

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky



PROGRES 3



Česká společnost pro osvětlování
Regionální skupina Ostrava



Kurz osvětlovací techniky XXX

30. září – 2. října 2013

HOTEL DLOUHÉ STRÁNĚ
Loučná nad Desnou

Publikace byla zpracována za finanční podpory Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2013 – Program EFEKT

ISBN 978-80-248-3174-9

Partneři akce

Slovenská svetelnotechnická spoločnosť

SRVO

PTD Muchová, s.r.o.

časopis „SVĚTLO“, FCC Public

Děkujeme za dotace, sponzorské dary a pomoc při organizování konference

OSTRAVSKÉ KOMUNIKACE, a.s.

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

HORMEN CE, a.s.

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

ČEPS, a.s.

Elektrárenská 774/2, 101 52 Praha 10 – www.ceps.cz

ELTODO-CITELUM, s.r.o.

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

ČEZ, a.s.

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

OBO BETTERMANN PRAHA, s.r.o.

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

HELUKABEL CZ s.r.o.

Areál dolu MAX, Libušín/Kladno, 273 06 - www.helukabely.cz

HALLA, a.s.

Litvínovská 288/11, Praha 9, 190 00 - www.halla.cz

INGE Opava, spol. s r.o.

Stará silnice 3, Opava, 746 01 – www.inge.cz

HELLUX ELEKTRA s.r.o.

Okružní 526, České Budějovice, 370 21 - www.hellux.cz

ZUMTOBEL LIGHTING s.r.o.

Jankovcova 2, Praha 7, 170 00 – www.zumtobel.com

BEGHELLI - ELPLAST, A.S.

Poříčí 3a, 603 16 Brno, www.beghelli.cz

ENERGOTIS, s.r.o.

Žižkova 5, Šumperk, 787 01 - www.energotis.cz

ELEKTRO A TRH

Odborný česko – slovenský časopis, www.elektroatrh.cz

VYSTO Kobyly, s.r.o.

Novomlýnská 476, Šakvice 691 67 - www.vysto.cz

Konference Kurz osvětlovací techniky XXX je jubilejním, jak je již z názvu patrné, 30. setkáním všech, kteří se světelnou technikou pracují, mají k ní co říct a mají ji také rádi.

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

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

Vnitřní osvětlení

- řízení osvětlovacích soustav s důrazem na úspory elektrické energie
- energetické audity budov (energetické štítky)
- využití nových úsporných technologií v bytových prostorech

Venkovní osvětlení

- návrh konceptu osvětlení města z pohledu architektů
- videomapping a dynamické osvětlení v urbanismu
- nové trendy při navrhování architektonického osvětlení pomocí LED
- LED ve venkovních průmyslových a obchodních prostorech

Veřejné osvětlení

- energetické přínosy nových technologií
- dotace na obnovu VO ve městech a obcích
- posuzování kvalitativních a kvantitativních parametrů svítidel a osvětlovacích soustav s LED
- řízení osvětlovacích soustav s LED
- praktické zkušenosti s LED ve VO

Denní osvětlení a hygiena

- požadavky hygienické služby na osvětlení při kolaudačním řízení
- měření a kontrola umělého osvětlení nejen podle nových požadavků ČSN EN 12464-1
- denní versus umělé osvětlení z pohledu energetických úspor

Elektro

- problematika nasazování přepěťových ochran v soustavách VO
- napájení nouzového osvětlení
- inteligentní systémy řízení (KNX)

Automobilové osvětlení

- LED v interiérových i exteriérových aplikacích
- netradiční optické systémy pro klasické žárovky
- aplikace nových zdrojů (OLED, elektroluminiscenční zdroje)
- mechanická řešení adaptivních světlometů

Workshopy:

- dotace pro veřejné osvětlení z EU.
- vytvoření kanceláře konsorcia PROGRES 3 na podporu přeshraniční spolupráce – program EUPRO II.

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

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

Obsah

Autor		Strana
Juklová Marie	XXX Kurzů osvětlovací techniky v Ostravě	1
Maixner Tomáš	Bludné cesty (nejen) veřejného osvětlení	6
Hudeczek Mečislav	Světlo v laboratoři Nikoly Tesly, v pyramidách a v laboratoři fy HUDECZEK SERVICE, s.r.o.	10
Kaňka Jan	Stavební světelná technika v urbanismu a územním plánování	20
Slezák Jiří	Novelizace norem pro měření osvětlení	25
Žák Petr	Komplexní přístup k posuzování osvětlení vnitřních prostorů	27
Vrbík Petr	Co nás může oslňovat	31
Plch Jiří	Aplikace bezelektrodoých výbojových světelných zdrojů	36
Staněk Pavel	Návrh osvětlení včera, dnes a zítra	41
Staša Michal	Evropský průzkum zabývající se osvětlením v domácnostech	43
Staša Michal	Komplexní test kompaktních zářivek a světelných zdrojů LED určených pro domácnosti	46
Novotný Jiří	Revize normy pro nouzové osvětlení	50
Vacek Jan	LED v průmyslu	53
Gašparovský Dionýz	Parametre osvetlenia školských tabúľ	57
Kul'ka Branislav	Nové pravidlá pre osvetľovanie v obytných priestoroch	65
Novák Daniel	Osvětlení nového centra Černý Most	70
Lipnický Lukáš	Štruktúra miestností v školských budovách z pohľadu požiadaviek na osvetlenie	73
Lepší Jana	Osvětlování bytů	77
Příbek Tomáš	Zkušenosti hygienika s osvětlení provozoven péče o tělo	84
Stupka Pavel	Denní osvětlení revitalizovaného domu osobní zkušenost	88
Kaňka Jan	Způsoby hodnocení denního osvětlení	92
Skotnicová Iveta	Osvětlení v pasivním domě s chytrou elektroinstalací	94

Roman Dubnička	Vplyv smerovej chyby luxmetrov pri verifikácii osvetľovacích sústav	99
Grinaj Lukáš	Etalón jasu pre kalibráciu fotometrickej stupnice jasomerov	103
Dubnička Roman	Vplyv neistoty merania kriviek svietivosti svetidiel na realizáciu osvetľovacích sústav	110
Bálský Marek	Automatizované měření osvětlenosti v interiéru	115
Darula Stanislav	Zmeny vertikálnych osvetlenosti	119
Kocifaj Miroslav	Svetlo nočnej oblohy ako zdroj informácií o vyžarovacej funkcii mestskej zóny	123
Kómar Ladislav	Efektívnosť využívania denného svetla v interiéroch	126
Pelánová Zuzana	Horizontální osvětlenost v podmínkách standardizovaných obloh CIE	130
Novotný Jan	Prisvětlování chodců na přechodech z pohledu projektanta	138
Maixner Tomáš	Přechody pro chodce nebo chodec na přechodu?	142
Tesař Jiří	Zkušenosti z praxe - navrhování soustav VO obchodními firmami	148
Skála Jiří	Vliv kvality sodíkových zdrojů na úspory měst a obcí	152
Burdová Sabina	Úspora ve veřejném osvětlení - jediné hledisko, které nás zajímá?	156
Gřes Radim	Rozsah a obsah projektové dokumentace osvětlovací soustavy veřejného osvětlení	161
Muchová Alena	Modernizace soustav VO v Ostravě v letech 2011-2013	168
Hasoň Zdeněk	Úspory el. Energie v systémech veřejného osvětlení úskalí (chyby a omyly) při jejich přípravě a realizaci	172
Raida Rostislav	Oranžové přechody	187
Maixner Tomáš	Fotovoltaika ve veřejném osvětlení	190
Janiga Peter	Využívanie technológie smart metering při prevádzka sietí verejného osvetlenia	194
Bayer Rudolf	Automatizovaný systém měření činitele odrazu	200
Burant Jiří	Specifické kabelové úložné systémy pro rozvody osvětlení	206
Kolda Martin	Inteligentní osvětlení logistických areálů	212
Pavel Novotný	Denní osvětlení v praxi	216

Juchelka Ladislav	Ochrana proti přepětí zařízení ovládajících osvětlení	224
Kunc Josef	Řízení funkcí v budovách jedinou celosvětově normalizovanou systémovou instalací KNX	229
Grinaj Lukáš	Možnosti využitia LED systémov a technológií na zlepšenie energetickej hospodárnosti budov	232
Krbal Michal	Ekologická zátěž světelných zdrojů	235
Závada Petr	Zatřídování venkovních osvětlovacích soustav do environmentálních zón	239
Škoda Jan	Hodnocení odrazných prvků reflexních vest	243
Zálešák Jan	Rozbor jasu zorného pole pozorovatele ve venkovním prostředí	250
Novotný Pavel	FC Viktoria Plzeň 4x	254
Popelek Jan	Kompaktní jednotka denního svícení pro závodní vůz 24 hodin Le Mans	263
Rzymanek Daniel	Stolní demonstrátor adaptivních světlometů pro osobní automobily (AFS) a jeho konfigurátor	266
Kul'ka Branislav	Mechanické riešenia adaptívnych svetlometových systémov	268
Martoch Jan	Trendy v návrzích světlovodů pro automobilový průmysl	273
Gloss Tomáš	Vizualizační nástroje ve společnosti Varroc Lighting Systems	281
Plch Jiří	Hodnocení a posuzování osvětlení přechodů	287
Carbol Zbyněk	Superkapacitory v nouzovém osvětlení	292
Helštyňová Barbara	Vyhodnocení kontrastů z měření jasů v interiérech	297
Bláha Zdeněk	Zkušenosti z návrhů osvětlení přechodů pro chodce pro ČEZ	301
Bažant Jaroslav	Zkušenosti českého výrobce LED Svítidel	307
Portužák Roman	Kritéria pro posuzování projektů za účelem přidělování dotací (na obnovu VO)	309
Dvořáček Karel	Energetická náročnost osvětlení v budovách	312
Šumpich Jan	Příklady úspor vzniklých využitím denního osvětlení	316
Ullman Ivo	Ovládání a řízení osvětlovacích soustav pomocí řídicího systému PAC v elektrických stanicích PS	320

Bláha Zdeněk	Rekonstrukce osvětlení atletického stadionu v Ostravě	324
Hawliczek Petr	Generátor elektrické energie z rozdílu teplot 0,1°C složený z termobaterie a speciálního měniče	327
Pich Jiří	Udržovací činitel svítidel se světelnými diodami	331
Pelech Marcel	Výpočtové modely dráhy slunce v kontextu nové evropské normy	335
Franek Lukasz	Legislativa a praxe pravidelných kontrol nouzového osvětlení	338
Sequens Tomáš	Veřejné osvětlení a obec pod lupou zákona	341
Vik Michal	Rozlišování barev při nízkých osvětlenostech, aneb Purkyňův jev z hlediska současné kolorimetrie	346

XXX Kurzů osvětlovací techniky v Ostravě

Motto: Dohlédl-li jsem dále, bylo to proto, že jsem stál na zádech obrů

Issac Newton

Úvodní slovo sborníků Kurzů osvětlovací techniky vždy patřilo současnosti a budoucnosti osvětlování. Dnes mně bylo svěřeno ohlédnutí, ohlédnutí za třicátým výročím organizací Kurzů osvětlovací techniky v Ostravě.

Bylo by mylné domnívat se, že jubilejní třicátý kurz je mezníkem, začínající jedničkou. Historie vzdělávacích akcí v oboru osvětlování má v minulosti v Ostravě své kořeny mnohem hlouběji. V roce 1975 byla při Československé vědeckotechnické společnosti založena Krajská odborná skupina Severomoravského kraje „Osvětlování“, jejímž předsedou se stal Ing. Jindřich Dufka, mimořádně vzdělaný odborník známý svou houževnatostí i skromností. Ing. Dufka byl garantem několika krajských seminářů, školení a soustředění. Již několik let externě vyučoval předmět Světelná technika na Vysoké škole báňské v Ostravě, zároveň působil jako člen výboru Národní odborné skupiny „Člověk světlo prostředí“ ČSR, známá byla jeho publikační činnost a spolupráce na typizačních směrnících a úkolech Ministerstva lehkého průmyslu.

Spoluzakladatelem Krajské odborné skupiny Severomoravského kraje „Osvětlování“ byl v roce 1975 rovněž prof. Ing. Karel Sokanský, CSc., který vykonával funkci místopředsedy a od roku 1973 vyučoval předmět Elektrické světlo. V roce 1976 se stal jednatelem pobočky ČSVTS při fakultě strojní a elektrotechnické Vysoké školy báňské v Ostravě,

Od roku 1972 působil na Krajské hygienické stanici v Ostravě Doc. MUDr. Vladimír Maňák, CSc., fyziolog zrakového systému, autor knihy “ Zrak“, charismatická osobnost, který nehledal slávu, ale pravdu. Neviděl ve svých žácích sudy, které je třeba naplnit, ale svíce, které je třeba zapálit. Jeho zásluhou na ostravské hygieně bylo zřízeno ojedinělé pracoviště specializované na problematiku hygieny osvětlení. Toto pracoviště s filozofií svého učitele v roce 1981 převzala RNDr. Marie Juklová.

Zájem o rozvoj světelné techniky v Ostravě je nutno vidět také v kontextu celorepublikového dění, v Praze, Brně, Bratislavě, Plzni, Ústí nad Labem, a jinde. V tehdejší době byl výzkum v oblasti světelné techniky na vysoké úrovni. Působila u nás řada významných osobností tohoto oboru, byli to odborníci, od kterých jsme se mohli učit, byli nám vzorem. Udržet krok se soudobým děním vyžadovalo pravidelnost. V Ostravě byly řadu let pořádány vzdělávací akce, které se neopakovaly periodicky a nevedlo se jejich číslované označení.

Předsedou a koordinátorem dění, nadšencem oboru a smelovatelem kolektivu spolupracovníků pro pořádání pravidelných vzdělávacích akcí – Kurzů osvětlovací techniky se stal prof. Ing. Karel Sokanský, CSc. Prvními spolupracovníky se mu tehdy stali Ing. Jindřich Dufka, Ing. Alena Muchová, Ing. Fridolín Kudela, RNDr. Marie Juklová, Dagmar Hrabovská. Kurz osvětlovací techniky I - Výklad k nově navrhovaným normám, se v Ostravě uskutečnil v roce 1984. Z tohoto i všech ostatních akcí byl vydáván sborník přednášek. Podobné kurzy v té době probíhaly v Plzni a některých dalších městech. Nebyla to však pro Ostraváky vzhledem ke geografické poloze konkurence, naopak, stali jsme se spolupracovníky a těšili se ze vzájemných úspěchů. Pro zajištění odborné úrovně byla nutná spolupráce s odborníky v rámci celé republiky. Ti se postupně stávali

přednášejícími, se kterými nás pojilo pouto nejen spolupráce, ale i přátelství. Je těžké vysvětlovat současné mladé generaci, jak probíhal nástup obyčejných kalkulaček, následně počítačů a světelně technických výpočtů do rutinní práce světelných techniků. Dnes je těžko uvěřitelné, že mnoho prvků světelné techniky bylo nedostatkovým zbožím. Každá překážka se však stávala výzvou. Ostravské kurzy nabývaly v odborné veřejnosti na známosti, staly se nezbytností pro udržení kroku s vývojem oboru, brzy přesáhly hranice ostravského regionu a jejich popularita se zpětně stávala pro organizátory hnacím motorem i radostí.

V roce 1992 byla založena Česká společnost pro osvětlování. Z programového prohlášení valné hromady ČSO vyplývá rozvíjení činnosti společnosti především na úrovni regionálních skupin. Tehdejší předseda ČSO Ing. František Šesták hodnotil v roce 2003 činnost ostravské regionální skupiny těmito slovy: „V Ostravě byly díky spolupráci s Vysokou školou báňskou a Krajskou hygienickou stanicí uspořádány dva dvoudenní odborné semináře. První se konal v lednu a po konzultacích s komorou architektů byl zaměřen na téma Světlo a prostor v architektuře. Druhý byl uspořádán v září jako volné pokračování kurzu osvětlovací techniky na téma Světlo a současnost. U obou akcí byla v přilehlých prostorách přednáškového sálu uspořádána výstava jak výrobků tak i nabídka programových produktů, zaměřených do oblastí světelné techniky. Početná řada vystavovatelů byla z celé ČR i ze zahraničí. Výstavy svým rozsahem předčily mnohé jiné významnější akce. Setkání vystavovatelů s účastníky seminářů jak u svých stánků, tak na semináři v části programu vyhrazenému jen vystavovatelům ale i na večerním společenském setkání bylo velkým oživením akcí a pozvedlo jejich význam na společenskou událost. Akcím věnovala pozornost i ostravská ČT. Úspěch ostravských je nepochybně spojen s odvahou podnikatelsky riskovat a kvalifikovaně manažersky zajišťovat své akce.“

Pořádání Kurzů osvětlovací techniky se stalo rozjetým vlakem, ze kterého jsme nemohli a ani nechtěli vystoupit. Bylo nutné reagovat na nové a nové požadavky doby. Řada akcí k aktuálním problémům nebyla ani číslována (viz přehledná tabulka). Časem rozsah a náplň kurzů již neodpovídal tradičnímu skromnému názvu. Ostravská regionální skupina se stala postupně pořadatelem šesti konferencí. Rozvíjela i další odbornou činnost. Za zmínku stojí pořádání mezilaboratorních porovnávacích měření, mezinárodních konferencí, vydávání odborných publikací atd. I díky těmto aktivitám dnes stojíme u pomyslného číselného milníku - XXX.

Co dodat závěrem? Především poděkovat. Poděkovat prof. Ing. Karlu Sokanskému, CSc. za jeho vytrvalost, jeho mnohaleté úsilí budovat tuto ojedinělou tradici, za jeho neutuchající nadšení předávat nejen vědecké požadavky do praxe, ale i za krásné přátelství, kterým si získal srdce bezpočtu přátel.

Dlužno poděkovat všem, kteří po léta spolupracovali na organizaci těchto kurzů především proto, že sami iniciativně spoluvytvářeli náplň a chod této historie, že tuto práci vždy vykonávali vedle svých běžných pracovních povinností. Za všechny Ing. Aleně Muchové, Ing. Tomáši Novákovi, PhD, Dagmar Hrabovské, Ing. Ivaně Sokanské, Ing. Ondřeji Višcorovi, Jiřímu Němcovi, Vlastě Počtové, Ing. Petru Slivkovi a dalším především z řad doktorandů VŠB-TU Ostrava, kteří ve chvílích nouze ochotně přiložili ruku k dílu.

Je nutno s velkou úctou poděkovat všem přednášejícím, kteří vytvářeli náplň kurzů a předávali účastníkům své vědomosti a poznatky z praxe, mediálními partnerům za šíření informací směrem

k odborné veřejnosti, vystavovatelům za obohacení programu a seznamování s novými trendy ve výrobě a v neposlední řadě i sponzorům, kteří umožnili tyto akce realizovat.

Poděkování všem účastníkům kurzů je také nezbytné. Jejich účast je pro pořadatele vždy známkou hodnocení a v našich posluchačích jsme měli vždy velkou podporu. Děkuji Vám všem za Vaši věrnost, děkuji Vám za Váš stálý zájem.

Třicet Kurzů osvětlovací techniky v Ostravě. Je to mnoho nebo málo? Záleží na úhlu pohledu. Pro pořadatele to byl velký kus práce, ale nevelký úsek v historii osvětlování. Je nutno si jen přát, ať dobré světlo svítí na další cestu v jeho poznání, jeho rozvoji. Ať další generace odborníků se stejnou láskou a nadšením hledají nové cesty k jeho uplatnění.

Život se skládá z okamžiků. Přeji Vám všem, aby tyto okamžiky nebyly jen minulostí, ale aby dny dnešní i příští zanechaly ve Vás stopu poznání i radosti

RNDr. Marie Juklová

předsedkyně RS ČSO Ostrava

Kurzy osvětlovací techniky pořádané RS ČSO Ostrava					
Rok	Číslo kurzu	Kurz osvětlovací techniky Název akce	Pořadatelé	Datum	Místo
1984	I	Výklad k nově navrhovaným normám	KR ČSVTS Pobočka ČSVTS FSE VŠB KOS Osvětlování Ostrava	24. 10. 1984	Ostrava
1985	II	Příklady řešení veřejného osvětlení. Základní výpočty	KV ČSVTS společnost elektrotechnická Pobočka ČSVTS FSE VŠB KOS Osvětlování Ostrava	3. 12. 1985	Ostrava
1987	III	Příklady řešení osvětlení vnitřních prostorů. Denní a sdružené osvětlení	Pobočka ČSVTS FSE VŠB KOS Osvětlování Ostrava	2. - 3. 6. 1987	Ostrava
1988	IV	Světelně technický návrh denního, sdruženého a umělého osvětlení	Pobočka ČSVTS FSE VŠB Krajská hygienická stanice Ostrava KOS Osvětlování Ostrava	21. - 22. 6. 1988	Ostrava
1989	V	Aktualizace venkovního a vnitřního osvětlení	Pobočka ČSVTS FSE VŠB Krajská hygienická stanice Ostrava KOS Osvětlování Ostrava	20. - 21. 6. 1989	Ostrava
1990	VI	Osvětlování vybraných prostorů	Pobočka ČSVTS FSE VŠB Krajská hygienická stanice Ostrava KOS Osvětlování Ostrava	19. - 20. 6. 1990	Ostrava
1991	-	Osvětlování z hlediska provozu a údržby	FINISH Vědeckotechnický informační servis PÚREZ Pardubice	1991	Ostrava
1992	VII	Problematika osvětlování v oblasti podnikání	Česká společnost pro osvětlování Regionální skupina Ostrava	7. - 8. 9. 1992	Ostrava
1993		Světlo a prostor v architektuře	ČSO Regionální skupina Ostrava Vysoká škola báňská Ostrava Fakulta elektrotechnická	20. - 21. 1. 1993	Ostrava
	VIII	Světlo a současnost	ČSO Regionální skupina Ostrava Krajská hygienická stanice Ostrava Vysoká škola báňská Ostrava Fakulta elektrotechnická	7. - 8. 9. 1993	Ostrava
1994	IX	Základy osvětlování I. díl	ČSO Regionální skupina Ostrava Krajská hygienická stanice Ostrava Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava Fakulta elektrotechniky a informatiky	11. - 12. 3. 1994	Ostrava
	X	Základy osvětlování II. díl		6. - 7. 10. 1994	

KURZ OSVĚTLOVACÍ TECHNIKY XXX

1995	XI	Denní osvětlení budov Měření denního a umělého osvětlení	ČSO Regionální skupina Ostrava Krajská hygienická stanice Ostrava Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava Fakulta elektrotechniky a informatiky	23. -24. 2. 1995	Ostrava
	XII	Osvětlování venkovních prostorů	ČSO Regionální skupina Ostrava Společnost pro rozvoj veřejného osvětlení Krajská hygienická stanice Ostrava Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava Fakulta elektrotechniky a informatiky	12. - 13. 10. 1995	Ostrava
1996	-	Seminář Sdružené osvětlení	ČSO Regionální skupina Ostrava Krajská hygienická stanice Ostrava Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava Fakulta elektrotechniky a informatiky	28. 2. 1996	Ostrava
	XIII	Osvětlování vnitřních prostorů		10. – 11. 10. 1996	Ostrava
1997	XIV	Problematika denního, sdruženého a umělého osvětlení ve vnitřních prostorách	ČSO Regionální skupina Ostrava Krajská hygienická stanice Ostrava Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava Fakulta elektrotechniky a informatiky	24. – 25. 4. 1997	Ostrava
	XV	Problematika venkovního osvětlování Komunikace, sportoviště, architektury	ČSO Regionální skupina Ostrava Krajská hygienická stanice Ostrava Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava Fakulta elektrotechniky a informatiky Společnost pro rozvoj veřejného osvětlení	9. -10. 10. 1997	Ostrava
1998	-	Mezinárodní konference Ostrava 1998 SVĚTLO'98	Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava Fakulta elektrotechniky a informatiky	1. - 3. 6. 1998	Ostrava
	XVI	Problematika denního osvětlení	ČSO Regionální skupina Ostrava Krajská hygienická stanice Ostrava	20. 10. 1998	
1999	XVII	Problematika vnitřního osvětlení	Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava Fakulta elektrotechniky a informatiky ČSO Regionální skupina Ostrava Krajská hygienická stanice Ostrava	13. – 14. 4. 1999	Ostrava
	XVIII	Hygiena a legislativa v osvětlování, měření umělého osvětlení na komunikacích a ve vnitřních prostorách	Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava Fakulta elektrotechniky a informatiky ČSO Regionální skupina Ostrava Krajská hygienická stanice Ostrava	12. – 13. 10. 1999	
2000	-	Mezinárodní konference s výstavou SVĚTLO 2000	Česká společnost pro osvětlování ve spolupráci s národním komitétem CIE Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava Fakulta elektrotechniky a informatiky Krajská hygienická stanice Ostrava Společnost pro rozvoj veřejného osvětlení	30. 5. - 1. 6. 2000	Ostrava
2001	XIX	Legislativa v oblasti osvětlování	Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava	15. – 16. 5. 2001	Ostrava
	XX	Projektování vnitřního a venkovního osvětlení	Fakulta elektrotechniky a informatiky ČSO Regionální skupina Ostrava Krajská hygienická stanice Ostrava	30. – 31. 10. 2001	RS Důl Paskov - Morávka
2002	XXI	Venkovní osvětlení, světelné znečištění, měření osvětlení	Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava Fakulta elektrotechniky a informatiky ČSO Regionální skupina Ostrava Krajská hygienická stanice Ostrava	15. – 16. 10. 2002	RS Důl Paskov - Morávka
2003	XXII	Osvětlování kanceláří, zdravotnických a školních zařízení	Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava	23. – 24. 9. 2003	Hotel Dlouhé Stráně, Kouty

KURZ OSVĚTLOVACÍ TECHNIKY XXX

			Fakulta elektrotechniky a informatiky ČSO Regionální skupina Ostrava Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě		nad Desnou
2004	XXIII	Osvětlování v prostředí nově zaváděných norem a předpisů	Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava Fakulta elektrotechniky a informatiky ČSO Regionální skupina Ostrava KHS Moravskoslezského kraje se sídlem v Ostravě	4. - 6. 10. 2004	Hotel Dlouhé Stráně, Kouty nad Desnou
2005	XXIV	Osvětlování v prostředí nově zaváděných norem a předpisů II	Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava Fakulta elektrotechniky a informatiky KHS Moravskoslezského kraje se sídlem v Ostravě ČSO Regionální skupina Ostrava	10. - 12. 10. 2005	Hotel Dlouhé Stráně, Kouty nad Desnou
2006	XXV	Téměř vše o světle	Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava Fakulta elektrotechniky a informatiky KHS Moravskoslezského kraje se sídlem v Ostravě ČSO Regionální skupina Ostrava	16. - 18. 10. 2006	Hotel Dlouhé Stráně, Kouty nad Desnou
2007	-	Národní konference s mezinárodní účastí Výstava světelné techniky SVĚTLO 2007	Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava Fakulta elektrotechniky a informatiky ČSO Regionální skupina Ostrava	10. - 12. 9. 2007	Nová aula VŠB – Technická univerzita Ostrava
2008	XXVI	Národní konference s mezinárodní účastí Kurz osvětlovací techniky XXVI	Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava Fakulta elektrotechniky a informatiky ČSO Regionální skupina Ostrava	6. - 8. 10. 2008	Hotel Dlouhé Stráně, Kouty nad Desnou
2009	XXVII	Kurz osvětlovací techniky XXVII	Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava Fakulta elektrotechniky a informatiky ČSO Regionální skupina Ostrava	29. 9. - 1. 10. 2009	Hotel Dlouhé Stráně, Kouty nad Desnou
2010	XXVIII	Národní konference s mezinárodní účastí Kurz osvětlovací techniky XXVIII	Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava Fakulta elektrotechniky a informatiky ČSO Regionální skupina Ostrava	11. -13. 10. 2010	Hotel Dlouhé Stráně, Kouty nad Desnou
2011	-	LIGHT SVĚTLO 2011	Česká společnost pro osvětlování Společnost pro rozvoj veřejného osvětlení Slovenská svetelnotechnická spoločnosť Český národní komitét CIE Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava České vysoké učení technické v Praze ve spolupráci s ELTODO	21. 9. - 23. 9. 2011	Hotel Olympik Praha
2012	XXIX	Kurz osvětlovací techniky XXIX	Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava Fakulta elektrotechniky a informatiky ČSO Regionální skupina Ostrava	15. - 17. 10. 2012	Hotel Dlouhé Stráně, Kouty nad Desnou
2013	XXX	Kurz osvětlovací techniky XXX s hlavním zaměřením na řízení osvětlovacích soustav	Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava Fakulta elektrotechniky a informatiky ČSO Regionální skupina Ostrava	30. 9. - 2. 10. 2013	Hotel Dlouhé Stráně, Kouty nad Desnou

Bludné cesty (nejen) veřejného osvětlení

Ing. Tomáš Maixner

www.dql.cz, maixner.t@gmail.com

Motto: Cestička k domovu, známě se vine, lepší je, krásnější, než všechny jiné..

K. V. Rais

Protože osvětlování rozumí kdekdo, tak před lety švec poučoval světelného technika jak se má svítit. Dnes je to horší. Švec se nedrží svého kopyta, ale pokročil dál. Za světelného technika se vydává. Se vstupem světelných diod a v okamžiku, kdy se asijsí výrobci naučili vyrábět indukční světelné zdroje, v té chvíli se s takovými "experty" roztrhl pytel. A protože oboru nerozumějí a chtějí nasekat kačky, tak se nerozpakují překroutit cokoliv jakkoliv.

Zcela ignorují zásady osvětlování. Nezaleknou se poddimenzovat osvětlovací soustavy. S oblibou přetřídí komunikace do nižších tříd osvětlení. O tom, že uvádějí nepravdivé údaje o světelných zdrojích a svítidlech, nemusím ani moc referovat. S oblibou se dopouštějí početních chyb, nejen ve světelně technických výpočtech, ale i v "ekonomických" rozborech.

Pokud jsou na něčem z uvedeného nachytáni, tak se vymluví na překlep, na špatná data od výrobce, na chybný výpočet dodavatele návrhu osvětlení (nevadí, že jsou pod výpočtem podepsáni oni).

Až donedávna jsem měl za to, že se takto chovají jen proto, že dobře vědí, že za pár let změní název firmy. V původní zanechají dluhy, nová nepřevzme žádné závazky, ale s chutí na sebe převede aktiva. Ale to se děje nejenom mezi světlařskými firmami. V současné době jsem ještě více rozčarován, protože podobně nekorektně jednají i tzv. "solidní", "zavedené" společnosti. To je o to horší, že u nich to nikdo nepředpokládá, natož laický zákazník. Klid, neprozradím o které společnosti jde.

Žel, to jsou nabyté zkušenosti. A věřte mi. Mám se zlatokopy bohaté zkušenosti jako soudní znalec nebo poradce České spořitelny v rámci Programu financování do úsporného osvětlení. I tam, byť jsou si žadatelé vědomi toho, že jejich nabídka bude podrobena expertize, i tam jsou k vidění neskutečné podvody.

V tomto příspěvku jsem chtěl odhalit jednotlivé způsoby klamání zákazníka. Pak jsem si uvědomil, že na tomto fóru jich (zákazníků) bude minimum. Naopak, že se zde v hojně míře budou pohybovat obchodníci, dodavatelé, projektanti. Věřím, že v drtivé většině korektní. Ale nepochybně i nekorektní. Tak jsem dospěl k tomu, že nebudu zmíněné úskoky publikovat. Nechci poskytnout návod pro ty nepoctivé.

Třídění

Přes prohlášení v úvodu, přeci jen něco prozradím. Jedním ze způsobů, jak nalézt pro obec úsporné řešení osvětlení je přetřídění obecních komunikací do nižších tříd osvětlení.

Rozhodl jsem se tak proto, že nesprávně přetřídí i solidní světelní technici, protože nepozorně používají ustanovení normy. Konkrétně tabulku 3 z ČSN CEN/TR 13201-1 (v normě je chybně označena jako tab. 1 – jako tabulka 1 je uvedena v tomto textu). O tabulce a jejím významu později.

• Tabulka 1 — Tříd osvětlení s porovnatelnými hladinami osvětlení

	ME 1	ME 2	ME 3	ME 4	ME 5	ME 6		
CE 0	CE 1	CE 2	CE 3	CE 4	CE 5			
			S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6

Vrátím se k tomu, proč se nekorektně mění třídy osvětlení. Je to prosté. Například ve třídě osvětlení CE5 je požadavek na hodnotu udržované osvětlenosti pouhých 7,5 luxu s rovnoměrností 0,4. To znamená, že minimální osvětlenost nesmí klesnout pod hodnotu $7,5 \times 0,4 = 3$ luxy. Kdyby taková komunikace byla převedena do třídy S3, tak je

požadavek na udržovanou osvětlenost stejný, zaměnil si drhne svědomí vědomím, že vlastně zachoval požadovanou hladinu osvětlení. Sice snižší rovnoměrnost, protože pro třídy S je požadavek na minimální osvětlenost 1,5 lx. Rovnoměrnost bude poloviční, tedy 0,2. Pokud se použije ještě nižší třída, tak samozřejmě požadavky klesají.

Dosáhnout takových hodnot není obtížné. Naopak, problémem se stává zajištění nízkých hladin osvětlení. Je to možné snížením světelného toku svítidla, tedy snížením jeho příkonu, nebo většími roztečemi mezi svítidly. Prakticky použitelná vysokotlaká sodíková výbojka má příkon 50 W (s klasickým předradníkem je příkon dokonce 60W a více). Pokud i s takovým zdrojem je udržovaná osvětlenost vyšší než předepsaná, tak nastává situace, kdy není s čím osvětlit komunikaci. Řešením je zvětšení roztečí světelných míst, ale to nejde vždy. Buď proto, že se musí zachovat současné umístění stožárů, nebo proto, že mezi vzdálenějšími svítidly již není zajištěna požadovaná minimální osvětlenost. Pak i s tou nejmenší výbojkou je světla víc, než je požadavek pro danou třídu osvětlení.

Z uvedeného vyplývá, proč se skupina tříd S stává tak populární. Jen s trochu solidnějšími svítidly se světelnými diodami je totiž možné splnit požadované parametry s příkonem nižším než zmíněných 60 (a více) wattů. Úspory jsou na světě!



• Obr. 1 Komunikace vedoucí od rychlostní komunikace do centra jednoho města

Je ještě jeden případ, kdy dochází k přetřídění. To tehdy, kdy je požadavek města či architekta na použití dekorativních svítidel na místech k tomu nevhodných, jako je třeba hlavní tah z obvodu města do jeho centra. Na obrázku 1 je patrné, že je vozovka lemována chodníky, na severu dokonce zčásti odděleným zelenou plochou. Nejde tedy o komunikaci, kde by byl účastníkem dopravy chodec. Byť jeho přítomnost není vyloučena (zejména ne na přechodu). Projektant zatřídil zmíněnou komunikaci do tzv. světelné situace B2 (obr. 2). Což bylo bezesporu dobře. Ovšem této světelné situaci odpovídá skupina tříd osvětlení ME. Po upřesnění, vycházející z údajů projektanta, to je ME 4b. Norma připouští třídu osvětlení CE v případě, který popíši dále. V našem příkladě je možné použít kritéria stanovená pro třídu CE 4. Je vyloučené použití skupiny tříd osvětlení S 2. A již ani náhodou není možné použít třídu osvětlení S 3. A právě do této třídy osvětlené projektant zmíněnou komunikaci zařadil (Obr. 2, pravý dolní roh). Smyslem tohoto naprosto neprofesionálního konání byla evidentní snaha použít parková svítidla. Svítidla, která nebyla schopna osvětlit komunikaci s vyššími nároky.

Smutné na tom všem je to, že popsaný podvod spáchala osoba, která navenek vystupuje málem jako guru světelné techniky. Nezbyvá si než povzdechnout, že pak už není klíč, který by pomohl odlišit korektní projektanty od třídičů.

Vrátím se ke zneužívané tabulce 1.

Pro nevěřící si dovolím citaci z normy. V odstavci 6. 3, který je nazván "Sousední oblasti" se praví: "Mezi sousedními oblastmi nemá být větší rozdíl než dvě porovnatelné třídy..." a dále je zde uvedena tabulka ve které jsou uvedeny "třídy osvětlení s porovnatelnými hladinami osvětlení".

Formulář pro výběr třídy osvětlení							
Skupiny světelných situací							
Uživatel	Hlavní	Motorová doprava	Velmi pomalá vozidla	Cyklisté	Chodci		
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Další povolený uživatel	Motorová doprava	Velmi pomalá vozidla	Cyklisté	Chodci		
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Nepovolený uživatel	Motorová doprava	Velmi pomalá vozidla	Cyklisté	Chodci		
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Typická rychlost hlavního uživatele [km/h]		> 60	> 30 a ≤ 60	> 5 a ≤ 30	Rychlost chůze		
		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Skupina světelné situace		A1	A2	A3	B1	B2	C1
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Charakteristické parametry							
Ano							

Shrnutí		
Třída osvětlení	S3	
Parametry	E_m	E_{mn}
	≥ 7,5 lx	≥ 1,5 lx

• Obr. 2 – Výběr skupiny světelné situace a "Shrnutí"

To znamená, že lze třídu ME4(b) porovnat s třídou CE4. A je tam uvedeno i to, že třídu osvětlení CE4 lze porovnávat s třídou S2. Velmi důležité je ono slůvko porovnat. To neznamená nahradit. Tabulka totiž opravdu slouží jen k porovnání. A to sousedních oblastí s odlišnými požadavky na osvětlení. Rozdíly nemají být větší než dvě porovnatelné třídy. Bude-li tedy komunikaci třídy osvětlení ME 4 křížovat cyklistická stezka, tak nesmí být zatříděna do třídy osvětlení méně náročná, než je S4. Ale rozhodně to neznamená, že lze vozovku ME4 osvětlit jako S2 nebo dokonce S3.

Jediné, co je přípustné, je záměna třídy osvětlení ME(W) třídou CE. A to tehdy, když je (cituji): "V konfliktních oblastech se jako kritérium pro návrh osvětlení doporučuje použít jas. V případech s malou délkou rozhledu, a pokud jiné faktory neumožňují použití jasových požadavků, použije se osvětlenost. Porovnatelné třídy CE k doporučeným třídám ME jsou uvedeny v tabulce 3." Tento text je uveden u výběrových tabulek pro světelné situace typu A \times , Pro situace B \times se praví: "Je-li použití jasových požadavků nepraktické, použije se osvětlenost. Porovnatelné třídy CE k doporučeným třídám ME jsou uvedeny v tabulce 3."

Zbývá vymezit případy, kdy je možné seriózně použít třídy osvětlení skupiny S. Když půjdu "odzadu", tak z tabulek v normě vyplývá, že třída osvětlení skupiny S je přípustná v případech světelných situací C1, D3, D4, E1 a E2. V "chybějících" situacích D1 a D2 je předepsána skupina CE s tím, že lze použít doplňkové třídy ES a EV – to ovšem "třídiče" nezajímá, protože to jim nasazení poddimenzovaných osvětlovacích soustav neumožní.

Situace C1 se vyznačuje tím, že je přípustná rychlost nad 30 km/hodinu ale menší (nebo rovna) 60 km/hodinu. Podstatné je, že hlavním uživatelem jsou cyklisté, povoleným chodci. Avšak je zakázána motorová doprava (a velmi pomalá vozidla)! To znamená, že je nepřipustné použít tuto situaci tam, kde není současně zakázán vjezd motorových a velmi pomalých vozidel. Marně si vybavuji takový případ v realitě. Jistě budou, ale jak šafránu.

Častěji se budou vyskytovat situace D3 a D4. Tam je motorová doprava přípustná, avšak jejich rychlost nesmí překročit 30 km/hod. Typické jsou pěší zóny – podle vyhlášky je v nich omezena rychlost do 20 km/hod. Situace D4 se vyskytuje také tam, kde je povolen pohyb rychlostí chůze a hlavními účastníky dopravy jsou chodci a cyklisté.

Konečně situace E1 a E2, kde jsou hlavním účastníkem chodci, přípustná rychlost je rychlost chůze. Pokud jsou ostatní účastníci zakázáni, pak se jedná o situaci E1. Pokud jsou povoleni jako "další povolený uživatel", tak jde o situaci E2.

Uvedené lze stručně shrnout asi takto: Třídy osvětlení skupiny S jsou přípustné pouze tam, kde je typická rychlost hlavního uživatele nejvýše 30 km/hod nebo tam, kde je sice povolena rychlost až 60 km/hod, ale hlavním uživatelem jsou cyklisté a dalším povoleným uživatelem jsou chodci. Ve všech ostatních případech je použití skupiny S nepřipustné.

Další bludné cesty

Bludných cest veřejného osvětlení, ale nejen jeho, je mnohem víc. Jak jsem se již zmínil, nechci je zveřejňovat. Necht' si je "třídíči" a jiní prodavači najdou sami. Věřím, že kvalifikovaný světelný technik podobné podvody odhalí i bez mého návodu. Dlužno podotknout, že je to někdy velmi obtížné.

Třeba jsem onehdy velmi dlouho jsem hledal způsob jakým projektant dosáhl toho, že nahradil vysokotlaké sodíkové výbojky světelnými diodami s polovičním příkonem. Přepočítával jsem výbojkovou soustavu, byla v naprostém pořádku. Nakonec jsem objevil zakopaného psa. Neprozradím kde. Jen tolik, že po jeho vykopání byly obě soustavy srovnatelné. Jen ta s LED svítilny, byť s nižším příkonem, najednou přestala být zajímavá. Nevydělala nepatrnými úsporami ani za mnoho let tolik, aby alespoň uhradila navýšenou investici. K mému zármutku se opět jednalo o zavedenou společnost.

Jindy dodavatel tvrdil, že se jeho svítidlo nemusí čistit, protože je navrženo tak, že má samočistící schopnost. Ovšem jen tehdy, kdy se do něj vloží indukční světelný zdroj. Pokud je v něm klasická výbojka, tak tuto vlastnost (být omýváno deštěm) svítidlo ztrácí. Bylo to myšleno zcela vážně. Přestože dodavatel byl schopen dodat variantu s oběma typy světelných zdrojů. Pochopitelně, že měl zájem dodat indukční zdroj, protože tam je jeho zisk významně vyšší než u klasických výbojek. Alespoň v tomto případě se nejednalo o "zavedenou" společnost.

A tak by šlo pokračovat dál. Zvědavého čtenáře odkazuji na mé verbální vystoupení, případně návštěvu mých internetových stránek.

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: Výkonnostní požadavky

Světlo v laboratořích Nikoly Tesly, v pyramidách a v laboratoři fy HUDECZEK SERVICE, s. r. o.

Ing. Mečislav Hudeczek, Ph.D., HUDECZEK SERVICE, s. r. o.
Albrechtice u Českého Těšína

Anotace:

Přednáška je výsledkem dlouhodobého studia dostupných materiálů o Nikolovi Teslovi a hledání zdrojů a inspirací, ze kterých tento geniální vědec čerpal pro své vynálezy. Když jsem vyeliminoval možnost osvětlení pana Tesly nadpřirozenými bytostmi, došel jsem k závěru, že prapůvod vědy génia Tesly je v pyramidách obecně. Po tomto utvrzení svých myšlenek, jsem s kolegy začal experimentovat s jevy popsány N. Teslou v laboratoři fy HUDECZEK SERVICE, Albrechtice u Českého Těšína.

1 Úvod

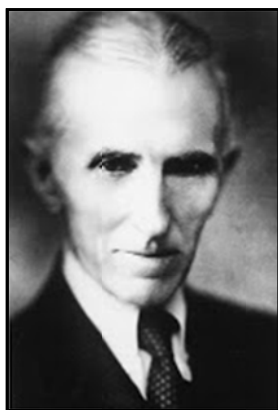
Okolo Nikoly Tesly se točí ohromné množství různých otázek a bílých míst v jeho životě. V současné době je mnoho výzkumníků přesvědčeno o tom, že Tesla nezemřel přirozenou smrtí, nýbrž že byl zavražděn, i když v jeho věku by přirozené úmrtí nebylo ničím výjimečným.

O Teslovi toho bylo velmi mnoho napsáno. Tento člověk byl neobyčejným zjevem na poli vědy 20. století, naplněný neuvěřitelným charismatem, skvělým způsobem využívající své vize, intuici a tvořivého génia. Mezi několika stovkami jeho vynálezů a patentů je třeba zmínit objev střídavého proudu nebo rádia, které je často neprávem přisuzováno Marconimu. Mnozí současní autoři o něm hovoří jako o "otci fyziky".

Těmito oficiálními objevy životní příběh tohoto génia zdaleka nekončí. V zákulisí se velmi dobře ví, jak intenzivně pracoval na objevu tzv. "volné" respektive "nulové energie", kterou byl schopen přenášet doslova vzduchem bez hmotného média.

Nikola Tesla byl autorem velkého množství elektrických a elektronických zařízení, která ve své době podléhala zvláštnímu zájmu americké armády a zpravodajských služeb. Byl autorem zhruba 360 různých patentů, které byly licencovány v 25 státech světa.

2 Nikola Tesla, 1856 až 1943



Obr. č. 1.: Nikola Tesla

Dne 10. 7. 1856 narozen v srbské vesnici Smiljan, Rakousko-Uhersko, dnes republika Chorvatsko. Jeho otcem byl pop Srbské pravoslavné církve Milutin Tesla, matkou Djuka Tesla, rozená Mandič. Kromě Nikoly měli ještě jednoho syna a tři dcery. Otec zemřel, když byl Nikola ještě studentem.

V roce 1874 maturoval na Vyšším reálném gymnáziu v Karlovaci. Už jako dítě vykazoval náklonnost k vědě, většinu času četl knihy v otcově rozsáhlé knihovně.

V roce 1875 -1878 se vystěhoval do Rakouska a začal studovat elektrotechniku na Polytechnické fakultě ve Štýrském Hradci. Byl výtečným studentem, mezi kolegy i profesory byl velice oblíben pro svou ohromnou inteligenci, sečtělou, přátelskou, smysl pro humor, měl pověst hodného člověka. Už tehdy se v zasvěcených kruzích začalo šířit, že je géniem.

V roce 1880 studoval filosofii přírody na Karlově Univerzitě v Praze. Toto město si oblíbil pro příjemnou mentalitu zdejších lidí, která mu svou bezprostředností a otevřeností připomíná srbskou. Nepodařilo se mu sehnat dostatek peněz na to, aby dokončil studia v Praze.

V letech 1881 a 1882 žil v Budapešti, kde mu bylo nabídnuto místo v Centrálním telegrafickém úřadu. Zde začala kariéra jeho velkého vynalézání, sestrojil přístroj pro zesílení hlasu v telefonu.

V roce 1882 při jedné z procházek budapeštským parkem došlo ke zlomu v jeho profesionální kariéře. Podle výpovědi svých přátel tam upadl do transu, začal recitovat verše z Ghöetheho Fausta a cosi holí kreslit po zemi. Sám pak řekl, že se mu zobrazila myšlenka o vytváření točivého magnetického pole. Svůj nápad konzultoval s profesorem Pöschlem, ten na to řekl: „**Pan Tesla možná skutečně velká díla, ale toto se mu nikdy nepodaří. Znamenalo by to přinutit sílu podobnou působení zemské tíže, která působí jedním směrem, k tomu aby se přetvořila v sílu otáčivou. Bylo by to perpetuum mobile, tedy nemožná idea**“. Tesla v první chvíli opustil pod vlivem profesovy autority svou myšlenku, brzy však došel k přesvědčení, že měl pravdu a začal pracovat na své teorii.

V roce 1883 dostal nabídku z pobočky Edisonovy Elektrické společnosti v Paříži. Tesla zde ono točivé magnetické pole skutečně zkonstruoval a sestrojil pracovní model indukčního motoru.

V roce 1884 se odstěhoval do USA a velice brzo začaly epochální objevy a vynálezy ve fyzice a elektrotechnice. Střídavý proud, indukční motor, transformátor proudu vysoké frekvence atd. Za pouhý rok zkonstruoval čtyřicet nových typů strojů, které měly vystřídat staré. Teslovy konstrukce byly jednodušší, dokonalejší, levnější, lehčí a měly mnohem větší výkonnost.

V roce 1885 opustil Edisona, založil vlastní společnost, patentoval první vynálezy z oblasti obloukového osvětlení. Kromě ekonomických neshod mezi Teslou a Edisonem byly neshody pohledů na cestu, jakou by se měla ubírat moderní fyzika. Tesla založil vlastní společnost s názvem Tesla Arc & Light Co. Společnost začala vyrábět první motory na střídavý proud. Svůj první patent přihlásil Americkému patentovému úřadu 6. 5. 1885.

Mezi lety 1887 a 1890 patentoval své nejnámější vynálezy z oblasti vícefázových střídavých proudů. Vyrobil celou řadu elektromotorů a generátorů na střídavý proud. Kromě dvoufázového patentoval i třífázový indukční motor, který má dodnes v průmyslu největší význam. Na jejich základě a s Teslovou pomocí byla na Niagarských vodopádech vybudována první elektrárna na střídavý proud na světě. Dne 15. 11. 1896 bylo spuštěno první elektrizované město kanadské Buffalo.

V roce 1889 pracoval ve Westinghouseově továrně, která začíná jeho vynálezy používat průmyslově.

V roce 1890 začal experimentovat s proudy vysoké frekvence, vynalezl generátor proudů vysokých frekvencí. V roce 1892 odjel do Evropy, žil v Londýně, Paříži a Bělehradě. Navštívil svou rodnou Liku.

V roce 1893 na světové výstavě v Chicagu zaznamenal ohromný úspěch s prezentací svých vynálezů. Jeho výroba a přenos střídavého proudu jsou tak fenomenální, že je bez výběrového řízení vybrán pro stavbu velké elektrárny na Niagarských vodopádech.

V letech 1894 – 1895 vynalezl mechanické oscilátory a generátory elektrických kmitů. Vynalézal a patentoval v oblasti radiotechniky a rentgenových paprsků. První poukázal na jejich škodlivost na lidské zdraví. Objevil i nový způsob elektrického osvětlení. Vzduchoprázdné skleněné trubice v silném vysokofrekvenčním poli svítily bezdrátově. Objevil i fyziologické účinky střídavého proudu vysoké frekvence. Geniálním vynálezem byl Teslův transformátor bez železného jádra, který představoval v oboru vysokofrekvenčního elektromagnetického pole objev zásadního významu.



Obr. č. 2.: Tesla se svými přáteli s bezdrátovou lampou v ruce jeho přítele.

