řízení jednotlivých světelných bodů. V rámci tohoto příspěvku jsou popsány základní vlastnosti systému italské firmy Reverberi Enetec.

Uvedený systém využívá komunikace po silovém vedení a je součástí řídicího systému OPERA. Se systémem OPERA lze monitorovat a řídit všechny pracovní parametry v reálném čase i mimo něj (před-nastavení, ovládání v přednastavených časech, historie celého systému). OPERA je modulární a je možno jej použít jako základní systém se základními funkcemi a postupně ho rozšiřovat až k velmi sofistikovanému systému, který je schopen sledovat i řídit každý světelný bod samostatně.

Systém OPERA umožňuje mimo on-line sledování měření a pracovních parametrů i záznam všech dat a alarmů. Systém je postaven tak, že není třeba sledovat všechny parametry on-line, ale je možno se podívat do historie jednotlivých parametrů pouze na to, co uživatele zajímá.

Modulární systém OPERA se skládá z následujících základních prvků:



| | |
|-----|--|
| DAC | Hlavní řídicí jednotka systému |
| ISC | Komunikační jednotka (pro komunikaci DAC nebo LIT s PC, GSM apod.) |
| LPM | Jednotky pro řízení každého světelného bodu samostatně |
| MEM | Rozšiřovací jednotka pro více analogových měřících vstupů (napětí, proudy apod.) |
| IOM | Rozšiřovací jednotka pro více digitálních vstupů/výstupů |
| LIT | Hlavní řídicí jednotka regulačního systému |
| GSM | GSM/GPRS modem |

Řídicí centrum - Dispečink - PC



PC je vybaveno vizualizačním a komunikačním jednoúčelovým softwarem MAESTRO a GSM/GPRS modemem, prostřednictvím kterého dispečink komunikuje s jednotlivými rozváděči a naopak.

Dispečink lze koncipovat dvěma způsoby:

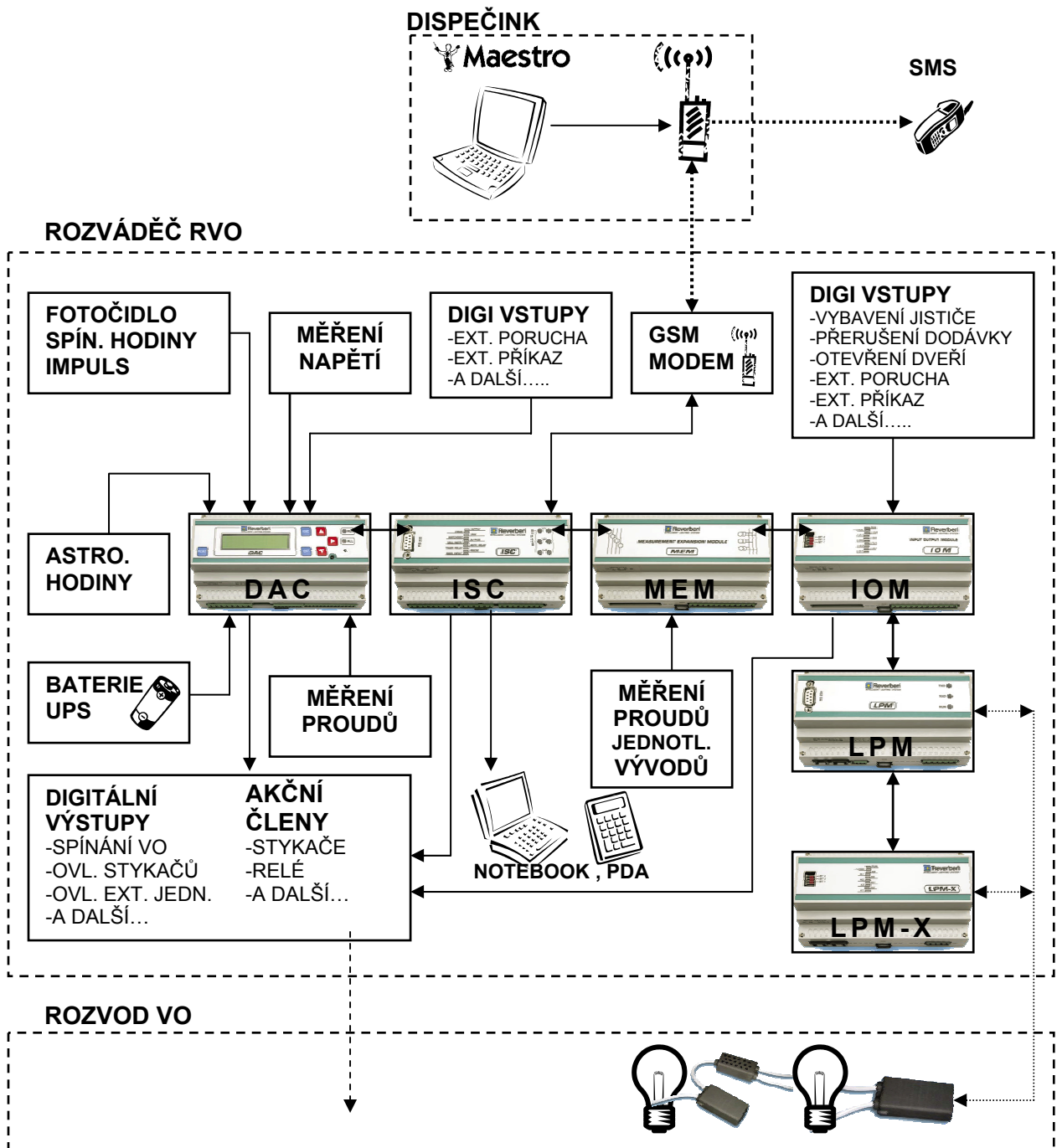
1. samostatným PC (Stand alone configuration) se softwarem MAESTRO
2. hlavním dispečinkem se servrovou aplikací MAESTRO (Server/Client configuration) s možností napojení několika klientských stanic a to jak přímo, tak pomocí libovolného připojení (ADSL, Internet, LAN, WLAN, WI-FI, GPRS apod.) s použitím zabudovaného standardního protokolu TCP/IP.

Software MAESTRO využívá databázi Microsoft SQL. Až 5 komunikačních kanálů, které lze připojit, může pracovat současně ve stejném čase.

Software MAESTRO pracuje se standardními protokoly – Modbus, TCP/IP

Přenos alarmů prostřednictvím SMS zpráv.

MONITOROVÁNÍ JEDNOTLIVÝCH VÝVODŮ A MONITOROVÁNÍ A ŘÍZENÍ JEDNOTLIVÝCH SVĚTELNÝCH BODŮ



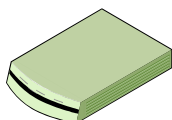
POPISY JEDNOTLIVÝCH MODULŮ SYSTÉMU OPERA

DAC - HLAVNÍ ŘÍDÍCÍ JEDNOTKA SYSTÉMU

Hlavní řídicí jednotka celého systému



- ➔ spolupráce se všemi moduly a komunikace s ostatními externími prvky, interface
 - ➔ měření elektrických veličin
 - napětí (ve třech fázích)
 - proud (ve třech fázích)
 - činný příkon (ve třech fázích)
 - jalový příkon (ve třech fázích)
 - zdánlivý příkon (ve třech fázích)
 - účinník (ve třech fázích)
 - síťová frekvence
 - ➔ zaznamenávání statistických dat
 - celková doba provozu (ve třech fázích)
 - doba provozu v by-pass režimu (ve třech fázích)
 - spotřebovaná energie za měsíc (v každé fázi)
 - ➔ možnost měnit všechny parametry z řídicího centra
 - ➔ zaznamenávání a uchovávání alarmů
 - ➔ automatická synchronizace přesného času s řídicím centrem
 - ➔ 10 digitálních vstupů / výstupů, opticky izolovaných, individuálně konfigurovatelných
 - konfigurovatelných jako vstupy nebo výstupy
 - s integrovanou ESD ochranou, $\pm 15\text{kV}$
 - tyto vstupy lze libovolně použít pro signalizaci stavu jednotlivých jističů, vybavení zemních ochran, proudových chráničů, otevření dveří, překročení nějaké veličiny, nedosažení určitého parametru apod.
 - ➔ DAC pracuje jako master-slave. K jednomu DAC (master) lze připojit 63 dalších DAC pracujících jako slave a připojit je tak všechny (64) k jednomu modemu apod.
 - ➔ kalendářní hodiny
 - ➔ alfanumerický display LCD, matice 2x16
 - ➔ asynchronní sériový port RS232 pro dálkové řízení
 - ➔ asynchronní sériový port RS485
 - ➔ asynchronní sériový port RS422
 - ➔ astronomické spínací hodiny integrovány přímo do DAC
- Nezbytnou součástí řídicího systému (dálkového ovládání) DAC je:



- GSM/GPRS modem, rádio modem, standardní telefonní modem
- NiMH baterie a nabíječka, případně mini-UPS.

ISC - KOMUNIKAČNÍ JEDNOTKA

Komunikační jednotka pro komunikaci DAC nebo LIT s PC, GSM, rádio modemem

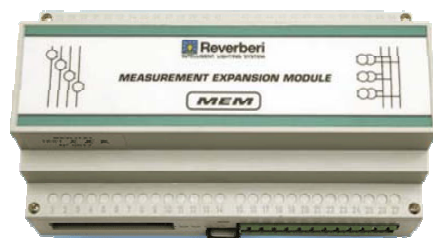
- ➔ napájení 230V, 50-60Hz, +10%, -15%
- ➔ ON LED dioda signalizující přítomnost síťového napětí
- ➔ 3 by-pass LED diody (fáze L1, L2, L3)
- ➔ 3 LED diody signalizující stav rozváděče – v režimu LINE (fáze R-S-T)
- ➔ 10 provozních LED diod diagnostiky systému
- ➔ bezpotenciální výstupní kontakt – softwarově nastavitelné spínací hodiny, časovač, programovatelný s dvěma denními prahy
- ➔ bezpotenciální výstupní kontakt pro vnější signalizaci nastavených alarmů
- ➔ 1 vstup pro bezpotenciální kontakt, sloužící jako programovatelný externí vstup – tlačítko použitelné např. pro spínání rozváděče, vypínání, přechody do režimů: plné osvětlení, redukované osvětlení, by-pass
- ➔ asynchronní sériový port pro napojení notebooku prostřednictvím RS 232



MEM - ROZŠÍŘOVACÍ JEDNOTKA PRO VÍCE ANALOGOVÝCH MĚŘÍCÍCH VSTUPŮ

Rozšiřovací modul pro přidání více analogových vstupů.
Jednotka pro měření 4 tří-fázových větví VO

- ➔ měření 4x tří-fázových proudů nezávisle na sobě
- ➔ měření 1x tří-fázových napětí
- ➔ měření účinníku nezávisle pro 4 tří-fázové systémy
- ➔ výpočet činného příkonu pro 4 tří-fázové systémy
- ➔ přesnost měření 0,8%
- ➔ jednotka vybavena sériovým portem RS422
- ➔ maximální počet jednotek je 32 modulů MEM v jednom rozváděči



IOM - ROZŠÍŘOVACÍ JEDNOTKA PRO VÍCE DIGITÁLNÍCH VSTUPŮ VÝSTUPŮ

Rozšiřovací modul pro přidání více digitálních vstupů
Jednotka pro připojení signálů jako např.:

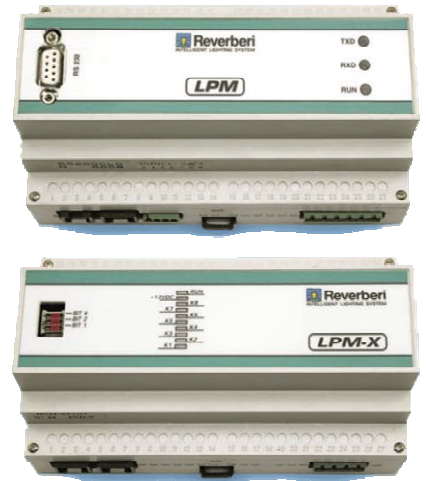
- vybavení jednotlivých jističů
 - otevření dveří
 - sepnutí semaforů
 - apod.
- ➔ každý modul IOM má 8 individuálně konfigurovatelných vstupů/výstupů
 - ➔ I²CBUS sběrnice, sériový port pro propojení s DAC nebo LIT
 - ➔ maximálně 14 rozšiřovacích modulů, celkově 122I/O na jeden modem



LPM, LPM-X - JEDNOTKY PRO ŘÍZENÍ KAŽDÉHO SVĚTELNÉHO BODU SAMOSTATNĚ

Moduly pro monitorování a řízení (případně i regulaci) každého světelného bodu zvlášť. Tento systém je velmi vhodný pro slavnostní a scénické osvětlení.

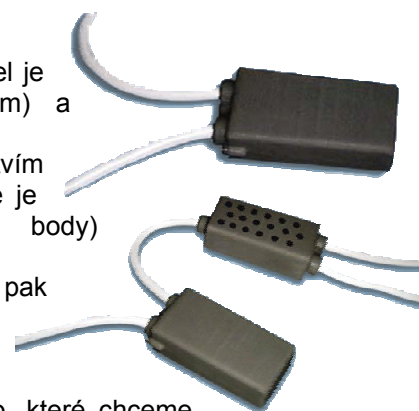
- ➔ LPM + LPMx moduly se instalují do rozváděče
- ➔ Umožňují komunikaci s jednotlivými světelnými body po silovém vedení VO prostřednictvím LPS, LPC, D/LPC
- ➔ každý LPM, LPM-X, LPS, LPC, D/LPC má svůj uživatelský kód, instalační kód
- ➔ integrované hodiny s automatickým nastavením úsporného spínání
- ➔ možnost ovládání až 989 modulů jedním LPM+LPMx modulem, tzn. 989 světelných bodů
- ➔ digitální vstup pro zapnutí a vypnutí, se signalizací
- ➔ 2 vstupy a 6 výstupů pro různé možnosti scénického osvětlení
- ➔ odečítání a ukládání následujících dat:
 - ➔ identifikační číslo jednotlivého modulu
 - ➔ typ modulu (LPC, LPS, D/LPC)
 - ➔ dobu zahřívání každého světelného zdroje při startu
 - ➔ minimální napětí při regulaci
 - ➔ nastavení regulace pro scénické osvětlení
 - ➔ nastavení regulace pro max. úsporu energie
 - ➔ rychlost regulace směrem nahoru
 - ➔ rychlost regulace směrem dolů
 - ➔ speciální funkce, zákaz sepnutí apod.
 - ➔ přiřazení k nějaké skupině světelných bodů (osvětlení)
 - ➔ počítadlo úspěšných povelů
 - ➔ počítadlo neúspěšných povelů
 - ➔ management scénického osvětlení
- ➔ každý modul LPM umožňuje uložení dvou různých scén pro scénické osvětlení
 - ➔ obě scény jsou přiřaditelné dvěma periodám během roku
 - ➔ pro každou scénu LPM umožňuje nastavení 5-ti zap./vyp. časů a 5 úrovní regulace
 - ➔ každý modul je schopen během noci samostatně v pěti různých časech mít nastaveno 5 různých úrovní osvětlení a 5 různých zapínacích a vypínacích časů nezávisle na komunikaci s LPM
- ➔ modul LPM umožňuje uložení dvou rozdílných programů, které je možno přiřadit jednotlivým skupinám světelných bodů



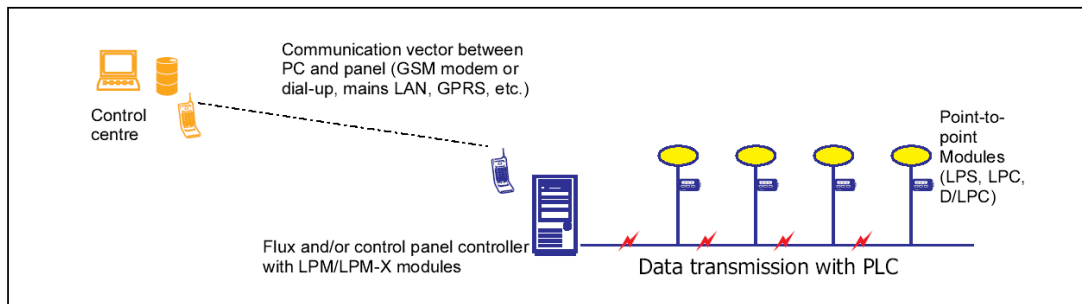
LPS, LPC, D/LPC MODULY KAŽDÉHO SVĚTELNÉHO BODU

Technologie monitorování a řízení každého jednotlivého světelného bodu zvlášť

- ➔ systém navržený pro řízení a diagnostiku jednotlivých svítidel je založený na komunikaci mezi rozváděčem (regulátorem) a jednotlivými světelnými body v reálném čase
- ➔ komunikace mezi těmito moduly a LPM probíhá prostřednictvím silového NN vedení VO, tzv. kaskádovým modelem tak, že je jsou monitorovány a řízena jednotlivá svítidla (světelné body) napojená na určitý rozváděč (vybavený LPM)
- ➔ spojení mezi rozváděčem a řídicí stanicí (PC dispečinku) je pak již prostřednictvím modemu
- ➔ LPS, LPC a D/LPC jsou moduly umístěné přímo ve světelných bodech
- ➔ jsou to vysílače (přijímače) - vždy jeden pro každé svítidlo, které chceme dálkově ovládat, monitorovat, případně samostatně plynule regulovat
- ➔ LPS, LPC a D/LPC mohou být umístěny
 - ➔ ve stožáru
 - ➔ uvnitř stožáru v blízkosti svorkovnice
 - ➔ přímo ve svítidle v předřadnickové části
 - ➔ kdekoliv venku ve venkovní krabici
- ➔ standardní krytí LPS, LPC – IP66, D/LPC IP20
- ➔ rozsah provozních teplot –20 to +60 °C
- ➔ napájecí napětí: 170 – 254 Vrms
- ➔ třída izolace II
- ➔ rychlost komunikace 1000 baud rate
- ➔ 16A relé pro spínání svítidla se spínací schopností 120A špičkového proudu (vhodné pro obvody obsahující kondenzátory) pro dálkové spínání / vypínání svítidla – LPC
- ➔ každý modul (světelný bod) je schopen vysílat, či přijímat následující data:
 - ➔ okamžitý stav světelného zdroje (svítí/nesvítí)
 - ➔ napětí
 - ➔ činný výkon
 - ➔ jalový výkon
 - ➔ odebíraný proud
 - ➔ účinník $\cos \varphi$
 - ➔ průměrný počet zapnutí za hodinu
 - ➔ celková doba provozu světelného zdroje
 - ➔ proud světelného zdroje (*volitelný doplněk*)
 - ➔ proud kompenzačním kondenzátorem (*volitelný doplněk*)
- ➔ LPC – 1-10V výstup pro řízení stmívatelných elektronických předřadníků, nebo stmívatelných (dvoustupňových) předřadníků
- ➔ D/LPC – vestavěný regulátor umožňující individuální stmívání světelného bodu v rozsahu 80% u vysokotlaké sodíkové výbojky
- ➔ možnost vyřadit zapalovač a spec. funkcí znemožnit znovu zapálení světelného zdroje
- ➔ funkce minimální spotřeby umožňující stmívat světelný zdroj na minimum bez nutnosti vypínat světelný bod
- ➔ přiřazení jednotlivých světelných bodů nějaké skupině společně ovládaných svítidel
- ➔ zpracování dat vyslaných z dispečinku (z PC) a naopak a vyhodnocení alarmů s možností nastavení hranic kdy už porucha nastala a kdy ještě porucha není
 - ➔ světelný zdroj odpojen (vadný světelný zdroj)
 - ➔ světelný zdroj překročil práh provozní doby
 - ➔ průměrné překročení prahu provozní doby - světelný zdroj
 - ➔ kompenzační kondenzátor vyhořelý, nebo odpojen
 - ➔ zkrat na světelném zdroji
 - ➔ překročení prahu napájecího napětí
 - ➔ překročení prahu spotřebovaného proudu



- překročení prahu účinníku světelného zdroje (volitelný doplněk)
- blikající světelný zdroj
- porucha předřadníku
- příkazy vyslané z dispečinku (z PC)
 - identifikace určité skupiny
 - parametry pro kalibraci elektrických hodnot
 - vynulování počítadla provozních hodin
 - možnost řízení skupiny světelných zdrojů
 - okamžitý stav světelného zdroje - zapnout
 - okamžitý stav světelného zdroje - vypnout
 - hlavní zapnutí a vypnutí



Point-to-point system general diagram.

Spolehlivost kabelových vedení

Prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc., Ing. Tadeusz Sikora
{Stanislav.Rusek, Tadeusz.Sikora}@vsb.cz

Katedra elektroenergetiky, VŠB-TU Ostrava, <http://fei.vsb.cz/kat451/index.htm>

Úvod

Tento příspěvek navazuje na článek, který byl prezentován na této konferenci minulý rok. Spolehlivost všech komponentů napájecí sítě nn (popř. vn) je důležitá pro stanovení výsledné spolehlivosti napájení osvětlovacích soustav. Tento příspěvek se zaměřuje pouze na analýzu spolehlivosti kabelových vedení. Metody výpočtu spolehlivosti jsou velmi podrobně propracovány a při výpočtu jde vlastně jen o to jak zvolit optimální metodu výpočtu spolehlivosti.

Větším problémem je určit hodnověrná vstupní data pro spolehlivostní výpočty. Nekorektní vstupní data vedou samozřejmě k chybným výsledkům i při použití správné výpočtové metody. Pro získávání vstupních údajů pro spolehlivostní výpočty se většinou používá empirická metoda určení vstupních spolehlivostních údajů, protože aplikace apriorních metod vyžaduje rozdílný přístup ke každému prvku elektroenergetické soustavy.

Empirické metody ovšem vyžadují přesné záznamy o poruchách. Aby byla daná poruchová databáze statisticky významná, vyžaduje to většinou mít k dispozici údaje o poruchách za mnoho let zpět. Z analýzy databáze je obvykle znám počet poruch za sledované období. Sledované období se obvykle volí podle konkrétních požadavků výpočtu spolehlivosti. K výpočtu intenzity poruch je nutno také znát počet prvků daného typu v dané oblasti, jejíž poruchovost byla sledována. To je další důležitý vstupní údaj pro výpočet intenzity poruch, který je možno obvykle získat z pasportů zařízení dané organizace. Pro určování vstupních spolehlivostních parametrů je ovšem nutno předpokládat, že počty prvků jednotlivých typů se v síti nemění za sledované období. Tento předpoklad platí v praxi jen přibližně.

Spolehlivostní ukazatele

Výsledkem spolehlivostních výpočtů je většinou hodnota spolehlivosti v určeném bodu napájecí soustavy (u osvětlovacích soustav se jedná většinou o místo připojení samotného světelného zdroje). Hodnota spolehlivosti může být vyjádřena celou řadou spolehlivostních veličin pravděpodobnost bezporuchového chodu, intenzita poruch, střední doba poruchy, globální ukazatelé spolehlivosti atd.).

Výsledkem spolehlivostních výpočtů jsou většinou hodnoty tzv. ustálené spolehlivosti tj. hodnoty, které nejsou závislé na čase. V některých případech jsou ovšem žádány výsledky spolehlivosti jako časová funkce. Tyto časové závislosti spolehlivosti je možno získat následujícími způsoby:

- použití vhodné výpočtové metody např. Markovovy procesy,
- použitím časově závislých vstupních údajů pro spolehlivostní výpočet.

Vstupní spolehlivostní údaje z kvalifikovaného odhadu

Při této metodice výpočtu to znamená mít k dispozici časovou závislost vstupních spolehlivostních údajů. Tento případ spolehlivostních výpočtů nebyl (pokud je mi známo) dosud při podobných spolehlivostních výpočtech použit. Navržená metodika je tedy původní.

Podstatou této metodiky byla dotazníková akce, při které jsme oslovili zkušené odborníky z energetické praxe. Výběr odborníků měl zaručovat jistý stupeň objektivity, protože se jednalo o odborníky z provozu, údržby, dispečinků, diagnostiky. Protože je velmi složité odhadovat intenzity poruch a střední doby poruch jednotlivých prvků v závislosti na čase, měli respondenti vyjádřit časovou závislost pravděpodobnosti bezporuchového chodu. Měli tedy vyjádřit na „kolik procent“ je prvek spolehlivý po určité době provozu.

Příklad dotazníku, který byl publikován již v loňském příspěvku je na obr. 1. Uvedený dotazník je pro kabely nn a vn. Jak vyplývá z obrázku 1, bylo u kabelů nutno kromě typu také doplnit průměrné zatížení prvků (kabelů) a dále rovněž uložení kabelu. Podobné dotazníky byly vytvořeny i pro další důležité komponenty distribuční sítě.

Přestože dotazníky zatím vyplnilo jen velmi málo respondentů, pokusili jsme se výsledky zpracovat. Výsledky tak malého vzorku respondentů nemají rozhodně vypovídající schopnost, metodika je však použitelná a při větším množství vyplněných dotazníků je možno získat hodnověrné vstupní údaje pro spolehlivostní výpočty, které mají časovou závislost.

Ukázka vyhodnocení dotazníků je na obr. 2.

Z těchto křivek je nutno získat časovou závislost vstupních spolehlivostních údajů, které přísluší metodě spolehlivostních schémat.

Pro metodu spolehlivostních schémat jsou pro každý prvek následující vstupní spolehlivostní údaje :

intenzita poruch λ_p (rok⁻¹)

střední doba trvání poruchy τ_p (h)

intenzita údržby λ_u (rok⁻¹)

střední doba trvání údržby τ_u (h)

V případě zanedbání údržbového prostoje (což je u kabelových vedení nutné), lze pravděpodobnost bezporuchového chodu vyjádřit následovně :

$$R = 1 - \frac{\lambda_p \cdot \tau_p}{8760} \quad (1)$$

Intenzita poruch se u kabelů vztahuje na délku 100 km. Potom vztah pro pravděpodobnost bezporuchového chodu kabelů lze vyjádřit následovně:

$$R = 1 - \frac{\lambda_{pk} \cdot l_k \cdot \tau_p}{876000} \quad (2)$$

λ_{pk} (rok⁻¹) – intenzita poruch kabelu vztažená na 100 km

τ_p (h) – střední doba trvání poruchy

l_k (km) – délka kabelu l_k (km)

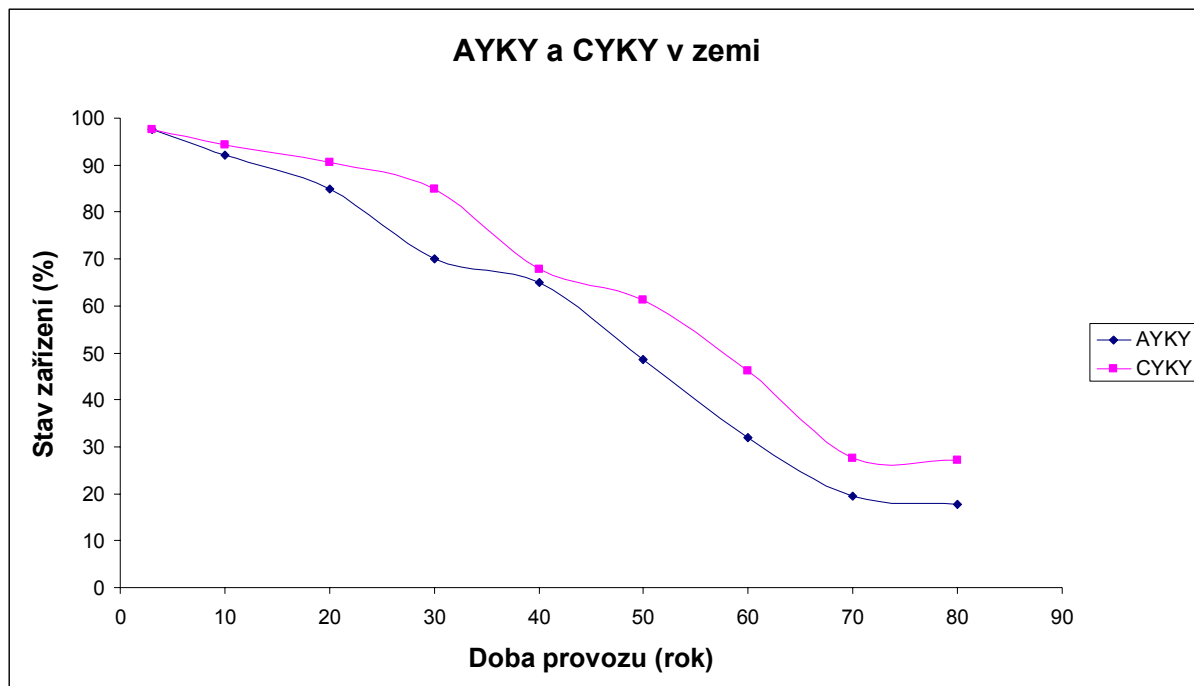
Pro stanovení časové závislosti vstupních spolehlivostních údajů byl použit následující postup. Střední doba poruchy byla stanovena (dle zkušenosti) a vypočtena byla intenzita poruch dle vztahu:

$$\lambda_{pk} = \frac{(1 - R) \cdot 876000}{l_k \cdot \tau_k} \quad (3)$$

Je nutno si ovšem uvědomit, že vzorce 1-3 platí pro exponenciální rozdělení distribuční funkce doby do poruchy. Toto rozdělení ovšem vychází z předpokladu, že intenzita poruch je v čase konstantní.

| Dotazník k vyhodnocování technického stavu kabelů | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Jméno: | | | Funkce (oblast působnosti): | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Typ zařízení | Zatížení [%] | Způsob uložení | Stav zařízení v (%) po x letech provozu | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | nové | 3 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | | | | | | | | |
| AYKY | 70 % jmenovitého proudu | v zemi | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AYKY | | na kabelových roštích, lávkách | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AYKY | | na kabelových roštích ve stoupačkách | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AYKY | | spojka | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AYKY | | proudový spoj | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | nové | 3 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | | | | | | | | |
| AYKY | nad 70 % jmenovitého proudu | v zemi | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AYKY | | na kabelových roštích, lávkách | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AYKY | | na kabelových roštích ve stoupačkách | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AYKY | | spojka | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AYKY | | proudový spoj | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | nové | 3 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | | | | | | | | |
| CYKY | 70 % jmenovitého proudu | v zemi | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CYKY | | na kabelových roštích, lávkách | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CYKY | | na kabelových roštích ve stoupačkách | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CYKY | | spojka | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CYKY | | proudový spoj | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | nové | 3 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | | | | | | | | |
| CYKY | nad 70 % jmenovitého proudu | v zemi | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CYKY | | na kabelových roštích, lávkách | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CYKY | | na kabelových roštích ve stoupačkách | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CYKY | | spojka | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CYKY | | proudový spoj | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | nové | 3 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | | | | | | | | |
| 10 - ANKOY | | nadzemní | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 - ANKOY | | v zemi | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 - ANKOY | | vnitřní | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 - ANKOY | | spojka | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 - ANKOY | | koncovka (proudový spoj) | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | nové | 3 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | | | | | | | | |

• Obrázek 1



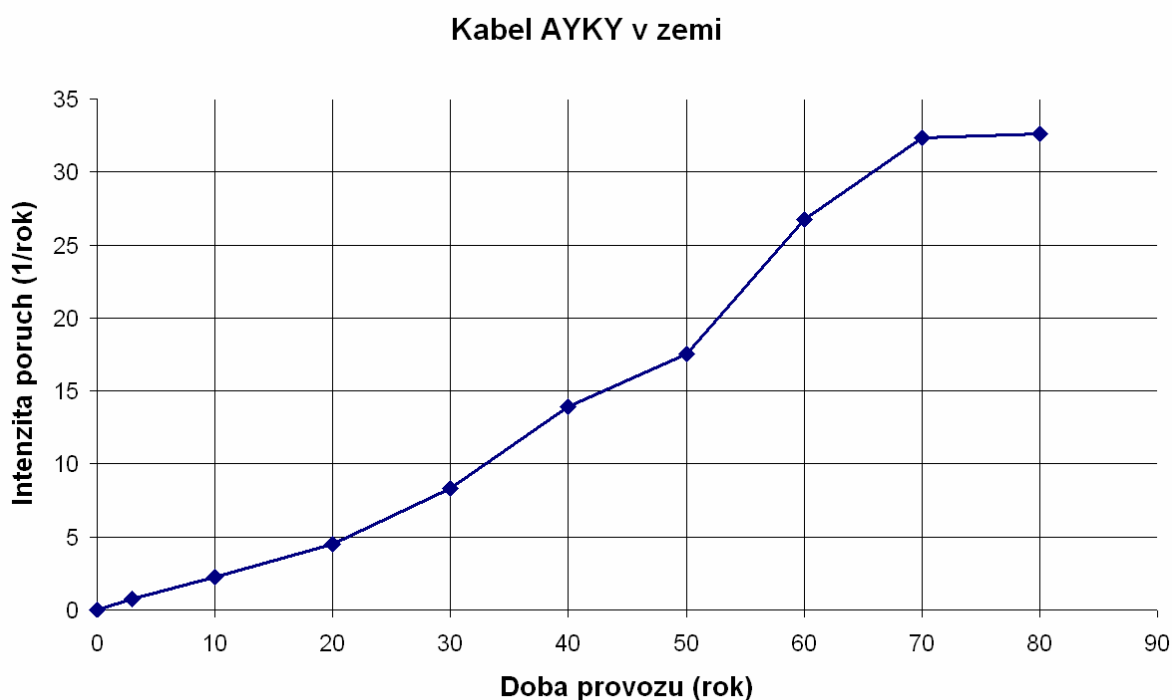
• Obrázek 2

Stanovení intenzity poruch

Jak již bylo uvedeno v předchozí kapitole, je pro exponenciální rozdělení intenzita poruch v čase konstantní. Proto uvedenou metodu můžeme použít pouze přibližně za předpokladu, že pro daný časový úsek doby životnosti kabelu např. 5 let bude konstantní intenzita poruch.

Matematické vztahy pro intenzitu poruch kabelů jsou uvedeny v předchozí kapitole. Pro stanovení intenzity poruch je nutno (kromě údajů z kvalifikovaného odhadu) znát střední dobu poruchy.

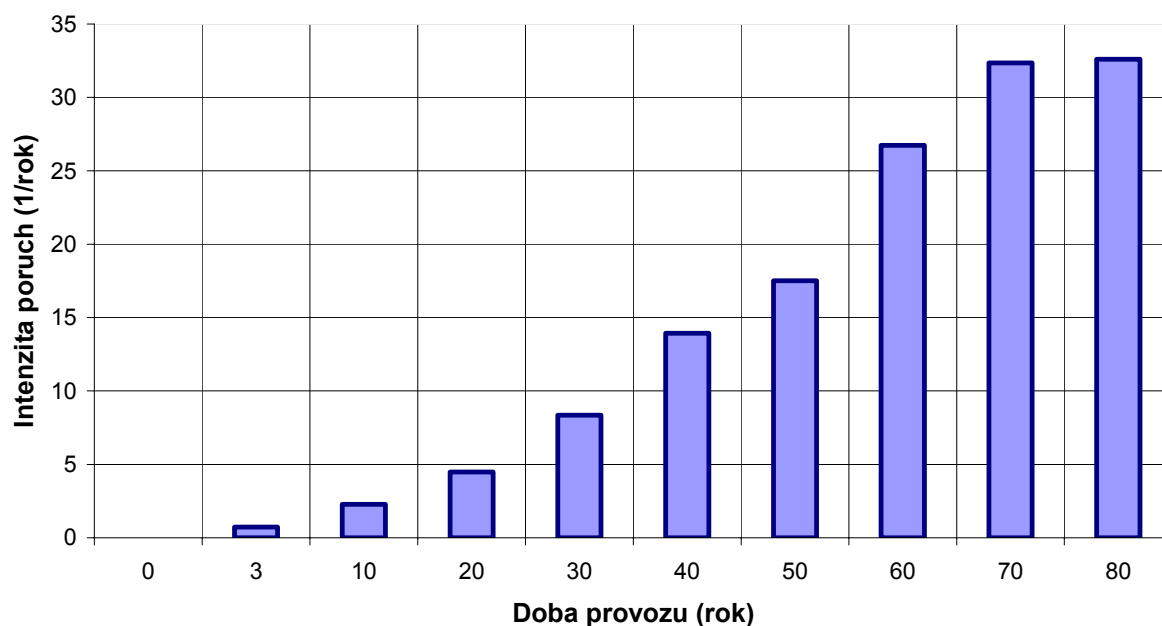
Také hodnotu střední doby poruchy je nutno určit nebo odhadnout. Metodika ČEZ 22/80 udává pro střední dobu poruchy kabelu hodnotu 215 hodin. (Tato hodnota je pro kabely vn (22 kV), zmíněná směrnice se zařízením nn nezabývá.) Pro tento údaj je uvedená časová závislost intenzity poruch na obr. 3.



• Obrázek 3

Vzhledem k předpokladu exponenciálního rozdělení by měl graf na obrázku 3 vypadat následovně.

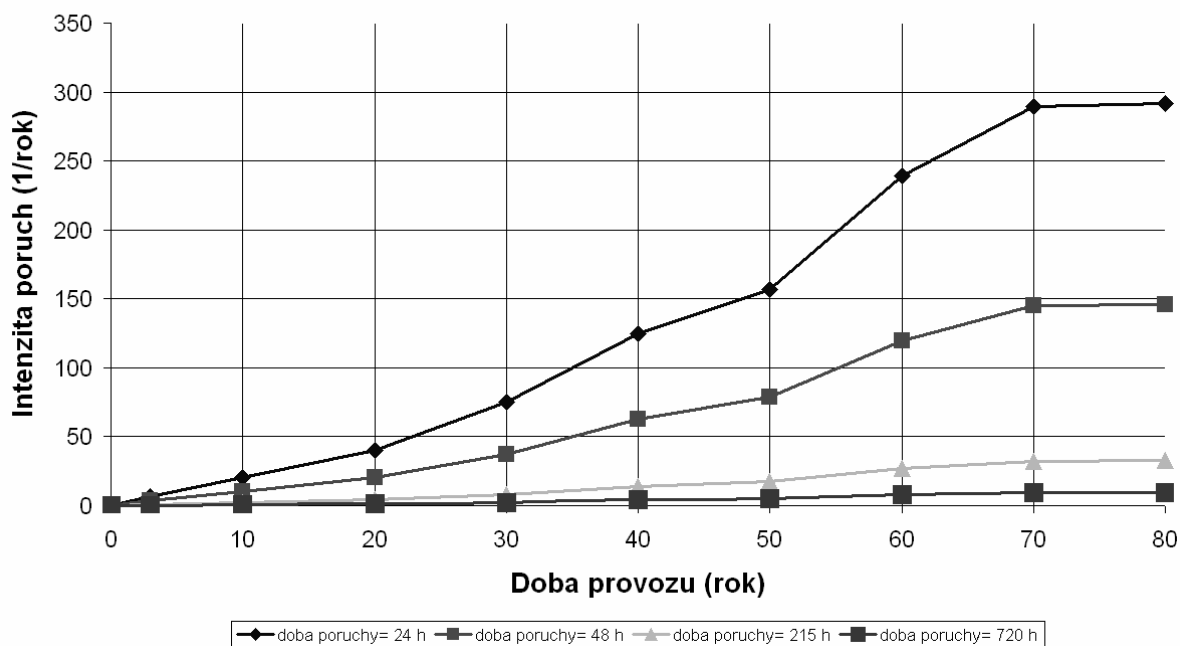
Kabel AYKY v zemi



• Obrázek 4

Časový průběh intenzity poruch se však bude podstatně lišit při různých uvažovaných hodnotách střední doby poruchy. I zde bylo nutno vycházet ze zkušeností provozních pracovníků energetických závodů. Porucha kabelového vedení v zemi může být opravena za jeden den (24 hodin), je-li situace příznivá, tj. porucha je přesně vytýčena, prokopávka je povolena a opravu poruchy neprovázejí žádné komplikace.

Kabel AYKY v zemi



• Obrázek 5

Na druhé straně je možná doba poruchy mnohem vyšší. Jedná se o kabely v těžko přístupných místech, kde může doba poruchy dosáhnout hodnoty až řádově měsíce (720 hodin).

Jak se tyto hodnoty projeví v časové závislosti intenzity poruch je uvedeno na obr. 5.

Bude-li provedeno srovnání skutečných hodnot intenzit poruch kabelu nn s grafem na obr. 5 je možno konstatovat, že s ohledem na průměrné stáří sledovaných kabelů (40 let) je nejvíce v souladu křivka s průměrnou hodnotou střední doby poruchy 215 hodin.

Upravená metoda zjišťování intenzit poruch odborným odhadem

Výše popsaná metoda vychází z předpokladu, že uvedené průběhy stavu prvků jsou v podstatě funkcí pohotovosti prvků (pravděpodobnosti bezporuchového stavu). Proto je výsledná intenzita poruch tak silně (nepřímo úměrně) závislá na střední době poruchy. Je ale pravděpodobné, že odborníci, kteří vyplňovali dotazníky vůbec nebrali v potaz střední dobu poruchy v souvislosti s údaji, které vyplňovali. Průběhy, které vyplnili, mohou spíše představovat závislost funkce spolehlivosti prvku $R(t)$.

Opravená metoda vychází z přizpůsobení empiricky známé funkce spolehlivosti funkcí matematické s určitými parametry. Pokud průběhy na Obr. 2 představují funkci spolehlivosti prvku $R(t)$, pak jednoduchou matematickou operací dostaneme distribuční funkci doby do poruchy:

$$F(t) = 1 - R(t) \quad (4)$$

Dále z definice funkce hustoty pravděpodobnosti víme, že tato je rovna derivaci funkce hustoty pravděpodobnosti podle času:

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} \quad (5)$$

Funkce intenzity poruch je definovaná jako podíl funkce hustoty pravděpodobnosti a funkce spolehlivosti:

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{f(t)}{1 - F(t)} = \frac{\frac{dF(t)}{dt}}{1 - F(t)} = \frac{d(1 - R(t))}{R(t)} \quad (6)$$

Abychom určili konkrétní průběh funkce intenzity poruch, musíme si vybrat vhodný matematický model funkce $R(t)$, resp. $F(t)$ a pomocí hodnot zjištěných z dotazníku provést regresi, abychom určili konkrétní parametry funkce $F(t)$ nebo $R(t)$. Weibullova funkce pravděpodobnosti je k tomuto účelu vhodná, pokud nemáme informace, že poruchovost sleduje jiné rozdělení pravděpodobnosti.

Weibullova funkce spolehlivosti má tvar

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta} \quad (7)$$

Pomocí metody řádové regrese pak určíme parametry rozdělení a dosazením zjistíme požadovanou funkci intenzity poruch:

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1} \quad (8)$$

Parametry Weibullova rozdělení

Parametr β

(parametr tvaru, parametr sklonu)

Parametr tvaru typicky nabývá hodnoty 0,5 až 8. Ovlivňuje tvar funkce hustoty pravděpodobnosti.

V závislosti na činitele tvaru β je možné popsat všechny tři stádia vanové křivky:

- Období časných poruch, kdy intenzita poruch klesá s časem. Když se hotový produkt chová podle tohoto rozdělení, může to znamenat problémy ve výrobním procesu, části a součástky špatné jakosti, špatné „zahoření“ výrobku, nebo problémy s balením a dodávkou. Toto je modelováno pomocí činitele tvaru v rozmezí $0 < \beta < 1$.
- Náhodné poruchy jsou modelovány pomocí činitele tvaru $\beta=1$. Jedná se o období normálního využívání. Intenzita poruch, neboli hazardní funkce, je konstantní a je rovna $1/\eta$ (převrácená hodnota hodnoty charakteristického života, viz dále). V tomto případě je Weibullova funkce hustoty pravděpodobnosti shodná s exponenciálním rozdělením.
- Poruchy vzniklé opotřebením a stárnutím, kdy intenzita poruch roste s časem ($\beta > 1$).

Weibullovo rozdělení může v závislosti na parametru tvaru aproximovat, nebo přímo nahrazovat jiná rozdělení. Pro hodnoty:

- $\beta = 1$ Weibullovo rozdělení je identické k exponenciálnímu
- $\beta = 2$ Weibullovo rozdělení je identické k Raleighovu. U tohoto rozdělení intenzita poruch roste lineárně s časem.
- $\beta = 2,5$ aproximuje lognormální rozdělení
- $\beta = 3,6$ aproximuje normální rozdělení

Parametr η

(parametr měřítka, charakteristický život)

Tento parametr mění měřítko na časové ose, například hodiny, roky, počet sepnutí apod. Změna tohoto parametru má na rozdělení stejný efekt jak změna měřítka času – například změnil-li se měřítko z hodin na dny, nebo z měsíců na roky. Zjednodušeně parametr měřítka určuje roztažení distribuční funkce.

Změna tohoto parametru nezpůsobí změnu tvaru funkce, ale jen změnu v měřítku.

Parametr měřítka udává dobu (počet roků, sepnutí), při kterých dojde k poruše 63,2 % výrobků (naopak tuto dobu přežije 36,8 % výrobků). Proto bývá tento parametr nazýván Weibullových charakteristickým životem. Bez ohledu na tvar Weibullova rozdělení, 63,2 procent¹ populace se porouchá v čase $t = \eta$.

¹ 63 % proto, že v bodě $t = \eta$ má Weibullova distribuční funkce, tedy funkce nespolehlivosti, hodnotu $F(\eta) = 1 - 1/e = 0,63212056$

Empirická funkce intenzity poruch

Empirická funkce intenzity poruch je jednou z možností analýzy poruchových dat. Jednotlivé sloupce grafu na obrázku 6 představují počet poruch konkrétního stáří kabelů na celkovou délku kabelů konkrétního věku. V podstatě se jedná o kombinaci dvou histogramů: počet poruch podle roku výroby vydělený délkou podle roku výstavby kabelové trasy. Jednotlivé intenzity poruch jsou vypočítány podle vzorce:

$$\lambda_i = \frac{n_i \cdot 100}{l_i \cdot p} \quad (9)$$

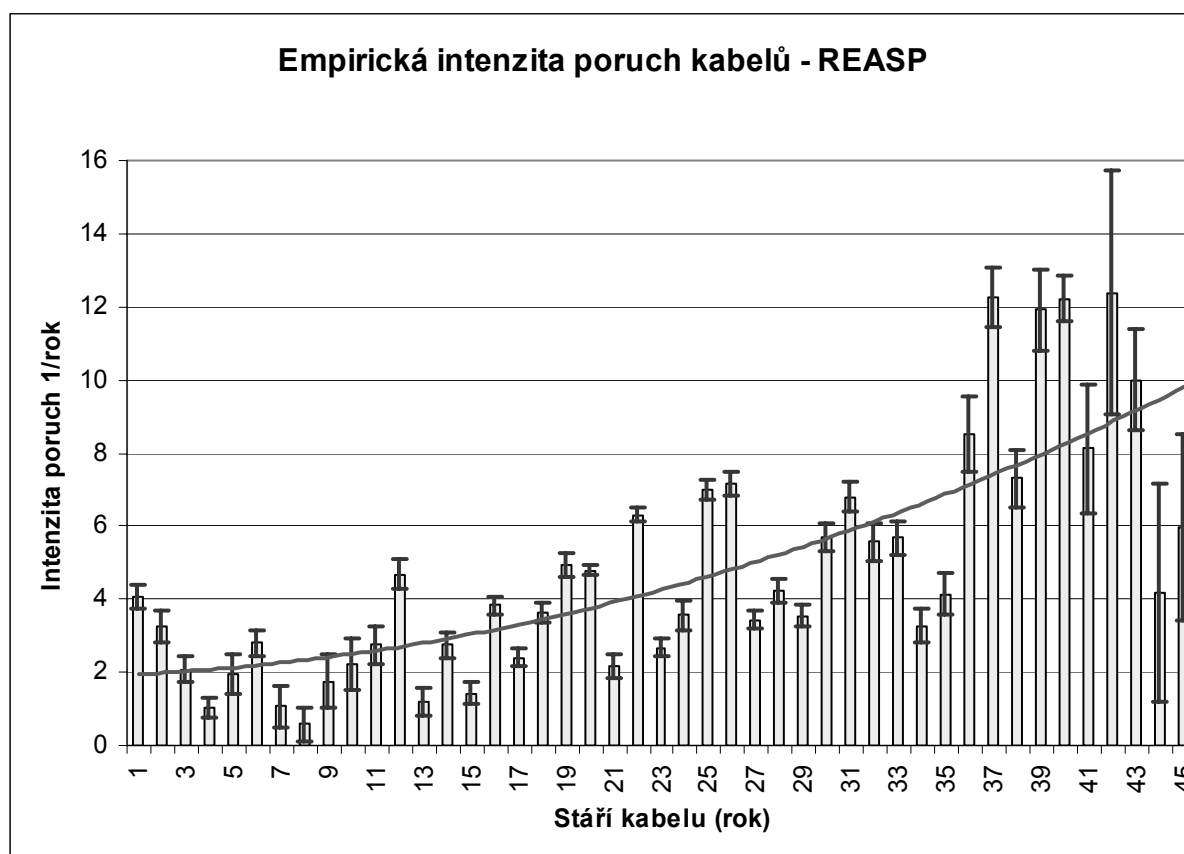
počet poruch kabelů i -let starých kabelů n_i

délka i -let starých kabelů l_i (km)

je doba trvání sledovaného období (zde 5 let) p

Výpočet není úplně korektní, protože součet poruch za léta 2001-2005 je vydělen rozložením stáří kabelů z roku 2006. Pro ilustraci možnosti výpočtu ale stačí. Přesnější výsledky bychom získali výpočtem intenzity poruch pro každý rok z databáze s použitím rozložení délky kabelů pro tento konkrétní rok a následným průměrem získaných hodnot.

Spojité křivky v grafu je polynomickou regresí druhého řádu jednotlivých hodnot – získanou funkcí časové závislosti intenzity poruch na čase. Křivka vykazuje výraznou nelinearitu, intenzita poruch je výrazně závislá na druhé mocnině času.



• Obrázek 6

Úsečky na jednotlivých sloupcích u jednotlivých hodnot jsou úměrné převrácené hodnotě délky kabelů. Čím menší je délka kabelu (týká se hlavně „historických“ kabelů, nad 35 let) tím je úsečka delší. Je míněna jako jakési měřítko

důvěryhodnosti sloupců, protože čím menší je věková skupina kabelů, tím máme menší statistický soubor a výsledná intenzita poruch je zatížena větší statistickou chybou.

Zdrojová databáze pro výpočet empirické intenzity poruch kabelů pochází od jedné rozvodné energetické akciové společnosti (REAS). Databáze obsahuje přibližně 500 poruchových záznamů kabelových vedení na hladinách nn (0,4 kV) i vn (10, 22 a 35 kV).

Závěr

Otázka spolehlivosti jednotlivých komponent elektrizační soustavy je stále více aktuálním tématem současné elektroenergetiky. Metody spolehlivostních výpočtů jsou v dnešní době již velmi podrobně a komplexně zpracované matematické modely, které umožňují výpočty spolehlivosti všech technických modelů.

Problémem spolehlivostních výpočtů zůstává nadále jejich první fáze, tj. určení korektních vstupních spolehlivostních údajů pro samotný spolehlivostní výpočet. Protože ve většině případů nelze použít metodu apriorní spolehlivosti, využívá se spolehlivost empirická, která ovšem vyžaduje existenci rozsáhlé databáze výpadků a poruch. Výsledkem jednoduchého statistického zpracování této databáze je většinou intenzita poruch a střední doba poruchy. Intenzita poruch je pak uvažována konstantní po celou dobu života prvku.

Z praxe ovšem často zaznívá požadavek na určení časové závislosti intenzity poruch. Přesné určení této závislosti je obtížné. Tento příspěvek obsahuje jednu z metod, jak poměrně jednoduše tuto závislost přibližně určit. I když popsaná metoda není zcela korektní z ryze teoretického matematického hlediska, výsledky odpovídají praktickým poznatkům z provozu distribuční soustavy.

Literatura a odkazy

[1] Tůma J., Rusek S., Martínek Z., Goňo R., Chemišinec I.: Spolehlivost v elektroenergetice. In kniha, Praha: ČVUT Praha, 2006, ISBN 80-239-6483-6

Nové predpisy pre osvetlenie na Slovensku

Ing. Peter Rybár
Regionálny úrad verejného zdravotníctva Bratislava
peter.rybar@szuba.sk

Dlho pripravovaný zákon o verejnom zdravotníctve¹⁾, ktorý nahradil predchádzajúci zákon o ochrane zdravia ľudí, začal platiť 1.6.2006 a zároveň s ním vstúpili do platnosti aj nové hygienické predpisy pre osvetlenie.

Pri koncipovaní nových predpisov sa vychádzalo z tézy, že základom dobrého osvetlenia interiéru je denné osvetlenie, ktoré má byť zriadené v každom priestore s dlhodobým pobytom ľudí. Základné ustanovenia v tomto zmysle sú uvedené v § 13 a v § 21 zákona o verejnom zdravotníctve¹⁾ kde pre osvetlenie pri práci sa uvádza, že pracoviská na ktorých je potrebné združené osvetlenie a pracoviská bez denného osvetlenia je možné prevádzkovať len v prípade, ak z technických alebo prevádzkových príčin nie je možné zabezpečiť denné osvetlenie. Trvalé dopĺňanie denného svetla umelým svetlom sa nesmie zriaďovať v učebniach, obytných miestnostiach a im podobných priestoroch. Podrobnosti požiadaviek sú uvedené v nariadení vlády o osvetlení pri práci⁴⁾ a v nariadení o vnútornom prostredí budov⁵⁾.

Osvetlenie pracovísk

Základom dobrého osvetlenia je denné osvetlenie všetkých pracovísk, kde je to možné zabezpečiť. Vychádza sa pri tom z ustanovenia smernice Európskych spoločenstiev⁷⁾ transponovaného do nariadenia vlády o bezpečnostných a zdravotných požiadavkách na pracovisko⁶⁾, kde je uvedené, že pracoviská sa musia v čo najväčšej miere osvetliť denným svetlom, pričom je odkaz na osobitné nariadenie vlády o osvetlení pri práci⁴⁾. Podľa tohto nariadenia je za postačujúce považované také denné osvetlenie, keď sú splnené hodnoty činiteľa dennej osvetlenosti pri hornom osvetlení priemerná hodnota 3 % a minimálna hodnota 1,5 %, a pri bočnom dennom osvetlení minimálna hodnota 1,5%. Pri tom sa predpokladá, že pri splnení týchto hodnôt je v priestore dosť svetla na jeho psychofyziologické pôsobenie aj na kontakt s vonkajším prostredím. Ak treba na danú prácu z dôvodu dobrého rozlišovania podrobností vyššiu osvetlenosť než poskytuje takéto denné osvetlenie, doplní sa umelým svetlom, pričom takéto dopĺňanie sa nepovažuje za združené osvetlenie. V podrobnostiach riešenia (rovnomernosť osvetlenia, ochrana pred insoláciou atď.) sa nariadenie vlády odvoláva na STN 73 0580-1 Denné osvetlenie budov, čím sa táto norma stáva záväznou.

Nové pracoviská so združeným osvetlením by sa mali zriaďovať iba výnimočne, napr. pri rekonštrukciách jestvujúcich budov, v prípade veľkého tienenia technologickými zariadeniami a pod. Za združené osvetlenie sa považuje dopĺňanie denného svetla svetlom umelých zdrojov, ak činiteľ denného osvetlenia dosahuje aspoň jednu tretinu hodnôt, požadovaných pre denné osvetlenie. Zároveň je predpísaná kontrola pomeru jasú pozorovaného predmetu k jasú osvetľovacieho otvoru v obvyklom smere pohľadu, ktorý nemá byť horší ako 1:40 v triede zrakovej činnosti I, II, III a horší ako 1:100 v triede IV podľa STN 73 0580. Minimálna hodnota celkovej umelej osvetlenosti zóny so združeným osvetlením je 500 lx.

Novým ustanovením je určenie minimálnej veľkosti zóny v ktorej sa posudzuje denné alebo združené osvetlenie. Táto zóna musí byť najmenej tretina pôdorysu miestnosti alebo najmenej 10 m².

Priestory bez denného osvetlenia, ak ich je možné v zmysle vyššie uvedeného zákonného ustanovenia zriadiť, sú podriadené zvláštnym ustanoveniam. Určená je minimálna hodnota celkovej umelej osvetlenosti 500 lx a predpísané náhradné opatrenia, ktoré majú zabezpečiť aspoň obmedzený pobyt v priestore s denným osvetlením, napr.:

- pobyt v priestore bez denného osvetlenia najviac 4 hodiny denne,
- začiatok pracovnej zmeny po 12.00 hodine,
- ukončenie pracovnej zmeny najneskôr o 13.00 hodine,
- prestávka v práci v trvaní najmenej 2 hodiny, začínajúca najneskôr o 12.00 hodine,

- najviac tri denné zmeny v týždni, končiace po 13.00 hodine,
- vysoká intenzita umelého osvetlenia v celom priestore (najmenej 1500 lx), alebo špeciálne ožarovacie zariadenia (svietiace panely, umelé okná, svietiace steny a pod.), pritom majú byť splnené požiadavky na zábranu oslnenia.

Ak nie sú náhradné opatrenia preukázateľne splnené, musí sa zabezpečiť celková umelá osvetlenosť 1500 lx.

Pre umelé osvetlenie pracovísk sú v nariadení vlády stanovené minimálne hodnoty celkovej umelej osvetlenosti a to v priestoroch s dostatočným denným osvetlením 200 lx, v priestoroch alebo zónach s nedostatočným denným osvetlením 500 lx. Pre krátkodobý pobyt sa požaduje celková umelá osvetlenosť 100 lx a pre občasný pobyt 20 lx. Osvetlenie na miestach zrakových úloh, zábrana oslnenia a ostatné kvalitatívne parametre sa riešia podľa STN EN 12 464-1, ktorá je týmto nariadením zozáväznená.

Osvetlenie nepracovných priestorov

Základným osvetlením zostáva denné osvetlenie, priestory bez denného osvetlenia sú v nových stavbách prípustné iba pri s krátkodobom alebo občasnom pobyte osôb. Základné požiadavky sú uvedené v nariadení vlády o vnútornom prostredí budov⁵⁾.

Denné osvetlenie obytných miestností zostalo podľa predchádzajúcich predpisov, v nariadení vlády je odkaz na technickú normu.

S osvetlením bytov súvisí aj insolácia (preslnenie), ktoré sa rieši tradičným postupom s odkazom na technickú normu.

Rušenie svetlom

K medziprofesným sporom ako sú medzi svetelnými technikmi a astronómami v Českej republike, zatiaľ na Slovensku nedošlo. Bežne sa riešia sťažnosti na rušenie svetlom z reklamných zariadení, z neprimeraného osvetlenia pri stavebných činnostiach a pod. Využíva sa pri tom návrh normy EN 12464-2, stavebný zákon umožňuje v takýchto prípadoch použiť na záväzné riešenie aj odborné poznatky a odporúčania, ktoré nie sú uvedené v platných predpisoch.

Vzájomné tienenie budov

Zložitý problém vzájomného tienenia budov sa do značnej miery podarilo vyriešiť úpravou STN 73 0580-1. Hodnotí sa množstvo svetla ktoré po zatienení zostáva v mieste okenných otvorov zatienenej budovy. Množstvo svetla je prevedené do tzv. ekvivalentných uhlov tienenia, ktoré umožňujú zohľadniť rôzne výškové alebo priestorové tvarovanie tieniacej budovy. V Bratislave sú magistrátom určené v zmysle ustanovenia normy zóny v centre mesta, kde je prípustný vyšší uhol tienenia. So princípom hodnotenia sú dobré skúsenosti, bolo by však vhodné niektoré detaily v norme upresniť.

Literatúra

¹⁾ Zákon č. 126/2006 Z.z. o verejnom zdravotníctve

²⁾ Zákon č. 124/2006 Z.z. o bezpečnosti a o ochrane zdravia pri práci

³⁾ Zákon č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku v znení neskorších predpisov

⁴⁾ Nariadenie vlády č. 269/2006 Z.z. o podrobnostiach o požiadavkách na osvetlenie pri práci

⁵⁾ Nariadenie vlády č. 353/2006 Z.z. o podrobnostiach o požiadavkách na vnútorné prostredie budov

⁶⁾ Nariadenie vlády č. 391/2006 Z.z. o minimálnych bezpečnostných a zdravotných požiadavkách na pracovisko

ELEKTRICKÉ ZAŘÍZENÍ VEŘEJNÉHO OSVĚTLENÍ

Alexej Satinský – ITI Ostrava

Veřejné osvětlení je neodmyslitelnou součástí životního stylu. Osvětlením je podpořena bezpečnost osob, majetku, bezpečnost v dopravě a estetika.

Veřejné osvětlení je vyhrazeným elektrickým zařízením dle vyhl. č. 20/79 Sb.

Zakladní předpisy:

ČSN EN 13 201 - 2, požadavky , účinnost od 1.6.2005

ČSN EN 13 201 - 3, výpočet, účinnost od 1.6.2005

ČSN EN 13 201 - 4, metody měření, účinnost od 1.6.2005

ČSN 33 2000 - 6 – 61, výchozí el.revize

ČSN 33 1500, pravidelné el. Revize

ČSN 33 2000 – 1, základní ustanovení

ČSN 33 2000-5-52, stavba vedení

ČSN 33 2000-5-54, uzemnění

ČSN 03 8240, volba nátěrů pro ochranu proti korozi

ČSN 03 8260, provádění a údržba

ČSN 34 8340, osvětlovací stožáry

ČSN 36 0603, venkovní elektrická svítidla

ČSN 33 2000-5-559, Svítidla a světelná instalace (04/2006)

Zák. č. 22/97 Sb

Nař. VI. 17/2003 S.

ČSN 34 1390, ochrana před bleskem tato norma bude od 1.11.2006 nahrazena:

ČSN EN 62305-3, hmotné škody na stavbách a nebezpečí života

ČSN EN 62305-4, elektrické a elektronické systémy ve stavbách

Nařízení vlády č.362/2005 Sb. Práce ve výškách

Údržba veřejného osvětlení

Preventivní údržbou rozumíme nahrazování vadných a opatřebovaných prvků světelné soustavy. Neméně důležitá je bezpečnost elektrického zařízení dle platných předpisů. Proto se u veřejného osvětlení musí pravidelně revidovat elektrické zařízení a odstraňovat zjištěné nedostatky.

Při údržbě a revizích je nutno se zaměřit na:

- 1) vrchní a kabelové vedení
- 2) ovládací zařízení
- 3) stav stožárů
- 4) stav patic a výzbroje (krytí min. IP 43)
- 5) stav svítidel
- 6) stav rozváděčů
- 7) stav technické dokumentace
- 8) protokoly o určení prostředí

Prohlídkou, zkoušením a měřením zjišťujeme, zda při provozu nenastaly změny, které by mohly ohrožovat bezpečnost osob a věcí.

K revizi el. zařízení veřejného osvětlení jsou nezbytné tyto doklady.

- 1) Dokumentace skutečného provedení
- 2) Protokoly o určení vnějších vlivů
- 3) Zpráva o předchozí revizi
- 4) Zásady pro údržbu- výsledky kontrol a měření
- 5) Doklady o dozoru OIP

Provozní spolehlivost ovlivňují tyto prvky soustavy VO

- 1) Stožáry – nejdůležitější je jejich povrchová úprava
- 2) Patice – chrání el. výzbroj a zabezpečuje ochranu před nebezpečným dotykem. Tady je třeba provádět důsledné kontroly
- 3) Elektrická výzbroj – je nutno pravidelně provádět kontrolu a dotažení spojů na svorkách
- 4) Rozváděče – povrchová úprava, dotažení spojů a uzamčení
- 5) Svítidla – správná instalace a čistota
- 6) Světelné zdroje – jsou citlivé na napájecí napětí
- 7) Napájecí napětí - 230 V s tolerancí 5 % nebezpečné přepětí

Lhůty pro revize elektro – 3 roky

ČSN 33 1500

REVIZE ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ

ÚČEL REVIZE ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ

Účelem revize elektrických zařízení je ověřování jejich stavu z hlediska bezpečnosti. Požadavky bezpečnosti se považují za splněné, pokud elektrické zařízení odpovídá z hlediska bezpečnosti příslušným ustanovením norem.

2 VÝCHOZÍ REVIZE

2.1 Nová elektrická zařízení je možno uvést do provozu jen tehdy, byl-li jejich stav z hlediska bezpečnosti ověřen výchozí revizí, popř. ověřen a doložen dokladem v souladu s požadavky stanovenými zvláštními právními předpisy.

3 PRAVIDELNÉ REVIZE

Lhůty pravidelných revizí

Tab. 1. LHŮTY PRAVIDELNÝCH REVIZÍ ELEKTRICKÉHO ZAŘÍZENÍ

| a) Lhůty pravidelných revizí stanovené podle prostředí (viz ČSN 33 2000-3, popř. ČSN 33 2000) | | |
|---|---|------------------------|
| Druh prostředí (podle dříve platných ČSN) | Třída vnějších vlivů (podle ČSN 33 2000-3) | Revizní lhůty v rocích |
| základní, normální | normální ²⁾ , tj. AA4, AB4, AB5, XX1 pro vlivy AC až AR (kromě AQ), BA1, BC1, BC2, BD1, BE1, CA1, CB1; dále pak BA4, BA5 | 5 |
| studené, horké, vlhké, se zvýšenou korozní agresivitou, prašné s prachem nehořlavým, | přibližně AA1 až AA8 (kromě AA4) a vnitřní prostory s AB1 až AB7 (kromě AB5), AE4 až AE6, AF3, AK2, AL2 | 3 |

| | | |
|--|--|------------------------|
| s biologickými škůdci | | |
| mokré, s extrémní korozní agresivitou | AD2 až AD8, AF4 | 1 |
| s otřesy, pasivní s nebezpečím požáru nebo výbuchu ³⁾ | AG3, AH3, BE2, BE3 | 2 |
| venkovní, pod přístřeškem | umístěné venku nebo pod přístřeškem (vně budovy - může být AB2 a AD5 i pro výskyt vody z jiných zdrojů než z deště způsobený lidským faktorem a samotné zařízení, které je před přímými účinky deště buď chráněno nebo je pro ně provedeno, AF2, AF3, AN2 a AN3, AS1 až AS3 + ostatní vlivy podle místní situace - viz též např. PNE 33 000-2) | 4 |
| b) lhůty pravidelných revizí stanovené podle druhu prostoru se zvýšeným rizikem ohrožení osob | | |
| prostory určené ke shromažďování více než 250 osob (např. v kulturních a sportovních zařízeních, v obchodních domech a stanicích hromadné dopravy apod.) | BD3, BD4 (zároveň též BA1) | 2 |
| zděné obytné a kancelářské budovy | BD1 (může být též BD2) | 5 ⁴⁾ |
| rekreační střediska, školy, mateřské školy, jesle, hotely a jiná ubytovací zařízení | BD4, BA2 | 3 |
| objekty nebo části objektů provedené ze stavebních hmot stupně hořlavosti C2, C3 (podle ČSN 73 0823) | CA2 | 2 |
| Umístění elektrického zařízení | Využití a konstrukce budovy (podle ČSN 33 2000-3) | revizní lhůty v rocích |
| pojízdné a převozní prostředky | - | 1 ⁵⁾ |
| prozatímní zařízení stanoviště | - | 0,5 |
| c) lhůty pravidelných revizí zařízení pro ochranu před účinky atmosférické a statické elektřiny | | |
| Druh objektu | Objekt podle povahy zpracovávaných látek | revizní lhůty v rocích |
| objekty s prostory s prostředím s nebezpečím výbuchu nebo požáru, objekty konstruované ze stavebních hmot stupně hořlavosti C1, C2, C3 | BE2, BE3 ³⁾ , CA2 | 2 |
| ostatní | všechny, kromě BE2, BE3, CA2 | 5 ⁷⁾ |

Tab. 1. LHŮTY PRAVIDELNÝCH REVIZÍ ELEKTRICKÉHO ZAŘÍZENÍ

| a) lhůty pravidelných revizí stanovené podle prostředí (viz ČSN 33 0300) | | |
|---|--|------------------------|
| Poř.číslo | Druh prostředí (podle ČSN 33 0300) | Revizní lhůty v rocích |
| 1. | základní | 5 |
| 2. | normální | 5 |
| 3. | studené | 3 |
| 4. | horké | 3 |
| 5. | vlhké | 3 |
| 6. | mokré | 1 |
| 7. | se zvýšenou korozní agresivitou | 3 |
| 8. | s extrémní korozní agresivitou | 1 |
| 9. | prašné s prachem nehořlavým | 3 |
| 10. | s otřesy | 2 |
| 11. | s biologickými škůdci | 3 |
| 12. | pasivní s nebezpečím požáru | 2 |
| 13. | pasivní s nebezpečím výbuchu | 2 ¹⁾ |
| 14. | venkovní | 4 |
| 15. | pod přístřeškem | 4 |
| b) lhůty pravidelných revizí stanovené podle druhu prostoru se zvýšeným rizikem ohrožení osob | | |
| 1. | prostory určené ke shromažďování více než 250 osob (např. v kulturních a sportovních zařízeních, v obchodních domech a stanicích hromadné dopravy apod.) | 2 |
| 2. | zděné obytné a kancelářské budovy | 5 ²⁾ |
| 3. | rekreační střediska, školy, mateřské školy, jesle, hotely a jiná ubytovací zařízení | 3 |
| 4. | objekty nebo části objektů provedené ze stavebních hmot stupně hořlavosti C2, C3 (podle ČSN 73 0823) | 2 ²⁾ |
| 5. | pojízdné a převozní prostředky | 1 ³⁾ |
| 6. | prozatímní zařízení stavenišť | 0,5 |
| c) lhůty pravidelných revizí zařízení pro ochranu před účinky atmosférické a statické elektřiny | | |
| 1. | objekty s prostory s prostředím s nebezpečím výbuchu nebo požáru, objekty konstruované ze stavebních hmot stupně hořlavosti C1, C2, C3 | 2 |
| 2. | ostatní | 5 ⁴⁾ |

¹⁾ Nevztahuje se na ochranný prostor (viz ČSN 33 0300 a ČSN 33 2320),

História, súčasnosť a budúcnosť svetelných zdrojov

Alfonz, Smola, prof. Ing. PhD.

FEI STU V Bratislave, <http://aladin.elf.stuba.sk/~smola/>, alfonz.smola@stuba.sk

1 Úvod

"Genius is ninety-nine percent perspiration and one percent inspiration."

„Genialita je 99 % potu a 1 % inšpirácie“ (Thomas Alva Edison)

Pojednanie o tejto téme by si vyžadovalo dôslednú historickú analýzu, analýzu súčasného stavu a rozhodne oveľa väčší priestor, než je možné obsiahnuť v jednom konferenčnom článku. V tomto príspevku sa budeme zaoberať podrobnejšie iba niektorými významnými skutočnosťami vo vývoji svetelných zdrojov ich súčasnými trendmi a stručným výhľadom do budúcnosti. Hoci svetelné zdroje (aj elektrické) existovali pred žiarovkou, táto si zaslúži aby pojednanie začalo práve uvedeným svetelným zdrojom

2 Žiarovky

Napriek všeobecnému názoru, Thomas Alva Edison nevynašiel žiarovku, ale len upravil a rozvinul už viac ako 50 rokov známe nepodarené realizácie svojich predchodcov. Známe sú pokusy Goebela, Jabložkova a ďalších konštruktérov, ktorí predstavili podobný svetelný zdroj už dávno pred Edisonom.

Woodward s Evansom patentovali žiarovku už v roku 1875. Bohužiaľ títo dvaja podnikatelia nenašli dostatok kapitálu na financovanie komercializácie svojho vynálezu. Americký podnikateľ Edison, ktorý pracoval na rovnakej myšlienke, kúpil práva k tomuto patentu. Použitím nižšieho prúdu, vakuu vnútri banky a malého kúska zuhoľnatého vlákna Edison vyrobil žiarovku v roku 1879. Tento rok považujeme za najvýznamnejší míľnik vo vývoji svetelných zdrojov.

Hoci sa za viac ako 100 rokov zmenila konštrukcia i materiály žiarovky, jej princíp zostáva zachovaný. Zmenil sa však aj systém práce výskumných a vývojových pracovníkov. Ťažisko vývoja svetelných zdrojov sa presúva do veľkých pracovných kolektívov vo veľkých laboratóriách. Výskum a vývoj je plánovaný a cielený, používajú sa drahé výskumné zariadenia.



Obr. 1 Thomas Alva Edison

Edison zhromaždil tým talentovaných asistentov v jeho „fabrike na vynálezy“ Melmo Park. Od prvých experimentov, cez dizajn výrobných zariadení až po predaj svetidiel a ich elektrickej inštalácie vytváral Edison šou. Dnes väčšina svetidiel prechádza od jednej expertnej špecializovanej skupiny k inej, až kým sa pôvodná myšlienka nestane komerčným produktom. Už nie je bežné aby jeden človek zvládol celý tento proces.

Na prvý pohľad sa zdá, že vývoj žiaroviek je ukončený. Ich ďalší progres však možno hľadať v mnohých oblastiach. Principiálne najväčšie možnosti ponúkajú cesty na využitie nových materiálov pre vlákno žiarovky.

Edison strávil takmer rok vývojom platinového vlákna pre jeho svetelný zdroj. Hľadal materiál, ktorý by na vzduchu nezhorel, ale vydával svetlo bez toho, aby sa taval. Edison sa napokon vrátil k experimentom so zuhoľnatými

organickými vláknami a jeho tím vyskúšal stovky materiálov, než sa rozhodol pre bambusové vlákno pre svoj komerčný produkt. Výber materiálu hrá nie menej dôležitú rolu aj dnes. Moderní vynálezci majú dnes len oveľa väčšie možnosti výberu vďaka materiálom, ktoré ešte v 19. storočí neboli dostupné.

Od roku 1920 až do dnes sa používa na vlákna žiaroviek volfrám. Výskum v tejto oblasti sa zaoberal viac vylepšením vlastností vlákien ako náhradou volfrámu. Existujú však aj tieto možnosti.



Obr. 2 Žiarovka s vláknom z SiC

Príkladom môže byť cesta, ktorú vytvorili otec a syn Milewski. Od r. 1987 robili pokusy s monokryštalickým vláknom z karbidu kremičitého (SiC) najprv ako s vyhrievacím elementom, neskôr ako s vláknom žiarovky. Použitím zariadenia vypožičaného z profesionálnych laboratórií začali vyrábať vo svojej obývačke žiarovky s uvedeným vláknom. Ich cieľom bolo zlepšiť vlastnosti vlákna a hľadať kvalitnejší kryštál, začali preto experimentovať s karbidom hafnia (HfC). Svoje výskumy presunuli zo svojho domu do laboratórií na univerzite v Novom Mexiku.

Avšak SiC kryštálom trvá asi 16 hodín kým narastú na potrebné rozmery pre vlákna, zatiaľ čo HfC kryštály potrebujú na svoj rast 35 až 40 hodín. Problémom bolo udržanie konštantných podmienok pre rast kryštálov počas takej dlhej doby. Až doteraz zostali keramické vláknové svetelné zdroje len v laboratóriách. Prekážkou ich vývoja neboli technické, ale iba finančné bariéry.

V oblasti vývoja nových žiaroviek sa skúša vylepšenie emisie špirál povlakmi z hafnia, moderné a účelné sú reflektorové multivrstvy konštruované tak, aby spätný odraz infračerveného žiarenia vyhrieval špirálu. Do popredia sa tlačia žiarovky multimirror s priemerom 51 mm na sieťové napätie. Sú snahy o vylepšenie mechanických vlastností špirál pre lepšiu stabilitu vlákna. Moderné žiarovky majú rôzne tvary baniek pre rôzne aplikácie.

3 Halogénová žiarovka

V roku 1950 dostal Alton Foote nápad konštruovať nový tepelný svetelný zdroj, ktorý by používal oveľa menšiu banku než má žiarovka. Skonštruoval ju vo forme malej sklenej rúrky z kremeňa. Foote objavil, že kremeň môže zniesť vysoké teploty, dovolil zvýšiť teplotu vlákna, ale životnosť tohto svetelného zdroja zostala nízka. Volfrám odparený z vlákna sa usadil na banke a spôsoboval tmavnutie svetelného zdroja. Začiatkom roku 1954 chemik Edward Zubler objasnil, čo sa deje vo vnútri svetelného zdroja. Asi po troch rokoch experimentov Zubler a Mosby použili unikátne chemikálie a vytvorili štruktúrne požiadavky na nový svetelný zdroj – halogénovú žiarovku.

Pilotná produkcia bola zameraná na ručne vyrábané experimentálne halogénové žiarovky. Ako povedal Mosby: "Keď sa manažment rozhodol že sme pripravený na pokračovanie pilotnej prevádzky zavolali sme našim výrobným inžinierom. Prišli a pozreli sa na svetelné zdroje, rozhodli aké zariadenia potrebujeme aby sme mohli tento svetelný zdroj vyrábať vo veľkom, takže priama zodpovednosť vtedy opustila naše ruky. Spolupracovali sme veľmi úzko s výrobnými inžiniermi, ale začala to byť ich zodpovednosť vytvoriť dizajn zariadení a zaradiť ich do fabriky pre priemyselnú produkciu."

V roku 1959 boli volfrámové halogénové svetelné zdroje pripravené na presun z laboratórií do výroby. Aplikáční inžinieri potom pripravili cesty pre použitie týchto svetelných zdrojov vo svietidlách. Tento tím stanovil nový typický smer vývoja moderných svetelných zdrojov. Tak vznikla v roku 1960 halogénová žiarovka – jeden z moderných svetelných zdrojov súčasnosti.

Aj halogénové žiarovky prechádzajú v súčasnosti etapou intenzívneho vývoja. Aj v tomto prípade sa konštruujú reflexné selektívne povrchy - multivrstvy na spätný odraz žiarenia vlákna. Cieľom je zvýšiť merný výkon halogénových žiaroviek. Z podobných dôvodov je do banky moderných halogénových žiaroviek dávkaný xenón. Do kremenného skla banky sa dotuje certit na potlačenie UV žiarenia. Čoraz viac aplikácií poskytujú moderné halogénové žiarovky na sieťové napätie. Hitom posledných rokov sú aj nízkotlakové halogénové žiarovky a halogénové žiarovky miniatúrnych rozmerov.

Nové halogénové žiarovky sa vyznačujú nasledovnými prednosťami: Majú až o 30 % vyšší merný výkon ako ich predchodkyne pred niekoľko rokov, vyššiu životnosť, stabilitu svetelného toku počas celej životnosti, stabilitu teploty chromatickosti, rovnomernejšiu svietivosť vo zväzku v prípade reflektorových HŽ, nižší podiel UV žiarenia a pod.

4 Halogenidová výbojka

Edison sám seba nikdy nepovažoval za vedca a sám sa ani nezaoberal hlbším teoretickým štúdiom. Skúšanie a omyly v experimentoch mu dávali potrebné znalosti a keď potreboval vyššiu matematiku zaplatil si Francisa Uptonu. Vynálezci moderných svetelných zdrojov majú ďaleko väčšie znalosti než mal Edison, riešia však tiež komplexnejšie problémy, ktoré nemajú jednoduché riešenia. Vynájdenie svetelného zdroja dnes vyžaduje pokročilé vedecké a inžinierske znalosti, jednak na definovanie problému a zároveň na používanie vysokošpecializovaných zariadení.

Počiatkom roku 1912 Steinmetz vložil kúsok kovového halogenidu do ortuťovej výbojky dúfajúc „že sa zlepší podanie farieb v modro-zelenej oblasti spektra. Jód, bróm a chlór reagujú s kovmi pričom vznikajú ich soli. Podarilo sa mu spojiť fyziku elektrického výboja a chémiu kovových halogénov a položil tak základ vzniku ďalšieho svetelného zdroja - halogenidovej výbojky. Trvalo však ešte 50 rokov do jej objavu

V roku 1950 boli ortuťové vysokotlakové výbojky bežné a zároveň prebiehal na nich intenzívny výskum. V Nemecku Neunhoffer a Schultz ako aj Kuhl a Krense skúšali využiť halogenidy kovov vo svetelných zdrojoch, čo vyústilo až k patentovaniu v r. 1960. Zároveň pokračoval vývoj ortuťovej vysokotlakovej výbojky bez prímies halogenidov.

V rovnakom čase Reiling experimentoval s halogénmi kovov a ortuťovými svetelnými zdrojmi. Jeho práca bola mixom teoretických štúdií a experimentov. Reiling bol schopný vykonať expertízu na báze vysokej teoretickej úrovne „Mal som za sebou 11 rokov univerzitného štúdia matematiky, topografie, tenzorov a pod., všetko, na čo si môžete spomenúť v oblasti matematiky a čo potrebujete pre fyziku. Robil som termodynamické výpočty ktoré ukazovali, že ak vytvoríme jodid sodný, jód spôsobuje, že sodík neútočí na kremík – banku horáka“. Bola totiž predtým obava, že alkalické kovy budú agresívne na materiál banky, ale vyšlo najavo že k tomuto nedôjde a to bol objav, ktorý skutočne pohol výskum halogenidových výbojok dopredu.“

Reilingove experimenty so sodíkom a tháliom boli sľubné natoľko, že v r. 1960 oznámili vývojové pracoviská, že „zdá sa, že tieto svetelné zdroje majú väčší memný výkon ako ortuťové vysokotlakové výbojky a vyznačujú sa podstatne lepším farebným podaním.“ Halogenidová výbojka bola verejnosti predstavená v roku 1962, prvý krát použitá v r. 1964 a bežne vyrábaná v r. 1966.

Halogenidové výbojky predstavujú moderný svetelný zdroj, ktorý prechádza v súčasnosti etapou búrlivého vývoja. Keramický horák ako všeobecné riešenie je samozrejmosťou. Používajú sa nové guľové tvary keramických horákov, umožňujúce významný nárast životnosti týchto svetelných zdrojov. V poslednom období zaznamenávame dávkovanie sodíka do horáka halogenidovej výbojky. Ide o zblížovanie vlastností sodíkových a halogenidových výbojok. Možno o niekoľko rokov nebudeme rozlišovať medzi týmito dvoma druhmi výbojok. Aplikujú sa nové plynové náplne. Charakteristickou je tiež miniaturizácia príkonov halogenidových výbojok v súčasnosti 20W).

5 Vysokotlaková sodíková výbojka

Nízkotlakové sodíkové výbojky boli vyvinuté v Európe začiatkom 30. rokov minulého storočia. Po druhej svetovej vojne začali výskumné laboratória program na výskume keramických materiálov pre iné oblasti využitia. Ich poznatky sa neskôr podarilo aplikovať aj pre horáky svetelných zdrojov. Pod vedením Burkeho bol vytvorený výskumný program zameraný na procesy ku ktorým dochádza v kremíku. Cieľom nebol produkt ale základný výskum vtedy málo známej oblasti.

V roku 1955 sa pridal do tímu Coble. Séria experimentov vyústila k polykryštalickým hliníkovým oxidom. Coble pridal do zmesi magnézium a vytvoril materiál BURKE opisovaný ako „viacej transparentný než dúfali.“. Priesvitný materiál sa podobal na jemne difúzne sklo ale priepustnosť svetla sa pohybovala od 90 do 95 %.

Metalurgický a keramický odborníci pracovali na vylepšenie výrobných technológií pre výrobu nového materiálu LUCALOX. Vedúcim výskumného kolektívu bol Inman, ktorý začal uvažovať o možnosti využitia nového materiálu pre svetelné zdroje. Grimm založil nový projekt, ktorého výstupom boli aj rúrky z LUCALOXu pre vývojových inžinierov svetelných zdrojov.

Fyzikálny chemik Schmidt začal experimentovať s rôznymi plynmi a v auguste 1959 podal patent na vysokotlakovú výbojku - svetelný zdroj, ktorý obsahoval sodík. Tento svetelný zdroj však ešte stále nebol pripravený na hromadnú výrobu. Veľkým problémom bolo, ako uzavrieť keramické rúrky. Bežné sklárske technológie neboli aplikovateľné.

Úloha vytvoriť upchávku bola zadaná Loudenovi ktorý neskôr povedal: „Prvé upchávky z kovov, ktoré sme vyrábali pre LUCALOX mali veľmi nízku životnosť, dlho sme vykonávali rôzne experimenty. Keď sme sa dostali na úroveň životnosti 2000 hodín, vedeli sme, že máme materiál, ktorý by mohol byť komerčne použiteľný. Týmto materiálom

bolo Niób vytvarovaný do čiapočky, ktoré znášalo zhruba rovnaké podmienky ako oxidy hliníka. Avšak niób je dost exotický materiál a preto bolo potrebné vyvinúť preň nové výrobné postupy. Tiež bolo potrebné nájsť materiál, ktorý by spojil nióbové čiapočky s keramickou rúrkou.

V roku 1997 boli keramické rúrky prispôsobené a vyrobené aj pre halogenidové výbojky.

Sodíkové výbojky sú nepostrádateľné najmä pri osvetľovaní komunikácií, ale nachádzajú široké uplatnenie aj pri osvetľovaní v priemysle. V tejto oblasti ide najmä o nasledovné trendy vývoja:

Moderné sú predovšetkým ekologické bezortuťové výbojky, využíva sa dávkovanie iných prvkov na zlepšenie farebného podania sodíkových výbojok. Zaujímavé sú riešenia viachorákových sodíkových výbojok, umožňujúcich predĺžiť životnosť a teda aj čas medzi dvoma výmenami svetelných zdrojov v svietidlách pre osvetľovanie komunikácií. Je tu tiež možnosť prepínania farby svetla alebo príkonu a tak rozšíriť aplikačné možnosti sodíkových výbojok aj do oblastí, kde predtým nemali uplatnenie. Aj pri týchto svetelných zdrojoch môžeme pozorovať trend k miniaturizácii príkonov. Čoraz viac sa presadzuje ich nasadzovanie v interiéroch. Sodíkové vysokotlakové výbojky na osvetlenie komunikácií sa vyrábajú najmä vo vyhotovení zabezpečujúcom dlhodobú životnosť, čo zjednodušuje požiadavky na výmenu týchto svetelných zdrojov pri údržbe osvetľovacích sústav verejného osvetlenia.

6 Kompaktné žiarivky

Objav nového výrobku si často vyžaduje vynájdenie nového výrobného postupu a nových výrobných nástrojov. Hádám vývoj žiadneho svetelného zdroja neprinesol také množstvo vedľajších riešení ako vývoj kompaktných žiariviek. V 80. rokoch veľa vývojových pracovníkov navrhovalo kompaktné žiarivky. Väčšina z týchto vynálezov fungovala v laboratóriách, väčšina bola označená ako príliš drahá pre sériovú produkciu. Cesta ku kompaktným žiarivkám v tej podobe, ako ich dnes poznáme nebola priamočiara. Na ceste vývoja kompaktných žiariviek vzniklo veľké množstvo unikátnych svetelných zdrojov. Možno sa budúci inžinieri k niektorým z týchto návrhov vrátia.

Cambell navrhol v r. 1972 „sekvenčne spínaný svetelný zdroj“. Svetelný zdroj obsahoval viacero elektród, každá aktivovaná v rýchlych sekvenciách vo svojich vlastných oblúkoch. Spínací obvod a sklenené časti však boli príliš zložité pre masovú výrobu.

Roche navrhol v r. 1974 „krátku žiarivku“ Takto popísal tento svetelný zdroj v interview v roku 1996: „Z počiatku sme chceli vyvinúť beztlmivkový fluorescenčný svetelný zdroj. Rozmýšľali sme ako zostrojiť tento zdroj bez tlmivky. Možno by ani nebol problém v tlmivke samotnej, ak by sme ju vedeli minimalizovať a urobiť ju ako súčasť tela svetelného zdroja. Svetelný zdroj mal vlákno pozdĺž celej dĺžky, ktoré slúžilo ako pomocná elektróda pre zapálenie oblúka. Problém bol, že neboli efektívne, malá dĺžka oblúka sa ukázala ako veľký problém. Pri krátkom oblúku je potrebný veľký prúd na to, aby sa dosiahol dostatočný výkon, veľký prúd však vytváral veľké straty v elektronike.“

V sedemdesiatich rokoch Anderson navrhol „solenoidovú žiarivku s elektrickým poľom“ a Hollister, „svetelný zdroj Litek“. Vychádzali z úvahy, že najväčšie straty v žiarivke vznikajú na elektródach. Tie sú zároveň aj najzraniteľnejším miestom tohto svetelného zdroja. Obaja bádatelia navrhli malý svetelný zdroj bez elektród, ktorý by pracoval s vysokofrekvenčným poľom. Elektronické súčiastky boli v tej dobe drahé a produkovali príliš veľa tepla, preto sa ich návrhy nedostali na trh. Dali však základ vzniku dnešných indukčných výbojok, ktoré sa objavili na svetelnotechnickom trhu až po roku 1990.

Young a Whiting navrhli na konci sedemdesiatich rokov tzv. „rozdelené svetelné zdroje“. Fyzikálny princíp žiariviek nám naznačuje, že čím bude dlhšia trubica, tým väčší bude svetelný tok svetelného zdroja a aj jeho merný výkon. Jednou z ciest je vytvorenie delenej rúrky, čím sa dá predĺžiť elektrický oblúk a dostať žiarivku do priestoru typického pre žiarovku. Young, Witting a ďalší si patentovali viacero variácií tejto myšlienky, ale sklárska náročnosť ich riešení bola v tom čase na možnosti sklárskej výroby a tieto neprešli do sériovej výroby.

Hammer navrhol v r. 1976 „špirálový svetelný zdroj“. Išlo o stočenie dlhej žiarivky do špirálového tvaru. To umožňovalo nielen dlhší elektrický oblúk, ale tiež simulovať optické vlastnosti opalizovanej žiarovky. Kvôli náročnosti výroby špirálových žiarivkových rúrok sa špirálové kompaktné žiarivky objavili na trhu až v roku 1995.