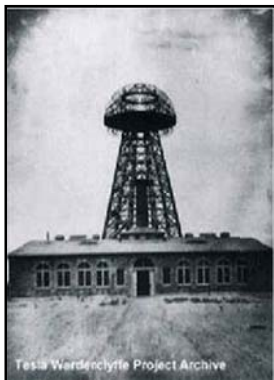
V roce 1894 postavil Tesla vysílací radiostanici a konal s ní četné pokusy. Kromě toho pracoval na problému využití oscilátoru pro vícenásobnou telegrafii a telefonii a zkoumal povahu elektřiny. Vyřešil i problém bezdrátové telegrafie ve všech základních principech a prokázal možnost telekomunikace na velké vzdálenosti. Už tehdy bylo možné využít jeho poznatky průmyslově, ale Tesla měl jiné cíle. Především chtěl přenášet elektrickou energii bez vodičů. Po dvou letech práce zkonstruoval loď, která se dala řídit na dálku. Pohon obstarávaly akumulátory. Nikdo o ni však neprojevil zájem.

V roce 1895 došlo k požáru v Teslově laboratoři na Jižní Páté Avenue v New Yorku a ta celá shořela.

V roce 1897 zahájil Tesla přípravy ke stavbě velké radiostanice v Coloradu Springs. Anténa byla vysoká sedmdesát metrů. Podobná byla i přijímací stanice, vzdálená od vysílací, tisíc kilometrů.

Tehdy tvrdil, co všechno by mohla lidstvu poskytovat velká radiostanice. Měla sloužit k přenášení hovorů a hudebních pořadů, mohla řídit loď bez kompasu a zjišťovat její polohu, vzdálenost i rychlost, mohla přenášet texty i jiné psané doklady na dálku. Dnes už je to všechno uskutečněno, tenkrát to lidé chápali jako nesrozumitelnou fantazii.

V letech 1900 – 1905 na Long Islandu u New Yorku postavil obrovskou anténu hřibovitého tvaru o průměru dvaceti metrů a výšce padesáti sedmi metrů. Tuto anténu nazval „Světová stanice“ s cílem vyrobít globální systém přenosu zpráv a energie. Dokončení stanice však už bylo nad Teslovu sílu, neměl další finanční prostředky. Za první světové války ji dalo zničit americké ministerstvo obrany, aby nemohla sloužit nepříteli.



Obr. č. 3.: Teslova věž na Long Islandu u New Yorku

Tesla šel dál a vyzkoušel princip, který ho přivedl k názoru, že lze dosáhnout spojení s jinými planetami. Uvažoval, že máme-li vysílač o výkonu 1000 kW a využíváme tuto energii za jednu sekundu, dostáváme energii tisíc kilowattsekund. Využijeme-li však tuto energii v impulsu trvajícím tisícinu sekundy, dostaneme impuls o výkonu miliónu kilowattů. A právě na tomto principu byly po druhé světové válce vyslány signály k Měsíci a na základě časového rozdílu vyslaných a přijatých impulsů byla zjištěna jeho přesná vzdálenost od Země.

V roce 1907 byl vyroben první pracovní model Teslovy turbíny, kde je uplatněn nový princip využití fluidu za pomoci tření.

V roce 1909 poprvé propočítal a nakreslil aeromobil, udělal první testy s parní a plynovou turbínou.

V letech 1911 – 1913 zkoumal svoje parní turbíny v Edisonově centrále v New Yorku.

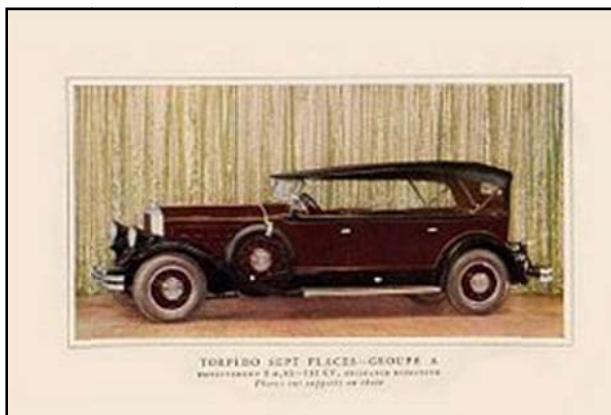
V roce 1913 získal základní patenty pro pumpu a turbínu kde uplatnil nový princip.

V roce 1914 patentoval několik tipů tachometrů, zkonstruoval několik nových typů fontán.

V roce 1917 započal práce na turbodynamu.

V letech 1918 – 1920 spolupracoval se společností Alice Chalmers na výrobě svých nových parních a plynových turbín.

V letech 1920 – 1923 spolupracoval se společností Bud na výrobě automobilových motorů.



Obr. č. 4.: V létě roku 1931, Nikola Tesla spolu s jeho synovcem Peterem Savo, nainstalovali řídicí krabici na předním sedadle zbrusu nového Pierce-Arrow cestovního vozu firmy v Buffalu, New York, který byl vybaven střídavým elektromotorem místo spalovacího a ujeli 500 mil.

V roce 1928 dostal patent na vznášedlo s vertikálním vzletem (předchůdce vrtulníku).

V letech 1930 – 1935 se zabýval zlepšením procesu výroby železa, mědi a síry.

V roce 1936 předložil projekty z telegeodynamiky neboli možnosti přenosu energie mechanickou skrze zemi.

V roce 1937 má automobilovou nehodu.

Dne 7. 1. 1943 umírá osamocen v hotelovém pokoji v New Yorku.

S více než 700 patenty je Nikola Tesla spolu s Faradayem považován za nejplodnějšího vynálezce v dějinách. Na jeho počest dostala fyzikální jednotka magnetické indukce název Tesla (T). Do dnes je jediným Slovanem, po kterém je pojmenována fyzikální jednotka.

Tesla nebyl jen průkopník využití střídavého elektrického proudu. Je autorem mnoha vynálezů, které reprezentují několik desítek tisíc stran textu a za nimiž se skrývá neúnavná práce mnoha let jeho plodného života.

Dnešní mladí nevědí, kdo byl Nikola Tesla, neboť nachází ve svých učebnicích u Teslových vynálezů jiná jména, těch, kteří je upravili a přizpůsobili pro nové využití. Např. objev točivého magnetického pole byl přisouzen Ferrarisovi, fyziologické účinky vysoko-frekvenčních proudů, které Tesla už v roce 1891, byly nazvány po d'Arsonvalovi, Teslovy vysokofrekvenční generátory jsou známy jako konstrukce Fesendena, Alexandersona a Goldschmidta. Totéž platí o jeho průkopnické práci v oboru bezdrátové telefonie a telegrafie, která byla přiznána Marconimu bez ohledu na to, že Marconi použil Teslovy objevy a vynálezy. Marconi za ně dokonce dostal Nobelovu cenu. Komise, která mu jí udělila, zpětně přiznala omyl, podle stanov Nobelovy ceny jí však nebylo možno ani Marconimu odebrat ani Teslovi přidělit In memoriam. Dalším důvodem, proč Tesla dnes není tak populární jak by si zasloužil, je jistě fakt, že je jeho dílo laikům nesrozumitelné. „Každý ví co je to televize. Málokdo už ale ví, jak televize funguje. Způsob jakým funguje, to je z 90 % Tesla“, řekl o tomto problému slavný vědec Stephen Hawking.

Tesla na sklonku života bydlel v hotelu Newyorker, osamocen a zapomenut. Zranění po automobilové nehodě mu nedovolilo opouštět hotelový pokoj. Nestěžoval si, osamocen prožíval celý svůj život, zcela zaujat jen svými velkými myšlenkami. Zemřel 7. 1. 1943 jako velmi chudý muž ve svém hotelovém pokoji. Pohřeb byl financován srbskými imigranty. Bez nich by zřejmě skončil v hrobě beze jména, podobně jako W. A. Mozart. Při příležitosti pohřbu starosta New Yorku řekl: „Nikola Tesla zemřel. Zemřel jako chudý muž, ale byl jedním z nejužitečnějších lidí, kteří kdy žili. To, co vytvořil, je velké a jak čas bude ubíhat, bude se jeho dílo stávat čím dál tím větším“. Tesla si jako velký vlastenec přál odpočívat v pokoji v Srbsku. V roce 1892 v jednom hovoru v Bělehradě prohlásil: „Ve mně může být něco, co může být mylkou, jak tomu často bývá u mladších lidí, ale jestli se mi podaří vykonat byt část svých ideálů, bude to pro blahobyt celého lidstva. Jestli se to v co doufám splní, nejsladší pomýšlení pro mě bude, že je to dílo jednoho Srba“. Urna s jeho popelem je uložena v muzeu Nikoly Tesly v Bělehradě.

3 Pyramidy

Tisíce turistů po celá léta proudí k egyptským pyramidám, aby se pokochali těmito monumentálními a tajemstvím obklopenými stavbami. Podle jedné z mnoha teorií měly být pyramidy náhrobky faraónů. To by mohlo být pravda. Podivné je jen to, že nikdy nebyla nalezena v pyramidách žádná těla zemřelých. Když v 9. století po Kristu vstoupila do Cheopsovy pyramidy oficiální delegace a za největších obtíží prozkoumala královu hrobku, našla velkou kamennou rakev prázdnou, aniž na ní byly známky předchozího porušení.



Obr. č. 5.: Velká pyramida v Gize

Velká Cheopsova pyramida byla postavena kolem roku 10050 př. n. l. Tím, že stavitelé do pyramidy zabudovali tytéž základní míry, jaké nacházíme u naší planety, zvýšili účinnost pyramidy tak, že se pyramida stala prvkem harmonizujícím s planetou, a tedy je schopna vibrovat v harmonických frekvencích se základní frekvencí Země, která je asi 7,63 Hz. Velká pyramida reaguje na vibrace z hlubin Země, je vodivá a vede skrze svoji hmotu široké spektrum vibračních frekvencí.

Pyramidy plnily úlohu generátoru energie a byly zařízením, které povznáší vibrace celé egyptské společnosti. Pyramidy byly mezi sebou v kontaktu a pracovaly dohromady jako celek. Při záplavě Nilu, které trvalo kolem tří měsíců, se zaplavily kanály pod pyramidami. V této oblasti je pórovitá hornina se škvírami, a proto voda protékající pod pyramidami, přes den shora svítící slunce a v noci světlo z hvězd a planet a to vše generovalo energii. Nil byl v té době o 9 km blíže, než je v současném Egyptě. Tato energie byla transformována a povznášela vibrace celé společnosti, byla jejím zdrojem energie. Nasměrování energie ve Velké pyramidě také sloužilo k „Velkému zasvěcení“ a konečnému vzestoupení.

Základ slova pyramida tvoří slova pyro – oheň a amid – prostředek, tedy pyramida je zařízení s "ohněm uprostřed". Konstrukční pyramidy byli lidé, kteří ovládali podstatné a základní stavební

prvky vesmíru, a věděli, jak ji postavit, aby se tato stavba udržela. Znali dokonale průběh proudění sil na Zemi a pyramidy logicky projektovali a stavěli na základě těchto znalostí. Skutečnému středu pyramidy se říká královská komnata a to proto, že se v ní koncentruje největší množství energie, která jakoby v podobě plamene svíčky stoupá k vrcholu pyramidy. Pyramidální energie harmonizuje a doplňuje úbytek energie.

Tyto pyramidy prokazují vyspělé znalosti matematiky, geometrie, astronomie a technologie. Ti, kteří plánovali stavbu této obrovské pyramidy, měli schopnost vyjádřit své výjimečné matematické a astronomické znalosti ve stavebnictví. Stavitelé pyramid užívali technologii harmonické rezonance a užívali sílu zvuku, aby překonali sílu gravitace a nadzvedli těžké kameny. Vycházející zvuk sladili s rezonanční frekvencí kamenů a pomocí zvukové rezonance zvedli daný kámen. Nevníмали velký kus kamene jako těžký předmět, ale spíše jako zhuštěnou formu energie. Pyramidy byly postaveny s pomocí a stavitelé užívali při její stavbě energii z hvězd a hvězdných seskupení.

Odborníci na stavitelství a na lasery tvrdí, že na proražení žuly bylo použito ultrazvukového vlnění, a ne laser. Křemen vpuštěný do žuly vibruje souhlasně s vysokofrekvenčními ultrazvukovými vlnami a nebrání aktu řezání. Říká, že Velká pyramida je největší, nejpřesněji postavená a nejpřesněji seřizená stavba, která na Zemi existuje. Velká pyramida je otisk extrémně velkého přístroje, který nemusí mít vnitřní komponenty, a která byla postavena velmi přesně s minimální tolerancí. Odborníci uvádí, že Velká pyramida byla velkým akustickým zařízením, a že svou velikostí a dimenzemi tato krystalická stavba vytvořila harmonickou rezonanci se Zemí a přeměnila vibrační energie Země na mikrovlnné záření. Dále uvádí, že komnaty a chodby pyramidy byly postaveny a nasměrovány s velkou přesností, aby maximalizovaly její akustické kvality.

Pyramidy v Gize jsou vyrobeny z vápence, který částečně vede elektřinu, na povrchu jsou pokryty jiným typem vápence, který má skoro nulový obsah magnézia a funguje jako izolant. Pyramidy v Gize byly postaveny jako izolovaný drát. Granit v chodbách pyramidy je lehce radioaktivní, čímž napomáhá ionizaci vzduchu v chodbách, doslova elektrizuje vzduch. Pyramidy mají schopnost generovat, rozšiřovat, soustřeďovat a přenášet energii a vytváří pole, které povznáší celé lidstvo. Tato energie se postupně aktivuje. Starodávne civilizace potřebovaly tuto vysokofrekvenční energii pro svůj život, např. sloužila ke schopnosti maximálně využívat smysly, nabíjela energií žlázy, orgány, rozšiřovala mysl a byla celkově nezbytná pro zdravý styl života, k čemuž svým vývojem postupně směřujeme.

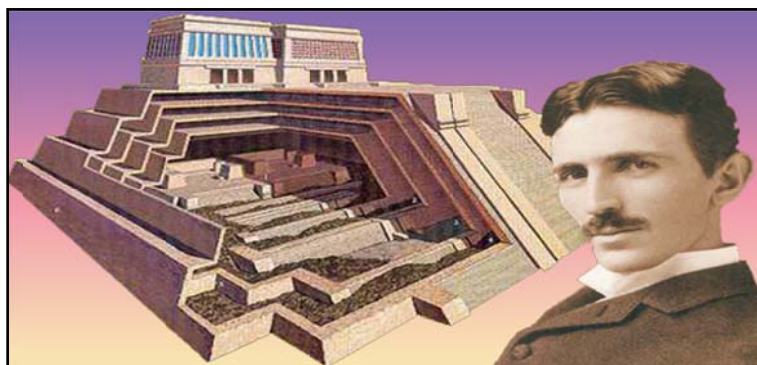


Obr. č. 6.: Pyramidy v Gize

Umístění tří hlavních pyramid v Gize je na Zemi seřazeno v přesném poměru tří hlavních hvězd v pásu Orionu. Spousta dalších hvězdných seřazení je zrcadlovým odrazem přesných umístění posvátných staveb, chrámů a památek. Pokud užíváme slova posvátná geometrie, říkáme, že stavitelé užívají v plánu stavby a při samé stavbě ten samý poměr a proporce, jaké se nacházejí v přírodě. Proč bychom neměli žít v rezonanci se zbytkem vesmíru a být v souladu s matematicky popsa-

nými grafickými útvary vzorci tvorby, aby to, co je v nás a mimo nás, odpovídalo, hodilo se, ladilo, rezonovalo a tvořilo naši společnou božskou přirozenost? Tvar pracuje jako anténa přijímající jemnomotný tok energie. Kombinace krásy, tvaru a funkčnosti vytváří půvabnou rezonanci.

4 Nikola Tesla a pyramidy



Obr. č. 7.: Nikola Tesla a jeho mystický pohled do pyramidy

V kapitole 2 tohoto referátu jsou ve stručnosti uvedeny jenom některé geniální řešení Nikoly Tesly. Mnoho z nich bylo realizováno v technické praxi za jeho života a většina těch, které v jeho době byly příliš fantastické, jsou realizovány a využívány v současnosti. Teprve teď je začíná chápat vědecký a technický svět.

Při studiu velikanů vědecko - technických objevů se vždy pozastavuji nad tím, jak tito objevitelé došli k závěrům, které objevili. Sám jsem autorem několika patentů a před rokem 1989 jsem byl vyznamenán v OKD Ostrava, s. p. řádem Zasloužilý zlepšovatel a od tehdejšího ministra paliv a energetiky jsem obdržel dvě standarty za úsporu paliv a energie. Z této praxe je mi jasné, že člověk ve většině případů daný problém vylepší jenom o velmi málo v prvním kroku. Při dalších krocích zase jenom o kousek. Tuto skutečnost mi potvrdil profesor Horst Gondek, DrSc., když jsem zpracovával svou dizertační práci a když jsem s ním některé problémy konzultoval. Tehdy mi řekl „Nemyslete si, že vědu závratně posunete dopředu. Budete rád, když ji posunete jenom o malinkatý kousek“.

Při dlouhodobém studiu prací Nikoly Tesly zjišťuji, že provedl v mnoha odvětvích matematiky, fyziky a základech elektrotechniky v obecném pojetí kolosální objevy a změny. Neposunul vědu jenom o kousičky ale o epochální skoky, které jsou do dnešních dob v mnoha případech nesrozumitelné.

Při dostatečných znalostech prací Nikoly Tesly, které jsem získal z knížek v posledním období vydaných i v česku a taktéž z informací z internetových stránek, studiu dvou set jeho patentů v původní verzi, jsem nabyt přesvědčení, že prapůvod vědy génia Tesly je v pyramidách obecně. Předtím jsem vyeliminoval možnost osvětlení pana Tesly nadpřirozenými bytostmi.

Pyramidami se zabývám od roku 1971, kdy v tehdejší Čkoslovensku vyšla v překladu kniha Ericha von Danikena Vzpomínky na budoucnost. Následně jsem našel v rodinné knihovně rodičů mé paní mnoho knih vydaných před rokem 1948 zabývajících se problematikou pyramid. V roce 1978 jsem navštívil British Museum v Londýně a to především oddělení egyptských pyramid. Po roce 1989 nastala přímo invaze knih o pyramidách a taktéž pomocí internetových stránek lze získat mnoho a mnoho informací o této problematice. V září 2013 jsem navštívil v Praze výstavu hrobky Tutanchamona, kde byly vystaveny repliky.

Vysvětlení, že Nikola Tesla čerpal z poznatků o pyramidách, které v jeho mládí byly již dostupné a následně vytvářel podobenství s tehdejší úrovní vědy a techniky je v tom, že Nikola Tesla, v roce 1874 byl studentem na Vyšším reálném gymnáziu v Karlovaci kde jako nadaný student, vedl cvičení v oboru fyziky. Taktéž z jiných pramenů vyplývá, že byl oblíbencem profesorů tohoto institutu. Je jednoznačné, že měl volný přístup do gymnaziální knihovny a mohl studovat záhady pyramid a poznatky přenášet do tehdejší současnosti.

Dalším příkladem, že na základě studie starých knih a značné virtuální představivosti lze něco objevit a dokázat je Heinrich Schliemann, který studoval archeologii v Paříži a procházel Homérovská místa, tedy místa o kterých Homér psal ve svých eposech. V následné publikaci říká, kde by měla ležet Trója. Tuto teorii byl schopen během několika let dokázat. V létech 1871 - 1873 objevil Homérovu Tróju - město, které pochází již z doby bronzové a leží ve východní části Turecka. To samé zjistil i o Mikénách 1874 - 1876. Zjistil, že obě města prošla čtyřmi etapami, řeckou, římskou, egyptskou a babylónsko-asyrskou. Schliemann objevil dvě nové civilizace a částečně se podílel na objevení Kréty.

To, že v době mladých let Nikoly Tesly byla dostupná literatura o pyramidách, svědčí fakt, že objevitel Tutanchamonovy hrobky Howard Carter, který hrobku našel v prosinci 1922 a ve svých devíti letech tj. v roce 1884 se fascinoval literaturou o egyptských pyramidách.

Další skutečností, která potvrzuje mou představu o tom, že se Nikola Tesla pro své objevy se inspiroval vykopanými a objevenými egyptskými artefakty je, že Nikola Tesla byl ve své době prvním učeným, který nazíral na celou egyptologii z pohledu matematika, fyzika a člověka, který se začal profesionálně zabývat jevy elektrotechnickými. Celou pravěkou archeologii popisují a definují lidé, humanisté. Tito lidé znají především dějiny v dané historické době, politické vědy, znají půdu, kameny, postupy jak s keramikou atd. Absolutně na věci nenazírají jako znalci technických věd. Nejhorší je na tom, že velké archeologické objevy učinili absolutní archeologičtí laici. Objevitel Tutanchamonovy hrobky Howard Carter byl původem kreslič najatý přes firmu, která v Egyptě archivovala vykopané nálezy v pyramidách. Objevitel Tróji Heinrich Schliemann byl úspěšným obchodníkem.

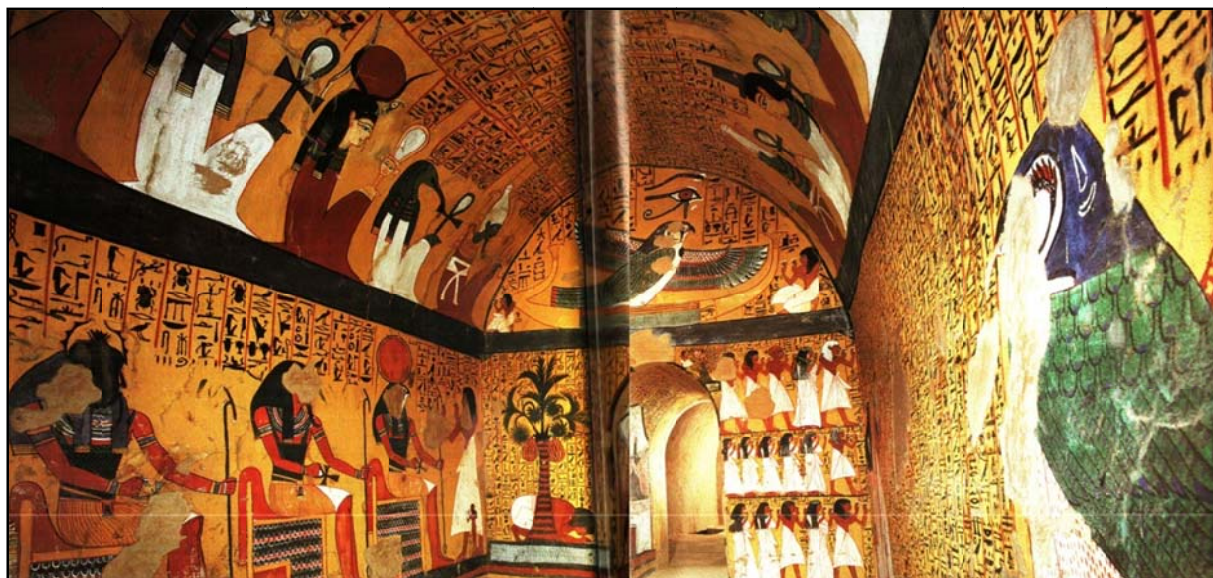
Od prvního čtení knihy Ericha von Danikena Vzpomínky na budoucnost v roce 1971 jsem postřehl kritiku autora knihy na téma, jak v pyramidách svítili. Autor uváděl různá vysvětlení od různých svítilen až po zrcadla. Nic neakceptoval. Plně s jeho vysvětlením jsem souhlasil.

Podrobným studiem posledních knih (Údolí Králů, autorů Kenta R. Weekse a Aralda de Luca a knihy Slavní Faraoni, autora T. G. H. Jamese), které jsem nabyl a především jejich obrázků z různých prostor pyramid, jsem došel k závěru, jak v pyramidách svítily. K tomu mě přivedly znalosti Teslových řešení osvětlení v jeho laboratořích a v různých městech a na různých slavnostech.



Obr. č. 8.: Kultovní Anch. Tak byl pojmenován. Nevím kým. Dle mého názoru je to svítidlo. Foto z knihy Slavní Faraoni, autora T. G. H. Jamese

Na obr. č. 8 je zobrazen kultovní Anch. Tak byl pojmenován. Nevím kým. Dle mého názoru je to svítidlo, které nosí především vladaři. Má dvojí účel. První když se drží za rukojeť tak svítí a druhý když se drží za oko tak působí jako zbraň, která vyzářuje energii. V současné době se tomu říká paralyzér. Na svítidle je jednoznačně vidět elektrický obvod, který zabezpečuje dvojí funkci – osvětlení a případnou obranu.



Obr. č. 9.: Hrobka Pašedua v Dér el-Medíně, Pohled na vstup do pohřební komory. Foto z knihy Údolí Králů, autorů Kenta R. Weekse a Aralda de Luca

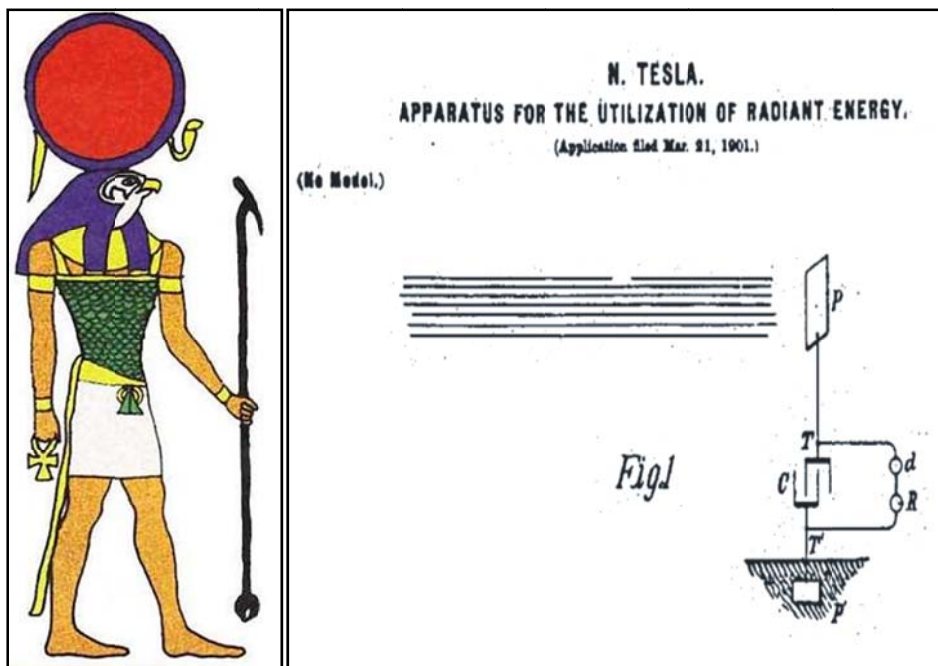
Na obr. č. 9. je hrobka Pašedua v Dér el-Medíně, pohled na vstup do pohřební komory. Foto z knihy Údolí Králů, autorů Kenta R. Weekse a Aralda de Luca. V komoře hrobky je jednoznačně vidět na pavlači sedící osoby, které drží svítidla a osvětlují spodní část komory. Ve spodní části komory sedí rodina faraona a drží osobní svítidla otočená k sebeobraně. Příslušníci rodiny faraona drží vladařské tyče, které jsou v podstatě zemnicí tyče pro uzavření obvodu mezi vysílačem a přijímačem.



Obr. č. 10. : Nikola Tesla se svou bezdrátovou lampou a bůh RE se svou lampou Anch.

Nikola Tesla při studiích egyptských pyramid došel k názoru, že magické Anch je svítidlem a proto se snažil vytvořit osvětlení bezdrátové. To se mu v plné výši podařilo a jeho laboratoře byly tímto systémem osvětleny. V dostupné literatuře se o tom zmiňuje americký spisovatel a humorista Mark Twain, který byl velkým přítelem Nikoly Tesly. Tesla je na mnoha fotografiích s touto lampou jako by chtěl říci: „I v pyramidách se tak svítilo“.

Jakou energií byly Teslovy lampy napájeny a jakou energií byly lampy napájeny v pyramidách. Stejnou.



Obr. č. 11.: V levé části obrázku je faraon a v pravé části obrázku je výňatek z patentu Nikoly Tesly – přijímač energie.

Na obr. č. 11. je vyobrazen faraon a patentovaný Teslův obvod pro příjem a vysílání energie. Patent je z roku 1901. Z hlediska elektrického, jsou oba obrázky identické. Nikolu Teslu obrázek faraona inspiroval k vytvoření elektrického obvodu, který je uveden na pravé straně. Analýzou obrázku faraona dojdeme k těmto závěrům: faraon má na hlavě umístěn talíř (v dnešní hovorové řeči satelitní talíř). Talíř je připevněn k masce, kterou má faraon na hlavě. Vepředu talíře je umístěna hlava hada. V dnešním technickém poznání je to v podstatě satelitní konvertor. Celý organismus faraona tvoří obvod, který signál zpracovává. Faraon v levé ruce drží tyč, která je pouhým uzemněním pokud má sandály a pokud ne, je uzemněn přímo chodidlem. V levé ruce drží Anch, svítidlo a také v podstatě ochrannou zbraň.

Na pravé straně obrázku je schéma přijímače energie, které patentoval Nikola Tesla v USA 1901 roce. Toto schéma zapojení přijímače a vysílače energie Tesla využíval ke svým experimentům a také k osvětlení a k získávání energie pro pohon automobilu a dalším. Levá a pravá strana obrázku jsou identické. Místo talíře na hlavě faraona Tesla má anténu. Místo těla faraona má Tesla kondenzátor a jiskřiště. Místo tyče faraona Tesla má zemnicí desku. Faraon pomocí energie svítí

nebo slouží na jeho obranu. Tesla může připojit za jiskřištěm další obvody, které dále energií zpracovávají. Například schéma jednoduchého rádia atd.



Obr. č. 12. : Horník v podzemí se svítící lampou

Na obr. č. 12. je vyfocen horník za svítící lampou. Lampu má na přílbě, aby mohl volně využívat své ruce. Kdyby tuto fotografií viděli, Egypťané před 4500 lety, také by uvažovali nad tím co má ten člověk na hlavě.



Obr. č. 13.: Egypťanský transformátor energie a Teslův transformátor energie

Každého napadne jak, a čím rozváděli energii egypťané v pyramidách a čím ji rozváděl energii Nikola Tesla. Na obr. č. 13. je uveden na levé straně transformátor egypťanů a na pravé straně Teslův.

5 Laboratoř fa Hudeczek Service s. r. o. Albrechtice



Obr. č. 14.: Experimentální laboratoř fa HUDECZEK SERVICE, s. r. o., Albrechtice

V průběhu studia egyptských a teslovských záležitostí, jsem došel k závěru, že tyto teoretické poznatky je nutno realizovat v laboratorní praxi. Začali jsme budovat dle literatury a poznatků jiných, pokročilejších, dva Teslovy transformátory, teslovou anténu a následně jsme zahájili různá experimentální měření viz obr. č. 14. První problémy nastaly tím, že Teslovy názvy jednotlivých veličin a taktéž fyzikálních procesů ne vždy odpovídají názvům dnešní době. Velká kapacita pro Teslu je v současné době malý problém atd.

6 Závěr

Na základě výše uvedeného musím konstatovat, že některým čtenářům mohu připadat jako malomyslný. Výsledek mého referátu je dán dlouhodobým studiem uváděných faktů, pozorováním jevů, které probíhají v novodobých dějinách jejich srovnáváním s minulostí, snahy pochopit, některé Teslovy experimenty uváděné v dosud přístupné literatuře a taktéž přijít na způsob získávání energie, o které Nikola Tesla hodně mluvil a někdy i publikoval. Jeho práce doposud všechny nejsou veřejnosti zpřístupněné. Je to velká škoda. Výsledek našich prací je v současné době takový, že jsme neobjevili způsob získávání teslovské energie. Z doposud provedených experimentů a prostudováním literatury související s Teslou vyplývá jedno: musíme přestat myslet v intencích panů Newtona, Watta, Kirchhoffa, Ohma, Hertze, Ampéra a dalších. Bezpodmínečně musíme skoncovat s výpočty na úrovni trojčlenky a jiných matematických postupů a přistoupit na to, že ne vždy se dá vše vyjádřit matematicky na úrovni našeho poznání přírodních a lidských jevů.

Závěrem budu citovat pana Ralpha Ringa „Je třeba vždy pracovat s moudrostí matky přírody. Síla není nikdy nutná. Zákony fyzického světa jsou skutečně velmi jednoduché“. Pan Ralph Ring je vynikající investigativní technik, který jako mladý člověk na konci padesátých a na začátku šedesátých let 20. stol. pracoval v těsné blízkosti s Otisem T. Carrem. S pomocí mladého týmu výzkumníků Carr, který svého času pracoval s vynálezcem Nikolou Teslou, vybudoval množství zvláštních létajících strojů. Ralph Ring žije v USA a má v současné době 71 let.

7 Literatura

VON DANIKEN, E.: Vzpomínky na budoucnost, vydalo nakladatelství Praha roku 1971

SEIFER, Marc, J.: Nikola Tesla Vizionář – génius – čaroděj, vydalo nakladatelství TRITON Praha/Kroměříž v Praze roku 2007, ISBN 978-807254-884-2

WAGNER, D., COUSENS, G.: Energie tachyonu, vydalo nakladatelství PRAGMA Praha roku 2001, ISBN 80-7205-825-8

TESLA, N.: Můj životopis a moje vynálezy, vydalo nakladatelství Dialog Praha roku 2012, ISBN 978-80-7424-042-3

TESLA, N.: Moje experimenty a patenty, vydalo nakladatelství Dialog Praha roku 2012, ISBN 978-80-7424-044-7

CHILDRESS, D.: Nikola Tesla a jeho tajné vynálezy, vydalo vydavatelství Citadella Bratislava roku 2012, ISBN 978-80-970875-0-0

TYLDESLEY, J.: Pyramidy, vydalo vydavatelství DOMINO Ostrava roku 2004, ISBN 80-7303-184-1

GAHLIN, L.: Egypt bohové, mýty a náboženství, vydalo vydavatelství Repo Productions CZ, roku 2001, ISBN 80-7234-186-3

WEEKS, K. R., DE LUCA, A.: Údolí králů, hrobky a zádušní chrámy západních Théb, vydalo nakladatelství REBO Productions, roku 2004, ISBN 80-7234-247-9

JAMES, T. G. H.: Slavní faraoni, vydalo nakladatelství REBO Productions, roku 2011, ISBN 978-80-255-0460-4

Dostupné informace na webových stránkách

Stavební světelná technika v urbanismu a územním plánování

Jan Kaňka. doc. Ing. Ph.D.

katedra konstrukcí pozemních staveb, stavební fakulta ČVUT v Praze

1. Úvod – definice pojmů

Stavební světelná technika je technická disciplína jejímž předmětem je denní osvětlení a oslunění budov. Jejím cílem je využití slunečního záření i rozptýleného oblohového světla pro zajištění přiměřené kvality života uživatelů budov a přispívat tak k udržení jejich dobrého zdraví. *Urbanismus* je disciplína, jejímž cílem je utvářet a rozvíjet sídelní útvary (města, vesnice) jako funkční a vyvážené celky. *Územní plánování* je nástroj státní správy pro racionální rozvoj určitého území. Usiluje o směřování k optimálnímu vývoji sídelních struktur, harmonickému uspořádání území, udržení ekologické rovnováhy a ochraně kulturního dědictví s cílem zajištění udržitelného rozvoje území v environmentálním, sociálním a hospodářském ohledu.

2. Úloha světelné techniky ve výstavbě obecně

V přípravě výstavby vystupují tři subjekty: *Investor* (jednotlivec, firma, realitní agentura) vkládá do výstavby prostředky a očekává jejich návrat a zisk. Snaží se rozsah výstavby maximalizovat. *Státní správa* (stavební úřad, hygienik) dbá na to, aby výstavba byla v souladu se zavedenou stavební regulací územního plánování včetně uplatnění požadavků stavební světelné techniky. Tyto požadavky ale limitují rozsah stavební činnosti a tím i zisk investora. Úkolem *projektanta* (architekta) je při návrhu stavby uplatnit požadavky investora v rámci těchto limitů. Světelná technika tak ovlivňuje urbanismus, protože zasahuje do stavebního vývoje sídel tím, že spoluurčuje půdorysný rozsah, výškovou úroveň i vzájemné odstupy budov.

3. Stručný přehled proměn urbanismu v posledních desetiletích

Nejvýznamnějším programovým dokumentem moderního urbanismu je *Athénská charta* z roku 1933. Tvrdí se, že dodnes je Athénská charta stále aktuální a že každá další generace architektů se s ní tak či onak vyrovnává [3]. Byl definován pojem funkčního města jehož formu určují čtyři základní funkce: bydlení, práce, rekreace a doprava. Athénská charta byla mimo jiné reakcí na průmyslovou revoluci 19. století spojenou s nespoutaným prouděním lidí do měst, chaosu v nich, se zvyšováním sociálního napětí a s všeobecným brutálním vývojem využívajícím území na základě spekulací a ignorujícím požadavky zdravého života obyvatel včetně požadavků na přístup denního světla a slunečního záření do bytů a ostatních prostorů staveb. Ve vztahu ke stavební světelné technice Athénská charta požaduje:

Článek 23: Umístování obytných čtvrtí na nejlepším území města z hlediska topografického, klimatického a oslunění a s dostatkem vhodné zeleně.

Článek 24: Situování obytných čtvrtí na základě hygienických hledisek.

Článek 26: Stanovení minimální doby oslunění pro každý byt.

Pro výstavbu měst charta doporučila vzájemné prostorové oddělení (zónování) tří funkcí: bydlení, práce a rekreace a jejich spojení pomocí čtvrté funkce města – dopravy. Jen tak bylo v té době možné splnit oprávněné hygienické požadavky na bydlení. Před kompaktní zástavbou města v uzavřených blocích preferovala výstavbu vysokých soliterních staveb s dostatečnými vzájemnými odstupy uvolňujícími prostor pro rozsáhlé zelené plochy.

Charta byla v širší míře publikována až v roce 1943 a její zásady byly realizovány až při obnově a výstavbě po druhé světové válce na obou stranách železné opony. Z principů Athénské charty vycházela i realizace našich panelových sídlišť, i když se socialistická výstavba v mnohých bodech od koncepce charty odvrátila.

Meze růstu je publikace vydaná společností *Římský klub* v roce 1972. Publikace na základě počítačových simulací upozorňuje na nebezpečí vyčerpání přírodních zdrojů při současném tempu ekonomického rozvoje. Objevuje se pojem „udržitelný rozvoj“. Jednou z jeho definicí je, že „udržitelný rozvoj je takovým rozvojem, který naplňuje potřeby přítomných generací, aniž by ohrozil schopnost naplňovat je i generacím budoucím“. Žádná urbanistická koncepce dnes nemůže udržitelný rozvoj ignorovat. Tento požadavek je obsažen také v *Evropské (Torremolínské)*

chartě z roku 1983 a v *Aalborské chartě*, kterou vyhlásili účastníci Evropské konference měst směřujících k udržitelnému rozvoji v Aalborgu v Dánsku v roce 1994.

Nová athénská charta byla zpracovávána roku 1998 národními sdruženími urbanistů v jedenácti zemích EU, které se spojily a vytvořily Evropskou radu urbanistů – ECTP. Zpochybňuje princip zónování a podporuje smíšený rozvoj, který umožní občanům bydlet v blízkosti pracovišť. Plánování městského území by mělo do budoucna upustit od monofunkčních ploch. Tento typ plánování by měl být použit pouze v zájmu ochrany zdraví nebo bezpečnosti, což jsou faktory, které mají při plánovacích procesech zásadní roli. Klíčovým pojmem soudobého městského plánování je udržitelný rozvoj. Současně s ochranou kulturního dědictví je nutné ochránit volné plochy, sítě zeleně a zachovat biologickou rozmanitost. Městská politika se musí zaměřit na vytvoření příjemného prostředí se zelení a přírodní krajinou a v dopravě se soustředit na rozšiřování ploch pro chodce a cyklisty. K 70. výročí vyhlášení Athénské charty došlo k pokusu o její přepracování a zaktualizování v novou *Athénskou chartu 2003*. Rovněž tento dokument se hlásí k zásadám udržitelného rozvoje. Mezi deseti perspektivami moderního města je uveden požadavek umožnit všem občanům města včetně občanů starých a hendikepovaných žít zdravě.

Současné trendy v urbanismu upouští od zónování. Je snaha funkce města (bydlení, práce a rekreace) sdružovat do společných lokalit a nadměrnou automobilovou dopravu, kterou oddělení funkcí vyvolává, tak nahradit chůzí na krátké vzdálenosti kvalitním veřejným prostorem. Namísto soliterních objektů stavěných uprostřed zeleně dochází k návratu ke kompaktní blokové zástavbě a k rehabilitaci ulice a náměstí jako veřejného prostoru města. Zachování přírodního prostředí, kulturního dědictví a ochrana zdraví obyvatel měst jsou nadále prezentovány jako základní podmínky rozumného rozvoje území. Neopominutelnou podmínkou rozvoje je navíc jeho udržitelnost. Je snaha omezit nekoordinovaný růst čtvrtí rodinných domů s nízkou hustotou obyvatelstva (tzv. urban sprawl – viz obr. 1), které zabírají stále více zemědělské půdy a jsou spojeny s dalším nechtěným nárůstem individuální automobilové dopravy [1].

4. Proslunění bytů

Též jako reakce na Athénskou chartu byly požadavky na proslunění bytů v Československu formulovány v 60. letech minulého století. U jejich zrodu stáli doc. Kittler, dr. Krtilová a arch. Matoušek. Cílem bylo zajistit uživatelům bytů přiměřenou dobu přítomnosti slunečního záření alespoň v jedné z obytných místností bytu v jarních měsících, tj. v době, kdy po přestálé zimě obyvatelé nejvíce trpí jeho nedostatkem, jarní únavou a sezónní emoční poruchou. Byla snaha vyloučit taková řešení bytů, při kterých by byla všechna okna obytných místností orientována na sever nebo téměř na sever, případně měla příznivější orientaci, ale s extrémním stíněním. Takovou věc ale je možno zajistit mnoha různými způsoby. Například různou kombinací rozhodného data a požadovaných minut oslunění. Autoři tehdy vybrali den 1. března a požadovanou dobu 90 minut. Stanovený cíl metodika plní a funguje tak jen s drobnými doplněními už více než 50 let.

Požadavky na proslunění se nepodílejí na rozvoji urban sprawl, protože mohou být splněny i při odstupové vzdálenosti rodinných domů 5 metrů (obr. 2 až 4). V nové blokové zástavbě může být v některých případech splnění požadavků na proslunění obtížné. Problém souvisí se směřováním uličních čar, volbou šířky ulic, prostorností bloků a tvorbou dispozic bytů. Při rekonstrukcích ve stávající kompaktní blokové zástavbě nelze v některých případech požadavky na proslunění splnit (obr. 5). Je zde ale možno využít ustanovení příslušné normy o posuzování proluk v souvislé zástavbě. Abychom nestáli v cestě novým urbanistickým tendencím, bylo by vhodné platnost tohoto ustanovení rozšířit i na interiéry nových staveb v prolukách, pokud tyto nové stavby zachovají uliční i dvorní čáru jakož i v lokalitě přiměřenou výškovou úroveň. Pro lokality historických center měst lze uvažovat s dalšími úlevami např. výjimečně připustit neproslunění určitého procenta nově zřizovaných bytů. Z hlediska oprávněných požadavků uživatelů budov na kvalitu života a ochranu zdraví lze přivítat návrat k integraci funkcí města. V parteru mohou být služby a prostory s časově omezeným pobytem lidí bez nároku na vyhovující denní osvětlení, ve vyšších patrech výroba a administrativa řádně osvětlená denním nebo sdruženým světlem a v nejvyšších částech zástavby málo stíněné, řádně osvětlené a prosluněné byty (obr. 7).

Současné požadavky na proslunění jsou terčem velkých stížností ze strany architektů a developerů v případech, kdy se jedná o velké navýšení stávajících obytných domů nástavbami nebo jestliže navržená stavba vybočuje z dvorní čáry a snaží se tak zaplnit vnitřní prostor bloku domů (obr. 6). Takové fungování regulace je však naprosto v pořádku, protože vnitřky bloků nemají být zastavovány, ale mají být využity pro městskou zeleň a pro tvorbu potřebného veřejného prostoru s jen pěší dopravou v souladu se současnými urbanistickými trendy. Na obrázcích 7 a 8 lze porovnat dosud zastavěným nedotčené obytné bloky pražských Vršovců s blokovou zástavbou centra Vídně, kde jsou požadavky světelné techniky v místní legislativě podceněny. Přestože je omezována požadavky světelné technických norem, tato exploatace prostoru uvnitř bloků obytných domů se už také rozbíhá v centrech našich měst a přináší nemalé problémy do sousedského soužití. Pro tento typ zástavby je nutno urychleně regulaci zpřísnit a učinit ji více jednoznačnou.

5. Denní osvětlení

V porovnání s prosluněním požadavky na denní osvětlení budov nepředstavují tak kategorické omezení urbanismu, protože splnění příslušných požadavků lze napomoci i stavebním detailem (velikostí prosklených ploch, vyložení balkónů a uspořádáním vnitřní dispozice objektů). Problém může být s požadavkem D_w (%) na denní osvětlení průčelí stávajících objektů při posuzování zastínění novými stavbami. Při příští novelizaci by bylo vhodné uvažovat o upuštění od tohoto požadavku v případě, že hodnoty uvnitř místností vyhoví požadavkům i po zastínění. O zrakové pohodě totiž přece jen rozhoduje osvětlení na pracovní ploše v interiéru.

Z hlediska osvětlení lze vnitřní prostory budov dělit do tří kategorií: prostory s denním osvětlením, prostory se sdruženým osvětlením a prostory bez denního světla. V denním osvětlení obytných místností došlo v posledních novelizacích norem ke značnému zmírnění požadavků. Odstraněním požadavku na hodnotu $D = 0,5$ % v hloubce obytné místnosti dokonce tolerujeme prostor bez denního světla. Domnívám se proto, že další zmírnění požadavků na osvětlení obytných místností není možné. Vzhledem k možnostem, které poskytuje integrace funkcí města (jak uvedeno výše) však není ani potřebné.

Je nutno odmítnout některé návrhy realitních agentur na omezení světelně technických požadavků. Především je to představa ložnice bytu jako prostoru jen pro přespání ekonomicky aktivních obyvatel. Taková ložnice by skutečně nemusela být příliš osvětlená denním světlem. Kdo ale zabrání tomu, aby v této místnosti byl zřízen dětský pokoj nebo aby v ní byl ubytován starý či nemocný člen rodiny? Předpovědi populačního vývoje dnes hrozí zvyšováním podílu starších lidí, z nichž významná část bude na pobyt ve svém obytném prostředí zcela odkázána. Představa bytu jako místa pro přespání lidí, kteří přes den tráví čas v zaměstnání a víkendy aktivně v přírodě nebo na kulturních akcích, je odtržena od reality skutečného života. Česká technická norma pro obytné budovy proto nerozlišuje ložnice od obývacích pokojů. Zná jen pojem obytná místnost.

Dalším bludem, který se čas od času objevuje v některých ne dostatečně poučených úvahách, je snaha o nahrazení činitele osvětlenosti jako kritéria denního osvětlení zjednodušenými geometrickými kritérii. Ty mají podobu různých poměrů týkajících se prosklené plochy obvodového plíště (například okno jako 1/10 plochy podlahy) nebo poměrů výšek a odstupů mezi budovami resp. odstupových úhlů. Taková zjednodušení je nutno rozhodně odmítnout, protože neberou v úvahu všechny významné okolnosti, které denní osvětlení v místnostech ovlivňují. Zraková pohoda uživatelů budov je determinována množstvím světla v místě zrakového úkolu (např. na ploše stolu) a v jeho okolí, které se vyjadřuje fotometrickou veličinou osvětleností E (lx) a v případě osvětlení denního činitelem denní osvětlenosti D (%). Hodnoty těchto veličin závisí na vnějším stínění nejen domy naproti v ulici, ale také na stínění vlastními balkóny a obdobnými visutými konstrukcemi, dále na proporcích posuzované místnosti a jejího okna, na podílu prosklené plochy v celkové ploše stanovené ze skladebných rozměrů okna, na použitém typu skla, na případném stínění konstrukcemi, které jsou uvnitř místnosti, a na barevném řešení interiéru i venkovního prostoru před oknem. Poměr ploch okna k ploše podlahy může částečně hodnotit jen vnitřní uspořádání místnosti, odstupový úhel zase jen podmínky vnějšího stínění. Zrakovou pohodu uživatelů obytných místností samy o sobě tato pseudokritéria nemohou garantovat.

6. Závěr

Sluneční záření i rozptýlené denní světlo je součástí životního prostředí člověka po miliony let a člověk je působení tohoto záření v podmínkách dynamických změn v atmosféře a v podmínkách střídání dne a noci dokonale přizpůsoben. Sluneční záření nám nejen prostředkuje zrakový vjem tím nejlevnějším způsobem, ale má i řadu mimozrakových účinků [5]. Jak dokazují výzkumy posledních let, řídí časový rytmus mnoha funkcí v našem organismu. Narušení tohoto rytmu v důsledku nedostatečného osvětlení denním světlem může mít vážné důsledky na zdraví člověka od metabolických a psychických poruch až po oslabení imunitního systému. Přímé sluneční záření svým baktericidním účinkem dezinfikuje vnitřní prostor budov.

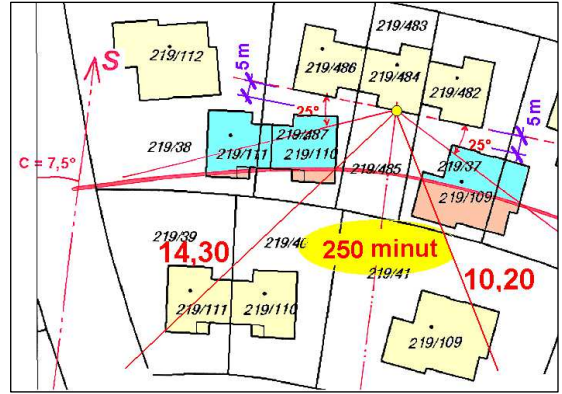
Sluneční záření patří mezi obnovitelné zdroje a má řadu příznivých vlastností. Léčí, těší, hřeje, dezinfikuje a svítí zadarmo a jeho přímé využívání není spojeno s kontaminací životního prostředí odpady. I když vztah mezi denním a umělým osvětlením v budovách je složitější, než by se na první pohled mohlo zdát, může správně navržené denní osvětlení interiérů spořit energii, kterou by jinak spotřebovalo umělé světlo. Respektování oprávněných požadavků na denní osvětlení a proslunění budov je proto důležitou součástí úsilí o udržitelný rozvoj území.