V oblasti žiariviek možno trendy vývoja charakterizovať nasledovne:

Ide predovšetkým o ďalšie znižovanie množstva ortuť, dokonca o vývoj bezortuťových technológií. Samozrejmosťou posledných rokov je pokrok v programe T5 – žiariviek s priemerom 16 mm. Vývoj smeruje taktiež do oblastí nových typov luminoforov. Hľadajú sa cesty na riešenie luminoforov s fotónovou praeodýmovou kaskádou. Cieľom je lepšie využiť žiarenie výboja na vznik svetla. Zaujímavou oblasťou je aj vývoj nízkotlakových výbojových svetelných zdrojov s premenlivou farbou svetla. Samozrejmosťou je aj snaha bezelektródové technológie, ktoré vyústili do vývoja indukčných výbojok. V poslednom období možno pozorovať významný nárast životnosti žiariviek (až do 50 000 h), dosiahnutý odlišnou konštrukciou elektród a ochranou vrstvou na banke a luminofore. Významné sú tiež postoje k farbe svetla žiariviek pre zrakovo najnáročnejšie pracoviská.

V oblasti kompaktných žiariviek sú trendy vývoja nasledovné:

Ide v prvom rade o preberanie progresívnych nových technológií ktoré poznáme pre žiarivky. Dominantnou sa stáva 3/8" technológia. Čoraz viac sa hľadajú riešenia pre tvarované kompaktné žiarivky, kompaktné žiarivky s reflektorom či difúzorom. Čoraz viac sa konštruujú kompaktné žiarivky s veľkým príkonom (v súčasnosti napr. 200 W pre kompaktné žiarivky s integrovaným predradníkom). Umožňuje to následne miniaturizáciu svietidiel a nasadzovanie kompaktných žiariviek aj do aplikácií, v ktorých sa doposiaľ používali výbojky.



Obr. 3 Hammerova kompaktná žiarivka

7 Sírová výbojka

Jeden z najvýznamnejších objavov v poslednej dobe v oblasti svetelných zdrojov je sírová výbojka. (1994). Sírová výbojka obsahuje kremennú banku s netoxickou sírou a inertným argónom umiestnenú na konci tenkej sklenenej nožičky. Mikrovlnná energia s frekvenciou 2.45 GHz bombarduje svetelný zdroj a chladiaci ventilátorový motor otáča banku s frekvenciou 3400 ot/min. Mikrovlnná energia budí plyn, ohrieva síru, pričom sa vytvorí plazma, ktorá je schopná vyvinúť veľký svetelný tok.

Prvý prototyp bola jednotka 5.9 kW s merným výkonom 80 lumen z watu. Teplota chromatickosti je asi 6000 K s indexom farebného podania 79. Sírový svetelný zdroj štartuje za niekoľko sekúnd a môže byť stmievateľný. Sírová výbojka neemituje žiadne elektrické, alebo magnetické polia a svetelný tok zostáva počas celej životnosti zdroja konštantný.

Spektrálne zloženie svetla je vo viditeľnej oblasti spojité (podobne ako slnečné svetlo). Projektovaná životnosť svetelného zdroja je v súčasnosti 60 000 hodín, projektovaná životnosť magnetronu je však až 15 000 až 20 000 hodín.



Obr. 4 Uryho sírové výbojky

7 LED

Hitom posledných rokov sú však najmä LED diódy. V poslednom období sme v tejto oblasti zaznamenali predovšetkým enormný nárast merného výkonu. Na trhu sú k dispozícii vysokovýkonné modré a biele LED. Vzhľadom na fyzikálny princíp tohto svetelného zdroja sa dajú predpokladať široké možnosti spektrálneho zloženia a jeho plynulá zmena počas prevádzky. Vývoj pokračuje smerom k organickým LED diódam. V súčasnosti môžu mať LED diódy ľubovoľnú farbu, objavujú sa aj UV LED diódy. Ak sa podarí aplikovať poznatky z LED diód do klasických lumíniforov, dá sa predpokladať významný nárast merného výkonu žiariviek, no možno aj žiaroviek.

Z iných svetelných zdrojov je potrebné spomenúť najmä indukčné svetelné zdroje, bezortuťové technológie, elektroluminiscenčné panely a plochy. Perspektívna je iste fotobiológia a luminiscencia, aplikácia známych princípov v organických materiáloch, použitie nových prvkov pre výbojové zdroje svetla a pod.

Literatúra

1. <http://inventors.about.com/library/inventors/bllight.htm>
2. Williams, B.: A History of Light and Lighting, Edition: 2.3 – 2005, New York 2005
3. www.osram.de , www.philips.com , www.radium.de

Jasové poměry na noční obloze

Prof. Ing. Karel Sokanský, CSc., karel.sokansky@vsb.cz

František Dostál, dostalfrantisek@seznam.cz

VŠB-TU Ostrava

Úvod

Tento článek se zabývá rušivými účinky světla z hlediska zvyšování jasů noční oblohy, které se projevují dvojím způsobem. Za bezoblačných nocí se zhoršuje pozorovatelnost hvězd, což pochopitelně vadí jak astronomům, tak těm, kteří rádi pozorují hvězdy. Za oblačných nocí při rovnoměrně zatažené obloze s vysokou odrazností se světelný tok, mířící do horního poloprostoru rozptýluje, vrací se zpět k povrchu Země a zvyšuje hladinu osvětlenosti na povrchu Země. Tento fakt může dle některých ekologů negativně ovlivnit faunu i flóru na zemi.

Úkolem tohoto článku je výklad fotometrických pojmů používaných světelnými technikami, astronomy a ekology. Popisuje základní vztahy z oboru záření a jejich transformaci do oblasti viditelného světla, dále popisuje a uvádí do souladu základní pojmy z astrofyziky hvězd tak, abychom se mohli podívat na noční oblohu stejnými očima.

Vymezení pojmu rušivé světlo

Rušivé světlo lze definovat jako nadměrné elektromagnetické záření ve viditelné oblasti produkované umělými světelnými zdroji šířící se ve venkovním prostoru. Nadměrné světlo způsobuje nežádoucí jevy jako je jas oblohy, oslnivé světlo, světlo narušující přirozený stav nočního prostředí a světlo dopadající do lidských příbytků. Světlo, které není účelně směřováno je nadbytečné a na jeho pokrytí připadne elektrická energie, kterou můžeme označit za ztrátovou a rušivé světlo tak vnímáme i z hlediska spotřeby elektrické energie. Světelný tok, který je neúčelně distribuován ve venkovním prostoru nám pak kvantifikuje míru nevyužitého světelného záření.

Rušivé světlo tedy nemůžeme chápat jako klasické znečištění ovzduší, které je způsobeno látkami jako je oxid siřičitý, oxid dusíku, prašný aerosol, oxid uhelnatý nebo ozón. Naopak světelné záření indukuje výskyt těchto částic v atmosféře.

Abychom byli schopni aplikovat poznatky a požadavky na omezení rušivého světla pro osvětlovací praxi je nutné problém kvantifikovat a světelně technicky popsat. Je nutno analyzovat světelné děje a procesy a optické zákonitosti a zhodnotit vliv důsledků rušivého světla na proces vidění.

Kategorizace rušivého světla

Z hlediska důsledků rušivého světla na proces vidění a vlivů na životní podmínky můžeme kategorizovat rušivé světlo do čtyř skupin:

- Jas oblohy zhoršující viditelnost kosmických těles a jevů ve vesmíru.
- Různé formy oslnivého světla
- Přesahující světlo osvětlující i plochy mimo místo zrakového úhlu
- Ztráty elektrické energie

Vybrané pojmy z oblasti záření

Světlo je formou elektromagnetického záření a šíří se prostřednictvím elektromagnetických vln nebo hmotných částic (fotonů) a je provázáno přenosem energie. Podle vlnové teorie je charakterizováno frekvencí a vlnovou délkou a pro jeho přenos ve vakuu platí vztah

$$\lambda = \frac{c_0}{\nu}, \quad (1)$$

kde λ je vlnová délka [m]

ν je kmitočet [Hz]

c_0 je rychlost záření světla ve vakuu, $c_0 = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Pokud má záření pouze jedinou vlnovou délku (kmitočet) jedná se o monochromatické záření. Reálné zdroje však vysílají směs záření o různých vlnových délkách a vyskytují-li se ve spektru všechny vlnové délky jedná se o tzv. spojité spektrum.

Podle kvantové (fotonové) teorie je každému fotonu přiřazena energie a platí vztah

$$E_f = h \cdot \nu = m \cdot c_0^2, \quad (2)$$

kde E_f je energie fotonu

h je Planckova konstanta, $h = 6,62608 \cdot 10^{-34}$ Js

m je hmotnost fotonu za pohybu

c_0 je rychlost světla ve vakuu

V oblasti záření se vyskytuje řada veličin a vztahů, které vycházejí z energie přenášené zářením za jednotku času. Platí zde tyto základní vztahy

Zářivý tok

Φ_e [W] - výkon přenášený zářením

Zářivost

I_e – [W · sr⁻¹] - prostorová hustota zářivého toku vyzařovaná bodovým svět. Zdrojem

Intenzita ozáření (ozářenost)

E_e – [W · m⁻²] plošná hustota zářivého toku

Vybrané pojmy z oblasti světelné techniky a jejich srovnání se zářivými veličinami

Analogickou veličinou k zářivému toku ϕ_e [W] je světelný tok ϕ [lm]

Analogickou veličinou k zářivosti I_e [W · sr⁻¹] je svítivost I [cd = lm · sr⁻¹]

Analogickou veličinou k intenzitě ozáření E_e [W · m⁻²] je osvětlenost (intenzita osvětlení)
 E [lx = lm · m⁻²]

Analogickou veličinou k záři $L_e \delta$ [W · m⁻² · sr⁻¹] je jas L [cd · m⁻² = lm · sr⁻¹ · m⁻²]

Analogickou veličinou k intenzitě vyzařování M_e [W · m⁻²] je světlení M [lm · m⁻²]

Vybrané pojmy z astrofyziky a jejich srovnání se zářivými světelnými veličinami

Většina hvězd září v prvním přiblížení jako absolutně černé těleso (mají spojité spektrum, vyzařují podle Planckova zákona). Hvězdy jsou považovány za bodové zdroje, které vyzařují izotropně (do všech stran stejně) a jejich zářivý výkon označují astronomové symbolem L , takže lze napsat první vztah ekvivalence mezi pojmy z oblasti záření a astrofyziky

$$\phi_e = L$$

Astronomové používají pro zářivý výkon symbol L_\odot , což je zářivý tok nominálního slunce a platí

$$L_\odot = 3,846 \cdot 10^{26} \text{ W} \quad (3)$$

Zářivý výkon hvězdy lze vypočítat, známe-li tzv. bolometrickou jasnost F , což je astronomický termín pro hustotu toku a platí druhý vztah ekvivalence

$$E_e = F$$

Astronomové z tradičních důvodů používají pojem tzv. hvězdné velikosti vyjadřované v jednotkách zvaných magnitudy [mag]. Hvězdná velikost je logaritmická veličina a platí pro ni tzv. Pogsonův vztah

$$m_{bol} = -2,5 \cdot \log \left(\frac{F}{F_o} \right), \quad (4)$$

kde m_{bol} je bolometrická hvězdná velikost [mag]

F je bolometrická jasnost příslušné hvězdy [W · m⁻²]

F_o je bolometrická jasnost tzv. referenční, které odpovídá bolometrická hvězdná velikost o hodnotě $m_{bol} = 0$ [mag]. $F_o = 2,553 \cdot 10^{-8}$ W · m⁻² - bolometrická jasnost (hustota zář. toku dopadajícího na povrch zemské atmosféry)

Pozn.: Kromě bolometrických veličin existuje řada dalších, podle toho jakým filtrem (senzorem) je záření vyhodnocováno. Bolometrické veličiny vyhodnocují veškeré záření, které přichází z kosmu. Má-li filtr křivku spektrální citlivosti jako lidské oko (V_λ) nazývají se tyto veličiny vizuální. Pro vizuální hvězdnou velikost bude platit vztah

$$m_v = -2,5 \cdot \log \left(\frac{I}{I_o} \right), \quad (5)$$

kde m_v je vizuální hvězdná velikost [mag]

I je hustota světelného toku příslušné hvězdy [$\text{lm} \cdot \text{m}^{-2}$]

I_o je referenční hustota světelného toku, která odpovídá vizuální hvězdné velikosti

$m_v = 0$ [mag]

$I_o = 2,54 \cdot 10^{-6} \text{ lm} \cdot \text{m}^{-2} = \text{lx}$ - měřeno na Zemi po průchodu atmosférou

Třetí vztah ekvivalence je

$$E = I$$

Pro porovnávání dvou hvězdných velikostí je možno vztah (5) upravit na

$$m_{v1} - m_{v2} = -2,5 \cdot \log \left(\frac{I_1}{I_2} \right), \quad (6)$$

Pozn.1: Podle druhů filtrů (senzorů) existují i další druhy hvězdných velikostí („nevizuálních“) charakterizovaných křivkou citlivosti příslušného detektoru a filtru, zpravidla charakterizovanou efektivní vlnovou délkou a pološířkou.

Pozn.2: Hvězdná velikost m nesouvisí se skutečnou velikostí hvězdy.

Výše uvedené hvězdné velikosti jsou pozorované, jelikož nerespektují vzdálenosti pozorovaných hvězd. Proto se zavádí pojem absolutní hvězdné velikosti. Platí zde vztah

$$M = m + 5 (I - \log d), \quad (7)$$

kde M je absolutní hvězdná velikost [mag]

m je hvězdná velikost [mag]

d je vzdálenost hvězdy v parsecích od pozorovatele na Zemi

Vztah znamená, že se „přenášejí“ všechny hvězdy do jednotné vzdálenosti 10 pc (parseků) = 32,6 světelných roků = $3,08568 \cdot 10^{17}$ metrů

Pozn: Např. Slunce má hvězdnou velikost $m_v = -26,7$ mag a absolutní hvězdnou velikost $M = -4,8$ mag

Hvězdy se dělí do 7 hlavních spektrálních tříd podle rozdílných teplot hvězdných atmosfér. Tyto teploty se pohybují od 3 300 K (černá barva) až do 35 000 K (barva modrobílá). Naše slunce má teplotu povrchu 6 000 K a barvu žlutou. Viditelnost hvězd na nebi se posuzuje podle hvězdné velikosti m_v . Za nejlepších pozorovacích podmínek prostým okem jsou viditelné hvězdy o hvězdné velikosti $m_v = 6$ mag, při použití triedru $m_v = 9$ mag.

Jas pozadí má v tomto případě hodnotu $L_b = 2,51 \cdot 10^{-4} \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$.

Nejjasnější hvězdy mají $m_v = 0$ mag, a u ještě vyšších jasností přechází m_v do záporných hodnot (Sirius má $m_v = -1,4$ mag, Měsíc má $m_v = -12,6$ mag, Slunce má $m_v = -26,6$ mag). Snížení hvězdné velikosti o 1 mag znamená zvýšení jejího jasu 2,512 krát - viz vztah (5). Snížení hvězdné velikosti o 5 mag znamená zvýšení jejího jasu 100 krát.

Pozn.: Parametry slunce jsou : jas $L = 1,6 \cdot 10^9 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$, osvětlenost na zemském povrchu za jasného slunečního dne je $E = 1,2 \cdot 10^5 \text{ lx}$.

Posouzení jasových poměrů na noční obloze bez oblačnosti

Z citované literatury vyplývá, že při velmi dobré viditelnosti hvězd jsou vidět prostým okem hvězdy o hvězdné velikosti $m_v = 6$ mag. Na viditelnost hvězd mají vliv tyto dva faktory.

Záření hvězd je obecně zeslabováno atmosférou, které se může v čase měnit.

Druhý faktor souvisí se zvyšováním závojevého jasu oblohy vlivem rozptylu světla přicházejícího do atmosféry ze Země. Obecně lze říci, že závojevý jas je úměrný součinu extinkce a světelného toku jdoucího do horního poloprostoru. Zvyšování závojevého jasu vede ke zvyšování jasu pozadí a tím ke snižování kontrastu jasů dle následujících úvah.

Obecně platí pro kontrast jasů vztah

$$K = \frac{L_o - L_b}{L_b}, \quad (8)$$

kde K je kontrast jasů [-]

L_o je jas pozorované hvězdy [$\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$]

L_b je jas pozadí [$\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$]

Na prahu vnímání lidského zraku jsou hvězdy, které mají hvězdnou velikost $m = 6$ mag. Jas těchto hvězd označíme symbolem L_{06} . Jelikož je viditelnost těchto hvězd na prahu citlivosti bude jejich kontrast jasů minimální (prahový) a bude platit vztah

$$K = K_{min} = \frac{L_{06} - L_b}{L_b}, \quad (9)$$

kde K_{min} je minimální (prahový) kontrast, kdy jsou hvězdy ještě vidět [-]

L_{06} je jas hvězdy o hvězdné velikosti $m = 6$ mag [$\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$]

Zvýší-li se jas pozadí na hodnotu

$$L_v = a \cdot L_b, \quad (10)$$

kde L_v je zvýšený závojevý jas [$\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$]

a je konstanta [-]

pro tento kontrast jasů bude platit vztah

$$K^* = \frac{L_{06} - L_v}{L_v} = \frac{L_{06} - a \cdot L_b}{a \cdot L_b} \quad (11)$$

Jelikož se kontrast K^* zmenšil a platí $K^* < K_{min}$, hvězda o hvězdné velikosti $m = 6$ mag a jasů L_{06} přestane být viditelná. Hvězda, která bude za těchto poměrů viditelná (na prahu citlivosti) musí mít jas L_{05} a musí platit, že $L_{05} > L_{06}$. Bude platit vztah

$$K = \frac{L_{05} - a \cdot L_b}{a \cdot L_b} = K_{min} = \frac{L_{06} - L_b}{L_b} \quad (12)$$

Aby tento vztah platil, musí platit

$$L_{05} = a \cdot L_{06} \quad (13)$$

Za předpokladu, že $\frac{L_{05}}{L_{06}} = \frac{I_5}{I_6}$ (poměry jasů hvězd a jimi vyvolanými hustotami světelného toku se rovnají), můžeme dosadit tento závěr do vztahu (6).

$$m_{v5} - m_{v6} = -2,5 \cdot \log\left(\frac{I_5}{I_6}\right) = -2,5 \cdot \log\left(\frac{L_{06}}{L_{05}}\right) \quad (14)$$

Změna hvězdné velikosti o $m_{v1} - m_{v2} = 1$ mag znamená, že poměr $\frac{L_{05}}{L_{06}} = 2,512$ viz vztah (5).

To platí pro $a = 2,512$.

Z toho vyplývá, že zvýší-li se jas pozadí 2,512 krát sníží se viditelnost hvězd tak, že na prahu viditelnosti budou hvězdy o hvězdné velikosti $m_v = 5$ mag. V případě 100 krát většího jasů pozadí, což znamená, že $m_{v1} - m_{v2} = 5$ mag budou na prahu viditelnosti hvězdy o $m = 1$ mag.

Výzkumy (3) prokázaly, že průměrné extinkce z hlediska pohlcování záření atmosférou se v posledních letech nemění. Hlavním faktorem snižování jejich viditelnosti je zvyšování závojevého jasů oblohy vlivem světelného toku jdoucího do horního poloprostoru.

Experimentální měření

Měření jasových poměrů oblohy na hvězdárně a planetáriu Johanna Palisy v Ostravě

Použité světelné zdroje:

Vysokotlaká sodíková výbojka 600 W; 6,2 A; 147 lm/W; $\Phi = 90\text{Klm}$

Halogenidová výbojka 1000 W; 9,5 A; 80 lm/W; $\Phi = 80\text{Klm}$

Halogenová žárovka 1500 W; 10 A; $\Phi = 36\text{Klm}$

Datum měření: 12.4.2006

| Teplota | 7°C | | Osvětlenost | | Jas | | Natočení jasoměru |
|---------|--------------------------------------|--|-------------|--------|----------------------|--------|----------------------|
| Čas | Druh ovlivnění | | [lx] | [%] | [cd/m ²] | [%] | [°] |
| [hod] | - | | | | | | |
| 21:00 | Halogenová žárovka 1500W | | 0,053 | 117,78 | 0,042 | 420,00 | 90 |
| | Bez ovlivnění | | 0,045 | 100,00 | 0,010 | 100,00 | 90 |
| 21:55 | Halogenová žárovka 1500W + difuzor | | 0,054 | 122,73 | 0,017 | 130,77 | 90 |
| | Bez ovlivnění | | 0,044 | 100,00 | 0,013 | 100,00 | 90 |
| 21:30 | Halogenidová výbojka 1000W + difuzor | | 0,071 | 215,15 | 0,017 | 170,00 | 90 |
| | Bez ovlivnění | | 0,033 | 100,00 | 0,010 | 100,00 | 90 |
| 21:50 | Sodíková výbojka 600W + difuzor | | 0,083 | 193,02 | 0,017 | 130,77 | 90 |
| | Bez ovlivnění | | 0,043 | 100,00 | 0,013 | 100,00 | 90 |
| 22:00 | Halogenová žárovka 1500W + difuzor | | - | - | 0,042 | 107,69 | 30 směrem k Ostravě |
| | Bez ovlivnění | | - | - | 0,039 | 100,00 | 30 směrem k Ostravě |
| 22:05 | Halogenová žárovka 1500W + difuzor | | - | - | 0,013 | 100,00 | 30 směrem od Ostravy |
| | Bez ovlivnění | | - | - | 0,013 | 100,00 | 30 směrem od Ostravy |

Tabulka 1: naměřená data

Toto měření bylo pouze orientační, abychom si vyzkoušeli přístroje a zkusili jestli lze z naměřených hodnot něco usuzovat. Navíc byla obloha se slabým oparem a částečně bylo zataženo. Měření bylo taktéž silně ovlivněno svitem Měsíce.

Při prvním měření, halogenové žárovky 1500W bez difuzoru, jsou naměřené hodnoty silně ovlivněny světlometem, u dalších měření jsme jak jasoměr tak luxmetr umístili na opačnou stranu kopule hvězdárny.

Datum měření: 3.5.2006

| Teplota | 8°C | | Osvětlenost | | Jas | | Natočení jasoměru |
|---------|--------------------------------------|--|-------------|--------|----------------------|--------|----------------------|
| Čas | Druh ovlivnění | | [lx] | [%] | [cd/m ²] | [%] | [°] |
| [hod] | - | | | | | | |
| 22:45 | Sodíková výbojka 600W + difuzor | | 0,093 | 206,67 | 0,020 | 153,85 | 90 |
| | Bez ovlivnění | | 0,045 | 100,00 | 0,013 | 100,00 | 90 |
| 23:00 | Halogenidová výbojka 1000W + difuzor | | 0,075 | 234,38 | 0,025 | 125,00 | 90 |
| | Bez ovlivnění | | 0,032 | 100,00 | 0,020 | 100,00 | 90 |
| 23:08 | Halogenová žárovka 1500W + difuzor | | 0,036 | 150,00 | 0,011 | 122,22 | 90 |
| | Bez ovlivnění | | 0,024 | 100,00 | 0,009 | 100,00 | 90 |
| 23:16 | Halogenová žárovka 1500W + difuzor | | - | - | 0,015 | 115,38 | 30 směrem k Ostravě |
| | Bez ovlivnění | | - | - | 0,013 | 100,00 | 30 směrem k Ostravě |
| 22:05 | Halogenová žárovka 1500W + difuzor | | - | - | 0,007 | 116,67 | 30 směrem od Ostravy |
| | Bez ovlivnění | | - | - | 0,006 | 100,00 | 30 směrem od Ostravy |

Tabulka 2: naměřená data

Naměřené jasy oblohy směrem k Ostravě byly zhruba o 100% větší, oproti hodnotám naměřeným směrem od Ostravy a to jak při rozsvícených světlometech tak při zhasnutých světlometech.

Oproti minulému měření z 12.4.2006, kdy byla obloha jen se slabým oparem, byla tentokrát obloha s proměnlivou oblačností. Naměřené osvětlenosti a jasy oblohy jsou z tohoto důvodu tedy ovlivněny nejen větší odraženou složkou od oblačnosti, ale také odraženou složkou od vegetace kolem hvězdárny, která má vliv hlavně na osvětlenost.

Datum měření: 10.5.2006

| Teplota | 10°C | |
|---------|------|--|
|---------|------|--|

| Čas [hod] | Druh ovlivnění | Osvětlenost | | Jas | | Natočení jasměru [°] |
|--------------|--------------------------------------|-------------|--------|---------|--------|-------------------------|
| | | [lx] | [%] | [cd/m2] | [%] | |
| 22:30 | Halogenidová výbojka 1000W + difuzor | 0,122 | 187,69 | 0,013 | 185,71 | 90 |
| | Bez ovlivnění | 0,065 | 100,00 | 0,007 | 100,00 | 90 |
| 22:55 | Sodíková výbojka 600W + difuzor | 0,137 | 139,80 | 0,017 | 188,89 | 90 |
| | Bez ovlivnění | 0,098 | 100,00 | 0,009 | 100,00 | 90 |
| 23:06 | Halogenová žárovka 1500W + difuzor | 0,115 | 176,92 | 0,033 | 103,13 | 90 |
| | Bez ovlivnění | 0,065 | 100,00 | 0,032 | 100,00 | 90 |
| 23:15 | Halogenová žárovka 1500W + difuzor | - | - | 0,012 | 133,33 | 30 směrem k Ostravě |
| | Bez ovlivnění | - | - | 0,009 | 100,00 | 30 směrem k Ostravě |
| 23:22 | Halogenová žárovka 1500W + difuzor | - | - | 0,020 | 90,91 | 30 směrem od Ostravy |
| | Bez ovlivnění | - | - | 0,022 | 100,00 | 30 směrem od Ostravy |

Tabulka 3: naměřená data

Hodnoty jasů při měření směrem od Ostravy byly opět větší zhruba o 100% (z důvodu velké oblačnosti), oproti hodnotám naměřeným směrem k Ostravě (kde byla obloha bez oblačnosti).

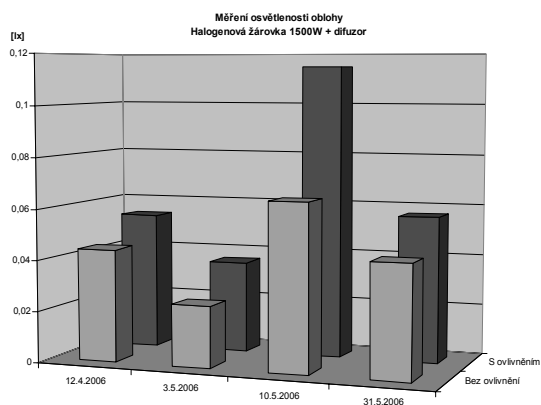
Měření s halogenidovou výbojkou ještě nebylo ovlivněno tak velkou oblačností jako další měření se sodíkovou výbojkou i s halogenovou žárovkou.

Datum měření: 31.5.2006

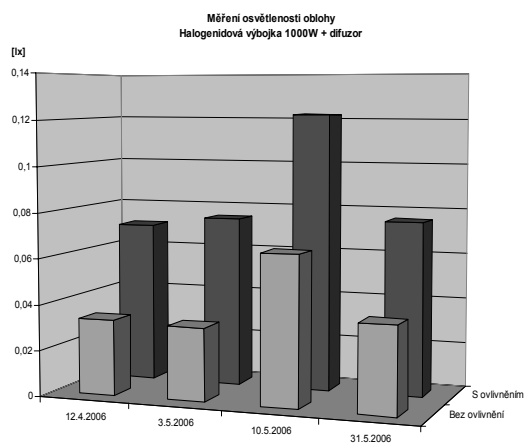
| Teplota | 12°C | | | | | |
|--------------|--------------------------------------|-------------|--------|---------|--------|-------------------------|
| Čas [hod] | Druh ovlivnění | Osvětlenost | | Jas | | Natočení jasměru [°] |
| | | [lx] | [%] | [cd/m2] | [%] | |
| 23:05 | Sodíková výbojka 600W + difuzor | 0,055 | 196,43 | 0,013 | 162,50 | 90 |
| | Bez ovlivnění | 0,028 | 100,00 | 0,008 | 100,00 | 90 |
| 23:15 | Halogenidová výbojka 1000W + difuzor | 0,076 | 200,00 | 0,018 | 120,00 | 90 |
| | Bez ovlivnění | 0,038 | 100,00 | 0,015 | 100,00 | 90 |
| 23:25 | Halogenová žárovka 1500W + difuzor | 0,057 | 129,55 | 0,026 | 113,04 | 90 |
| | Bez ovlivnění | 0,044 | 100,00 | 0,023 | 100,00 | 90 |
| 23:30 | Halogenová žárovka 1500W + difuzor | - | - | 0,061 | 105,17 | 30 směrem k Ostravě |
| | Bez ovlivnění | - | - | 0,058 | 100,00 | 30 směrem k Ostravě |
| 23:32 | Halogenová žárovka 1500W + difuzor | - | - | 0,011 | 122,22 | 30 směrem od Ostravy |
| | Bez ovlivnění | - | - | 0,009 | 100,00 | 30 směrem od Ostravy |

Tabulka 4: naměřená data

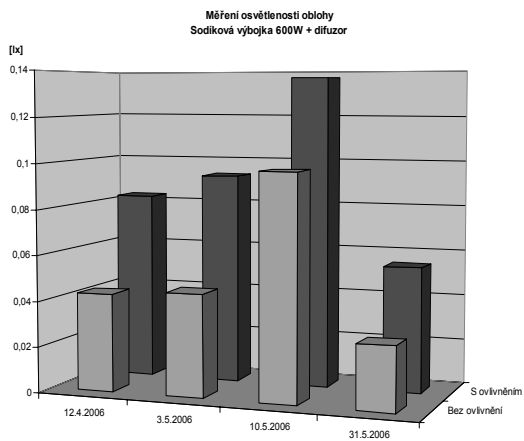
Porovnání jednotlivých měření:



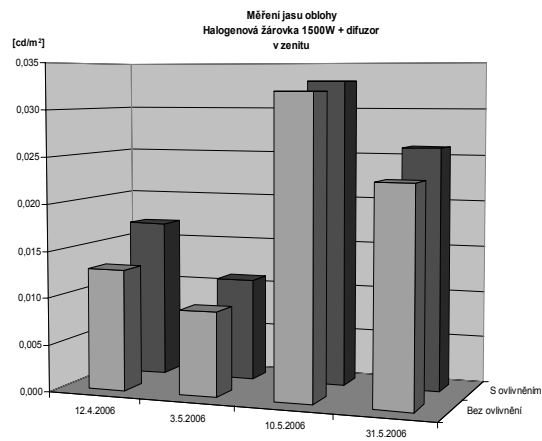
• obrázek 1 – Měření osvětlenosti oblohy



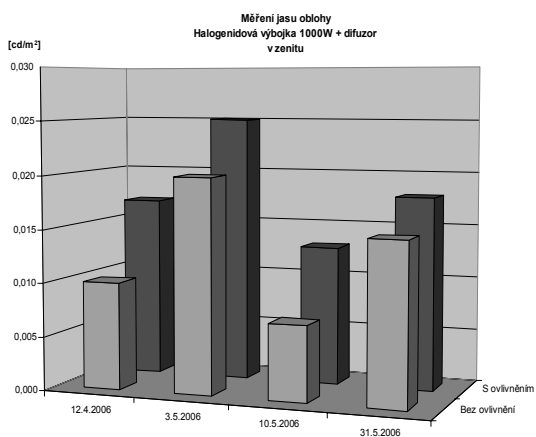
• obrázek 2 – Měření osvětlenosti oblohy



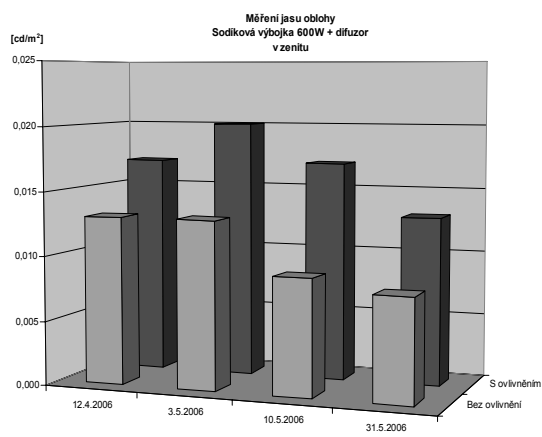
• obrázek 3 – Měření osvětlenosti oblohy



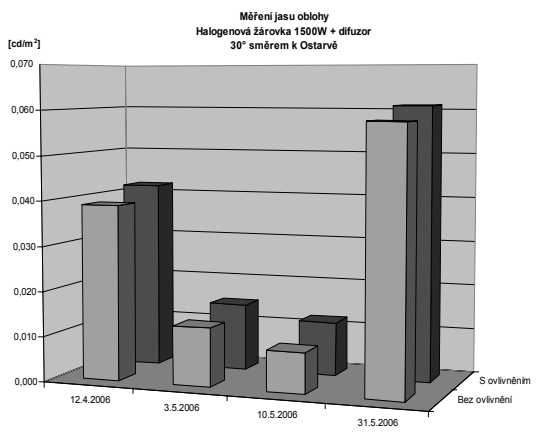
• obrázek 4 – Měření jasu oblohy



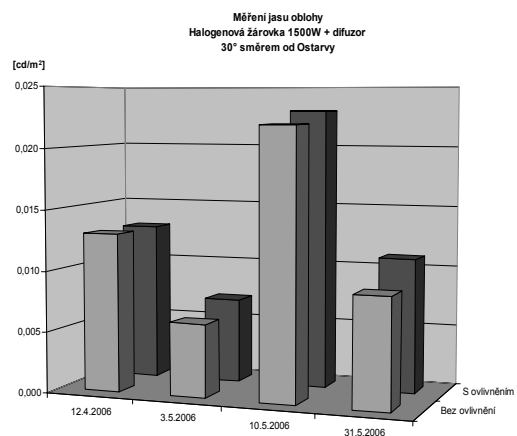
• obrázek 5 – Měření jasu oblohy



• obrázek 6 – Měření jasu oblohy

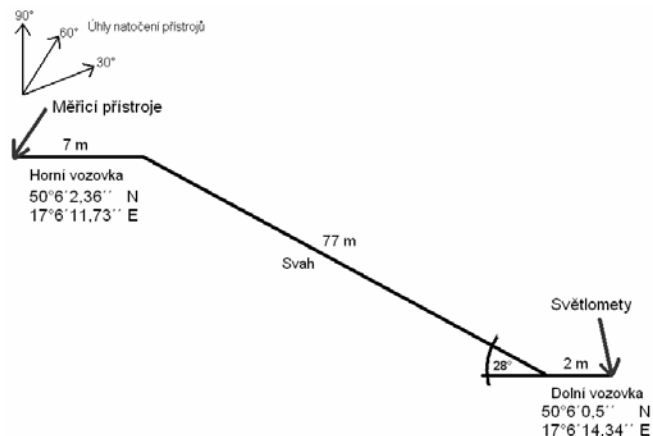


• obrázek 7 – Měření jasu oblohy



• obrázek 8 – Měření jasu oblohy

Měření u hotelu Dlouhé Stráně v Koutech nad Desnou dne 24.7.2006



• obrázek 9 – Situační schéma

Meteorologická situace: Jasno, bez oblačnosti.

| Halogenidová výbojka 1000W | | | Teplota: 19°C | | | Napětí v síti: 215 V | | |
|----------------------------|------------------------|----------------------|---------------|------------------------|----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| Stav světlometu | | | | | | | | |
| Zapnuto | | | | Vypnuto | | | | |
| čas | úhel natočení jasoměru | Jas | čas | úhel natočení jasoměru | jas | čas | úhel natočení jasoměru | jas |
| [hh:mm] | [°] | [cd/m ²] | [hh:mm] | [°] | [cd/m ²] | [hh:mm] | [°] | [cd/m ²] |
| 22:53 | 30 | 0,005 | 23:00 | 30 | 0,003 | | | |
| 22:55 | 60 | 0,003 | 23:02 | 60 | 0,002 | | | |
| 22:57 | 90 | 0,003 | 23:05 | 90 | 0,002 | | | |

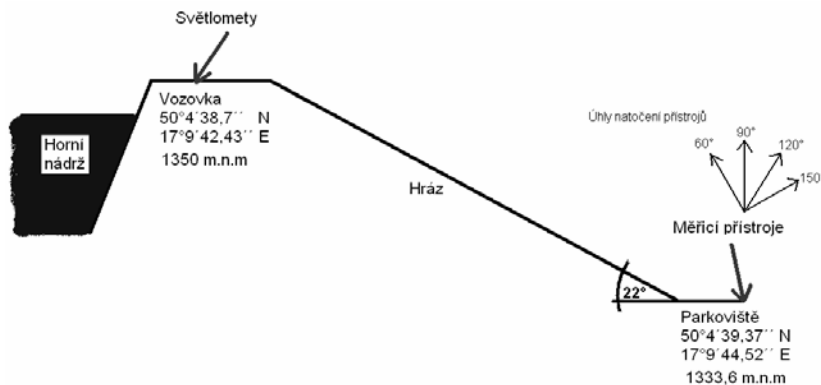
| Sodíková výbojka 600W | | | Teplota: 19°C | | | Napětí v síti: 220 V | | |
|-----------------------|------------------------|----------------------|---------------|------------------------|----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| Stav světlometu | | | | | | | | |
| Zapnuto | | | | Vypnuto | | | | |
| čas | úhel natočení jasoměru | Jas | čas | úhel natočení jasoměru | jas | čas | úhel natočení jasoměru | jas |
| [hh:mm] | [°] | [cd/m ²] | [hh:mm] | [°] | [cd/m ²] | [hh:mm] | [°] | [cd/m ²] |
| 23:17 | 30 | 0,005 | 23:26 | 30 | 0,003 | | | |
| 23:20 | 60 | 0,004 | 23:27 | 60 | 0,003 | | | |
| 23:22 | 90 | 0,003 | 23:29 | 90 | 0,003 | | | |

| Halogenová žárovka 1500W bez difuzoru | | | Teplota: 19°C | | | Napětí v síti: 211 V | | |
|---------------------------------------|------------------------|----------------------|---------------|------------------------|----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| Stav světlometu | | | | | | | | |
| Zapnuto | | | | Vypnuto | | | | |
| čas | úhel natočení jasoměru | Jas | čas | úhel natočení jasoměru | jas | čas | úhel natočení jasoměru | jas |
| [hh:mm] | [°] | [cd/m ²] | [hh:mm] | [°] | [cd/m ²] | [hh:mm] | [°] | [cd/m ²] |
| 23:33 | 30 | 0,003 | 23:43 | 30 | 0,003 | | | |
| 23:36 | 60 | 0,004 | 23:45 | 60 | 0,003 | | | |
| 23:40 | 90 | 0,003 | 23:47 | 90 | 0,003 | | | |

Tabulka 5: naměřená data

V předcházející tabulce jsou pouze data z jasoměru, neboť luxmetr nešel použít (pohybovali jsme se v neměřitelných hodnotách).

Měření na horní nádrži Přečerpávací elektrárny Dlouhé Stráně dne 25. a 26.7.2006



• obrázek 10 – Situační schéma

Meteorologická situace: Jasně, bez oblačnosti.

| Halogenidová výbojka 1000W | | | | Teplota: 17°C | | Napětí v síti: 218 V | |
|----------------------------|------------------------|----------------------|-------------|---------------|------------------------|----------------------|-------------|
| Stav světlometu | | | | | | | |
| Zapnuto | | | | Vypnuto | | | |
| Čas | Úhel natočení časoměru | jas | osvětlenost | čas | úhel natočení jasoměru | Jas | Osvětlenost |
| [hh:mm] | [°] | [cd/m ²] | [lx] | [hh:mm] | [°] | [cd/m ²] | [lx] |
| 23:37 | 60 | 0,004 | 0,003 | 0:15 | 60 | 0,003 | 0,002 |
| 0:00 | 90 | 0,004 | 0,003 | 0:18 | 90 | 0,002 | 0,002 |
| 0:04 | 120 | 0,003 | 0,003 | 0:23 | 120 | 0,002 | 0,002 |
| 0:08 | 150 | 0,003 | 0,003 | 0:28 | 150 | 0,003 | 0,002 |

| Sodíková výbojka 600W | | | | Teplota: 16,5°C | | Napětí v síti: 223 V | |
|-----------------------|------------------------|----------------------|-------------|-----------------|------------------------|----------------------|-------------|
| Stav světlometu | | | | | | | |
| Zapnuto | | | | Vypnuto | | | |
| Čas | Úhel natočení časoměru | jas | osvětlenost | čas | úhel natočení jasoměru | jas | osvětlenost |
| [hh:mm] | [°] | [cd/m ²] | [lx] | [hh:mm] | [°] | [cd/m ²] | [lx] |
| 0:40 | 60 | 0,009 | 0,003 | - | 60 | - | - |
| 0:45 | 90 | 0,003 | 0,003 | - | 90 | - | - |
| 0:47 | 120 | 0,003 | 0,003 | - | 120 | - | - |
| 0:52 | 150 | 0,003 | 0,003 | - | 150 | - | - |

| Halogenová žárovka 1500W bez difuzoru | | | | Teplota: 16°C | | Napětí v síti: 228,5 V | |
|---------------------------------------|------------------------|----------------------|-------------|---------------|------------------------|------------------------|-------------|
| Stav světlometu | | | | | | | |
| Zapnuto | | | | Vypnuto | | | |
| Čas | Úhel natočení časoměru | jas | osvětlenost | čas | úhel natočení jasoměru | jas | osvětlenost |
| [hh:mm] | [°] | [cd/m ²] | [lx] | [hh:mm] | [°] | [cd/m ²] | [lx] |
| 1:05 | 60 | 0,003 | 0,002 | 1:18 | 60 | 0,004 | 0,001 |
| 1:07 | 90 | 0,003 | 0,002 | 1:20 | 90 | 0,003 | 0,001 |
| 1:11 | 120 | 0,003 | 0,002 | 1:23 | 120 | 0,002 | 0,001 |
| 1:13 | 150 | 0,002 | 0,002 | 1:26 | 150 | 0,003 | 0,001 |

Tabulka 6: naměřená data

Závěr

Jako kritérium zmenšování viditelnosti hvězd v důsledku zvyšování závoje jasů lze použít hvězdnou velikost m_v . Další vývoj by se měl ubírat zkoumáním závislostí mezi světelným tokem do horního poloprostoru a jím vyvolaným závoje jasem. Předpokládá se uskutečnění celé řady experimentů vedoucích k objektivnímu stanovení těchto závislostí.

Výpočet velikosti odražené složky světelného toku od různých typů oblačností bude druhým problémem, který se v současné době řeší. Cílem tohoto snažení by mělo být stanovení přírůstku osvětlenosti vlivem odraženého světelného toku.

Konečným cílem by měl být návrh opatření vedoucích ke snížení světelného toku do horního poloprostoru za účelem snížení závoje jasů a omezení odražené složky světelného toku vracejícího se zpátky na zem.

Tento článek souvisí s plněním grantového úkolu Ministerstva místního rozvoje s názvem Výzkum emisí světelného rušení vyvolaného veřejným osvětlením za účelem jeho omezení v dopravě měst a obcí.

Literatura

- [1] Habel, J. a kol. *Světelná technika a osvětlování*. Praha: FCC Public, 1995
- [2] Mikulášek, Z. *Úvod do fyziky hvězd a hvězdných soustav*. Brno 2000
- [3] Mikulášek, Z. *Atmosférická extinkce v letech 1970-95 a příčiny světelného znečištění noční oblohy Brno 2002*
- [4] Fellin, Rossi, P. *Public Lighting Analysis of Environment and Energy Conversation* CIE San Diego, 2003
- [5] Gall, D. *Grundlagen der Lichttechnik, Kompendium*, Berlin: 2004
- [6] Petroušek, M. *Světelné znečištění*, dipl. práce, ČVUT Praha: 2005

Možnosti prezentace výpočtu oslnění

Pavel, Staněk, Ing.