Literatura

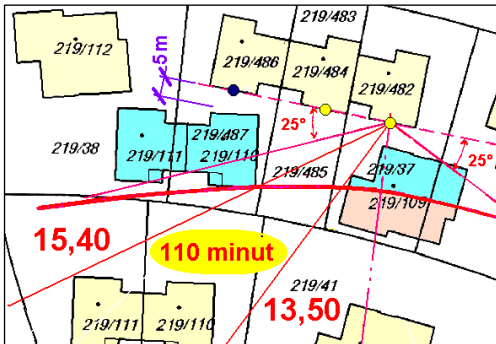
- [1] Hnilička, P: Sídlní kaše, Host 2012, ISBN 978-80-7294-592-4
- [2] Hrůza, J: Svět architektury, Aventinum 2000, ISBN 80-7151-112-9
- [3] Hrůza, J: Charty moderního urbanismu, Agora 2002, ISBN 80-902945-4-5
- [4] Hrůza, J: Stavitelé měst, Agora 2011, ISBN 978-80-86820-08-8
- [5] Illnerová, H: Světlo a biologické hodiny, Světlo 6/2010, ISSN 1212-0812
- [6] Koutný, J: Moderní urbanistické koncepce, Urbanismus a územní rozvoj 6/2004, ISSN 1212-0855



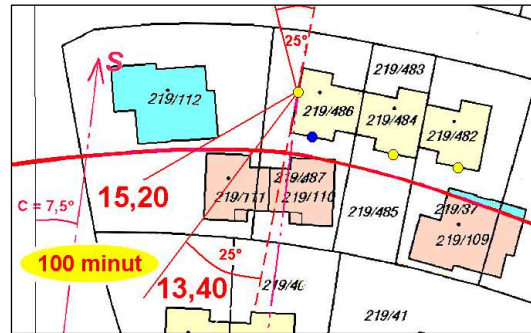
Obr. 1: Urban sprawl Jefferson County USA



Obr. 2: Oslunění rodinných domů



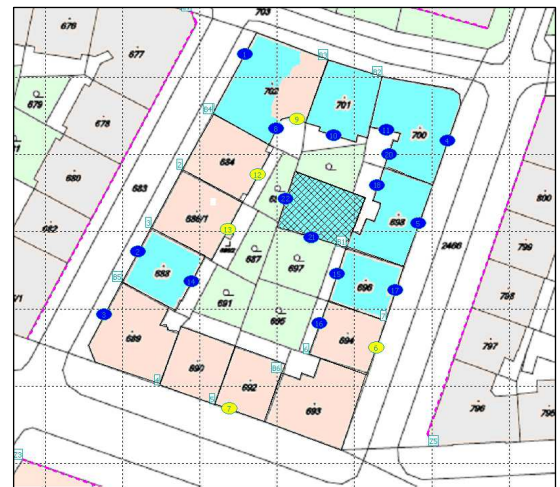
Obr. 3: Oslunění rodinných domů



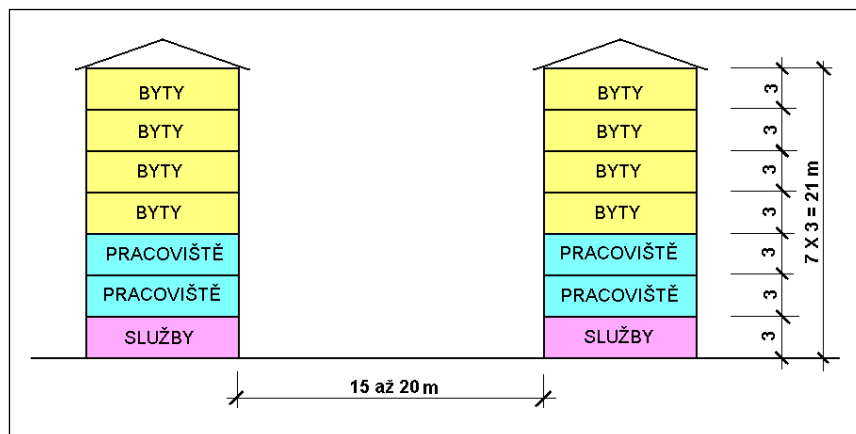
Obr. 4: Oslunění rodinných domů



Obr. 5: Blok bez vestavby



Obr. 6: Blok s vestavbou



Obr. 7: Objekty s integrovanými funkcemi



Obr. 8: Blokova zástavba v Praze Vršovicích bez exploatace vnitřků bloků zachovává přírodní prostředí a kvalitu veřejného prostoru pro rekreaci a nerušenou pěší dopravu



Obr. 9: Blokova zástavba centra Vídně je už zcela zaplněna neorganickou zástavbou vnitřků obytných bloků nerespektující základní světelné technické požadavky na zdravé bydlení

Novelizace norem pro měření osvětlení

Jiří Slezák, Ing.

slezak@ktuo.cz

Úvod

Přednáška se týká návrhu novely norem pro měření osvětlení ČSN 36 0011 - 1 ÷ 3 a nové normy ČSN 36 0011 - 4. Důvodem vzniku novely tohoto souboru norem jsou změny v legislativě, nové normy pro osvětlení převzaté z EU a další vývoj v technice osvětlování. Je nutné zdůraznit, že všechny normy jsou pouze doporučené. Pouze normy, jejich části nebo jejich požadavky jsou závazné, pokud si toto vyžaduje legislativa tzn. zákony, nařízení vlády či vyhlášky. V legislativě pro osvětlení se nejčastěji požaduje splnění normových hodnot. Odkazy legislativy na splnění „normových hodnot“ byly konzultovány s právním oddělením ÚNMZ, které potvrdilo mou domněnku, že pro účely právního předpisu **je závazná pouze ta část normy, která obsahuje normovou hodnotu** (parametr osvětlení). Týká se to hlavně norem ČSN EN 12464-1 a 2, které byly vytvořeny, jak vyplývá z jejich textu, pro projektanty a návrh osvětlení.

U navrhovaného souboru norem došlo ke změně jejich názvů takto:

ČSN 36 0011 - 1 „Měření osvětlení prostorů – Část 1: Základní ustanovení“

ČSN 36 0011 - 2 „Měření osvětlení prostorů – Část 2: Měření denního osvětlení“

ČSN 36 0011 - 3 „Měření osvětlení prostorů – Část 3: Měření umělého osvětlení vnitřních prostorů“

Soubor byl doplněn o novou normu:

ČSN 36 0011 - 4 „Měření osvětlení prostorů – Část 4: Měření umělého osvětlení venkovních prostorů“

Novelizované normy mají definovat postupy pro měření požadovaných parametrů. Nejsou však manuálem pro řešení všech problémů vyskytujících se v terénu.

Postupy uvedené v normách ČSN 36 0011 – 1 ÷ 4 byly porovnány s postupy v německých normách DIN 5034-5 a DIN 5035-6.

Změny v normě ČSN 36 0011-1

- Byl upraven přehled souvisejících a citovaných norem
- Text byl doplněn o nové normy pro hodnocení osvětlení
- Mezi měřicí přístroje byl doplněn jasový analyzátor
- Do odstavce týkajícího se kalibrace přístrojů byl doplněn požadavek na rozsah intenzity (jasu) a pro druh světla ve kterém bude přístroj používán.
- Požadavek na rozmístění kontrolních bodů byl doplněn i pro měření pozadí zrakového úhlu.
- Doplnění požadavku na rozmístění kontrolních bodů dle ČSN EN 12193 a ČSN EN 1838.
- Doporučení maximální rozteče pro přesné měření dle vzorce:

$$p = 0,2 * 5^{\log d}$$

kde **p** je maximální rozteč kontrolních bodů, **d** je delší rozměr posuzované plochy.

- Pro měření jasů byla změněna výška kontrolního bodu ze 150 cm na 160 cm. Pro sedící osobu bylo ponecháno 120 cm.
- Byl upraven text normy pro měření obecného prostoru, aby ji bylo možné použít i pro měření venkovního osvětlení.
- Byla doplněna bibliografie.

Změny v normě ČSN 36 0011-2

- Byl doplněn odstavec pro měření činitele denní osvětlenosti D_w pro zjištění dostupnosti denního světla.
- Do postupu měření byla doplněna pro úplnost definice činitele denního osvětlení a postup pro měření D_w .
- Do měření činitele prostupu světla osvětlovacím otvorem a činitele znečištění osvětlovacího otvoru byl doplněn požadavek na časový odstup mezi dílčími měřeními.
- Upřesnění měření jasů vzorném poli o korekci na stejnou úroveň venkovní horizontální intenzity osvětlení.
- Doplnění postupu měření o použití jasových analyzátorů.
- Doplnění bibliografie.

Změny v normě ČSN 36 0011-3

- Doplnění odstavce souvisejících norem.
- Doplnění měřicích přístrojů o jasový analyzátor.
- Doplnění postupu stanovení kontrolních bodů pro měření osvětlení pozadí.
- Doplnění světelných zdrojů LED do textu a tabulky exponentu **c** pro korekci naměřených hodnot pro jiné než jmenovité napětí v el. síti.
- Doplnění využití jasových analyzátorů pro měření rozložení jasů v zorném poli.
- Doplnění bibliografie.

Nová norma ČSN 36 0011-4

Norma je podobná ČSN 36 0011-3, ale je určená pro měření umělého osvětlení venkovních prostorů dle ČSN EN 12464-2. Netýká se měření osvětlení venkovních komunikací. Pro to je určena norma ČSN EN 13201-4.

- V termínech a definicích se objevil termín průměrný jas fasády L_b a průměrný jas znaků L_a .
- Mezi měřenými veličinami je i vertikální osvětlenost na objektech E_v , průměrný jas fasády L_b a průměrný jas znaků L_a .
- Mezi přístroje byl zařazen kromě luxmetrů a jasoměrů i jasový analyzátor.
- V odst. „Výběr kontrolních bodů“ byl oproti normě ČSN 360011-3 doplněn požadavek na vytyčení pracovního prostoru, protože nebývá omezen zdmi jako u vnitřních prostorů. Jedná se o podobný postup jako při měření vnitřního pracoviště, kdy je také nutno definovat jeho plochu.
- Výška vodorovné srovnávací roviny, pokud nelze stanovit podle místa zrakového úhlu, je doporučena 1m.
- Mezi světelné zdroje byly doplněny LED.
- Odstavec postupu měření byl doplněn o měření rušivého světla na objektech a doporučeno měření intenzity umělého osvětlení na oknech posuzovaného objektu.
- Pro měření průměrného jasu fasády budovy a průměrného jasu znaků je doporučen pouze jasový analyzátor.
- Požadavky na umístění jasového analyzátoru jsou stejné jako pro jasoměr.
- Do tabulky exponentu **c** pro přepočítání naměřených hodnot pro jiné než jmenovité napětí byl doplněn světelný zdroj – LED.
- Pro měření rozložení jasů v zorném poli byl kromě jasoměru uveden i jasový analyzátor.
- Odhad nejistoty měření, rozsah měření i obsah protokolu z měření osvětlení jsou podobné jako u normy ČSN 360011-3.
- Na závěr je opět uvedena bibliografie.

Závěr

Do návrhu novel norem je doplněno použití jasových analyzátorů, bez kterých je buď obtížné ne-li nemožné některé parametry osvětlení zjistit. Problém kalibrace těchto přístrojů byl ponechán doporučení výrobce, protože se jedná o složitý problém týkající se jak přístrojů, tak i používaného softwaru. Kalibrace může být jednou upřesněna. Jasových analyzátorů podle odhadu dovozce přístrojů firmy Techno Team (Measurement Technic Moravia Ltd.) které se převážně používají, je v ČR cca 20, ale většina jich je používána v laboratorním prostředí pro ověřování vlastností světelných zdrojů a svítidel. V terénu je používají pouze některé univerzity a VŠ. O jejich použití u firem zabývajících se kontrolou a posuzováním osvětlení (Zdravotní ústavy, soukromé firmy) zatím, vzhledem na jejich velké pořizovací náklady, mi není nic známo. Předpokládá se jejich postupné rozšíření.

Požadavek kontrolních či dozorových orgánů (hygienická služba, stavební úřad apod.) na měření všech parametrů požadovaných normami (např. ČSN EN 12464-1 a 2) je v dosti případech nereálný jak časově, tak i finančně. Bude nutné definovat vždy předem konkrétní důležité požadavky jak na místa tak i na parametry osvětlení. K tomu se budou muset tyto orgány dopracovat.

Měření umělého osvětlení pro kolaudační účely se musí doplnit o zjištění udržovacího činitele osvětlovací soustavy (z projektové dokumentace, dodatečným výpočtem od projektanta nebo vlastním výpočtem). Toto není součástí zmiňovaných novelizovaných norem.

KOMPLEXNÍ PŘÍSTUP K POSUZOVÁNÍ OSVĚTLENÍ VNITŘNÍCH PROSTORŮ

Ing. Petr Žák, Ph.D., prof. Ing. Jiří Habel, DrSc.

ČVUT FEL Praha, Katedra elektroenergetiky, Technická 2, 160 00, Praha 6,
habel@fel.cvut.cz, zakpetr@fel.cvut.cz

Abstrakt

Energetická náročnost a řídicí systémy budov jsou dvě aktuální témata, která se dotýkají také oblasti osvětlení. Současná projekční praxe naráží, s ohledem na výše zmíněná témata, na své hranice. Osvětlení vnitřních prostorů se v rámci projektové dokumentace řeší ve dvou samostatných částech. Ve stavebně architektonické části se řeší denní osvětlení a energetická náročnost osvětlení a v části silnoproudé elektroinstalace se řeší umělé osvětlení. Návrh a kontrola obou typů osvětlovacích soustav vychází, ze dvou odlišných přístupů. Denní osvětlení se navrhuje a hodnotí pomocí činitele denní osvětlenosti D_m a D_{min} , umělé osvětlení se navrhuje a hodnotí udržovanou osvětleností v místech zřakového úhlu E_m . Z tohoto důvodu jsou návrhy obou osvětlovacích soustav ve velké míře nekompatibilní. Nově navrhovaná metodika se snaží chápat světlo jako jedno z médií nezbytné pro provoz budov, které souvisí jak se zdravím, bezpečností a zřakovou pohodou jejich uživatelů, tak i s energetickou náročností vlastní budovy. Hodnocení obou složek, tj. denního i umělého osvětlení, převádí na společného jmenovatele, kterým je světelný tok Φ (lm), resp. světelné množství Q_v (lm · h). Tyto veličiny umožňují ze své podstaty postihnout jak kvalitativní, tak energetické hledisko osvětlení.

Klíčová slova

Denní osvětlení, umělé osvětlení, energetická náročnost, světelný tok, světelné množství

1 Úvod

Využívání technických prostředků pro osvětlování vnitřních prostorů v období od starověku až do konce 19. století, je možné téměř výhradně vnímat jako intuitivní proces, kdy cílem bylo do daného prostoru „vnést“ světlo. S rozvojem techniky a vědních oborů v první polovině 20. století vzniká nový obor, světelná technika, který se zabývá problematikou osvětlování vnitřních i venkovních prostorů. Pro účinnější využívání svítidel a světelných zdrojů se začínají zkoumat vlastnosti lidského zraku, zavádějí se světelné technické veličiny, analyzuje se náročnost zřakových činností a začínají se stanovovat požadavky na úroveň osvětlení. Postupně vznikají národní i mezinárodní doporučení a normy. Návrh osvětlení se tak stává předem promyšleným procesem. V počátcích vývoje až do nedávné doby bylo hlavním cílem návrhu osvětlení vytvoření světelných podmínek, spojených s fyziologickými funkcemi zraku, tedy s funkcemi, které ovlivňují příjem informací o okolním prostředí, zřakový výkon a psychický stav člověka. V současné době se ukazuje, že světlo slouží nejen ke zprostředkování obrazových informací, ale ovlivňuje také biologický systém člověka. Tím se začínají potvrzovat dřívější předpoklady, že lidský organismus v průběhu svého stovky tisíc let trvajících vývoje využil pravidelného střídání dne a noci jako indikátoru při regulaci biologických pochodů v lidském těle. Dnešní stav a výsledky výzkumů v této oblasti však zatím ještě neumožňují zohlednit tento vliv v rámci návrhu osvětlení.

2 Hlediska návrhu osvětlení

V současné praxi existují dvě základní hlediska, která determinují návrh osvětlení ve vnitřních prostorech. První hledisko je hledisko hygienické, které respektuje vliv světla na lidské zdraví. „Lidské zdraví“ lze vnímat v několika rovinách. V rovině fyziologické, kdy se kontroluje, to aby nedocházelo k nadměrné zátěži lidského zraku, která může mít následek zhoršení zřakových funkcí. Druhou rovinou je bezpečnost, kdy při nedostatečném osvětlení může dojít k úrazu například pádem nebo nárazem. Třetí rovinou je rovina biologická zmiňovaná v úvodu. Hygienické hledisko principiálně vychází z vykonávaných zřakových činností a charakterizuje se světelnými technickými parametry vnitřního prostředí. Tyto požadavky jsou principiálně stanoveny pro všechny typy vnitřních prostorů bez ohledu na to, jakým zdrojem světla jsou zajištěny. Druhým hlediskem je hledisko energetické náročnosti, v rámci kterého se kontroluje, aby požadovaných světelných technických parametrů bylo dosaženo energeticky účinným způsobem. Zde je třeba zdůraznit, že primárním účelem návrhu osvětlení je zajištění dostatečných světelných podmínek pro danou zřakovou činnost. Hledání energeticky účinného řešení pro zajištění těchto podmínek je až činností následnou. Pokud by řešení energetické náročnosti osvětlení bylo nadřazeno světelně technickým požadavkům, pak by návrh osvětlení ztratil jakýkoliv smysl a nejušpornějším řešením by bylo nesvítit vůbec. Z tohoto důvodu je hledisko hygienické nadřazeno hledisku energetické náročnosti.

2.1 Hledisko hygienické

Hledisko hygienické souvisí s kvalitou světelného prostředí a zajišťuje se světelnými technickými parametry, které jsou pro konkrétní zřakové činnosti uvedené v mezinárodních normách a doporučeních. Požadované hodnoty

těchto parametrů jsou kompromisem vycházejícím ze současné úrovně znalostí o zákonitostech zrakového vnímání na straně jedné a z technických a ekonomických možností společnosti na straně druhé. Z tohoto důvodu se požadavky na kvantitativní a kvalitativní úroveň osvětlení v čase mění jednak s vývojem techniky a s novými vědeckými poznatky a jednak s globálním rozvojem lidské společnosti. Norma, ve které jsou stanoveny požadavky na osvětlení vnitřních prostorů [1], obsahuje parametry, které v principu popisují tři základní vlastnosti světelného prostředí, tj. množství světla a jeho spektrální a směrové vlastnosti. Mezi základní veličiny, kterými se tyto vlastnosti popisují, patří osvětlenost, rovnoměrnost, index oslnění, index podání barev a činitel podání tvaru. Z pohledu prvotních úvah o potřebě světla ve vnitřních prostorech navrhovaných budov je nejdůležitější veličinou průměrná osvětlenost na srovnávací rovině E_m (lx), což je plošná hustota světelného toku dopadajícího na osvětlované povrchy. Světelné podmínky pro jednotlivé zrakové činnosti jsou stanoveny bez ohledu na světelný zdroj, kterým jsou zajištěny. Pro zajištění světelných podmínek se používá jak přírodní zdroj světla, tak umělé zdroje světla.

Člověk se po stovky tisíc let vyvíjel v přírodních světelných podmínkách, kterým se lidský organismus přizpůsobil, na které se adaptoval. Denní osvětlení ovlivňuje biologické pochody v lidském těle tím, že synchronizuje vnitřní biologické hodiny, barevné vlastnosti denního světla jsou pro člověka referenčním normálem při posuzování věrnosti barev. Denní světlo má dynamický charakter, který se projevuje nejen změnou úrovně osvětlení, ale také změnami barevných a směrových vlastností osvětlení. Tyto dynamické změny ovlivňují pocity a emoce člověka. Z těchto výše uvedených důvodů je denní světlo, (resp. Slunce) nejpřirozenějším zdrojem světla a má pro člověka zásadní význam. Proto v prostorech, kde se člověk zdržuje delší dobu, se požaduje zajištění přístupu denního světla v závislosti na způsobu využití prostoru a na vykonávaných zrakových činnostech. Denní osvětlení vnitřních prostorů tvoří jednak přírodní světlo pronikajícím do místností osvětlovacími otvory přímo, a jednak světlo odražené od vnějších a vnitřních překážek. V praxi se při návrhu a hodnocení denního osvětlení odděluje sluneční a oblohová složka denního světla. V případě přímé sluneční složky se vyskytují vnitřní prostory, kde je její přítomnost žádoucí, i prostory, kde je nežádoucí. Mezi vnitřní prostory, u kterých musí být zajištěno proslunění přímým slunečním světlem, patří obytné budovy. V ostatních prostorech se při návrhu příspěvku denního osvětlení uvažuje pouze s oblohovou složkou denního osvětlení. Vzhledem k tomu, že hladina osvětlenosti zajišťovaná denním světlem je velmi proměnlivá, popisuje se denní osvětlení poměrnými hodnotami, které nejsou těmito změnami za určitých předpokladů ovlivněny. K hodnocení denního osvětlení se využívá činitel denní osvětlenosti D (%), který se stanoví jako poměr osvětlenosti v daném kontrolním bodě v interiéru k osvětlenosti venkovní vodorovné nezacloněné roviny za stanovených podmínek. Základní požadavky na úroveň denního osvětlení pro zrakové činnosti odstupňované podle zrakové náročnosti jsou předepsány národními normami [2].

Hodnoty parametrů osvětlení uváděné v normách, které charakterizují hygienické hledisko, nejsou hodnotami optimálními, ale minimálními, pod které nesmí osvětlení v průběhu provozu nikdy klesnout.

2.3 Hledisko energetické náročnosti

Mezi důležitá témata současnosti patří problematika energetické náročnosti a účinnosti technických zařízení. Řešení této problematiky je důležité, nicméně se v dnešní době dostává do pozice, která ji nepřislouší a kdy se v řadě případů energetická účinnost či energetická náročnost stávají hlavním měřítkem při posuzování kvality budov nebo technických zařízení. Energetická náročnost nebo energetická účinnost jsou parametry technickými ne kvalitativními. Energetická náročnost osvětlení se hodnotí celkovou měrou spotřebou elektrické energie na osvětlení za rok $LENI$ (kWh/m².rok). Pro jednotlivé aplikační oblasti, například administrativní budovy, průmyslové objekty nebo zdravotnická zařízení, jsou v rámci příslušné normy [3] stanoveny směrné hodnoty tohoto parametru.

3 Kompatibilita parametrů osvětlení a světelný tok

Tři výše zmíněné parametry, tj. parametry světelného prostředí, parametry denního osvětlení a parametry energetické náročnosti osvětlení mají oporu v legislativě a jsou tudíž hlavními činiteli, které determinují návrh osvětlení. Jejich vzájemná provázanost však není zřejmá a nelze jednoznačně určit, do jaké míry se vzájemně ovlivňují. Je to dáno nekompatibilitou těchto hledisek a různým stupněm aplikace na budovu. V případě obecných požadavků na osvětlení je hlavním parametrem průměrná osvětlenost na srovnávací rovině E_m (lx), tedy plošná hustota světelného toku. Je předepsána pro všechny vnitřní prostory budovy, kde se mohou nacházet lidé. Denní osvětlení se hodnotí činitelem denní osvětlenosti D (%), tedy podílem osvětlenosti v kontrolním bodě uvnitř místnosti k osvětlenosti vodorovné nezacloněné venkovní roviny. Tento parametr je normou předepsán pro obytné a pobytové místnosti, ve kterých se člověk zdržuje po významnou část dne. Energetická náročnost osvětlení se hodnotí číselným ukazatelem energie na osvětlení $LENI$ (kWh/m².rok), tedy měrou spotřebou elektrické energie na osvětlení za rok. Tento parametr je předepsán pro budovu jako celek. V současné době se osvětlení vnitřních prostorů v rámci projektové dokumentace řeší ve dvou samostatných částech. Ve stavebně architektonické části se řeší denní osvětlení a energetická náročnost osvětlení a v části silnoproudé elektroinstalace se řeší umělé osvětlení. Logickým postupem při řešení osvětlení by byla optimalizace osvětlení z pohledu jeho energetické náročnosti. To ale současná projekční praxe neumožňuje. Všechny tři výše uvedené požadavky se řeší

samostatně a nekoordinovaně. Hlavními příčinami tohoto stavu je jednak neexistence projektu osvětlení jako samostatné části projektové dokumentace, která by řešila osvětlení komplexně (denní, umělé), včetně jeho energetické náročnosti a systému ovládání a řízení. Druhou příčinou je nekompatibilita výše zmíněných parametrů. Každý je popisován jinými veličinami bez jasné vzájemné vazby. Neexistuje jednoduchá a jasná souvislost mezi příspěvkem denního světla a obecnými požadavky na osvětlení ani vazba mezi osvětlením a jeho energetickou náročností. Jednou z možností jak usnadnit optimalizaci osvětlení je využití veličiny, která by v sobě obsahovala jak světelně technické tak i energetické parametry. Takovou veličinou je světelný tok Φ (lm), což je zářivý tok zhodnocený lidským okem standardního fotometrického pozorovatele.

4 Metoda Lumen koncept

Jedním z trendů v projektování budov a jejich částí, je využívání počítačových programů, které umožňují vytvářet počítačové modely budov a simulovat jejich provoz. Tyto programy umožňují ukázat budoucí reálný stav a podobu budov ještě před jejich výstavbou. V oblasti osvětlení mezi takové programy patří například Dialux, Relux a další. Mezi vstupní informace pro tyto programy patří údaje o prostoru, zahrnující geometrické uspořádání a vlastnosti povrchů, a údaje o osvětlovací soustavě, zahrnující její geometrické uspořádání a typy svítidel a světelných zdrojů. Na základě těchto údajů jsou programy schopny pouze odpovědět, zda navržená soustava vyhovuje či nevyhovuje předepsaným požadavkům. Tyto programy sice umí velmi realisticky znázornit a popsat, jak bude osvětlený prostor vypadat, ale ve své podstatě jsou velmi primitivní, jelikož neumějí odpovědět na otázku jak daný prostor optimálně osvětlit. Jde tedy o velmi složité nástroje, poskytující jen velmi omezené informace.

Proto, aby bylo možné při projektování optimalizovat osvětlení jako celek a to i v návaznosti na další profese je třeba nalézt metodu, jejímž výstupem budou informace, které umožní, pro předepsané hygienické požadavky, optimalizovat osvětlení z pohledu energetické náročnosti. Taková metoda musí být aplikovatelná již od úvodních fází projektu, kdy se třeba definovat koncept řešení, který je smysluplný jak z pohledu účelu budovy, tak její energetické náročnosti. Metoda musí být jednoduchá a pochopitelná pro všechny členy projekčního týmu, aby byla umožněna snadná komunikace při optimalizaci budovy jako celku.

Při návrhu nové metody je třeba se oprostit od stávajících stereotypů z oblasti návrhů osvětlovacích soustav. Nově navrhovaná metoda *Lumen koncept* chápe světlo jako jedno z médií (voda, teplo, vzduch...) nezbytné pro provoz budovy, které souvisí jak se zdravím, bezpečností a zrakovou pohodou uživatelů, tak také s energetickou náročností vlastní budovy. Metoda vychází ze skutečnosti, že v úvodní fázi projektu jsou známy následující informace:

- účel budovy (parametry osvětlení, časový plán využití),
- prostorové požadavky (plošná výměra),
- umístění budovy (geografická poloha, orientace, zástavba okolí).

Účel budovy určuje požadavky na parametry světelného prostředí (E_m) a denního osvětlení (D) v charakteristických prostorech (kanceláře, komunikace, technické místnosti apod.) a současně vymezuje její časové využití v průběhu dne i roku. Jiným způsobem jsou časově využívány administrativní budovy, jiným vzdělávací nebo zdravotnická zařízení. Prostorové požadavky určují plošnou výměru charakteristických prostorů. Polohou, orientací, konstrukcí budovy a clonicími překážkami (terén a okolní zástavba) je dán průběh denního světla v interiéru. Výše uvedené vstupní údaje umožňují určit světelný tok Φ (lm) a světelné množství Q , (lm.h/rok), které je třeba do budovy v průběhu roku dodat, aby byly zajištěny hygienické požadavky. Výsledné světelné množství dodané do budovy je z části dodáno soustavou denního osvětlení a z části soustavou umělého osvětlení. Poměr obou částí by měl být optimalizován z pohledu jejich energetické náročnosti, nicméně minimální podíl denního světla je dán hygienickými požadavky. Celková energetická náročnost osvětlení je pak dána energetickou náročností dodávky světla soustavou denního a umělého osvětlení.

Zjednodušený postup aplikace nové metody je následující. Na základě parametrů světelného prostředí a plošné výměry charakteristických prostorů se stanoví potřebný ideální světelný tok (Φ_i). V situacích bez denního světla je třeba tento tok zajistit umělou osvětlovací soustavou. Na základě účinnosti prostoru, (geometrie a činitelů odrazu), osvětlovací soustavy a svítidel se stanoví reálný světelný tok (Φ_r). Volbou světelných zdrojů a předřadných přístrojů se následně určí předběžný příkon umělé osvětlovací soustavy. S pomocí časového plánu využití se stanoví celkové světelné množství, které je třeba pro budovu v průběhu roku zajistit.

Na základě požadavku na zajištění určitého podílu osvětlení denním světlem při rovnoměrně zatažené obloze s definovaným rozložením jasu se stanoví rozsah příspěvku denního světla pro jiné typy obloh. Z časového plánu využití lze stanovit počet hodin bez denního světla a počet hodin s denním světlem. Pro dobu s denním světlem se pak stanoví minimální světelné množství zajištěné denním světlem, které vychází z hygienických požadavků.

Soustavu denního osvětlení lze chápat jako soubor technických zařízení (okna, světlíky, světlovody apd.), které mají, stejně jako klasická svítidla, svoji energetickou náročnost, ale na rozdíl od klasických svítidel se jejich energetická náročnost v průběhu dne i roku mění v závislosti na klimatických podmínkách. Vyhodnocením energetické náročnosti dodávky denního a umělého světla je pak možné provést optimalizaci jednak z pohledu míry využití denního světla a jednak z pohledu využití řídicích systému při kombinovaném využití obou soustav.

6 Závěr

Hlavním přínosem nově navrhované metody je vytvoření jasné vazby mezi požadavky na osvětlení a jejich energetickou náročností. Pokud se stanoví množství světelného toku potřebné pro danou budovu, lze velmi názorně ocenit energetickou náročnost různých řešení, lišících se typem osvětlovací soustavy (celková, odstupňovaná, kombinovaná), použitými světelnými zdroji nebo svítidly. Z celkového potřebného světelného množství je zřejmé, jaká jeho minimální část z pohledu norem musí být dodána denním světlem. Následně lze posoudit, zda je možné větším využitím denního světla, než je předepsáno normami, zajistit nižší energetickou náročnost osvětlení jako celku. Současně lze relativně jednoduchým postupem stanovit kolik energie lze ušetřit využitím řídicích systémů kontrolujících provoz soustavy umělého osvětlení v závislosti na úrovni denního osvětlení a zda je jejich použití ekonomicky smysluplné.

Návrh nové metodiky při návrhu osvětlení, popsané v tomto příspěvku, je financován z grantu Studentské grantové soutěže ČVUT v Praze č. SGS12/140/OHK3/2T/13 "Komplexní hodnocení osvětlení v budovách z hlediska kvality a energetické náročnosti".

LITERATURA

- [1] ČSN EN 12464 – 1 Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 1: Vnitřní pracovní prostory, 2012
- [2] ČSN 73 0580 Denní osvětlení budov, 2009
- [3] ČSN EN 15193 Energetická náročnost budov – Energetické požadavky na osvětlení, 2008

Co nás může oslňovat

Ing. Petr Vrbík

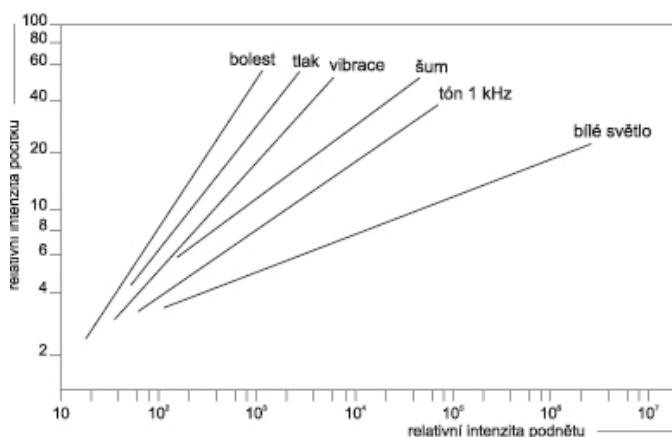
Autorizovaná osoba pro hodnocení zdravotních rizik; email: VrbikPetr@seznam.cz

Klíčová slova: adaptace; činitel polohy; činitel oslnění; zář; fyziologická a psychologická odezva; index oslnění; kontrasty jasů; mez oslnivosti; míhání světla; oslnění absolutní; fyziologické; psychologické; přechodové; relativní; závoje; poměr jasů; rušivé světlo; siluetový efekt; zákon Stevenzona; vidění; zraková zátěž; zrakový vjem.

Úvod

Je známo, že většinu základních informací o našem okolí získáváme na základě našeho **smyslového vnímání**, které vzniká jako odezva na konkrétní podněty z vnějšího prostředí. S využitím elektrofyziologických metod byl zformulován **psychofyzikální zákon** (S. Stevenzona; [3]), který popisuje závislost velikosti smyslového počítku (R) na velikosti podnětu (S) **mocninovou funkcí** podle vztahu:

$$R = A \cdot S^n; \text{ kde exponent } n \text{ je různý podle druhu modality (viz obr. č. 1)}$$



Obr. č. 1: Stevenzonova formulace pro různé modalitty

Již dostatečně byly prokázány konkrétní **fyziologické a psychologické odezvy** člověka, vyvolané množstvím a spektrálním složením světla, podmíněné jeho časovým průběhem a prostorovým rozložením. Přitom za jednu z nejvýznamnějších odezví na světelné podněty lze považovat vyvolání **zrakového vjemu**, což je velice složitý dynamický proces, založený na neustálém porovnávání (ANO/NE) probíhající v oku, nervové soustavě a v příslušné části mozku (vnímáme dynamicky a každý individuálně na základě svého vědomí).

Hygienickým úkolem je tedy ověření ještě přijatelné odezvy lidského organismu na světelné prostředí a zamezit tak případnému zdravotnímu riziku. Domnívám se, že je potřeba se zabývat především:

- jsou-li splněny podmínky **pro pobyt osob** ve vnitřním prostoru (s ohledem na dobu trvání);
- a zda jsou přijatelné podmínky **pro „vidění“** (s ohledem na zrakovou zátěž).

První podmínka je dodržena hlavně dostatečným **množstvím denního světla v průběhu dne** v daném vnitřním prostoru, s ohledem na dobu trvání pobytu. Splnění této podmínky přímo souvisí s naší fyziologickou potřebou denního světla k řízení biorytmů nebo podporou imunitního či reprodukčního systému. Kontrola by zde měla být prováděna co nejdříve (již na úrovni projektové přípravy), aby bylo dosaženo přijatelného denního osvětlení tam, kde je to možné (*měla by to být záležitost profesní prestiže každého projektanta*).

Druhá podmínka se také vyhoví dostatečným množstvím světla (*zde hraje významnou roli stimulující účinek dynamické proměnlivosti denního světla*), vhodnými jasy, přiměřenými **kontrasty jasů i barev**, včetně správného směřování světla s ohledem na zrakovou zátěž (*přičemž další podmínky pro vidění jako např. velikost kritického detailu už většinou ani ovlivnit nedokážeme*).

Pozn.: „Vidění“ chápeme jako fyziologickou schopnost zraku, která nám umožňuje rozlišovat rozdíly jasností, vnímat barvy a tvary pozorovaných předmětů včetně orientace v prostoru (binokulární „vidění“; [2]).

Oslnění

Za **oslnění** potom považujeme takové podmínky „vidění“, při kterých je **narušována zraková pohoda** nebo dochází k **překročení adaptačních schopností** zraku, jenž nám **zhoršuje** nebo až **znemožňuje „vidění“**. Příčinou oslnění může být příliš vysoký jas (s ohledem na adaptační stav zraku pozorovatele) popř. nepříjemný prostorový či časový kontrast jasů.

Podle **příčiny** rozlišujeme oslnění:

- **absolutní** - když jas vnímaného světelného zdroje je tak vysoký, že se člověk na něj nedokáže adaptovat (hodnota kritického jasu závisí na aktuální adaptaci zraku; např. přímý pohled do Slunce);
- **relativní** - (oslnění kontrastem), když v zorném poli pozorovatele současně existují plochy o velmi rozdílném jasu (např. oslnění v noci dálkovými reflektory vozidel);
- **přechodové** - způsobené náhlou změnou jasu v zorném poli pozorovatele (např. *výjezd z tunelu*);
- **závojové** - vzniká, když je před pozorovaným předmětem nasvětlené prostředí s vyšším jasnem (např. záclona, mlha apod.). Opakem je jev, když je předmět pozorován oproti pozadí s vyšším jasnem a při malém jasnem předmětu vnímáme jen jeho obrys – „**siluetový**“ efekt (např. *silueta postavy na horizontu*).

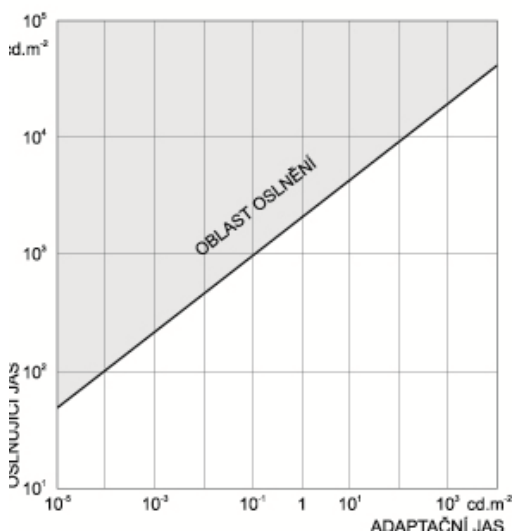
A podle **účinků** na lidský organizmus rozlišujeme oslnění:

- **psychologické** (rušivé) – když např. zdroj vyššího jasu v zorném poli odpoutává pozornost pozorovatele od vlastního zrakového úkolu, vzniká pocit zrakové nepohody nebo narůstá únava, aniž by si pozorovatel nutně uvědomoval, že je oslňován. Přitom toto oslnění nevyvolává měřitelné změny zrakových funkcí. (*Nejčastěji se ověřuje psychologickými dotazníky; subjektivním hodnocením většího počtu pozorovatelů*).
- **fyzilogické** (omezující až oslepující) - je již postřehnutelný stupeň oslnění, které zhoršuje činnost zraku, způsobuje snížení zrakových schopností, neboť se prokazatelně snižuje kontrastní citlivost popř. i zraková ostrost. (*Převážně ověřujeme měřením jasových poměrů*).

Za hygienicky nejvýznamnější lze považovat **relativní oslnění** (oslnění kontrastem), na které se zrak už nedokáže adaptovat. Nepříznivý kontrast může být vytvářen buď přímo mezi zdrojem světla a jeho bezprostředním okolím nebo odrazem od ploch v zorném poli pozorovatele. Významnou roli zde hraje i čas; při dlouhodobém působení může způsobit zrakové potíže i malé oslnění (popř. odraz od lesklé plochy).

Možná kritéria k posuzování oslnění

V podstatě se jedná o posuzování **jasových poměrů v zorném poli pozorovatele**. **Kritický jas** přitom závisí na individuální adaptaci zraku jednoho každého pozorovatele a je značně rozdílný při denním nebo jen umělém světle. K orientačnímu odhadu oslňujícího (kritického) jasu lze použít **mez oslnivosti** (viz obr. č. 2; dle normy [6]).



Obr. č. 2: Mez oslnivosti

U denního světla se v praxi zaměřujeme především na kritický jas osvětlovacích otvorů (oken či světlíků), který by při běžném směru pohledu neměl způsobovat oslnění (*dříve byl normou doporučován hraniční jas 4 000 [cd.m⁻²]*). U relativního oslnění by při úhlu menším než 60° od obvyklého směru, neměl **poměr jasů** pozorovaného předmětu a oblohy viděné osvětlovacím otvorem překročit hodnotu **1 : 2.10²** (dle normy [8]).

Uvedená norma také k vytvoření **zrakové pohody** doporučuje dodržet rozmezí **poměrů průměrných jasů** v zorném poli pozorovatele mezi pozorovaným předmětem a:

- plochami bezprostředně obklopujícími pozorovaný předmět **1 : 1 až 1 : 3** (blízké okolí);
- vzdálenými plochami - světlými **1 : 1 až 1 : 10**; – tmavými **1 : 1 až 10 : 1**.

U umělého světla se **pro zrakovou pohodu** považuje za optimální **poměr jasů** místa zrakového úkolu k jasů bezprostředního okolí úkolu a k jasů pozadí (v zorném poli pozorovatele) - **10 : 4 : 3** (dle normy [9]).

A relativní oslnění potom určujeme:

- buď pomocí různých **činitelů oslnění** pro konkrétní oslňující zdroje, vztažené k místu pozorovatele;
- nebo orientačně pomocí **křivek mezních jasů svítidel** (např. UGR systém; index oslnění G_{ls}) pro celou osvětlovací soustavu, vztaženou ke kontrolnímu bodu v daném prostoru (*u soustav tvořených cloněnými zářivkovými svítidly a za předpokladu vodorovného směru pohledu, a běžných odrazových podmínek v prostoru, nebývá s oslněním problém*).

Při určování **činitele oslnění** u konkrétního oslňujícího zdroje lze vycházet z různých vztahů - např. podle Netušila (G_N ; *jenž má sice omezenou platnost, ale je názorný pro představu, čím je oslnění ovlivňováno*) [7]:

$$G_n = K \frac{L_z \cdot \Omega^{0,4}}{\sqrt{L_p}}$$

K - činitel polohy oslňujícího zdroje; L_z - jas oslňujícího zdroje ve směru ke kontrolnímu místu [$cd \cdot m^{-2}$];
 Ω - prostorový úhel, pod kterým je z kontrolního místa vidět oslňující zdroj [sr]; L_p - jas pozadí [$cd \cdot m^{-2}$].

Z hygienického hlediska je velice důležité určení **činitele polohy**, který je dán vzdáleností oslňujícího zdroje od pozorovatele a jeho polohou v prostoru (odchýlení od osy pohledu; $K \leq 1$). Případným přemístěním oslňujícího zdroje mimo zorný úhel pozorovatele se dá oslnění do značné míry zabránit.

Určitým problémem ale bývá stanovení **jasů pozadí**, který se uvažuje jako průměrná hodnota jasů světelně činných ploch v příslušném poloprostoru (bez jasů oslňujících zdrojů). Zjišťujeme jej pomocí měření jasů velkých ploch jasovými nástavci v poloprostoru rozděleném vertikální rovinou v místě pozorovatele, při současném zaclonění oslňujících zdrojů popř. kontrolními výpočty.

V praxi předpokládanou zrakovou činnost zařazujeme do **tříd omezení oslnění** (dřívější ČSN 36 0450), pro které lze provést orientační porovnání činitele oslnění (G_N) s indexem oslnění (G_{ls}) (viz tabulka č. 1) [4].

Tabulka č. 1: Srovnání směrných hodnot oslnění

Třída omezení oslnění	I.	II.	III.	IV.
Činitel oslnění G_N	30	30 - 70	70 - 130	130 - 200
Index oslnění G_{ls}	19	22	25	28

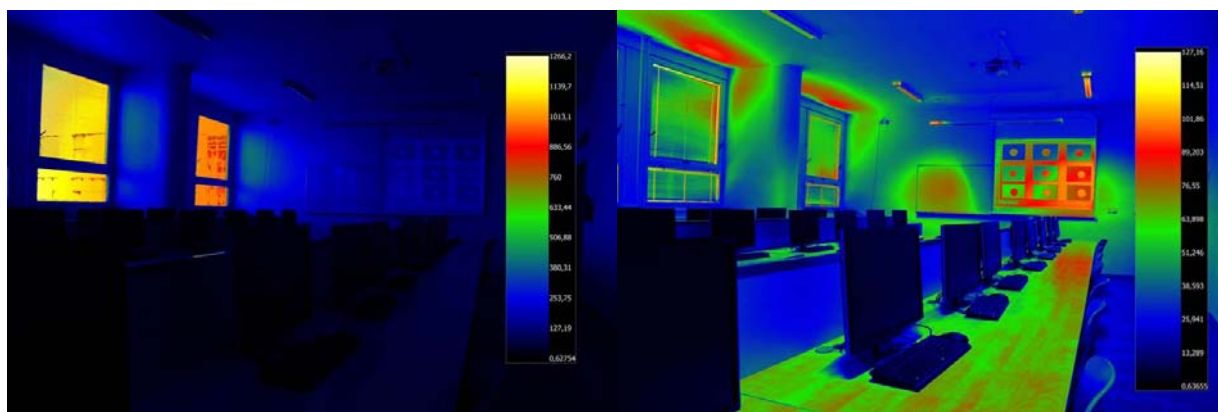
Pro specifické případy lze použít i **další kritéria**:

- při posuzování případného tepelného poškození zraku „viditelným“ optickým zářením (*riziko „modrého“ světla*) lze v souladu s nařízením vlády [6] použít **nejvyšší přípustnou hodnotu** pro dlouhodobé expozice, stanovenou pro „efektivní“ zář: $L_B = 100$ [$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$]; (*což při světelné účinnosti 100 [$lm \cdot W^{-1}$] odpovídá limitu 10 000 [$cd \cdot m^{-2}$], který doporučuje ICNIRP*).
- nebo pro určitou objektivizaci účinků u **rušivého světla** (např. pro rušivé oslnění v obytné zástavbě) je možné se řídit doporučením mezinárodní komise pro osvětlování CIE (viz tabulka č. 2; dle normy [10]).

Tabulka č. 2: Přípustné maximum rušivého světla ve venkovních osvětlovacích soustavách

Zóna prostředí	Svítivost svítidel I [cd]		Jas L [$cd \cdot m^{-2}$]	
	mimo dobu nočního klidu	pro dobu nočního klidu	L_B - fasády	L_S - značky (reklamní tabule)
E 1 - tmavé oblasti jako národní parky a chráněná území	2 500	0	0	50
E 2 - málo světlé oblasti jako obytné venkovské oblasti	7 500	500	10	400
E 3 - středně světlé oblasti jako obytná předměstí	10 000	1 000	15	800
E 4 - velmi světlé oblasti; městská centra a obchodní zóny	25 000	2 500	25	1 000

Bez ohledu na výběr vztahů při zjišťování **indexu** či **činitele oslnění** se k posuzování jasových poměrů u konkrétních světelných situací jeví jako velice perspektivní počítačové zpracování **digitální fotografie do tzv. „jasové mapy“** [1], což je obzvláště vhodné pro popis rozsáhlých světelných situací (viz obr. č. 3).



Obr. č. 3: Jasová analýza digitální fotografie počítačové učebny při denním a umělém osvětlení
(zpracovatel doc. Ing. P. Baxant, PhD.)

Pozn.: Navíc se domnívám, že při posuzování oslnění by bylo vhodné zohledňovat i případné „mihání“ světla, (subjektivně vnímané kolísání jasů a barev), pro jehož posuzování nám ale zatím chybí podpora v legislativě.

Kde se v praxi setkáváme s oslněním

Jak již bylo naznačeno, s oslněním se setkáváme především tam, kde se objeví vysoký jas oslňujícího zdroje v ose pohledu nedostatečně adaptovaného pozorovatele nebo vznikne nepříjemný kontrast jasů v zorném poli, na který se již nejsme schopni adaptovat.

U **denního osvětlení** (kde lze předpokládat vyšší adaptační jas) záleží na **velikosti a výplni** osvětlovacího otvoru (méně oslňují větší osvětlovací otvory s čirou výplní; zvýšit pozornost u „luxferů“!) a pak už to jen bývá záležitost vhodné orientace pracovního místa k osvětlovacím otvorům (např. umístění obrazovek). Problémové situace řešíme pomocí regulačních zastíňujících prvků v osvětlovacích otvorech (např. žaluzie, rolety, markýzy apod.).

K nežádoucím situacím může přispět i případné vytvoření „**siluetového efektu**“ (např. při sledování pacientů v nemocnici na jednotkách intenzivní péče). A další situace mohou nastat při **odrazu světla od pracovních ploch či nástrojů** (např. od skel na pracovních stolech nebo od nástrojů při lékařských zákrocích).

Nepříjemné odrazy se také mohou vyskytovat i v komunálním prostředí, kdy „zrcadlový“ odraz od lesklé plochy (např. od střechy skleníku) může narušovat pohodu „bydlení“ v okolní zástavbě a vyvolávat u takto dotčených osob i **emoční stres**.

Nežádoucí situaci může také vyvolat přímé oslnění Sluncem v dopravě (např. při pilotování letadel; apod.).

Ale významnější **rizika oslnění** lze očekávat **od umělých** (technologických) **zdrojů**. Existují technologické zdroje (např. lasery; *nebezpečná mohou být i „ukazovátka“*), které mohou způsobit okamžité a absolutní poškození zraku (*distribuci laserů je proto potřeba kontrolovat stejně jako distribuci se zbraněmi*).

Přitom u osvětlovacích soustav umělého osvětlení vystačí většinou věnovat pozornost jen nízkou umístěným bodovým světelným zdrojům v rozlehlejších prostorech. Navíc je u svítidel se zdroji vyšších jasů (≥ 20 k cd.m⁻²) požadováno **clonění** (dle normy [9]), které by mělo zajišťovat náležitou **ochranu před oslněním**.

Z hlediska oslňování jsou proto hygienicky významnější pracovní činnosti, při kterých jsme nuceni oslňující zdroj trvale sledovat zrakem. Může to být jak při výrobě, tak při různých výstupních kontrolách (např. u světelných zdrojů, defektoskopii apod.) popř. i ve ztížených světelných podmínkách (*při nedostatku denního světla*). Zde je potřeba určit předpokládanou **zrakovou zátěž** pracovníků a k tomu odpovídající ochranu před oslněním včetně úpravy pracovního režimu (např. ochranné brýle či přestávky v práci).

Někdy může být zdrojem oslnění i samotná pracovní činnost - např. při **svařování**. Zde bývá často zohledňována pouze ochrana pracovníků před ultrafialovým zářením (*které působí jen na krátkou vzdálenost a jenž „nevidíme“*) a trochu se zapomíná na oslňování ostatních osob (popř. i na možné riziko „modrého“ světla).

Obdobou jsou práce **s roztaveným materiálem** (v hutích, slévárnách, sklárnách), kde ještě hrozí i riziko tepelného poškození zraku infračerveným zářením.

Oslňování se nepříznivě projevuje také u zrakově náročných činností - např. ve **zdravotnictví**, kde často dochází i ke „střetu zájmů“ při vytváření podmínek pro vidění - ošetřujícího personálu, pacientů a případně i návštěvníků. S docela neočekávaným oslňováním se můžeme setkat při používání **interaktivních tabulí**, hlavně ve školách. Ukazuje se, že zde může docházet k velice významným rozdílům v jasových poměrech (u různých typů tabulí), které potom významně ovlivňují jejich využívání.

Oslňování samozřejmě nelze vyloučit ani **v komunální sféře** např. při veřejném osvětlování (kde je opodstatněné) nebo u problematických světelných reklam, svítících často i v období „nočního“ klidu (*popř. nevhodně situovaných vůči obytné zástavbě, které většinou za opodstatněné považovat nelze*). A až nebezpečné zde může být nevhodné světelné pozadí u dopravní světelné signalizace.

Samostatnou kapitolou bývají požadavky na ochranu před **oslněním u osvětlování různých sportovišť**, kde jsou náročné a protichůdné požadavky pro sportovce (variabilní směry pohledu), diváky a případné TV přenosy.

Podrobnější rozbor jednotlivých konkrétních situací bude proveden na přednášce včetně fotodokumentace.

Závěr

V hygienické praxi ověřujeme jak **psychologické** (rušivé), tak i **fyzilogické** (omezující) **oslnění**, ale hlavně se snažíme zabránit vzniku oslepujícího oslnění. Hygienicky nejvýznamnější je **relativní oslnění** (oslnění kontrastem), na které se náš zrak již nedokáže adaptovat. **Prvotní odhad** k zajištění dostatečné ochrany před oslněním se nejčastěji provádí **subjektivně** (s 5 ÷ 7 stupňovou rozlišovací škálou). Při posuzování oslnění se klade důraz na určení předpokládaného směru pohledu dotčeného pozorovatele, činitele polohy a možné doby trvání oslnění. Člověk je více citlivý na oslnění při přímém pohledu (popř. je-li oslňován zdola) a hůře snáší dlouhodobé oslňování. Citlivost na oslnění je přitom velice individuální, záleží na adaptaci a může se v čase měnit.

Ještě si dovoluji upozornit, že odkazy na některé již neplatné normy jsou zde záměrné, protože vhodně posloužily k vysvětlení dané problematiky (*navíc některé podrobnosti nebyly doposud v normách adekvátně nahrazeny*).

Závěrem bych chtěl ještě poděkovat za pomoc a inspiraci při zpracovávání tohoto tématu Mgr. L. Džuberové (ZÚ), RNDr. J. Chmelíkové (NCO Brno), doc. Ing. P. Baxantovi PhD. (VUT Brno), RNDr. J. Břicháčkovi, Mgr. M. Bublanovi (ZÚ), RNDr. V. Jiříkovi, PhD. (OU), Mgr. A. Peřinovi, PhD. (MU Brno) a panu M. Tesařovi (f. KLIMAT).

Literatura a odkazy

- [1] Baxant, P., Sumec, S.; LumiDISP - software for the luminance distribution processing and digital photography analyses. Brno University of Technology, 2006; dostupný na <http://www.lumidisp.eu>
- [2] Kvapilíková, K., Práce a vidění. IDVPZ Brno, 1999, ISBN 80-7013-275-2
- [3] Syka, J., Voldřich, L., Vrabec, F. Fyziologie a patologie zraku a sluchu. AVICENUM Praha, 1981
- [4] Vrbík, P., Hygiena optického záření a osvětlování. IDVPZ Brno, 1998, ISBN 80-7013-265-5
- [5] Nařízení vlády ČR č. 106/2010 Sb., O ochraně zdraví před neionizujícím zářením.
- [6] ČSN 36 0004 Umělé světlo a osvětlování. Všeobecná ustanovení. TESLA Holešovice 1966 (zrušena 2001)
- [7] ČSN 36 0008 Oslnění, jeho hodnocení a zábrana. ÚNM Praha 1961 (zrušena 2004)
- [8] ČSN 73 0580-1 Denní osvětlení budov – část 1: Základní požadavky. ČNI Praha 2007
- [9] ČSN EN 12464-1 Světlo a osvětlení; Osvětlení pracovních prostorů – část 1: Vnitřní prostory. ČNI Praha 2005
- [10] ČSN EN 12464-2 Světlo a osvětlení; Osvětlení pracovních prostorů – část 2: Venkovní prostory. ČNI Praha 2008

Aplikace bezelektrodových výbojových světelných zdrojů

Doc.Ing. Jiří Plch, CSc.,

Úvod

Snahou všech provozovatelů bytových domů je snížit celkové provozní náklady na osvětlení společných prostorů. Ve většině případů se potom aplikuje systém schodišťového osvětlení, který je ovládán pomocí pohybových čidel na každé podestě, nebo patře.

Osvětlení je povětšinou realizuje pomocí přisazených svítidel s nízkotlakými výbojovými zdroji T5 - kruhovou zářivkou, jednopaticovou s ovládáním pomocí pohybových čidel.

Výsledkem je potom skutečnost, že dochází k vysoké poruchovosti světelných zdrojů ve svítidlech, umístěných na schodišti bytového domu.

Fyzikální princip nízkotlakých výbojových zdrojů

Objasnění fyzikálních pochodů ve vnitřním prostoru nízkotlakého výbojového zdroje není ani podrobněji nutné analyzovat, protože jsou nám všem důvěrně známé. Snad jen malé připomenutí, že jde o nízkotlaké rtuťové výbojky se žhavenými elektrodami a že elektrody zářivek jsou z dvojité nebo trojitě vinutého wolframového drátu a pokrývají se vrstvou kysličníků (barya, stroncia, vápníku), tak aby se dosáhlo velké emisní schopnosti a usnadnilo se tak vlastní zapalování tohoto světelného zdroje.

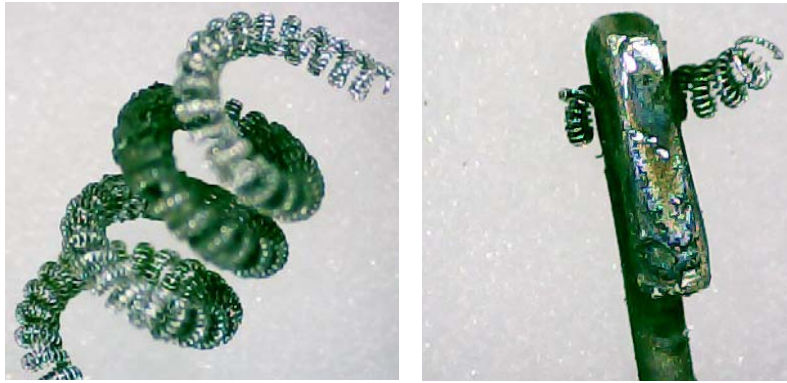
Důsledky výše uvedeného systému provozu a spínání jsou zcela evidentní, zdroje mají oba konce výbojového prostoru u patice tmavý, silně zčernalý povrch vnitřní části výbojové trubice, relativně široký, propustující přes vrstvu luminoforu, jak je zřejmé z obrázku 1.



Obr 1. Konce zářivky T5 po týdenním provozu

Ve všech těchto případech jde tak o poruchu světelného zdroje, způsobenou přepálením žhavicího vlákna jedné elektrody či obou, způsobenou odpařením větší části tohoto vlákna na vnitřní povrch výbojového prostoru, jak je zřejmé z obrázku 2.

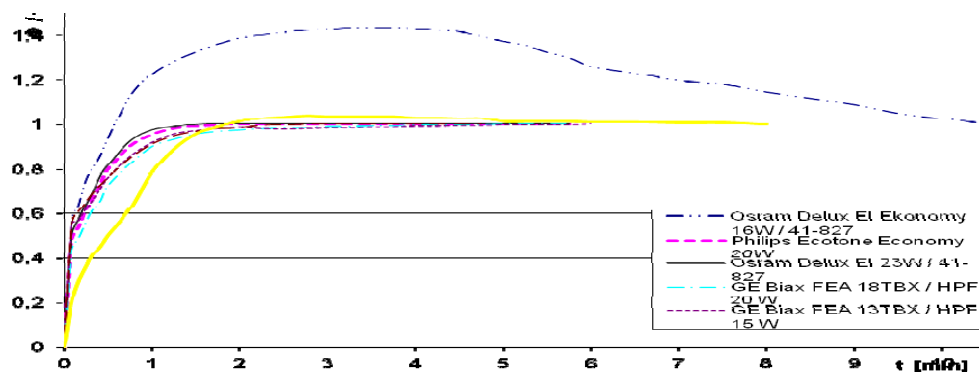
Destrukce žhavicího vlákna kruhové zářivky T5 je způsobena v příčinné souvislosti s nevhodným způsobem spínání světelného zdroje T5 – jednopaticová, pohybovými čidly.



Obr. 2 Destrukce žhavicího vlákna kruhové zářivky T5.

Aplikace kompaktních zářivek

V přítomné době jsou některými výrobci světelných zdrojů nabízeny kompaktní zářivky, které však mívají zcela rozdílné náběhové charakteristiky, jak je zřejmé z obrázku 3.



Obr. 3 – Náběhové charakteristiky kompaktních zářivek

Řešením by mohlo být aplikovat kompaktní zářivky OSRAM DULUX – , které jsou označovány „intelligent facility“ o příkonu 18 W. Tento světelný zdroj renomovaného výrobce je deklarován jako profesionální kompaktní zářivka a má být nejvhodnější pro aplikace s automatickým vypínáním pohybovými čidly či schodišťovými automaty.

Po celou dobu životnosti má vydržet extrémní množství spínaných cyklů, uvádí výrobce ve svých technických podkladech a to díky aplikaci patentované technologie Quit Light.

Pro komerční použití výrobce uvádí, že jsou vhodné pro schodišťové osvětlovací systémy s automatickým spínáním. Kompaktní zářivka má velmi rychlý náběh světelného toku a průměrná životnost podle metodiky IEC je až 20 000 provozních hodin.

I v tomto případě musí ve vnitřním výbojovém prostoru se vytvořit odpovídající provozní podmínky pro zapálení vlastního výboje a to je odvozeno opět od žhavicího vlákna spirály.

Zde je však nutné upozornit na skutečnost, že při rytmu spínání tak jak je uváděna podle metodiky IEC - 165 minut zapnuto, 15 minut vypnuto na jeden popsaný provozní cyklus je ve skutečnosti 180 minut a v zásadě je to 91,66 % v nepřetržitém provozu a následně 18,34 % mimo provoz musí být .

Takže definovaná životnost světelného zdroje podle metodiky IEC by to představovalo během 24 hodinového cyklu, který se dá předpokládat u bytového domu, by musel být navrhovaný světelný zdroj být v provozu po dobu 22 hodin a jenom 2 hodiny mimo provoz. aby byla zajištěna uváděná životnost.

Takové provozní režimy ovšem nemohou nikdy nastat a musí se počítat se značným počtem spínaných cyklů během 24 hodin, podle pohybu osob v domě jak ukazuje stupeň vyhoření kruhových zářivek T5. V takovém případě nebudou mít potom kompaktní zářivky uváděnou životnost a opět budou konce výbojového prostoru v místě průmětu vlákna elektrod vykazovat různý stupeň zčernání a je tak zřejmé, že aplikace světelných zdrojů se žhavenou spirálovou nepovede k dlouhodobé životnosti . Jediným schůdným

řešením , při tak vysokém počtu spínaných cyklů, lze vidět v aplikaci bezelektrodových světelných zdrojů či světelných diod.

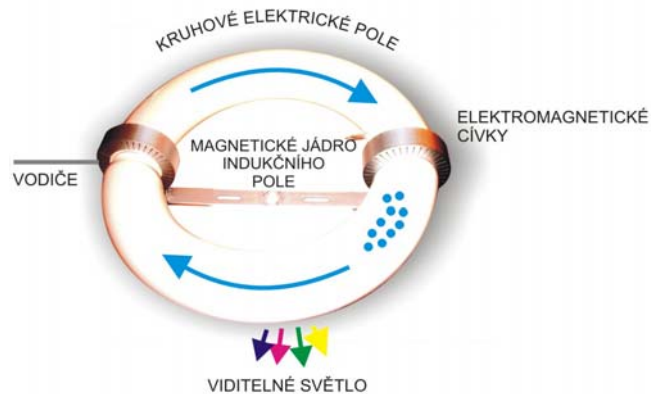
Bezelektrodové výbojové světelné zdroje

Do této skupiny v přítomné době lze zahrnout dva světelné nízkotlaké výbojové zdroje, aplikovatelné v systému četného spínání :

- Indukční výbojky,
- Svítící trubice.

Indukční výbojky

Nelze hovořit o tom, že indukční výbojky představují zcela novou kategorii světelných zdrojů, protože princip vybuzení výboje ve výbojovém prostoru bezelektrodovém vysokofrekvenčním polem je znám již řadu let a někteří výrobci (OSRAM – Endura a podobně) je uváděly po krátkou dobu na trh a nenašly širší uplatnění, jak je zřejmé z obrázku 4.

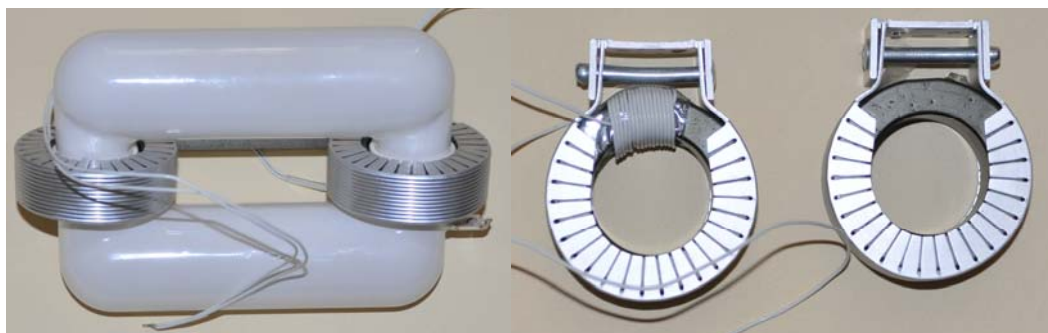


Obr. 4. – Principiální schéma indukční výbojky

V posledním období se k tomuto zdroji vrátili výrobci mimo EU a jsou uváděny také na náš trh. Klasická kruhová indukční výbojka je uvedena na obrázku 5 včetně napájecího zdroje.



Obr. 5 – Kruhová indukční výbojka včetně napájecího zdroje



Obr. 6 – Obdélníková indukční výbojka včetně induktorů výbojky

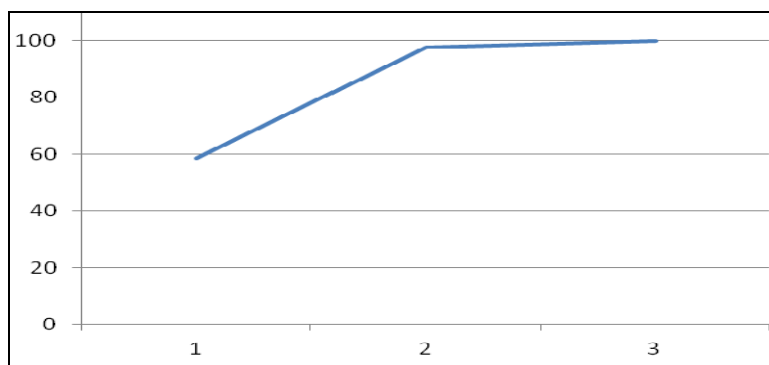
Společným znakem nízkotlakých Hg výbojových zdrojů je, že ve všech případech je nutná transformace UV záření výboje na vlnové délce 253,7 nm do viditelné oblasti pomocí luminoforu nanesených ve vnitřním výbojovém prostoru na skleněný obal zdroje, obdobných typů, jak se používá u klasických zářivek a či kompaktních výbojek.

Ta základní výhoda spočívá při aplikaci těchto druhů světelných zdrojů v tom, že pro vlastní náběh do provozního stavu není nutné provést předžhavení výbojového prostoru pomocí tepelné energie, získávanou z elektrod a tato skutečnost předurčuje jejich aplikace v místech, kde je vyžadována vysoká četnost spínání během dne.

Za přednost lze považovat i skutečnost, že při zapnutí naběhne na téměř 60 % úroveň světelného toku a do 30 s je to již 97,5 %, jak je zřejmé z následující tabulky s grafickým průběhem, uvedeným na obrázku 7.

Měření	1	2	3
t (s)	0	30	60
ø (%)	58,5	97,5	100

TAB. I. – Náběh indukční výbojky po zapnutí



Obr.7. – Náběhová charakteristika indukční výbojky

Svítící trubice

Jedná se o technologii EFFL a jde o speciální svítící trubici s externím zapalováním výboje pomocí vysokého napětí a jsou určeny pro násobné použití pro jeden napájecí zdroj.

Také v tomto případě je společným znakem opět nízkotlaký Hg výboj a je nutná transformace UV záření výboje na vlnové délce 253,7 nm do viditelné oblasti pomocí luminoforu nanesených ve vnitřním výbojovém prostoru na skleněný obal zdroje, obdobných typů, jak se používá u klasických zářivek a či kompaktních výbojek.

Svítící trubice mají průměr výbojové části jenom 8 mm, jak je zřejmé z obrázku 8 jsou dodávány standardně v délkách 1100 – 1700 mm.



Obr. 8 – Svítící trubice

Vnější elektrody jsou na každé straně a má délku 25 mm , která je tvořena speciálním grafito uhlíkovým povrchem, jak je zřejmé z obrázku 9.



Obr 9. – Vnější elektrody svítící trubice

Délky je možné kombinovat od 200 mm až do 1 500 mm a mají tak relativně široké možnosti aplikace i v interiérovém osvětlení, protože index barevného podání $R_a \geq 80$ díky kvalitním luminoforům. Souhrn základních technických údajů je uveden v tabulce II.

Popis	Specifikace
Jmenovité napětí	AC 100 - 240 V
Frekvence	50 - 60 Hz
Výstupní napětí	1, 2 - 2 KV
Výstupní frekvence	50 - 70 KHz
Výkon	40, 60, 90, 110, 150 W
Pracovní teplota	-10 - 40 °C
Pracovní vlhkost	20 - 95 %
Pouzdro	Hliník

TAB. II. – Základní technické údaje svítících trubic

Závěr

V přítomné době je vysoce módní záležitostí hledat a provést výběr světelného zdroje jen podle měrného výkonu jako určující parametr . Kvantitativní pohled na přeměnu elektrické energie na energii světelnou vyjádřenou hodnotou $lm \cdot W^{-1}$ může být zcela zavádějící, protože ostatní parametry světelných zdrojů jsou tak zcela opomíjeny a v konečné fázi komplexního hodnocení v konkrétní aplikaci jsou spíše negativní než pozitivní

Literatura

- Plch,J.: Světelná technika v praxi IN EL Praha, 2000, 256 stran IBSN: 80-86230-09-0
- Plch,J.: Konstrukce svítidel a provoz osvětlovacích soustav Sylaby přednášek kurzu oboru Elektroenergetika FEI VUT v Brně Brno 2001
- Sokanský, K., a kol. :Světelná technika ČVUT Praha 2011, 256 stran ISBN 978-80-01-04941-9
- Habel,J. a kol.: Světlo a osvětlování FCC Public Praha, 2013, 624 stran, ISBN 978-80-86534-21-3
- Posuzování shody výrobků, část B – Elektrická zařízení Plch,J.: Posuzování shody svítidel-část I Verlag DASHÖFER Praha, 2008, ISBN

Návrh osvětlení včera, dnes a zítra

Pavel, Staněk, Ing.

ASTRA MS Software s.r.o., pavel.stanek@astrasw.cz, www.astrasw.cz

Úvod

Od konce osmdesátých let, kdy se začaly osobní počítače běžněji používat v praxi, prošel způsob návrhu osvětlení dlouhou a zajímavou cestou. Tak trochu to bylo pro mne spojeno s aplikací tehdy nových norem ČSN 36 0450 pro umělé a ČSN 73 0580 pro denní světlo. Raději se ve svém příspěvku nebudu příliš zabývat dobou ještě starší. Jednak jsem tuto dobu v práci osobně nezažil a použití počítače k návrhu zde bylo záležitostí spíše výjimečnou. A pokusím se na změny, kterými od té doby návrh osvětlení na pozadí přechodu k tržnímu hospodářství prošel, podívat z několika, snad zajímavých vzájemně propletených hledisek.

Včera a dnes

Prvním aspektem, který jsem si vybral, jsou znalosti a zkušenosti osoby navrhovatele. V oněch prehistorických dobách byl většinou návrh osvětlení svěřován osobám s velmi dobrými znalostmi z oblasti světelné fyziky, obvykle dobře vyškolených, často přímo příslušným specialistům projekčních společností. Těmto osobám byly pořízovány ne zrovna levné programy, které jim výpočty požadované normami usnadňovaly. Použití těchto programů nebylo zrovna jednoduché a obvykle jejich zdárné používání vyžadovalo příslušné školení. A jak to s osobou provádějící návrh vypadá dnes?

Myslím, že můžeme navrhovatele osvětlení rozdělit na dvě velké skupiny. Do první skupiny bych zařadil jednoduše projektanty, zejména projektanty elektroinstalací. Tito (pokud jej nesvěří dále uvedené druhé skupině) provádějí návrh osvětlení v rámci své obvyklé projekční činnosti. Problémem může být jejich nedostatek času na přípravu i návrh vzhledem k zaměstnanosti jinými úkoly, vždyť návrh osvětlení je investory obvykle chápán jako samozřejmá součást elektroinstalace. Druhou skupinou navrhovatelů jsou pak zástupci společností vyrábějících nebo prodávajících svítidla. Jedná se o techniky nebo obchodníky, jejichž cílem je „dostať“ do projektu svítidla, která jejich zaměstnavatel vyrábí či prodává. Je zřejmé, že ani jedna z obou skupin navrhovatelů není zrovna motivována kvalitou při návrhu. Z tohoto stavu podle mého vyplývají dvě velké potřeby. První je velká jednoduchost používaných programů, aby i téměř laik uměl osvětlení navrhnout ne zcela špatně. Druhou je pak kvalita dozorujících orgánů, aby návrhy, které neodpovídají normám a vyhláškám nedošly až do realizace. Ale to je také jiná kapitola, že?

Druhým rámcem návrhu, jehož změnu bych rád okomentoval, jsou normy, podle nichž se návrh provádí. Od v prvním odstavci zmíněných národních norem jsme během posledního desetiletí přešli k normám evropským zejména k EN 12464-1,2. Původní normy nejen že definovaly parametry světelných veličin, jaké má navrhovaná osvětlovací soustava splňovat, ale také doporučovaly, jak těchto hodnot dosáhnout, a stanovovaly i výpočetní metody nebo jejich vlastnosti. Dnešní normy se většinou striktně omezují jen na výčet vlastností, jakých musí návrh osvětlení dosáhnout. Což opět znamená velký tlak na kvalitu a zejména jednoduchost výpočetních programů.

Třetím a posledním bodem, kterému bych se chtěl věnovat, jsou vlastnosti programů sloužících k návrhu osvětlení. Tato oblast je velice široká, zahrnuje zejména uživatelské rozhraní, způsob prezentace vypočtených hodnot na obrazovce i v tisku, aktualizace, obsah a strukturu databází, spolupráci s jinými programy a v neposlední řadě i cenu. Nebudu se zde speciálně zabývat výpočtovými metodami, na rozdíl od dřívějších programů je jejich použití obvykle zcela integrováno a uživatel o nich ani zpravidla kvůli jednoduchosti programu nerozhoduje, jedná se zejména posun od metod tokových k bodovým. Dalším logickým požadavkem je propojení výpočtu denního i umělého osvětlení a případně i dalších výpočtů do společného prostředí a také komunikace s programy ke zpracování projektu elektroinstalace.

Uživatelské prostředí programů se změnilo zcela zásadně. Od jednoduchých textových stránek umožňujících zadávání číselných a textových dat k pohodlnému grafickému rozhraní podporujícímu okamžité zobrazování změn navrhovanému modelu. Zcela zapomenut již je kdysi veřejně deklarovaný názor, že použití počítačové myši v návrhovém programu je zbytečné, ba přímo škodlivé. Legitimním požadavkem je přímé použití stavebním projektantem navržených půdorysů pro vytvoření modelu počítaných prostorů. Do uživatelského rozhraní patří rovněž editační možnosti modeláře osvětlovaného prostoru, umožňující libovolný pohled na model, snadné změny modelu, kopírování jeho částí, návrhové pomocníky podporující vytváření pravidelných soustav, na sobě závislých

soustav, soustav stínících objektů apod. To vše musí být uděláno a uživateli nabídnuto tak, aby jím mohl být prakticky kdokoli.

Požadavky na obsah tiskové sestavy dnes na rozdíl od dřívějších dob formují zejména požadavky na to, aby sestava byla srozumitelná i pro laika, aby byla graficky „krásná“ a aby tak návrh posloužil zejména k přesvědčení zákazníka, že si má navržené osvětlení koupit. Zcela protichůdný požadavek pak staví zákon o výběrovém řízení, který neumožňuje uvádění konkrétních výrobců a výrobků pro tyto účely. A trochu na okraji zůstává požadavek, aby bylo možno z vytisknutých dat model osvětlovaného prostoru znovu vytvořit a tak provést nezávislou kontrolu třeba jiným programem.

Od dnešních programů se dále automaticky předpokládá, že budou mít aktuální a pokud možno bezchybnou databázi. Programy by se samy měly umět automaticky aktualizovat a to co se týče vlastního programu i databází svítidel a světelných zdrojů. A program také musí umožnit snadno přidat do databáze nové svítidlo, ke kterému jsou známa fotometrická data v obecných výměnných formátech. Prostě vše pro pohodlnou práci uživatele, který by se mohl soustředit hlavně na výběr vhodného svítidla a na rychlost návrhu.

Předposlední odstavec bych rád věnoval cenovému zamyšlení. Na rozdíl od všech výše uvedených požadavků na návrhový program, které se jednoznačně zvýšily, stává se paradoxním normativem nulová cena programu pro uživatele. A náklady na vývoj programů, které jsou, věřte mi, opravdu nemalé, jsou přesouvány na bedra výrobců svítidel. Ať už se nám to líbí nebo ne, většina uživatelů již dnes používá jen ty programy, které jsou k dispozici zdarma, které byly vytvořené jako podpora prodeje výrobců svítidel. Napadají mne dvě otázky. Může si uživatel „vážit“ program, který dostane zadarmo? A může vůbec uživatel reklamovat případné chyby v programu, který dostane zadarmo?

A zítra ?

Úplně na závěr mi dovoluňte se zamyslet nad budoucností, copak nám v této oblasti asi přinese? Vše, co bylo dosud uvedeno, týká se jaksí „soboty večer“, ale copak přijde v „neděli ráno“? Protože neumím věštit z křišťálové koule, berte prosím následující úvahy jen jako moje vlastní názory, jejichž pravdivost ukáže až čas. Tedy, za prvé se domnívám, že návrh osvětlení bude mnohem více integrován do procesu návrhu modelu stavby. Budoucí programy budou umět přímo pracovat s 3D modelem stavebního řešení nebo budou do 3D modeláře - editoru stavby přímo integrovány. Dále, současně s přijetím a uvedením do praxe připravované nové evropské normy pro návrh denního osvětlení bude zřejmě zvýšen tlak na denní osvětlení v interiérech, což se v budoucích programech nepochybně odrazí. Dále si dovoluším předpovědět trend větší integrace optimalizačních metod do programů, tyto budou umět nejen navrhnout optimální rozteče svítidel nebo navrhnout regulaci soustav. A konečně, přál bych také si větší integraci návrhu osvětlení do architektonického řešení stavby, uvidíme ...

Evropský průzkum zabývající se osvětlením v domácnostech

Mgr. Ing. Michal Staša

SEVEN, Středisko pro efektivní využívání energie, o.p.s., michal.stasa@svn.cz

Výzkum proběhl ve 12 evropských zemích na podzim roku 2012 a v každé zemi se ho zúčastnilo cca 500 respondentů, v ČR 443 respondentů. Výzkum byl zaměřen na mnohé aspekty osvětlení v domácnostech: nejčastěji užívané druhy osvětlení: např. klasická žárovka, kompaktní zářivka alias „úsporka“ a technologie LED. Dále se v rámci výzkumu zjišťovalo umístění a míra využívání osvětlení, spotřebitelské chování ve vztahu ke světelným zdrojům, míra a zdroje informovanosti v oblasti osvětlení, apod.

Projekt PremiumLight

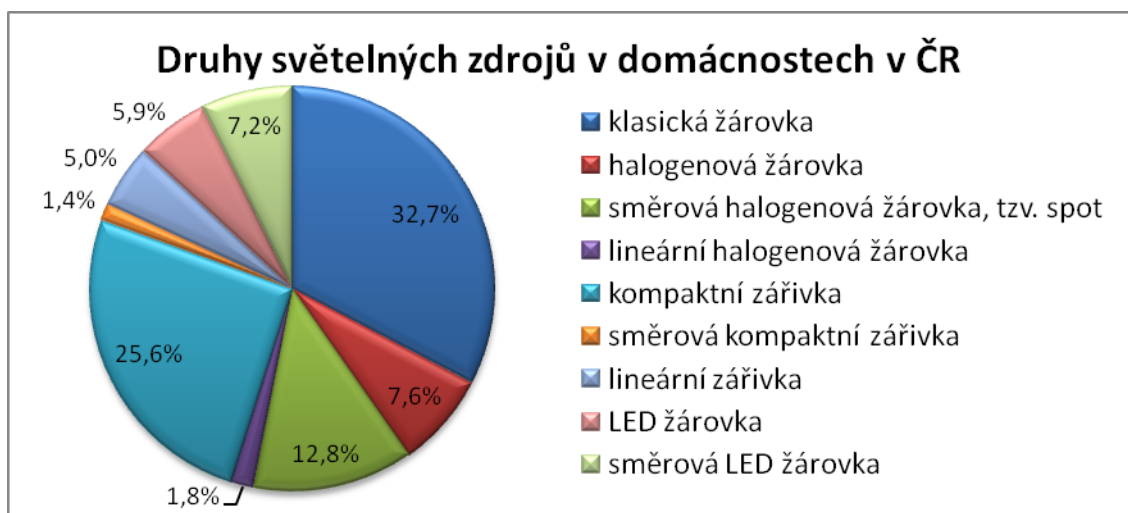
Projekt PremiumLight je zaměřen především na podporu a prosazování úsporných a kvalitních světelných zdrojů pro domácnosti. Projektu se účastní partneři z 12 evropských zemí. Hlavním výstupem projektu je vzdělávání veřejnosti a prodejců světelných zdrojů. V rámci projektu PremiumLight proběhl ojedinělý evropský průzkum zaměřený na osvětlení v domácnostech.

Hlavní závěry

Při celkovém porovnání klasických žárovek vůči svým úsporným náhradám (halogenové žárovky, kompaktní zářivky a LED zdroje) je zastoupení ve prospěch úsporných světelných zdrojů (33% klasické žárovky vůči 39% energeticky úsporné světelné zdroje). Při celkovém porovnání druhů světelných zdrojů jsou v českých domácnostech nejvíce zastoupeny klasické žárovky (33%), kompaktní zářivky (26%), směrové halogenové žárovky, tzv. spoty (13%), halogenové žárovky (8%), směrové LED (7%) a nesměrové LED (6%).

Největší podíl klasických žárovek mají domácnosti v Lotyšsku (cca 40%), nejmenší podíl klasických žárovek je v Itálii a ve Španělsku (cca 15%). Největší využití kompaktních zářivek je v Dánsku, Itálii, Portugalsku, Španělsku a Švédsku.

Terminologická poznámka: v průzkumu se užíval výraz „LED žárovka“ pro označení světelných zdrojů LED, které nahrazují klasické žárovky, neboť tento termín je veřejnosti znám a je rozšířen. Termín „kompaktní zářivky“ je znám, nicméně byl doplněn o termín „úsporka“, pod kterým jsou tyto světelné zdroje také známé.



V ČR se nakupují kompaktní zářivky velmi často či často v 73% případech a důvody jsou velmi praktické: lidé chtějí šetřit energií a snížit výdaje (89%) a kvůli vysoké době života – nemusí žárovky či zářivky měnit příliš často (40%); ti, kteří kompaktní zářivky nekupují či kupují málokdy, uvádějí především ekonomické důvody (65%) a kvalitativní důvody: nevěří vysoké době života (40%), je pro ně nepřijatelná kvalita světla (40%) a příliš dlouhá doba náběhu (39%). Evropský průměr nákupu kompaktních zářivek velmi často či často je 75%. Nejvíce jsou kompaktní zářivky

oblíbené v jižních státech – Španělsko, Portugalsko, Itálie: velmi často a často jsou zde kompaktní zářivky nakupovány ve více 90% případech. Naopak nejméně oblíbené jsou kompaktní zářivky v Lotyšsku a v Rakousku (velmi často a často jsou zde nakupovány kompaktní zářivky v méně než 60% případech).

Mnohem méně častěji, než v případě kompaktních zářivek, lidé v ČR nakupují světelné zdroje LED, které nahrazují klasické žárovky se standardní patičí E14 či E27; velmi často či často jsou nakupovány v 31% případu, zřídka či vůbec v 65% případech; jako hlavní důvod menšího zájmu je uváděna především jejich vysoká cena (62%). LED jsou podobně jako kompaktní zářivky velmi oblíbené v Portugalsku a Španělsku (velmi často či často se nakupují ve více než 35% případech). Naopak v Rakousku jsou oproti kompaktním zářivkám LED žárovkám oblíbené (nad 40%).

Většina respondentů (81%) má v zásobě klasické žárovky, pouze 19% respondentů nemá žádnou zásobu žárovek. Největší procento respondentů (55%) uvedlo, že mají v zásobě 1 až 5 klasických žárovek. Nejvyšší počet klasických žárovek mají v zásobě lidé ve věku 50-75 let (6 a více kusů klasických žárovek 32% respondentů), naopak u mladších ve věku 18-34 let má 6 a více kusů klasických žárovek pouze 22% respondentů; častěji mají zásoby klasických žárovek v rodinném domě (6 a více kusů 39% lidí) než v bytě (6 a více kusů 20%). Největší zásoby klasických žárovek mají v evropském srovnání domácnosti v Rakousku a ve Švédsku (6 a více kusů cca 50% respondentů), naopak v Portugalsku, Španělsku a Itálii má zásobu 6 a více klasických žárovek pouze 10% respondentů.

Po výměně za úspornější světelný zdroj své chování změnilo 35% a nezměnilo 53%; nejčastěji po změně chování lidé svítí déle, protože věří, že je celková spotřeba nižší.

Čeští spotřebitelé jsou si vědomi toho, že nové typy světelných zdrojů mohou obsahovat nebezpečné látky a do komunálního odpadu je vyhazuje pouze 27% lidí, 10% lidí je vrací zpět prodejci, 39% dává do speciálního kontejneru a 17% odevzdává ve sběrném dvoře.

Průměrná česká domácnost má 22,3 světelných zdrojů, průměr vycházející z celkového výsledku výzkumu všech zúčastněných zemí je 27,6 světelných zdrojů na jednu domácnost. Česká republika spolu s Lotyšskem, Francií a Velkou Británií patří mezi země s nejnižším průměrným počtem světelných zdrojů na jednu domácnost (pod 25). Naopak nejvíce světelných zdrojů na jednu domácnost je v Dánsku a Švédsku (přes 35) a Rakousku (přes 30).

V České republice lidé nejvíce ze všech zúčastněných zemí preferují internet jako zdroj informací o světelných zdrojích (66%), evropský průměr je 45%. Mnohem méně častěji je uváděn jako zdroj informací specializovaný obchod (33%).

Další závěry výzkumu

Češi a Češky jsou si vědomi úsporných světelných zdrojů a v celkovém porovnání kompaktní zářivky svítí velmi často či často v 84% případech, oproti 58% u klasické žárovky.

Přes třetinu (36,5%) světelných zdrojů v českých domácnostech je v obývacích pokojích, další nejčastější umístění světelných zdrojů je kuchyň (15%), ložnice (17%), koupelna a toaleta (12%), vstupní chodba (10%).

V obývacích pokojích se nejvíce svítí klasickými žárovkami (30%) a kompaktními zářivkami (27%), obvyklé jsou také směrové halogenové žárovky, tzv. spoty (13%) a halogenové žárovky (8%).

V kuchyních se nejvíce užívají kompaktní zářivky (23%), klasické žárovky (20%), lineární zářivky (16%), směrové halogenové žárovky (15%) a směrové světelné zdroje LED (10%).

Na toaletách a v koupelnách dáváme přednost klasickým žárovkám (36%), směrovým halogenovým žárovkám (21%), kompaktním zářivkám (17%) a směrovým světelným zdrojům LED (10%).

V ložnicích svítí nejčastěji klasické žárovky (34%), kompaktní zářivky (31%) a směrové halogenové žárovky (10%).

Nejvíce (často a velmi často) se v českých domácnostech svítí v jídelnách (78%), pracovnách (77%), kuchyních (76%), obývacích pokojích (73%) a v ložnicích (70%). Naopak, nejméně se svítí na chodbách (možnost málo či skoro nikdy zvolilo 50%), ve venkovních prostorech (71%) a dílnách (60%).

Spotřebitelé kupují halogenové žárovky zřídka (vždy či často pouze 20%, zřídka či vůbec 77%), nicméně spotřebitelé jsou si vědomi jejich nižší ceny (jako důvod volby to uvedlo 44% lidí), nejčastější uváděný důvod pro nepořízení halogenové žárovky je jejich vysoká cena vůči vysoké spotřebě (38%).

Tzv. LED bodovku/spot (tedy směrový světelný zdroj LED nahrazující reflektorovou halogenovou žárovku) kupuje vždy či často 26%, vůbec či zřídka 72% lidí; nejčastěji uváděný důvod nákupu je jejich energetická šetrnost (62%) a nejčastější důvod, proč tzv. LED bodovku/spot nevybrat, byla uvedena jejich vysoká cena.

Lineární halogenovou žárovku používá jen malý počet spotřebitelů (19%) a hlavní udávaný důvod pro její použití je nemožnost náhrady ve svítidle jiným světelným zdrojem.

V případě, že klasická žárovka přestala fungovat, 41% respondentů odpovědělo, že ji vyměnilo znovu za klasickou žárovkou, 42% uvedlo, že ji vyměnilo za kompaktní zářivku, 5% ji nahradilo halogenovou žárovkou a 9% LED zdrojem.

Češi a Češky jsou navyklí vypínat osvětlení, pokud ho nepoužívají: odpověď vždy nebo často zvolilo 94% respondentů. Podobně se chovají spotřebitelé v ostatních zemích Evropy. Nejméně po sobě vypínají Lotyšští a Švédští (nikdy či jen občas vyplnilo 15% respondentů).

Důležitými faktory při nákupu (odpovědi velmi důležité či důležité) jsou: doba života (95%), kvalita světla (93%), energetická efektivita (92%), pořizovací cena (91%) a provozní náklady (90%); méně důležité faktory jsou design světelného zdroje (40%), značka (19%) či možnost stmívání (16%).

Nejčastěji se nakupují světelné zdroje ve specializovaném obchodě se světelnými zdroji a instalačním materiálem (58%), v běžném supermarketu (48%), v obchodech pro kutily (24%), méně často pak na internetu (13%) či v jiných obchodech (11%). Zde se evropské srovnání liší poměrně výrazně. V průměru evropští spotřebitelé nakupují totiž především v supermarketu (nad 60%) a v obchodech pro kutily (nad 40%). Naopak evropský průměr pro nákup ve specializovaném obchodě se světelnými zdroji a instalačním materiálem je pouze nad 25%.

Celkové porovnání technologií, které kombinuje různé druhy světelných zdrojů podle principu výroby světla: klasické žárovky 33%, halogenové žárovky 22%, kompaktní a lineární zářivky 32% a technologie LED 13%.

Komplexní test kompaktních zářivek a světelných zdrojů LED určených pro domácnosti

Mgr. Ing. Michal Staša

SEVEN, Středisko pro efektivní využívání energie, o.p.s., michal.stasa@svn.cz

Na konci roku 2012 a na počátku roku 2013 proběhla první část testů světelných zdrojů určených pro domácnosti. Testy probíhají v rámci evropského projektu PremiumLight, jehož se účastní partneři z 12 evropských zemí včetně České republiky.

Projekt PremiumLight

Projekt PremiumLight je zaměřen především na podporu a prosazování úsporných a kvalitních světelných zdrojů pro domácnosti. Projektu se účastní partneři z 12 evropských zemí. Hlavním výstupem projektu je vzdělávání veřejnosti a prodejců světelných zdrojů. V rámci projektu PremiumLight proběhl ojedinělý evropský průzkum zaměřený na osvětlení v domácnostech. Rovněž probíhá testování světelných zdrojů, které má za cíl ukázat, jaká je situace na trhu kvalitních a úsporných světelných zdrojů pro domácnosti. Snahou je také zviditelnit kvalitní a úsporné světelné zdroje.

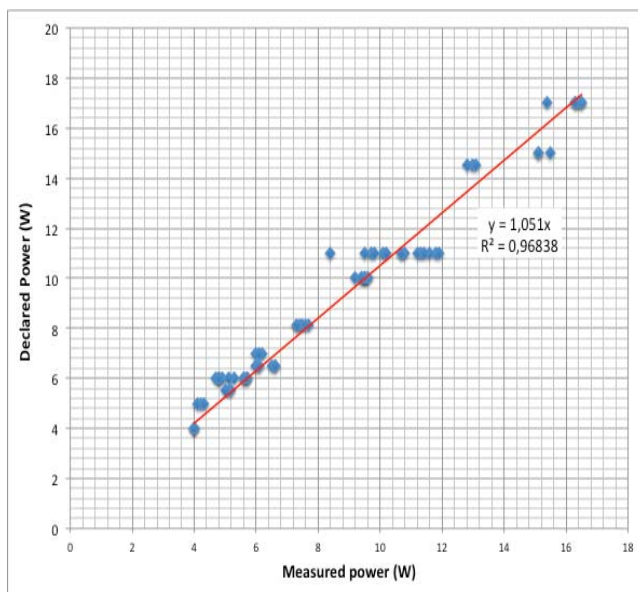
Testy světelných zdrojů

Testy světelných zdrojů jsou rozděleny do dvou částí a v tomto příspěvku bude představen výsledek první části, která zahrnovala testování 50 typů světelných zdrojů (174 kusů). Výběr světelných zdrojů byl určen účelem projektu a zahrnuje především ty zdroje, které se používají v domácnostech a u kterých jsou deklarovány kvalitní a úsporné provozní parametry. V testovaném vzorku tak byly kompaktní zářivky (7 typů) a světelné zdroje LED (17 směrových a 26 nesměrových typů) s patičkami E14, E27, GU10 a G5.3. V druhé části testů, která je plánována na konec roku 2013 a počátek roku 2014, bude obdobné složení světelných zdrojů. Výstupem testování je databáze s výsledky, která je k dispozici na webových stránkách projektu.

Světelné zdroje byly měřeny ve třech laboratořích pod vedením prof. Georges Zissis na Univerzitě v Toulouse. Od každého typu zdroje bylo k dispozici 4 nebo 5 kusů. V laboratořích se měřily následující parametry: světelný tok, příkon, účinník, náhradní teplota chromatičnosti, index barevného podání, spektrální charakteristiky, vyšší harmonické a míhání.

Příkon

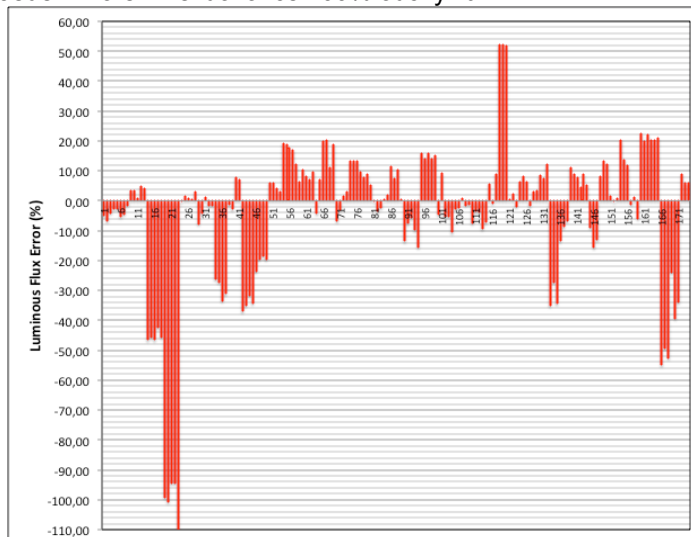
Tolerovaná odchylka od deklarované hodnoty byla stanovena na 5 %, 41 světelných zdrojů ze 71 mělo větší odchylku.



- Obr. 1, odchylka naměřeného příkonu oproti deklarované hodnotě

Světelný tok

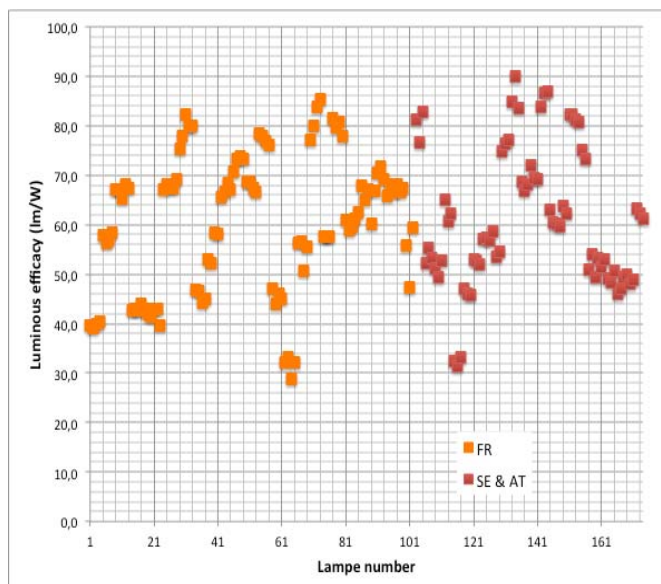
Světelný tok je v dnešní době rozličných světelných technologií klíčovým parametrem, podle kterého si zákazník vybírá světelný zdroj. Následující graf ukazuje odchylky od deklarovaného světelného toku. Odchylka se pohybovala od -99,7% do 52,2%. Pro komerční produkty je akceptovatelná desetiprocentní odchylka. V této hranici bylo pouze 38% vzorků. Jeden vzorek měl dokonce 100% odchylku.



- Obr. 2, odchylka naměřeného sv. toku oproti deklarované hodnotě

Měrný výkon

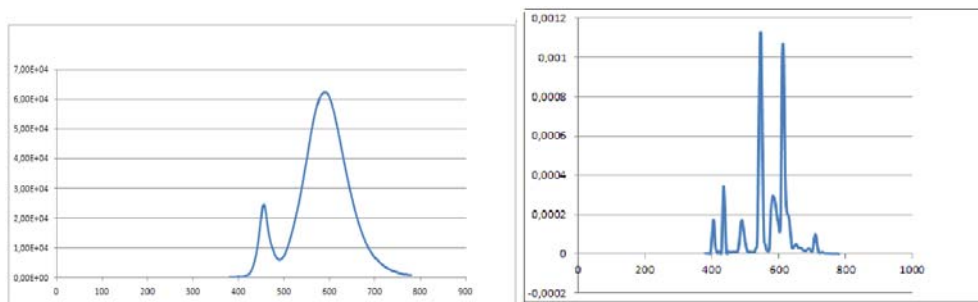
Na obr. 3 jsou patrné jednotlivé měrné výkony. Nejvyšší zaznamenaný měrný výkon byl 90 lm/W (LED) a nejnižší 28,8 lm/W (také LED). Pouze 24 % světelných zdrojů má měrný výkon vyšší než 70 lm/W. Průměrný světelný tok kompaktních zářivek je $(55,0 \pm 4,8)$ lm/W, u směrových LED zdrojů se měrný výkon pohybuje v rozpětí od 31,6 lm/W do 68,8 lm/W.



- Obr. 3, měrné výkony jednotlivých vzorků

Spektrální charakteristiky

Spektrální charakteristiky většiny LED zdrojů měly velmi obdobný průběh. Příklad dvou spektrálních charakteristik je na obr. 4.



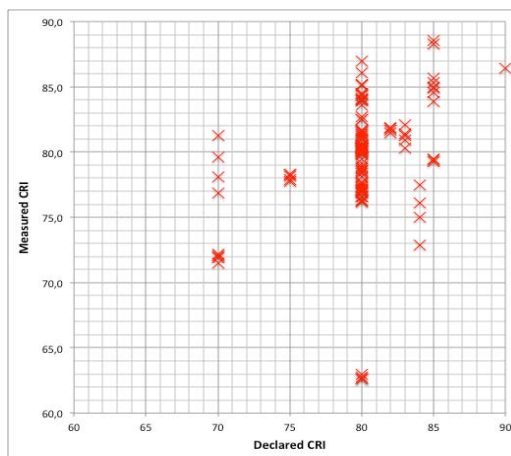
• Obr. 4, příklady spektrálních charakteristik dvou zdrojů: vlevo LED, vpravo kompaktní zářivka

Náhradní teplota chromatičnosti

Všechny světelné zdroje měly uvedenu teplotu chromatičnosti a všechny zdroje ji měly menší než 3500 K. Nejvyšší rozdíl činil 300 K (u 2700 K).