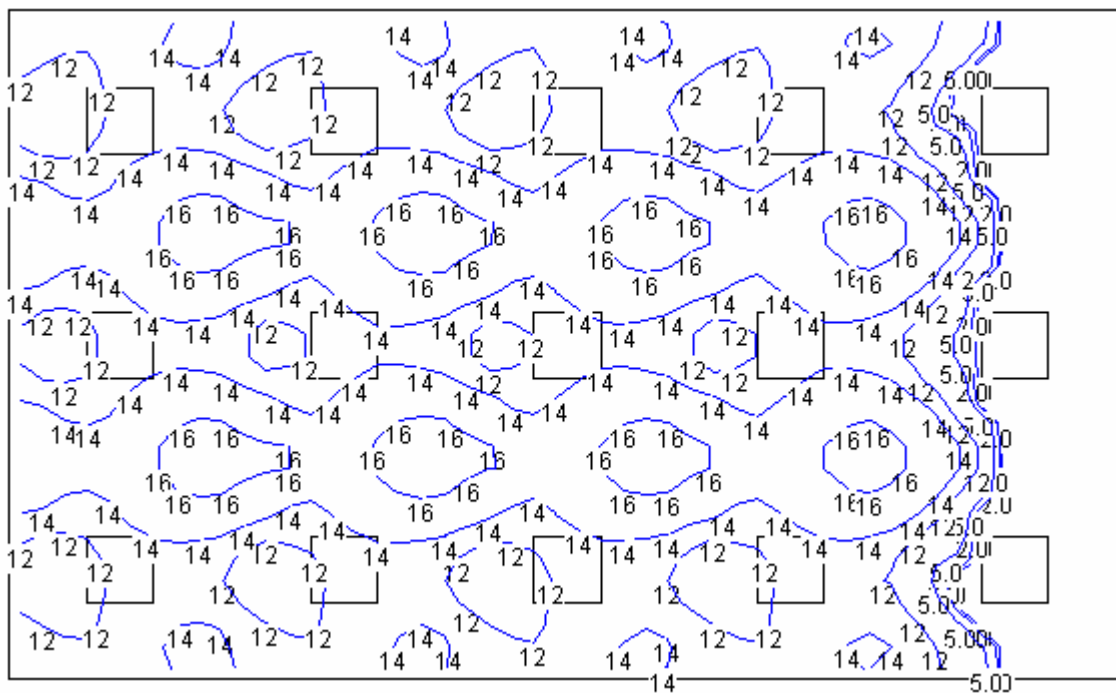
ASTRA 92 a.s., www.astra92.cz, pavel.stanek@astra92.cz

Vydání nové normy EN 12464-1 znamenalo kromě jiného i velké změny v metodách výpočtu a posuzování oslnění ve vnitřních prostorech. Pro posuzování oslnění byl použit činitel UGR definovaný v CIE 117/95. Míra rušivého oslnění kontrastem, jako jedna z důležitých kvalitativních vlastností osvětlení v prostoru, má oproti jiným světelně technickým parametrům tu specifickou vlastnost, že ji nelze přímo změřit. Pocit zrakové nepohody člověka vyvolaný rušivým oslněním je do značné míry subjektivní, je závislý na stavu zrakového orgánu člověka i na jeho momentálním rozpoložení. Lze však říci, že oslnění je tím větší, čím větší jsou jasy svítících předmětů v zorném poli, a čím jsou tyto předměty větší. Naopak pocit oslnění je nepřímo úměrný jasu pozadí, jasu, na který je zrakový orgán adaptován. Problém je dále komplikován tím, že oslnění navíc značně závisí na směru odkud přichází vzhledem ke směru, kterým je orientován zrakový orgán. Všechny tyto čtyři parametry jsou vstupními veličinami k výpočtu činitele UGR, kterým je rušivé oslnění kontrastem kvantifikováno. Tento článek by chtěl přispět zejména ke způsobu vyhodnocení vlivu směru pohledu na míru oslnění.

V normě EN 12464-1 je k výpočtu činitele UGR doporučena tabulková metoda. Tuto metodu lze s výhodou použít v jednoduchých případech k rychlému stanovení parametrů oslnění v místnostech obdélníkového tvaru ve dvou základních kontrolních bodech uprostřed stěn a pohledech z těchto 2 bodů napříč místností. Základní nevýhodou této metody je, že hodnoty uvedené v tabulce dodané výrobcem, je téměř vždy nutné korigovat podle konkrétních parametrů místnosti, osvětlovací soustavy a pozorovatele (rozměry, rozteče, odraznosti, světelný tok...). Druhou nevýhodou je fakt, že tabulky nejsou obecně použitelné pro místnosti různých tvarů, pro nepravidelné rozmístění svítidel a jejich různé orientace. V první části článku se pokusíme tabulkovou metodu porovnat s metodou přímého výpočtu.

1. Porovnání tabulkové metody s přímým výpočtem

V následujícím příkladě jsou demonstrovány vlastnosti výpočtu činitele UGR tabulkovou metodou v porovnání s přímým výpočtem. Jedná se o běžnou místnost s rozměry 10 x 6 x 3m. Odraznosti stropu, stěn a podlahy jsou definovány hodnotami 0.7, 0.5 a 0.2. Jako svítidlo je použito běžné zářivkové podhledové svítidlo 4x18W s leštěnou mřížkou.

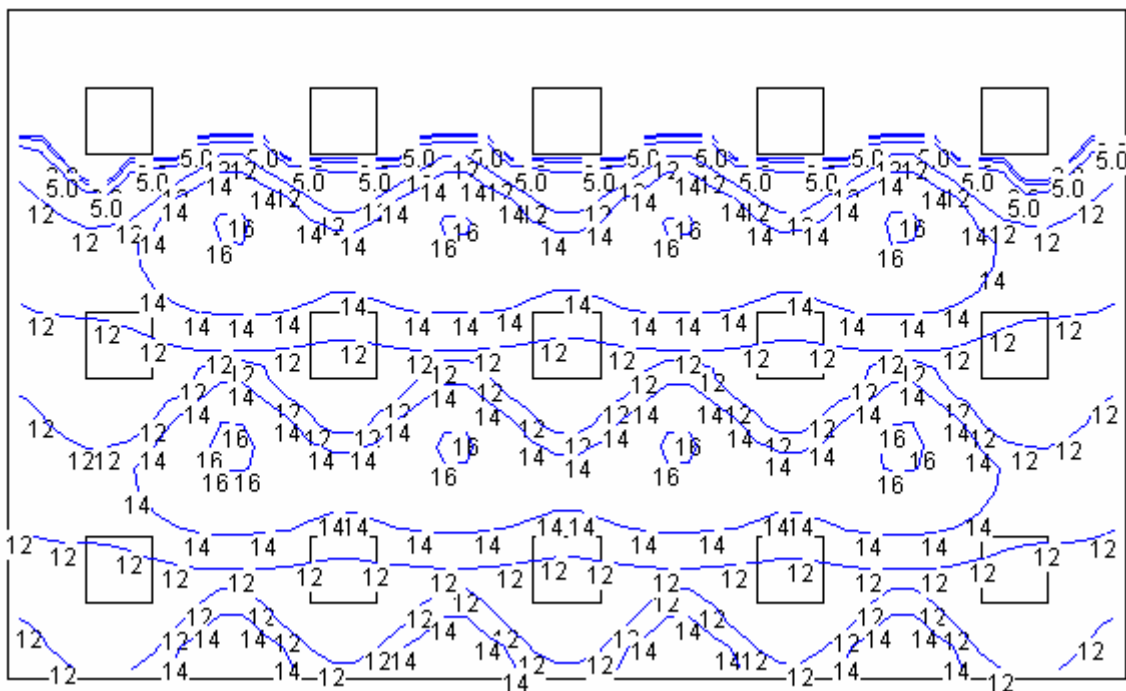


• Obrázek 1 – příčný směr pohledu

Pokud použijeme tabulkovou metodu, jsou výsledkem výpočtu hodnoty UGR 14 ve směru podélném k ose C0 svítidla (bod u kratší stěny) a 12 ve směru příčném na podélnou osu svítidla (bod u delší stěny). Tento výpočet byl proveden programem Dialux 4.2.

Trochu složitější to bude, pokud použijeme přímý výpočet. Kvůli přehlednosti provedeme 2 výpočty. První je proveden s uvažovaným směrem pohledu kolmo na příčnou osu svítidla a druhý rovnoběžně s osou svítidla. Výpočetní body jsou rozmístěny v místnosti pravidelně. Výsledky výpočtu můžeme nalézt na **Obrázcích 1 a 2**. Tento výpočet byl proveden programem Wils 6.3.

Z výsledků výpočtu – obrázků vyplývá, že hodnota činitele UGR je místně poměrně hodně proměnná. Ve spoustě případů dvě hodnoty získané tabulkovou metodou ne zcela dobře popisují skutečný stav. V našem příkladě se v prostoru vyskytují oblasti vypočítanou hodnotou činitele UGR 16 a rovněž tak jsou v prostoru oblasti, kde činitel UGR nedosahuje hodnoty 12. Výsledky stanovené tabulkovou metodou mohou být tedy v některých případech zavádějící. Skutečné hodnoty mohou být v některých výpočetních bodech vyšší (oslnění pracovníka může být vyšší než je stanovená mez) a mohou být v některých bodech i nižší.



• Obrázek 2 - podélný směr pohledu

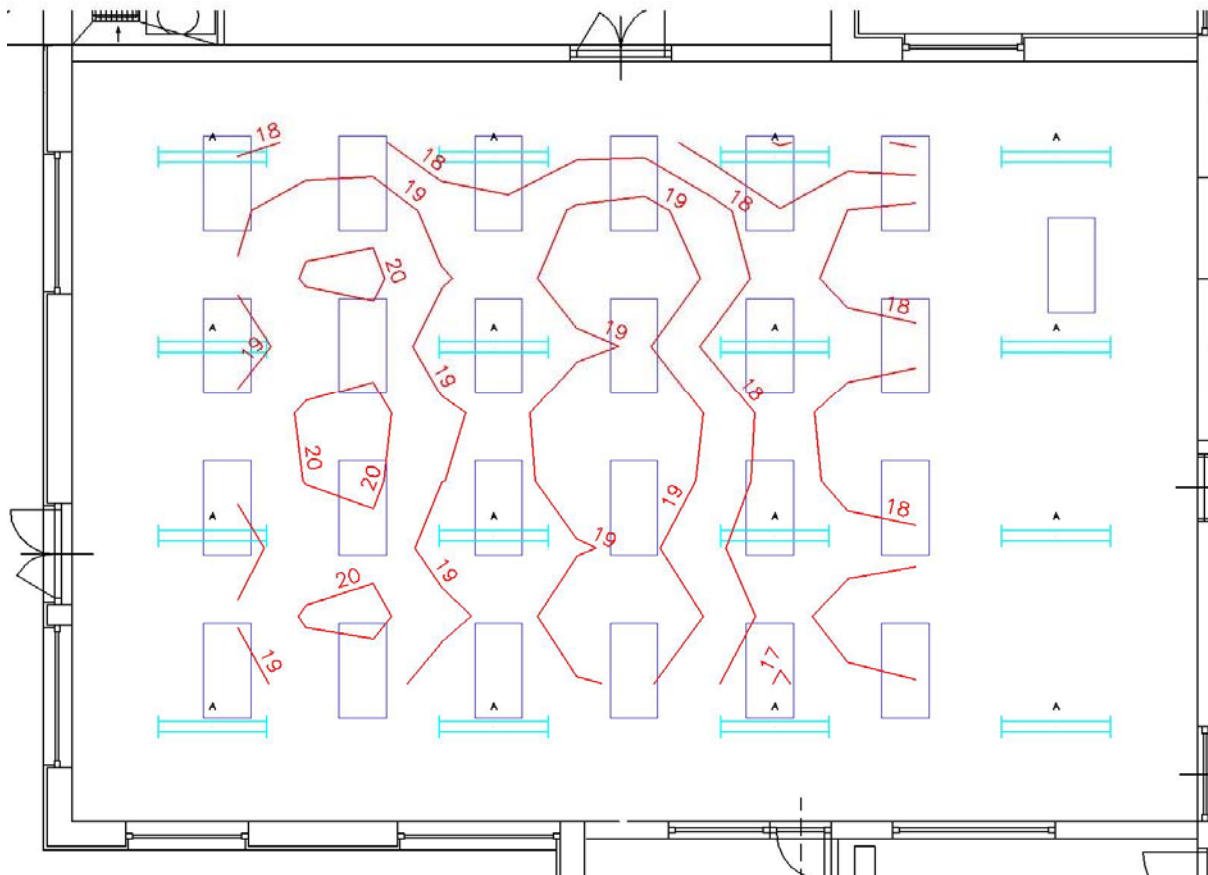
Z výše uvedeného lze odvodit, že často může být výhodnější použít přímý výpočet činitele UGR v požadovaných bodech a požadovaných směrech v konkrétních místnostech libovolných tvarů. Tato možnost se zdá lepší i z toho důvodu, že pro výpočet jsou třeba prakticky stejná vstupní data jako pro výpočet osvětlenosti, který je samozřejmě ve většině případů také třeba provést. Proto byla tato možnost uvedena ve ZMĚNĚ 1 ČSN EN 12464-1 (říjen 2005), která obsahuje českou národní přílohu této normy.

V dalším textu se pak zabýváme právě aplikací výpočtu činitele UGR a dále zejména způsoby, jak je možno výsledky výpočtu publikovat.

2. Prezentace výpočtu osvětlení

V jednoduchých případech pracovník vykonává určitý úkol v jednom konkrétním místě a jeho pohled je orientován jedním konkrétním směrem. V takové situaci je výpočet i jeho prezentace snadná: stačí spočítat jednu konkrétní hodnotu činitele UGR v konkrétním bodě, porovnat ji s hodnotou přípustnou. Samozřejmě je nutné popsat uvažovaný směr pohledu, např. pomocí úhlů. Grafická prezentace výsledku v těchto případech není buď vůbec třeba, někdy je vhodné vykreslit umístění bodu a směru. K tomuto případu se ještě později vrátíme.

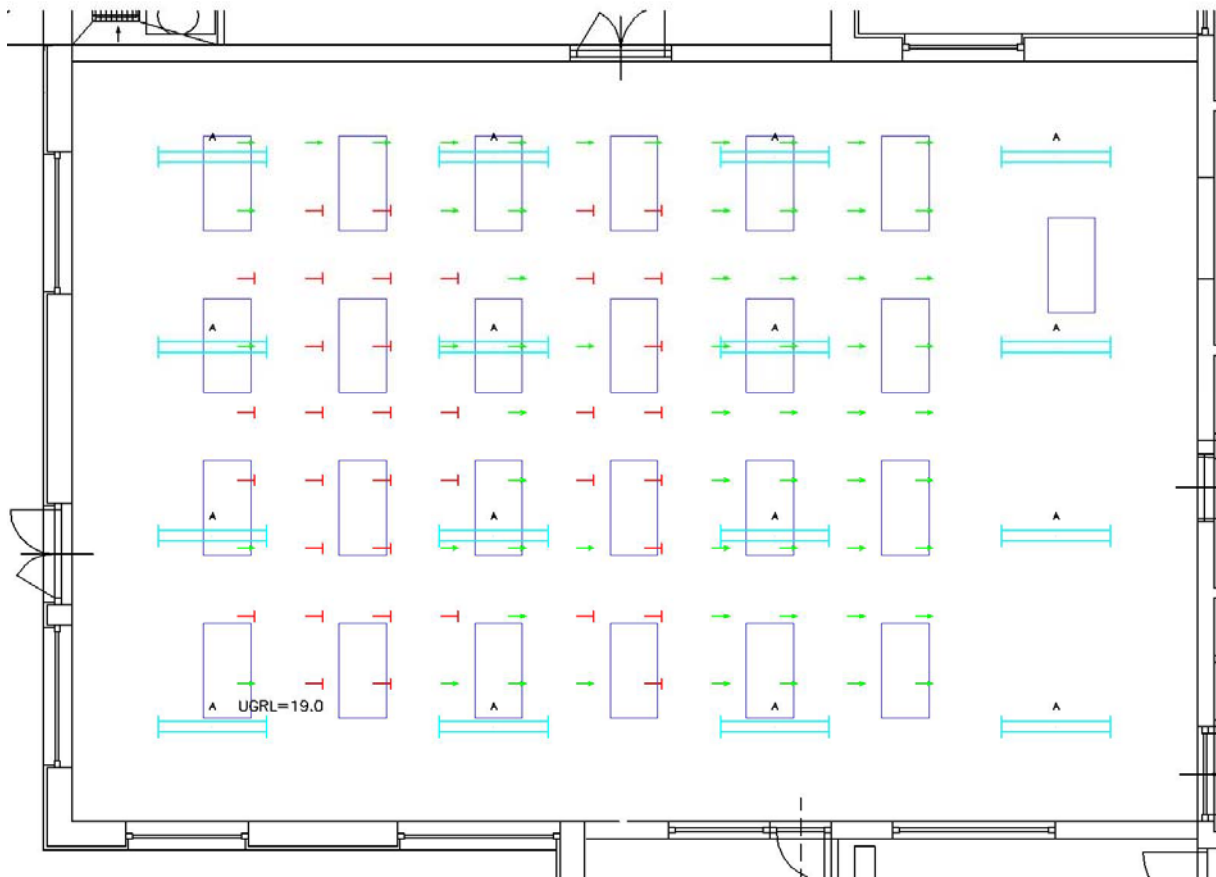
Ve jiném, složitějším případě je rovněž konkrétní směr pohledu dán, přitom se ale pozorovatel může vyskytovat v různých částech místnosti. Nebo je v místnosti pracovišť – možných výskytů pozorovatele - více. Taková situace nastává například v učebnách, v divadlech nebo v průmyslových prostorech s takto uspořádanou technologií. Zde je výpočtem třeba ověřit hodnoty činitele UGR v různých bodech najednou, aby bylo možno vyhodnotit, ve kterých částech místnosti jsou parametry osvětlení vyhovující a ve kterých ne. Výsledkem výpočtu je tabulka hodnot UGR v jednotlivých výpočetních bodech. Tato tabulka může být graficky prezentována například izofotním diagramem – viz **obrázek 3**



• Obrázek 3 - učebna s izoliniemi

Takový izofotní diagram je přehledný zejména v případech, kdy je směr pohledu jednoznačně dán a když se pozorovatel může vyskytovat ve větším prostoru. V těchto případech lze podle něj i vymežit části prostoru pro různé požadavky na omezení oslnění.

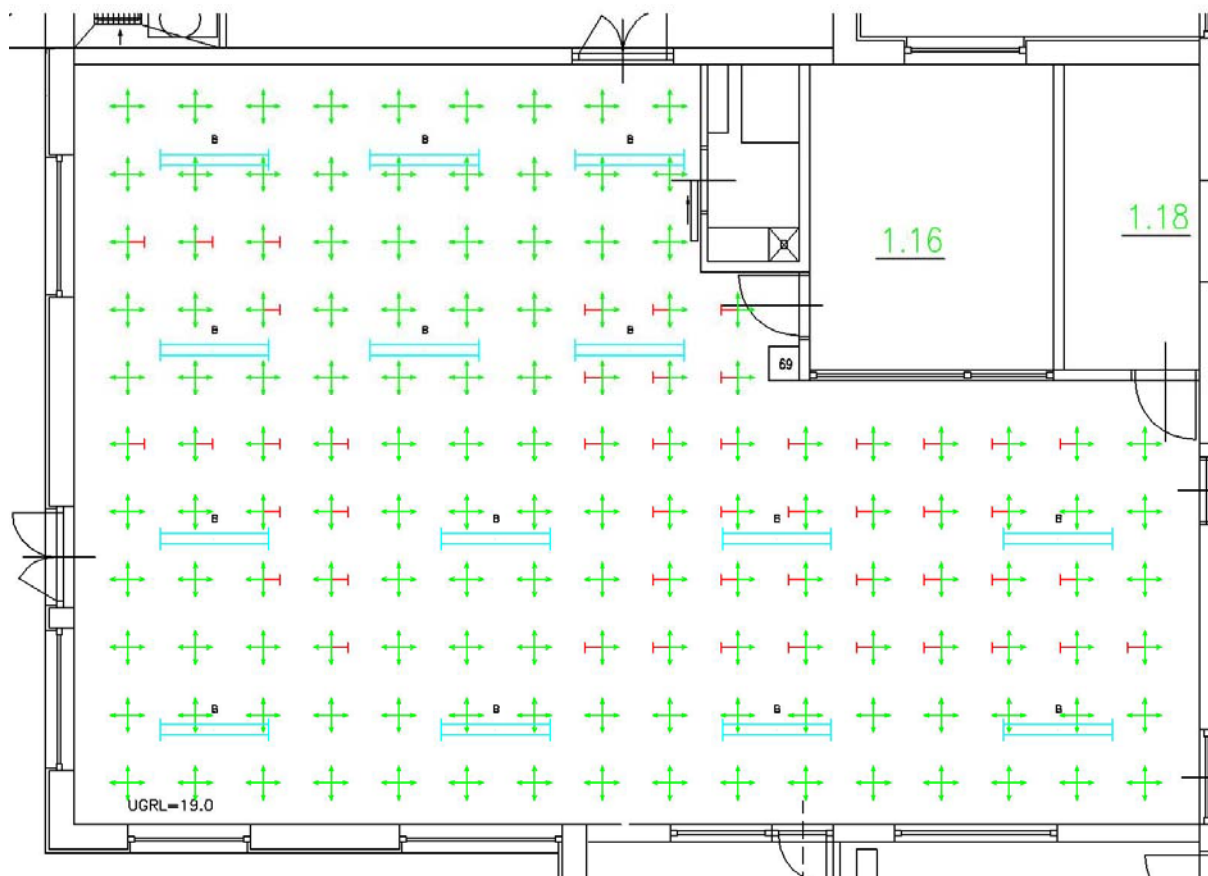
V některých případech pak může být výhodné použít metodu zobrazení výsledků výpočtu formou značek ve formě šipek, popřípadě ve formě písmene T. Máme-li nastavenou např. přípustnou hodnotu $UGRL=19$, pak jsou v bodech, kde činitel UGR vyhovuje vykresleny zelené šipky a v bodech, kde nevyhovuje, jsou vykresleny červené čárky tvaru T. Přitom předpokládáme konstantní naklonění směru pohledu vzhledem k vodorovné rovině, v našem příkladě předpokládáme horizontální směr pohledu. Diagram najdete na **obrázku 4**.



• Obrázek 4 - učebna se značkami

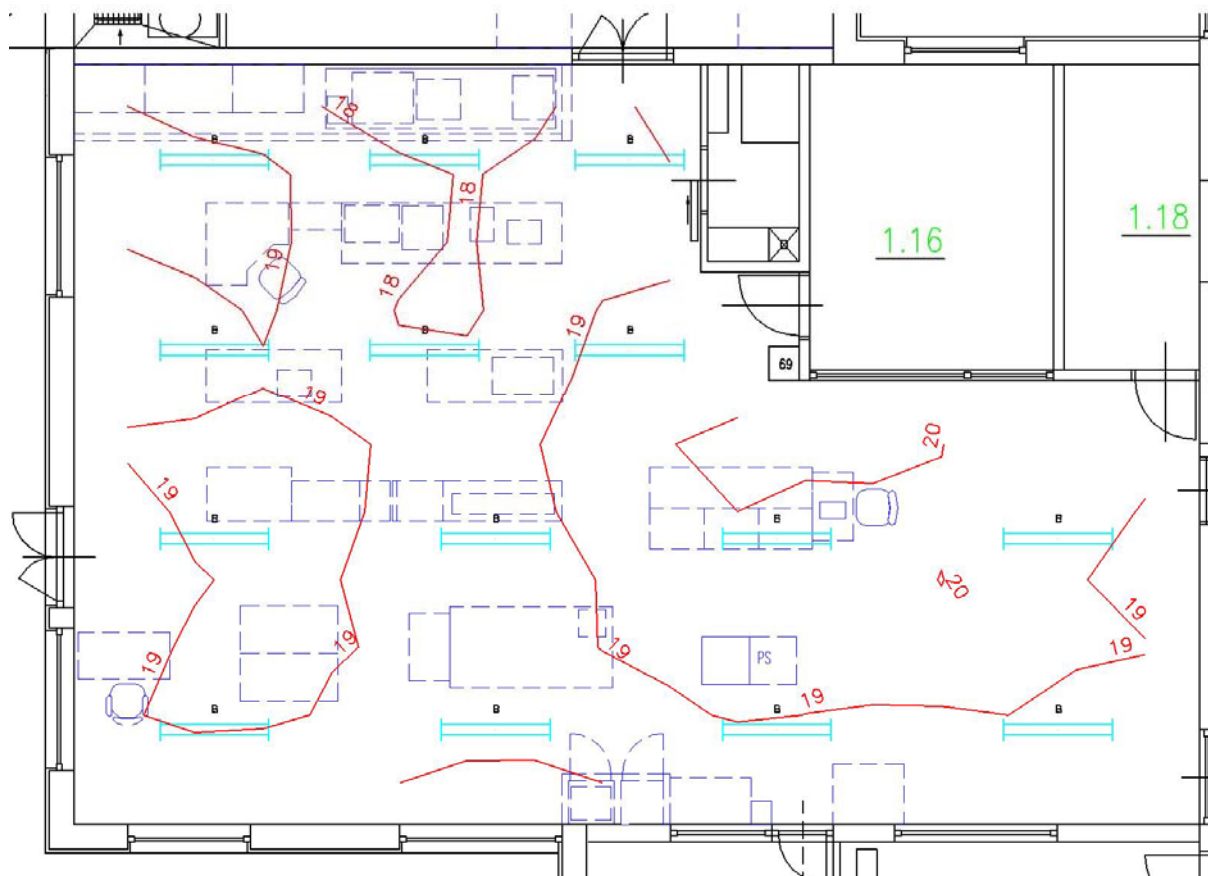
V praxi se ovšem vyskytují často i případy, že směr pohledu není konstantní. Tento stav se objeví zejména v případech, kdy se směr pohledu pozorovatele v průběhu činnosti mění. Jiným příkladem je takové rozmístění technologie, kde jsou různá pracoviště orientována různým směrem. Nebo tuto situaci můžeme nalézt tam, kde se osvětlení navrhuje v prostorech, kde ještě není známo umístění a orientace pracovišť. Jak vyhodnotit takové výpočty ?

Pro výpočetní program zpravidla není problém spočítat činitel UGR do více směrů. Zejména, když si situaci zjednodušíme tím, že sklon pohledu s vodorovnou rovinou budeme považovat za konstantní a budeme-li počítat omezený počet hodnot s úhlovým přírůstkem. Představme si předcházející prostor s takovým požadavkem. Domníváme se, že úhlový krok 45° a osm počítaných hodnot v těchto krocích dostatečně ve většině případů vyhovuje s ohledem na rychlost i přehlednost. Graficky je pak možné opět použít dva způsoby zobrazení: izofotní diagram nebo diagram se šípkami uspořádanými v těchto případech to tvaru růžice – tzv. značkami oslnění. V našem příkladě jsme z důvodu lepší přehlednosti nejprve zvolili krok 90° se čtyřmi hodnotami. Výpočet v prázdné místnosti můžeme vidět na dalším **obrázku 5**. Z obrázku lze pohodlně vytipovat místa, kde mohou být s oslněním problémy a tak uzpůsobit návrh technologie. Takový diagram lze dobře použít nejen k vymezení prostor, ale i k vymezení možných orientací pracovišť v těchto prostorech.



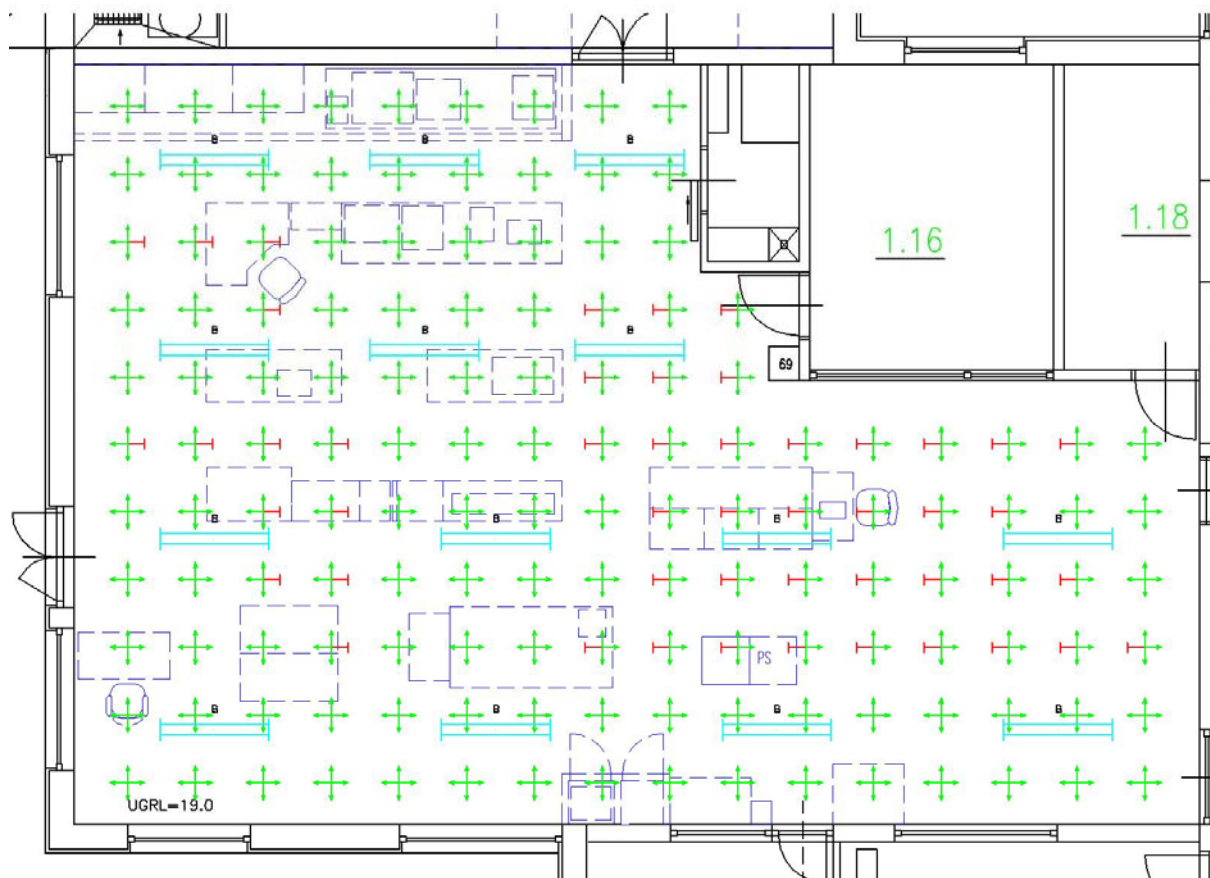
• Obrázek 5 - prázdná místnost se značkami

Druhou možností prezentace je již zmíněný izofotní diagram. Diagram lze s výhodou použít k vymezení oblastí, kde s požadavky na oslnění nejsou žádné problémy a oblastí, kde k problémům dojít může, zejména v závislosti na směru pohledu. Je třeba si uvědomit, že hodnoty použité ke konstrukci diagramu jsou maxima ze všech počítaných směrů v každém bodě. Je-li tedy výpočetní bod v oblasti, kde je podle diagramu maximální hodnota UGR 19, znamená to, že nebude překročena v žádném směru pohledu. Příklad takového diagramu můžeme vidět na dalším **obrázku 6**.



• Obrázek 6 - technologie s izoliniemi

Velmi často dochází při těchto výpočtech k situacím, kdy v konkrétních bodech v některých směrech oslnění vyhovuje, v jiných pak ne. V takových případech je pak použití diagramu se značkami oslnění, jak je vidět na dalších **obrázcích 7 a 8**, velmi výhodné. **Obrázek 7** je konstruován pro 4 směry pohledu, **obrázek 8** pro 8 směrů. V našem případě pro dovolenou hodnotu UGRL=19 je přehledně zobrazeno ve kterých bodech a kterých směrech je oslnění vyhovující a naopak. Lze také zhodnotit výsledky výpočtu vzhledem k použité – vykreslené technologii – umístěných pracovišť.



• Obrázek 7 - technologie se značkami do 4 směrů



• Obrázek 8 - technologie se značkami do 8 směrů

Závěrem bychom rádi požádali odbornou veřejnost o názor na uvedené skutečnosti. Domníváme se, že stejná či podobná metodika by mohla být použitelná i k vyhodnocení výpočtů činitele oslnění GR ve venkovních prostorech a na venkovních sportovištích.

Možné způsoby stanovení udržovacího činitele

Pavel Stupka, Ing.

ZÚ se sídlem v Plzni, Centrum fyzikálních faktorů, www.zuplzen.cz, cff@zuplzen.cz

Co je to udržovací činitel?

Dle [7] je udržovací činitel definován jako „podíl průměrné osvětlenosti pracovní roviny po určité době používání osvětlovací soustavy k průměrné osvětlenosti soustavy, kterou lze považovat za novou“. Respektuje tudíž ztráty světla způsobené znečištěním světelných zdrojů, svítidel a povrchů místnosti i stárnutím světelných zdrojů a jejich funkční nespolehlivostí.

udržovací činitel (z ; MF) = \bar{E}_m / \bar{E}_{in}

kde \bar{E}_m = průměrná udržovaná osvětlenost

\bar{E}_{in} = průměrná počáteční osvětlenost

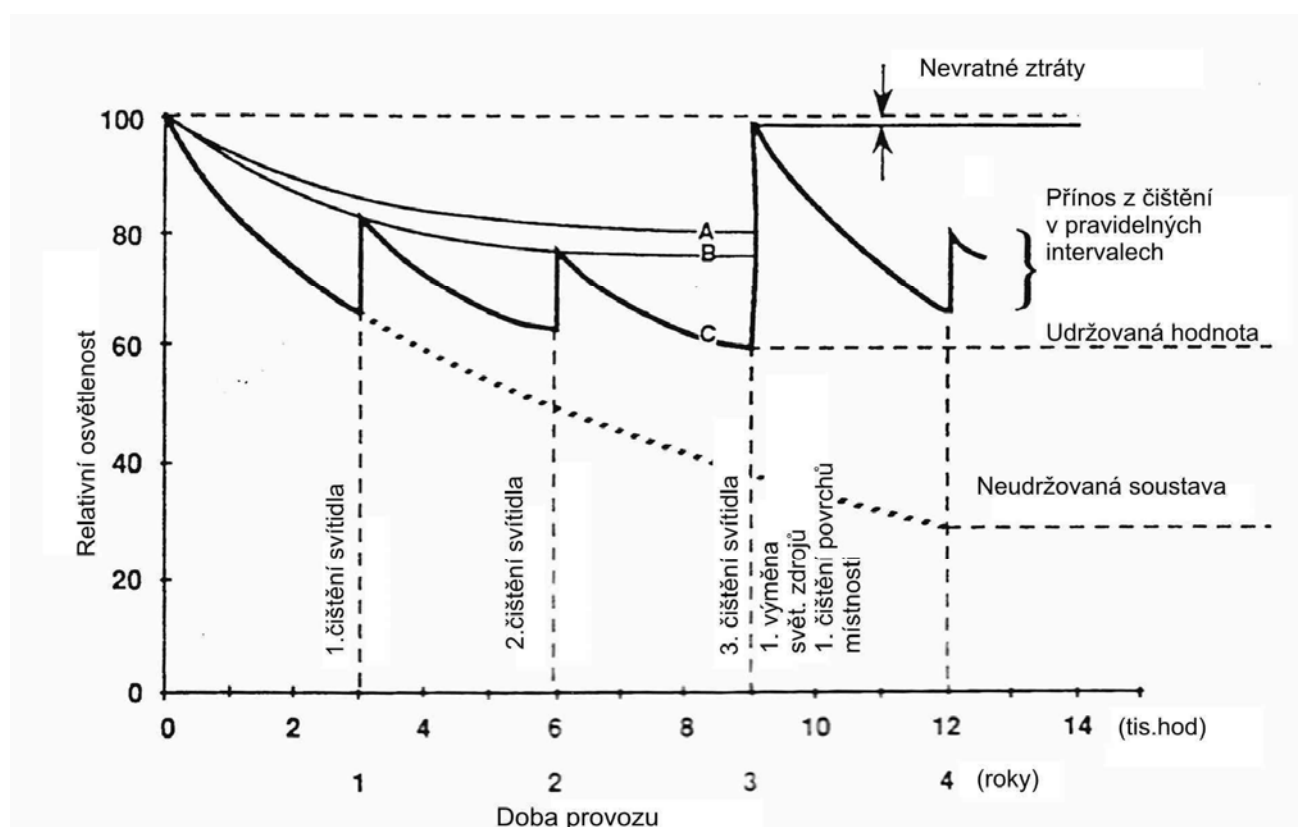
z = označení udržovacího činitele dle [1] a [3]

MF = označení udržovacího činitele dle [6], v [7] není označení uvedeno

Udržovací činitel tedy charakterizuje znehodnocení osvětlovací soustavy v průběhu jejího provozu a vyjadřuje, kolikrát je sledovaný parametr osvětlovací soustavy (zpravidla osvětlenost) v určitém časovém okamžiku menší, než parametr časově počáteční. Ke snížení dochází působením vratných i nevratných změn fyzikálně chemického charakteru.

Dle zrušené normy [1] činila nejmenší přípustná hodnota udržovacího činitele 0,5. V novějších předpisech jsem podobné omezení nenalezl.

Následující obrázek (převzato z [6]) názorně ukazuje průběh relativní osvětlenosti v čase při provádění údržby (čištění svítidel 1× ročně, malování 1× za tři roky).



K čemu potřebujeme udržovací činitel?

Platná norma [2] (obdobně, jako její předchůdkyně [1]) požaduje splnění udržované osvětlenosti \bar{E}_m , tedy průměrné osvětlenosti v době, kdy má být provedena údržba. Hodnota průměrné počáteční osvětlenosti (nová, čistá svítidla, nové světelné zdroje, čerstvě vymalováno) po vynásobení udržovacím činitelem dává hodnotu udržované osvětlenosti, na kterou je soustava navrhována. Správné stanovení hodnoty udržovacího činitele má tedy mimořádnou důležitost pro korektní provedení návrhu osvětlovací soustavy.

V normě [2] odstavci 4.8 „Udržovací činitel“ je uvedeno:

Projektant musí:

- uvést udržovací činitel a přehled předpokladů přijatých při odvození jeho hodnoty,
- specifikovat osvětlovací zařízení vhodné pro užití v daném prostředí,
- připravit kompletní plán údržby, včetně intervalů výměny světelných zdrojů, čištění svítidel a místností a způsobů provádění

V Národní příloze [3] odstavci NA.23 jsou v seznamu minimálních náležitostí dokumentace návrhu osvětlení uvedeny m.j.:

- míra znečištění prostoru,
- způsob provádění a intervaly údržby,
- udržovací činitel

V nové normě [4], kapitole 4.8 „Vyhodnocení měření“ se odstavec 4.8.7 zmiňuje také o potřebě zohlednění aktuálního stavu osvětlovací soustavy:

„U změřených průměrných hodnot nových soustav umělého osvětlení (kolaudační měření) se provede jejich korekce vynásobením udržovacím činitelem osvětlovací soustavy a potom teprve porovnání s hodnotami požadovanými platnými normami. Udržovací činitel je uveden v projektové dokumentaci.“

K výše uvedené citaci z normy si dovoluji uvést dvě poznámky z praxe:

poznámka 1: V projektové dokumentaci velmi často chybí návrh osvětlení - návrh odhadem. Je-li návrh osvětlení zpracován a je-li v něm udržovací činitel vyčíslen (což nebývá pravidlem), pak často není stanoven korektně. V takovém případě při hodnocení měření řešíme dilema, zda naměřené počáteční hodnoty násobit udržovacím činitelem z projektu či udržovacím činitelem stanoveným dle standardní metodiky.

poznámka 2: Měření osvětlení zbrusu nových osvětlovacích soustav je poměrně vzácné. Častěji měříme v době, kdy je soustava již nějaký čas provozována. V takovém případě nelze námi naměřené průměrné hodnoty osvětlenosti považovat za počáteční. Pro potřeby srovnání s limitem pak není možné provést násobení standardním udržovacím činitelem, ale jeho aktuální hodnotou. Odvození aktuální hodnoty udržovacího činitele je nelehký úkol, obzvláště v situaci, kdy provozovatel není schopen podat uspokojivou informaci o době provozu osvětlovací soustavy, stáří světelných zdrojů či posledním termínu malování.

Jak je udržovací činitel definován a jak se stanovuje?

Definice a způsob stanovení udržovacího činitele býval obsahem přílohy 1 normy [1]. Po jejím zrušení byl postup jen s drobnými změnami převeden do informativní Národní přílohy [3] odstavce NA.18. Postup je tedy již dvacet let znám a užíván - proto se zdržím podrobnějších komentářů, či příkladů výpočtu. Udržovací činitel dle této metody spolehlivě počítají tuzemské osvětlovací výpočetní programy, pomocí grafů a kalkulátoru jej lze poměrně snadno odvodit i „ručně“.

V červenci letošního roku vydal Český normalizační institut jako technickou normalizační informaci technickou publikaci překlad technické zprávy CIE - Směrnici o údržbě vnitřních osvětlovacích soustav [6]. Směrnice [6] je rozsáhlý dokument s mnoha cennými informacemi, který by neměl chybět v knihovně každého světelného technika, projektanta, ale i provozovatele osvětlovací soustavy. Směrnice [6] m.j. nabízí alternativní metodu stanovení udržovacího činitele s přehlednými grafy, tabulkami a konkrétním příkladem.

Jaké jsou zásadní „odlišnosti“ obou metod?

Udržovací činitel je dán součinem jeho čtyř složek.

dle Národní přílohy [3]:

$$z = z_z \times z_s \times z_p \times z_{fz}$$

- kde
- z = udržovací činitel
 - z_z = činitel stárnutí světelných zdrojů
 - z_s = činitel znečištění svítidel
 - z_p = činitel znečištění ploch osvětlovaného prostoru
 - z_{fz} = činitel funkční spolehlivosti světelných zdrojů

dle Směrnice [6]:

$$MF = LLMF \times LMF \times RSMF \times LSF$$

- kde
- MF = udržovací činitel
 - $LLMF$ = činitel stárnutí světelného zdroje
 - LMF = udržovací činitel svítidla
 - $RSMF$ = udržovací činitel povrchů
 - LSF = činitel funkční spolehlivosti světelných zdrojů

Dle Národní přílohy [3] provedeme zařazení svítidel do jedné ze šesti kategorií (I ÷ VI), dle Směrnice [6] vybíráme ze sedmi typů svítidel (A ÷ G).

Dle Národní přílohy [3] určíme míru znečištění osvětlovaného prostoru - pět stupňů prostředí (velmi čisté, čisté, průměrné, špinavé, velmi špinavé). Dle Směrnice [6] volíme ze čtyř kategorií čistoty (velmi čisté, čisté, normální, špinavé).

Domnívám se, že další výčet „odlišností“ již není potřeba. Proto provedu zjednodušené stanovení hodnoty udržovacího činitele oběma metodami.

Porovnání výsledků stanovení udržovacího činitele

Bylo provedeno srovnání na dvou typických příkladech z praxe. Činitelé stárnutí a funkční spolehlivosti světelných zdrojů byly v obou případech voleny dle Směrnice [6], která je modernější a patrně vychází z aktuálních údajů výrobců světelných zdrojů. Zbývající činitelé byly počítány (dle Národní přílohy [3]), nebo odečteny z tabulek (dle Směrnice [6]).

- Příklad A:**
- malá kancelář o rozměrech 6 × 4 metry se světlou výškou 3 metry
 - kancelářská zářivková svítidla s mřížkou, přímé rozložení světelného toku
 - čisté prostředí, odraznosti strop 0,8; stěny 0,5; podlaha 0,2
 - zářivkové trubice s třípásmovými luminofory, výměna zdrojů individuální (při vyhoření), nebo po 8 tisících hodinách
 - interval čištění svítidel 0,5 roku, interval malování 2 roky

- Příklad B:**
- rozlehlá montážní hala o rozměrech 100 × 200 metrů se světlou výškou 12 metrů
 - průmyslová výbojková svítidla s vyšším krytím, přímé rozložení světelného toku
 - průměrné prostředí, odraznosti strop 0,5; stěny 0,3; podlaha 0,2
 - vysokotlaké halogenidové výbojky 400 W, výměna zdrojů hromadná po 6 tisících hodinách.
 - interval čištění svítidel 1 rok, interval malování 3 roky

Výsledky porovnání jsou uvedeny v následující tabulce

| činitelé | Příklad A | | Příklad B | |
|----------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | Metoda dle | | Metoda dle | |
| | [3] | [6] | [3] | [6] |
| stámutí zdrojů | $z_z = 0,90$ | $LLMF = 0,90$ | $z_z = 0,83$ | $LLMF = 0,83$ |
| znečištění svítidel | $z_s = 0,92$ | $LMF = 0,93$ | $z_s = 0,83$ | $LMF = 0,90$ |
| znečištění ploch | $z_p = 0,93$ | $RSMF = 0,94$ | $z_p = 0,96$ | $RSMF = 0,95$ |
| funkční spolehlivosti zdrojů | $z_{fz} = 1,00$ | $LSF = 1,00$ | $z_{fz} = 0,92$ | $LSF = 0,92$ |
| celkový udržovací činitel | $z = 0,77$ | $MF = 0,79$ | $z = 0,61$ | $MF = 0,65$ |

Závěrečné shrnutí

Ze dvou výše uvedených příkladů se zdá, že hodnoty udržovacího činitele stanovené oběma postupy jsou zhruba srovnatelné. Pro skutečné porovnání by bylo třeba provést rozsáhlejší analýzu, kterou jsem k dnešnímu dni zatím nestihl zpracovat. Je však zřejmé, že za určitých, v praxi celkem běžných podmínek, se mohou hodnoty udržovacího činitele stanovené oběma postupy lišit významněji.

Výhodou metody stanovení udržovacího činitele dle Národní přílohy [3] je univerzálnost jejího použití. Postačí kalkulačka, udržovací činitel dle této metody navíc spolehlivě počítají tuzemské osvětlovací výpočetní programy. Problém zpravidla nastává pouze s absencí patřičných technických dat od výrobců svítidel a zejména světelných zdrojů.

Stanovení udržovacího činitele metodou dle Směrnice [6] je velmi snadné, v „terénu“ použitelné a nevyžaduje prakticky žádné výpočty. V tabulkách lze nalézt přímo příslušné hodnoty, které však pro nějaký nestandardní prostor mohou chybět.

Metoda stanovení udržovacího činitele dle Národní přílohy [3] i metoda dle Směrnice [6] vychází z textu, který je označen jako informativní, nemající normativní charakter. Je zřejmé, že v určitých případech mohou být výsledkem obou metod výrazně se odlišující hodnoty udržovacího činitele. Zde bych rád znal odpověď na otázku - která metoda je rozhodující v případě sporu?