Index barevného podání

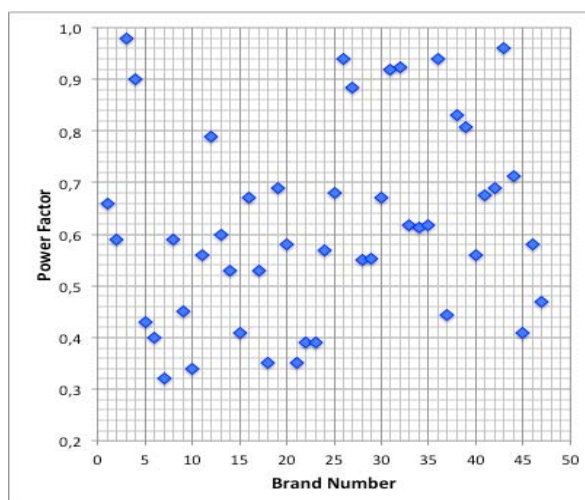
U 39 světelných zdrojů nebyl uveden index barevného podání (22,4 %). $R_a = 80$ splňuje pouze 94 sv. zdrojů, deklarováno u 121 sv. zdrojů za 174 zdrojů.



• Obr. 5, deklarované a naměřené indexy barevného podání

Účinník

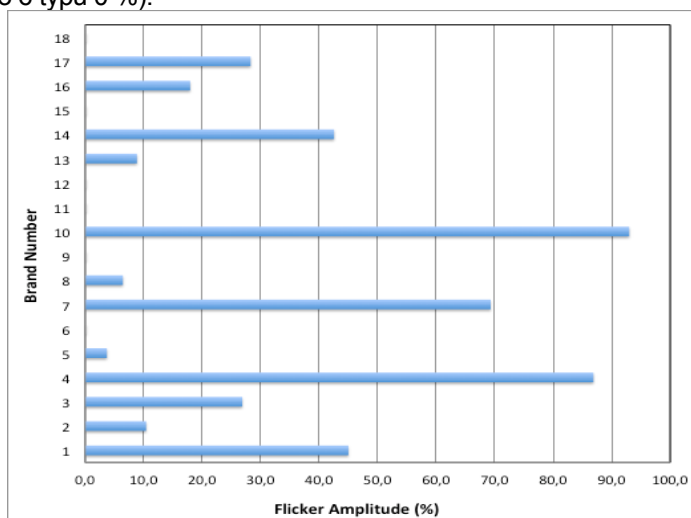
Všechny měřené kompaktní zářivky měly účinník 0,6. 22 typů sv. zdrojů $> 0,6$ (44 %), 6 typů $> 0,9$ (12 %) a 13 typů $< 0,5$ (26 %).



• Obr. 6, účinníky jednotlivých typů sv. zdrojů

Míhání (flicker)

Míhání je patrné z následujícího obrázku. 7 typů světelných zdrojů z 18 mělo významné míhání (nad 20 %), 11 typů z 18 méně než 20 % (z toho 6 typů 0 %).



• Obr. 7, amplitudy míhání u jednotlivých typů sv. zdrojů

Závěry

Z první části výsledků testů lze vyvodit několik důležitých závěrů:

- ač byla snaha o výběr spíše kvalitních produktů (dle deklarovaných parametrů), řadu produktů nelze považovat za kvalitní a jejich parametry jsou nadhodnoceny,
- jeden z nejdůležitějších parametrů – světelný tok – je velmi často nadhodnocen,
- rozptyl měrného výkonu je významný zejména u LED zdrojů, obdobný velký rozptyl u LED zdrojů platí pro účinník,
- náhradní teplota chromatičnosti obvykle odpovídá uváděným hodnotám,
- dobré podání barev ($R_a \geq 80$) není splněn u všech světelných zdrojů,
- jako významný problém se objevilo míhání, které je u některých typů značné,

Konkrétní výsledky jednotlivých typů světelných zdrojů jsou k dispozici na internetové stránce www.premiumlight.eu.

Revize normy pro nouzové osvětlení

Jiří Novotný, Ing.

FCC Public s. r. o., redakce časopisu Světlo, www.svetlo.info

V souladu s pravidly Evropského výboru pro normalizaci CEN jsou evropské normy pravidelně novelizovány. To je jedna z předností tohoto normalizačního uskupení, které již přesáhlo Evropskou unii. Podle těchto pravidel byla revidována i EN 1838 Lighting applications – Emergency lighting a její nové znění bylo schváleno 15. Června 2013. Pro Českou republiku a jmenovitě pro Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (dále ÚNMZ) jako člena CEN z toho vyplývá povinnost udělit této normě statut národní normy a to buď vydáním identického textu, nebo schválením k přímému používání, a národní normy, které jsou s ní v rozporu zrušit nejpozději do ledna 2014. Vzhledem k tomu, že se jedná o důležitou normu, bylo do plánu technické normalizace ÚNMZ zahrnuto vydání ČSN EN 1838 ve stanoveném termínu.

Hlavní změny EN 1838:2013 oproti vydání z r. 1999

Osvětlení tzv. zdůrazněných míst bylo lépe vysvětleno a vylepšeno a externí osvětlení bylo upřesněno jako prostředek rozšíření bezpečných míst. Osvětlení požárních hlásičů a míst první pomoci jsou nyní v souladu bez ohledu na jejich umístění, a jsou definována jako zařízení, které mají fungovat.

Barva a úprava bezpečnostních značek je upravena podle revidovaných ISO formátů.

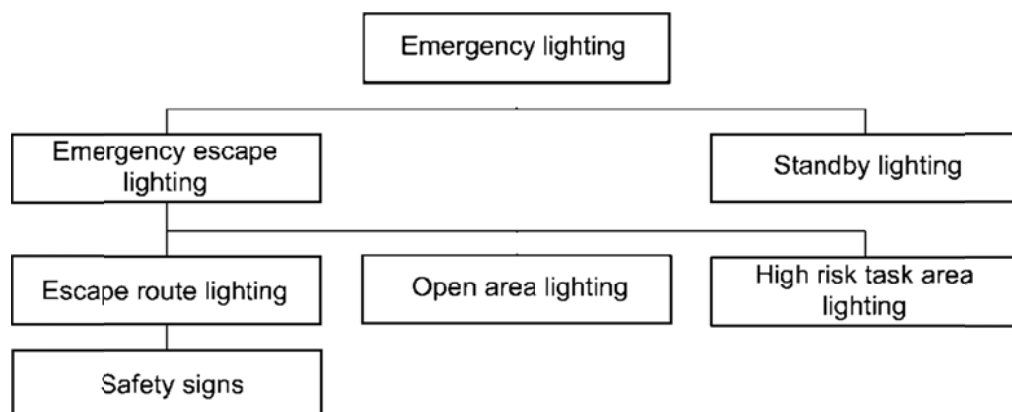
Doplněny byly tzv. A-odchytky některých zemí.

Do Evropského normalizačního výboru vstoupilo mnoho nových zemí, mimo jiné i Island, Malta a Turecko.

Upozornění na změny v jednotlivých kapitolách

Úvod

V úvodu by pozměněn obr. 1 tak, že do rozdělení druhů zařízení nouzového osvětlení byly začleněny i bezpečnostní značky (safety signs).



Obr. 1. Jednotlivé druhy zařízení nouzového osvětlení

Normativní odkazy

Normativní odkazy, které jsou nezbytné pro použití normy, byly upraveny a doplněny podle současného stavu s tím, že pro datované odkazy platí pouze tyto dokumenty, zatímco u nedatovaných odkazů platí vždy poslední vydání příslušné normy.

EN 12665:2011, *Light and lighting – Basic terms and criteria for specifying lighting requirements*

EN 50172, *Emergency escape lighting systems*

EN 60598-2-22, *Luminaires – Part 2-22: Particular requirements – Luminaires for emergency lighting (IEC 60598-2-22)*

EN 62034, *Automated test systems for battery powered emergency escape lighting (IEC 62034)*

EN ISO 7010, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Registered safety signs (ISO 7010)*

ISO 3864-1, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 1: Design principles for safety signs and safety markings*

ISO 3864-4, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 4: Colorimetric and photometric properties of safety sign materials*

Všechny tyto citované normy již byly přeloženy a převzaty do systému ČSN a lze je najít pod označením ČSN plus příslušné originální označení uvedené shora.

Termíny a definice

V této kapitole byla zpřesněna definice únikové cesty: *cesta používaná pro evakuaci v případě nouze, začíná v místě počátku evakuace a končí v bezpečném prostoru.*

V návaznosti na toto ustanovení je doplněna definice bezpečného prostoru: *navržený prostor, v němž se mohou unikající osoby shromáždit bez rizika z hlediska bezpečnostní situace.*

Nouzové únikové osvětlení

Všeobecné požadavky na instalaci

Tato kapitola je doplněna v úvodu důležitými požadavky:

1. Nouzové únikové osvětlení musí být instalováno, testováno a udržováno v souladu s EN 60598-2-22, EN 50172 a EN 62034.
2. Požadavky v této normě jsou udržované minimální hodnoty a jsou počítány pro celou dobu trvání na konci navrhované životnosti zařízení a mnohonásobné odrazy musí být ignorovány.
3. Značky u všech východů a podél únikových cest určené pro použití při nouzi musí být osvětleny, aby jednoznačně ukazovaly únikovou cestu do bezpečného prostoru. Svítidla a značky únikových cest mají být instalovány aspoň 2 m nad podlahou.

Rozšířené a zpřesněné jsou také požadavky na zdůrazněná místa:

d) Bezpečnostní značky s vnějším osvětlením, směrové značky únikových cest ostatní bezpečnostní značky musí být při nouzovém stavu osvětlení osvětleny.

g) V blízkosti každého konečného východu a vně budov směrem k bezpečnému prostoru.

h) V blízkosti každého místa první pomoci tak, aby vertikální osvětlenost na skřínce první pomoci byla 5 lx.

i) V blízkosti každého hasicího prostředku a požárního hlásiče, tak aby byla zajištěna vertikální osvětlenost na těchto zařízeních byla 5 lx.

j) V blízkosti únikových prostředků pro hendikepované.

k) V blízkosti úkrytů a poplachových prostředků pro invalidy, včetně oboustranného komunikačního systému v úkrytech a prostředků pro poplachové volání v toaletách invalidů.

Osvětlení únikových cest

Požadavky na osvětlení a omezení oslnění na únikových cestách jsou téměř shodné s požadavky předchozí normy. Upraveno je hlavně názvosloví s ohledem na EN 12665.

Protipanické osvětlení (v originále se přednostně používá termín open area lighting)

V této kapitole jsou doplněny dva body:

4.3.8 Protipanické osvětlení se vyžaduje na toaletách pro invalidy.

4.3.9. Požaduje-li se protipanické osvětlení v místnosti, z níž není přímý přístup k únikové cestě v přilehlém protipožárním úseku, úniková cesta má být osvětlena na mezilehlé hodnoty

Osvětlení prostorů s velkým rizikem

V této kapitole je v článku 4.4.1 upřesněna plocha, na které má být zajištěno požadované osvětlení, a to na rovinu zřakového úhlu. V článku 4.4.5 je doplněn požadavek, že minimální doba trvání osvětlení má být určena zaměstnavatelem.

Bezpečnostní značky

Tato kapitola je rozpracována nově.

5. 1 Všeobecně

Všechny bezpečnostní značky a přídavné šipky požadované při nouzovém úniku musí odpovídat požadavkům ISO 3864-1, ISO 3864-4 (fotometricky) a EN ISO 7010 (návrh)

Všechny značky a poznámky vyžadují osvětlení zajišťující jejich význam a čitelnost. Existuje řada možností, jak toho dosáhnout jako vnější a vnitřní osvětlení.

Je důležité zajistit, aby při nouzovém osvětlení byly značky dostatečně osvětleny, aby byly viditelné a aby bezpečnostní zelená barva a kontrast bílé zůstal bílý uvnitř barevných ohraničení specifikovaných v ISO 3864-4.

5.2 Co zahrnují bezpečnostní značky

Bezpečnostní značky zahrnují směrové značky únikových cest, značky únikových východů a další bezpečnostní značky týkající se hodnocení rizik, které mají být čitelné při nouzovém osvětlení.

5.3 Požadavky na bezpečnostní značky

Bezpečnostní značky musí být v souladu s ISO 3864-1, ISO 3864-4 a EN ISO 7010

5.4 Jas bezpečnostních značek

Jasy, kontrasty barev musí odpovídat standardům uvedeným v čl. 5.3.

Podle čl. 5.4.5 Minimum trvání osvětlení bezpečnostních značek je 1 h a podle čl. 5.4.6 Bezpečnostní značky musí být osvětleny aspoň na 50 % požadovaného jasu do 5 s a na 100 % do 60 s.

Čl. 5.5 pozorovací vzdálenost je vylepšen jen formálně, včetně příslušného obrázku.

Příloha A (normativní)

Příloha A Měření jasu a osvětlenosti je uvedena s minimálními změnami.

Závěr

Smysl upozornění na revizi normy EN 1838 a hlavní změny v ní, který je obsažen v tomto sdělení je ten, že projektanti a zřizovatelé nouzového osvětlení se mohou na nové požadavky připravit. Plánované schválení revidované ČSN EN 1838: 2013 je leden 2014.

LED v průmyslu

Jan, Vacek, Ing.

ZUMTOBEL Lighting, s.r.o., www.zumtobel.cz, jan.vacek@zumtobel.com

Úvod

Před několika lety science fiction, dnes realita a budoucnost jim patří. Tímto heslem by se dala shrnout podstata rozvoje LED technologií v osvětlovací technice.

Vraťme se o pět let nazpět, kdy bylo použití LED technologií v osvětlovacích soustavách pro průmyslové aplikace velkou neznámou. Nyní je situace zcela opačná a renomovaní i všichni ostatní výrobci chrlí na trh nepřehledné množství LED svítidel, kterými se snaží zaujmout investory. Jejich hlavní argumenty bývají spotřeba elektrické energie a životnost. V tomto článku se budu snažit lehce shrnout, kde všude lze LED technologii použít jak z hlediska novostaveb, tak z hlediska obnovy stávající osvětlovací soustavy a zda je tento trend opravdu smysluplný.

Možnosti použití

Z hlediska použitelnosti různých typů svítidel je dnešní portfolio výrobců schopno nabídnout v podstatě jakýkoliv typ svítidla nejenom v konvenční ale i v LED variantě. Můžeme mít reflektory, modulární světelné systémy, lištové systémy, svítidla typu downlight, vestavná svítidla, přisazená a závěsná svítidla, stojací lampy a nástěnná svítidla, halová svítidla i svítidla s vyšším krytím, fasádní, mediální i venkovní svítidla a samozřejmě nemůžeme zapomenout na svítidla bezpečnostní a evakuační.

Teorie

Nejrozšířenější zdroje světla můžeme dle podstaty vzniku světla rozdělit do tří skupin. Rozeznáváme zdroje na principu:

- inkandescence (např. žárovky)
- záření elektrického výboje v plynech a parách kovů (zářivky, výbojky)
- luminiscence (diody)

Z hlediska úspory elektrické energie musíme mít na paměti v první řadě měrný světelný výkon zdrojů, tedy podíl vyzářovaného světelného toku a příkonu (vyjadřuje se v lm/W) spolu s účinností svítidla jako celku. Měrný výkon nám charakterizuje efektivnost přeměny energie elektrické na světelnou. Účinnost svítidla pak zvyšujeme usměrněním světelného toku např. reflektorem, refraktorem, rozptylovačem nebo jejich kombinací.

Další parametry, které musíme mít na paměti a které nám ovlivňují konečný výsledek jsou:

- doba života světelného zdroje
- teplota chromatičnosti, náhradní teplota chromatičnosti
- index barevného podání

Měrný světelný výkon $[\eta_v] = \text{lm.W}^{-1}$

Nám udává, s jakou účinností je ve zdroji světla elektrická energie přeměňována na světlo. To znamená, kolik lumenů světelného toku se získá z jednoho wattu elektrického příkonu.

$$\eta = \Phi/P \quad [\text{lm.W}^{-1}; \text{lm}, \text{W}]$$

kde

Φ je světelný tok

P je elektrický příkon

U zdrojů bez předřadníku je výkon zdroje totožný s příkonem svítidla. U zdrojů s předřadným přístrojem, jako jsou zářivky, výbojky, LEDky, je nutné k příkonu světelného zdroje přičíst příkon předřadného přístroje. [1]

Život světelného zdroje $[T] = h$

Udává nám dobu funkce zdroje do okamžiku, kdy přestal splňovat stanovené požadavky. Obvykle se vyjadřuje v hodinách. V průběhu činnosti probíhají ve světelném zdroji různé procesy, které způsobují postupné změny jeho parametrů, a určují tak dobu jeho funkce. Přitom platí úměra, že čím vyšší je doba života světelného zdroje, tím nižší jsou náklady na údržbu osvětlovací soustavy. [1]

Teplota chromatičnosti, náhradní teplota chromatičnosti $[T_c] = K$

Teplotou chromatičnosti zdroje je označována ekvivalentní teplota tzv. černého zářiče, při které je spektrální záření těchto dvou zdrojů blízké. Zvýší-li se teplota absolutně černého tělesa, zvýší se podíl modré části vyzařovaného spektra a sníží se jeho červený podíl.

Tato veličina má výrazný vliv na vhodnost použití světelného zdroje pro konkrétní zrakové činnosti [1]

Index podání barev $[Ra] = -$

Každý světelný zdroj by měl podávat svým světelným tokem barvy okolí věrohodně, jak je známe u přirozeného světla nebo od světla klasické žárovky.

Měřítkem pro tuto vlastnost se stává všeobecný index podání barev R_a daný rozsahem od 0 do 100. Index podání barev 100 mají takové světelné zdroje, které zobrazují barvy věrně, tzn. stejně jako denní světlo. Index podání barev 0 mají naopak světelné zdroje, které vyzařují veškerý světelný tok na jedné vlnové délce, tudíž nedochází k rozeznávání barev, jelikož tyto barvy nejsou ve spektru obsaženy. Obecně platí, že u konkrétních typů světelných zdrojů má zvyšující se index podání barev vliv na snížení světelného toku a tedy i měrného světelného výkonu. [1]

Měrný výkon světelných zdrojů				
Zdroj	Typ	η	R_a	T
		[lm/W]	[-]	[h]
žárovka	klasická	10	100	1000
	halogenová	22	100	2000
zářivka	T16	104	>80	18000
	T16 long life	104	>80	70000
	T26	90	>80	16000
	kompaktní	75	>80	15000
výbojka	vysokotlaká rtuťová	80	20	20000
	halogenidová	110	>80	17000
	vysokotlaká sodíková	150	20	30000
	nízkotlaká sodíková	200	0	24000
	indukční	70	80	60000
LED		až 150	>80	60000

1. Tabulka měrných výkonů

Hodnoty v tabulce berte prosím jako orientační. Slouží jen jako hrubé vodítko pro získání představy.

Osvětlovací soustavy umělého osvětlení v průmyslu

Na základě výše uvedeného můžeme reálně zhodnotit, zda jsou svítidla osazená LED technologií adekvátní náhradou za konvenční zdroje svícení.

V průmyslu máme dvě základní možnosti jak prostor nasvětlit. První je použití lištového systému, druhou pak použití samostatného svítidla.

Lištový systém

Svítlidla lištového systému se z hlediska měrného světelného výkonu pohybují při teplotě chromatičnosti 4000 °K za hranicí 100 lm/W. Naproti tomu klasické svítidlo lištového systému osazené nízkotlakou rtuťovou výbojkou, elektronickým nebo DALI předřadníkem, se pohybuje pod hranicí 80 lm/W i při velmi dobré účinnosti svítidla.

Samostatné svítidlo

Samostatná LED svítidla se z hlediska měrného světelného výkonu pohybují při teplotě chromatičnosti 4000 °K za hranicí 90 lm/W. Naproti tomu klasické svítidlo osazené nízkotlakou rtuťovou výbojkou, se pohybuje pod hranicí 80 lm/W, metalhalogenidovou výbojkou pak kolem 95lm/W.

Přístupme k srovnávacímu výpočtu, kdy jsem zadal modelový příklad haly o rozměrech 20 x 50 x 11 metrů se srovnávací hladinou 850 mm, hladinou osvětlení 300 lx a spodní hranou svítidel 10 metrů. Udržovací činitel osvětlovací soustavy byl pro zjednodušení u všech stanoven na hodnotu 0,67.

Typ osvětlovací soustavy	P[W]/Ks	Kusů	P _c [kW]	E _m [lx]	r [-]	T [h]
LED lištový systém	53	90	4,77	324	0,4	50000
T16 lištový systém	109	64	6,98	324	0,5	18000
LED samostatné svítidlo	280	20	5,60	327	0,44	50000
Metalhal. samostatné svítidlo	432	16	6,91	3,17	6	17000

2. Tabulka porovnání osvětlovacích soustav

Kde

P/Ks je příkon na jedno svítidlo

P_c je celkový příkon osvětlovací soustavy

Ze srovnávací tabulky je patrné, že svítidla s technologií LED mají výrazně nižší spotřebu elektrické energie a vyšší životnost. Oproti tomu však mají také zásadním způsobem vyšší pořizovací cenu, často dvou násobek pořizovací ceny konvenčního svítidla. Abychom mohli reálně tvrdit, že je řešení pro investora výhodnější, musíme zohlednit nejen cenu elektrické energie a její případný růst, ale i ostatní provozní náklady jako je výměna světelných zdrojů. Ta v sobě zahrnuje jak náklady za pořízení světelných zdrojů, tak náklady na jejich výměnu. Ty se budou velmi lišit dle přístupnosti místa, použití vysokozdvizných vozíků, přerušení výroby apod.

V tomto případě nelze uplatnit obecné pravidlo výběru a každý projekt se musí posuzovat individuálně při zohlednění všech vstupních parametrů. Stejně tak jako výběr svítidel se zohledněním teploty chromatičnosti či indexu barevného podání.



1. LED svítidlo Graft, příkon 280W

Nouzové osvětlení

Nouzové osvětlení můžeme rozdělit na nouzové osvětlení únikových cest – vyznačení směru úniku pomocí svítidel s piktogramem a svítidel bez piktogramu zajišťujících osvětlení únikové trasy a protipanické osvětlení veřejných prostorů o větší ploše. Zatímco první je doplněno piktogramem s vyznačeným směrem úniku, tak druhá skupina slouží k vytvoření požadované intenzity osvětlení na únikové cestě či k zajištění plošné požadované hladiny intenzity osvětlení tzv. antipanického osvětlení.

Použití LED svítidel má v tomto segmentu své opodstatnění. Dle ČSN EN 1838 musí být na srovnávací rovině v běžném provozu minimální hodnota 1 lx na ose únikové cesty, 0,5 lx při nasvícení plošném s rovnoměrností 1:40. Při použití svítidel osazených nízkotlakou rtuťovou výbojkou bojujeme s oběma parametry. Máme zbytečně vysoké hodnoty na srovnávací hladině, jelikož musíme dávat svítidla v menší rozteči z důvodu dodržení předepsané rovnoměrnosti. Tím dochází ke zvyšování nákladů jak na vyšší počet svítidel fungujících v nouzovém režimu tak na vyšší celkový příkon osvětlovací soustavy.

Navíc použijeme-li centrálu nouzového osvětlení, dochází ke zbytečnému zvyšování pořizovacích nákladů, jelikož musí být naddimenzovaná na vyšší výkon.



2. Protipanické svítidlo LED do lištového systému, příkon 4,7W

Systémy řízení osvětlení

V této kapitole bych zmínil jenom několik výhod LED technologií, jelikož hlubší pohled by nám vyšel na zcela samostatný příspěvek. Mezi hlavní výhody patří možnost řízení LED svítidel přes DALI protokol bez dalších příplatků. LED konvertéry jsou jím ve většině případů u renomovaných výrobců přímo vybaveny. U nízkotlakých rtuťových výbojek je nutné zaměnit elektronický předřadník za předřadník umožňující komunikaci přes DALI protokol.

Další výhodou je vlastnost, která nám při vypnutí celé soustavy umožňuje téměř okamžitý návrat na nominální hodnotu osvětlení. U vysokotlakých metalhalogenidových výbojek je tento proces otázkou pěti a více minut, jelikož musí dojít k vysrážení par zpět do hořáku a opětovnému zapálení a u nízkotlakých rtuťových výbojek dochází k ustálení hodnot zhruba po jedné minutě.

Závěr

Na základě dostupných informací lze použití LED technologií v průmyslu doporučit. Z hlediska elektrického příkonu osvětlovací soustavy, životnosti i toho, že neobsahují UV/IR záření, což může být v některých provozech nespornou výhodou. Každý případ by se však měl posuzovat individuálně v relaci k pořizovacím nákladům řešení a na tom, zda investora v první řadě zajímají pořizovací náklady nebo náklady provozní.

Literatura a odkazy

- [1] Sokanský, K, Světelná technika, ISBN 978-80-01-04941-9
- [2] www.zumtobel.cz
- [3] www.thornlighting.cz
- [4] www.siteco.cz

Parametre osvetlenia školských tabúl'

Doc. Ing. Dionýz Gašparovský, PhD. – Ing. Jana Raditschová, PhD. – Ing. Linda Lieskovská

Slovenská technická univerzita v Bratislave, FEI – ÚEAE, Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava

dionyz.gasparovsky@stuba.sk

Tento príspevok sa zaoberá problematikou osvetlenia školských tabúl' so zameraním na fotometrické parametre. V príspevku sú prezentované najmä východiská pre prípravu výskumných prác, ktoré sú potrebné na podporu tvorby normatívnych ustanovení pri revízii príslušných technických noriem. Cieľom článku je prezentovať skutkový stav, načrtnúť možnosti technických riešení, uviesť kritický pohľad na platné normatívne ustanovenia a na základe identifikovaných problémov definovať výskumné úlohy. Príspevok je koncipovaný tak, aby širšej odbornej verejnosti sprostredkoval skúsenosti získané dlhoročnou praxou v oblasti osvetlenia školských a výchovnovzdelávacích zariadení a upozornil na problémy pri použití noriem.

1. Úvod: význam osvetlenia školských tabúl'

Hoci by sme o tom mohli polemizovať, ešte aj dnes školské tabule sprostredkujú žiakom podstatnú časť informácií v rámci vyučovacieho procesu. Je to plocha, na ktorú sa kreslí, píše, ale aj umiestňujú rôzne obrázky, zemepisné mapy alebo iné plošné učebné pomôcky. Priestor tabule však má aj svoju hĺbku a umožňuje z tohto miesta ukazovať napríklad vypchaté živočíchy, stavbu ľudského tela a pod. To je význam tabule a okolitého priestoru v školskej triede či v odbornej učebni. Aký je však význam osvetlenia? Aké parametre osvetlenia by mala mať tabuľa a vyžaduje samostatné osvetlenie?

Odpovedať na tieto otázky nie je jednoduché, lebo v tejto oblasti chýbajú dostatočné výskumy. Normy aj svetelnotechnická prax sa opierajú viac o empirické skúsenosti ako o seriózne výsledky výskumov. Môžeme však vychádzať zo známych predpokladov:

- Klasické tabule majú rozmery 4 m x 1 m, zvyčajne majú nastaviteľnú výšku a dajú sa po stranách otvárať (šírka tabule v zatvorenom stave je 2 m (pozri obrázky nižšie). Umiestnené sú v strede šírky prednej steny. Majú tmavozelenú alebo čiernu matnú farbu. Biele tabule sa objavujú až v poslednom čase a rozmerovo sú rôznorodé.
- Bežná školská trieda má rozmery 6 m x 8 m až 7 m x 9 m, pričom dlhšia strana je rovnobežná s oknami. Odborné učebné sú dlhšie – majú až 12 m. S uvažovaním geometrie okien a miestnosti sa dá predpokladať, že dostatok denného svetla je približne do polovice miestnosti. Denné svetlo dopadá na tabuľu z boku, šikmo a v menšej miere od zadných okien v uhle väčšom ako 20° od kolmice. To do značnej miery determinuje kvalitu osvetlenia tabule a netreba zabúdať na polohu slnka na oblohe, jeho zmenu počas dňa a roka, oblačnosť a ďalšie vplyvy. Za jasného slnečného dňa sa na plochu tabule premietajú rámy okien, vytvárajú na tabuli svetlejšie a tmavšie miesta a zhoršujú tak vnímanie obsahu.
- Na tabuľu sa koncentruje pozornosť žiakov. Teda chceme ju tam koncentrovať. To ale znamená potrebu vyzdvihnúť túto oblasť v priestore, zvýrazniť ju, napríklad svetlom. Svetlo umožňuje dobré vnímanie kritického detailu s čo najmenším namáhaním zraku. Detský zrak je vo vývoji a dlhodobé zvýšené namáhanie môže viesť k trvalým deformáciám adaptačných mechanizmov.



Obr. 1: Najstaršie osvetľovacie systémy v triedach



Obr. 2: Tabuľa bez samostatného osvetlenia

- Tabuľu musia rovnako dobre vnímať žiaci sediaci vpredu aj žiaci zo zadných radov.
- Na vertikálnej ploche tabule je potrebné vytvoriť rovnomerné osvetlenie (prirodzené alebo umelé, je to nevyhnutná podmienka videnia). Hlavná osvetľovacia sústava v triede slúži predovšetkým na vytvorenie horizontálnej osvetlenosti. Svetelný tok z týchto svietidiel nie je smerovaný spôsobom, ktorý umožňuje patričné osvetlenie vertikálnej plochy.

Z uvedených úvah vyplýva, že ani denné ani umelé osvetlenie triedy nevytvára dobré predpoklady na dobré vnímanie obsahu tabule. Treba poukázať aj na rozdiel medzi úrovňou osvetlenia tabule a lavíc, pretože pri bežnej práci žiakov v triede sa cieľ pozorovania často mení (napr. opisovanie z tabule do zošita, kontrola výsledkov v zošite a na tabuľi a pod.). Pri veľkých rozdieloch v osvetlení sa zrak musí často adaptovať, namáha sa a unavuje. Preto tabule vyžadujú doplnkové osvetlenie na to určenými svietidlami. Význam majú aj pri dennom osvetlení, kde pomáhajú stierať vzniknuté tieň a nerovnomernosť osvetlenia rôznych častí tabule.

2. Historický exkurz

Pri osvetľovacích sústavách vo verejných objektoch (najmä školy, verejné zdravotníctvo, niektoré úrady a verejné osvetlenie) patrí k bežným javom, že sú stále v prevádzke veľmi staré osvetľovacie sústavy, ktoré ilustrujú stav techniky v čase inštalovania, avšak z pohľadu dnešných požiadaviek na osvetlenie poskytujú parametre hlboko pod normatívnymi limitmi. Ich funkčnosť je vo všeobecnosti tiež zlá, niekde sú sústavy lepšie udržiavané, ale základným problémom zostávajú parametre osvetlenia a dôležitým hľadiskom je dnes aj veľmi zlá hospodárnosť. Ak uvažujeme menovitú životnosť osvetľovacej sústavy 20 rokov, 50 rokov staré sústavy ju prekračujú už niekoľkonásobne.



Obr. 3: Svietidlá s neclonenými žiarivkami



Obr. 4: Svietidlá s clonenými žiarivkami



Obr. 5: Žiarivkové svietidlá s difúzormi



Obr. 6: Staré typy žiarivkových svietidiel

V historickom vývoji osvetlenia školských tabuľ, ktorých relikv pretrváva do súčasnosti, môžeme identifikovať niekoľko typických riešení:

- **Osvetlenie žiarivkovými svietidlami so zonálnym reflektorom:** Toto riešenie spadá do obdobia od 50-tych rokov do druhej polovice 60-tych rokov až do začiatku 70-tych rokov, keď sa začalo inštalovať žiarivkové osvetlenie. Celkové osvetlenie triedy je zabezpečené žiarivkovými svietidlami s veľkým guľovým difúzorom (obr. 1, obr. 7). Na osvetlenie tabule je použitá dvojica špeciálnych nastaviteľných žiarivkových svietidiel so zonálnym reflektorom (obr. 6 vľavo). Ako je zrejmé z obr. 7, svetelná stopa je relatívne široká a výraznejšia v hornej časti steny (nad tabuľou) alebo tabule. Treba však konštatovať, že vzhľadom na použitý svetelný zdroj špeciálny reflektor zabezpečuje pomerne dobré rovnomerné osvetlenie tabule. Na stave týchto svietidiel sa podpísal zub času aj to, že reflektor je krehký a neodoláva „vandalizmu“ žiakov.
- **Osvetlenie žiarivkovými svietidlami s odrazným difúzorom:** Dvojica takýchto svietidiel (obr. 6 vpravo) dopĺňa celkové osvetlenie tvorené žiarivkovými svietidlami, ide teda o obdobie dvoch desaťročí – 70. a 80.

roky 20. storočia. Na rozdiel od predchádzajúceho bodu je osvetlenie viac difúzne, rozptyľuje sa aj mimo cieľa osvetlenia, tým je menej účinnejšie a v konečnom dôsledku to vedie k nižšej úrovni osvetlenia.

- **Osvetlenie žiarivkovými svietidlami s neclonenými žiarivkami:** Žiarivkové svietidlá sú inštalované na stropе v určitej vzdialenosti od steny resp. roviny tabule (cca 1 m), orientované súbežne s tabuľou. Na osvetlenie sú použité dve svietidlá s príkonom 1 x 36 W alebo tri svietidlá s príkonom 1 x 18 W (prípadne ich ekvivalenty v rade T12). Ide teda o obdobie žiarivkového osvetlenia v 70-tych a 80-tych rokoch. Ak žiarivky nie sú clonené (obr. 3), napríklad v dôsledku zničených clôn alebo difúzorov, svietidlá značne oslňujú a celé osvetlenie tabule je tak kontraproduktívne. Je zaujímavé, že v niektorých budovách boli nájdené takéto svietidlá na osvetlenie tabule plošne, pričom svietidlá celkového osvetlenia difúzory majú.
- **Osvetlenie žiarivkovými svietidlami s difúzorom:** Na rozdiel od predchádzajúceho bodu sú žiarivky difúzorom clonené lebo ich jas je menší (obr. 5), z pohľadu dnešných požiadaviek na $UGR_L = 19$ je toto riešenie neakceptovateľné. Okrem toho osvetlenie je málo účinné a dosahované vertikálne osvetlenosti sú nízke, lebo difúzor rozptyľuje svetelný tok žiariviek do všetkých smerov a nesmeruje na tabuľu.
- **Osvetlenie žiarivkovými svietidlami s clonou:** V rámi žiarivkového osvetlenia inštalovaného v minulom storočí ide o najlepšie riešenie. Nepriehľadná clona (obr. 4) účinne bráni priamemu pohľadu na svetelný zdroj (svietidlá sú plne clonené) a z vnútornej strany pôsobí ako odrazný difúzor, viac menej smeruje svetelný tok na rovinnú tabuľu. I tak je však osvetlenie nedostatočne účinné.
- **Osvetlenie tabule v 21. storočí:** Názov by mohol napovedať, že pôjde o moderné riešenie na úrovni doby. O takom budeme písať vo štvrtjej kapitole, pretože sa bohužiaľ nedá povedať, že ide o majoritné riešenie. Žiaľ, neodbornosť pracovníkov vykonávajúcich rekonštrukciu bez patričného svetelnotechnického návrhu je dôvodom, prečo sa popri žiarivkových svietidlách s difúzormi (nevyhovujú požiadavkám na UGR) na celkové osvetlenie inštalujú na osvetlenie tabule rôzne podivné svietidielka. Využívajú sa dostupné svetelné vývody z pôvodnej dvojice žiarivkových svietidiel a miestno nich sa napríklad montujú malé otočné svietidlá pre reflektorové halogénové žiarovky s príkonom 35 W alebo 50 W. Kvalitu takéhoto osvetlenia si vieme živo predstaviť.



Obr. 7 Svetelné stopy od svietidiel so zonálnym reflektorom

3. Súčasnú normatívne požiadavky

Normatívne požiadavky na osvetlenie tabule upravuje medzinárodná norma CIE S 008 a pre nás dôležitá národná implementácia európskej normy STN EN 12464-1, ktoré sa týkajú osvetlenia pracovísk. Obe normy sa vyvíjajú striedavo a zohľadňujú sa navzájom. V súčasnosti prebieha revízia normy CIE S 008, kde je možné vniesť úpravy na základe stavu poznania, takže je tu prípadný priestor pre zmenu požiadaviek na osvetlenie, ak je to potrebné. A potrebné to asi bude.

Najprv si však pripomeňme, že norma EN 12464-1 v tabuľke 5.36 uvádza požiadavky na parametre osvetlenia školských tabuľ takto:

- Udržiavaná osvetlenosť na vertikálnej rovine tabule: **500 lx**
- Rovnomernosť osvetlenia: **$U = 0,7$**
- Index podania farieb: **$R_a = 80$**
- Index oslnenia: **$UGR = 19$**

Norma pritom zvlášť požaduje zabránenie zrkadlovým odrazom od tabule a osvetlenie učiteľa na vhodnú úroveň vertikálnej osvetlenosti (norma exaktne nešpecifikuje hodnotu intenzity osvetlenia). Teda nielen samotnú tabuľu je potrebné osvetliť, ale v podstate aj priestor pred tabuľou.

Kameňom úrazu je nové (aktuálne platné) vydanie normy, ktoré upresňuje požiadavky na zelenú (obr. 8), čiernu (obr. 9) aj bielu (obr. 10) tabuľu. Vo všetkých uvedených prípadoch platí požiadavka na udržiavanú osvetlenosť 500 lx. Osvetlenosť však nie je tým správnym atribútom dobrého osvetlenia! Tým sú, prirodzene, jasy a ich rozloženie v zornom poli. Jasy budú závisieť od povrchu tabule, najmä od odrazivosti a difúznosti. Rozdiely sú značné: Pri tmavej tabuli, kde pre kontrast používame biele kriedy, osvetľujeme obsah. Pri bielej tabuli, na ktorú sa píše čiernou alebo farebnými fixkami, je osvetlená celá plocha tabule. V prvom prípade potrebujeme vyššie osvetlenosti, aby kritický detail vynikol, takéto osvetlenie však nie je veľmi hospodárne (veľkú časť svetelného toku tmavá tabuľa pohlcuje). V prípade bielej tabule bude vysoká odrazivosť viesť k vysokým jasom a tabuľa bude osliňovať! Tenké čiary obsahu (textu alebo kresieb) sa budú zlievať.

Tu musíme zdôrazniť skúsenosti z praxe po inštalovaní nových účinných žiarivkových svetidiel, v zmysle riešenia uvedeného v kapitole 4. Hoci osvetlenosť sťažka dosahovala potrebných 500 lx, učitelia odmietali používať osvetlenie tabule z dôvodu, že výrazne osliňuje. Úplne nové svetidlá potom v podstate nikto nepoužíval.



Obr. 8 Zelená tabuľa



Obr. 9 Čierna tabuľa



Obr. 10 Biela tabuľa

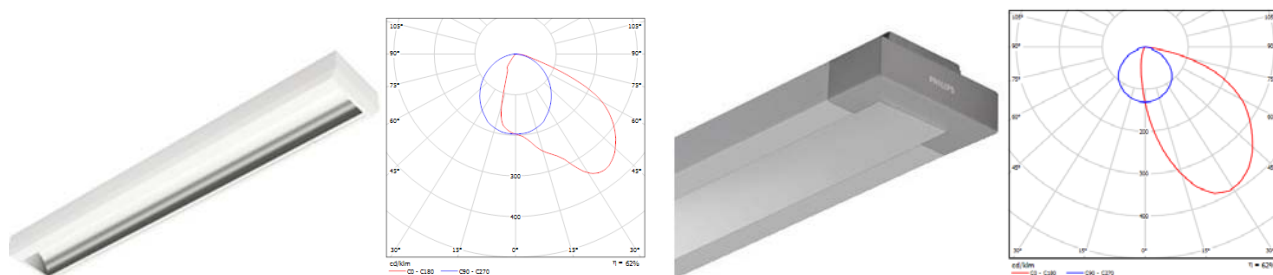
4. Súčasná technická riešenia

Na rovnomerné a hospodárne osvetlenie vertikálnych plôch sú v súčasnosti k dispozícii žiarivkové svetidlá s asymetrickým reflektorom približne v tvare archimedovej alebo logaritmickéj špirály (obr. 11). Na bežné dĺžky tabule sú potrebné 2 svetidlá s príkonom 1 x 49 W alebo 1 x 80 W v rade žiariviek T5 (prípadne 1 x 58 W v rade T8), zvyčajne sa navrhujú 80 W žiarivky (obr. 13). Svetidlá sa montujú na strop, pri vyšších stropoch (nad 3,2 m) alebo pri klenbových stropoch sa môžu montovať na závesy. Svetidlá nemusia byť tesne vedľa seba.

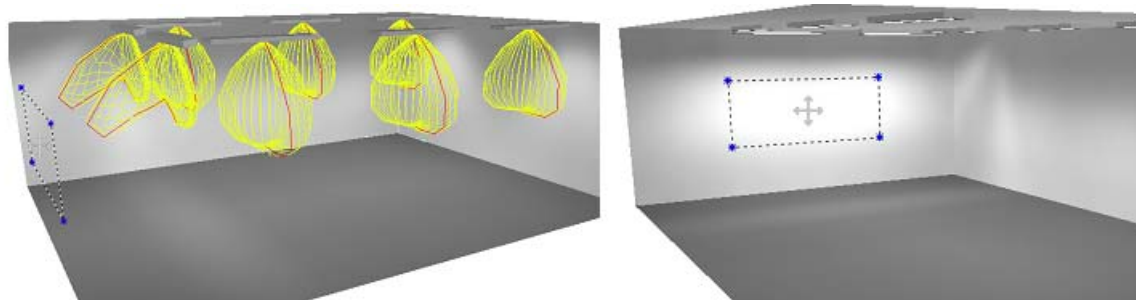
Ako je zrejmé aj z obr. 12, návrh pomocou svetidiel s asymetrickou optikou umožňuje dosahovať veľmi rovnomerné osvetlenie, pričom svetelná stopa sa dobre kryje s okrajmi tabule, čo sa dá považovať za hospodárne osvetlenie s vynikajúcimi činiteľom využitia. Prirodzene, pomer osvetlenosti tabule a bezprostredného okolia musí vyhovovať normatívnym požiadavkám a v podstate ide o rozdiel jedného stupňa v rade osvetleností.

Aj toto, v súčasnosti štandardné, riešenie má určité nedostatky:

- Svetidlá sa nedajú nastaviť, predovšetkým natáčať. Tabuľa ale nastaviteľná je! Z praxe prevádzky škôl vyplýva, že miestnosti nie sú primárne určené pre konkrétne ročníky, lebo tabuľa je nastaviteľná a stoličky a lavice sú mobilné. Niektoré tabule však majú linajky s odstupom pre určité ročníky. Riešením by teda mohlo byť pevné určenie miestností pre jednotlivé ročníky, ale problém sa tak zásadným spôsobom nevyrieši. Výška tabule sa môže meniť aj priebežne počas vyučovania, ale osvetlenie nie je schopné na túto zmenu reagovať. Riešením by tu mohol byť vývoj nastaviteľných svetidiel, s ohľadom na súčasné technické možnosti motorické či dokonca automatické, spriahnuté s nastavením tabule-
- Poloha svetidla je dôležitá pre veľkosť svetelnej stopy a jej priemernú osvetlenosť. Tá závisí od vzájomnej polohy tabule a svetidiel. Na polohu svetidiel má vplyv závesná výška a vzdialenosť od tabule. Ak je to možné, svetidlá sa montujú priamo na strop. Vzdialenosť od tabule sa optimalizuje, avšak niekedy prekážky na strope bránia voľnému výberu tejto vzdialenosti. Ide napríklad o preklady, v niektorých prípadoch aj potrubia, dataprojektor montovaný na strop a pod.
- Svetelný zdroj musí byť vo svetidle presne polohovaný, aby sa dosiahla potrebná krivka svietivosti. To bráni umiestneniu dvoch svetelných zdrojov do „ohniska“ optiky. Je to jeden z dôvodov, prečo sa dvojzdrojové svetidlá tohto typu prakticky nevyskytujú, kľúčoví výrobcovia svetidiel takéto svetidlá v ponuke jednoducho nemajú. Pomocou jednozdrojových svetidiel však väčšinou nie je možné dosiahnuť vertikálnu osvetlenosť 500 lx! Aby sme splnili normatívne požiadavky, bolo by potrebné inštalovať dve takéto svetidlá tesne za sebou – to však nie je po vôli investorom a riešenie ako také sa tiež ťažko obhaja. Na účely osvetlenia školských tabulí potrebujeme dvojzdrojové žiarivkové svetidlá – napríklad s dvomi optikami zvlášť pre každý zdroj, avšak v spoločnom plášti. Svetidlo by bolo drahšie ako jednozdrojové, ale lacnejšie ako dve jednozdrojové svetidlá.



Obr. 11 Príklady žiarivkových svetidiel s asymetrickou optikou vhodných na osvetlenie tabule

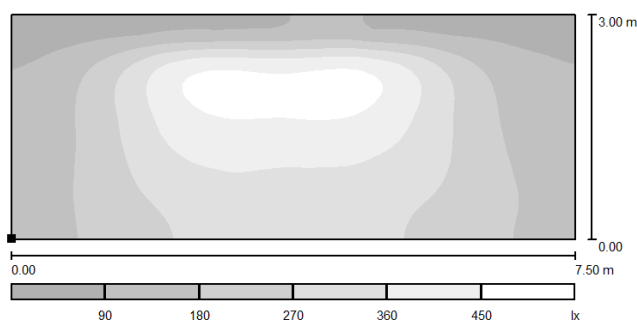


Obr. 12 Príklad návrhu účinného osvetlenia tabule

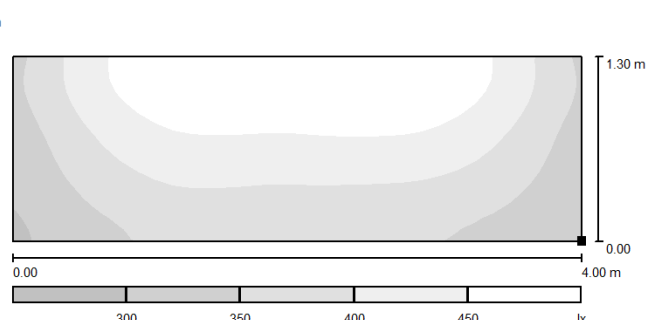


Obr. 13 Osvetlenie bielej tabule s dvojicou svetidiel s asymetrickou optikou

Rozloženie intenzity osvetlenia na ploche tabule je pre ukázkový príklad znázornené na obr. 15 a na celej stene s tabuľou na obr. 14. Osvetlenie tabule je vysoko rovnomerné ($U = 0,73$), avšak potrebných 500 lx sa ani pri optimálnej geometrii nedá dosiahnuť; udržiavaná osvetlenosť z príkladu je 405 lx pri $f_M = 0,80$.



Obr. 14 Rozloženie osvetlenosti na stene



Obr. 15 Rozloženie osvetlenosti na ploche tabule

5. Metodická príprava výskumných prác

Potreba výskumných úloh vyplynula z prebiehajúcej revízie normy CIE S 008 berúc do úvahy identifikované problémy osvetlenia vnútorných pracovísk. Výskumnú tému osvetlenia školských tabúľ rieši Výskumné centrum svetla a svetelnej techniky v zastúpení partnerov – Fakulty elektrotechniky a informatiky STU v Bratislave a výrobcu svietidiel OMS. FEI STU rieši úlohy zamerané na kvalitu osvetlenia ako súčasť kvality pracovného prostredia a súčasne energetickú efektívnosť osvetlenia, partner OMS rieši úlohy zamerané na konštrukciu opticky aj energeticky účinných svietidiel a konštrukciu nastaviteľných mechanizmov pre tieto špecifické svietidlá.

V priebehu minulých rokov (obdobie 2007 – 2013) boli tabule predmetom orientačných meraní v rámci svetelnotechnického auditu osvetľovacích sústav v školských zariadeniach. Meranie osvetlenosti sa uskutočňovalo v sieti 9 bodov a umožnilo získať približný pohľad na kvalitu existujúceho osvetlenia tabúľ.

V súčasnosti už prebieha meranie tabúľ sofistikovanejším spôsobom. Merania sú zamerané na budovy, ktoré sú určené na rekonštrukciu osvetlenia. Tak bude možné zistiť parametre osvetlenia tabúľ pred rekonštrukciou, po rekonštrukcii a následne ich porovnať. Takisto bude možné porovnať návrh osvetlenia so skutočnosťou po realizácii.

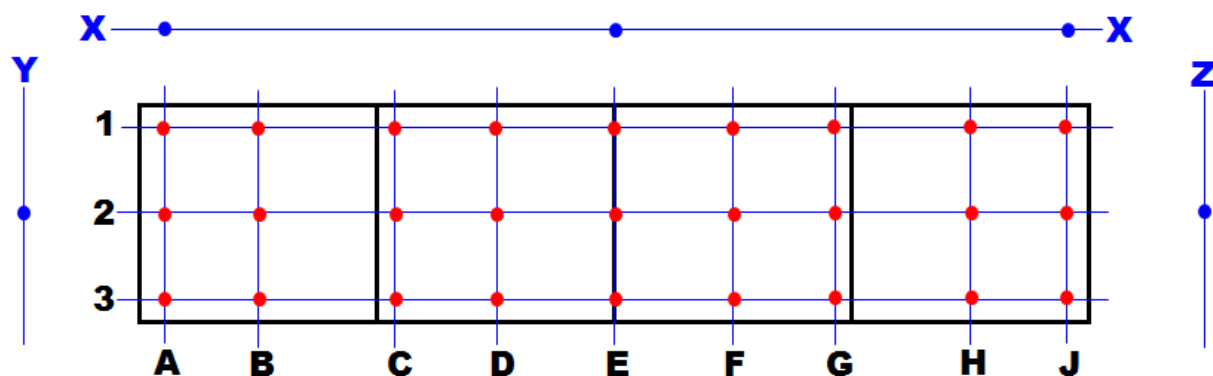
Predmetom merania bude osvetlenosť (obr. 16 vľavo) v sieti 27 bodov vyznačených na obr. 17. Súčasne sa bude merať jas tabule a jeho okolia pomocou jasového analyzátoru (obr. 16 vpravo). Jas sa bude merať zo stredu posledného radu lavíc a z krajných pozícií tohto posledného radu. Predpokladá sa, že biela tabuľa má zmiešanú smerovú odrazivosť. Osvetlenosť aj jas sa budú merať 1. pri zapnutých svietidlách celkového aj miestneho osvetlenia, 2. pri vypnutom celkovom osvetlení a 3. pri vypnutom osvetlení tabule.