Literatura a odkazy

- [1] ČSN 36 0450 - Umělé osvětlení vnitřních prostorů (v roce 2004 zrušena)
- [2] ČSN EN 12464-1 - Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory
- [3] ČSN EN 12464-1/Z1 - Národní příloha k [2] (informativní doplňující ustanovení platná pro ČR)
- [4] ČSN 36 0011-1 - Měření osvětlení vnitřních prostorů - Část 1: Základní ustanovení
- [5] ČSN 36 0011-3 - Měření osvětlení vnitřních prostorů - Část 1: Měření umělého osvětlení
- [6] TNI 36 0451 - Údržba vnitřních osvětlovacích soustav (překlad CIE 97:2005 - Technická zpráva CIE - Směrnice o údržbě vnitřních osvětlovacích soustav) - vyšla jako informativní technická publikace ČNI v 7/2006
- [7] ČSN EN 12665-1 - Světlo a osvětlení - Základní termíny a kritéria pro stanovení požadavků na osvětlení

Kvantifikace jasů standardních typů obloh jako výchozí procedura vektorové a skalární analýzy světelného pole denního osvětlení vnitřních prostorů

CADE, s.r.o., ing. Karel Syrový, ing. Petr Suchánek

Potřeba řešit komplexněji a přesněji fyzikální faktory vnitřního prostoru budov teoretickými metodami si zákonitě vyžaduje vývoj poznání v příslušných oborech. Jedním z důležitých oborů je i problematika denního osvětlení.

Kvantifikace denního osvětlení prochází v průběhu své historie zákonitým vývojem, který se odvíjel od úrovně :

- teoretického poznání fotometrických zákonitostí denního osvětlení
- matematického modelu, umožňujícího popis fotometrických zákonitostí
- technických prostředků, umožňujících fotometrické zákonitosti pomocí algoritmizovaného matematického modelu použít nejúčinnějším způsobem v praxi
- potřeby praxe tyto možnosti využít

Hierarchie uvedených bodů má však obrácení pořadí, poněvadž vždy je *spiritus movens* všeho dění lidská potřeba a touha po poznání. Není třeba provádět podrobnou retrospektivu jednotlivých metod vyhodnocování denního osvětlení, poněvadž jejich vývoj od grafických, graficko – početních až po výpočty na počítačích je známý. Všechny vývojové fáze od prvopočátku až po dnešek mají společné :

- standard CIE obloh rovnoměrně zamračené
- kvantifikace geometrického relativního parametru denního osvětlení – činitele denní osvětlenosti $D \{ \%$

Lidská potřeba a tím i vývoj byly směřovány hlavně do oblasti úprav výpočtových metod a vývoje technických prostředků, které byly schopny algoritmus výpočtových metod účinně aplikovat do praxe.

Vývoj potřeb a nároků na úroveň vyhodnocení denního osvětlení však postupuje, a proto je třeba posunout dál i metody vyhodnocování denního osvětlení tak, aby bylo srovnatelné s úrovní vyhodnocování umělého osvětlení. Srovnatelností je míněna stejná úroveň analýzy světelného pole denního osvětlení, umožňující popsat stejný soubor kvantitativních i kvalitativních parametrů konkrétního světelného pole. Tento požadavek současné doby vyplývá nejen z potřeb samotného denního osvětlení, ale i z potřeby sdruženého osvětlení, které je charakteristické součinností denního a umělého světla.

Celosvětově vyvstala potřeba standardizovat prakticky se vyskytující zásadní typy obloh, které by plnily funkci kritériálních situací pro různé lokality podle jejich specifika.

Vývoj architektury budov klade stále vyšší požadavky na metody, které by prokázaly zajištění pohody jejich vnitřního prostoru, přičemž jedním z významných fyzikálních faktorů je osvětlení, zejména denní, resp. denní složka v rámci sdruženého osvětlení. Splnění tohoto požadavku je možné přechodem z relativní veličiny, činitele denní osvětlenosti $D \{ \%$, na absolutní veličiny, jimiž je soubor integrálních charakteristik světelného pole, odvozených od světelného vektoru $\mathbf{E} \{ lx \}$.

Tento přechod je umožněn jak uvedeným definováním standardů obloh, tak matematickým modelem vektorové analýzy světelného pole a definováním potřebných jak kvantitativních veličin, jimiž jsou zmíněné integrální charakteristiky, tak kvalitativních veličin, jimiž je rovnoměrnost osvětlení a zejména jasové poměry ve vnitřním prostoru. Zejména korektní vyhodnocení jasové scény ve vnitřním prostoru by umožnilo odstranit riziko vysokých hodnot kontrastů, resp. oslnění, které je sice v legislativě požadováno, ale současnými metodami není vyhodnocováno.

Těžištěm tohoto příspěvku je stručná, leč komplexní informace o geniálním systému standardizace 15 typů obloh a závěrem naznačení návaznosti na matematický model vektorové analýzy světelného pole denního osvětlení.

Distribuce jasu daného typu standardní oblohy, jako základní fotometrické veličiny při výpočtu denního osvětlení, je dále popsána sousledností vztahů s uvedením jejich vstupních veličin.

Specifikace vstupních veličin do výpočtu jasu elementu oblohy daného typu je následující :

- zeměpisná poloha posuzovaného bodu, pro který se hodnota jasu elementu oblohy stanovuje
- zdánlivá poloha slunce na obloze
- poloha elementu oblohy, jehož jas se stanovuje
- parametry oblohy, charakterizující daný typ oblohy

Vstupní údaje :

1. Zeměpisná poloha posuzovaného bodu

φ [°] zeměpisná šířka dané lokality

2. Zdánlivá poloha Slunce

H [-] pořadové číslo hodiny v daném dni daného měsíce pravého slunečního místního času

D [-] pořadové číslo dne v daném měsíci

M [-] pořadové číslo měsíce v roce

3. Poloha elementu oblohy

z_0 [°] zenitní odklon elementu oblohy je úhel mezi směrem k elementu v rovině meridiánu elementu oblohy a zenitem (1. souřadnice elementu)

α_0 [°] azimut elementu oblohy je úhel mezi průmětem směru k elementu do horizontální roviny a severním směrem (2. souřadnice elementu)

4. Parametry charakteristických 15 typů obloh, které jsou dány kombinacemi 6 typů gradací a 6 typů indikatrix rozptylu oblohy

a, b, c, d, e parametry atmosférických podmínek

A, B, C, D, E, T, R parametry charakterizující oblohový standard

Mezivýsledky :

1. Polohové parametry Slunce

δ [°] deklinace zemské osy, resp. odklon slunečního paprsku od roviny rovníku, což je také úhel mezi zemskou osou a normálou ekliptiky stanovena podle vztahu (1)

$$\delta = 2345 \cdot \sin[(297 \cdot M + 0,98 \cdot D) - 109] \quad (1)$$

T [°] hodinový úhel Slunce, orientovaný ve směru pohybu hodinových ručiček od severu, je úhel změny polohy azimutu Slunce v závislosti na hodině pravého slunečního místního času stanovena podle vztahu (2)

$$\tau = 15 \cdot H \quad (2)$$

γ_s [°] elevační úhel Slunce je úhel mezi směrem slunečního paprsku v rovině slunečního meridiánu a horizontální rovinou (1. souřadnice Slunce) stanovena podle vztahu (3)

$$\gamma_s = \arcsin(\sin\varphi \cdot \sin\delta - \cos\varphi \cdot \cos\delta \cdot \cos\tau) \quad (3)$$

z_s [°] zenitní úhel Slunce je úhel mezi směrem slunečního paprsku v rovině slunečního meridiánu a zenitem stanovena podle vztahu (4)

$$z_s = 90 - \arcsin(\sin\varphi \cdot \sin\delta - \cos\varphi \cdot \cos\delta \cdot \cos\tau) \quad (4)$$

α_s [°] azimutální úhel Slunce, orientovaný ve směru pohybu hodinových ručiček od severu, je úhel mezi průmětem směru slunečního paprsku do horizontální roviny a severním směrem (2. souřadnice Slunce) pro dopoledne stanovený podle vztahu (5.1)

$$\alpha_s = \arccos\left(\frac{\cos\delta * (\cos\varphi * \operatorname{tg}\delta + \sin\varphi * \cos\tau)}{\cos\gamma_s}\right) \quad (5.1)$$

pro odpoledne stanovený podle vztahu (5.2)

$$\alpha_s = 360 - \arccos\left(\frac{\cos\delta * (\cos\varphi * \operatorname{tg}\delta + \sin\varphi * \cos\tau)}{\cos\gamma_s}\right) \quad (5.2)$$

χ [°] úhlová vzdálenost mezi Sluncem a elementem oblohy, určující jejich vzájemné postavení, je nejmenší úhel mezi průvodiči z posuzovaného bodu ke Slunci a k elementu oblohy stanovená podle vztahu (6)

$$\chi = \arccos(\cos z_o * \cos z_s + \sin z_o * \sin z_s * \cos(\alpha_o - \alpha_s)) \quad (6)$$

2. Funkce jasové gradace elementu oblohy

$\varphi(z_o)$ [-] funkce jasové gradace elementu oblohy v libovolné poloze na hemisféře, závislejší na jeho zenitním odklonu a atmosférických podmínkách daného typu oblohy stanovená podle vztahu (7)

$$\varphi(z_o) = 1 + a * \exp\left(\frac{b}{\cos z_o}\right) \quad (7)$$

$\varphi(0^\circ)$ [-] funkce jasové gradace elementu oblohy v zenitu hemisféry, závislejší na atmosférických podmínkách daného typu oblohy stanovená podle vztahu (8)

$$\varphi(0^\circ) = 1 + a * \exp(b) \quad (8)$$

$\Phi_{(\varphi(z); \varphi(0^\circ))}$ funkce relativní jasové gradace je definována jako poměr jasové gradace libovolného elementu oblohy k jasové gradaci elementu oblohy v zenitu stanovená podle vztahu (9)

$$\Phi_{(\varphi(z); \varphi(0^\circ))} = \frac{\varphi(z_o)}{\varphi(0^\circ)} = \frac{1 + a * \exp\left(\frac{b}{\cos z_o}\right)}{1 + a * \exp(b)} \quad (9)$$

3. Funkce indikatrix rozptylu elementu oblohy

$f(\chi)$ [-] funkce indikatrix rozptylu elementu oblohy v libovolné poloze na hemisféře, závislejší na jeho nejmenší úhlové vzdálenosti od Slunce a atmosférických podmínkách daného typu oblohy. stanovená podle vztahu (10)

$$f(\chi) = 1 + c * \exp(d * \chi) - \exp\left(d * \frac{\pi}{2}\right) + e * \cos^2(\chi) \quad (10)$$

$f(z_s)$ [-] funkce indikatrix rozptylu elementu oblohy v zenitu hemisféry, závislejší na daných atmosférických podmínkách daného typu oblohy stanovená podle vztahu (11)

$$f(z_s) = 1 + c * \exp(d * z_s) - \exp\left(d * \frac{\pi}{2}\right) + e * \cos^2(z_s) \quad (11)$$

$F_{f(\chi);f(z)}$ funkce relativní indikatrix rozptylu elementu oblohy je definována jako poměr indikatrix rozptylu elementu oblohy v libovolném místě hemisféry k indikatrix rozptylu elementu oblohy v zenitu stanovená podle vztahu (12)

$$F_{f(\chi);f(z)} = \frac{f(\chi)}{f(z_s)} = \frac{1 + c * \exp(d * \chi) - \exp\left(d * \frac{\pi}{2}\right) + e * \cos^2(\chi)}{1 + c * \exp(d * z_s) - \exp\left(d * \frac{\pi}{2}\right) + e * \cos^2(z_s)} \quad (12)$$

4. Funkce relativního jasu elementu oblohy

$G_{(\Phi(z;0);F(\chi;z))}$ funkce relativního jasu je definována jako součin funkcí relativní jasové gradace elementu oblohy Φ a relativní indikatrix rozptylu elementu oblohy F stanovená podle vztahu (13)

$$G_{(\Phi(z;0);F(\chi;z))} = \Phi_{(\varphi(z);\varphi(0^\circ))} * F_{f(\chi);f(z_s)} = \frac{\varphi(z_0) * f(\chi)}{\varphi(0^\circ) * f(z_s)} \quad (13)$$

5. Funkce jasu elementu oblohy v zenitu hemisféry

L_z [cd.m⁻²] jas elementu oblohy v zenitu hemisféry závisí na typu oblohy stanovený podle vztahu (14.1) pro silně zamračené oblohy bez slunečního světla

$$L_z = R * \left[\frac{B * (\sin \gamma_s)^c}{(\cos \gamma_s)^d} + E * \sin \gamma_s \right] \quad (14.1)$$

stanovený podle vztahu (14.2) pro málo zamračené, nebo bezoblačné oblohy se slunečním světlem

$$L_z = A * \sin \gamma_s + 0,7 * (T + 1) * \frac{(\sin \gamma_s)^c}{(\cos \gamma_s)^d} + 0,04 * T \quad (14.2)$$

Výsledek :

1. Funkce jasu elementu oblohy v libovolném místě hemisféry

$L_{\gamma\alpha}$ [cd.m⁻²] jas elementu oblohy v libovolném místě hemisféry závisí na funkci relativního jasu elementu oblohy v libovolném místě hemisféry a jasu elementu oblohy v zenitu hemisféry pro daný typ oblohy stanovený podle vztahu (15)

$$L_{\gamma\alpha} = L_z * G_{(\Phi(z;0);F(\chi;z))} \quad (15)$$

Tímto systémově čistým, obsahově geniálním a formálně jednoznačným postupem je stanovena hodnota jasu libovolného elementu oblohy $L_{\gamma\alpha}$ [cd.m⁻²], čímž je určena základní fotometrická veličina, nutná pro analýzu světelného pole denního osvětlení, vytvořeného kterýmkoliv standardem oblohového typu. Jedním ze standardních typů obloh je CIE rovnoměrně zamračená obloha, používaná pro extrém minimálních hodnot úrovně osvětlení. Lze předpokládat, že ze zbývajících 14 typů standardizovaných obloh bude použitelný aspoň jeden pro naše podmínky a to jako extrém pro maximální hodnoty úrovně osvětlení, resp. vysoké jasové poměry. Tím by byl vytvořen fotometrický předpoklad pro kvantifikaci úplného souboru kritériálních veličin, definovaných v současnosti restaurovaném souboru technických norem oboru světelné techniky.

Soubor norem je třeba doplnit o normu výpočtových metod, která by využila uvedený matematický model pro stanovení jasu libovolného elementu oblohy a stejné fyzikální zákonitosti a matematický aparát jako v umělém osvětlení pro vektorovou a skalární analýzu světelného pole. Na jednotném základě by tak stála analýza světelného pole jak umělého, tak denního osvětlení a tudíž by bylo možno konečně vyhodnocovat i sdružené osvětlení což sice bylo v příslušné normě požadováno, ale nikdy nemohlo být a ani nebylo splněno. Důvodem byla právě absence možnosti kvantifikovat integrální veličiny světelného pole denního osvětlení.

Primární integrální charakteristikou světelného pole je světelný vektor ϵ [lx], který je možno v libovolném bodě světelného pole denního osvětlení stanovit podle známého vztahu (16)

$$\epsilon = \int L_{\gamma\alpha} d\omega \quad (16)$$

kde je

$d\omega$ prostorový úhel elementu oblohy, viděný přes plochu osvětlovacího otvoru

Od této vektorové integrální charakteristiky je možno odvodit všechny skalární integrální charakteristiky – prostorovou, kulovou, polokulovou, válcovou, poloválcovou a krychelnou osvětlenost. Současně je možno určit i jasy povrchů těles ve světelném poli a tak analyzovat kontrasty a hodnoty oslnění.

Závěrem je možno konstatovat následující :

V současnosti dosáhly stejného stupně vývoje jak potřeby, tak schopnost popsat potřebné parametry světelného pole umělého i denního osvětlení. Využijme této situace a vytvořme systém, jehož využívání zajistí světelnou pohodu pro dané zrakové činnosti ve vnitřním prostoru budov.

Literatura :

- [1] Kittler, R., Mikler, J., Pulpitlová, J., Šubová, A. : Spresněné kritéria pre využívanie slnečného žiarenia a svetla v komplexnej bytovej výstavbe. Čiastková úloha : II-8-4/01 „Využívanie slnečného žiarenia a svetla pro tvorbe architektonického prostredia“. Závěrečná správa Ústavu stavebnictva a architektúry SAV, Bratislava 1987
- [2] Kittler, R., Pulpitlová, J. : Spresněné kritéria pre využívanie slnečného žiarenia a svetla v komplexnej bytovej výstavbe. Overenie možnosti celosvetovej aplikácie normalizačných modelov radiačnej a svetelnej klímy na príkladě Austrálie. Čiastková úloha : II-8-4/01 „Využívanie slnečného žiarenia a svetla pro tvorbe architektonického prostredia“. Závěrečná správa Ústavu stavebnictva a architektúry SAV, Bratislava 1987
- [3] Kittler, R., Pulpitlová, J. : Základy využívania prírodného svetla. VEDA, Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, Bratislava 1988
- [4] Kittler, R., Darula, S. : CIE General Sky Standard Defining Luminance Distribution. ÚSTARCH SAV 2006

LED svietidlo na osvetľovanie komunikácií

Sandra, Tabišová, M.Sc.

Slovenská technická univerzita v Bratislave, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Katedra elektroenergetiky, Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava, sandra.tabisova@stuba.sk

Vo verejnom osvetľovaní sa využívajú najmä vysokotlakové výbojky. Keďže osvetľovanie komunikácií, kde patrí výstavba, prevádzka, údržba a rekonštrukcia osvetlenia je hradené z verejných finančných prostriedkov, je potrebné náklady na tieto zariadenia minimalizovať. V svetelnej technike sa neustále hľadajú nové svetelné zdroje, ktoré by zabezpečili zníženie nákladov, bezpečnú prevádzku a ktoré zabezpečia bezpečnú premávku pre vodičov a pre chodcov

Úvod

V súčasnosti sa na osvetľovanie komunikácií využíva najmä vysokotlaková sodíková výbojka, keďže vyhovuje parametrom, ktoré sú kladené na verejné osvetlenie. Je to hlavne vysoký merný výkon 120-140 lm/W, vysoká životnosť, vysoké prevádzkové napätie.

LED (light emitting diode) sa vyznačujú dlhou životnosťou, nízkym napätím, malými rozmermi, nízkou spotrebou elektrickej energie, vysokou odolnosťou proti otrasom a vibráciám, možnosťou plynulého stmievania a pod.

1. LED

Popri vzniku svetla teplotným žiarením (žiarovky) alebo výbojom (žiarivka, vysokotlakové výbojky) poskytujú polovodivé materiály ďalšiu možnosť vzniku svetla. Vznik svetla v tomto prípade nie je založený na ohreve vlákna, ako je to u teplotných svetelných zdrojov, svetlo nevzniká ani v horáku naplnenom plynom s prísadami.

Polovodiče sú materiály, ktorých elektrický odpor pri izbovej teplote leží medzi elektrickým odporom vodičov (najmä kovy) a elektrickým odporom izolantov (kremeň). Vodivosť polovodičov je silno závislá od teploty okolia. Pri nízkych teplotách sú pre vodivosť zodpovedné elektróny, ktoré sú na atómy daného prvku pevne viazané, čiže sa nemôžu voľne hýbať. Polovodič sa správa ako izolátor. Pri vyššej teplote sa čoraz viac elektrónov z väzby kryštálovej mriežky uvoľňuje a tieto elektróny sú vhodné pre transport častíc náboja. Polovodič sa stáva vodivým. Avšak vodivosť v porovnaní s kovem je veľmi nepatrná.

Na zlepšenie vodivosti sa cielene osadzujú cudzie atómy do polovodiča. Časť polovodiča (n-oblasť) je dotovaná cudzími atómami prvku, ktoré majú jeden väzbový elektrón navyše ako atómy daného polovodiča. Tento prebytočný elektrón je voľne pohyblivý a zvyšuje vodivosť. Časť polovodiča (p-oblasť) je dotovaná s cudzími atómami prvku, ktoré majú o jeden elektrón menej ako atóm polovodiča. Tieto poruchové miesta („diery“) môžu prijať voľné elektróny a uvoľniť pri tom energiu, pri elektroluminiscenčnej dióde vo forme fotónov, svetelných kvánt.

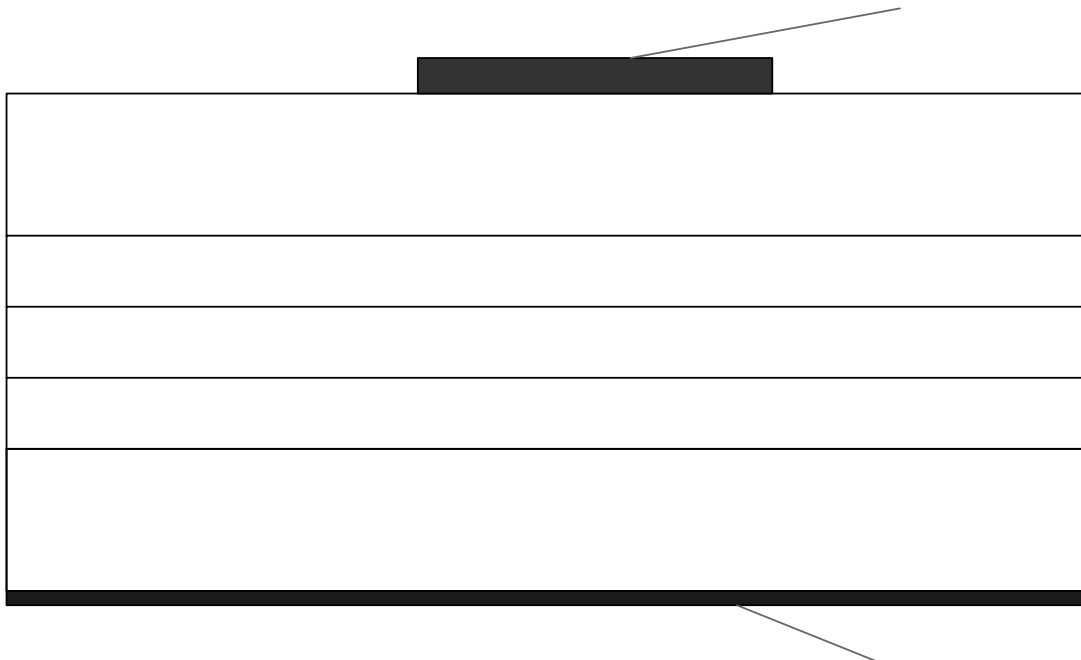
K takémuto javu- rekombinácii dochádza na tenkej vrstve medzi p- a n- vodivou oblasťou (p-n prechod). Uvoľnená energia a tým farba vyžiareného svetla je určená voľbou polovodičového materiálu. Rozhodná veličina pre vygenerovanú farbu svetla je šírka energetického pásma dotovaného materiálu v oblasti priestorového náboja. [1] Kombináciou materiálov sa dajú doceliť mnohé varianty LED. Typické kombinácie chemických elementov a ich vlastností vidíme v tabuľke 1.

| Materiál | Typická vlnová dĺžka emitovaného svetla (nm) | Farba |
|----------|--|---------|
| GaN | 466 | modrá |
| InGaN | 525 | zelená |
| GaP | 570 | zelená |
| AlInGaP | 590 | žltá |
| GaAs | 600 | žltá |
| GaAsP | 645 | červená |
| InGaN | x=0,3 y=0,32 | biela |

• Tabuľka 1: Prehľad kombinácií chemických látok a ich vlastností [1]

Z tabuľky 1 vidíme napríklad polovodič GaN, kde je svetlo vyžarované na vlnovej dĺžke 466 nanometrov, čo je vo viditeľnej oblasti spektra, toto svetlo vníma ľudské oko ako žiarenie modrej farby, čiže farba LED diódou vyžarovaného svetla bude modrá.

Článok, ktorý produkuje svetlo u LED je cudzími atómami dotovaný polovodičový čip. Tento čip sa skladá z kryštálových vrstiev, ktorých štruktúra a dotácia sú tak volené, aby vznikol p-n prechod. Tieto polovodičové materiály na výrobu LED musia spĺňať niekoľko vlastností, ku ktorým patrí: vhodná šírka zakázaného pásma, vysoká pravdepodobnosť žiarivých rekombinácií a iné. Štruktúru AlInGaP diódy vidíme na obrázku 1.



• Obrázok 1: Štruktúra AlInGaP diódy

2-5 μm

Vznik svetla nastane ak medzi kontaktmi daného LED čipu priložíme napätie v rozmedzí 2 až 4 Voltov. Tento čip je chránený voči vonkajším vplyvom prostredníctvom robustného puzdra. V svetelnej technike sa využívajú LED rôznych farieb, je to napríklad červená, modrá, zelená a v posledných rokoch biela LED.

Pre prípravu bielej LED môžeme využiť jednu z nasledovných možností. Prvou možnosťou je získanie bieleho svetla zmiešaním modrej, červenej a zelenej LED, pričom sú všetky tri čipy umiestnené v jednej špičanke.

Najnovšia metóda získania bieleho svetla u LED spočíva v konvertovaní vlnových dĺžok, podobne ako u žiariviek.

Medzi konvertory vlnových dĺžok patria fosfory, polovodiče a farbivá.

0,5-1 μm AlInP

0,5-1 μm AlGa

1 μm AlInP

n-conducting

LED majú mnohé výhodné vlastnosti, kam patria:

- Nízka spotreba elektrickej energie
- Dlhá životnosť (až 100 000 hodín)
- Veľmi nízka výpadkovosť
- Malé rozmery
- Odolnosť voči vibráciám a otrasom
- Žiadne UV alebo IR žiarenie
- Nízke napätie
- Veľký výber farieb
- Skoro žiadna produkcia tepla
- Smerované svetlo prostredníctvom šošoviek

Niektoré elektrotechnické vlastnosti LED možno zhrnúť nasledovne:

- napätie v priepustnom smere U_F : 2 V ~ 4 V
- elektrický prúd v priepustnom smere I_F : 10 mA ~ 70 mA (pri LED podobne ako u žiariviek alebo vysokotlakových výbojkách je potrebný pre prevádzku odpor obmedzujúci prúd v spínacom obvode)
- spektrum: 460 nm ~ 650 nm

- vyžarovací uhol: 15 ° ~ 120 °
- prevádzková teplota: - 40 C° ~ +100 C°

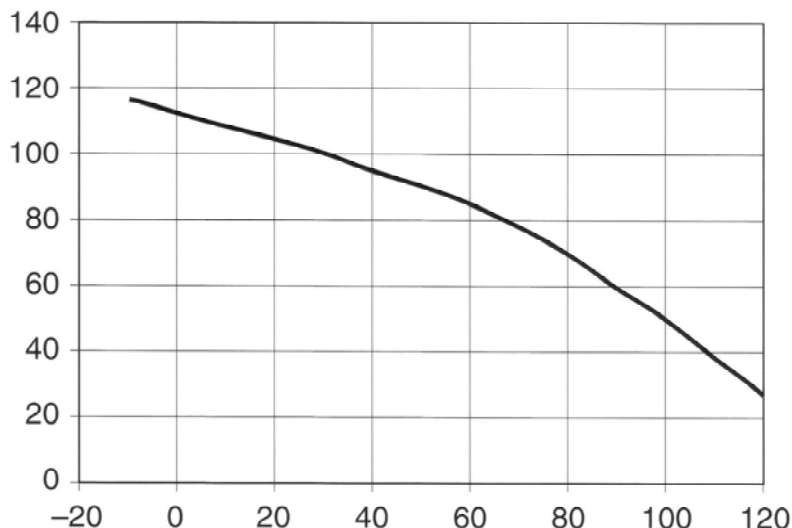
LED nemajú iba technické výhody, ale takisto majú tieto vlastnosti:

- Kreatívne možnosti dizajnu, spôsobené množstvom farieb, kompaktnými rozmermi a flexibilitou
- Vysoká ekonomická účinnosť pri nízkej el. spotrebe, dlhej životnosti a nízkych nákladoch na údržbu
- Najvyššia spoľahlivosť i pri zložitých vonkajších podmienkach

1.2 Faktory ovplyvňujúce životnosť LED

K faktorom, ktoré ovplyvňujú spoľahlivosť a teda aj životnosť LED patrí najmä teplota.

S rastúcou teplotou klesá merný výkon LED. Maximálne prípustná teplota prechodu T_J nesmie byť počas prevádzky prekročená (Obr.2).



• Obrázok 2: Závislosť svetelného toku od teploty zdroja [1]

Prevádzková teplota je najdôležitejšia podmienka, čo sa týka okolitého prostredia. Keďže polovodiče majú kryštalovú štruktúru, do ktorej sú vstavané cudzie atómy -dotácia, ktorá nie je neohraničené teplotne ustálená. Počas prevádzky LED sa tvorí i stratový výkon, ktorý dodatočne prispieva k zohriatiu čipu a preto musí byť brany do úvahy. Najviac kritickou je teplota p-n prechodu T_J , ako bolo už skôr spomenuté, ak je príliš vysoká, dochádza tu k parciálnemu zničeniu kryštalovej štruktúry mriežky, ktorá vplýva na správnu funkciu LED. Pre teplotu p-n prechodu T_J platí:

$$T_A = T_J - (P \times R_{\Theta J-A}), \quad (1)$$

kde,

- T_A je teplota okolia (°C)
- T_J je teplota p-n prechodu (junction temperature) (°C)
- P je elektrický výkon ($P=U_F \times I_F$) (U_F je napätie v prípustnom smere a I_F je prúd v prípustnom smere) (W)
- $R_{\Theta J-A}$ je teplotný odpor p-n prechodu voči okoliu (K/W)

$R_{\Theta J-A}$ je stanovený podľa konštrukčného vyhotovenia LED a je závislý aj od spôsobu kontaktovania na plošnej doske. Tento odpor je ovplyvniteľný aj veľkosťou kontaktovacej plochy. Pomocou vzorca (1) vieme určiť pre maximálnu teplotu p-n prechodu, maximálne prípustnú teplotu okolia. Aby nedošlo k zničeniu mriežky by mala byť maximálna teplota kryštalovej štruktúry 120°C.

Pri LED treba brať teda pri prevádzke do úvahy niekoľko ďalších parametrov :

- maximálnu teplotu okolia $T_A \Rightarrow$ maximálny el. prúd v prípustnom smere I_F
- teplotný odpor p-n prechodu R_{Θ} \Rightarrow teplotu p-n prechodu T_J
- redukcii svetelného toku pri vyšších teplotách čipu

V priebehu života diódy sa zvyšuje prirodzený prírastok chýb v kryštalovej mriežke, čo má za účinok graduálny pokles svetelného toku. Rýchlosť, pri ktorej tieto defekty vznikajú silno závisí od výšky pretekajúceho elektrického prúdu. Ak chceme dosiahnuť dlhú životnosť LED, nie je vhodné ich prevádzkovať pri maximálnom prúdovom

zaťaženie. Ostatné vplyvy na životnosť LED sú napríklad mechanické vplyvy ako tlak alebo ťažná sila, ktoré zvyšujú mechanické napätia v dióde emitujúcej svetlo. Tieto vplyvy, ako aj vplyv vibrácií alebo otrasy môžu viesť k totálnemu výpadku diódy.

Takisto infračervené žiarenie znamená vždy dodatočný ohrev zdroja, čím je možné prekročenie teplotného rozsahu, pri ktorom LED je schopná svietiť. Ultrafialové žiarenie je taktiež nevhodný vplyv pre kvalitu žiarenia vystupujúceho z LED, keďže je bohaté na energiu, a má za následok zakalenie živcového krytu. Podobne ako pôsobením IR a UV žiarenia, dochádza pri kontakte LED s chemickými plynmi k zníženiu jej životnosti. Závisiac od použitého materiálu sa môže životnosť pri prevádzke v prostredí s vysokou vlhkosťou a teplotou drasticky skrátiť. V tabuľke 2 sú uvedené rôzne príklady dĺžky životností v závislosti od prevádzkových podmienok LED. [1]

| Prevádzkové podmienky | Životnosť (hod.) |
|--|------------------|
| Prevádzka pri teplotnom maxime okolia s maximálne prípustným el. prúdom v prípustnom smere | 3000 |
| Prevádzka v automobiloch | 7000 |
| Prevádzka pri normálnej teplote okolia s 80% max. prípustného el. prúdu v prípustnom | 10 000 |
| Prevádzka pri normálnej teplote okolia s 50% max. prípustného el. prúdu v prípustnom | 100 000 |

• Tabuľka 2: Príklady životnosti LED [1]

2. Svetelné zdroje na osvetľovanie komunikácií

Pre osvetľovanie motorizovaných, alebo nemotorizovaných komunikácií, ku ktorým patria napríklad chodníky a pešie zóny platia najmä normy STN EN 13201-1, STN EN 13201-2, STN EN 13201-3 a STN EN 13201-4. V týchto normách nie je exaktne určené, aký zdroj sa má na osvetľovanie využívať. V normách sú okrem iného predpísané svetelnotechnické parametre (najmä jasy) vozovky, triedy osvetlenia, ako aj svietivosť, index oslnenia a iné.

Na osvetlenie komunikácií sa využívajú najmä vysokotlakové sodíkové výbojky. Vysokotlakové sodíkové výbojky majú životnosť až do 32 000 hodín, vysoký memný výkon 60-130 lm/W, avšak ich farebné podanie je nízke. Boli vyvinuté aj sodíkové výbojky s dobrým podaním farieb. (Ra=30-80). Na osvetľovanie komunikácií sa využívajú i ortuťové výbojky, ktoré sa vyznačujú pomerne zlým farebným podaním, (Ra=40-60), životnosťou 8-12 000 hodín a memným výkonom 40-60 lm/W. Vhodný svetelný zdroj pre verejné osvetlenie je aj halogenidová vysokotlaková výbojka, ktorá má lepšie farebné podanie ako sodíková vysokotlaková výbojka. Lepšie farebné podanie spôsobujú prímеси (vzácne zeminy a halogenidy kovov) v horáku.

Na osvetlenie komunikácií je možné použiť aj žiarivky, či kompaktné žiarivky. Svetelný tok svietidiel s týmito svetelnými zdrojmi avšak nie je dostatočný na osvetľovanie motoristických komunikácií. Takéto svetelné zdroje je preto lepšie využiť na osvetľovanie parkov, alebo peších zón.

Niektoré komunikácie sú osvetľované aj nízkotlakými sodíkovými výbojkami, ktoré majú memný výkon až: 200 lm/W, avšak pre ich nevyhovujúce farebné podanie je ich nasadzovanie vo verejnom osvetlení tam, kde potrebujeme rozoznávať farby nie je vhodné. Preto sa tieto zdroje používajú len vo výnimočných prípadoch (diaľničné obchvaty a pod.)

V tabuľke číslo 3 vidíme porovnanie niektorých vysokotlakových výbojových zdrojov s LED.

| typ svetelného zdroja | LED | Otrúťová vysokotlaková výbojka | Sodíková vysokotlaková výbojka | Halogenidová vysokotlaková výbojka |
|----------------------------|----------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| index farebného podania Ra | 80-100 | 40-60 | 30-80 | ca. 80 |
| svetelný tok (lm) | 13-115 | 1800-5400 | 2000-130 000 | 2400-3200 |
| príkion (W) | 0,02-5 | 50-1000 | 35-1000 | 35-3500 |
| memný výkon (lm/W) | 20-60 | 40-75 | 60-130 | 70-100 |
| životnosť (h) | > 50 000 | 8-12 000 | do 32 000 | do 20 000 |

• Tabuľka 3: Porovnanie vysokotlaková sodíková, ortuťová a halogenidová výbojka a LED

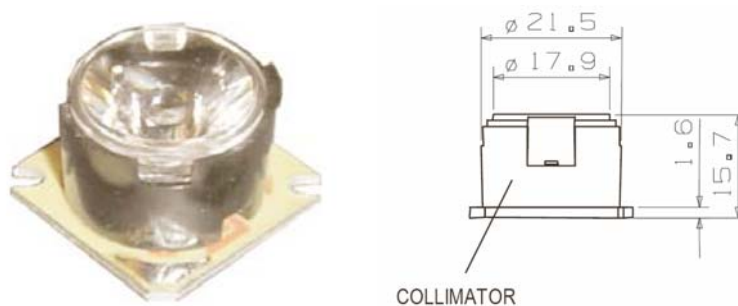
3. LED svietidlo a svietidlo s vysokotlakovou sodíkovou výbojkou

Pri výbere svietidiel pre osvetľovanie komunikácií sa berie do úvahy viacero faktorov, sú to svetelnotechnické, ekonomické ako aj montážne faktory. V neposlednom rade sem patrí aj vzhľadová požiadavka vyhotovenia, čiže je rozhodujúce miesto, kde budú svietidlá aplikované (historické centrum, diaľnica). Použité svietidlá by nemali

oslňovať účastníkov cestnej premávky. Niektoré významné svetelnotechnické vlastnosti svietidiel sú: krivky svietivosti, svietivosť a merný výkon, pričom maximálna tesnosť optickej časti svietidla zabezpečí vysoký merný výkon.

Z ekonomického hľadiska je veľmi dôležitá životnosť svietidla, pričom je potrebné brať do úvahy všetky elektrické (svetelný zdroj, predradník, tlmivka, štartér) ale i neelektrické časti (kryt svietidla, optický systém) svietidla. Od krytia svietidla, označuje sa IP XX (číslo) sa odvíja životnosť svietidla. Pri výbere svietidla na osvetľovanie je dôležitým faktorom krivka svietivosti, pretože určuje rozostupy svetelných miest a teda na jej základe okrem iného môžeme určiť aj spôsob inštalácie stožiarov. Pre zmenu tvaru krivky svietidiel sa využíva vo svietidlách nastaviteľná optika. Optické zariadenie je vhodné uplatniť vo svietidlách pre čo najlepšie využitie svetelného toku.

Ak chceme využívať LED svietidlá v praxi je vhodné porovnať vlastnosti LED a sodíkového svietidla a vhodnosť využitia zostrojením takéhoto LED svietidla. Na základe svietidla, ktoré vyrába firma Elektrosvit Svatobořice a.s. (svietidlo typu 444 19 70) [2] ktoré je určené pre osvetlenie ciest, ulíc, peších zón, parkov a iných verejných priestranstiev bolo vyhotovené LED svietidlo. V svietidle (v ďalšom texte označované ako Na svietidlo) bol ako svetelný zdroj použitá 70 Wattová vysokotlaková sodíková výbojka VIALOX NAV-E SUPER, ktorej svetelný tok 5600 lm je od výrobcu uvádzaný pri mernom výkone 80 lm/W. [3] Životnosť tejto výbojky je 28 000 hodín. Pokles svetelného toku po 16 000 hodinách horenia je 20%. Ako svetelný zdroj pre LED svietidlo boli využité LED diódy firmy Luxeon, Star I/O NW E8. [4] Tieto diódy boli zvolené pre ich vynikajúce vlastnosti. Ich životnosť je podľa výrobcu až 100 000 hodín. Ďalšie technické parametre LED a sodíkovej výbojky sú uvedené na web stránke výrobcov. Na obr. 3 vidíme vyobrazenie použitých LED diód.



• Obrázok 3: LED Luxeon Star I/O NW E8 [4]

Pre osvetľovanie bola zvolená komunikácia, ktorej jazdný pruh bol šírky 3,25 metra, osvetľovacia sústava bola párová, rozstupy medzi stožiarmi výšky osem metrov boli 25 metrov.

Pomocou kriviek svietivosti svietidla s vysokotlakovou sodíkovou výbojkou bol v programe Excel určený počet LED, potrebných pre dosiahnutie hodnôt svietivosti nami zvoleného konvencionálneho vysokotlakového svietidla. Keďže pre osvetľovanie komunikácií sa využívajú najmä krivky svietivosti v rovine C0 (rovina v smere jazdy dopravného prostriedku) a v rovine C90 (v smere kolmom na smer jazdy), boli pri daných výpočtoch využité tieto dve fotometrické roviny. Počet potrebných LED diód na vykreslenie kriviek svietivosti v rovinách C0 a C90 bolo 130 kusov. Výsledný svetelný tok týchto LED diód bol 5850 lm, čo bolo v porovnaní s výbojovým svietidlom o 260 lm viac. Tieto LED diódy by spotrebovali 130 W. Sodíkové svietidlo by, i keď pri niečo nižšom ale postačujúcom svetelnom toku spotrebovalo 70 W. Sodíkové svietidlo osvetľovalo i priestor mimo komunikácie, preto ako druhý variant LED svietidla bolo navrhnuté ďalšie svietidlo, ktoré by efektívnejšie osvetľovalo komunikáciu. Na toto LED svietidlo bolo použitých 104 kusov diód, čo znamená zníženie spotrebovaného výkonu o 26 W. Toto navrhnuté svietidlo pozostávajúce zo 104 LED by mohlo byť konštrukčne vyhotovené napríklad z ôsmich radov LED diód, (pre vytvorenie krivky svietivosti v rovine C90) a z 11 radov (pre vytvorenie krivky v rovine C0).

3.1 Porovnanie vlastností LED svietidla a svietidla s vysokotlakovou sodíkovou výbojkou

V tabuľke 4 vidíme porovnanie svetelnotechnických vlastností nami zvolených LED a sodíkovej vysokotlakovej výbojky.

| | Svetelný zdroj (označenie) | Životnosť (hodiny) | Spotreba (W) | Merný výkon (lm/W) | Svetelný tok (lm) | Farebné podanie (Ra) |
|-----|----------------------------|--------------------|--------------|--------------------|-------------------|----------------------|
| LED | Luxeon Star I/O NW E8 | 100 000 | 130/104 | 45 | 5850/4680 | 90 |
| Na | VIALOX NAV-E SUPER | 28 000 | 70 | 80 | 5600 | 80 |

• Tabuľka 4: Porovnanie LED a vysokotlaková sodíková výbojka

Z tabuľky 4 vidíme, že životnosť nami zvolených LED je 100 000 hodín svietenia. Životnosť takéhoto LED svietidla, ak by sa použili nami zvolené LED, je o 72 000 hodín dlhšia oproti svietidlu s vysokotlakovou sodíkovou výbojkou, čo je približne osem rokov nepretržitého svietenia. Merný výkon 45 lm/W je pri sodíkovej výbojke takmer o polovicu vyšší ako je to u LED, pričom lepšie farebné podanie majú diódy. Spotreba el. energie sodíkovej výbojky, pri pomerne rovnakom svetelnom toku je 1,4 krát nižšia, teda o 48,5% voči elektroluminiscenčným diódam.

V nasledujúcej tabuľke 5 je uvedený výpočet nákladov pri prevádzke svietidla s LED a so sodíkovým svetelným zdrojom.

| Svetelný zdroj | Cena za jeden kus (SKK) | Počet kusov | Cena za všetky kusy (SKK) | Spotreba el.energie (kW/h) | Cena za spotrebu el.energie (SKK) (1 kW/h= 2,50 SKK) | Cena za spotrebu el.energie za rok prevádzky (SKK) | Náklady na rok prevádzky (SKK) |
|----------------|-------------------------|-------------|---------------------------|----------------------------|--|--|--------------------------------|
| LED | 112 | 104 | 11648 | 0,104 | 0,26 | 1040 | 12688 |
| Na | 400 | 1 | 400 | 0,07 | 0,175 | 700 | 1100 |

• Tabuľka 5: Náklady na prevádzku svetelných zdrojov

V tabuľke 5 sú uvedené finančné náklady na prevádzku oboch svetelných zdrojov. Pri výpočte finančných nákladov neboli započítané náklady na svietidlá. Cena nami zvoleného svietidla na osvetľovanie komunikácií (napr. svietidlo od firmy Elektrosvit Svatobořice), je v rozmedzí 2500 až 4000 SKK v závislosti od počtu zakúpených kusov. Pre LED nie je možné určiť cenu LED svietidla, keďže sa jedná len o návrh a takéto svietidlo nebolo ešte zhotovené. Do kalkulácie sa nezapočítala ani cena tlmivky a štartéra, u LED nie je zahrnutá cena za predradný odpor.

Z tabuľky 5 vidíme, že náklady na rok prevádzky (4000 hodín svietenia), sú pri LED 11 krát vyššie. Treba však uviesť, že cena jedného kusu LED bola určená na základe informácií z internetu (3,5 USD), cena podľa všetkého pri vyššom odbere diód je nižšia ako 112 SKK.

Sodíková vysokotlaková výbojka má kratšiu životnosť a za prevádzky 104 kusov LED by musela byť vykonaná výmena tohto zdroja, boli by použité tri kusy sodíkových výbojok. Ak vezmeme do úvahy, že cena všetkých troch kusov je približne 1200 SKK a cena za údržbu tohto svietidla je ca. 700 SKK, mesto, alebo obec by teda približne vynaložili 3300 SKK.

Ak porovnáme cenu všetkých 104 kusov LED a ich spotrebu s financiami vynaloženými na prevádzku a spotrebu el. energie sodíkoveho svietidla, tak zistíme, že je v dnešnej dobe na osvetlenie komunikácií cenovo výhodnejšie aplikovať sodíkové vysokotlakové výbojky.

Záver

V oblasti svetelnej techniky dochádza k neustálemu vývoju a k zlepšovaniu vlastností svetelných zdrojov. Za posledných päťdesiat rokov došlo k veľkému zlepšeniu vlastností LED diód. V dnešnej dobe sa vďaka výborným vlastnostiam týchto polovodičových zdrojov zlepšujú možnosti technikov, dizajnérov a výrobcov pre ich väčšie nasadenie v praxi.