Obr. 16 Meranie intenzity osvetlenia (vľavo) a meranie jasovým analyzátorom (vpravo)

Vyhodnocovať sa bude osvetlenosť a jas samostatne aj vo vzájomnej súvislosti. Vyhodnocovať sa budú pomery medzi okolím tabule a tabuľou samotnou a tiež medzi tabuľou a jej obsahom. Na tento účel sa na tabuľi vytvoril nápis predstavujúci kritický detail – písmená A, B, C a X. Nápis je polohovaný približne v strede tabule a je pripravený v troch veľkostiach, ktoré sa používajú v rôznych ročníkoch základných škôl: prvé dve triedy, prechod medzi 1. a 2. stupňom ZŠ a posledné dve triedy (pozri obr. 18).

V súčasnosti sú merania metodicky pripravené, postupne prebiehajú, realizuje sa zber údajov. Získané údaje sa budú následne vyhodnocovať, výsledky analýz budú publikované v ďalších prácach a prezentované na budúcich konferenciách.



Obr. 17 Kontrolná sieť bodov na meranie na ploche tabule



Obr. 18 Text na zelenej tabuľi a jasová mapa

6. Záver: budúcnosť osvetlenia školských tabúľ

Klasické tmavé tabule pre kriedy sa pomaly ale isto stávajú minulosťou. Nahrádzajú alebo repasujú sa za biele tabule, ktoré sú bezprašné, ľahšie sa na ne píše, sú univerzálnejšie (umožňujú použitie magnetiek). Je zrejmé, že požiadavky na osvetlenie tmavých a bielych tabúľ nemôžeme stotožňovať a riešenie osvetlenia treba smerovať na použitie bielych tabúľ. Potrebné parametre osvetlenia však treba ešte stanoviť a oprieť o výsledky výskumných prác. Osvetlenie bielych tabúľ je na základe predpokladu kvalitnejšie a hospodárnejšie.

V blízkej budúcnosti treba očakávať aj aplikáciu LED technológie na osvetlenie. Bolo by však chybou držať sa zaužívaných geometrií či návrhových zvyklostí. LED otvárajú priestor pre úplne nové možnosti, napríklad osvetlenie tenkými pásmi po obvode tabule či dokonca plošné podsvietenie, ktoré by sa dalo regulovať (stmievať), zónovať atď.

Pripraviť sa treba ale aj na možnosť úplného konca školských tabúľ tak ako ich poznáme dnes. Interaktívne tabule sa už v triedach bežne používajú a v horšom prípade sa na bielu tabuľu premieta obraz z počítača cez dataprojektor, teda stále menej a menej sa tabuľa používa na písanie. A takáto tabuľa predsa osvetlenie nepotrebuje. Interaktívne vyučovanie je dnes viac finančnou ako technickou otázkou. Ale deti v prvých ročníkoch sa stále učia písať perom a nie ťukať do klávesnice – preto aj školská tabuľa v dnešnej podobe ešte niekoľko rokov určite prežije.

Pod'akovanie

This publication is the result of the project implementation:
Research centre of light and lighting technology, ITMS 26220220150,
supported by the Research & Development Operational Programme funded by ERDF.



Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku/
Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ



Nové pravidlá pre osvetľovanie v obytných priestoroch

Ing. Branislav Kulka, prof. Ing. Alfonz Smola PhD.

STU, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Ústav elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky,
branislav.kulka@stuba.sk

Jedným z nástrojov energetickej politiky EÚ je znižovanie energetickej náročnosti budov. Zabudované osvetlenie patrí medzi štyri oblasti s významným potenciálom energetických úspor, preto sa mu venuje zvýšená pozornosť a týmto oblasť domáceho osvetlenia čakajú radikálne zmeny. V nadväznosti na smernicu EP 2005/32/EC Požiadavky na ekodizajn výrobkov využívajúcich energiu sa konkretizujú vykonávacie opatrenia pre domáce osvetlenie. Konvenčné žiarovky sa na území členských krajín Európskej únie začali postupne vyradovať už od 1. septembra 2009. Výrobcovia úsporných alternatív každoročne vylepšujú svoju ponuku a tak možno v predajnej sieti nájsť náhrady pre všetky druhy svietidiel. Hlavnou témou článku teda bude problematika náhrad za klasickú žiarovku pre domáce osvetlenie, zisťovanie skutkového stavu používaných svetelných zdrojov v domácnostiach a experimentálne porovnanie úsporných náhrad ponúkaných na trhu s konvenčnými žiarovkami.

Úvod

V septembri roku 2009 vstúpilo do platnosti nové nariadenie Európskej únie, ktoré ukončilo dodávku niektorých svetelných zdrojov na pulty predajní, predovšetkým klasických žiaroviek s príkonom 100W. Z obehu boli postupne stiahnuté už všetky klasické žiarovky pre bežné použitie - 100W, 75W, 60W, 40W a menej W. Na trhu však existuje množstvo iných typov svetelných zdrojov, ktoré by mali klasickú žiarovku plnohodnotne nahradiť. [1]

Legislatívne požiadavky

Vzhľadom na vysokú spotrebu energie viacerých skupín výrobkov na európskom trhu a z toho vyplývajúce negatívne vplyvy na životné prostredie a konkurencieschopnosť hospodárstva krajín EÚ začala Európska komisia pripravovať nové legislatívne predpisy v súlade so smernicou o požiadavkách na ekodizajn výrobkov využívajúcich energiu (smernica 2005/32/ES). Cieľom týchto predpisov je najmä zlepšenie energetickej účinnosti a environmentálnych vlastností viac než 30 skupín výrobkov (napr. zdrojov svetla, televízorov, pračiek, elektromotorov, vykurovacích kotlov atď.).

Po dlhodobej príprave, vypracovaní dôkladnej technickej a ekonomickej štúdie a rozsiahlych konzultáciách so všetkými zainteresovanými stranami vrátane organizácií zastupujúcich spotrebiteľov, environmentálnych mimovládnych organizácií a výrobcov svetelných zdrojov a svietidiel Európska komisia vypracovala a 18. marca 2009 schválila nariadenie č. 244/2009 o ekodizajne svetelných zdrojov pre domácnosť. [1] [2]

Používané svetelné zdroje

Klasické žiarovky – klasické žiarovky pracujú na princípe tepelnej emisie svetla. Elektrický prúd prechádza tenkým volfrámovým vláknom, ktoré sa zahrieva na vysokú teplotu, pokiaľ nezačne vyžarovať svetlo. Sklenená banka bráni kyslíku, aby sa dostal k vláknu, v dôsledku čoho by došlo k jeho zničeniu oxidáciou. V minulosti bolo v banke vákuum, dnes sú plnené inertným plynom. Klasické žiarovky majú veľmi vysokú kvalitu svetla, ich nevýhodou je však veľmi nízka energetická účinnosť. Mávajú farbu svetla 2300 – 2900K, vďaka čomu vydávajú typické teplo-biele svetlo. Majú spojité svetelné spektrum a vysoký index farebného podania (Ra=100).



• obrázok 1: Klasická žiarovka s volfrámovým vláknom

Halogénové žiarovky – štandardné halogénové žiarovky obsahujú vlákno z volfrámu v malej priehľadnej banke plnenej inertným plynom a malým množstvom halogénu (jód, bróm...). Štandardné halogénové žiarovky sú

v skutočnosti len zdokonalené klasické žiarovky. Štandardné halogénové žiarovky pracujú pri vyššej teplote než klasické žiarovky, čo umožňuje ich trochu vyššiu účinnosť (<15%). Životnosť halogénových žiaroviek 2 až 3 krát vyššia ako u klasických žiarovkách. Významne vyššiu účinnosť majú iba zlepšené halogénové žiarovky triedy C a B. Zlepšené halogénové žiarovky plnené xenónom alebo kryptónom umožňujú v porovnaní s klasickými žiarovkami o 25 – 30% vyššiu účinnosť pri rovnakom svetelnom výstupe.

Podľa najnovšej halogénovej technológie sú banky halogénových žiaroviek opatrené potťahom, ktorý odráža infračervené žiarenie späť na vlákno. To umožní v porovnaní s klasickými žiarovkami o 45% nižšiu spotrebu energie pri rovnakom svetelnom výstupe. Z technických dôvodov je možné použitie tejto technológie len u níkonapäťových svetelných zdrojov.



• obrázok 2: Zlepšená halogénová žiarovka triedy C (vľavo), halogénová žiarovka s IRC technológiou triedy B (vpravo)

Kompaktné žiarivky – úsporné kompaktné žiarivky sa skladajú zo sklenenej trubice plnenej ortuťovými parami a elektronického predradníka. Predradník zabezpečuje obmedzenie prúdu v žiarivke a jej stabilizáciu. Prechodom prúdu ortuťovými parami v trubici sa vyžaruje ultrafialové svetlo, ktoré luminofor nanosený na vnútornej strane trubice premení na viditeľné svetlo. Kompaktné žiarivky majú v porovnaní s klasickými žiarovkami o 60 – 80% vyššiu energetickú účinnosť. Priemerná životnosť je 6000 – 20000 hodín v porovnaní s 1000 hodinami u klasických žiaroviek. Index farebného podania dosahujú viac ako 80. Niektoré drahšie modely môžu byť aj stmievateľné.



• obrázok 3: Kompaktná žiarivka

LED žiarovky – polovodičová dióda vyžarujúca svetlo je známa už zo 60tych rokov 20. storočia. Prvé LED diódy vyžarovali monochromatické svetlo a využívali sa len na indikáciu. Dôležitým míľnikom bolo vynájdenie modrej LED, ktorá otvorila cestu k dióde bielej. Ďalším míľnikom bolo predstavenie vysoko výkonovej LED, kedy sa začalo uvažovať o využití LED technológie na všeobecné osvetľovanie. V súčasnej dobe sa pre všeobecné osvetlenie môžeme stretnúť s diódami, ktoré majú účinnosť 100 – 130lm/W, čo je teoreticky viac ako u žiaroviek, žiaroviek a niektorých výbojok. Ďalšou hlavnou výhodou je dlhá životnosť. V praxi tento parameter závisí od mnohých okolností – výrobcovia udávajú životnosť 25000 – 50000 hodín. Medzi ďalšie výhody patrí rýchly štart, možnosť stmievania, malé rozmery, možnosť rôznych farebných kombinácií, odolnosť voči otrasom a častým spínaniam, absencia ortuti a ďalšie. LED technológia je avšak stále nová a trpí niektorými nedokonalosťami a nie je dostatočne vyskúšaná v praxi. Medzi hlavné nevýhody patrí závislosť LED na teplote, postupný úbytok svetelného toku počas života a vysoká cena. [3]

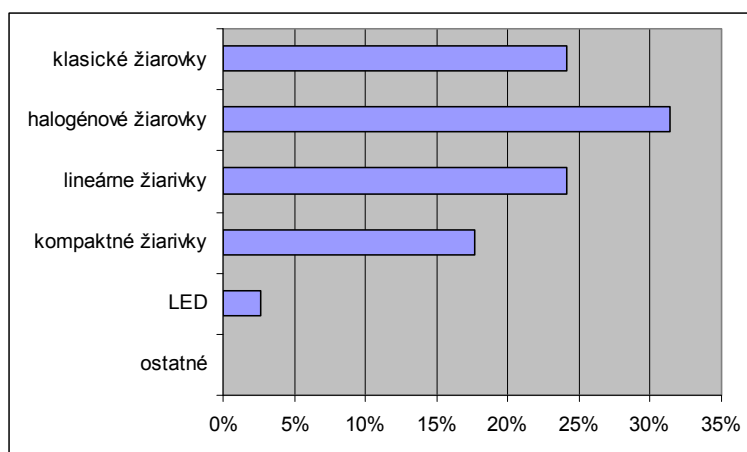


• obrázok 4: LED žiarovka

Skutkový stav používaných svetelných zdrojov v obytných priestoroch

Potenciál na zvýšenie energetickej efektívnosti osvetlenia má dva obmedzujúce faktory: aktuálny stav zariadenia na osvetlenie a súčasný stav technológie, ktorá oproti pôvodnému stavu ponúka vyššiu energetickú účinnosť. Preto je analýza skutkového stavu nevyhnutným predpokladom pre výber zlepšovacích opatrení a stanovenie potenciálnych úspor.

Na zistenie skutkového stavu používaných svetelných zdrojov v obytných budovách bol vykonaný prieskum v 30 takýchto objektoch.



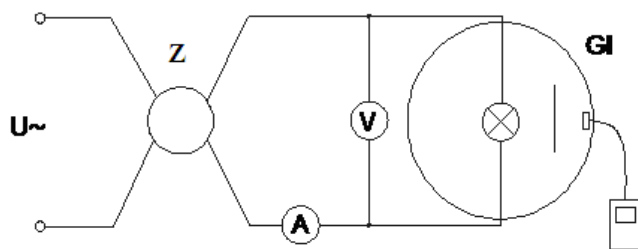
• obrázok 5: Percentuálne zastúpenie svetelných zdrojov používaných v obytných budovách

Napriek tomu, že nákladovo efektívnejšie riešenia svetelných zdrojov pre domácnosti sú už nejaký ten čas na trhu, vzhľadom k vyšším obstarávacím nákladom oproti klasickým žiarovkám nie sú tieto zdroje svetla ešte dostatočne rozšírené.

Kvalitatívne parametre svetelných zdrojov

Veličiny, ktoré sa vzťahujú na žiarenie, vyhodnocované v závislosti od jeho účinku na štandardného fotometrického pozorovateľa, možno merať – tieto veličiny sa nazývajú fotometrické. Pri meraní musíme dodržiavať určitý merací postup, pod ktorým sa rozumie sled úkonov, ktoré sú potrebné na uskutočnenie merania podľa určitej meracej metódy (napríklad: norma predpisuje postup merania svetelného toku zdrojov pomocou guľového integrátora). Jednotnosť meraní teda zabezpečujú nielen predpísané meracie metódy, ale aj meracie postupy.

Testoval som štyri rôzne svetelné zdroje z každého zmieňovaného druhu s päticou E27 (klasická žiarovka, halogénová žiarovka, kompaktná žiarivka a tzv. LED žiarovka). Tieto svetelné zdroje boli zvolené tak, aby mali porovnateľné svetelné výkony a dokázali nahradiť 60W klasickú žiarovku, ktorá bola pri meraní ako smerodajná.



Z – napájací zdroj, S power, 13,8V, 10A;
 A – ampérmeter, multimeter Metex M-3860;
 V – voltmeter, multimeter Metex M-3860;
 Lx – luxmeter, Lutron LX-105;
 GI - guľový integrátor;

Luxmeter

• obrázok 6: Schéma zapojenia meracích prístrojov pri meraní elektrických a svetelných parametrov svetelných zdrojov

Svetelný zdroj	U (V)	I (A)	P (W)	Ex (lux)	Φx (lm)	η (lm/W)	štart	stmievanie
klasická žiarovka Osram 60W	230	0,289	66,6	2276,0	682	10,24	ihneď	áno
halogénová žiarovka Osram Halogen ECO 42W	230	0,206	47,4	1638,6	491	10,36	ihneď	áno
kompaktná žiarivka EMOS Spirál 15W	230	0,069	15,9	2322,7	696	43,77	1:09	nie
LED Philips My Vision 9W	230	0,044	10,2	1678,6	503	49,31	ihneď	nie

• tab 1: Namerané a vypočítané elektrické a svetelné parametre testovaných svetelných zdrojov

Výpočet svetelného toku sa uskutočnil vzhľadom na normál svetelného toku - žiarovka Philips, 230 V, 200 W, 50 Hz, 23°C, $E_N = 8540 \text{ lux}$, $\Phi_N = 2559 \text{ lm}$;

Použitá vzťahy: svetelný tok

$$\Phi_x = \Phi_N \frac{E_x}{E_N}$$

merný výkon

$$\eta = \frac{\Phi_x}{P}$$



• obrázok 7: Meranie v svetlotechnickom laboratóriu FEI STU

Z nameraných hodnôt vyplýva, že klasická halogénová žiarovka má len o niečo vyšší merný výkon ako klasická žiarovka a dokonca nižší svetelný tok. Oproti tomu kvalitná kompaktná žiarivka a LED žiarovka dokážu klasickú žiarovku plnohodnotne nahradiť pri oveľa nižšej spotrebe.

Osvetlenie môže v domácnostiach predstavovať až jednu pätinu spotreby elektrickej energie. V nasledujúcej tabuľke (tab. 2) je zobrazený reálny prepočet úspor elektrickej energie na osvetlenie za 1 rok pri užívaní 3 – izbového bytu štvorčlennou rodinou. Uvažované sú tri riešenia osvetlenia: s klasickou žiarovkou, s kompaktnou žiarivkou a s tzv. LED žiarovkou.

Miestnosť v byte (priemerný počet hodín využívania osvetlenia v miestnosti)	pôvodné riešenie - klasické žiarovky	náhrada – kompaktné žiarivky	náhrada – LED žiarovky
obývačka (3h)	3 x 40W, 1 x 75W	3 x 11W, 1 x 20W	3 x 7W, 1 x 9W
spálňa (2h)	3 x 40W	3 x 11W	3 x 7W
detská izba (4h)	4 x 40W	4 x 11W	4 x 7W
izba (2h)	3 x 40W, 1 x 60W	3 x 11W, 1 x 15W	3 x 7W, 1 x 10W
chodba (1h)	2 x 40W, 1 x 60W	2 x 11W, 1 x 15W	2 x 7W, 1 x 10W
šatník (0,5h)	1 x 40W	1 x 11W	1 x 7W
wc (1h)	1 x 60W	1 x 15W	1 x 10W
kúpeľňa (2h)	2 x 40W	2 x 11W	2 x 7W
spotreba elektrickej energie za 1 rok	804 KWh	218 KWh	136 KWh

• tab 2: Porovnanie spotreby elektrickej energie na osvetlenie pri použití troch rôznych svetelných zdrojov

Obstarávacia cena LED, kompaktných žiariviek a moderných, účinnjších halogénových technológií je vyššia ako cena klasických žiaroviek a štandardných halogénových žiaroviek. Je však potrebné vziať do úvahy, že v priebehu prevádzky (svietenia) svetelného zdroja dochádza vzhľadom k ich dlhšej životnosti a významne vyššej účinnosti k významným úsporám nákladov. Z prepočtu vyplýva, že pomocou kompaktných žiariviek vieme dosiahnuť úsporu 586 KWh ročne, čo pri cene 0,12€ za 1 KWh predstavuje ušetrenú sumu 70,32€. Ešte úspornejšími LED žiarovkami ušetríme za rok 668 KWh, čo predstavuje 80,16€.

Záver

Osvetlenie predstavuje z pohľadu energetickej náročnosti budovy významný spotrebič elektrickej energie. Vďaka rastúcemu počtu svetelných bodov v domácnostiach a zároveň vďaka znižujúcej sa energetickej náročnosti nových budov naďalej rastie jeho význam ako špecifického typu spotreby elektrickej energie.

Predpokladá sa, že pokiaľ by neboli prijaté žiadne opatrenia, vzrástla by do roku 2020 spotreba elektrickej energie nesmerových svetelných zdrojov na 135 TWh ročne. Očakáva sa, že vďaka tejto novej legislatíve sa podarí do roku 2020 v krajinách EÚ dosiahnuť energetických úspor v rozsahu 39 TWh.

Podakovanie

Tento príspevok vznikol s podporou Vedeckej grantovej agentúry Ministerstva školstva Slovenskej republiky na základe zmluvy VEGA 1/0988/12 „Energetická hospodárnosť osvetlenia v budovách“.

Literatúra a odkazy

- [1] Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2005/32/ES zo 6. júla 2005 o vytvorení rámca na stanovenie požiadaviek na ekodizajn výrobkov využívajúcich energiu a o zmene a doplnení smernice Rady 92/42/EHS a smerníc Európskeho parlamentu a Rady 96/57/ES a 2000/55/ES. Ú. v. EÚ L 191, 22. 7. 2005, s. 29 – 58.
- [2] Nariadenie Komisie (ES) č. 244/2009 z 18. marca 2009, ktorým sa vykonáva smernica Európskeho parlamentu a Rady 2005/32/ES v súvislosti s požiadavkami na ekodizajn nesmerových svetelných zdrojov pre domácnosť (text s významom pre EHP). Ú. v. EÚ L 76, 24. 3. 2009, s. 3 – 16.
- [3] SMOLA, A.: Osvetlenie budov. Bratislava: SF STU, 1998

Osvětlení Nového Centra Černý Most

Ing. Daniel Novák HALLA, a.s.; www.halla.cz; novak@halla.cz

Centrum Černý Most (CČM) je nejstarší obchodní centrum v Praze. V posledních dvou letech prošlo rozsáhlou rekonstrukcí a bylo rozšířeno. Nová část byla slavnostně otevřena 22. března 2013. V současné době má obchodní centrum na ploše 82 000 m² 169 obchodů, z nichž patnáct je v České republice zcela unikátních. Britské architektonické společnosti Benoy se podařilo navrhnout obchodní centrum zcela nové generace, jaké v České republice nemá obdoby. Přes rozsáhlé prostory je jeho struktura zcela jasná a prostředí příjemné a přirozené. K pocitu přirozenosti prostoru neodmyslitelně patří kvalitní a nerušivé osvětlení. Toto byl úkol také pro českého výrobce svítidel HALLA, a. s., který jej zvládl k plné spokojenosti architektů a podle prvních reakcí i návštěvníků obchodního centra.

Kruhová svítidla o průměru 3,5 m

V původní části centra byl přestavěn a opraven celý strop a střešní krov. K osvětlení jsou zde, stejně jako v nové části areálu, použita svítidla skupiny Basi. Jsou to vysoce výkonná vestavná svítidla s alogenidovými výbojkami, s příkony 20, 35 i 70 W – podle požadavku na osvětlení jednotlivých prostorů.

Pro posílení světla i atmosféry prostoru zde architekt navrhl osadit dvanáct zcela unikátních svítidel, na



Obr. 1. Kruhová LED svítidla a svítidla Basi

kteřá byly kladeny velmi nestandardní požadavky. Svítidla měla být podle jeho představy kruhová o průměru 3,5 m, zavěšená tak, aby působila dojmem, že „plují“ v prostoru pod stropem obchodní pasáže. Zároveň měla být bez viditelné konstrukce a spojů a s homogenně prosvětleným difuzorem, bez viditelných tmavých ploch (obr. 1). Při vývoji těchto svítidel vyzkoušeli světelní technici a konstruktéři společnosti HALLA více typů difuzních materiálů a LED světelných zdrojů, až našli ideální řešení. Použita byla průsvitná fólie Barrisol a LED Osram Oslon Square. Svítidla jsou vybavena celkem 450 těmito diodami, tj. 225 LED s teplotou chromatičnosti 3 000 K a 225 LED s teplotou chromatičnosti 4 000 K, napájenými ze stmívatelných transformátorů s protokolem DALI. V průběhu dne svítidla mění teplotu chromatičnosti podle

změn denního světla tak, aby osvětlení pasáže působilo zcela přirozeným dojmem. Maximální příkon jednoho svítidla je 1 240 W. Celkový světelný tok světelných zdrojů v jednom svítidle je 90 000 lm.

Při vývoji tohoto svítidla bylo nutné vytvořit zmenšený vzorek, na kterém byla uskutečněna teplotní a fotometrická měření. Jelikož neexistuje laboratoř pro ověřování křivek svítivosti svítidel o průměru 3,5 m, byla pro tento účel zhotovena kruhová výseč o rozměrech 1,6 × 1 m. Kromě správně zvoleného optického materiálu v kombinaci s typem LED bylo velmi podstatným úkolem zvolit správné rozmístění LED po ploše svítidla. S ohledem na vnitřní nosné konstrukční prvky bylo velmi důležité zvolit optimální polohu diod uvnitř svítidla, a to nejen k samotnému teplotnímu a jasovému rozložení, ale i se zřetelem na budoucí údržbu svítidla. S ohledem na možnost čistit vnitřní části svítidla bylo voleno i geometrické uspořádání jednotlivých prvků svítidel. Konstrukci svítidla bylo nutné přizpůsobit též stavebním možnostem a limitu maximální možné hmotnosti svítidel. Ve svítidle jsou přímá a nepřímá složka světelného toku odděleny a v případě potřeby je možné obě složky ovládat nezávisle na sobě.

Svítidla byla na místo montována bez přerušení provozu obchodního centra, v nočních a brzkých ranních hodinách, což vyžadovalo koordinaci profesionálů více oborů. Vrcholem těchto činností bylo vyzvednutí svítidla speciálním zařízením ke stropu a jeho následné připojení.

„Živý“ strop v nové části centra

V nové části obchodního centra je nejvýraznějším prvkem, přitahujícím pozornost návštěvníků, prosklená, architektonicky pojatá střecha spolu se svítidly, která ji oživují umělým světlem (obr. 3). I zde bylo nutné navrhnout a vyrobit svítidla přesně podle požadavků architektů a potřeby stavby. Jednotlivé propletené linie členitého stropu jsou tvořeny dvěma typy svítidel o šířce 270 a 220 mm. Oba typy svítidel byly osazeny LED světelnými zdroji Osram Duris E3. Tyto zdroje jsou opět ve dvou teplotách chromatičnosti, 3 000 a 4 000 K. Ve svítidle byly použity dvě řady LED modulů, přičemž každá z nich je osazena oběma typy LED. Příkon vztážený na jeden metr délky svítidla byl 30,8 W a světelný tok LED jednoho metru tohoto svítidla byl 3 000 lm. Také zde je použit princip míchání teploty chromatičnosti v závislosti na denním světle pomocí protokolu DALI. Jasně, bílé denní osvětlení se navečer mění na teplejší, sytější a měkčí.

Nejtěžším úkolem zde bylo vyřešit mechanické uchycení svítidel do nosné konstrukce stropu, kdy svítidla tvoří designový prvek ve stropní konstrukci z masivních ocelových nosníků. Dále bylo nutné upravit napěťové úbytky v rámci jednotlivé svítící linie tak, aby při křížení nebo souběhu jednotlivých linií nevznikaly rozdílné jasové poměry. Ve svítidlech byl využit speciální difuzní materiál pro rozptýlení světla, který je přímo určen pro LED zdroje. Při použití standardních materiálů by nebylo dosaženo takové homogenity jasu na difuzoru.

Podél této osvětlovací architektonické skulptury a dále v jiných vícepodlažních prostorech byla použita svítidla Lina s LED světelnými zdroji. Svítidla bylo nutné tvarově přizpůsobit oblým tvarům teras, což opět znamenalo výrobu svítidel přímo podle stavebních dispozic, neboť oblouky vyskytující se na místě byly různých rozměrů. Tato svítidla jsou pouze jemným, nenápadným světelným prvkem, zjemňujícím atmosféru prostoru. Zmíněná svítidla byla osazena LED o teplotě chromatičnosti 3 500 K, která byla zvolena záměrně mezi teplotami chromatičnosti, které se měnily v ostatních svítidlech. Tato svítidla na rozdíl od svítidel „živého“ stropu nejsou stmívatelná, protože zde nedochází k míchání teplot chromatičnosti. Světelný tok na jeden metr tohoto svítidla byl 2 500 lm.



Obr. 3. „Živý“ strop v nové části obchodního centra

Barevná „žebra“ a osvětlení eskalátorů na míru

K osvětlení různě barevných vstupních chodeb z parkovišť byla vybrána vestavná svítidla Bure a lineární svítidla Deli, na míru vyráběná pro architektonické osvětlení, která bylo nutné zakomponovat do stavebních konstrukcí. V těchto svítidlech byly taktéž použity LED zdroje umožňující volit libovolné délky jednotlivých svítidel. Od těchto světelných zdrojů nebyl vyžadován vyšší světelný tok, protože nebyla použita jako hlavní osvětlovací soustava. Světelný tok na jeden metr svítidla byl 450 lm. Svítidlo je tvořeno hliníkovým profilem, ve kterém je umístěn LED zdroj i samotný transformátor. Svítidla jsou montována bezrámečkovou montáží, což splnilo požadavek architektů na jejich minimalistický vzhled (obr. 4).

Obdobná lineární svítidla Deli byla umístěna pod eskalátory, kde bylo nutné je přizpůsobit přesně určené délce a spojování pod přesně stanovenými úhly (obr. 2).

Dalším typem osvětlovacích zařízení dodávaných do CČM byly svítící prvky se svítícími trubicemi (vysokonapěťové trubicové výbojky se studenými katodami, dříve hojně používané v reklamě). V původním návrhu měly být tyto zdroje použity do více typů svítidel, ale s ohledem na jejich příkon a jejich směrové vlastnosti byly v některých případech nahrazeny LED. Svítidla se svítícími trubicemi zůstala pro architektonické osvětlení ukryta v nikách podél stěn. Uvedené světelné zdroje se vyznačují stálostí

s ohledem na okolní teploty, a proto jsou vhodné především k osvětlování prostoru s větším výkyvem teplot. Celkově bylo osvětlení Centra Černý Most pro své atypické požadavky velkou výzvou. Splnění úkolu vyžadovalo mnoho zkušeností, znalostí a nalezení nových řešení ideálních pro tento konkrétní projekt. Přes všechny tyto požadavky a obtíže se však podařilo nainstalovat osvětlení přesně podle požadavků architekta, osvětlení které pozvedá estetiku tohoto moderního centra na ještě vyšší úroveň.



Obr.3 Osvětlení vstupní chodby z parkoviště



Obr.4 Osvětlení eskalátorů

Štruktúra miestností v školských budovách z pohľadu požiadaviek na osvetlenie

Lukáš, Lipnický, Ing., - Dionýz, Gašparovský, doc. Ing., PhD
STU, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Ústav elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky,
lukas.lipnický@stuba.sk

Úvod

Na požiadavky pre osvetľovanie školských zariadení je kladený veľký dôraz vzhľadom na to, že kvalitné osvetlenie prispieva k zdravému vývinu detí a žiakov navštevujúcich dané objekty. Osvetlenie výrazne vplyva na kvalitu vykonávanej činnosti a psychický stav. Nedostatočné osvetlenie môže byť príčinou úrazov. Podľa typu školského zariadenia sa následne odvíja aj hodnota udržiavanej osvetlenosti ktorá je definovaná na porovnávacej rovine a závisí účelu miestností.

Ciele práce

Cieľom bolo získať štatistickú štruktúru miestností v závislosti od plochy akú zaberajú v budove s ohľadom na druh miestnosti a intenzitu osvetlenia aká je potrebná na osvetlenie miestnosti. Štatistické zhodnotenie bude podkladom pre ďalšie štúdie, ktoré sa budú zaoberať požiadavkami na osvetlenie v školských budovách, napríklad metódu pomocou ktorej bude možné odhadnúť počty svietidiel, spotrebu elektrickej energie, hospodárnosť a iné parametre neznámeho školského zariadenia na základe uplatnenia hodnôt získanými štatistickým vyhodnotením existujúcich údajov školských budov.

Metodika

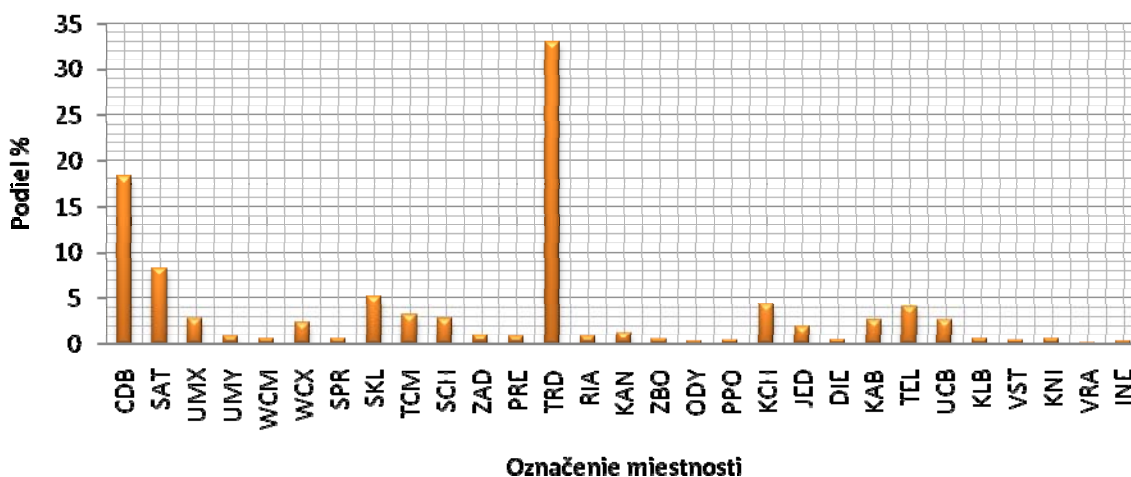
Podkladom pre štatistické vyhodnotenie sú údaje získané z vykonaných auditov osvetľovacích sústav vo vybraných budovách nachádzajúcich sa v mestách Bratislava, Michalovce, Senec, Vysoké Tatry a obciach Tešedíkovo a Jelka. Budovy sú kategorizované a jednotlivito spracované podľa ich účelu a zamerania na materské školy, základné školy a základné umelecké školy. Vďaka kategorizácii jednotlivých typov školských budov je možné prezentovať parciálne výsledky vzhľadom na zameranie školského objektu. Z vykonaných auditov osvetľovacích sústav sú použité čiastkové údaje ako rozmery, počet a druh miestností, na základe ktorých je vykonaná analýza. Rozmery boli zamerané individuálne pomocou laserového merača vzdialenosti, nakoľko pri vykonávaní auditov neboli k dispozícii projektové dokumentácie daných budov. Pre lepšiu prehľadnosť boli pre dané druhy miestností vytvorené skrátené označenia (Tabuľka1). Označenia miestností sú zhodné pre všetky vyhodnotenia. Princíp metódy spočíva v kategorizovaní jednotlivých typov miestností a zistením ich percentuálneho zastúpenia v školských budovách, v závislosti od ich plochy. Pre jednotlivé kategórie miestností stanovuje norma STN EN 12464-1 presné požiadavky na osvetlenie. Podľa percentuálneho rozdelenia zdokumentovaných budov je možné približne určiť akú plochu budú zaberáť jednotlivé druhy miestností v neznámej školskej budove za predpokladu, že je známa jej celková plocha. Zo získaných hodnôt plôch miestností a daných intenzít osvetlenia sa vypočíta svetelný tok potrebný na dosiahnutie požadovanej osvetlenosti. Vďaka tomu je možné určiť počty svetelných zdrojov, svietidiel a tým aj celkovú spotrebu elektrickej energie danej inštalácie. Kategorizovaním miestností pre ktoré je stanovená rovnaká intenzita osvetlenia a súčtom ich plôch bola získaná časť budovy pre ktorú je potrebná stanovená intenzita osvetlenia. Daná kategorizácia zjednodušuje vyššie uvedený odhad počtu svetelných zdrojov a svietidiel, pretože nezohľadňuje jednotlivé typy miestností a je tak omnoho rýchlejšia a prehľadnejšia.

Skr.	Názov miestnosti	Skr.	Názov miestnosti	Skr.	Názov miestnosti
ARC	Archív	KNI	Knižnica	TEL	Telocvičňa
BUF	Bufet	LAB	Laboratórium	TRD	Trieda
CDB	Chodba	ODM	Oddychová miestnosť	UCB	Učebňa
CIT	Miestnosť pre čítanie	PPO	Prípravovňa potravín	UMY	Umyváreň
DIE	Dielňa	PRE	Predsieň	UMX	Umyváreň spoločná
INE	Iné	RIA	Riaditeľňa	VRA	Vrátnica
JED	Jedáleň	SAT	Šatňa	VST	Vstupná hala
KAB	Kabinet	SCH	Schodisko	WCM	WC
KAN	Kancelária	SKL	Sklad	WCX	WC spoločné
KCH	Kuchyňa	SPR	Sprcha	ZAD	Zádverie
KLB	Klub	TCM	Technická miestnosť	ZBO	Zborovňa

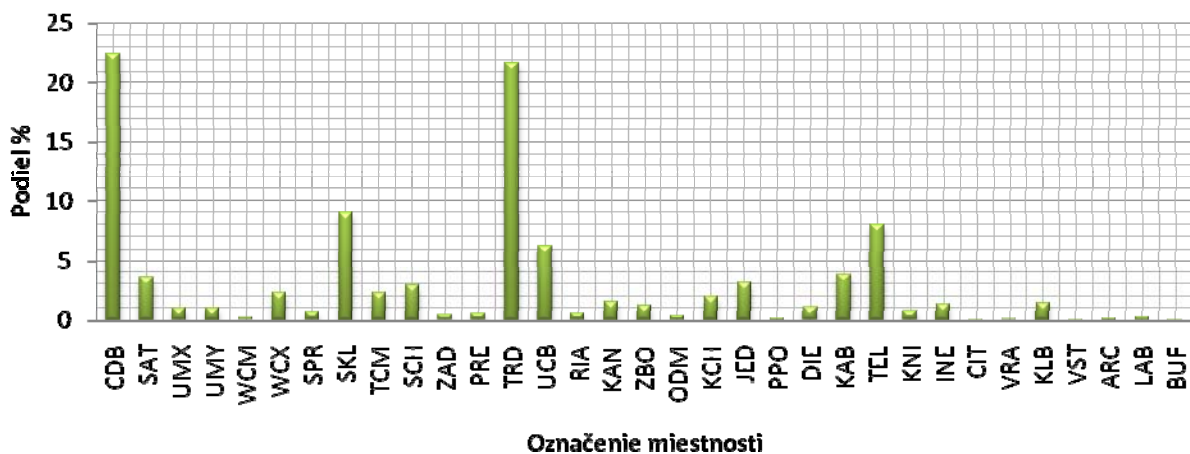
Tabuľka 1. Označenia miestností

Výsledky

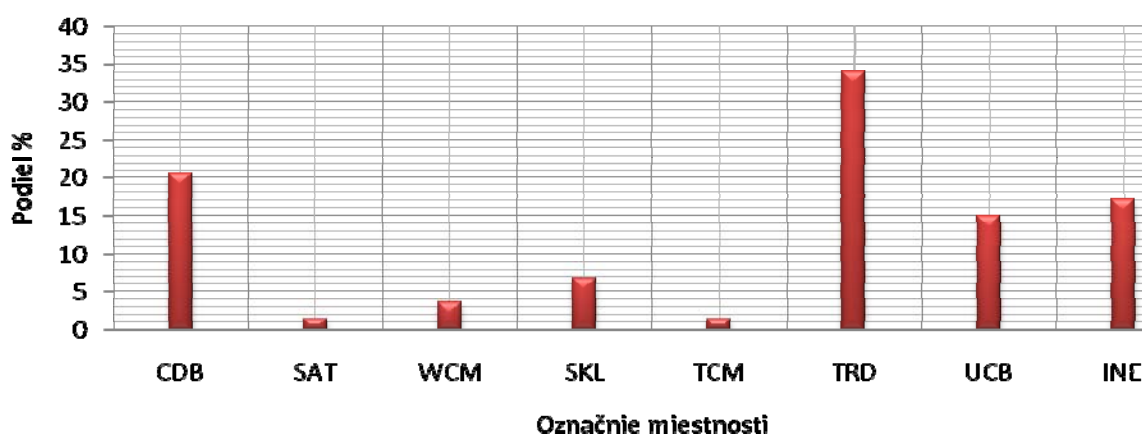
Spracované výsledky štruktúry miestností v závislosti od plochy ktorú zaberajú v budove sú vizuálne spracované v podobe grafov pre každý typ skúmaného školského zariadenia (obrázok 1,2,3). Rozborom spracovaných údajov bolo zistené že najväčší podiel plochy budov majú triedy a odborné učebne, ktoré zaberajú v materských školách 32,97 %, v základných školách 27,87 % a základných umeleckých školách 49,02 %. Druhý významný podiel majú chodby, ktoré zaberajú v materských školách 18,24 %, v základných školách 22,41% a základných umeleckých školách 20,44 %. V materských školách majú významné zastúpenie aj šatne 8,26 % a skladové priestory zaberajúce 5,19 %, ostatné druhy miestností majú zastúpenie menej ako 5 % na druh miestnosti, celkovo však zaberajú 35,34 %. Pri základných školách je situácia odlišná, významne zastúpenia majú skladové priestory 8,96% a telocvične zaberajúce 7,97 %, ďalšie priestory zaberajú 32,79 % celkovej plochy budovy. Pri umeleckých školách majú okrem tried významné zastúpenie aj koncertné miestnosti, ktoré zaberajú 17,08 % a skladové priestory s podielom 6,85 %, ostatné priestory zaberajú 23,87 % celkovej plochy budovy.



Obrázok 1: Percentuálne rozdelenie miestností podľa plochy v budovách materských škôl

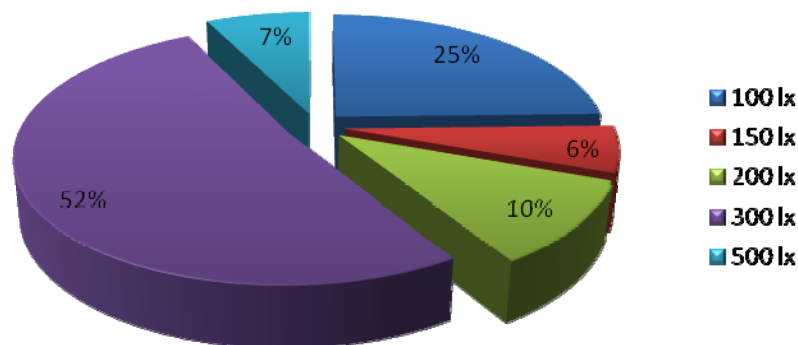


Obrázok 2: Percentuálne rozdelenie miestností podľa plochy v budovách základných škôl

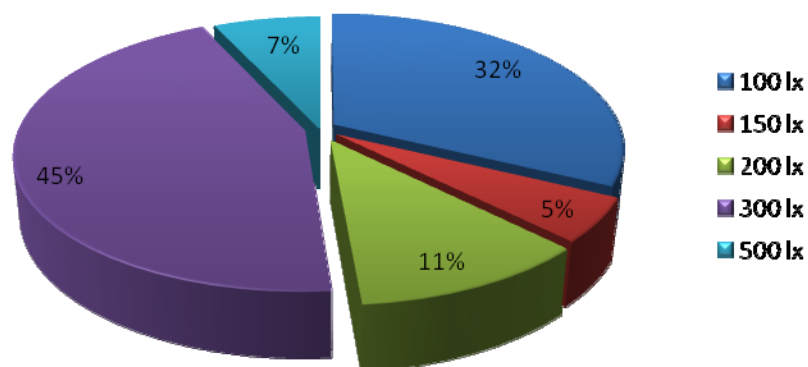


Obrázok 3: Percentuálne rozdelenie miestností podľa plochy v budovách základných umeleckých škôl

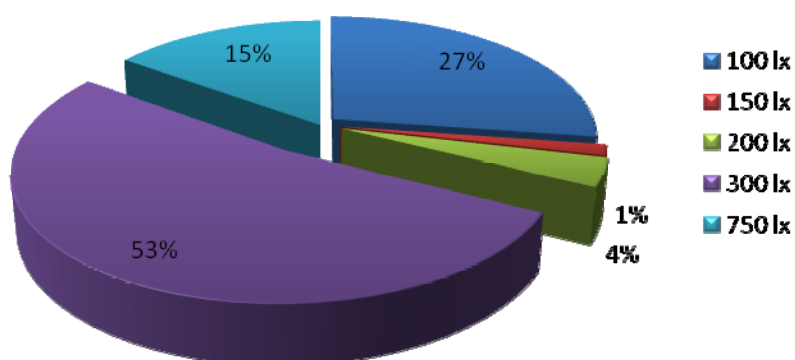
Ďalšou analýzou bol zistený percentuálny podiel rozlohy miestností v závislosti od horizontálnej intenzity osvetlenia pre vybrané miestností ktorú určuje norma STN EN 12464-1. V školských budovách sú používané hodnoty horizontálnej intenzity osvetlenia 750 lx, 500 lx, 300 lx, 200 lx, 150 lx, 100 lx v závislosti na charaktere danej miestnosti. Z výsledkov analýzy pri materských školách vyplýva, že v jednej budove je požadovaná udržiavaná osvetlenosť 100 lx pre 25 %, 150 lx pre 6 %, 200 lx pre 10 %, 300 lx pre 52 % a 500 lx pre 7% celkovej plochy budovy. Pre základné školy sú hodnoty udržiavanej osvetlenosti 100 lx pre 32 %, 150 lx pre 5 %, 200 lx pre 11 %, 300 lx pre 45 % a 500 lx pre 7% celkovej plochy budovy. V základných umeleckých školách sú hodnoty udržiavanej osvetlenosti 100 lx pre 27 %, 150 lx pre 1 %, 200 lx pre 4 %, 300 lx pre 53 % a 750 lx pre 15 % celkovej plochy budovy. Rozloženie intenzít osvetlenia s ohľadom na plochu ktorú zaberajú v budove je percentuálne vyjadrené v grafoch samostatne pre každý typ školského objektu (obrázok 4,5,6).



Obrázok 4: Percentuálne rozdelenie miestností podľa osvetlenosti v budovách materských škôl



Obrázok 4: Percentuálne rozdelenie miestností podľa osvetlenosti v budovách základných škôl



Obrázok 4: Percentuálne rozdelenie miestností podľa osvetlenosti v budovách základných umeleckých škôl

Zhrnutie

Z globálneho hľadiska môžeme uvažovať, že v školských budovách zaberajú triedy a učebne priemerne 1/3 a chodby 1/5 celkovej plochy, čo spolu činí viac ako polovicu využívannej plochy budovy. Získané výsledky poukazujú na skutočnosť, že uvedené školské budovy nemôžu byť hodnotené globálne ale musia byť hodnotené čiastkovo v závislosti od ich účelu a zamerania. Tento fakt potvrdzuje napríklad potreba udržiavanej osvetlenosti 750 lx pre triedy výtvarného zamerania v základných umeleckých školách na ktoré sú kladené špecifické požiadavky. Pri objektoch materských a základných škôl sa bežne nenachádzajú miestnosti pre ktoré by táto hodnota bola potrebná. Pri analýze bola uvažovaná horizontálna intenzita osvetlenia konštantná pre celé miestnosti. Norma STN EN 12464-1 definuje pre jednotlivé pracoviská miesto zrakovej úlohy, bezprostredné okolie zrakovej úlohy a pozadie. Medzi danými miestami je definovaný určitý pomer intenzity osvetlenia ktorý musí byť dodržaný. Je potrebné zdôrazniť, že priemerná osvetlenosť miesta zrakovej úlohy nesmie klesnúť pod hodnoty stanovené normou STN EN 12464-1. Do budúcnosti sa uvažuje so zohľadnením uvedených zón v nasledujúcich štatistických analýzach i keď ich použitie je obmedzené len na pracoviská kde je známa presná poloha zariadenia miestností a je predpoklad, že toto zariadenie sa nebude meniť. Do nasledujúcich analýz budú postupne zapracované ďalšie údaje získané z auditov osvetľovacích sústav, aby sa dosiahli čo najkomplexnejšie výsledky.

PodĎakovanie

Tento príspevok vznikol s podporou Vedeckej grantovej agentúry Ministerstva školstva Slovenskej republiky na základe zmluvy

VEGA 1 /0988/12 „Energetická hospodárnosť osvetlenia v budovách“

Použitá Literatúra

[1] STN EN 12464-1 – Svetlo a osvetlenie - Osvetlenie pracovísk časť 1: Vnútorne pracoviská, Slovenský ústav technickej normalizácie, 2012, ISC 91.160.10

Osvětlování bytů

Ing. Jana Lepší,

Zdravotní ústav se sídlem v Ústí nad Labem, Zkušební laboratoř Plzeň

Přednáška bude pojednávat o problematice umělého osvětlení. Činnosti prováděné v bytě dle zrakové náročnosti jsou různorodé, od velmi náročných (šití, kreslení, líčení, holení), přes středně náročných (příprava jídla, žehlení), po relaxaci a pouhou orientaci v prostoru (komunikační prostory, chodby). Záleží také na tom, jakou polohu budeme při činnosti zaujímat. V kuchyni půjde s největší pravděpodobností převážně o činnosti vstojě. V obývacím pokoji pak nejčastěji vsedě. V ložnici při čtení o polohu vleže či vsedě. Důležitá je výška a věk pozorovatele. Člověk po čtyřicítce bude potřebovat na stejnou činnost vyšší osvětlenost než dvacetiletý. U dětí musíme dbát na správné osvětlení hlavně z důvodu vyvíjejícího se zraku. Pokud se již v dětském věku naučí využívat světlo k svému užitku, budou ho tak používat i v dospělosti. Pro správné nasvětlení je důležitý výběr vhodného svítidla. Norma ČSN 73 4301 Změna Z1 Obytné budovy udává požadavky na osvětlenost v jednotlivých částech bytu. Na fotografiích budou ukázány příklady různých řešení osvětlení.

Požadavky na umělé osvětlení bytů obsahuje ČSN 73 4301 Změna Z1 - Obytné budovy

B.2.1 Osvětlovací soustavy ve vnitřních prostorech bytů musí být variabilní a umožňovat více kombinací pro různé aktivní činnosti i pro pasivní odpočinek. Osvětlovací soustavy v jedné místnosti by měly zajistit vyhovující osvětlení pro časté případy, kdy uživatelé vykonávají současně odlišné činnosti a potřebují každý jiné osvětlení, přičemž nesmí jeden druhého svým osvětlením rušit (úroveň osvětlení, jasy a úhly clonění svítidel a usměrnění světelného toku).

Tabulka B.1 – Nejnižší požadované hodnoty \bar{E}_m , UGR_L a R_a

Prostor		Udržovaná osvětlenost \bar{E}_m (lx)	Index oslnění UGR_L	Index podání barev R_a	Výška vodorovné srovnávací roviny nad podlahou (m)
1	Domovní dvory, atria	10	–	–	0
2	Domovní, méně frekventované komunikace	20	25	60	0
3	Vnitřní části domovních vstupů, vstupy do výtahů u objektů s malou frekvencí	30	25	60	0
4	Na místě se jménem uživatele bytu, na zvonkovém tablu a na vstupu do bytu	30	–	–	–
5	Celkové osvětlení obytné místnosti (které se ještě doplňuje místním osvětlením)	50	22	80	0.85
6	Komunikace v bytě	75	22	80	0
7	Obytné kuchyně, šatny, spíže	100	22	80	0.85
8	Sušárny, úschovny kočárků a kol	100	28	60	0,85
9	Domovní, frekventované komunikace včetně vnitřních částí vstupů a vstupy do výtahu – zvýšený pohyb v objektu nebydlících osob	100	25	60	0
10	Domovní prádelny	150	25	80	0.85
11	Koupelny, WC	200	22	80	0.85
12	Domácí dílny, místnost pro domácí práce, mandl	300	22	80	0.85
13	Kuchyňská pracovní linka, varná deska sporáku	300	22	90	–

POZNÁMKY

- 1) Uvedená výška vodorovné srovnávací roviny nad podlahou musí být upravena, je-li činnost vykonávána v jiné výšce (například nižší stoly pro děti a podobně).
- 2) Uživatelé bytů si v rozhodující většině případů zřizují, udržují a užívají celkové i místní osvětlení obytných místností sami podle vlastní úvahy. Pro svítidla celkového osvětlení jsou zpravidla podle projektu rozmístěny vývody světelného obvodu, pro místní osvětlení se využívají zásuvky. Osvětlení ostatních prostorů bytu (příslušenství, hygienická zařízení atd.) se navrhuje v projektu. Podobně je tomu je u domovních komunikací a dalších společných prostorů.

Každý člen rodiny by se měl v bytě cítit co nejlépe. Co znamená - cítit se jako doma? V bytě by mělo být útulno, příjemně. Byt také často něco vypovídá i o jeho obyvatelích - jaké mají záliby, čím se rádi obklopují.

Většinou se řeší osvětlení v bytě postupně v několika etapách tak, jak se prostory postupně zabydlují. Záleží na délce pobytu obyvatel doma. Jiné požadavky má maminka s dítětem na mateřské, a jiné člověk, který čas tráví v práci a domů se chodí jen vyspat. Vzhledem k rostoucím cenám energií je aktuální i ekonomika a hospodárnost provozu. Doma se zpravidla svítí méně než v práci. Nelze však říci, že se zde pouze relaxuje po práci, provádí se zde činnosti jako vaření, čtení, žehlení...

Úkolem osvětlení je zajistit potřebu vidění všech členů domácnosti v prostoru celého bytu. Pro danou činnost je důležité zajistit zrakovou pohodu, tzn. nejen množství světla, ale i kvalitu. Zapomenout nesmíme ani na estetickou stránku. Barevné řešení a prostorové uspořádání zařízení bytu ovlivní i dobrý psychický pocit. Obecně platí, že tmavé a syté barvy prostor zmenší. Při výběru barev na stěny je třeba užívat spíše světlé odstíny. Teplé odstíny povrchů mohou způsobit i větší pocit tepla o 2 až 3 °C. To je výhodné zvláště v místnostech situovaných na severní stranu. V bytě by se měly opakovat maximálně tři odstíny barev (z nich lze volit různé sytosti), které spolu navzájem ladí. Stropy a ostění je vhodné nejlépe volit bílé - pro lepší odraz světla do místnosti. Syté červené nebo zelené mohou zkreslit barvy v celém interiéru. U zařízení bychom se měli vyhýbat kombinacím, které naruší naši psychickou rovnováhu. Mezi nejagresivnější kombinace barev tak patří ostře žlutá s černou, k depresivním pak kombinace fialové s černou. Módní červená by neměla tvořit více než 40 % plochy.

Uspořádání nábytku by mělo být přirozenou součástí místnosti. Z nábytku si nestavíme překážkovou dráhu ani nemá být skladištěm různých stylů. Měli bychom dbát i na výběr podobných dezénů zvláště u dřeva - na podlahu, nábytek a dveře - aby spolu „ladily“. Velké množství odlišných barev nebo druhů a opracování dřev působí rušivě.

Zádveř, vstupní hala

V panelácích, ale i činžovních domech jsou předsíně často bezokenní prostory. V rodinných domcích je zpravidla nějaké okno, které nám osvětlí prostor ve dne. Je velký rozdíl mezi osvětleností při vstupu do bytu ve dne nebo v noci. Pokud vstoupíme do bytu je důležité mít správně umístěný vypínač (tzv. po ruce, nikoliv až za dveřmi), který nám rozsvítí celý prostor. Tím máme zajištěnou základní orientaci. Při osvětlování předsíně záleží na tvaru místnosti, barvě povrchů stěn, stropu, podlahy a nábytku. Centrální svítidlo může být umístěno na stropě nebo více menších svítidel rovnoměrně lemující stěny. Jako orientační mohou být použita i LED svítidla případně pásy. V prostoru mezi dveřmi a věšákem by neměla být žádná překážka. U věšáku bývá zrcadlo s místním přisvětlením, to aby se odcházející mohl zkontrolovat, zda je upravený a má skutečně svůj kabát.

Za **obytnou kuchyni** se dle ČSN považuje kuchyně mající plochu více než 12 m². V 60-tých letech se předpokládalo že se doma v kuchyni vařit nebude. Opak byl mnoho let pravdou. V současnosti vaření v pravém slova smyslu je spíše víkendovou záležitostí. V týdnu se vaření omezuje na rychlé zajištění stravy pro rodinu z polotovarů případně ohřívání nakoupeného jídla v mikrovlnné troubě. Proto se dnes vyskytují často kuchyně propojené s obývacím pokojem.

Co nám přináší spojení za **klady a zápor**:

1. propojení kuchyně s obývacím

Celá rodina je pohromadě i během přípravy jídla. Můžete se věnovat návštěvě i při přípravě jídla. Musíte ale kupovat dražší, tišší spotřebiče - lednice, myčky, trouby. V opačném případě neuslyšíte televizi. Nelze používat digestoř s recirkulací, protože filtr je za čas cítit. Vaříte-li česnek - neodvětráte ho hned. Digestoř musí mít takový výkon, aby vyčistila vzduch nejen v kuchyňské, ale i obývací části. Z výkonu digestoře postačující pro samostatnou kuchyni 250 m³/h se dostaneme okamžitě 700 m³/h. Pokud uložíte na spaní návštěvu do obývacího - nemůžete ráno chystat ani snídani, aniž by jste ji vzbudili.

2. oddělení kuchyně od obývacího

Když přijde návštěva, úklid po vaření necháte na pozdější dobu, až hosté odejdou. V létě není cítit nádorbí v myčce, které je od rána. Z hlediska spotřebičů jsou nižší nároky na hlučnost. Spící návštěvě bez problémů připravíte snídani.

Existuje řešení? Snad posuvné dveře, které prostory buď spojí nebo oddělí.

Propojenou kuchyni s obývacím je potřeba opticky oddělit. Osvětlení by mělo být ale z jedné série. Z barevného hlediska bychom se v takovém prostoru měli vyhnout velkým kontrastům barev, ale i fádnosti. Prostory by měly být sladěny co do barev, ale i použitých materiálů a dekorů. Neměl by vzniknout ostrý přechod či optický nesoulad.

Prostor **kuchyně** lze rozdělit do dvou částí - první určená na přípravu pokrmů, druhá pro konzumaci - jídelní kout - jídelní stůl.

Dle normy ČSN 73 4301 Změna Z1 je požadována osvětlenost 300 lx. Musíme zde zajistit takové celkové osvětlení, aby nedocházelo ke stínění pracovního místa. Kuchyňská linka je ale pracovní plochou, kde se používají nože a hrozí úraz. Místní přisvětlení musí zajistit rovnoměrné osvětlení cca **500 lx** na celé ploše včetně dřezu. Z tohoto důvodu je zde vhodné využít lineárních světelných zdrojů. Při použití většího počtu menších zdrojů dochází ke vzniku nežádoucích stínů na pracovní ploše. Přisvětlení plochy nad sporákem či varné desce se většinou řeší integrovaným svítidlem v digestoři, většinou s miřonkovým závitem. Žárovkové zdroje není problém nahradit kompaktními zářivkami. Z hlediska vysoké teploty nad sporákem při vaření nejsou vhodné LED světelné zdroje. V kuchyni je důležitá barva světla, aby maso nebylo odstínu dozelená, ale mělo přirozený odstín. To lze zajistit správným výběrem světelných zdrojů teple bílých - při použití u zářivkových trubic značených např. xW/830.

Při osvětlování **jídelního stolu** musíme dbát především na to, aby svítidlo bylo ve správné výšce - neoslňovalo (problematické pokud u stolu sedí děti), nevyčníval světelný zdroj a aby svítidlo nebránilo pohledu na sedícího proti nám a zajistilo cca **300 lx**. Světlo nad stolem má funkci i stmelovací. Vždy by mělo ale ještě svítit celkové osvětlení. Minimální prostor kolem stolu by měl být alespoň 60 cm, na sezení 75 cm. Stůl by neměl být lesklý - skleněný, protože zde dochází k oslnění odrazem. Vyvarovat bychom se měli oslnění, ať již přímému od světelných zdrojů nebo odrazem od lesklých ploch (skla na stole), ale i plochám s velkým rozdílem jasů. Oslnění působí vždy nepříznivě na náš zrak. Z tohoto pohledu jsou vhodnější matné materiály. Jediné oslnění se připouští u slavnostní tabule - lesk příborů, třpyt skla a dekorací. Zlato zvýrazní teplejší tón světla s teplotou chromatičnosti 3 000 K, stříbro pak bělejší světlo s teplotou chromatičnosti 4 000 K

Doporučený poměr osvětleností mezi sousedními místnostmi by neměl být horší než 1:5.

Do zorného pole každého z nás v bytě připadají z větší části svislé plochy. Z tohoto důvodu je vhodnější použití osvětlení šikmé než shora. Šikmé osvětlení je plastičtější, zlepšuje prostorové vidění, vytváří stíny na svislých plochách. Toho lze využít zvláště v obývacím pokoji.

Obývací pokoj je prostorem setkávání rodiny i přátel. Mělo by být samozřejmostí využívání tří hladin osvětleností:

1) nejnižší - orientační pro pohyb po bytě (např. římsa na zdi, svítidlo na nábytkové stěně), odpočinková - intimní, určená pro poslech hudby (svítíme na zeď nebo na dekorativní předměty), sledování televize, rozhovory s přáteli.

2) střední - pro běžný provoz rodiny

3) nejvyšší - vhodná pro v prostoru zrakově nejnáročnější činnosti jako je čtení, studium, šití, pletení, žehlení... U činností jako je žehlení však nelze použít přisvětlení lampou, protože by překážela. Minimální osvětlenost pro žehlení je 300 lx. Častý požadavek bývá vidět při této činnosti na televizi.

Centrální převážně nepřímé svítidlo zajistí nejen celkové osvětlení, ale má i funkci podvědomě stmelovací.

KURZ OSVĚTLOVACÍ TECHNIKY XXX

Stojanová, stolní nebo nástěnná svítidla využijeme k místnímu přisvětlení křesla, konferenčního stolu (viz jídelní stůl), klavíru nebo pracovního stolu. Ke křeslu se lampa umísťuje vlevo za křeslo. Pro nasvětlení not při domácím muzicírování existují i speciální svítidla.

Jednou ze zrakově nejnáročnějších činností v bytě je šití a ruční práce. Při této činnosti je důležité rozeznávání odstínů barev nití a látek. Zvláště obtížné je šití černou nití na černou látku. Zde není potřebný kontrast mezi látkou a nití. Svítidlo pro místní přisvětlení musí mít neprůsvitné stínidlo. Nesmí oslňovat. Mělo by co nejrovnoměrněji nasvětlit místo zrakového úkolu.

Nesmíme zapomenout ani na osvětlení dekorativní, ať již uměleckých děl např. obrazů, plastik, vitrín, knihovny nebo rostlin či akvária. Při nasvětlování obrazů platí zásada, že směr světla svírá se svislicí úhel asi 30°. Tím se zabrání zrcadlení při prohlížení díla a zároveň vzniku velkých stínů od rámu. Světelný zdroj musí být skryt z pohledu pozorovatele. U plastik se musíme vyvarovat tvrdých stínů - zkreslují tvar.

Pro nepřímé měkké osvětlení celého pokoje lze využít zářivkových svítidel zabudovaných do různých říms, dřívě používaných garnýží na záclony a závěsy či polic. Výhodná pro obývací pokoj je regulace osvětlení ať již skoková, nebo plynulá. To je příjemné zvláště, když chceme posedět s přáteli.

V každém bytě je dnes minimálně jedna televize. Častou chybou je sledování v naprosté tmě. Protože velký kontrast velmi namáhá a unavuje oči, je ke snížení kontrastu jasů důležité přisvětlení. Svítidlo se v žádném případě nesmí zrcadlit na obrazovce, ale zároveň jej nesmíme mít v zorném poli. Nejvhodnější je celkové osvětlení (stmívatelné) nebo o nízké intenzitě. Vysoký kontrast je také důvodem, proč televizi neumísťujeme na okenní stěnu mezi okna, ani proti oknu. Tím zamezíme velkému kontrastu jasů proti oknu a zrcadlení okna v obrazovce ve dne. Podobně je tomu i u PC. Vzdálenost sezení by měla být 3× až 4×větší než samotná velikost úhlopříčky televize.

Dětský pokoj je určen pro děti, které postupem času rostou a mění požadavky na prostor a jeho vybavení. Nejmenší děti leží v postýlce, lezou po zemi. Větší skládají stavebnice, převážně si hrají na zemi. S léty se postupně přesouvají stále více ke stolu s kreslením, psaním, čtením, později i s používáním PC. Zde je při osvětlování nejdůležitější výška dítěte a směr pohledu. U nejmenších dětí se převážně jedná o pohled zdola. Lezoucí dítě nesmí mít přístupné žádné zásuvky - z toho důvodu není vhodné používání stojacích lamp a stolních lampiček připojených kabely. Nejvhodnější je rovnoměrná nepřímá osvětlovací soustava zajišťující osvětlenost v celé ploše pokoje. Ta nám vyloučí oslnění dítěte i dospělého. Zcela nevhodná jsou svítidla přímá. Pro kontrolu spícího dítěte postačí orientační osvětlení - nesmí rušit.

U větších dětí je důležité brát v úvahu rozdělení pokoje na zónu spací, hrací a pracovní. Pro přípravu domácích úkolů potřebují vhodný stůl a stabilní výškově nastavitelnou židli. Stůl by měl být doplněn místním osvětlením. Nejčastěji se k tomu využívají stolní nastavitelné lampy s 2-3 klouby. Lampa by měla zajistit rovnoměrné nasvětlení pracovní plochy stolu. Pro hrací plochu postačí centrální svítidlo. I u lůžka by měla být možnost přisvětlení pro čtení nejprve dospělým, později dětem.

Ložnice - patří mezi prostory nejméně frekventované. Prostory klidu, výhradně pasivní, odpočinkové, proto sem správně nepatří pracovní kouty. Zde by měla být převážně nižší osvětlenost zajištěná převážně nepřímou či nepřímou osvětlovací soustavou. I zde je vhodné stmívání. Ovládání osvětlení od lůžka by mělo být samozřejmostí.

Místním svítidlem by se ve směru pohledu měly intenzivněji nasvětlit prostory určené pro čtení na lůžku. Přisvětlení by nemělo rušit partnera při spánku. Naši ortopedové, ani oční lékaři však čtení v posteli nedoporučují.

Pokud slouží ložnice i za šatnu - jsou zde umístěny skříně, je zde důležité přisvětlení směřované do skříní (např. lištový systém, světlomety), případně ještě přisvětlení zrcadla. Zanedbatelné není ani orientační osvětlení pro případ pohybu v místnosti potmě. V případě, že máme opačný problém - před oknem veřejné osvětlení a naopak potřebujeme snížit množství světla uvnitř, máme možnost využití žaluzií, nebo závěsů. Dnes již existují i třívrstvé materiály určené na závěsy, které světlo nepropouští - prodávají se pod názvem „black out“.

Koupelna - Z hlediska bezpečnosti jde o prostředí s možností dotyku mokrou rukou. Z tohoto důvodu jsou zde požadována svítidla s vyšším krytím IP54 (proti stříkající vodě). Zpravidla jsou ve specializovaných prodejnách vyčleněna zvlášť. Pro celkové osvětlení se používají stropní svítidla. V každé koupelně je také zrcadlo určené pro dekorativní líčení, holení. Pro tyto činnosti je důležité dostatečné osvětlení nejlépe ze všech stran zrcadla. Pokud je svítidlo umístěno pouze nahoře, vznikají stíny pod bradou, a tím i problém dokonalého oholení se u mužů. Někdy může odrazit světlo i bílá polička pod zrcadlem. Z tohoto důvodu je vhodnější použití dvou bočních svítidel. Svítidla by neměla oslňovat, měla by mít nižší jas. Bodová svítidla vytváří na obličej ostré stíny. Vhodná osvětlenost - 300 lx.

WC - postačí osvětlit svítidlem v ose mísy na stěně nebo na stropě. Dle normy na 200 lx (to nebývá mnohdy ani v dětském pokoji) ve výši srovnávací roviny 0,85 m. Zřejmě autor normy zde předpokládá krátkodobé čtení. V tom případě je důležité dbát i na dostatečné odvětrání prostoru.

Schodiště - na schodišti je důležitá především bezpečnost. Nejdůležitější je rozeznání prvního a posledního schodu. Schodiště je možné osvětlit různými způsoby - osvětlit jej z boční stěny několika svídky nebo u kratších nasvětlit podesty. Důležité je, aby byla zachována rovnoměrnost osvětlení a plasticita schodů. Svítidla nemají být v ose pohledu při výstupu. Nevhodná jsou nepřímá svítidla, protože se zde ztrácí plasticita schodů. Pozor příliš úzké schodiště je nepraktické, zvláště, když něco nesete. Žádný nábytek po něm nepřestěhujete, dvě osoby se tam nevyhnou. Dnes lze také nasvětlit jednotlivé schody pomocí LED pásů do podschodnic.

V bytě jsou místa, která odpovídají svými požadavky na vidění zrakově náročným pracovním. Ta se řeší dle ČSN EN 12464-1 Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory.

Do pracovních prostorů patří dílna, kuchyně i pracovní kancelářského charakteru.

Pracovna - každý z nás občas doma úraduje nebo si přinese práci domů. Ti, kteří pracují v klidu a pohodlí svého domova k tomu potřebují klidný, dobře osvětlený prostor v bytě. Nejde však vždy jen o činnosti kancelářského typu, ale většina se věnuje i nějakým koníčkům jako jsou ruční práce, filatelie, malování, řezbářství, modelařina, amatérská elektrotechnika apod. Jedná se zde převážně o práci vsedě.

Každá činnost provozovaná v bytě má své specifické požadavky na prostor i osvětlení. Norma ČSN 73 43 01/Z1 nám říká - má-li být navrženo umělé osvětlení v pracovních a na pracovních místech v obytném domě pro činnosti uvedené v normě pro vnitřní pracovní prostory, nebo jim blízké, vychází se z ČSN EN 12464-1 Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory.

Požadavek pro kancelářské práce - čtení, psaní, práce na PC je na osvětlenost 500 lx. Umístění svítidel volit takové, aby se zabránilo odrazům vysokých jasů.

Hladina osvětlení se volí v souladu s požadavky na zrakovou práci a je třeba respektovat návyky uživatele. Někdo upřednostňuje osvětlení pracovního stolu a zbytek prostoru ponořený do tmy (což není z hlediska jasových poměrů pro zrak dobré!). Někdo jiný zase požaduje osvětlení celé místnosti na vysoké hodnoty.

Z hlediska světla je nejlepší umístění pracovního stolu v blízkosti okna. Možnost pohledu ven je vždy vítána. Pohled do dálky uvolní naše okohybné svaly ze sevření při pohledu na blízko. Navíc pohled do přírody uklidňuje. Pokud nenajdeme v bytě místo u okna, vybereme alespoň světlé místo. Uklidňujícím dojmem pro oči působí pohled na akvárium, květinovou zeleň nebo i obrázky oblíbené krajiny. K navození příjemné atmosféry pomůže i tichá relaxační hudba.

K zajištění klidu potřebného k práci může posloužit šumivá stěna nebo dveře, které oddělí pracovní opticky a částečně i akusticky.

Pro praváky umístíme světlo z levé strany a mírně shora, pro leváky ze strany pravé. Světlo musí svítit na pracovní desku, klávesnici, nikoli do monitoru ani do očí.

Celkové osvětlení většinou nezajistí dostatek světla pro naši činnost. Proto by měl být stůl vybaven kvalitní nastavitelnou stolní nebo stojací lampou. Ta musí rovnoměrně osvětlit pracovní plochu a zajistit orientaci na stole. Stolní lampa v každém případě nesmí překážet na pracovní ploše. Musí být stabilní, což je dáno délkou ramene a upevněním. Nejvýhodnější je upnutí na okraj desky stolu, tím zajistíme, že nebude překážet, případně padat při neopatrné manipulaci např. s knihou. Svítidlo musí být dostatečně cloněné proti pohledu pozorovatele. Aby lampa osvětlila požadovanou plochu, musí být nastavena do určité výšky.

Skleněné desky z hlediska oslnění odrazem nejsou vhodné.

Pokud osvětlenost na pracovním místě dosahuje vysokých hodnot, je důležité dbát na to, aby sousední prostor nebyl osvětlen výrazně jinak - poměr průměrných osvětleností sousedních prostor byla v poměru 1:5 (nebo 5:1).

Ani v domácím prostředí by nemělo docházet ke špatnému umístění PC z hlediska zraku. To je nejčastějším zdrojem únavy očí na pracovištích, přestože Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. v platném znění v § 50 uvádí, jak se mají PC monitory umísťovat.

Musí být umístěna tak, aby na ní nevznikaly reflexy ze svítidel či z jiných zdrojů jako jsou okenní otvory, světlé stěny, nábytek a podobně. Vzdálenost obrazovky od očí pro obvyklou kancelářskou práci nesmí být menší než 400 mm, jas obrazovky nesmí být menší než 35 cd/m².

U pracovního stolu potřebujeme především dosáhnout dostatečného, rovnoměrného nasvětlení pracovní plochy. K tomuto účelu se využívají lampy stojanové nebo stolní. Žárovkové lampy nasvětlí pracovní plochu většinou velmi nerovnoměrně. Vhodnější jsou zářivkové lampy, mající větší svítící plochu, které osvětlí celou plochu. Objevují se již i kvalitní lampy s LED světelnými zdroji. Svítidla s LED zdroji jsou stále ještě dražší.

Do bytu nepatří světelné zdroje s indexem podání barev horším než 80. U zářivek se s barvou liší i světelný tok. Pro byty jsou nejoblíbenější zářivkové světelné zdroje označením xW/830 - teple bílé, méně již xW/840 - bílé, které mají studenější barvy. Ty se běžně používají v pracovním prostředí. Pro lepší podání barev jsou pak značeny xW/930 nebo 940. S vyšším barevným (čísla 8 a 9 odpovídajícím barevnému podání 80 a 90 koresponduje u zářivek i LED zdrojů cena. Další číslo značí teplotu chromatičnosti. Ta by pro byty měla být do 5 300 K (ČSN 12464-1 národní příloha článek 4.7.2). Tzv. denní světelné zdroje mající teplotu > 5 300 K se do bytů vůbec nehodí - při nízkých intenzitách osvětlení zkreslují barvy. Jsou příliš „studené“. LED zdroje jsou nabízeny s teplotou chromatičnosti > 5 300 z důvodu dosažení vyššího světelného toku.

Chcete-li nejvíce ušetřit maximálně využívejte denního světla a neponocujte. Tím ušetříte nejen za energii, ale i díky správným hladinám melatoninu i své zdraví.

Použitá literatura:

- [1] ČSN 73 4301 Změna Z1 - Obytné budovy (2005)
- [2] ČSN 360452- Umělé osvětlení obytných budov (1986 - již zrušená)
- [3] ČSN EN 12 464-1 Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory (2012)
- [4] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. v platném znění
- [5] Moderní osvětlení bytu - Ing. Arch. Jaroslav Vokoun, Ing. Arch. Ladislav Chalupský (1968)
- [6] 100 × o umělém osvětlení Ing. Arch. Ladislav Chalupský 1969)
- [7] Osvětlení bytů - Ing. Arch. Jiří Matoušek (1984)
- [8] Osvětlení a svítidla v bytech - Ing. Arch. Ladislav Monzer (1998)
- [9] články - Umělé osvětlení v obytných prostorech - Ing. Arch. Ladislav Monzer (Světlo 2002-2003-2004)
- [10] článek - Umělé osvětlení v bytech - Ing. Tomáš Maixner (Světlo 1/2010)
- [11] články - Osvětlování bytů - Ing. Tomáš Maixner (Světlo 2012-2013)

Zkušenosti hygienika s osvětlení provozoven péče o tělo

Tomáš Příbek, Ing.

Krajská hygienická stanice Plzeňského kraje se sídlem v Plzni

Snižování počtu stávajících pracovních míst a nedostatek nových pracovních příležitostí v době přetrvávající ekonomická krize, přimělo řadu lidí k tomu, aby začali samostatně podnikat. Mnozí z nich podstoupili rekvalifikační kurzy a zřídili si drobné provozovny, kde vykonávají svou živnost, nebo si prostory pronajímají. Příspěvek je věnován provozovnám, které jsou legislativně řazeny podle vykonávané pracovní činnosti do kategorie činností epidemiologicky závažných. Tyto činnosti jsou konkrétně uvedeny v § 19 zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, v platném znění. Zde jsou m.j. zařazeny provozovny holičství, kadeřnictví, pedikúry, manikúry, a provozovny, ve kterých se k péči o tělo používají speciální přístroje (např. solária, myostimulátory), v kosmetických, masérských, regeneračních a rekondičních službách, ve kterých fyzické osoby vykonávající činnost přicházejí do přímého styku s tělem spotřebitele. Důvodem, proč věnovat pozornost právě těmto činnostem je zjištěný enormní nárůst výše uvedených služeb za posledních několik let. V Plzeňském kraji bylo na Krajské hygienické stanici ke konci loňského roku evidováno cca 1900 takových živností. Srovnání počtu „pracovišť“ z let 2010 až 2012 je uvedeno v tabulce 1.

Činnost	Holičství Kadeřnictví	Manikúra Pedikúra	Kosmetika	Masáže	Solária	Tetováž
2010	504	120	187	114	110	27
2012	720	400	280	360	115	30
rozdíl	216	280	93	216	5	3

• Tab. 1: Počty evidovaných pracovišť a jejich nárůst

Z tabulky je patrný převládající trend v zájmu o činnosti a zajištění služeb manikúra a pedikúra. K významnému navýšení došlo i u provozoven masáží. Vysoké náklady ve stávajících provozovnách, bývají také častým důvodem pro volbu prostorů k podnikání, které jsou méně vhodné. Jedná se o místnosti či prostory bytových a nebo nebytových objektů (např. sklepní místnosti, garáže a pod.). Tyto prostory využívají také i živnostníci, kteří mají již svůj stálý okruh zákazníků a práci (živnost) chtějí vykonávat doma. V poslední době je zaznamenán velice častý trend kumulace jednotlivých činností do jediného prostoru, který je využíván několika živnostníky současně nebo se střídají podle smlouvaného denního či týdenního harmonogramu. Nároky na osvětlení v takových provozovnách bývají odlišné co do kvantitativních i kvalitativních požadavků pro konkrétní činnosti.

Požadavky na osvětlení pracovišť jsou dány v Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších změn (dále jen „nařízení vlády“). Podle ust. § 45 tohoto nařízení vlády musí osvětlení odpovídat náročnosti vykonávané práce na zrakovou činnost a ochranu zdraví, v souladu s normovými hodnotami. Normovou hodnotou se rozumí konkrétní hodnota denního, umělého nebo sdruženého osvětlení obsažená v příslušné české technické normě upravující hodnoty denního, sdruženého a umělého osvětlení. Normovým požadavkem se rozumí technický požadavek obsažený v příslušné české technické normě.

Požadavky na osvětlení upravené v nařízení vlády:

- Na pracovišti, na němž je vykonávána trvalá práce, osvětlovaném denním osvětlením, musí být dodrženy tyto hodnoty:

- denní osvětlení vyjádřené činitelem denní osvětlenosti D , minimální $D_{min} = 1,5 \%$, při homím nebo kombinovaném denním osvětlení i průměrný $D_m = 3 \%$,
- celkové umělé osvětlení vyjádřené udržovanou osvětleností $E_m = 200 \text{ lx}$.

- Na pracovišti, na němž je vykonávána trvalá práce, osvětlovaném sdruženým osvětlením musí být dodrženy tyto hodnoty:

- a) denní složka sdruženého osvětlení vyjádřená činitelem denní osvětlenosti D , minimální $D_{\min} 0,5 \%$ a při horním a kombinovaném denním osvětlení i průměrný $D_m = 1 \%$,
- b) celkové umělé osvětlení vyjádřené udržovanou osvětleností $E_m = 200 \text{ lx}$.

Hodnoty celkového umělého osvětlení podle předchozích dvou odstavců se použijí za předpokladu, že příslušná česká technická norma nestanoví s ohledem na zrakovou náročnost jinou hodnotu.

V nařízení vlády jsou vyjmenovány i důvody, za kterých je možné zřídit pracoviště, na kterých je vykonávána trvalá práce a na kterých nemohou být z určitých důvodů splněny hodnoty pro denní ani pro sdružené osvětlení. Jsou to pracoviště:

- a) pouze s nočním provozem,
- b) které musí být z technologických důvodů umístěno pod úroveň terénu,
- c) jehož účel nebo konstrukční požadavky neumožňují zřídit dostačující počet nebo dostatečnou velikost osvětlovacích otvorů,
- d) na němž zpracováváný materiál, povaha výrobků nebo činnosti vyžadují vyloučení denního světla nebo zvláštní požadavky na osvětlení, například použití technologicky nutných vlnových délek spektrálního složení světla, které nelze docílit denním osvětlením,
- e) kde je nutné zajištění ochrany zdraví zaměstnance před pronikáním chemické látky, aerosolu nebo prachu z výrobní nebo jiné činnosti, jejichž zdrojem je technologie.

Na takových pracovištích se osvětlovací soustavy zřizují tak, aby celkové umělé osvětlení, vyjádřené intenzitou osvětlení E_m , které je jediným zdrojem osvětlení pracoviště bylo podle zrakové náročnosti navýšeno o jeden stupeň řady uvedené v příslušné české technické normě k osvětlování vnitřních pracovních prostorů. Tento požadavek je opodstatněný především z hygienických důvodů a je důležité jej vždy splnit. V národní příloze ČSN EN 12464-1 je také požadavek tzv. hygienického minima pro udržovanou osvětlenost minimálně 200 lx v prostorech s trvalým pobytem osob. Hodnota hygienického minima se rovněž zvyšuje z 200 lx na 300 lx v případě, že je v prostoru vykonáván zrakový úkol po dobu delší než 4 hodiny a je zde nedostatečné denní osvětlení. Tento stav nastává právě i v provozovnách péče o tělo. Malé provozy jsou často situovány v původních velkých prostorech, které jsou stavebně rozděleny na několik menších samostatných provozoven. Živnostníci si také ve velké míře zřizují provozy na základě pouhé změny účelu užívání stávajících prostorů bez stavebních zásahů či s drobnými stavebními úpravami (např. pro zajištění odpovídajícího větrání). Poměrně často dochází ke změně účelu užívání u objektů původních prodejen potravin a textilu, administrativních budov, skladů, sklepech, ale i v pokojích rodinných domů atd. Jen malé procento provozoven péče o tělo vzniká ve zcela nových prostorech, kde je možné po stavební stránce již ve fázi projektové dokumentace požadovat po investorovi dodržení požadavků na denní osvětlení (pro trvalý pobyt). Zcela jiná je situace v případě umístění provozovny do historické budovy v centru města, která je navíc i památkově chráněna. Zde není povoleno provádět stavební zásahy a denní osvětlení bude tak neměnné. V některých památkově chráněných budovách může investor (žadatel) narazit na problém u výměny elektroinstalace, resp. u výměny osvětlovací soustavy.

V každém případě každá realizace provozovny při změně účelu užívání podléhá regulím stavebního zákona (zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu, § 126 a § 127). V řízení o změně v užívání stavby je Krajská hygienická stanice dotčeným orgánem ve smyslu ust. § 77 zákona č. 258/2000 Sb. a vydává samostatné závazné stanovisko. Předkládaná projektová dokumentace musí obsahovat náležitosti dle stavebního zákona včetně návrhu osvětlení.

Denní osvětlení

Pro zajištění odpovídajícího denního osvětlení předmětných provozoven péče o tělo lze vycházet z požadavků nařízení vlády a ČSN EN 12464-1 Denní osvětlení budov – Část 1 : Základní požadavky. Úroveň denního osvětlení vyjádřená hodnotami činitel denní osvětlenosti D_{\min} (D_m) ve vnitřních prostorech budov nebo jejich funkčně vymezených částech, nesmí být menší než hodnoty uvedené v tabulce 1 výše uvedené normy pro odpovídající zrakové činnosti. Ke každé třídě zrakové činnosti uvedené v této tabulce jsou předepsány hodnoty D_{\min} a D_m podle charakteristiky zrakové činnosti a poměrné pozorovací vzdálenosti.

Charakteristiky činností u vybraných provozoven péče o tělo:

Holičství a kadeřnictví – stříhání vlasů, jejich úprava – barvení, trvalá apod.

Pedikúra – zastříhávání nehtů, péče o kůži na nohách, odstraňování mozolů a tvrdé kůže pomocí skalpelových čepelek nebo brusek a pod.

Manikúra a nehtová modeláž – tvarování, leštění, broušení a vyhlazování nehtů prstů, jejich zdobení kresbou pomocí štětečků a nalepování drobných ozdobných předmětů na nehty...

Kosmetika – povrchové čištění pleti, peeling (omlazení pleti, vyhlazení jemných vrásek, zjemnění jizev po akné ...), hluboké čištění pleti, barvení řas, barvení obočí, aplikace masky (krémové), masáž obličeje a dekoltu, mikromasáž očního okolí, depilace obličeje případně těla. V případě permanentního make-up se jedná o úpravu pigmentu pro vytvoření horních a dolních linek, obočí, kontury rtů a stínování rtů.

Solária – jako charakteristickou pracovní činností lze uvést čtení (návodu použití, ovládání procesu opalování, nastavení přístroje), jinak provoz je automatický.

Masáže – působení na problematické partie těla, jejich uvolnění pomocí tlaku prstů, dlaní, jejich dotykem, pomocí různých pomůcek apod.

Tetování – vpravování barvy hluboko do kůže a podkoží pomocí ostrých jehel.

Každý, kdo navrhuje nebo hodnotí denní osvětlení pracoviště uvedených profesí musí vycházet minimálně z obdobných charakteristik činností. V tabulce 2 jsou uvedeny požadované hodnoty činitele denní osvětlenosti D_{min} (%) dle tříd zrakových činností. Přesto musím upozornit, že níže uvedená tabulka je pouze vodítkem a nemůže zcela vystihovat všechny případy jednotlivých činností, prostorů a požadavků. V tabulce jsou uvedeny požadavky na hodnoty činitele denní osvětlenosti s přihlédnutím i k délce pobytu osob - trvalý pobyt.

Pracoviště	Kadeřník	Pedikúra	Manikúra	Kosmetika	Masáž	Tetování
Třída	IV.	IV.	II. až III.	IV.	IV.	III.
D_{min} (%)	1,5	1,5	2,5 - 2	1,5	1,5	2

• Tabulka 2: Požadavky na denní osvětlení (U manikúry jsou uvedeny požadavky i na nehtovou modeláž).

Umělé osvětlení

V normě ČSN EN 12464-1 Světlo a osvětlování – Osvětlení pracovních prostorů, Část 1: Vnitřní pracovní prostory, jsou požadavky na udržované osvětlenosti uvedeny v kapitole 5. Tyto osvětlenosti jsou předepsány pro místa zrakového úkolu na srovnávací rovině. Výška srovnávací roviny (horizontální) bývá často shodná s výškou pracovních stůlů. V provozovnách péče o tělo se však vyskytují pracovní výšky odlišné. Především u kadeřnictví a holičství se jedná převážně o výšku 1,2 m nad podlahou (výška hlavy sedící osoby), u kosmetiky a masáží bývá výška srovnávací roviny shodná s výškou lehátka (ta je často podle potřeby i nastavitelná), u pedikúry to bývá výška naopak i nižší než pracovní stůl.

V kapitole 5 zmiňované normy je uveden výčet jednotlivých činností, udržovaných osvětleností, hodnoty indexu oslnění podle UGR_L , minimální rovnoměrnost osvětlení pro udržované osvětlenosti, minimální index barevného podání a případně specifické požadavky. Pro praktické použití je výčet požadavků na umělé osvětlenosti pro jednotlivá pracoviště uveden v tabulce 3.

Činnost	E_m (lx)	UGR_L	U_o	R_a
Kadeřnictví	500	19	0,6	90
Pedikúra	500	19	0,6	90
Manikúra (nehty)	1000	16	0,7	90
Kosmetika	500	19	0,6	90
Solária	200/300	22	0,6	80
Masáže	300	19	0,6	80
Tetování	500	19	0,6	90

• Tabulka 3: Požadavky na osvětlení pracovišť

V převzaté Evropské normě jsou uvedeny v přehledu požadavků na osvětlení pouze některé činnosti týkající se pracovišť provozoven péče o tělo. Jedná se o kadeřnictví referenční číslo 5.14.1 a masáže referenční číslo 5.45.6. Požadavky na osvětlení u pedikúry lze čerpat z oddílu zdravotnictví – ošetřovny (obecně), tabulkové referenční číslo 5.45.2 kožní oddělení a dále masáže tabulkové referenční číslo 5.45.6. Jak stanovit požadavky na osvětlení pracovišť (prostorů), která nejsou v seznamu Evropské normy? V těchto případech je nutné postupovat v souladu s ustanovením čl. 5.1 sloupec 2 Evropské normy, tj. převezmou se hodnoty pro obdobné, srovnatelné situace. Tak například pro tetování a kosmetiku lze ke stanovení požadavků na osvětlení použít činnosti z kapitoly 5 pro referenční číslo 5.40-Zdravotnictví – vyšetřovny (obecně) a to i přesto, že „péče o tělo“ nejsou zdravotnické provozy. Naopak je zcela neoprávněné požadovat parametry na osvětlení prostorů ve zdravotnictví pro manikúru a nehtovou modeláž. Při malém ohlédnutí do historie se v dříve používané (kmenové) normě

ČSN 36 0450 stanovila požadovaná osvětlenost pomocí poměrné pozorovací vzdálenosti kritického detailu, nebo podle charakteristiky činnosti. Převážná část zrakových úkolů provozoven péče o tělo by obecně byla v původní kmenové normě zařazena jako zájmové činnosti, ošetrovny nebo práce s průměrnými požadavky na zrakový výkon. Požadavky na osvětlení pracovišť nehtové modeláže (manikúry) by nejlépe vystihovaly dle dřívější kmenové normy požadavky pro činnosti - umělecké výroby a restaurátorské práce. Ale vraťme se k platné normě. Z praktických zkušeností budou požadavky činnosti u manikúry a nehtové modeláže srovnatelné s požadavky pro referenční číslo 5.15.2 výroba šperků, nebo referenční číslo 5.9.6 ozdobné broušení, ruční malování u řemeslných činností.

Rád bych upozornil, že stanovení správné osvětlenosti není jediným kritériem pro zajištění optimálních podmínek na pracovních místech a v místech zrakového úkolu. Další důležité parametry určující světelné prostředí jsou rozložení jasů, rovnoměrnost osvětlení, podání barev a barevný tón světla, oslnění a míhání světla. Přestože platná norma ČSN EN 12464-1 u rovnoměrnosti osvětlení připouští benevolentnější hodnoty oproti předchozí normě, nadále zůstal ve stejné podobě požadavek na splnění rozsahu hodnot osvětleností bezprostředního okolí úkolu a osvětleností místa zrakového úkolu. Přesné požadavky jsou obsahem ustanovení čl. 4.3.4. s odkazem na tabulku 1 ČSN EN 12464-1. Konkrétně tedy např. při požadované hodnotě osvětlenosti místa zrakového úkolu 750 lx a vyšší musí být osvětlenost bezprostředního okolí úkolu minimálně 500 lx. Při požadované hodnotě osvětlenosti místa zrakového úkolu $E_m = 500$ lx, musí být osvětlenost bezprostředního okolí minimálně 300 lx apod.

A jak vypadá situace v praxi? Z výčtu provozoven, uvedených v úvodní části, bylo osvětlení měřeno především v provozovnách manikúry (nehtová modeláž) a kadeřnictví, dále na několika pracovištích pedikúry a kosmetiky. Z výsledků jednotlivých měření bylo zjištěno, že z celkového počtu 20 měřených provozoven bylo realizované osvětlení nevyhovující především v rovnoměrnosti osvětlení a to v 10 případech (nevyhovující poměr vztah mezi osvětleností bezprostředního okolí úkolu a osvětleností místa zrakového úkolu), 25 % provozoven nemělo ani vyhovující udržovanou osvětlenost přímo na pracovním místě (v místě zrakového úkolu). Měření se neprovádělo u provozoven solárií, tetováže, masáží a služeb regeneračních a rekondičních. Ukázky provozoven jsou součástí prezentace.

Cílem tohoto příspěvku bylo poukázat na zjištěné nevyhovující podmínky z hlediska osvětlení u vybraných činností v drobných provozovnách „péče o tělo“. Převažující trend posuzování projektových dokumentací v rámci stavebního řízení bez požadavku na ověření skutečného stavu osvětlení průkazným měřením se jeví jako lichý. Věřím, že příspěvek bude i pomůckou pro projektanty, hygieniky a podnikatele ve zmiňovaných oborech činnosti a pomůže k vytváření odpovídajících světelných podmínek nejen na těchto pracovištích.

Denní osvětlení revitalizovaného domu

osobní zkušenost

Pavel Stupka, Ing.

ZÚ se sídlem v Ústí nad Labem, Plzeň - Oddělení faktorů prostředí, pavel.stupka@zuusti.cz

Úvodem

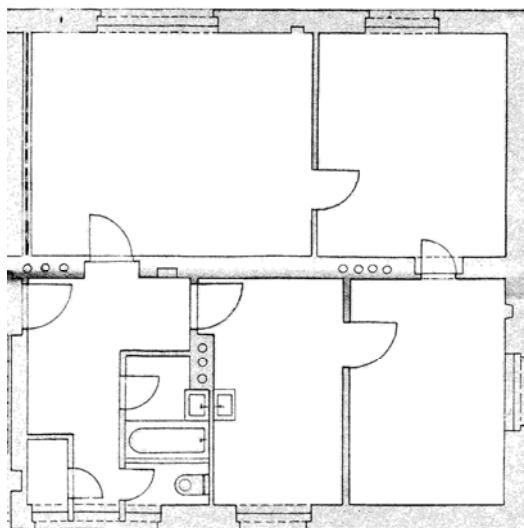
Na okraji Plzně stojí bytový dům z padesátých let. Vlastníci všech dvanácti bytových jednotek se usnesli, že provedou jeho celkovou rekonstrukci. Ta, kromě jiného, zahrnuje výměnu některých dřevěných oken za okna plastová (těch, co zatím ještě vyměněny nebyly) a zateplení obvodového pláště.



Na shromáždění vlastníků domu, při kterém se prodiskutovalo zadání pro projektanta, zaznělo překvapivě nemálo hlasů s obavou, zda vlivem provedené revitalizace nedojde k podstatnému snížení přísunu denního světla do obytných místností. Je pravdou, že dům nemá rozhodně velká okna a stávající tloušťka obvodových zdí činí 51 centimetrů. Navíc je ze tří světových stran obklopen vzrostlými stromy. Kupodivu se nikdo z vlastníků nezabýval problematikou výměny oken. Diskuse byla vedena především nad tloušťkou použitého izolačního materiálu k zateplení fasády. Spor byl především mezi stoupenci maximální tepelné izolace (16 centimetrů) a příznivci denního osvětlení (12 centimetrů). Napadlo mne, že bych se mohl na tento konkrétní problém podrobněji zaměřit a pokusit se jednotlivé vlivy výpočtem kvantifikovat.

Zadání pro výpočet

Pro potřeby výpočtů byl uvažován byt 3+1 ve 2.NP. Tento byt má okna obývacího pokoje a dětského pokoje směřována jihovýchodně, ložnice má okna na jihozápad, kuchyně na severozápad. Všechny místnosti i jejich boční osvětlovací otvory byly přesně zaměřeny.



Účelem výpočtů nebylo tentokrát konstatování, zda, prostory vyhovují normovým hodnotám. Ambice byla jiná - posoudit vliv výměny oken a následně vliv jednotlivých tlouštěk zateplení. Jaký je asi rozdíl pro izolaci 12 cm a 16 cm? Proto, pro zjednodušení, nebyly uvažovány venkovní stínící překážky (především stromy). Taktéž nebyl činitel denní osvětlenosti počítán pouze ve dvou místech (obytná místnost), ale v pravidelné síti kontrolních bodů podobně, jak tomu bývá u pracovních prostorů.

Pro porovnání jednotlivých vlivů pak nebylo pracováno se zjištěnými hodnotami D_{min} , resp. D_{max} , ale pouze s hodnotami průměrného činitele denní osvětlenosti D_m . A aby těch odklonů od zavedených zvyklostí nebylo málo (světlařští odborníci mi jistě prominou), tak jsem výpočty činitele denní osvětlenosti prováděl nikoli se zaokrouhlením na jedno desetinné místo, ale na desetinná místa tři. To vše proto, že nás v tomto případě primárně nezajímají absolutní hodnoty č.d.o., ale relativní porovnání, tedy podíl D_m po rekonstrukci lomeno D_m před rekonstrukcí (ztráty denního světla vlivem rekonstrukce).

Posouzení vlivu výměny oken

Výměna oken se ukázala jako zcela zásadní. Koeficient konstrukce okna, přesněji činitel prostupu světla zohledňující vliv konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějících světlo (τ_k) díky znatelně menší ploše zasklení klesl z původní hodnoty 0,7 na hodnotu 0,55! Toto snížení o více než 20 % se pochopitelně projeví adekvátní ztrátou denního osvětlení uvnitř řešeného prostoru.

stará - dřevěná okna ($\tau_k = 0,7$)



nová - plastová okna ($\tau_k = 0,55$)



Posouzení vlivu zateplení fasády

Počítáno bylo postupně pro čtyři tloušťky ostění:

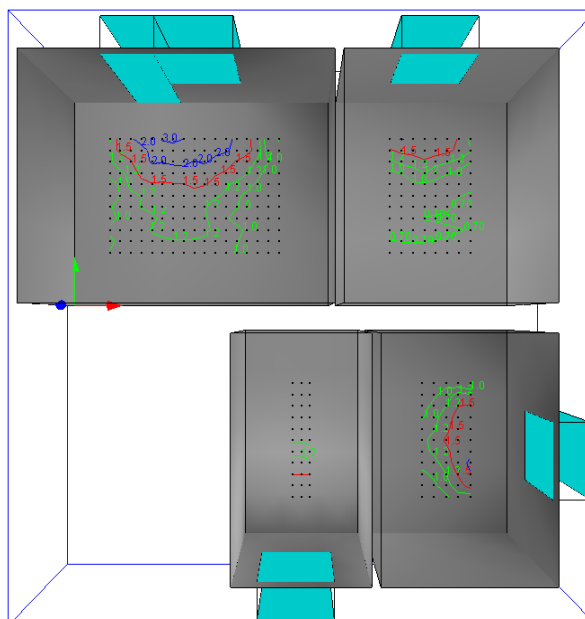
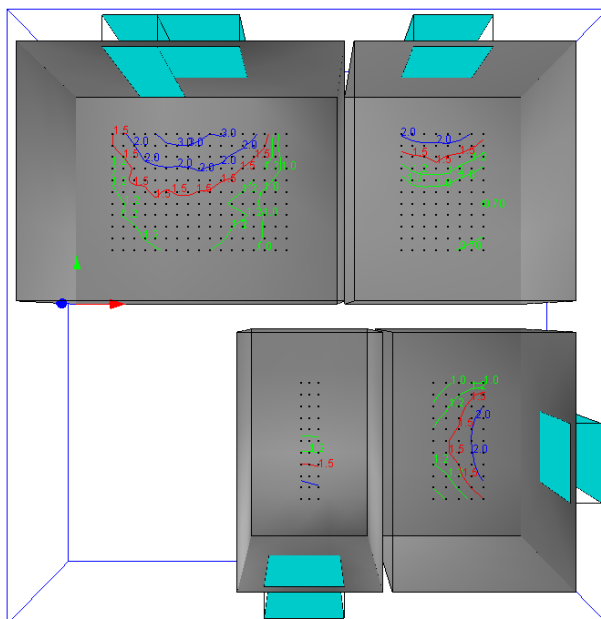
- 51 cm pro stávající stav, bez zateplení
- 63 cm pro použitou zateplovací izolaci tloušťky 12 cm
- 65 cm pro použitou zateplovací izolaci tloušťky 14 cm
- 67 cm pro použitou zateplovací izolaci tloušťky 16 cm

Ukázalo se, že vliv narůstající tloušťky zateplovací hmoty již není tak významný. Rozdíly se ukázaly právě až při počítání činitele denní osvětlenosti se zaokrouhlením na tři desetinná místa. Na tomto místě bych chtěl poděkovat autorovi použitého výpočetního programu za poskytnutí patřičně upravené verze SW, která tento nestandardní postup umožnila.