Je vhodné spomenúť, že množstvo produkovaných LED na svete stále rastie, ako je to vidieť v tabuľke 6.

| Rok | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Objem predaných LED (v mil. USD) | 85 | 129 | 197 | 282 | 386 | 522 |

• Tabuľka 6: Ukazovateľ predaja LED diód, predpoklad rastu trhu [5]

Ako vidíme v USA sa každoročne predá okolo 100 miliónov kusov viac oproti predošlému roku. Môžeme povedať, že s narastajúcou produkciou bude narastať i počet výrobcov a teda bude klesať cena LED diód na trhu. Po vyriešení hlavného problému, ktorým je pomer ceny k svetelnému toku vyžiareného z LED sa v najbližších 15-tich rokoch uvažuje ich rozšírenejšie uplatnenie najmä v osvetľovaní interiérov a exteriérov.

Literatúra a odkazy

- [1] GEMMER,W.: *Light emitting diodes*. In: Handbuch für Beleuchtung. Horst Lange, 5.Auflage, 2005. I - 6.13.1 – I – 6.13.8. ISBN 3-609-75390-0.
- [2] Elektrosvit Svatobořice, a.s., *Product catalogue*. [online]. Dostupné na internete: <<http://www.elektrosvit.cz>>.
- [3] Osram GmbH., *Product catalogue*. [online]. Dostupné na internete: <<http://www.osram.com>>.
- [4] Lumileds lighting company., *Product catalogue*. [online]. Dostupné na internete: <<http://www.luxeon.com>>.
- [5] CORSARO, K.: *Vývoj LED diod od užití v signalizaci k osvětlení ve meste P*. In: Kurz osvětlovací techniky XXIV. Osvětlování v prostředí nově zaváděných norem a předpisů : Kouty nad Desnou. Česká Republika, 2004.s.28-31. ISBN 80-248-0935-4.

Optimalizace napájecích systémů osvětlovacích soustav tunelů

Jaroslav Doležal, Erick Vincent Mgaya, Zdeněk Müller, Tomáš Sýkora, Jan Švec, Josef Tlustý

ČVUT v Praze, Fakulta elektrotechnická

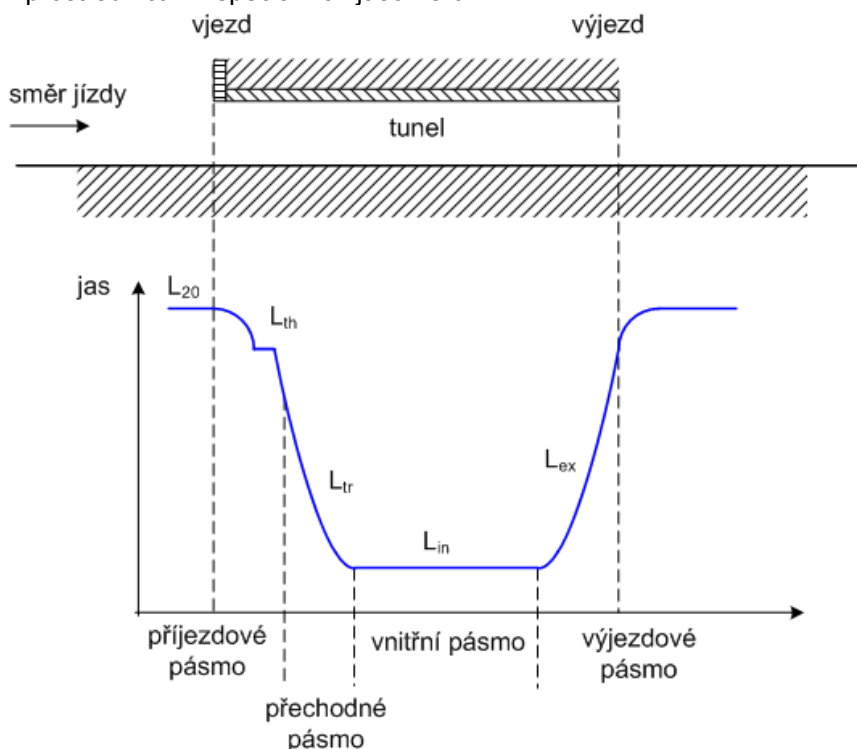
Katedra elektroenergetiky

<http://k315.feld.cvut.cz/>, tlusty@fel.cvut.cz

Úvod

Jedním z největších problémů ve velkých městech je v současnosti doprava. Snaha oddělit silniční automobilovou dopravu od chodců z důvodu větší bezpečnosti provozu, rychlejší dopravní obsluhy a snížení vlivu hluku a škodlivých exhalací se může řešit zapuštěním komunikace pod zem. Toto řešení lze využít v kopcovitém terénu, v husté zástavbě a zvláště v místech, kde je nutno zachovat vzhled městského osídlení. Silniční městský tunel má některá specifika rozdílná od tunelu vlakového a liší se především svým technologickým zázemím, které musí zabezpečit především dobré větrání tunelových prostorů od výfukových spalin a bezpečnost dopravy vzhledem k prostorům s malými únikovými možnostmi. Nejvýznamnějším faktorem, který výrazně zvyšuje bezpečnost dopravy je osvětlení jízdních tunelových prostorů.

Intenzita umělého osvětlení v tunelu nebo dlouhém podjezdu nemůže být nikdy taková, jako za denního světla, a proto se každý nesprávně osvětlený tunel zdá být tmavý. Intenzita osvětlení na denním světle je přibližně 10 000 – 100 000 lx a řidičův zrak je adaptován na toto osvětlení, při vjezdu do relativně tmavého tunelu se zrak nestačí dostatečně rychle přizpůsobit malé intenzitě osvětlení a řidič v prvních sekundách jízdy nedokáže rozpoznat ani značné kontrasty, může tedy přehlédnout překážku. Rychlost adaptace lidského oka souvisí i s rychlostí vozidla, které vjíždí do tunelu. Podobný problém (ne však tak závažný) je na opačném konci tunelu. V současné době nelze technicky ani ekonomicky dosáhnout uvnitř tunelu umělým osvětlením stejných hladin jasu povrchu vozovky, jaké vytváří přírodní světlo na vozovce před nebo za tunelem. Proto je nutné na začátku tunelu (příjezdové a přechodné pásmo) zajistit automatickou regulaci umělého osvětlení prostřednictvím speciálních jasoměrů.



➤ obrázek 1 : Typický průběh jasu v podélné ose tunelu

Elektrozařízení dlouhých tunelů lze rozdělit podle druhu určení na:

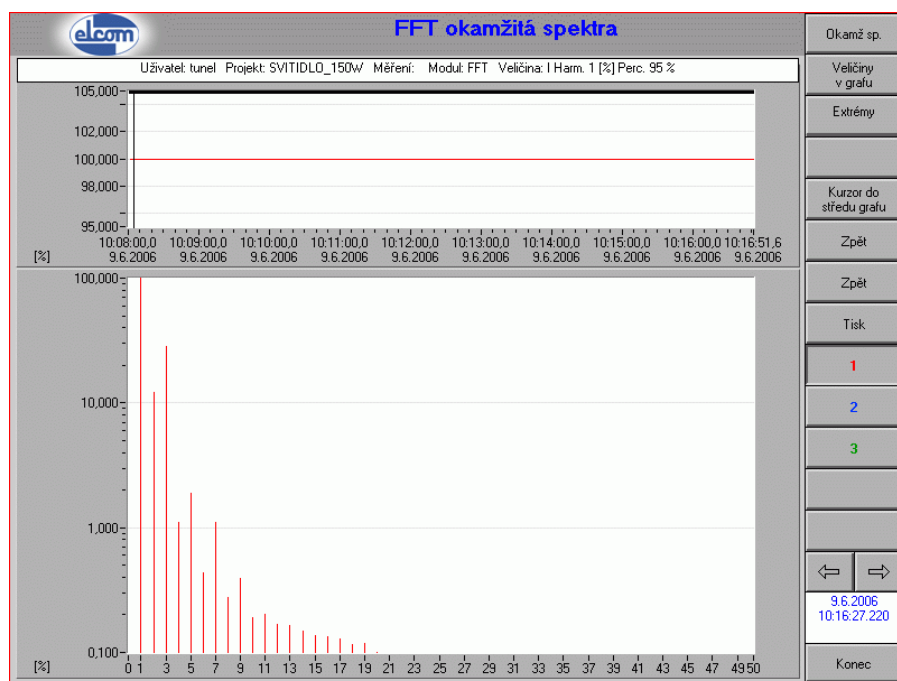
- rozvaděče napájení pohonů ventilátorů,
- rozvaděče akomodačního osvětlení,
- rozvaděče průjezdního osvětlení,
- rozvaděče nouzového osvětlení tunelů,
- rozvaděče UPS bezvýpadkového napájení.

Základní princip silnoproudých napájecích rozvodů je pro uvedené rozvaděče shodný, jde o oboustranný zások při výpadku (nebo vypnutí) napájecího přívodu z trasy vlastní tunelové trouby přívodem z druhé rozvodny v tunelové propojce, neboli o zások odpovídajícího přívodu z druhé TT. Tím je dána priorita hlavního přívodu před zásokem z druhé strany. Obvodově musí být zások řešen tak, aby fungoval i při poruchách podstanic technologického PLC nebo komunikace. Dimenzování kabeláže a jisticích a spínacích prvků musí být navrženo s ohledem na součet výkonů obou stran. Způsob vedení kabeláží je různý podle přenášeného výkonu.

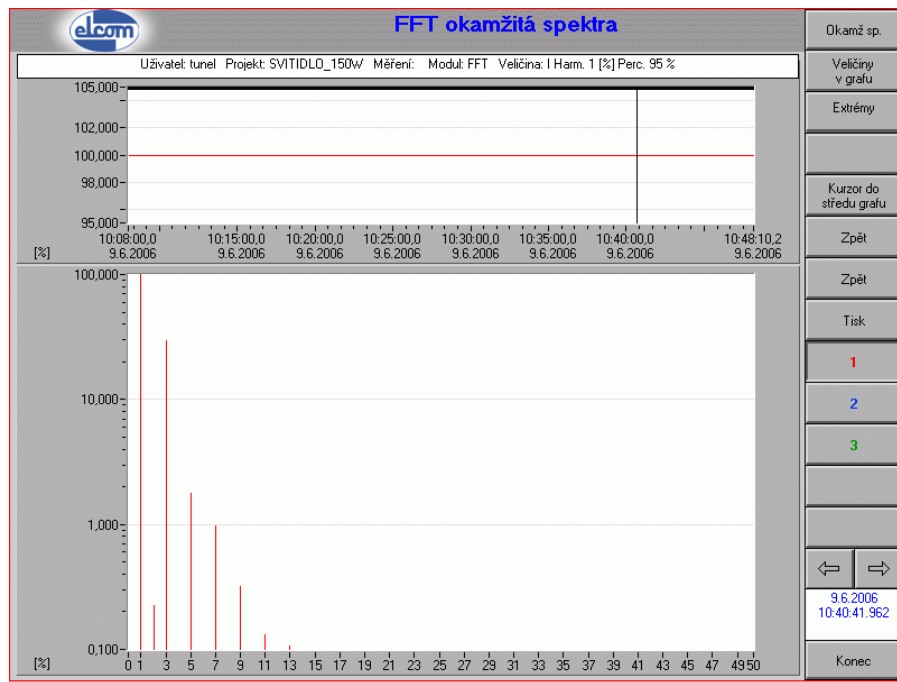
Součástí silnoproudých rozvodů tunelu je napájení vzduchotechnických proudových ventilátorů a ventilátorů tunelových propojek a také pracovních třífázových zásuvek instalovaných v tunelu v blízkosti TP.

Laboratorní měření svítidel

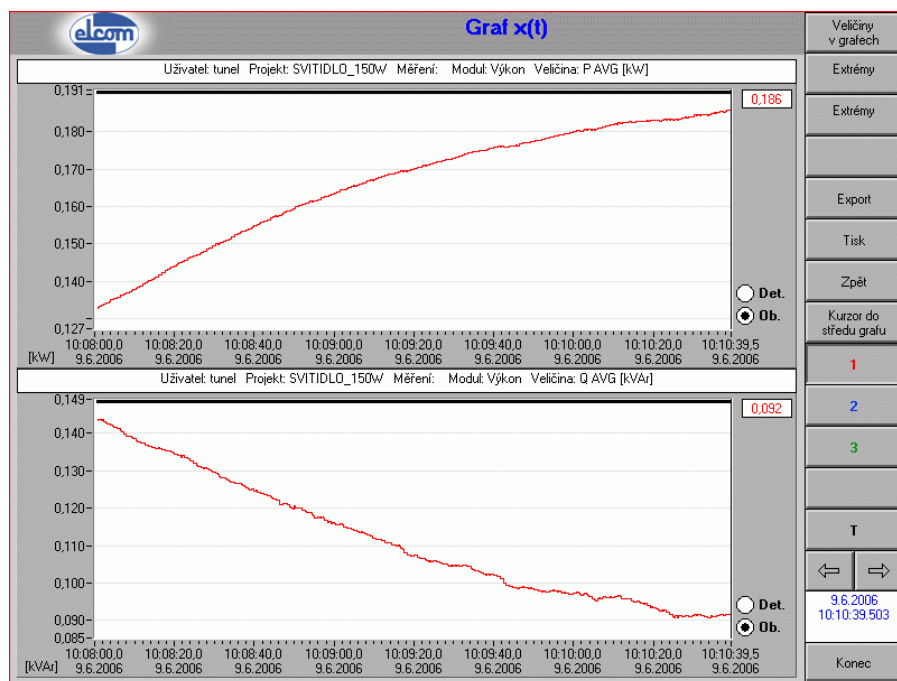
Používaná svítidla s výbojkovými zdroji v tunelech vykazují zejména při svém náběhu silné nelinearity. Tyto anomálie podporují vznik některých přechodných jevů v elektrických sítích, které mohou vyústit v kolísání či poklesy napájecího napětí. Probíhající děje významně ovlivňují okamžité světelné technické parametry svítidel. V laboratořích Katedry elektroenergetiky ČVUT – FEL byly provedeny zkoušky mapující některé význačné parametry svítidel se zdroji o výkonu 150 W a 400 W. Výstupy těchto měření jsou graficky znázorněny na obrázcích.



➤ Obrázek 2 FFT analýza proudu svítidla při náběhu – svítidlo 150 W

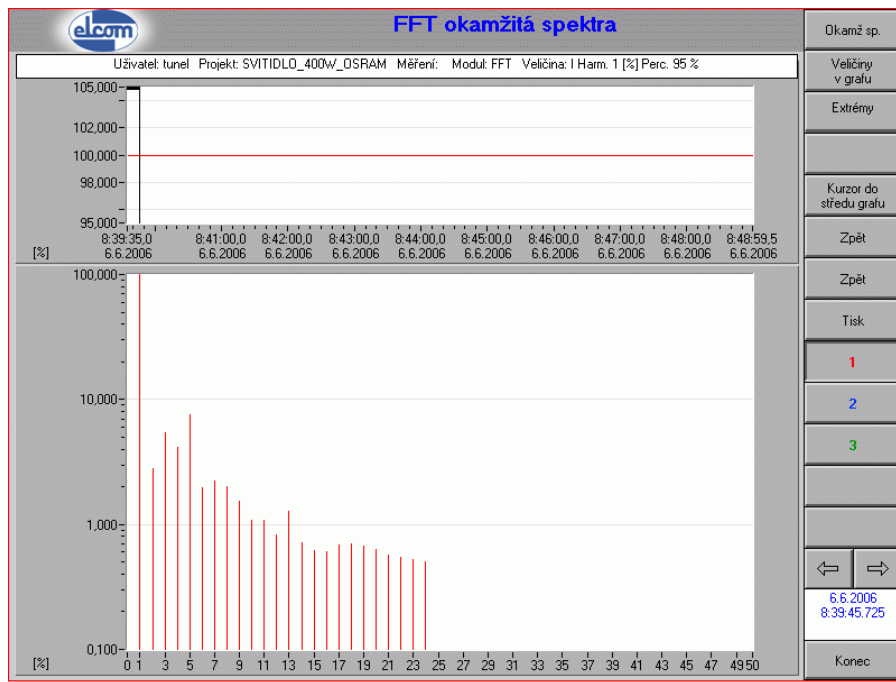


➤ Obrázek 3 FFT analýza proudu svítidla po zahoření - svítidlo 150 W

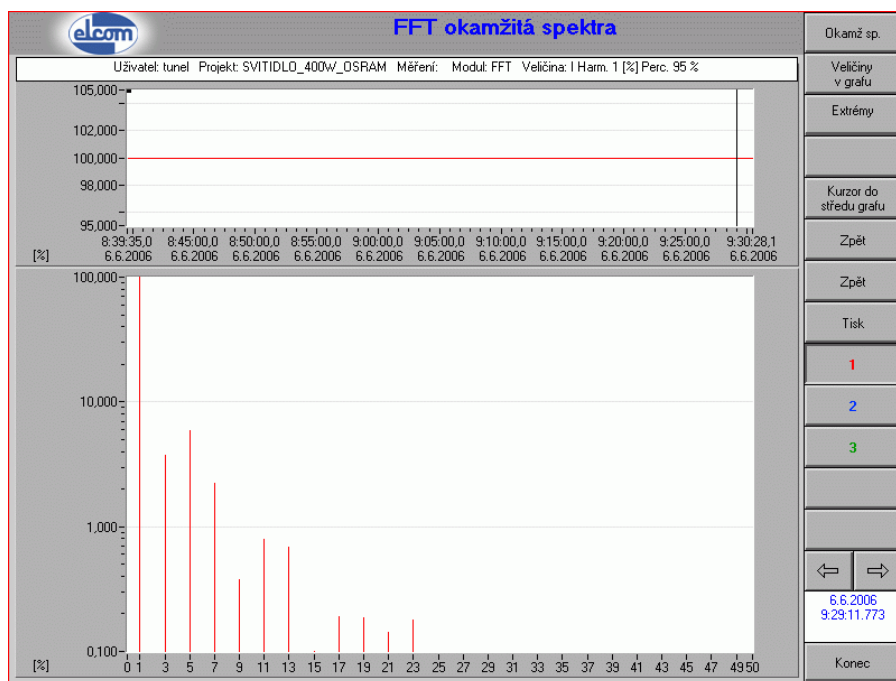


➤ Obrázek 4 Činný a jalový výkon svítidla 150 W

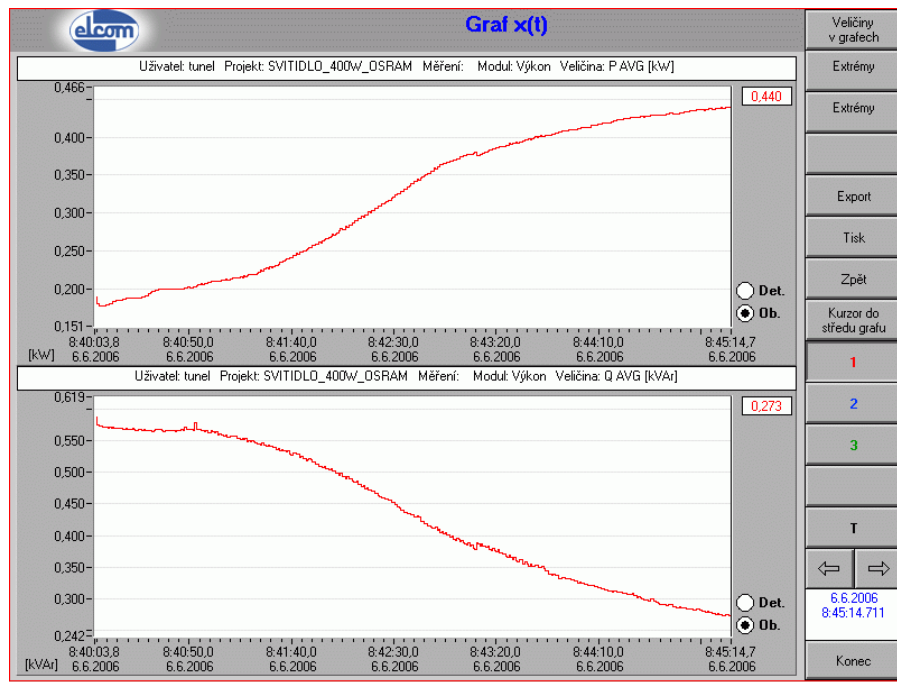
Na obrázcích číslo 2 a 3 jsou naměřená spektra proudu svítidla se zdrojem 150 W. Při srovnání těchto grafů je zřejmý vliv vyšších harmonických. Na obrázku číslo 4 jsou znázorněny průběhy činného a jalového výkonu v čase. Z grafu je dle předpokladů patrný průběh zahořívání svítidla.



➤ Obrázek 5 FFT analýza proudu svítidla při náběhu – svítidlo 400 W



➤ Obrázek 6 FFT analýza proudu svítidla po zahoření – svítidlo 400 W



➤ Obrázek 7 Činný a jalový výkon svítidla 400 W

Na obrázcích číslo 5 a 6 jsou naměřená spektra proudu svítidla se zdrojem 400 W. V tomto případě je vliv vyšších harmonických ještě zřejmější než u svítidla 150 W. Lze předpokládat, že tento rozdíl je způsoben i integrovanými předřadníky. Průběhy činného a jalového výkonu v čase jsou na obrázku číslo 7, zde je patrný silně indukční charakter při náběhu svítidla.

Problémy napájecích systémů dlouhých tunelů

Při uvádění do provozu silničního tunelu Selapın v Turecku v oblasti Izmiru se objevily anomálie při zapínání osvětlení tunelu. Tunel byl napájen vedením vn v celé délce a po cca 0,5 km úsecích byly zřízeny rozvodny nn s transformátory vn/nn o výkonu cca 100 kVA. V okamžiku startu svítidel docházelo k ferorezonanci systému. Celý napájecí systém byl matematicky modelován a optimalizován, aby se vyloučily negativní jevy. Systém byl pojat jako nelineární dynamický.

Krása fyziky bývá často spojována s jejími jednoduchými základními principy i zákony. Průzračnost a formální jednoduchost hamiltonovské mechaniky nebo Maxwellových rovnic budí v každém z nás respekt. Nelineární fyzikální procesy, které se v současnosti intenzivně studují, do této jednoduchosti zdánlivě nezapadají. Typickým příkladem nelineárních procesů je ferorezonance. Lze však říci, že teprve v poslední době se podařilo lépe porozumět principu ferorezonance a obecně i chaosu. Především se ukázalo, že chaotické chování je vlastní i jednoduchým soustavám a rozhodně nevyžaduje velký počet stupňů volnosti, jak se donedávna předpokládalo. Není správné chápat statistiku či chaos jen jako základní nástroj tam, kde nejsme schopni řešit deterministické rovnice, vznik chaosu považujeme za jeden ze základních principů.

Dále se ukazuje, a to je snad ještě zajímavější, že chaos lze modelovat pomocí neobyčejně jednoduchých transformací, či řešením jednoduchých nelineárních rovnic. Tím se vlastně opět přibližujeme k odvěké snaze vědy hledat v přírodních zákonitostech jednoduchost a eleganci. Je jistě pozoruhodné, že iterační rovnice představující diskrétní dynamické systémy závislé na parametru mají jisté univerzální vlastnosti. Ty spočívají v tom, že pro určité hodnoty parametrů rovnic nekonvergují postupně iterace k očekávané hodnotě, ale chaoticky oscilují. Tato vlastnost však nezávisí ani na přesnosti numerické analýzy, ale ani na tvaru výchozí rovnice, jev má charakter dynamického stavu rovnováhy a tento stav chápeme nezávisle na fyzikálním obsahu. Na četných příkladech bylo prokázáno, že chaos se může vyskytnout téměř ve všech typech nelineárních systémů s dvěma a více stupni volnosti. Z hlediska matematického je u všech takovýchto systémů po uplynutí dostatečně dlouhé doby jejich chování nepředpověditelné.

Historicky byl chaos nejdříve studován v nelineárních hamiltonovských systémech modelujících problémy nebeské mechaniky. Teprve později se přešlo ke studiu chaosu v disipativních systémech, tj. systémech, jejichž dynamiku již nelze popsat hamiltoniánem.

Teorie dynamických systémů (tzv. kvalitativní dynamika) studuje kvalitativní vlastnosti řešení obyčejných diferenciálních rovnic a jejich soustav.

Budeme uvažovat například následující soustavu

$$\frac{dx_i}{dt} = f_i(x_1, x_2, \dots, x_n), i = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

kde f_i jsou reálné funkce n reálných proměnných. Tuto soustavu je možné zapsat jako jedinou vektorovou diferenciální rovnici.

Rozlišujeme tři základní typy dynamických systémů

$$\dot{x} = f(x), \quad (2)$$

Z nezávislosti rovnice (2) na čase a z jednoznačnosti závislosti řešení na počátečních podmínkách vyplývá, že každým bodem $x \in \mathbb{R}^n$ prochází jediná trajektorie rovnice (2).

Klasifikace trajektorií

Stacionární:

Nyní věnujme pozornost klasifikaci trajektorií soustavy (2). Nechť pro bod $x_0 \in \mathbb{R}^n$ platí $f(x_0) = 0$. Takový bod x_0 nazýváme rovnovážným stavem soustavy (2), popř. rovnovážným stavem vektorového pole f . O takovémto x_0 často hovoříme jako o kritickém bodu. Bod $x_0 \in \mathbb{R}^n$, pro který platí $\varphi(t, x_0) \equiv x_0$ pro všechna $t \in \mathbb{R}^1$, nazýváme pevným bodem toku φ . Trajektorie řešení $x(t) = \varphi(t, x_0) \equiv x_0$ pro všechna $t \in \mathbb{R}^1$ je jednobodová. Časově neproměnná řešení nazýváme stacionárními řešeními.

Periodické:

Nechť existuje $\omega > 0$ tak, že $\varphi(\omega, x_0) = x_0$ a pro všechna $t \in (0, \omega)$ je $\varphi(t, x_0) \neq x_0$. Příslušná orbita $\gamma(x_0)$ prochází bodem x_0 je prostou uzavřenou křivkou a platí $\varphi(\omega, x_0) = \gamma(x_0)$. Je-li dynamický systém ve stavu, který odpovídá bodu na uzavřené trajektorii ve fázovém prostoru, jeho další chování je periodické.

Kvaziperiodické:

Nic nebrání tomu považovat periodickou orbitu systému se spojitým časem za kružnici. Pohyb na ní lze popsat vztahem $q(t) = q(0) + \omega t \pmod{2\pi}$, kde q je kruhová souřadnice a $\omega = 2\pi/T$ (T je perioda pohybu). Periodická orbita modeluje chování jednoduchého oscilátoru. Pokud jde o chování k nezávislých oscilátorů (žádná celočíselná kombinace jejich frekvencí nemůže být rovna nule), je popsáno vztahy $q_i(t) = q_i(0) + \omega_i t \pmod{2\pi}$, $i = 1, 2, \dots, k$. Geometrickým obrazem takového chování je součin k kružnic, tedy k -dimenzionální anuloid (torus) T_k . O asymptotickém chování takového dynamického systému pak hovoříme jako o kvaziperiodickém.

Fyzikálně se interpretují kritické body a uzavřené orbity jako ustálené režimy systému.

Aperiodické:

Nechť $\varphi^t(x_0) \neq x_0$ pro všechna $t \in \mathbb{R}^1$. O chování takovéto trajektorie nelze obecně nic říci.

Atraktor

Mějme dānu uzavřenou invariantní množinu A . Množinu A nazveme atraktorem, jestliže existuje otevřenā množina $U \supset A$ takovā, že pro každý bod $x \in U$ platí $\rho(\varphi_x(t), A) \rightarrow 0$ pro $t \rightarrow \infty$. Množinu U nazveme

oblastí přitažlivosti atraktoru A . Pro atraktory typu bod, uzavřenā křivka a anuloid, je příznačné, že systémy s těmito atraktory nejsou citlivé na počáteční podmínky. Změníme-li jen velmi málo počáteční podmínky řešení systému (2) s uvedenými atraktory, změní se jen velmi málo nalezené řešení. Avšak již při numerických experimentech s velice populárním systémem Lorenzových rovnic se setkáme s atraktorem, který vykazuje citlivou závislost na počátečních podmínkách. Jednou z možných cest charakterizace takového atraktoru vytvářejí Ljapunovy exponenty, pomocí nichž lze definovat vnitřní nestabilní (chaotickou) množinu.

Ljapunovy exponenty

Tyto exponenty vyjadřují asymptotické chování trajektorií, které leží v blízkosti sledované trajektorie. Stablní stacionární stav odpovídā pevnému bodu se všemi Ljapunovými exponenty zápornými. Stablní periodické chování asociovanē a atrahující periodickou trajektorií má jeden Ljapunovův exponent 0 a ostatní záporné. Chaotický atraktor je charakterizován alespoň jedním kladným Ljapunovým exponentem, neboť existence atrahujícího bodu a atrahující periodické trajektorie zahrnují v sobě nekladnost Ljapunovových exponentů. Dodejme, že může být charakterizován i tím, že invariantní množina příslušného Poincarého zobrazení má charakter Cantorovy množiny.

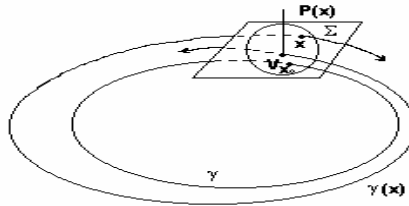
- Rovnovāžný bod, $\lambda_i < 0$, pro $i = 1, \dots, n$
- Periodické řešení, $\lambda_1 = 0$, $\lambda_i < 0$, pro $i = 2, \dots, n$
- Quasi-periodické řešení, (torus dva) $\lambda_1 = 0$, $\lambda_2 = 0$, $\lambda_i < 0$, pro $i = 3, \dots, n$

- K-torus, $\lambda_1 = \lambda_2 = \dots \lambda_k = 0, \lambda_i < 0$
pro $i=k+1, \dots, n$
- Chaotické řešení má nejméně jeden pozitivní λ_i

Poincarého zobrazení

Již v předchozí části jsme naznačili, že Poincarého zobrazení P je generováno tokem v okolí uzavřené trajektorie γ systému (2). Obecněji pak k -parametrického systému diferenciálních rovnic $\dot{x} = f(x, \varepsilon), x \in \mathbb{R}^n, \varepsilon \in \mathbb{R}^k$, kde ε je parametr. V případě tohoto systému předpokládáme, že pro jisté ε má systém periodické řešení.

Vedeme-li vhodně řez atraktorem Σ příslušného dynamického systému, pak z charakteru trajektorie O můžeme usoudit na geometrickou strukturu atraktoru.



➤ Obrázek 8 Poincarého zobrazení P na řezu Σ příslušné k uzavřené trajektorii γ v \mathbb{R}^3

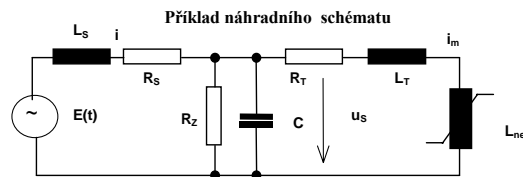
Výkonová spektra

Periodický děj s periodou T obsahuje ve spektru periodickou složku na frekvenci $f = \frac{1}{T}$ a jejích násobcích.

Hladina šumu je nulová nebo velice malá. Spektrum kvaziperiodické funkce je tvořené diskretními špičkami pro hodnoty frekvencí f_1, f_2, \dots, f_k a jejich lineární kombinace s celočíselnými koeficienty. Stochastický děj (chaotické chování trajektorie a tedy řady $\{x_{ij}\}$) je charakterizováno několika širokými špičkami na pozadí spojitého spektra, což indikuje přítomnost podivného atraktoru. Obsahuje-li spektrum periodické složky, je to důkazem fázové koherence všech blízkých trajektorií.

Pro případ napájení tunelu se jedná o typický paralelní ferorezonanční obvod.

Reálný obvod lze převést na jednofázové náhradní schéma s minimálním počtem prvků obr.8. V tomto schématu reprezentuje kapacitor C kabelové vedení, rezistor R_T rezistance primárního vinutí PTN a nelineární indukčnost L_{nel} vztah napětí a proudu transformátoru.



➤ Obrázek 9 Paralelní ferorezonanční obvod

Toto náhradní schéma je možno popsat následujícími rovnicemi:

$$i_m = f(\phi) = A\phi + B\phi^n \quad (3)$$

$$u_s = R_T i_m + L_T \frac{di_m}{dt} + \frac{d\phi}{dt} \quad (4)$$

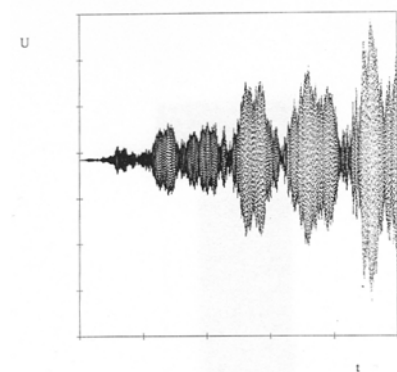
$$E(t) = R_s i + L_s \frac{di}{dt} + u_s \quad (5)$$

$$i = C \frac{du_s}{dt} + \frac{u_s}{R_z} + i_m \quad (6)$$

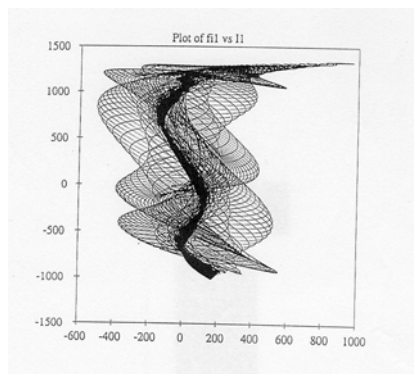
K řešení tohoto typu obvodu se obvykle používá metody kontinuity, která umožňuje získávat správné výsledky ve všech oblastech chování systému.

Výsledky simulací

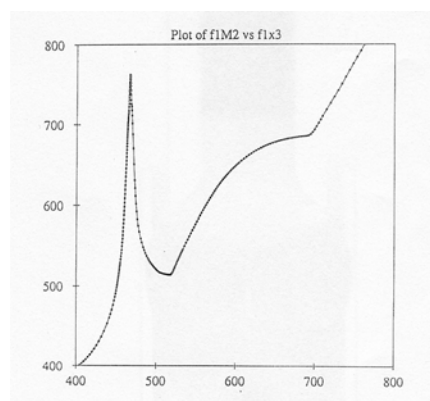
Simulace byly provedeny v softwaru EasyCom a Mathematica® 5.0. Software Mathematica je produkt firmy Wolfram Research, jde vlastně o programovací jazyk umožňující použití tří programovacích paradigmat (procedurální, funkcionální a pattern-oriented). V tomto programovacím jazyce byly vytvořeny vlastní autorské kódy umožňující řešení soustav nelineárních diferenciálních rovnic a generování příslušných atraktorů. Zdrojové kódy v systému Mathematica poskytnou autoři na požádání.



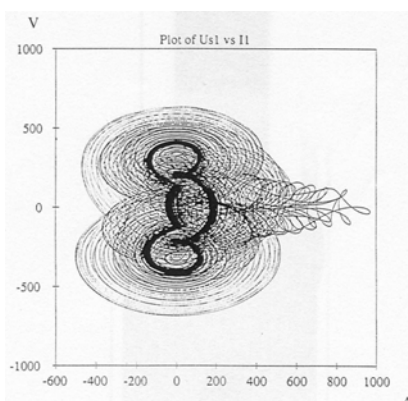
➤ Obrázek 10 Vznik ferorezonančního jevu



➤ Obrázek 11 Poincarého mapa $\Phi = f(I)$ pro zadané podmínky obvodu – kvaziperiodické řešení



➤ Obrázek 12 Poincarého mapa $\Phi = f(E)$ pro zadané podmínky obvodu – kvaziperiodické řešení



➤ Obrázek 13 Kvaziperiodické chování obvodu při zapnutí transformátoru po dobu 2 s. Závislost napětí U_{MAX} na proudu I_{MAX}

Závěr

Tento příspěvek si klade za cíl seznámit čtenáře s některými novými poznatky v oblasti osvětlování tunelů z hlediska napájecích systémů. Použití nových technologií ve výrobě nízkoztrátových transformátorů má kromě pozitivních aspektů i negativní důsledky. V našem případě se jedná o možný vznik ferorezonančních obvodů v přechodném stavu, který je způsoben kombinací těchto transformátorů s moderními světelnými zdroji. Toto je navíc paradoxně podpořeno použitím moderní kabeláže s nízkými ztrátami jak podélnými tak příčnými. Z hlediska nebezpečí ferorezonance je zapotřebí sledovat proces startu jednotlivých zdrojů, kdy zvláště u výbojových zdrojů je odběr činného výkonu malý a tedy i tlumení v obvodu je minimální. Rovněž je třeba si uvědomit vliv vyšších harmonických, které mohou vznik ferorezonance podpořit. U měřených zdrojů bylo prokázáno, že generované spektrum vyšších harmonických proudů při startu je mnohem nebezpečnější než v ustáleném stavu. Z měření provedených v laboratoři vyplynulo, že k ferorezonanci je obvod

náchylnější při použití zdrojů většího výkonu. Z těchto důvodů je při návrhu osvětlovacích soustav třeba vzít v úvahu nejen světelně-technické parametry, ale je zapotřebí výběr zdrojů optimalizovat i z hlediska elektroenergetického.

Závěry tohoto příspěvku jsou podepřeny jak laboratorními měřeními, tak rozsáhlými simulacemi na uvedených modelech. Uvedené závěry byly potvrzeny i měřeními v terénu.

Výzkum byl podpořen MŠMT (Výzkumný záměr MSM 6840770017).

Literatura a odkazy

- [1] Habel, J. a kol.: Světelná technika a osvětlování, FCC Public, Praha 1995.
- [2] Lind, M.G.J.; Dumont, G.A.; Dunford, W.G., et al. Analysis of a circuit exhibiting ferroresonance. In 2006 IEEE International Symposium on Circuits and Systems. Piscataway, NJ, USA: IEEE, 2006.
- [3] Du Zhi-ye; Ruan Jiang-jun; Wang Wei-gang, et al. Analysis of PT core loss effects on ferroresonance. In High Voltage Apparatus. China 2006.
- [4] Publikace CIE 88: Guide for lighting of road tunnels and underpasses, 1990.
- [5] Publikace CIE 61: Tunnel entrance lighting, 1984.

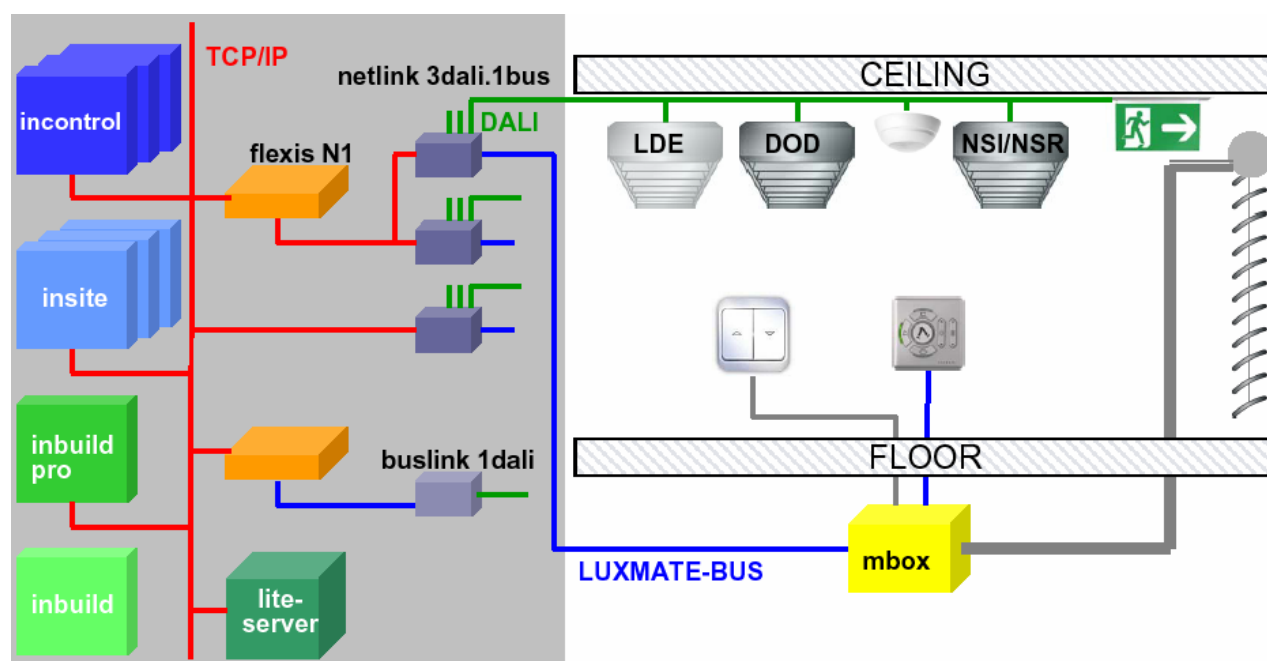
System DOD (Dimming on Demand) a jeho využití

Vacek Jan, Ing.

LUXPLAN s. r. o., www.luxplan.cz, vacek@luxplan.cz

System dimming on Demand je, jak už název napovídá, schopen stmívat na požádání. To však není jeho jedinou vlastností.

DOD je součástí systému LITENET, který je sofistikovaným řešením řízení budov. Na administrativní budovy jsou v dnešní době kladeny stále vyšší nároky. Je zřejmé, že tento trend bude i v budoucnosti rostoucího charakteru. Nároky jsou kladeny zejména ze strany developerských společností nejen na dynamičnost, ale také na přizpůsobení se flexibilně a ekonomicky novým požadavkům. Litenet flexis je schopen poskytnout technologii jejíž pomocí lze tohoto cíle dosáhnout.



obr. 1 - Litenet flexis – topologie

Funkce DOD a jejich výhody

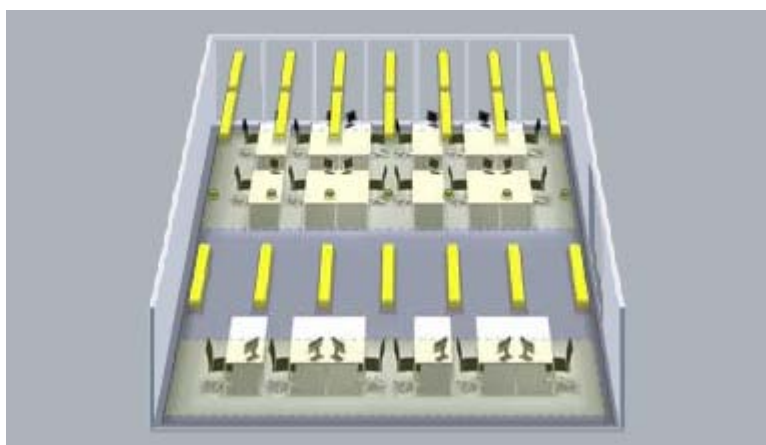
- Kompatibilita
- Plynulá regulace světelného toku
- Konfigurace
- Denní světlo
- Úspora energie

Kompatibilita

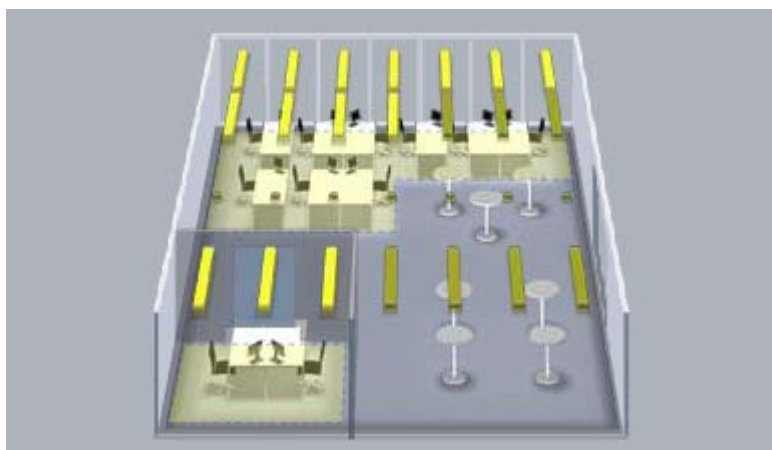
DOD svítidla jsou DALI kompatibilní. Všechna mohou být individuálně adresovatelná. Lze je rozřadit do jednotlivých skupin a při pozdější rekonfiguraci již není nutno zasahovat do stávající elektroinstalace. Dojde pouze k softwarovému přeadresování. Jsou schopny signalizovat stav jednotlivých svítidel a rozpoznat poruchu. Redukují infrastrukturu a náklady na údržbu.

Plynulá regulace světelného toku

Ve stádiu projektování nelze s jistotou určit zda a jaká svítidla je potřeba stmívat. DOD proto umožňuje vytvořit ze svítidel bez stmívání svítidla stmívatelná. Děje se tak pomocí licence, kterou je možno si kdykoliv dokoupit. Jedná se o softwarový zásah, není proto nutné zasahovat do stávající instalace. Tento prvek razantně zvyšuje flexibilitu osvětlovaného prostoru, jelikož dokáže pružně reagovat na dispoziční změny plochy.

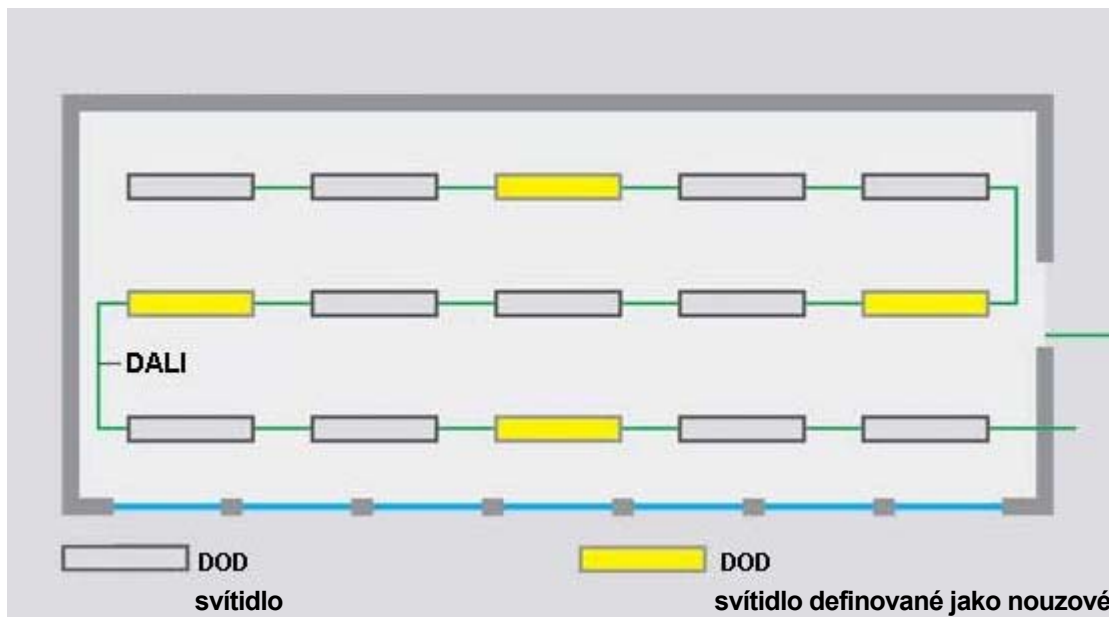


Obr. 2 a 3 – Ukázka flexibility



Konfigurace

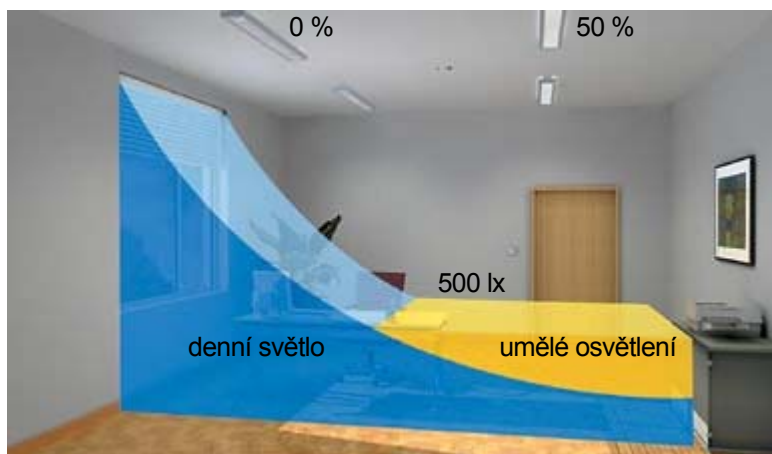
Při zhroutilí systému nebo výpadku napájení lze svítidlo využít pro nouzové osvětlení. Během poruchy je svítidlo nezávislé na centrálních řadičích. Tak se zvyšuje jeho provozní spolehlivost. Tím, že se může svítidlo definovat pro nouzový i běžný režim, klesají celkové náklady na osvětlení. Svítidlo je možné napojit jak na inverter, tak na skupinovú centrální baterii.



Obr.4 – Typická aplikace

Denní světlo

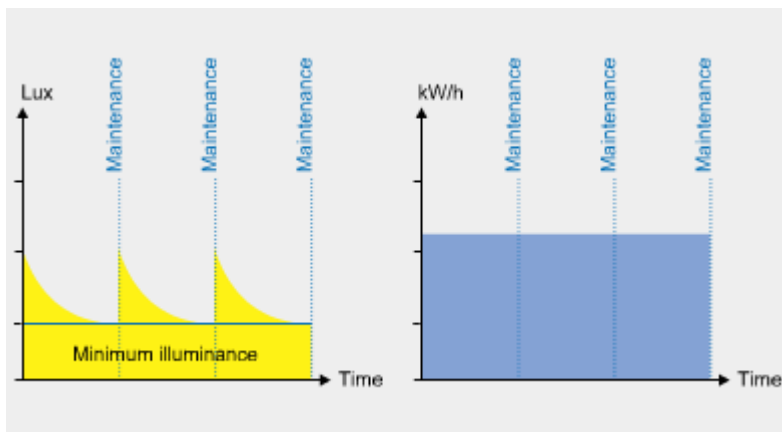
Každé DOD svítidlo používané ve spojitosti s technologií LITENET je vhodné využít se senzory denního osvětlení. Během dne dochází ke změnám intenzit denního světla. Senzory jsou schopny tyto diference s velkou rychlostí a přesností vyhodnotit. Následně dojde k úpravě výkonu osvětlovací soustavy, což má za následek vyrovnání předepsané intenzity osvětlení v daném prostoru.



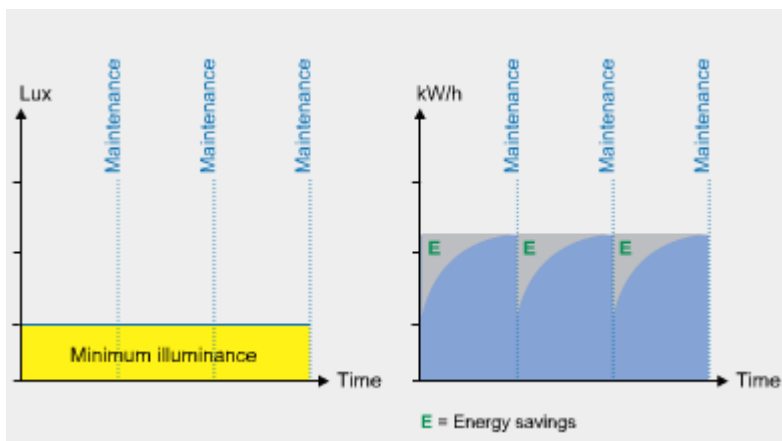
Obr. 5 – Využití senzorů denního osvětlení

Úspora energie

K úsporám elektrické energie nedochází pouze za pomoci senzorů denního osvětlení, ale také je využíván činitel údržby. DOD lze využít k úpravě intenzity osvětlení v závislosti na činiteli údržby. Po instalaci a zapnutí osvětlovací soustavy je její výkon záměrně předimenzován, jelikož je osvětlovací soustava naprojektována na udržovanou osvětlenost. Tento rozdíl v intenzitě osvětlení činí 30 % i více v závislosti na již zmíněném činiteli údržby. Proto při použití tohoto systému dochází v prvopočátku ke snížení světelného toku. Ten je pak v časové závislosti zvyšován dle zadané křivky činitele údržby. Dochází tak k nemalým úsporám elektrické energie.



Obr. 6 – Bez úpravy intenzity osvětlení v závislosti na činiteli údržby



Obr. 7 – S úpravou intenzity osvětlení v závislosti na činiteli údržby

Odkazy

[1] www.zumtobel.com

Spektrofotometrická měření v osvětlovací technice

Michal Vik, Doc. Ing. Ph.D., Martina Viková, Ing.
LMBV KTM FT TU Liberec, www.ft.vslib.cz, michal.vik@vslib.cz

Úvod

Pod pojmem veřejné osvětlení (VO) se rozumí osvětlení veřejných komunikací a prostranství (místních komunikací, silnic, dálnic, komunikací pro pěší a cyklistickou dopravu, včetně tunelů, podjezdů, podchodů, mostů, lávek, křižovatek, přechodů, náměstí, parků, pěších a obytných zón, zastávek městské hromadné dopravy, parkovišť atd.), významných budov, architektonických památek, výtvarných děl apod., ve městech, v obcích i mimo něⁱ. Venkovní veřejné osvětlení je v dnešní době naprosto neodmyslitelnou součástí našeho stylu života a ani si již nedovedeme představit osobní a společenské aktivity bez toho, aby nám právě veřejné osvětlení dovolilo prodloužit aktivní činnost jak v technické, tak soukromé činnosti. Pro naprostou většinu obyvatel je samozřejmostí, že díky nasvětlení veřejných prostranství a ploch je zajištěna bezpečnost osob a majetku. Tento význam, kladený prvotně na zřizování veřejného osvětlení, je však s rozvojem mobility obyvatel přesouván do oblasti zvýšení dopravní bezpečnosti a současně i do oblasti estetické – „nasvětlování“ komunikací a významných objektů v obcích a městech pro zlepšení celkového dojmu z jejich dříve nevýrazného nočního vzhledu.

Současná úroveň přístupu k řešení veřejného osvětlení je v jednotlivých subjektech - obcích velmi rozdílná a závisí na vlastních finančních možnostech. Dále je ovlivněna i schopností zástupců obce subjektivně posoudit technický stav veřejného osvětlení a případně nechat provést návrh úprav. Dá se konstatovat, že v naší republice je situace taková, že požadované úrovně osvětlenosti veřejného osvětlení danou ČSN 36 0410¹ se začínají nejvíce přibližovat větší města, kde je silnější finanční zázemí a také efektivita provozu je příznivější. Menší obce v tomto ohledu zůstávají pozadu s ohledem na skutečnost, že případný rozsah prováděcích prací na úpravách veřejného osvětlení není pro distributory a dodavatele svítidel a zdrojů, kteří jsou hlavními strůjci oprav veřejné osvětlení, dostatečně efektivní. Distributorské firmy také zastupují jednotlivé dodavatele a jimi nabízené typy svítidel a zdrojů jsou úzce spojeny s konkrétní značkou a ta je prosazována bez ohledu na vhodnost, požadavky a skutečné potřeby provozovatele veřejného osvětlení – obceⁱⁱ.

Ze zákona č.128/2000 Sb. o obcích (obecní zřízení), vyplývá, že o veřejné osvětlení je nutno ze strany obce pečovat jako o nezbytný prostředek pro zabezpečení ochrany zdraví a veřejného pořádku. Hlavním posláním veřejné osvětlení je tedy zajištění bezpečnosti pěšího a jízdního provozu v době, kdy není na dostatečné úrovni intenzita přirozeného zdroje světla a samozřejmě zajištění bezpečnosti osob a majetku. Při špatném veřejném osvětlení se snižuje možnost identifikovat pachatele trestné činnostiⁱⁱⁱ. Naopak lze předpokládat, že dobré osvětlení řadu pachatelů od trestné činnosti odrazuje. Řada studií v USA uvádí, že po zavedení moderního veřejného osvětlení klesl počet zločinů spáchaných na veřejných prostranstvích v Clevelandu o 19%, v Miami o 48%, ve Washingtonu o 55% a v Indianopolis dokonce o 85%^{iv,v}. Ve Velké Británii byl v Prestonu po redukci veřejného osvětlení na 50% zjištěn nárůst kriminality a vandalismu o 55%, přičemž počet loupeží v obchodech vzrostl o 66%, v domech o 65%, počet krádeží ve vozidlech o 13% a počet okradených chodců vzrostl o 25%^{vi}. Ve Francii ve městě Lyon sledovali závislost podílu p_z spáchaných trestných činů na intenzitě osvětlení u VO E viz. Tabulka 1:

¹ Pro navrhování, udržování, provoz a kontrolu veřejného osvětlení platí soubor norem, který nabyl účinnost v říjnu 1985. Soubor tvoří kmenová norma ČSN 36 0400 Veřejné osvětlení a k ní přidružené normy ČSN 36 0410 Osvětlení místních komunikací a ČSN 36 0411 Osvětlení silnic a dálnic.

| $E (lx)$ | pod 5 | 5 až 10 | 10 až 15 | nad 15 |
|-----------|-------|---------|----------|--------|
| $p_z (%)$ | 40,5 | 32,4 | 19,1 | 8,0 |

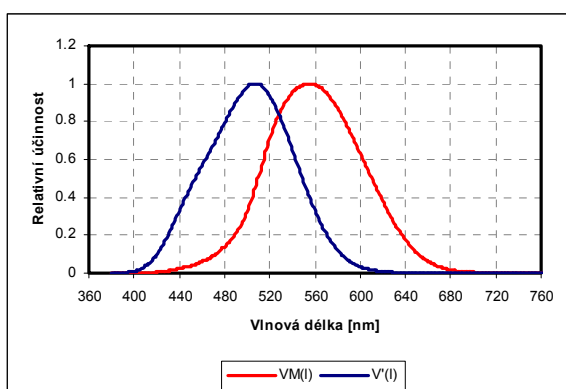
• Tabulka: Závislost podílu spáchaných trestných činů na intenzitě osvětlení - Lyon

Na druhé straně byla publikována rovněž řada studií, které ukazují, že korelace mezi intenzitou, resp. úrovní osvětlení a mírou kriminality je problematická a nelze jednoduše říci, že čím vyšší intenzita osvětlení, tím menší bude úroveň kriminality^{vii,viii,ix}. Jinými slovy řečeno vyšší intenzita osvětlení je spíše zdrojem „světelného znečištění“ než snížení kriminality. Často se hovoří o „světelném znečištění“ (např. zákon 86/2002 Sb.^x)^{xi, xii}. Ale ve skutečnosti k žádnému znečišťování nedochází. Zhoršení pozorovacích podmínek hvězdné oblohy je způsobeno tím, že světlo vyzářené na oblohu se rozptyluje v ovzduší a na částech skutečně ovzduší znečišťujících. Mluvit tedy o tomto jevu jako o „světelném znečištění“ je stejně matoucí, jako tvrzení, že krajina je světelně znečištěna proto, že na ni dopadá světlo. Zhasnutím se ze skládky odpadků nestane rozkvetlá louka. A nejde jen o omezení astronomů. Zvýšený jas oblohy ovlivňuje i život rostlinstva i živočichů. Světlo ruší i tehdy, pokud nadměrně svítí do ložnice. Místo termínu „světelné znečištění“ je tedy správnější hovořit o rušivém světle.

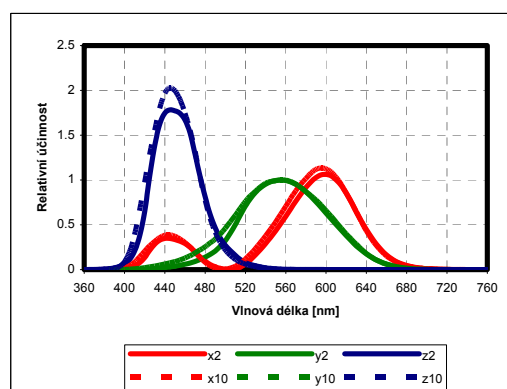
Jakým způsobem tedy navrhnout optimální osvětlení, resp. kde je příčina rozporů mezi osvětlovacími techniky na jedné straně a astronomy na straně druhé. Proč může docházet k rozporuplným výsledkům výzkumných studií, které byly zaměřeny na vliv osvětlení na kriminalitu? Dle našeho názoru je jednou z možných příčin zanedbání vlivu spektrální charakteristiky použitého osvětlení.

Význam spektrální charakteristiky:

Světelný tok zdrojů je z definice přímo svázán se spektrální citlivostí lidského oka. Ta se ale mění v závislosti na světelných podmínkách. Změna citlivosti zraku je dána přítomností dvou typů fotoreceptorů na sítnici: tyčinek a čípků. Čípky jsou aktivní při vysokých hladinách osvětlení (tzv. fotopické vidění) a tyčinky jsou aktivní při velmi nízkých hladinách osvětlení (tzv. skotopické vidění). Stav mezi těmito dvěma jevy se nazývá mezopické vidění, nebo také Purkyňův jev^{xiii}. Spektrální citlivost čípků udává křivka $V(\lambda)^2$. Tato křivka má pro fotopické i skotopické vidění podobný průběh, ale při skotopickém vidění nastává posun směrem ke kratším vlnovým délkám.



GRAF 1 Křivky citlivosti lidského oka ke změnám jasu – VM(l) je křivka fotopického vidění, V'(l) je křivka skotopického vidění



GRAF 2 Křivky trichromatických členů podle CIE

² Na průběh tzv. spektrální luminózní funkce, neboli křivky fotopického vidění je nastavena citlivost měřících přístrojů jako jsou luxmetry apod.

Vzhledem k tomu, že při nočních podmínkách dochází k posunu křivky $V(\lambda)$ z oblasti fotopického vidění do mezopického oblasti, mění se i „vnímaná hodnota světelného toku“ (jasnosti osvětlovaných povrchů) u různých světelných zdrojů*). To, jak výrazný je posun, závisí na světelných podmínkách v daném prostoru. Posun spektrální citlivosti lidského oka v noční době nebude tak výrazný ve velkých městských centrech s relativně vysokými hladinami osvětlení (jasů) jako v malých městech či vesnicích. Pro pojmenování „světelného toku“ světelných zdrojů, který bere v úvahu posun spektrální citlivosti lidského oka při nízkých hladinách osvětlení, byl zaveden termín „efektivní lumen“. Pro zjištění vlivu spektrálního složení světla na reakce člověka bylo řešeno několik výzkumných úkolů. Jedním z nich je výzkum, při kterém byly porovnávány soustavy s těmito světelnými zdroji: rtuťová výbojka, nízkotlaká sodíková výbojka, vysokotlaká sodíková výbojka, halogenidová výbojka a žárovka. Jeho výsledky jsou uvedeny v tab. 2 a udávají, kolikrát vyšší musí být hladiny jasu komunikace, aby bylo dosaženo stejných reakčních časů jako při jasu komunikace $1 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$ osvětlené halogenidovými výbojkami.

| Světelný zdroj | Poměr jasů |
|------------------------------|------------|
| halogenidová výbojka | 1 |
| žárovka | 1,5 |
| rtuťová výbojka | 2,4 |
| vysokotlaká sodíková výbojka | 3,9 |
| nízkotlaká sodíková výbojka | 4,8 |

• Tabulka 2: Poměr jasů vozovky při osvětlení různými světelnými zdroji a při osvětlení halogenidovými výbojkami na jas vozovky $1 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$ při stejné době zpozorování definované překážky

Je třeba poznamenat, že uvedené výsledky nejsou obecné, ale platí pro určitý typ a velikost překážky, adaptační jas, kontrast a další. Nicméně se na základě výsledků dalších výzkumů ukazuje, že v osvětlovacích soustavách s halogenidovými výbojkami postačují pro stejné reakční časy nižší hladiny jasů než u soustav s ostatními světelnými zdroji^{xiv}. Tato skutečnost dokumentuje fakt, že pro popis vnímání barev objektů i jejich geometrické charakteristiky samotné křivky citlivosti lidského oka ke změnám jasu nestačí, a je proto nutno brát v úvahu i spektrální citlivost lidského oka k rozlišování barev, kterou charakterizují „trichromatické členitelé“ $\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}$, viz. obr. č. 2^{xv}. Využití spektrální citlivosti lidského oka k rozlišování barev bylo začleněno do systému, který nazýváme CIE XYZ, podle mezinárodní komise pro osvětlování – CIE. Tento systém vychází z předpokladu, že pro přesné určení barvy je zapotřebí tří údajů. Předností systému CIE XYZ je, že tvoří doposud jediný základ fyzikálního a matematického vyjádření barvy. Hodnoty trichromatických složek jsou definovány jako :

$$X = k \sum_{\lambda} R(\lambda) S(\lambda) \bar{x}(\lambda) \Delta\lambda \quad (1a)$$

$$Y = k \sum_{\lambda} R(\lambda) S(\lambda) \bar{y}(\lambda) \Delta\lambda \quad (1b)$$

$$Z = k \sum_{\lambda} R(\lambda) S(\lambda) \bar{z}(\lambda) \Delta\lambda \quad (1c)$$

kde $E(\lambda)$ je činitel poměrného spektrálního složení světelného zdroje, podle vlnové délky, $\beta(\lambda)$ je spektrální činitel odrazu, podle vlnové délky, $\bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda)$ jsou hodnoty trichromatických členitelů, k je normalizační faktor.

Z rovnic (1a – 1c) vyplývá, že vjem barvy určitého předmětu, např. zaparkovaného automobilu je ovlivněn nejen použitým lakem, který je nanesen na karoserii vozu, ale i spektrálním složením světla, které dopadá na něj dopadá. Je zřejmé, že například používání vysokotlakých sodíkových výbojek³, které je dnes obvyklé má za následek výrazný posun vnímaných barev. To znamená, že například modrá karoserie, bunda, kočárek apod. se bude pod světlem vysokotlaké sodíkové výbojky jevit jako tmavě šedá, resp. tmavě hnědá. V případě trestného činu na místě, které je osvětleno takovými výbojkami bude proto ztížena identifikace pachatele, resp. důležitých detailů.

Je nutno uvést, že spektrální složení VO bude ze stejných důvodů ovlivňovat i pokročilé digitální barevné kamerové systémy, které jsou postupně v rámci práce Městské Policie do jednotlivých měst postupně zaváděny. Jinými slovy z hlediska moderního přístupu k VO se jeví čistě fotometrický přístup, tak jak jej předpokládají norma ČSN 36 0400, ČSN 36 0410 a ČSN 36 0411 za nedostatečný.

MATERIÁL A METODY

V roce 2005 vypsalo statutární město Liberec projekt pod názvem „Úroveň a spektrální charakteristika veřejného osvětlení ve statutárním městě Liberec“. Cílem projektu bylo dlouhodobě sledovat spektrální charakteristiky veřejného osvětlení. Projekt byl rozdělen do tří částí :

1. Provézt systematický průzkum vlivu spektrálních charakteristik veřejného osvětlení v jednotlivých lokalitách města Liberec
2. Porovnat naměřené spektrální a fotometrické charakteristiky osvětlení
3. Provézt experimenty sloužící k porovnání spektrální charakteristiky slunečního záření v lokalitě města Liberec a dostupnými světelnými zdroji a referenčním světelným zdrojem, který bude pořízen z prostředků tohoto projektu.

A následně byl řešen ve 5-ti etapách. Nejprve byla provedena literární rešerše, která se týkala dlouhodobých měření spektrálních charakteristik světelných zdrojů a výběr vhodného simulátoru denního světla. V druhé etapě byl zahájen sběr spektrálních a fotometrických dat ve vybraných lokalitách města Libercem. K tomuto účelu bylo použito technické vybavení Laboratoře Měření Barevnosti a Vzhledu při Katedře Textilních Materiálů Fakulty textilní Technické univerzity v Liberci (LCAM DTM TF TU Liberec), která disponuje spektrometry AVANTES USB S2000 pro mobilní měření a AVANTES **AvaSpec 2048TEC-2-DT** pro stacionární měření. Luxmetry Minolta T-1 a Goldilux GRP 1.

Ve třetí etapě bylo provedeno dílčí vyhodnocení získaných výsledků a vytipování 5-ti lokalit pro podrobnou analýzu kolísání osvětlenosti a spektrální charakteristiky osvětlovací soustavy. Do vybraných lokalit byla zařazena tři místa se stupni osvětlení pěších zón P1, P2 a P3. Dále pak komunikace třídy A2 a C3, přičemž je nutno konstatovat, že tato poslední lokalita (C3) z hlediska osvětlenosti povrchu vozovky nespĺňovala požadavky norem ČSN 36 0400, 36 0410 a 36 0411.

Ve čtvrté etapě byl pořízen referenční světelný zdroj, kterým byla Xenonová výbojka o výkonu 450 W od firmy Jobin Yvon. Tento světelný zdroj byl používán jako kontrolní standard ke kalibračnímu světelnému zdroji AVANTES AvaLight DH-HAL-CAL, kterým Laboratoř Měření Barevnosti a Vzhledu již disponovala.

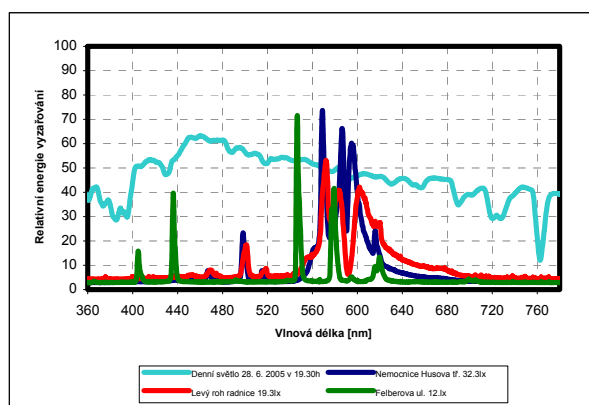
V poslední etapě byla provedena podrobná statistická analýza naměřených dat a návrh opatření ke zlepšení barevného podání a nerovnoměrnosti osvětlenosti u veřejného osvětlení města Liberec.

VÝSLEDKY

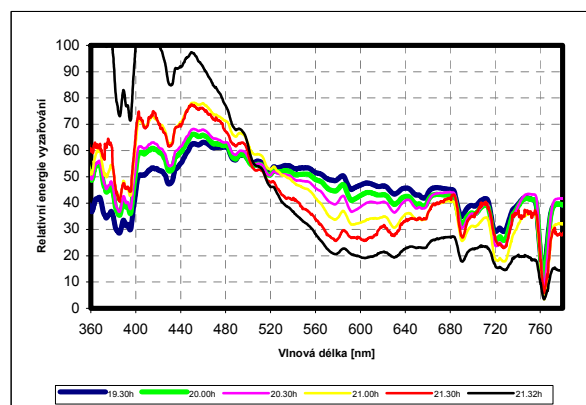
³ výbojky se širším emisním spektrem, které umožňují alespoň částečné rozlišování barev na rozdíl od monochromatického spektra nízkotlaké sodíkové výbojky, která rozlišování barev neumožňuje

Podrobná měření byla provedena v 5-ti vybraných lokalitách města Liberec a jsou dokumentována naměřenými záznamy spektrálních dat světelných zdrojů, osvětlenosti v úrovni 1,65m 1m a 3cm od povrchu chodníku či vozovky. Zjištěné výsledky ukázaly signifikantní kolísání osvětlenosti s ohledem na variabilitu rozmístění, konstrukci, použitou výbojku a údržbu u veřejného osvětlení. Celkově lze konstatovat, že v řadě lokalit města Liberce je úroveň osvětlenosti v nočních hodinách neuspokojivá a nespĺňuje ani kritéria daná kategorií P3 v případě pěších zón. Dále je nutno konstatovat, že díky použití světelných zdrojů s nízkým stupněm barevného podání R_a je zhoršeno rozlišování blízcích se osob, rozpoznávání jejich úmyslů, čitelnost piktogramů, informačních tabulí, atd. V případě osob vyššího věku (nad 65 let) vzniká otázka, zda v místech se zvýšenou kriminalitou jsou, s ohledem na cca 5-ti násobné snížení citlivosti zraku ke změnám jasu, schopny rozlišit potenciálního pachatele nebo blízcí se nebezpečí.

Graf č. 3 dokumentuje výsledky měření VO ve vybraných lokalitách města Liberce. Výsledné spektrální složení dokumentuje použití rtuťových, vysokotlakých sodíkových výbojek a vysokotlakých sodíkových výbojek se zlepšeným barevným podáním. Pro porovnání je do grafu č. 3 včleněno charakteristické spektrum denního světla, které bylo v tomto případě naměřeno 28. 6. 2005. Z grafů je zřejmé, že spektrální složení světla u VO v Liberci se výrazně odlišuje od spektrálního složení denního světla (Liberec v tomto případě není výjimkou, neboť takto vypadá běžná praxe v ČR). Lze proto konstatovat, že z hlediska moderního barevného digitálního kamerového systému i z hlediska identifikace pachatelů trestné činnosti pomocí svědků je toto osvětlené nevyhovující.



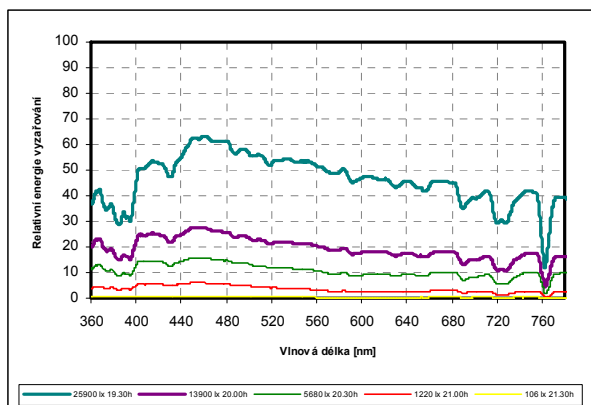
GRAF 3 Spektrální distribuce světelné energie u VO v porovnání s denním světlem



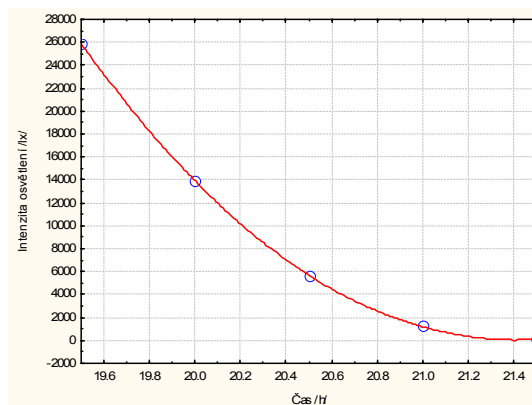
GRAF 4 Spektrální distribuce světelné energie denního světla ve vybraných hodinách při horizontálním měření v lokalitě Pavlovice – relativní

Grafy č. 4 a 5 dokumentují rozdíly v spektrálním složení světla dopadajícího v kolmém směru vzhledem různým časům měření s tím, že graf č. 5 doplňuje tyto údaje o charakter poklesu osvětlenosti. Graf č. 4 dokumentuje relativní změnu spektrálního složení světla, přičemž je patrný křížení spekter na vlnové délce 500 nm, což je dáno oslabením vlivu přímého slunečního svitu⁴. Je nutno uvést, že například v lokalitě Pavlovice byla v poledne v červnu tohoto roku naměřena osvětlenost při přímém slunečním svitu 99 557 lx. Je tedy zřejmé, že intenzita osvětlení – osvětlenost se v průběhu dne velmi výrazně mění a nelze ji vzhledem k adaptační schopnosti lidského oka chápat jako dostatečný parametr. Z hlediska úplné charakteristiky VO se jeví jako nezbytné zabývat se i vlivem spektrálního složení použitého světelného zdroje na užítkovost, resp. použitelnost VO z hlediska jedné ze základních funkcí veřejného osvětlení a tou je zajištění bezpečnosti občanů.

⁴ Spektrální složení světla noční oblohy v lokalitě Liberec - Pavlovice je momentálně zpracováváno a do doby uzávěrky tohoto textu nebylo k dispozici.



GRAF 5 Spektrální distribuce světelné energie denního světla ve vybraných hodinách při horizontálním měření v lokalitě Pavlovice – porovnání intenzit osvětlení



GRAF 6 Pokles intenzity osvětlení denního světla ve vybraných hodinách při horizontálním měření v lokalitě Pavlovice

ZÁVĚR

Autoři této práce se domnívají, že získané výsledky z této úvodní studie dokumentují nutnost zaměřit se na vliv spektrálního složení veřejného osvětlení jako fenoménu. Jeví se jako vhodné připravit projekt sestávající z odborníků celé ČR, který by umožnil ve spolupráci s osvětlovacími techniky, architekty, Městskou a Státní Policií realizaci tzv. *vzorové ulice*, kde by bylo možno použít různé typy osvětlení v reálné praxi, a kde by bylo možno testovat všechny výše uvedená doporučení ve vybrané „problémové“ lokalitě. Tento projekt by umožnil testování jak kamerových systémů, tak nových typů výbojek s ohledem na proměnlivé klimatické podmínky během roku. Jinými slovy domníváme se, že studie vlivu VO na kriminalitu v ČR zahrnující nejen osvětlenost, ale i spektrální složení osvětlení je velmi potřebná.

Poděkování

Tato práce byla uveřejněna za pomoci grantových projektů MML č.1747 a MML č. 1609

Použitá literatura

- ⁱ Hábel, J. a kol. : Světelná technika a osvětlování, FCC Public, Praha 1995
- ⁱⁱ Hasoň, Z. : Úspory elektrické energie elektrické energie v systémech venkovního veřejného osvětlení, Česká energetická agentura, 2000
- ⁱⁱⁱ Kocábek, P; Koníček, T: Policista 12/2000
- ^{iv} Quinet, K.D.; Nunn, S.: Illuminating crime: the impact of street lighting on calls for police service. Evaluation Review, 22(6) 1998, 751-779
- ^v Schumacher, B.J.; Leitner, M.: IV International Conference on GeoComputing, Mary Washington College, Fredericksburg, 25-28 July 1999
- ^{vi} The Association of Public Lighting Engineers : Upon the Need for good and Effective Public Lighting, APLE Policy Statement London 1979
- ^{vii} Farrington, D.P.; Welsh, B.C. : Justice Quarterly 19(2) 2002, 313-331
- ^{viii} Pascoe, T.; Harrington-Lynn, J.: Bexley Town Security Project – Executive summary and final report, Watford,UK 1998
- ^{ix} Clark, B.A.J.: Outdoor Lighting and Crime, 2002
- ^x ZÁKON ze dne 14. 2. 2002 o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů
- ^{xi} Jedlička, M.: Světelné znečištění, www.inext.cz/hvezdarna.vsetin/svetlo.pdf
- ^{xii} Holan, J.: Vliv nočního svícení na zdraví, 21. Kursu osvětlovací techniky 16. října 2002 v Morávce
- ^{xiii} Vík, M. : Základy měření barevnosti, I.díl , Skriptum TU Liberec 1995
- ^{xiv} Žák, P.: Halogenidové výbojky ve veřejném osvětlení, Světlo 2004
- ^{xv} ČSN 011718, Měření barev, Praha 1992

Nový přístup k návrhu osvětlení

Ing. Petr Žák, ETNA s.r.o.

zak@etna.cz

1 ÚVOD

Předmětem příspěvku je snaha o vymezení pojmu „kvalita osvětlovací soustavy“, dále snaha určit vlivy, které působí na kvalitu osvětlovací soustavy, a snaha o popis možných přístupů, které vedou k jejímu zlepšení.

Světelná technika je poměrně specifický technický obor a návrh osvětlení vyžaduje široký přehled a orientaci v řadě oborů i velmi dobrou znalost technických prostředků (světelných zdrojů, svítidel atd.). Základy návrhu osvětlení principiálně vycházejí z vlastností zrakového systému člověka a fyzikálních vlastností optického záření. To jsou základní, ale zdaleka ne jediné znalosti potřebné pro návrh osvětlení. Další zásadní informace je třeba získat analýzou osvětlovaného prostoru, jeho účelu a analýzou vykonávaných činností.

Vzhledem k relativně velkému množství vazeb mezi parametry osvětlení, funkcí prostoru, vykonávanými zrakovými činnostmi a jejich časovými charakteristikami, lze pro návrh osvětlení vymežit pouze poměrně obecná pravidla a požadavky. Teprve pro konkrétní aplikační oblasti jako jsou například administrativní prostory, průmyslové prostory, obchodní nebo výstavní prostory, lze s větší podrobností definovat, které světelně technické parametry je nutné a vhodné sledovat a jakých mají dosahovat úrovní. V závislosti na aplikační oblasti se také mění preference a vhodnost určitých typů osvětlovacích soustav, způsobu osvětlení i technických prostředků.

2 KVALITA OSVĚTLOVACÍ SOUSTAVY

Jednou z prvních konferencí, která se zabývala tématem kvality osvětlení, byla konference CIE pod názvem First CIE Symposium on Lighting Quality, která se konala v roce 1998 v Kanadě [1]. Z jednotlivých přednášek a příspěvků, které byly publikovány ve sborníku, je zřejmé, že pojem „kvalita osvětlení“ je chápán v různých úrovních a z různých pohledů v závislosti na zkušenostech a profesi autora. Následující úvaha, která se snaží vymežit pojem „kvalita osvětlovací soustavy“ navazuje a myšlenkově vychází z příspěvku [2], který se snaží popsat kategorie v rámci, kterých by bylo možné analyzovat světelné prostředí.

Osvětlený prostor vyvolává v člověku komplexní vizuální zážitek, který zprostředkovává světlené záření. Podoba toho komplexního zážitku souvisí velkou měrou vedle charakteristik prostoru, povrchů a prostředí, také s charakterem osvětlení. Pozorovatel je v daném prostoru schopen slovně vyjádřit určité charakteristiky osvětlení, ale zpravidla není schopen tento komplexní vizuální vjem analyzovat.

Následující úvaha, která se snaží postihnout „kvalitu osvětlovací soustavy“ vychází nejen z výsledného vizuálního účinku osvětlení, ale také zahrnuje parametry použitých

technických prostředků. Úvaha je založena na třech základních projevech osvětlovací soustavy, kterými ji lze z laického nebo odborného hlediska charakterizovat:

1. zjevné projevy
2. skryté projevy
3. parametry technických zařízení

2.1 Zjevné projevy

Zjevné projevy osvětlovací soustavy přímo souvisejí s osvětlením nebo osvětlovací soustavou. Pozorovatel, který se nachází v daném prostoru je schopen tyto projevy slovně popsat bez ohledu na to, zda jeho vzdělání nebo profese souvisí s osvětlováním či nikoliv. Tyto projevy lze charakterizovat následujícím vyjádřením:

- osvětlení je dostatečné / nedostatečné (týká se zřakového úkolu);
- prostor je potměný / prosvětlený (celková úroveň osvětlení);
- osvětlení je s / bez rušivých prvků (oslňení, odlesky).
- osvětlení je chladné / teplé (teplota chromatičnosti);
- osvětlení je dramatické / klidné (směrové vlastnosti osvětlení);
- osvětlení je přiměřené / nepřiměřené (estetický účinek);
- svítidla vizuálně ruší / neruší (estetický účinek);
-

2.2 Skryté projevy

Skryté projevy osvětlovací soustavy souvisejí s optickým zářením, ale přímo neovlivňují vizuální vjem pozorovatele v rámci daném prostoru. Zde lze rozlišit dva základní případy. V prvním případě tyto projevy působí mimo daný prostor, ve druhém případě nejsou vizuální povahy. Mezi tyto projevy osvětlovací soustavy, které je zpravidla schopna posoudit již jen odborná veřejnost patří:

- biologické účinky světla na člověka (biologické hodiny);
- účinky optického záření na citlivé materiály (výstavní prostory);
- účinky světla dopadajícího mimo osvětlovaný prostor (obtěžující světlo);
- tepelné zatížení prostoru;
-

2.3 Parametry technických zařízení

Mezi technické zařízení v rámci osvětlovací soustavy patří svítidla, světelné zdroje, řídicí systémy atd. Kvalitu a parametry těchto technických zařízení je zpravidla schopná posoudit opět jen odborná veřejnost a projevují se v následujících směrech:

- bezpečnost;
- energetická náročnost;
- náročnost údržby;

- elektrické, akustické, teplotní parametry;
- ovládání a řízení;
-

3. ZÁKLADY KVALITY OSVĚTLOVACÍ SOUSTAVY

Cílem předchozí analýzy byla snaha o popis toho, z jakých pohledů může kvalitu osvětlovací soustavy vnímat laická i odborná veřejnost a jakým způsobem ji může hodnotit nebo popisovat. Proto, abychom mohli tuto kvalitu osvětlovací soustavy ovlivňovat, je třeba popsat příčiny, které se podílejí na vytváření zmíněných projevů. Pro praxi je pak vhodné tyto příčiny sloučit do určitých tématických celků (hledisek), které by měly tvořit určitý základ či páteř návrhu osvětlení. Míra významu jednotlivých hledisek zpravidla závisí na aplikační oblasti. V rámci předchozí úvahy byly příčiny ovlivňující kvalitu osvětlení zařazeny do následujících skupin:

- 1) světelně technické hledisko;
- 2) architektonické hledisko;
- 3) provozně technické hledisko;
- 4) hledisko sekundárních vlivů.

3.1 Světelně technické hledisko

Do této skupiny patří světelně technické veličiny, přímo charakterizující světelné prostředí, které lze rozdělit do dvou skupin: normativní a doporučené veličiny. Normativní jsou základní světelně technické veličiny, které zpravidla souvisejí s bezpečností a zrakovým výkonem, doporučené veličiny většinou souvisejí s kvalitativními charakteristikami osvětlení.

3.2 Architektonické hledisko

Architektonické hledisko souvisí s estetikou a obecným komplexním vjemem prostoru a vyjadřuje se zpravidla slovně příp. graficky jako popis určité atmosféry. U architektonického hlediska lze rozlišovat jednak přímé světelné účinky osvětlení a jednak vizuální působení technických prostředků, zpravidla svítidel. Architektonické hledisko výrazně ovlivňuje výsledný vizuální charakter prostoru a prostředí, ale nepodléhá doporučením ani normám.

3.3 Provozně technické hledisko

Do provozně technického hlediska patří parametry a provozní vlastnosti svítidel, světelných zdrojů a dalších technických zařízení, které jsou součástí osvětlovací soustavy. Část technických parametrů, které souvisejí s bezpečností provozu, podléhají normám. Jedná se například o krytí svítidel, izolační třídu atd.

3.4 Hledisko sekundárních vlivů

Mezi sekundární vlivy patří projevy osvětlovací soustavy, které nesouvisí s vlastním osvětlením řešeného prostoru. Jednou z příčin těchto projevů je viditelné záření, které dopadá mimo osvětlovaný prostor a určitým, zpravidla negativním, způsobem ovlivňuje okolní prostředí. Druhou příčinou je mimovizuální účinek osvětlovací soustavy, který opět může ovlivňovat dané prostředí (působení UV záření, biologický vliv osvětlení na člověka, tepelné zatížení prostoru apod.).

4. ZVÝŠENÍ KVALITY OSVĚTLOVACÍ SOUSTAVY

Z předchozího popisu hlavních hledisek návrhu osvětlení, které různou měrou ovlivňují kvalitu osvětlovací soustavy, lze vyvodit určité závěry:

- 1) V případě, že se návrh osvětlení striktně drží pouze požadavků norem, je zřejmé, že z uvedených čtyř hledisek jsou respektovány pouze dvě, světelně technické a provozně technické hledisko. Navíc jsou tato hlediska zpravidla respektována pouze částečně.
- 2) Z hlediska světelné techniky lze kvalitu osvětlovací soustavy zvyšovat využíváním (vedle normativních parametrů) doporučených parametrů, kterými lze popisovat další charakteristiky světelného prostředí. Dále lze kvalitu návrhu osvětlení ovlivňovat využíváním výsledků nových výzkumů z oblasti světelné techniky.
- 3) Osvětlovací soustavu a návrh osvětlení nelze z pohledu výsledné kvality redukovat pouze na hledisko energetické náročnosti, vizuálního působení nebo sekundárního vlivu osvětlovací soustavy.
- 4) Pro kvalitu návrhu osvětlení je důležitá mezioborová spolupráce, hlavně v případě celkového vzhledu prostředí a jeho atmosféry a v případě sekundárních vlivů osvětlovací soustavy.

4.1 Doporučené světelně technické parametry

V následující části je uveden příklad jak lze návrh osvětlení zlepšit na základě využití nových doporučení v oblasti oslnění. V současné době se pro hodnocení oslnění ve vnitřních pracovních prostorech používá metoda UGR. Tato metoda je použitelná pro určité rozmezí vyzařovacích ploch svítidel. V běžných interiérech ji lze použít pro zdroje světla s vyzařovací plochou v rozsahu přibližně od 0,005 m² do 1,5 m² [3]. Pro malé zdroje světla je metoda UGR příliš přísná a pro zdroje světla s rozlehlou vyzařovací plochou je příliš tolerantní. V praxi se vyskytují případy, například oslnění od holé žárovky nebo od svítícího stropu, kdy nelze tuto metodu použít.

V rámci technické skupiny CIE TC 3-01, mimo jiné zmiňovaná v TNI 36 0450 [4], byla vydaná technická zpráva CIE 147/2002 [3], ve které je navržen možný způsob řešení. Navržené řešení vychází ze současného stupnice UGR pro hodnocení oslnění, čímž je usnadněno vzájemné porovnávání hodnot. Na základě výsledků výzkumů a experimentálních měření bylo potvrzeno, že u bodových zdrojů světla, je oslnění svázáno

se svítivosti oslňujícího zdroje, ne s jeho jasem. Na základě tohoto zjištění byla navržena následující úprava ve vzorci pro stanovení UGR:

$$\frac{L^2 \omega}{p^2} = 200 \frac{I^2}{r^2 p^2} \quad (1)$$

| | | | | |
|-----|---|--|----------------------|---|
| kde | I | je svítivost zdroje světla směrem k pozorovateli | (cd) | |
| | L | je jas zdroje světla směrem k pozorovateli | (cd/m ²) | ω |
| | | je prostorový úhel, pod kterým je vidět zdroj světla | (sr) | |
| | p | je činitel polohy | (-) | |
| | r | je vzdálenost zdroje světla od pozorovatele | (m) | |

Ve zprávě je uveden případ hodnocení oslnění od 15 W čiré žárovky v konkrétní poloze s definovaným jasnem pozadí. Pokud se v tomto případě použije pro hodnocení oslnění běžný vzorec UGR, je míra rušivého oslnění UGR = 39. Při úpravě běžného vzorcem UGR výše uvedené vztahem (1) je UGR = 22.

Druhým důležitým případem jsou osvětlovací soustavy se svítidly, jejichž vyzařovací plocha je větší než 1,5 m². Pro tuto situaci je zaveden nový parametr určující míru oslnění GGR. Stupnice hodnocení míry oslnění u GGR je významově totožná se stupnicí UGR.

$$GGR = \left(\frac{0,18}{CC} - 0,18 \right) \cdot 8 \cdot \log \left(\frac{0,785}{E_i} \cdot \frac{L^2 \cdot \omega}{p^2} \right) + \left(1,18 - \frac{0,18}{CC} \right) \cdot 8 \cdot \log \left[\frac{2 \cdot \left(1 + \frac{E_d}{220} \right)}{(E_i + E_d) \cdot \left(\frac{L^2 \cdot \omega}{p^2} \right)} \right] \quad (2)$$

| | | | | |
|-----|----------------|--|----------------------|---|
| kde | CC | činitel pokrytí stropu svítidly (0,152 – 1) | | |
| | L | jas zdroje světla směrem k pozorovateli | (cd/m ²) | ω |
| | | je prostorový úhel, pod kterým je vidět zdroj světla | (sr) | |
| | p | je činitel polohy | | |
| | E _d | je přímá osvětlenost v rovině oka od zdroje světla | (lx) | |
| | E _i | je nepřímá osvětlenost v rovině oka | (lx) | |
| | GGR | je míra oslnění pro velké zdroje (great-room) glare rating | | |

Následující tabulka 1 srovnává rozdíly v hodnocení oslnění pomocí UGR a GGR pro svítící stropy nebo pro rovnoměrné nepřímé osvětlení místnosti při následujících vstupních parametrech:

| | |
|--------------------------------|----------------------------|
| Osvětlenost srovnávací roviny: | E _{av} = 1000 lx |
| Činitel odrazu | ρ _{stropu} = 0,7 |
| | ρ _{podlahy} = 0,2 |

Tab. 1 Jas stropu (cd/m²) a míra oslnění pro svítící stropy a rovnoměrné nepřímé osvětlení při osvětlenosti srovnávací roviny E_{av} = 1000 lx.

| Index místnosti | 1,25 | | 2,5 | | 5 | |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Činitel odrazu stěn (-) | 0,5 | 0,3 | 0,5 | 0,3 | 0,5 | 0,3 |
| Jas stropu (cd/m ²) | 530 | 580 | 415 | 435 | 365 | 375 |
| UGR | 14,3 | 15,6 | 15,9 | 17,1 | 16,7 | 17,7 |

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|------|
| GGR | 17,2 | 17,5 | 18,2 | 18,8 | 18,7 | 19,2 |
|-----|------|------|------|------|------|------|

ZÁVĚR

Cílem příspěvku bylo představit obecnější pohled na kvalitu osvětlovací soustavy a na návrh osvětlení. Příspěvek se snaží nalézt způsoby jak vyjádřit podstatu kvality osvětlovací soustavy, tak aby toto vyjádření bylo co nejkompaktnější a přitom jednoduché a pochopitelné. Z rozboru použitých úvah je zřejmé, že pro navržení kvalitní a promyšlené osvětlovací soustavy nestačí pouze dodržet požadavky norem, ale že je třeba respektovat a kontrolovat řadu dalších hledisek.

LITERATURA:

- [1] CIE x015-1998, Proceedings of the First CIE Symposium on Lighting Duality, National Research Council Canada, Ottawa/Ontario, Canada, květen 1998, ISBN 3900734917
- [2] Habel J, Žák P., Perspektivy světelné techniky. Kurz osvětlovací techniky XXIV, Ostrava 2005
- [3] 146:2002/147:2002 CIE Collection on Glare 2002, ISBN 3901906150
- [4] TNI 36 0450 Rušivé oslnění při osvětlení vnitřních prostorů, ČNI, říjen 2004

Stanovení psychické zátěže a kategorizace prací, řešení u bezokenních pracovišť

PhDr. Zdeňka Židková

Zdravotní ústav se sídlem v Brně, zdenka.zidkova@zubrno.cz

Jednou z věcí, která stále vyvolává diskusi odborníků a nejednotnost názorů, jsou bezokenní pracoviště, bezokenní budovy. „Krabice“, jak jsou u nás lidově nazývány, se začaly stavět již v druhé polovině minulého století, ale geometrickou řadou se zvyšuje jejich počet až v posledních desetiletích s nárůstem podílu zahraničních podniků u nás. Na jednu stranu jsou zatracovány jako hygienicky naprosto závadné, mají však i své vášnivé obhájce. Pokud uvažujeme z hlediska hygienika, lze konstatovat, že na těchto pracovištích mají nespécifické faktory jako mikroklima či osvětlení jiný charakter než v běžných budovách, což se odráží v legislativních opatřeních. Část bezokenních pracovišť je diktována technologií výroby, u většiny je jejich budování hlavně záležitostí ekonomickou (jak postavit co nejlevněji). Objevují se i odůvodnění „pseudo“ ergonomická, kdy je uváděno jako kritérium efektivity hledisko zvýšení výkonu s vysvětlením, že jestliže pracovník není rušen zbytečnými zrakovými podněty zvenku, zvyšuje se jeho koncentrace a tím i produktivita práce. Stížnosti na zrakovou i psychickou nepohodu v bezokenních prostorách však nelze přehlížet, pracovníci mohou reagovat výskytem nejrůznějších nespécifických potíží jak duševního, tak tělesného charakteru. Problémem bohužel je, že u nás neexistují studie, které by se touto otázkou zabývaly, a i zahraniční literatura se touto oblastí příliš často nezabývá.

Rozsáhlejší šetření zrakové pohody bylo provedeno Zdravotním ústavem se sídlem v Brně ve spolupráci s KHS Moravskoslezského kraje se sídlem v Ostravě u pracovníků v obchodním domě. Výsledky šetření zrakových potíží u více než 300 osob neprokázaly zvýšený stupeň zrakových potíží (rozmazané, dvojitě vidění, tlak v očích, dráždění, pálení, slzení očí apod.), který by mohl souviset s prací převážně v umělém osvětlení. V dotazníkú subjektivní spokojenosti s osvětlením se však projevil zvýšený stupeň nespokojenosti s denním i umělým osvětlením, nespokojenost pracovníků s výhledem a bez výhledu z okna se významně lišila v neprospěch pracovníků bez výhledu.

Většina zaměstnanců však vnímala své pracoviště jako dostačující, což znamenalo dobrou adaptaci daným poměrům. **Celkovou** nespokojenost s osvětlením udávalo jen malé procento osob, z jednotlivých faktorů nejčastěji vadilo pracovníkům, že nemají možnost vlastního zásahu při úpravě světelných podmínek. Polovině pracovníků také vadilo, že nemají dostatečný zrakový kontakt s vnějším okolím, často se vyskytlovaly stížnosti, které nesouvisely s osvětlením, ale s celkovým řešením pracovního místa (zápachy, hluky, mikroklima)

Negativní hodnocení osvětlení na pracovišti vysoce korelovalo se všemi dalšími subjektivně udávanými stesky. Vzhledem k tomu, že skupina nespokojených zahrnovala cca 15 % osob (to odpovídá populačnímu rozložení) a nebylo možno vysledovat vztah k určitému typu pracoviště, lze předpokládat, že šlo o skupinu senzibilizovaných jedinců, kteří se hůře adaptují na faktory prostředí.

Kategorizace prací v hledisku psychická zátěž práci v bezokenních prostorách nezohledňuje, snad by se dal použít bod Jiné faktory zátěže z Nařízení vlády 523/2002 Sb. (3). Posouzení jiných faktorů zvyšujících

psychickou zátěž má však značně vágní kriteria a vždy náleží odborníkovi (psychologovi nebo jinému odborníkovi z oblasti pracovního lékařství), v praxi je tento bod využívám minimálně.

Legislativa tedy na bezokenní prostory z hlediska ovlivnění psychiky nepamatuje. Co je na bezokenních pracovištích zajímavého pro psychologa, který se zabývá pracovní pohodou, tedy doporučenými, nikoliv zákonnými opatřeními?

Na tato pracoviště lze nahlížet z pohledu tzv. stresu spojeného s prací - Work Related Stress (5). Jde o komplexní pojem zastřešující problémy, vznikající v pracovním procesu z pracovních podmínek, které mohou vyústit v nemoci spojené s prací.

Oblasti, které zasluhují při optimalizaci pracovního procesu pozornost, jsou:

Význam pohledu z okna pro pracovníka.

Zákony stanoví, že bezokenní budovy či pracoviště, jsou ty prostory, které nemají žádná okna, tedy striktně vzato, kde chybí denní osvětlení. Lidé však jako bezokenní vnímají i takové prostory, kde nemají možnost kontaktu s vnějším světem pohledem z okna. Okno splňuje i jiné funkce než přivést denní světlo do pracovního prostoru. Pokud lidé vidí pouze oblohu, i to je to do jisté míry stresující faktor. Sice menší, než pokud nemají možnost vůbec vnímat variabilitu průběhu dne a přírody venku, ale určitě je to faktor, který přispívá k nepohodě. Výstižně popisuje funkci výhledu z okna Franěk (1): „Výhled z okna má totiž vliv na naši pracovní produktivitu i na to, jak příjemně se v místnosti cítíme. Během posledních dvou desetiletí byla uskutečněna celá řada výzkumů vlivu výhledu z okna na chování lidí, jejich pracovní i životní výkonnost a na jejich pocit spokojenosti. Většina výzkumů ukázala, že existuje podstatný rozdíl mezi tím, zda se z okna díváme na přírodní prvky (stromy, vegetaci, rostliny, listoví), nebo jen do zdi či do dvora bez jakékoli vegetace. Velice zajímavé jsou například výzkumy, které dokázaly, že vězni, kteří měli z okna výhled na přírodní prvky, byli méně agresivní než ti, jejichž okna směřovala do vězeňského dvora. Řada výzkumů, které prováděl R.S. Ulrich (USA) ukázala, že výhled do zeleně zmírňuje zotavení ze stresových situací, snižuje bolesti a urychluje zotavení pacientů po operaci.“ Podobně pacienti na jednotkách bez oken vykazovaly více příznaků deprese, než v pokojích s okny. Vzrůst úspor vyplývajících z prospěšného pohledu z okna byl v jedné studii vyčíslen až na 500 000 dolarů na lůžko za 10 let.

Z výše uvedeného úryvku lze vyvodit, že pohled z okna do přirozeného, příjemného prostředí je zcela jistě faktorem, který výrazně zvyšuje pohodu lidí. Pohled na přírodní prvky zmírňuje také negativní vliv pracovního stresu a vede k celkové větší spokojenosti v zaměstnání

Je ovšem nutné zohlednit také motivaci zaměstnanců přijmout práci v bezokenním prostoru. Platí, že lépe se smiřují s tímto faktem ti, kde je jasné, že technologie nedovolí nic jiného, hůře ti, kteří cítí, že je jejich omezení zbytečné. Ovšem i u technologií, které mají předepsáno, že musí být dodrženo bezokenní prostředí je toto omezujícím faktorem. O to více je třeba v takových případech věnovat pozornost skloubení pracovního režimu a využití mimopracovního času tak, aby u pracovníků nedošlo k zdravotním následkům tím, že pracovní dobu stráví v umělém prostředí a ve volném čase již denní světlo ani ráno, ani večer nezastihnou.

Do „bezokenních prostor“ můžeme do jisté míry počítat i velkokapacitní (open-space) kanceláře. Jsou u nás zaváděny velkými zahraničními firmami, kde tento typ pracovišť je běžný, v Americe v nich pracují až tři čtvrtiny zaměstnanců v kancelářích. Tento nový typ se stává fenoménem, který mění pracovní podmínky a tím i

psychosociální atmosféru na pracovišti. Část pracovníků má možnost výhledu z okna, část pracuje uvnitř kanceláře bez bližšího kontaktu s oknem.

Jako výhody velkokapacitních kanceláří lze uvést:

- ekonomické úspory
- technicky jednodušší propojení počítačů a serverů
- zvýšení produktivity práce vzhledem k snazší kontrole využití pracovní doby zaměstnanci
- rychlejší spolupráce, operativnost při komunikaci, možnost kdykoliv se poradit
- větší variabilita kontaktů v pracovním týmu, kdy se pracovník nemusí svazovat stykem se spolupracovníky „přidělenými“ do jedné místnosti

Naopak nevýhody velkokapacitních kanceláří lze shrnout do dvou zásadních bodů:

- ztráta soukromí zaměstnance, pocit neustálé kontroly ze strany nadřízeného i spolupracovníků
- rušení hlukem, rozptylování pozornosti např. telefonními hovory spolupracovníků či rozhovorem.

Velkokapacitní kanceláře lze rozdělit podle míry oddělenosti pracovních míst od sebe do typů:

1. velkoprostorové haly, kde má každý svůj stůl a určité příslušenství
2. nízké standardizované přepážky, která pracovní místo oddělují od kolegů, a to formou:
 - „hnízda“ - asi čtyři pracovníci se seskupí do "hnízd", v nichž jednotlivce oddělují nízké přepážky (obr.1).
 - „hřadu“ - pracoviště jsou vyrovnána jedno vedle druhého v několika řadách (obr.2).

Jedním z faktorů, který ovlivňuje adaptaci na tento typ kanceláří jsou bezesporu osobní vlastnosti jedince. Vždy existuje skupina, která při nevyhovující struktuře pracoviště bude reagovat na subjektivně vnímanou pracovní nepohodu, a může až neurózou či psychosomatickým onemocněním. Literatura běžně uvádí 5 - 15 % jedinců, kteří se danému faktoru nepřizpůsobí. Na otevřené kanceláře si zvykají hůře určité osobnostní typy (introvert, hlukový alergik, puntičkář atd.), také se hůře přizpůsobují starší lidé, kteří prožili pracovní éru v uzavřených buňkách a nejsou tak pružní, aby se přizpůsobili změně (je možné sledovat tendenci pracovníků navyklých uzavřenému prostoru chránit si své území nejrůznějšími bariérami - květinami, políčkami, složkami s dokumenty). Mladší lidé je nevnímají tak negativně, jde do jisté míry o technický vývoj, na který je schopná se většina lidí adaptovat.

Třetím faktorem, kde není dosud jasno, jakou měrou se může podílet na psychické nepohodě pracovníka je pozice v kanceláři – u okna, či uvnitř. Ve velkokapacitní kanceláři může být prostor tak rozsáhlý, že část osob je vzdálena od oken tak, že jejich význam je pro ně mizivý, na druhé straně část pracovníků může mít problémy s tím, že okna je oslňují, to jsou potom osoby, které přednostně manipulují se žaluziemi (obr.3).

Psychologický význam možnosti manipulace s oknem pro pracovníka.

Klasické okno bylo vždy nástrojem výměny vzduchu a pracovník vnímal, že ho může aktivně ovládat. V budovách s umělým ovzduším bez přirozeného větrání okna nelze otevírat, jejich úkolem je zajišťovat přirozené osvětlení, které je z hlediska hygieny osvětlení jednoznačně preferováno. Na umělé ovzduší se člověk je schopen adaptovat, i když u části vnímavých osob se objevují zvýšeně potíže, které přikládají umělému mikroklimatu (dráždění očí, bolesti hlavy, pocit suchých sliznic, nervozita apod., pro které se vžil název „syndrom nemocných budov“ - Sick Building Syndrome (2,5). Pokud však sledujeme charakter stížností, zjistíme, že často vznikají z omezení volnosti v rozhodování, což je subjektivní psychologický faktor, výrazně ovlivňující pracovní

spokojenost. Vliv může mít dlouholetá tradice vnímat okno jako manipulovatelný prvek pracovního prostředí (rozhodnout se sám, zda a kdy okno otevřít), což mu „falešná okna“, jinak řečeno prosklené plochy, neumožní. Lidé mohou reagovat dvojitým způsobem:

1. nespokojeností danou vnuceným omezením, přestože pracovníkovi je zajištěno z hlediska osvětlení vyhovující prostředí
2. paradoxně se mohou stížnosti pracovníků zmenšit, protože v kolektivu jsou vždy osoby více se prosazující a osoby stažené, v případě klimatizovaného pracoviště jsou pak všem osobám při ovládní tohoto prvku pracovního prostředí dány rovné možnosti (každý pracovní psycholog ví, že jedním z faktorů nejvíce přispívajícím k nepohodě pracovníků jsou rozpory v oblasti větrání, dusna či naopak průvanu).

To vše dokumentuje, že nelze nahlížet na okno pouze jako na prvek, který má zajistit v první řadě přirozené osvětlení. Pokud nebudou podchyceny i další psychosociální faktory, může se vyskytnout masivní nespokojenost i na pracovišti, které má optimální parametry osvětlení.

Lze v pracovním prostředí plnohodnotně nahradit výhled z okna?

Nedostatek kontaktu s přírodou bohužel charakterizuje životní styl moderního člověka. V souvislosti s tím lze zmínit jako jednu z nabízejících se možností objevující se pokusy napodobení přírodního prostředí virtuální realitou. V širším slova smyslu je virtuální realitou vše, co neexistuje reálně, ale je určitým způsobem simulováno, ať již umělými náhražkami, či elektronickými cestami. V pracovním prostředí jsou také široké možnosti uspokojení lidské potřeby kontaktu s přírodou virtuální cestou. Připomeňme oblíbené přírodní tapety na monitoru, výzdobu prostorů umělými květinami či umělými stromy, které nepotřebují údržbu. Umělá náhražka přírody by splnila ekonomická kritéria i například kritéria estetická, zda by však uspokojovala potřeby lidí vnímat přírodní prostředí a zvyšovala i pracovní spokojenost zatím nikdo nezkoumal.

Tři názory na konec.

1. Bez oken. Smutný. Deprimující. Hrozný. Prostě příšerný. Mít kancl bez oken. Nevidět ven. Nevidět svítilku na obloze, první jarní kapky deště, první jarní bouřku... Sedět tam a čučet na monitor nebo do zdi. Tfu, jak já tu zeď nesnáším. A změna je v nedohlednu... Budiž mi útěchou, že v tom odporném kanclu pod střechou nejsem sama (žena, úřednice).
2. Jestli vnímám, že náš obchodní dům nemá okna? U nás je tolik problémů a mám starost, abych nepřišla o místo nebo mne nepřehadili k pokladně, nemám čas se zabývat tak nedůležitými věcmi, to je to poslední, co lidi u nás na pracovišti zajímá (žena, pracovnice péče o zákazníky)
3. Okno? Jo, sakra, nevíte, kde seženu absolutně nepropustné žaluzie? (muž, programátor)

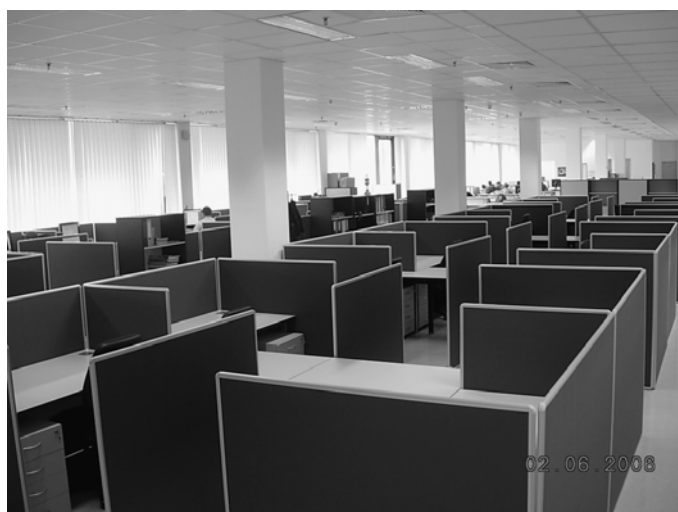
Literatura:

1. Franěk M.: EKO – ekologie a společnost 4/2001 s.34 – 35
2. Hladký A.: Psychologické příčiny stížností na klimatizaci. Acta hygienica, epidemiologica et microbiologica, Praha, 1988, s. 5 – 30
3. Nařízení vlády 523/2002 Sb. příloha 7 část B

4. Work related stress.A short guide. www.hse.gov.uk

5. Syndrom nemocných budov www.szu.cz/chpnp/pages/education/syndrom_nemocnych_budov.pdf

Obr.1. Hnízda



Obr. 2. Hřady



Obr. 3. Ochrana před osluněním u „open space“ kanceláří



KNX/EIB – komplexní systém řízení osvětlení a dalších funkcí budov podle souboru norem ČSN EN 50090

Ing. Josef Kunc, ABB s.r.o., Elektro-Praga Jablonec nad Nisou

www.abb-epj.cz, josef.kunc@cz.abb.com

Široké možnosti úsporného řízení osvětlení nabízí systémová elektrická instalace KNX/EIB v závislosti na přítomnosti osob, při řízení na stálou osvětlenost, ve spolupráci s řízením žaluzií a to jak se všemi snímači i akčními členy zařazenými do této systémové instalace anebo ve vazbě na jiné řídicí systémy, především DALI.

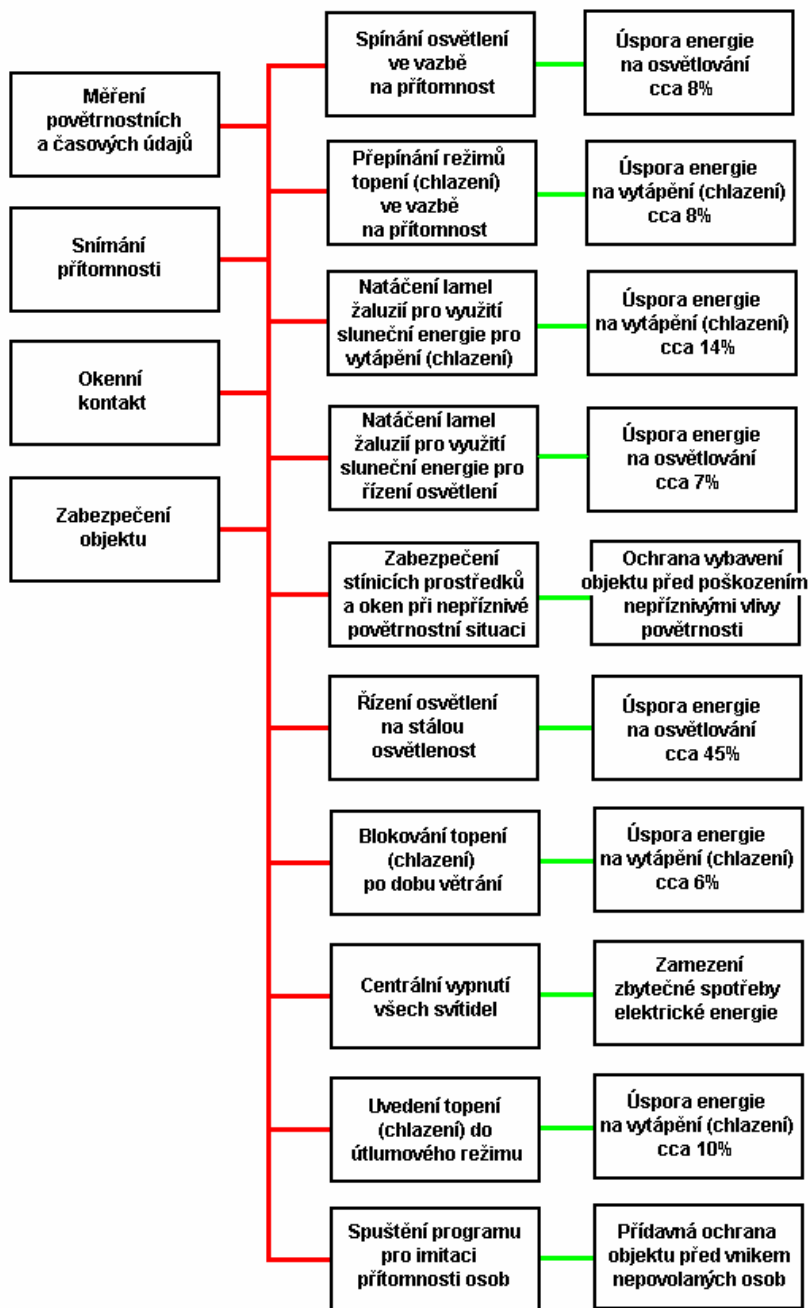
Spotřeba energie na osvětlování nebývá vždy rozhodující pro celkovou bilanci spotřeby energií v budovách, přesto je ale významným zdrojem možných úspor, bez ohledu na typ objektu. Uchýlíme-li se k ruční regulaci, nevyhneme se subjektivním vlivům. Mnohdy ani nelze hovořit o řízení spotřeby energie. Například v kancelářích, školách, úřadech a podobných prostorách je běžným jevem, že osazenstvo po příchodu rozsvítí osvětlení celého prostoru a nezapomene-li, osvětlení vypne při odchodu, po skončení provozní doby. Jsou-li navíc používána zastaralá zářivková svítidla s klasickými předřadníky, můžeme hovořit o skutečném plýtvání energií. Máme-li tedy dosáhnout požadované světelné pohody a současně šetřit energií, nezbyvá než v širokém měřítku nasadit samočinné řídicí systémy, pracující ať již na základě řízení spotřeby postupným spínáním jednotlivých svítidel nebo jejich skupin anebo plynulou regulací intenzity osvětlení na stálou osvětlenost. Avšak nejvyšších úspor v kancelářských budovách lze dosáhnout v kombinaci s ovládním těchto funkcí ještě i v závislosti na přítomnosti osob a navíc v kombinaci s řízením spotřeby tepla přepínáním provozních režimů. Je-li objekt vybaven venkovními žaluziemi s natáčivými lamelami, je k dispozici potenciál pro dosažení ještě výraznějších energetických úspor.

Ještě z počátku si dovoluji zopakovat mnohokrát opakované pravidlo: *Do úspor je nutné nejdříve investovat*. Výše investic samozřejmě závisí na požadované návratnosti vynaložených prostředků, ale také na očekávané úrovni komfortu. Ale nejdříve stručně k evropským instalačním systémům.

Montážně jednoduché elektrické instalace s Evropskou instalační sběrnicí KNX/EIB podle souboru norem ČSN EN 50090, s výraznou úsporou silových vodičů, dokáží ovládat i monitorovat rozmanité funkce, které jsou k provozu budovy potřebné. Stavebnicový, důsledně decentralizovaný systém přístrojů vzájemně komunikujících po dvoužilové stíněné instalační sběrnicí šetří investorům velmi často značné prostředky. Uživatelům současně přináší významné úspory provozních nákladů a to i ve srovnání s dosud běžným nasazením i těch nejdokonalejších lokálních řídicích systémů. Je to z toho důvodu, že tyto lokální systémy nejsou zpravidla schopny účinně komunikovat s řízením jiných funkcí a tím zvýšit účinnost spotřeby energií. Systémová elektrická instalace KNX/EIB je prozatím jediným mezinárodně normalizovaným komplexním systémem pro řízení funkcí budov.

Vysoké přídavné úspory energií v komerčních budovách

Především v komerčních objektech bývají značné tlaky investorů na minimalizaci nákladů na elektrické instalace, i když je vyžadována vysoká úroveň řízení jednotlivých funkcí, včetně vytváření vzájemných vazeb pro zatím nejvyšší dosažitelné přídavné úspory energií. Ne vždy si však uvědomí, že již samotné sdružení řízení osvětlení, spotřeby tepla, ovládní žaluzií a spolupráce s dalšími systémy ve společné systémové instalaci KNX/EIB zabezpečí v mnohých objektech celkové snížení investičních nákladů ve srovnání s použitím na sobě nezávislých i několika systémů řízení jednotlivých funkcí, které vzájemně nespolupracují a proto ani nemohou dosáhnout přídavných úspor energií. Na obr. 1 jsou naznačeny vazby mezi několika snímači a ostatními částmi systémové instalace KNX/EIB, které po nastavení parametrů a po softwarovém vytvoření logických vazeb zajistí až nečekaně vysoké úspory energií. A jen tak mimochodem při velmi vysoké úrovni komfortu. Vysoký komfort a současně vysoké přídavné úspory energií jsou výrazným rysem, plně charakteristickým pro systémové elektrické instalace KNX/EIB. Čím vyšší nároky bude mít uživatel na počty řízených funkcí, na způsoby jejich řízení, tím relativně nižší budou náklady na pořízení systémové instalace ve srovnání s potřebnými investičními náklady na několik samostatných, nespolupracujících systémů.



Obr. 1: Příklady vazeb mezi různými funkcemi pro zvýšení úspor energie a komfortu

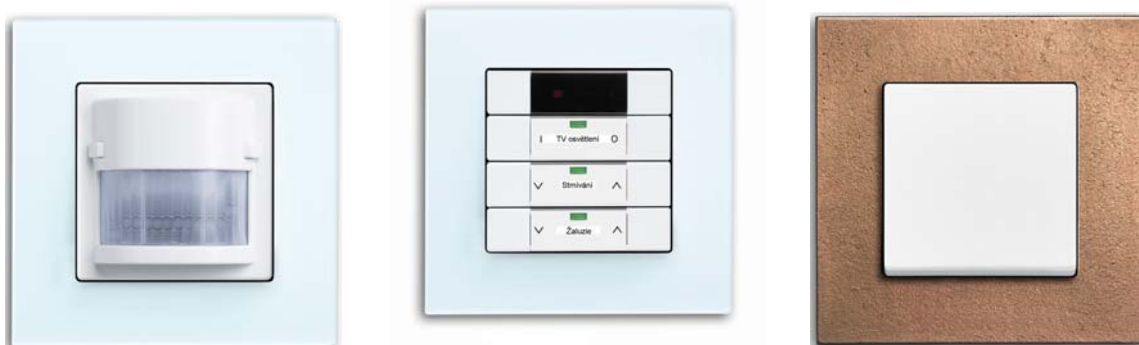
Nezvyklá úroveň komfortu i s jednoduchou obsluhou

Někteří investoři se domnívají, že zvyšování komfortu je nerozlučně spjata se zvyšováním počtu ovládacích prvků a následně s nutností složitého ovládání potřebných funkcí. Ano, ten kdo si přeje mít možnost sám zasahovat do řízení a nastavovat každou z provozních funkcí v budově, bude tak moci učinit z vizualizačního prostředku anebo potřebnými ovládacími prvky. Ovšem hlavní zásadou každého z projektantů systémové instalace KNX/EIB je nabídnout uživateli co nejjednodušší ovládání, které se počtem ovládacích míst a náročností na obsluhu ani nemusí lišit od klasické instalace. Přesto nabídne výrazně vyšší užitnou hodnotu celé instalace.

Vnější pozorovatel na první pohled vůbec nemusí poznat, zda objekt je vybaven klasickou nebo systémovou instalací, protože ovládací přístroje mohou být v prakticky libovolném designu domovních

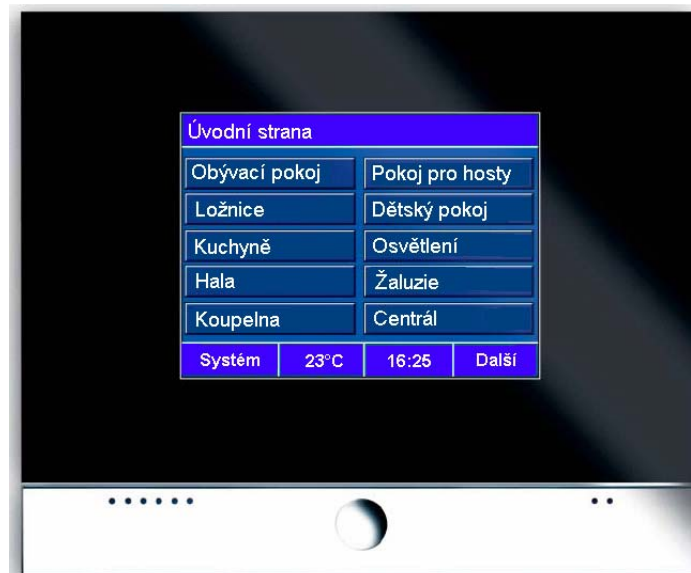
elektroinstalačních přístrojů. Ovšem tyto přístroje mohou být také ve výtvarných řešeních určených výhradně pro systémové instalace. Někteří uživatelé dávají přednost levnějším variantám ovládacích prvků, jiní zase těm nejnáročnějším designům. Prvotní snahou ovšem je, aby zvolený vzhled a barevné řešení těchto prvků ladil s interiérem objektu a současně aby plně uspokojil požadavky na zvolenou úroveň komfortu a způsob ovládání.

Nejnáročnější uživatelé zvolí patrně vzhledové prvky v designu s masivními rámečky z kvalitních materiálů. Uživatel si může vybrat až čtyřnásobné rámečky ze skla, ušlechtilé oceli, bronzu, galvanicky chromované nebo zlacené, či z jiných přírodních materiálů, jak je vidět z příkladů na obr. 2.



Obr. 2 Příklady domovních elektroinstalačních přístrojů a snímačů KNX/EIB

V bytových objektech, ale také např. v reprezentačních prostorách firem je výhodné použití dotykového ovládacího a zobrazovacího displeje podle obr. 3. Jednoduše, intuitivně umožňuje ovládat a současně i zobrazovat stavy až 210 funkcí z jediného místa. Kromě toho dovoluje vytváření scén, časových programů, poplachových hlášení. Lze jej také navázat na systém elektronického zabezpečení objektu. Jeho součástí je dále infračervené rozhraní pro dálkové ovládání a prostorový termostat s regulátorem pro řízení vytápění a chlazení. Náročný uživatel ocení i možnost ovládání audio techniky.



Obr. 3: Dotykový displej

S dokonalou instalací souvisí i dokonalý návrh rozváděčů

Poměrně často se setkáváme se skutečně neprofesionálně navrženými rozváděči. Obvyklým postupem projektantů v těchto případech bývá totiž výběr „vhodného“ rozváděče podle počtu modulů, které je potřebné s určitou rezervou uložit do vybrané skříně. V úvahu nebývají brány tepelné ztráty na jednotlivých prvcích, i když pro každý rozváděčový přístroj bývá příslušná výkonová ztráta běžnou katalogovou hodnotou. Pokud je rozváděč osazen pouze klasickými elektromechanickými přístroji, u nichž má výkonová ztráta na spínacích kontaktech poměrně malou hodnotu, nemusí ještě nastat prakticky žádné problémy. Ovšem ve stále větším měřítku se používají výkonové stmívače, na nichž je výkonová ztráta podstatně vyšší a navíc nepřipouštějí tak vysoké oteplení, jaké je možné dovolit u elektromechanických přístrojů.

Touto problematikou se proto zabývá ČSN EN 60670: Krabice a kryty elektrických přístrojů pro domovní a podobné pevné elektrické instalace. Její část 24: „Zvláštní požadavky na kryty ochranných přístrojů a podobných výkonových rozvodných zařízení“ byla v minulém roce schválena jako EN 60670-24, což znamená, že do norem ČSN musí být zavedena nejdéle do dvou let (tedy cca do 08-2007).

Část 24 platí pro rozvodnice a rozváděče pro jmenovitý proud do 125 A, při jmenovitém napětí do 400V a pro zkratové proudy do 10kA (přístroje se zkratovým proudem do 17 kA). Každý návrh rozváděče vychází z maximální výkonové ztráty P_{de} určené výrobcem pro dodávaný typový rozváděč, která se normou popisovaným způsobem ověřuje při typové zkoušce. Z hlediska uživatele normy – projektanta – je nejzajímavější částí příloha A s výpočtem výkonových ztrát všech v rozváděči instalovaných přístrojů P_{tot} a jejich porovnání s přípustnou maximální ztrátou P_{de} .

Při výpočtech se uvažuje s faktorem rozmanitosti K, jehož hodnota se vypočte jako poměr jmenovitého proudu zařízení I_{nq} a odchozího jmenovitého proudu I_{nu} (součet jmenovitých proudů výstupních zařízení, současně provozovaných). Pokud tyto hodnoty nejsou zcela zřejmé, faktor rozmanitosti K se určí z následující tabulky:

| Počet hlavních obvodů | Faktor rozmanitosti K |
|-----------------------|-----------------------|
| 2 a 3 | 0,8 |
| 4 a 5 | 0,7 |
| 6 až 9 | 0,6 |
| 10 a více | 0,5 |

Jmenovitý proud zařízení I_{nq} se vypočte jako součin součtu jmenovitých proudů všech odchozích jisticích a řídicích přístrojů, které jsou současně v provozu a koeficientu využití K_e . Přitom koeficient využití pro příchozí obvody je uvažován ve výši $K_e = 0,85$. Potom jmenovitý proud zařízení I_{nq} bude součinem jmenovitého proudu nebo součtu jmenovitých proudů všech vstupních jisticích nebo řídicích přístrojů, které jsou současně v provozu a koeficientem využití K_e .

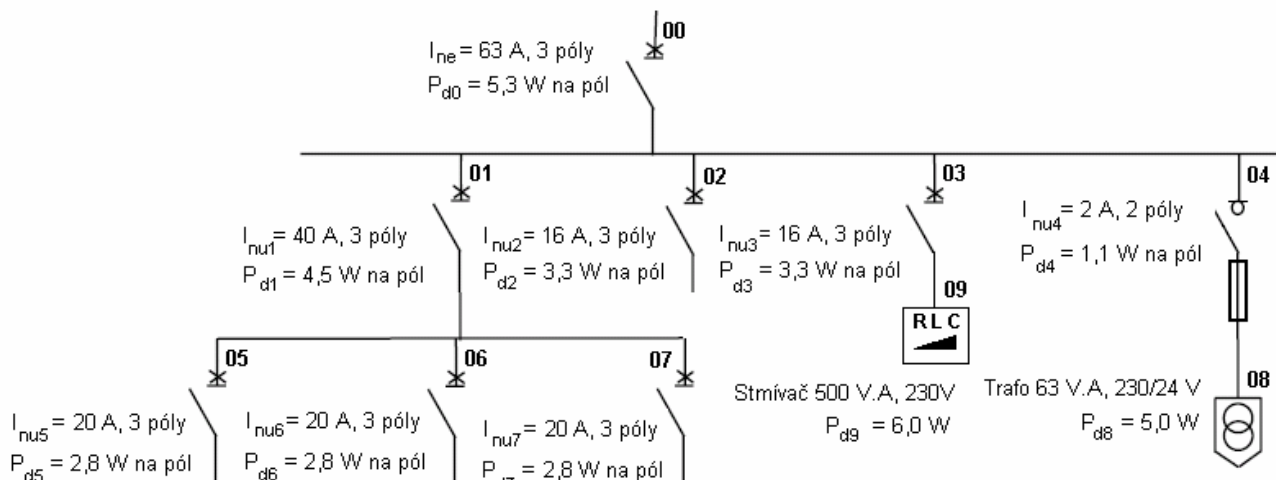
Celkové ztráty vybavení rozváděče budou: $P_{tot} = P_{dp} + 0,2 P_{dp} + P_{au}$, kde

P_{dp} jsou výkonové ztráty jisticích prvků s uvážením vlivu faktoru rozmanitosti K a koeficientu využití K_e , $0,2 P_{dp}$ je součet výkonových ztrát na svorkách, zásuvkách, relé, časových spínačích a podobných dalších malých přístrojích,

P_{au} je součet výkonových ztrát na dalších elektrických přístrojích umístěných v rozváděči a nezahrnutých do oblasti P_{dp} a $0,2 P_{dp}$, jako jsou signální svítidla, zvonkové transformátory, stmívače atd.

Tyto celkové ztráty P_{tot} musí být menší nebo rovny jmenovité ztrátě rozváděče P_{de} .

Výpočet výkonových ztrát si můžeme ukázat na jednoduchém příkladu, znázorněném na schématu na obr. 4.



Obr. 4: Příklad zapojení použitých přístrojů v rozváděči

Nejdříve je nutné stanovit ztráty P_{dp} :

| | Číslo obvodu | Ztráta na pól (W) | Počet pólů | Ztráta P_d (W) | Koeficient využití K_e Faktor rozmanitosti K | Ztráta na přístroj (W) |
|----------------|--------------|-------------------|------------|------------------|---|------------------------|
| Vstupní obvod | 0 | 5,3 | 3 | 15,9 | 0,85 | 13,515 |
| Výstupní obvod | 1 | 4,5 | 3 | 13,5 | 0,724 | 9,774 |
| Výstupní obvod | 2 | 3,3 | 3 | 9,9 | 0,724 | 7,168 |
| Výstupní obvod | 3 | 3,3 | 3 | 9,9 | 0,724 | 7,168 |
| Výstupní obvod | 4 | 1,1 | 2 | 2,2 | 0,724 | 1,593 |
| Výstupní obvod | 5 | 2,8 | 3 | 8,4 | 0,483 | 4,057 |
| Výstupní obvod | 6 | 2,8 | 3 | 8,4 | 0,483 | 4,057 |
| Výstupní obvod | 7 | 2,8 | 3 | 8,4 | 0,483 | 4,057 |
| | | | | CELKEM | P_{dp} (W) | 51,389 |

Při výpočtu faktoru rozmanitosti se uvažuje přístroj podle toho, zda je v první úrovni za vstupním jističem, nebo v některé z dalších úrovní.

$$K_e = 0,85$$

$$K \text{ pro první úroveň: } K_1 = I_{ne} \times K_e / (I_{nu1} + I_{nu2} + I_{nu3} + I_{nu4}) = 63 \times 0,85 / (40 + 16 + 16 + 2) = 0,724$$

$$K \text{ pro druhou úroveň: } K_2 = I_{nu1} \times K_1 / (I_{nu5} + I_{nu6} + I_{nu7}) = 40 \times 0,724 / (20 + 20 + 20) = 0,483$$

Stanovení výkonových ztrát dalších přístrojů:

| Číslo obvodu | Přístroj | Výkonová ztráta | Počet přístrojů | Ztráta celkem |
|--------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------|
| 08 | transformátor | 5 | 1 | 5 |
| 09 | stmívač | 6 | 1 | 6 |
| | | CELKEM | P_{au} (W) | 11 |

Takže celkové ztráty:

$$P_{tot} = P_{dp} + 0,2 P_{dp} + P_{au} = 51,389 + 10,278 + 11 = 72,667 \text{ W}$$

Znamená to, že použitá prázdná rozvodnice nebo rozváděč musí být výrobcem deklarován pro výkonovou ztrátu alespoň 73 W.

Shrnutí

Scény i centrální funkce jsou nadstandardními funkcemi, uskutečnitelnými v klasických elektrických instalacích zpravidla poměrně obtížně a jen v omezeném rozsahu. Naopak systémové instalace dovolují skutečně jednoduché vytváření prakticky libovolného jejich počtu, bez omezení použitých typů spotřebičů. Nespornou výhodou je i jednoduché přeprogramování při požadavku na zásadní změnu v uspořádání scény vybavené již nainstalovanými prostředky. Jednoduchá jsou i případná doplňování o další akční členy nebo snímače. S ohledem na komunikaci po instalační sběrnici bývá jen výjimečně, při rozsáhlých změnách, potřebné zasahovat do stavební konstrukce. Při správném návrhu systémové instalace zpravidla postačí doplnění akčních členů v rozváděcích nebo podhledech a výměna jednoduššího aplikačního modulu snímačů za složitější, s následným přeprogramováním.

Téměř všeobecně je rozšířen názor, že systémové elektrické instalace KNX/EIB jsou ekonomicky výhodné jen pro rozsáhlé stavby. Praxe však ukázala, že úspory investičních i provozních nákladů jsou prokazatelné i při jejich použití ve středně velkých a dokonce i menších objektech. A při nadstandardních požadavcích je ekonomicky výhodnější využití KNX/EIB i ve skutečně velmi malých aplikacích. Jako příklad lze uvést výsledky kalkulace zabezpečení provozu v určité zasedací místnosti. Uživatel požadoval ruční i dálkové ovládání chodu čtyř žaluzií a čtyř spínaných i stmívaných světelných okruhů, s možností vytvářet světelné scény a zabezpečit i centrální ovládání. Porovnání nákladů na klasické řešení a na systémovou instalaci přineslo skutečně zajímavý poznatek. Obě varianty byly cenově plně porovnatelné – technika KNX/EIB byla nákladově dokonce nepatrně levnější. A vzhledem ke své stavebnicové koncepci je instalace připravena pro jakákoliv, z hlediska pracnosti i dalších nákladů, nenáročná rozšiřování, dodatečné změny apod.

Ani u malých projektů tedy nelze bez předchozího alespoň hrubého technicko ekonomického rozboru zahrnout využití techniky s komunikací po evropské sběrnici. Nejdříve je nutné alespoň orientačně zpracovat komplexní řešení řízení všech funkcí v objektu tradičními technologiemi a technikou KNX/EIB a teprve poté se lze rozhodnout pro konkrétní postup. Je potřebné si také uvědomit, že tato instalace je jediným celoevropsky normalizovaným systémem komplexně řešícím řízení všech funkcí budov (viz soubor norem ČSN EN 50090). Zakalkulujeme-li do nákladů také předpokládané úspory provozních nákladů, pak nezbude, než konstatovat: *Instalace s evropskou sběrnici nemá chybu.*