Porovnání výsledků výpočtů v grafickém 3D zobrazení s izofotami

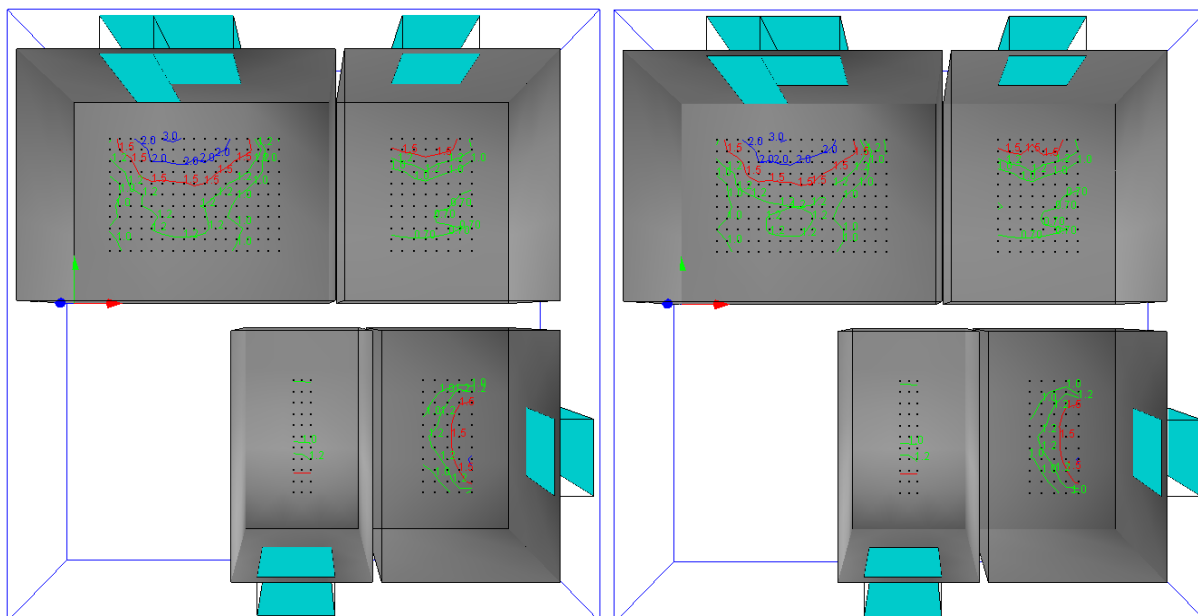
dřevěná okna, bez zateplení

po výměně oken a zateplení + 12 cm

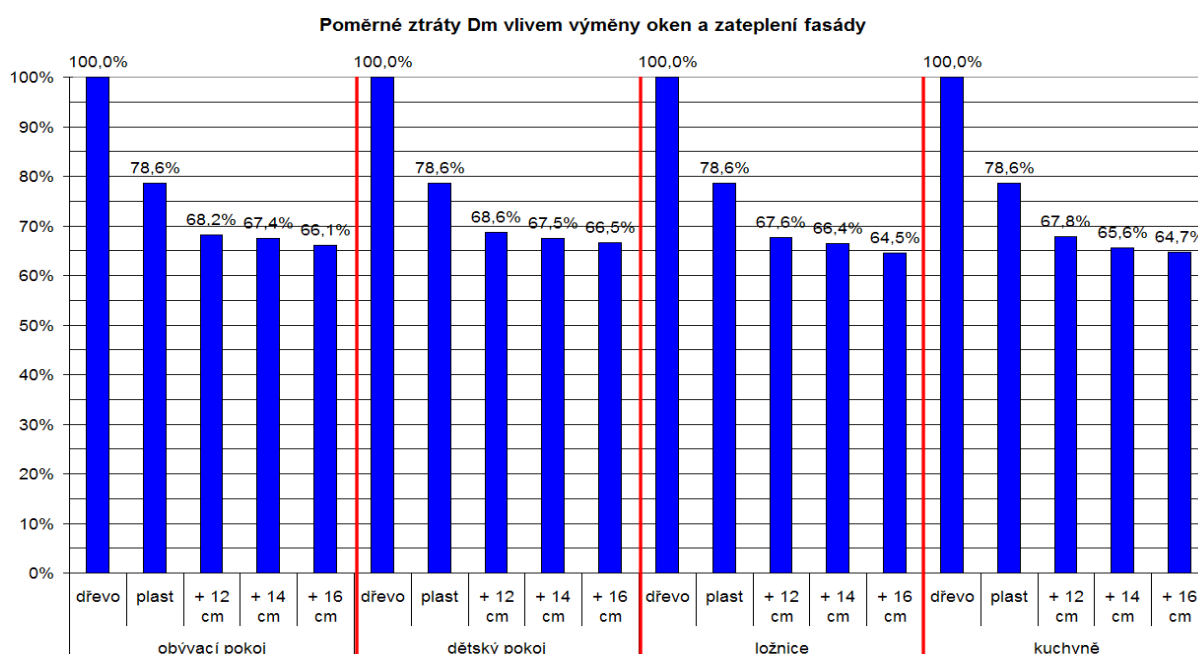


po výměně oken a zateplení + 14 cm

po výměně oken a zateplení + 16 cm



Porovnání výsledků výpočtů v grafickém zobrazení



Závěrem

Z předchozích výsledků je patrné, že výměna starých dřevěných oken za nová okna plastová, se projeví znatelným úbytkem denního světla v místnosti. Taktéž zateplení obvodového pláště povede k citelnému zhoršení denního osvětlení. Jaká bude tloušťka použitého materiálu, již není tolik důležité.

Při zateplování je nutné dodržet příslušné předpisy, aby vynaložené prostředky minimalizovaly tepelné ztráty. Spolumajitelé bytových domů často požadují maximální tloušťku izolace, aby dosáhli nejlepšího efektu. Na denní světlo se velké ohledy zpravidla neberou. V domě, kterého se tento příspěvek týká, žije několik rodin, kterým na denním světle záleží. Diskuse na shromáždění byla vcelku bouřlivá. Nakonec po dlouhé diskusi byla odsouhlasena izolace 16 cm na štítech a 14 cm na průčelích domu. Dohadování místy připomínalo situaci v sále Poslanecké sněmovny. Kompromis se nerodil lehce.

Při své přednášce odprezentuji další podrobnosti, chybět nebudou ani fotografie domu s již postaveným lešením. Pokud půjdou práce dostatečně rychle, tak možná uvidíte i obrázky již dokončeného díla.

Způsoby hodnocení denního osvětlení

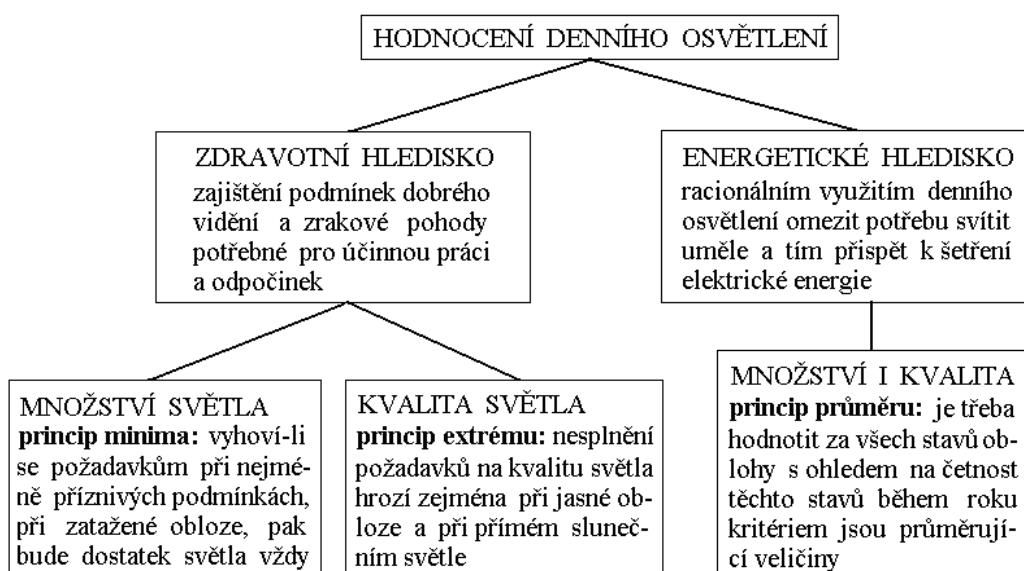
Jan Kaňka. doc. Ing. Ph.D.

katedra konstrukcí pozemních staveb, stavební fakulta ČVUT v Praze

1. Úvod

Samozřejmým důvodem pro hodnocení denního osvětlení je starost o zdraví uživatelů budov. Vždyť vlastním smyslem jakéhokoli osvětlování je zajištění zdravých podmínek pro dobré vidění a zajištění zrakové pohody potřebné pro účinnou práci a odpočinek. Ze zdravotního hlediska je ale třeba hodnotit nejen množství světla, ale i jeho kvalitu: rovnoměrnost osvětlení, směr a složení světelného toku, který osvětluje pracoviště, rozložení jasu v zorném poli a vyloučení jevů zhoršujících zrakovou pohodu tj. zejména oslnění a siluetového efektu. V důsledku energetických krizí a vlivem poznaného negativního dopadu spotřeby energie na globální životní prostředí se v posledních desetiletích stalo hodnocení energetické bilance jedním z hlavních sledovaných parametrů kvality budov. Oprávněná je proto i tendence hodnotit denní osvětlení z hlediska jeho role v této energetické bilanci. V současné době tak existují tři důvody hodnocení denního osvětlení v budovách [3].

- 1) množství denního světla
- 2) kvalita denního světla
- 3) příspěvek denního světla v energetické bilanci



2. Hodnocení množství denního světla – princíp minima

Pro hodnocení *množství* denního světla se používá zatažená obloha v zimě (CIE 1:3), která je ideálním modelem, který sotva kdy může být překonán. Stejně jako u jiných faktorů ovlivňujících životní prostředí v budovách a zdraví lidí (a hodnocených orgány preventivního zdravotního dozoru) se tu uplatňuje *princíp minima*. Jestliže místnost nebo pracoviště vyhoví požadavkům v nejméně příznivých podmínkách, jaké mohou nastat, má se za to, že pak vyhoví i při situaci jakékoli jiné. Obloha CIE 1:3 zde představuje právě ty nejméně příznivé podmínky, které je třeba při hodnocení nastavit. Spolu s možností použít jako kritéria činitel denní osvětlenosti D [%], tedy relativní veličinu, má tento způsob hodnocení tu významnou přednost, že lze dodržení limitů kontrolovat v existujících budovách měřeními.

3. Hodnocení kvality denního světla – princíp extrému

S hodnocením *kvality* denního osvětlení vždy byla a je potíž. Uplatňuje se zde *princíp extrému*. Kvalita denního osvětlení totiž bývá zpravidla narušena při jiných stavech oblohy, než je obloha zatažená, zejména při jasné obloze a při přímém slunečním světle. A místnost osvětlená přímým slunečním světlem je místností, která je denním světlem osvětlená extrémně. Zdroje umělého osvětlení mají stabilní polohu a relativně stabilní jsou i jejich

fotometrické charakteristiky. Proto při hodnocení umělého osvětlení mohou být více než v osvětlení denním používána kritéria hodnotící kvalitu. Hodnocení kvality denního osvětlení se jeví jako věc potřebná minimálně pro školy a pracoviště s náročnými zrakovými činnostmi. Také se často vyskytují stížnosti na oslnění odrazem slunečních paprsků od lesklých ploch (plechových střech, velkých oken a světlíků). Pro správné hodnocení míry obtěžování oslněním v těchto případech nestačí posuzovat jen model oblohy CIE 1:3. Je nutno počítat i s jinými typy obloh a přihlídnout i k četnosti jejich výskytu v době, kdy k odrazu slunečních paprsků směrem ke stěžovateli dochází [1].

4. Hodnocení energetického významu denního světla – princip průměru

Energetické hodnocení musí přihlížet nejen ke stavu oblohy jako zdroje denního světla, ale i k četnosti výskytu těchto stavů během roku. Uplatňuje se zde *princip průměru*, protože jako kritéria jsou pro hodnocení voleny veličiny průměrující, ať už se jedná o čistý průměr nebo medián. Ve skutečnosti však změny oblohy během dne i roku probíhají nepravidelně a nikdy se neopakují stejným způsobem. Hodnoty průměrujících kritérií tak nemohou být ověřeny měřeními.

Komplikace však nespočívá jen v e zdroji světla, ale vyskytuje se i v místě jeho příjmu. Pro zajištění přiměřené zrakové pohody uživatelů budov totiž nestačí jen zajistit potřebné množství denního světla, které tak může nahradit světlo umělé. Potřebná je i kvalita osvětlení, mimo jiné jeho rovnoměrnost, v daném vnitřním prostoru budovy nebo v jeho funkčně vymezené části. Závady v rovnoměrnosti denního osvětlení se nejvíce vyskytují u osvětlení sdruženého a opět při přímém slunečním světle. Právě při vysokých hodnotách denní osvětlenosti v exteriéru je poměr mezi osvětlenostmi u okna a v hloubce místnosti nepříznivě velký. Potřebnou rovnoměrnost pak lze zajistit buď přisvětlením v hloubce interiéru umělým světlem (paradox: čím více denního světla vstupuje do místnosti, tím větší je potřeba svítit uměle [2]) nebo stíněním a směřováním denního světla žaluziemi, závěsy, roletami apod. Jako nejvíce vhodné se jeví systémy pohyblivé, které umožňují uživatelům individuální regulaci množství i kvality osvětlení podle jejich okamžitých potřeb. Avšak pozor. Jsou si skutečně všichni uživatelé v dostatečné míře svých potřeb vědomi? Jsou v neustále se měnících podmínkách venkovní osvětlenosti vždy ochotni a schopni věnovat dostatečnou pozornost a čas regulaci osvětlení svých pracovišť? Moje zkušenost je taková, že řada pracovišť má zatažené žaluzie po celý den za současného svícení umělým světlem, což je nejen energeticky nevýhodné, ale i nezdravé. V poslední době se proto přikládá stále větší význam inteligentním systémům budov, které na základě průběžné kontroly osvětlení pomocí čidel samy provádějí tuto regulaci co nejúspornějším způsobem tj. tak, aby se zachovala přiměřená kvalita osvětlení při využití co největšího množství denního světla. V takové regulaci by nemělo jít jenom o zrakovou pohodu, ale i o zachování teplotní stability vnitřního prostoru tak, aby se omezila spotřeba energie na vytápění v chladných obdobích roku a na chlazení v letních měsících. Vysoce sofistikované systémy automatické regulace přístupu denního světla a umělého slunečního záření do interiéru budov jsou v dnešní době realizovatelné. Dovoluji si tvrdit, že bez takové automatické regulace je šetření energie denním osvětlením v budovách nemožné.

5. Závěr

V současné době existují tři rozdílné způsoby hodnocení denního osvětlení v budovách. Každý z těchto způsobů má svá specifika a své vlastní přístupy k problému a jeden nemůže nahradit druhý. Vývoj metody pro hodnocení množství denního světla v budovách je ukončen a metodika se již mnoho desetiletí s úspěchem používá v praxi. Ve vývoji metod hodnocení kvality a energetické úlohy denního osvětlení jsme stále spíše na začátku cesty a zdá se, že před námi je v této věci ještě mnoho práce.

Literatura

- [1] Darula, S: Zdroje denního světla, stavebná fakulta Slovenské technické univerzity 2012
- [2] Kaňka, J: Hodné a zlé denní světlo, Světlo 1/2013 ISSN 1212-0812
- [3] Kaňka, J: Význam zatažené oblohy pro denní osvětlení, Světlo 2/2013 ISSN 1212-0812

Osvětlení v pasivním domě s chytrou elektroinstalací

Iveta, Skotnicová, Ing., Ph.D.¹⁾, Ivo Košťál²⁾

¹⁾ Katedra prostředí staveb a TZB, Fakulta stavební VŠB-TU Ostrava,
iveta.skotnicova@vsb.cz,

²⁾ Siemens, s.r.o. Sektor Infrastructure & Cities, Divize Building Technologies, (Obchodní) úsek Building Automation, IC BT BAU, Siemensova 1, 155 00 Praha 13, Česká republika,
ivo.kostal@siemens.com

Příspěvek popisuje návrh a řešení denního a umělého osvětlení v objektu Výzkumného a inovačního centra Moravskoslezského dřevařského klastru (MSDK) v areálu Fakulty stavební VŠB-TU Ostrava. Jedná se o experimentální dřevostavbu v pasivním standardu s inteligentní elektroinstalací. Příspěvek seznamuje s praktickými zkušenostmi z realizace a provozu tohoto objektu.

Výzkumné a inovační centrum Moravskoslezského dřevařského klastru (MSDK)

Experimentální dřevostavba v pasivním standardu je navržena jako nepodsklepená dvoupodlažní budova s pultovou střechou se sklonem 15°. Z konstrukčního hlediska se jedná o montovaný dům na bázi lehké prefabrikace dřeva (obr.1). Centrum funguje jako názorný vzdělávací a výzkumný nástroj pro studenty a pedagogy FAST VŠB-TU Ostrava a školící středisko členů Moravskoslezského dřevařského klastru.

V objektu je nainstalováno několik druhů tepelných zdrojů (elektrokotel, tepelné čerpadlo, plynový kotel, kotel na peletky, solární kolektor) a systémů vytápění (obr.2), výměna vzduchu je řešena jako nucené větrání s rekuperací. Všechny zdroje a systémy jsou řízeny a regulovány nadřazeným systémem KNX (regulace zdrojů tepla, chladu a větrání objektu, řízení osvětlení, ovládání žaluzií, vypínání zásuvkových okruhů, přenášení informací o stavu zabezpečení objektu). Celá budova je také vybavena řadou měřících senzorů a datalogerů pro dlouhodobé monitorování tepelně-vlhkostních vlastností obvodového pláště dřevostavby, tepelného chování zeminy v podzákladí, sledování energetické náročnosti budovy.



• Obrázek 1: Školící a výzkumné centrum MSDK



Obrázek 2: Tepelné zdroje

Denní osvětlení místností

Dispozice místností a umístění okenních otvorů vycházelo z původního projektu rodinného domu. Současné využití místností experimentálního objektu odpovídá jeho účelu – v přízemí se nachází jedna velká místnost využívána jako laboratoř a školící prostor, v 1. patře jsou dvě menší učebny a jedna kancelář (bez trvalého pobytu). V Tab. 1 jsou uvedeny vypočtené hodnoty činitele denní osvětlenosti [1] pro jednotlivé místnosti.

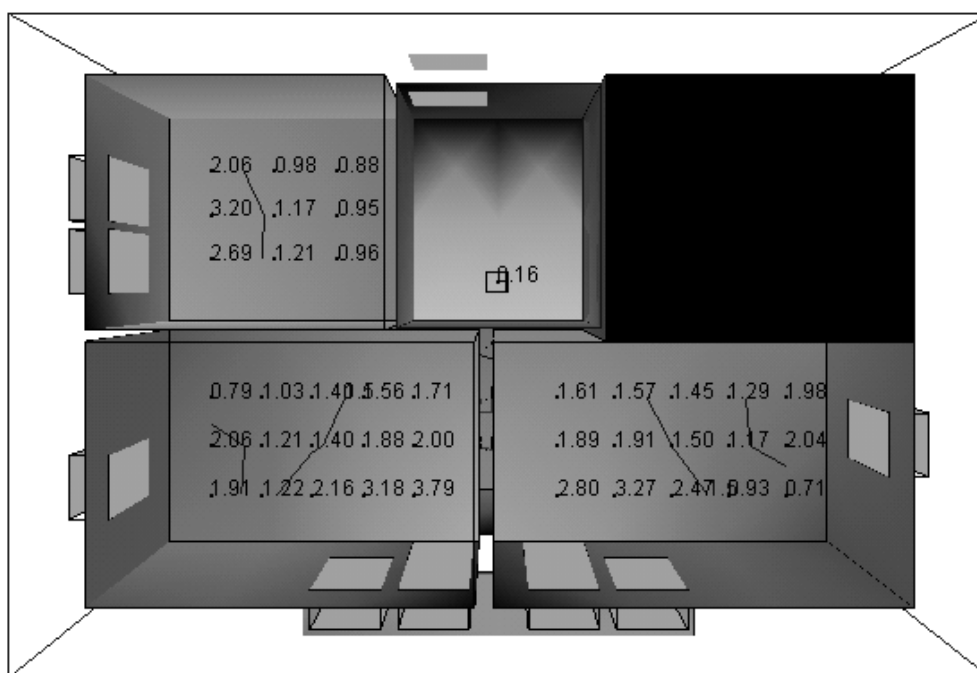
KURZ OSVĚTLOVACÍ TECHNIKY XXX

Výpočet byl proveden pomocí programu WDLS (Obr. 2) pro dvě varianty venkovního zastínění. První varianta bez vlivu zastínění, druhá varianta s vlivem zastínění nové sousední budovy situované na západní straně experimentálního objektu.

Č. místnosti	Místnost	Činitel denní osvětlenosti		Vyhodnocení
		Vypočtená hodnota D_{min} [%]	Normová hodnota D_N [%]	
1. varianta bez venkovního zastínění				
106	laboratoř	1,0	1,5	VFVČ
203	učebna	0,8	1,5	VFVČ
204	učebna	0,7	1,5	VFVČ
202	kancelář	0,6	1,5	VFVČ
2. varianta s venkovním zastíněním				
106	laboratoř	0,6	1,5	VFVČ
203	učebna	0,8	1,5	VFVČ
204	učebna	0,7	1,5	VFVČ
202	kancelář	0,9	1,5	VFVČ

• Tabulka 1: Výpočet činitele denní osvětlenosti D_{min} v posuzovaných místnostech

Poznámka: VFVČ – vyhovuje ve funkčně vymezené části místnosti



• Obrázek 3: Výpočet činitele denní osvětlenosti programem WDLS ve 2. NP experimentální dřevostavby

Jak je patrné z uvedených hodnot, ani jedna z hodnocených místností v obou variantách nevyhovuje na denní osvětlení v celé ploše, pouze ve funkčně vymezené části místnosti ohraničené izofotou s hodnotu 1,5%. Ve zbývajících částech místnosti je navrženo sružené osvětlení, řízené inteligentním systémem KNX.

Pro výukové účely a pro ukázkou možných systémů denního osvětlení je v objektu ve 2.NP v části schodišťového prostoru a chodby zabudovaný světlovod typu Velux. Světlovod má tubus délky 900 mm a průměr tubusu 350 mm. Výpočtem dle [1] se dá stanovit přímá oblohová složka činitele denní osvětlenosti v místě pod difuzorem v úrovni podlahy chodby.

Činitel denní osvětlenosti D_0 [-] středu horní plochy difuzoru se stanoví dle [2] podle vztahu 1:

$$D_d = 1 - \frac{1 - \rho}{7} \left\{ 3 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\rho^n}{(2n+1)^2 b + 1} + 4 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\rho^n}{[(2n+1)^2 b + 1]^{3/2}} \right\} \quad (1)$$

kde $b = \left(\frac{r}{l}\right)^2 = \left(\frac{0,175}{0,9}\right)^2 = 0,038$, r je poloměr světlovodu a l jeho délka [m]

$$D_d = 1 - \frac{1 - 0,95}{7} (3 \cdot 2,2869 + 4 \cdot 1,3995) = 0,911 = 91,1\%$$

Stanovenou hodnotu D_d je nutné přenásobit činitelem světelné propustnosti vnějšího zasklení (tvrzené sklo) $\tau_s = 0,90$ (směrovou propustnost je možné zanedbat) a činitelem znečištění na vnější straně $\tau_{ze} = 0,63$ (pro sklon zasklení 15%). Dále je nutné vzít v úvahu ztrátu světla na ohyb tubusu (cca 10%).

$$D_d = 91,1 \cdot 0,9 \cdot 0,63 \cdot 0,9 = 46,5\%$$

Difusor má vlastnosti mletého skla s činitelem světelné propustnosti $\tau_s = 0,80$ a činitelem znečištění na vnitřní straně $\tau_{zi} = 0,95$. Činitel jasu difusoru k_d [-] směrem do posuzované místnosti:

$$k_d = D_d \tau_s \tau_{zi} = 46,5 \cdot 0,8 \cdot 0,95 = 35,3\% = 0,353$$

Činitel denní osvětlenosti D_M roviny podlahy v ose světlovodu se odvodí ze vztahu 2:

$$D_M = \frac{k_d r^2}{h^2 + r^2} 100\% = \frac{0,353 \cdot 0,175^2}{2,50^2 + 0,175^2} 100\% = 0,17\% \quad (2)$$



• Obrázek 4: Světlovod značky Velux



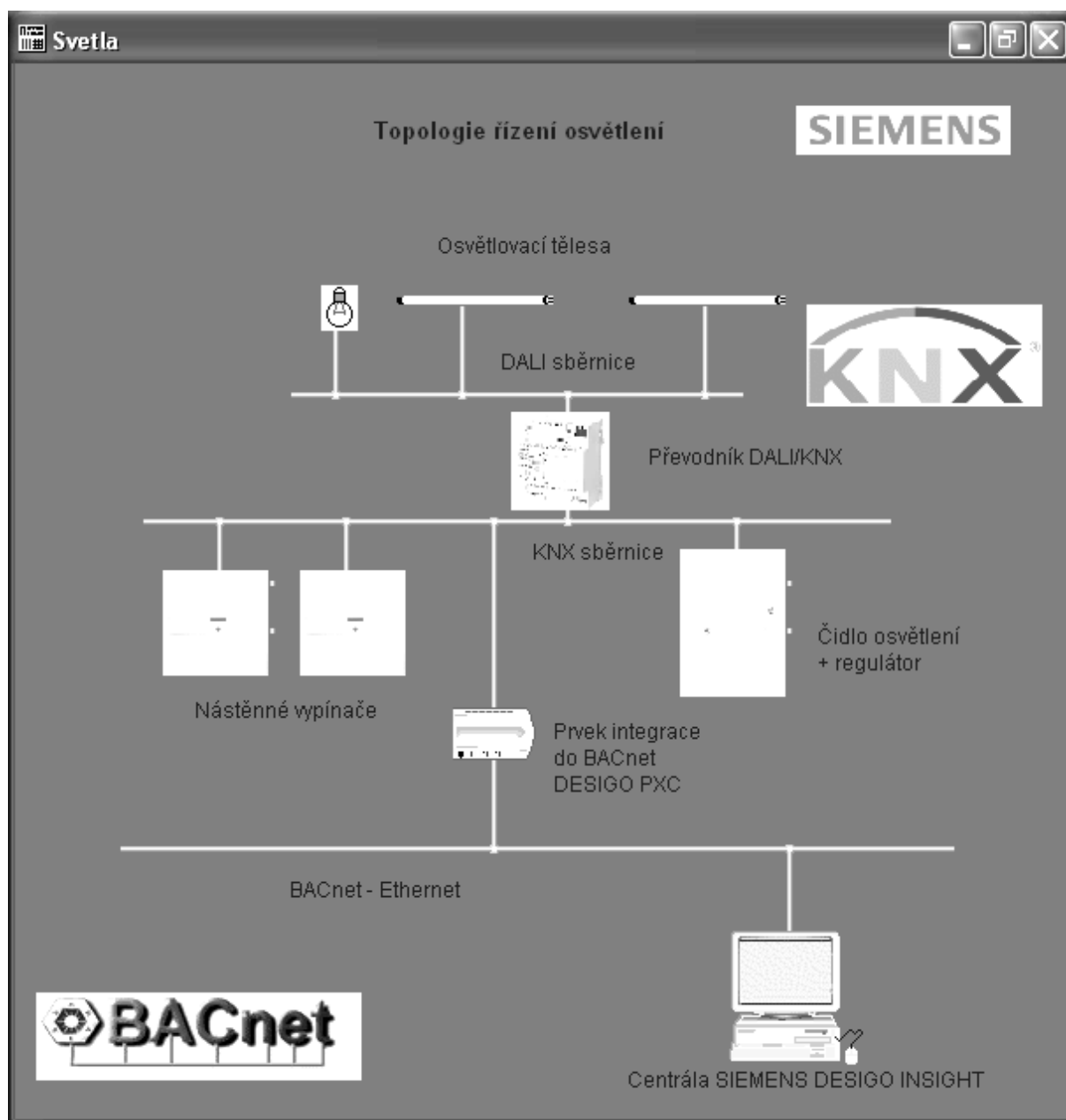
Obrázek 5: Umístění světlovodu ve 2. NP

Na Obr. 5 na stropě je vidět rovněž kombinovaný detektor přítomnosti, pohybu a jasu UP 258, který je použit v prostorách chodby a sociálních zařízení k regulaci vnitřního osvětlení.

Inteligentní řízení umělého a sdruženého osvětlení

Pro řízení osvětlení budovy byly použity zářivkové tělesa, která jsou vybavena komunikačními převodníky DALI a řídicí systém GAMA a DESIGO firmy Siemens, které zde využívají tři standardy digitální komunikace: DALI - standard pro komunikaci mezi osvětlovacími prvky a řídicími členy, KNX - standard pro komunikaci mezi řídicími členy systému GAMA, BACnet - standard pro komunikaci mezi prvky systému řízení budov DESIGO.

Každá místnost je osazena jedním v případě větší místnosti dvěma snímači intenzity osvětlení (5WG1 255) s integrovaným regulátorem. Tento regulátor přijímá pomocí komunikační sběrnice požadavek na zapnutí osvětlení a jeho intenzitu v luxech. V závislosti na požadované a aktuální hodnotě osvětlení pak vyšle na komunikační převodník KNX/DALI (5WG1 141) požadovaný výkon svítidel v procentech, který je dále korigován v závislosti na intenzitě vnějšího osvětlení a dalších aspektech. Převodník KNX/DALI obsahuje adresní tabulku jednotlivých osvětlovacích těles, čímž je určeno které tělesa mají reagovat na povel daného regulátoru či vypínače.



• Obrázek 5: Topologie řízení osvětlení v experimentální dřevostavbě

V našem případě je osvětlení spouštěno podnětem z nástěnného přepínače. Výběr přepínače a jeho funkce je dána adresací a parametry na komunikaci KNX. Po krátkém stlačení kolébkového tlačítka na přepínači

KURZ OSVĚTLOVACÍ TECHNIKY XXX

směrem nahoru jsou světla plynule rozsvěcována až do intenzity, která je požadovaná pro danou situaci z řídicího systému DESIGO INSIGHT. Pokud bude tlačítko opakovaně stlačováno směrem nahoru nebo dolů bude intenzita osvětlení upravována manuálním zásahem dle požadavku uživatele. Opětovný přechod do automatické regulace bude proveden dlouhým stiskem tlačítka dolů čímž bude osvětlení vypnuto a krátkým stiskem nahoru pro zapnutí do automatického režimu. Nutno podotknout, že způsob ovládání je volně programovatelný a je tedy závislý na požadavcích uživatele.

Použitím systému řízení budov DESIGO lze pomocí časových programů nastavovat v jednotlivých místnostech různé typy scén, které vyžadují různou intenzitu osvětlení s tím, že do řízení může být zahrnuto i ovládání okenních žaluzií.

Pro regulaci osvětlení je zásadní vliv přímého slunečního svitu, jehož odlesky nejen znemožňují čtení, ale také přímo ovlivňují teplotu v místnostech. Pomocí meteorologické stanice AP 257/22 s GPS přijímačem pro synchronizaci času, která podle času a intenzity slunečního svitu dopočítá aktuální polohu slunce na obloze, lze automaticky ovládat žaluzie a lamely, měřit intenzitu slunečního záření, teplotu, rychlost větru a detekovat srážky. Lamely u žaluzií jsou natočeny tak, aby vpustily do místnosti optimální množství nepřímého světla a zabránily vniknutí přímého slunečního svitu. Na základě získaných informací a z nastavených limitních hodnot lze vytvářet přímo v meteorologické stanici základní logické operace mezi jejími jednotlivými objekty - například, že do určité limitní rychlosti větru a ve zvoleném rozsahu intenzity světla mají žaluzie zůstat zatažené.

Závěr

Zkušenosti s řízenou elektroinstalací v experimentálním objektu MSDK za první rok provozu ukázaly, že jenom dobře navržený projekt nestačí k tomu, aby systém fungoval bezchybně. Bylo nutné ještě doladit navržený systém přesně na míru potřeb uživatelů a provozu objektu.

Poděkování

Příspěvek byl vytvořen za finanční podpory Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu ČR v rámci projektu OPVK pod názvem: „Tvorba a internacionalizace špičkových vědeckých týmů a zvyšování jejich excelence na Fakultě stavební“, číslo projektu CZ.1.07/2.3.00/20.0013.

Literatura a odkazy

- [1] ČSN 73 0580. Denní osvětlení budov - Část 1 : Základní požadavky. Praha : Český normalizační institut, 2007, změna Z1/2011.
- [2] KANKA, J. Příklad výpočtu činitele denní osvětlenosti na vodorovné pracovní rovině pod difuzorem světlovodu při zatažené obloze v zimě (obloze CIE) podle ČSN 730580-1. Dostupné na: http://www.svetloplus.cz/doc/Priklad_vypoctu_D_pod_svetlovodem.pdf.
- [3] HORNA, J. Právě tolik světla, kolik je třeba. *Elektro*, 2012, roč. 22, č.4, s. 34-36. ISSN 1210-0889.

Vplyv smerovej chyby luxmetrov pri verifikácií osvetľovacích sústav

Dubnička Roman Mgr., Smola Alfonz prof. Ing. PhD., Rusnák Anton Ing., Grinaj Lukáš Ing.

Slovenská Technická Univerzita v Bratislave, Fakulta elektrotechniky a informatiky,
Ústav elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky,

roman.dubnicka@stuba.sk, alfonz.smola@stuba.sk, anton.rusnak@stuba.sk, lukas.grinaj@stuba.sk

Úvod

Luxmetre sú prístroje, ktoré sa používajú pre fotometrické merania intenzity osvetlenia. Sú široko používané pri rôznych fotometrických meraniach a za rôznych podmienok. Mimo laboratórných podmienok sú luxmetre taktiež používané pri verifikácií osvetľovacích sústav v pracovných priestoroch (vnútorných alebo vonkajších), čo sa vyžaduje v niektorých štátoch (napr. Slovensko, Česko, Taliansko atď.) ako povinné merania pre hygienu, čím sa preukazuje zhoda fotometrických vlastností s legislatívnymi alebo normatívnymi predpismi napr. STN EN 12464-1 pre osvetlenie vnútorných pracovísk. Tento článok sa venuje problematike používania luxmetrov z pohľadu vplyvu smerovej chyby luxmetrov pre horizontálnu osvetlenosť ako jednej z chýb, ktorá môže negatívne ovplyvniť výsledok celkového merania pri verifikácií osvetľovacích sústav.

Verifikácia osvetľovacích sústav

Pri verifikácií osvetľovacích sústav sa vykonávajú merania priamo v priestore realizácie osvetľovacej sústavy vo vnútorných alebo vonkajších priestoroch s pohybom ľudí, ktorí sa na pracovisku nachádzajú. Pre dobrý výkon no najmä pre tzv. svetelnú pohodu pracovníkov v pracovnom prostredí je nutné zabezpečiť dobré svetelné podmienky, ktoré sú definované v legislatívnych alebo normatívnych predpisoch a líšia sa podľa povahy aká pracovná činnosť sa v tom či onom priestore vykonáva. Pri verifikácií osvetľovacích sústav je po realizácii vykonať aj meranie fotometrických parametrov, ktoré definujú vhodnosť svetelných podmienok pre ľudí pohybujúcich sa v pracovnom priestore od ktorých závisí nielen zdravie pracovníkov ale aj bezpečnosť práce pri práci. Meraniami sa zisťujú fotometrické parametre akými sú najmä priemerná udržiavaná osvetlenosť na pracovnej rovine a rovnomernosť osvetlenia na pracovnej rovine vo vymedzenej sieti meracích bodov. Samozrejme pri realizácii osvetľovacej sústavy musia byť dodržané aj iné faktory ako zabráneniu nežiadúcemu oslneniu hodnotenú metódou UGR pre vnútorné osvetľovacie sústavy z hľadiska jasových pomerov bežného pohľadu pracovníka na pracovnom mieste, či náhradná teploty chromatickosti T_{cc} svetelných zdrojov inštalovaných do svietidiel čiže kolorimetrické vlastnosti osvetľovacích sústav a pod. čo je však nad rámec tohto článku. Pozornosť bude venovaná používaniu luxmetrov pre horizontálnu osvetlenosť pre určenie udržiavanej osvetlenosti

$$\bar{E}_m = \frac{E_1 + E_2 + \dots + E_n}{n} \cdot MF \quad (\text{lX}) \quad (1)$$

kde

\bar{E}_m	je udržiavaná intenzita osvetlenia na porovnávacjej rovine
$E_1, E_2 \dots E_n$	sú intenzity osvetlenia v jednotlivých meracích bodoch siete
n	je počet meracích bodov na porovnávacjej rovine
MF	je udržiavací činiteľ vypočítaný pre osvetľovaciu sústavu

a rovnomernosti osvetlenia podľa nasledujúceho vzťahu

$$r = \frac{\bar{E}_m}{E_{\min}} (lx) \quad (2)$$

kde

\bar{E}_m je udržiavaná intenzita osvetlenia na porovnávacjej rovine
 E_{\min} je minimálna hodnota intenzity osvetlenia v bode meracej siete

Presnosť nameraných hodnôt a následne z nich vypočítané hodnoty zo vzťahov (1) a (2) závisia od použitého luxmetra pre horizontálnu osvetlenosť [2]. Nepresnosti, ktorých sa môže používateľ dopustiť závisia od jeho vlastností, ktorými možno charakterizovať kvalitatívne parametre týchto zariadení. Podľa dokumentu CIE [1] bol určený súbor kvalitatívnych parametrov označených od f_1' až po f_{11} , podľa ktorých možno charakterizovať rôzne vlastnosti luxmetrov. Keďže prax ukázala pri meraniach že najväčším zdrojom chýb pri meraní je spôsobených spektrálnym prispôbením čo predstavuje kvalitatívny index f_1' a smerová chyba f_2 . Spektrálna chyba je pri znalosti spektra svetelných zdrojov použitých v osvetľovacej sústave sa dá jednoduchým vzťahom popísaným v CIE dokumente o kvalitatívnych parametrov luxmetrov korigovať. Avšak smerová chyba f_2 smerovú chybu je v mnohých prípadoch obtiažné korigovať, pretože svetlo dopadajúce na fotometrickú hlavicu luxmetra je často zložené z priamej a difúznej zložky čo v praxi je niekedy nemožno určiť. Preto cieľom práce bolo vykonať aspoň predbežné výsledky meraní luxmetrami pri ktorých boli zavedené všetky možné korekcie pre známe svetelné zdroje a známe osvetľovacie sústavy a zároveň boli charakterizované smerové chyby f_2 testovaných luxmetrov. Výsledkom práce by malo byť kvantitatívne vyjadrenie presnosti merania pri použití luxmetra v závislosti od použitého luxmetra s ohľadom na jeho smerovú chybu f_2 . Tieto prvé merania a analýzy sú uvedené v nasledujúcej časti s následnou diskusiou uvedenou v závere, čo je potrebné urobiť do budúcnosti pre vyvarovania sa možných chýb pri praktických meraniach luxmetrami a možnosť sa rozhodnúť užívateľovi pri voľbe vhodného meracieho zariadenia.

Vplyv smerovej chyby f_2 luxmetra na výsledok merania

Ako každý merací prístroj aj luxmeter sa vyznačuje svojou nedokonalosťou pri praktických meraniach a nie je ním možné merať presne ako sa v niektorých prípadoch ľudia mylne domnievajú, čím považujú hodnotu indikovanú luxmetrom za „správnu“. Výsledok z merania je vždy ovplyvnený či už predvídateľnými tzv. systematickými alebo nepredpovedateľnými tzv. náhodnými vplyvmi. Takto vznikajú pri meraniach systematické a náhodné chyby, ktoré spôsobujú odchýlky výsledku merania od teoretického výsledku za predpokladu ideálneho meracieho prístroja bez žiadnych chýb tzv. skutočnej hodnoty. Pri systematických chybách je možno výsledok čiastočne korigovať buď korekciou alebo korekčným činiteľom, čo pri náhodných chybách nie je možné. Pri luxmetroch sa vyskytuje viacero chýb ako už bolo popísané v predchádzajúcej časti, ktoré môžu výrazne ovplyvniť výsledok merania. V tejto časti bude analyzovaná smerová chyba luxmetra a jej možný vplyv na výsledok merania v praxi pri verifikácií osvetľovacích sústav. Smerová chyba podľa dokumentu CIE [1] pre meranie luxmetrom možno určiť podľa vzťahov

$$f_2 = \frac{1}{4} \sum_{j=0}^3 f_2(\varphi = j \frac{\pi}{2})$$

pričom

$$f_2(\varphi) = \int_0^{80^\circ \frac{\pi}{180}} |f_2(\varepsilon, \varphi)| \cdot \sin(2\varepsilon) d\varepsilon \quad (3)$$

$$f_2(\varepsilon, \varphi) = \frac{Y(\varepsilon, \varphi)}{Y(0, \varphi)} - 1$$

kde

ε	je uhol medzi normálou k ploche snímača a smerom dopadu
φ	je azimutálny uhol
Y	je signál luxmetra v lx
f_2	je smerová chyba luxmetra

Použité luxmetre pre analýzu smerovej chyby možno vidieť na obrázku 1.



• obrázok 1: použité luxmetre s rôznou smerovou chybou f_2

Pre každý typ luxmetra z obrázku 1 bola určená smerová chyba f_2 . Následne každý luxmeter bol použitý pri meraní vnútorných priestorov pre svetlo dopadajúce na snímač luxmetrov prevažne z kolmého smeru spolu s difúznou zložkou a ako druhý prípad boli charakterizované luxmetre použité pri meraní s prevažne svetlom dopadajúcim pod uhlom väčším ako cca 40° kde to bolo zabezpečené meraním denného svetla v miestnosti s bočnými osvetľovacími otvormi použitím referenčného luxmetra na porovnávacej rovine pre korigovanie premenlivosti osvetlenia na pracovnej rovine. Pri meraní boli zavedené všetky korekcie merania, kde luxmetre pred meraním boli riadne metrologické charakterizované. Do výsledkov merania boli zahrnuté taktiež korekcie, ktoré vyplývali zo systematických chýb jednotlivých luxmetrov ako napr. korekciu na linearitu fotometrickej stupnice a pod. pričom do výsledku merania veľkou mierou bola zahrnutá len smerová chyba f_2 jednotlivých snímačov luxmetrov.

Výsledky merania

V nasledujúcich tabuľkách je možné vidieť výsledky meraní použitých luxmetrov pre uvedené prípady popísaných vyššie. Vyhodnotené boli parametre v meracích bodoch na porovnávacej rovine definovanej určitou plochou. Meranie bolo vykonané pre každý luxmeter v tých istých meracích bodoch pre účel porovnania s tým, že v miestnosti s denným osvetlením bol použitý referenčný luxmeter pre korekciu nameraných hodnôt, ktoré mohli byť negatívne ovplyvnené premenlivosťou denného osvetlenia. Všetky hodnoty boli pri vyhodnocovaní vzťahnuté k referenčnej hodnote luxmetra s najpresnejšou realizáciou smerovej korekcie fotometrickej hlavice snímača hodnotený ako luxmeter s najmenšou smerovou chybou f_2 .

	Luxmeter č.1		Luxmeter č.2		Luxmeter č.3		Luxmeter č.4		Luxmeter č.5		Luxmeter č.6		Luxmeter č.7		Luxmeter č.8	
Smerová chyba	$f_2 = 1,52$ %		$f_2 = 2,61$ %		$f_2 = 2,80$ %		$f_2 = 2,82$ %		$f_2 = 2,94$ %		$f_2 = 3,44$ %		$f_2 = 3,90$ %		$f_2 = 6,90$ %	
Osvetľovacia sústava	E_m lx	r %	E_m lx	r %	E_m lx	r %	E_m lx	r %	E_m lx	r %	E_m lx	r %	E_m lx	r %	E_m lx	r %
Priame osvetlenie s difúznou zložkou	530	94	531	94	534	94	529	95	500	95	521	95	539	94	454	95
Bočné osvetlenie	337	66	328	65	338	64	347	65	301	65	353	64	355	65	437	66

• Tabuľka 1: výsledky meraní luxmetrami s rôznymi smerovými chybami

Z výsledkov meraní pre oba prípady osvetlenia je možné vidieť že namerané hodnoty sa menia v závislosti od smerovej chyby jednotlivých luxmetrov. Ako referenčná hodnota bola uvažovaná hodnota luxmetra č.1 t.j. luxmetra s najlepšou kosínovou korekciou v oboch prípadoch osvetlenia t.j. 530 lx pri priamom osvetlení s difúznou zložkou a 337 lx pre bočné osvetlenie. Relatívna rozšírená neistota merania pri meraní fotometrických parametrov pri uvážení normálneho rozdelenia s intervalom pokrytia $k = 2$ bola odhadnutá a pohybovala sa v intervale od 8,7% pre luxmeter č.1 až 14,1% pre luxmeter č.8.

Záver

V práci bol analyzovaný vplyv smerovej chyby luxmetrov pri praktických meraniach pre dva prípady osvetlenia snímačov luxmetrov, ktoré boli predmetom skúmania. Z predbežných výsledkov možno konštatovať, že vplyv smerovej závislosti je možné pozorovať na výsledky meraní. Táto závislosť sa z predbežných výsledkov nejaví ako lineárna a preto do budúcej práce je nutné vykonať také isté merania pre väčšiu štatistickú vzorku pre nájdenie závislosti resp. stanovenie koridoru, v ktorom možno chyby merania pre jednotlivé luxmetry s rôznymi smerovými chybami s nejakou pravdepodobnosťou predpokladať. Z krajných hodnôt však možno konštatovať čím väčšia je smerová chyba tým väčšia chyba pri meraní sa môže vyskytnúť čím je negatívne ovplyvnený výsledok merania a preto užívateľ by mal pristupovať k voľbe luxmetra s čo najväčšou pozornosťou podľa toho pre aký účel chce daný luxmeter užívateľ používať.

Pod'akovanie

This publication is the result of the project implementation:
Research centre of light and lighting technology, ITMS 26220220150,
supported by the Research & Development Operational Programme funded by ERDF.



Operačný program
VÝSKUM a VÝVOJ



Agentúra
Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR
pre štrukturálne fondy EÚ



Európska únia
Európsky fond regionálneho rozvoja

Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku/
Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ

Literatura a odkazy

- [1] CIE 2012. CIE DS 023/E:2012. Characterization of the Performance of Illuminance Meters and Luminance Meters. Vienna: CIE
- [2] OSA/AIP, Handbook of Photometry, Edited by Casimer DeCusatis, Chapter 1 (1997)
- [3] CEN 2012, EN 12464-1. Lighting of workplaces Part 1: Indoor workplaces. Brussels: CEN TC 169 Light and Lighting
- [4] GRUM F., BECHERER R. J., 1979 „Optical radiation measurements vol. 1: Radiometry,“ Academic Press: 1979

Etalón jasu pre kalibráciu fotometrickej stupnice jasomerov

Grinaj, Lukáš, Ing. ; Dubnička, Roman, Mgr. ; Smola, Alfonz, prof, Ing., PhD.
STU, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Ústav elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky,
lukas.grinaj@stuba.sk, roman.dubnicka@stuba.sk, alfonz.smola@stuba.sk

Úvod

Využitie etalónov sa ukázalo ako veľmi efektívne riešenie založené na medzinárodných skúsenostiach. veľa druhov etalónov a rozdeľujú sa na základe ich presnosti a oblasti ich využitia. Samostatnú kategóriu tvoria etalóny pre svetelnotechnické meranie, ktoré poskytujú nosnú informáciu pre rôzne fotometrické merania.

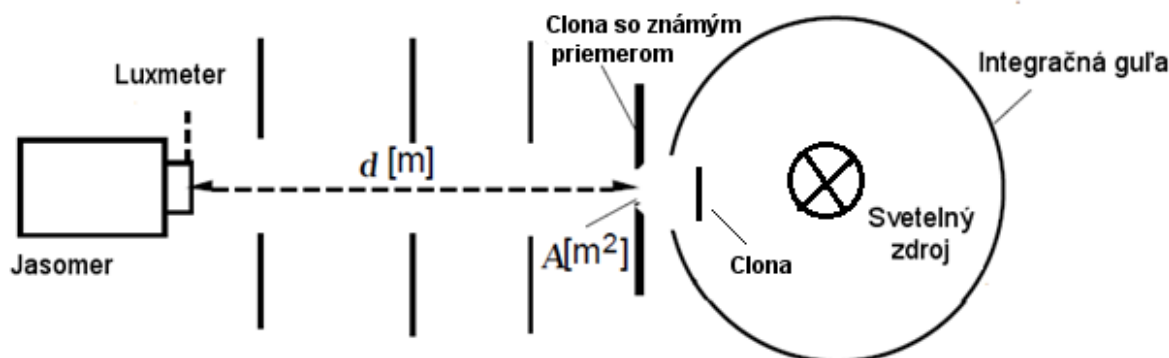
Etalón jasu pre kalibráciu fotometrickej stupnice jasomerov pomocou fotometrického integrátora

Etalón sa skladá z koľajničky, na ktorú sa pomocou vyrobených komponentov nasádzajú clony a luxmeter podľa obrázku (Obrázok 1). Otvory clôn v tvare kruhu boli vyrezané laserom s presnosťou 0,1 mm. Nameraním intenzity osvetlenia E z luxmetra, zmeranej vzdialenosti d od známej clony po šošovku luxmetra a z plochy A známej clony. Pomocou vzťahu (1) je možné určiť jas vyžarujúci z fotometrického integrátora a možno ho použiť na kalibráciu fotometrickej stupnice jasomerov.

$$L = k E \frac{d^2}{A} \quad (1)$$

kde, k je geometrický korekčný faktor závislý od polomeru presnej clony r_a , polomeru detektora luxmetra r_d a od vzdialenosti d medzi presnou clonou a detektorom luxmetra.

$$k = 1 + \left(\frac{r_a}{d}\right)^2 + \left(\frac{r_d}{d}\right)^2 \quad (2)$$



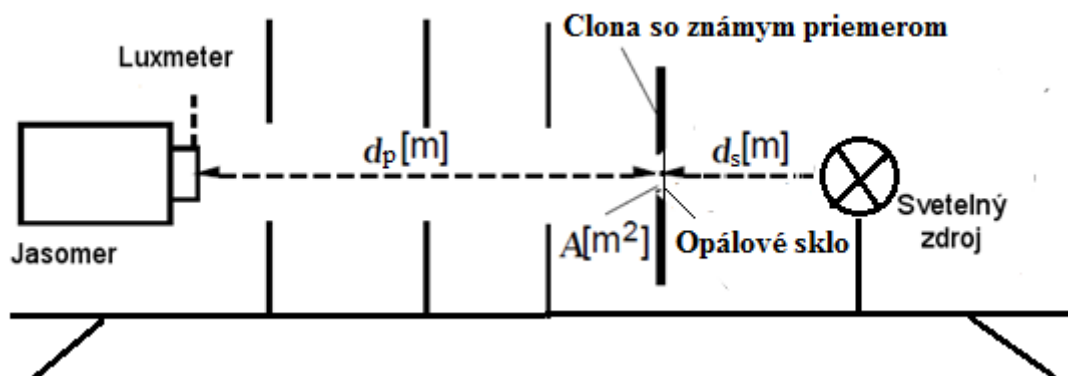
Obrázok 1: Schéma zostavenia etalónu jasu pomocou fotometrického integrátora



Obrázok 2: Zostavenie etalónu jasú pomocou fotometrického integrátora

Etalón jasú pre kalibráciu fotometrickej stupnice jasomerov pomocou fotometrickej lavice

Etalón je ako súčasť fotometrickej lavice a skladá sa z clony na ktorej je pripevnené opálové sklo. Opálové sklo sa približuje vlastnosťami k ideálnemu difúzorovi – lambertovskému zdroju. Pomocou vzťahu (6) je možné určiť jas plochy opálového skla a možno ho použiť na kalibráciu fotometrickej stupnice jasomerov.



Obrázok 3: Schéma zostavenia etalónu jasú pomocou fotometrickej lavice

$$q = \frac{k d_p E_0}{A E_0 A_0} \quad (3)$$

kde, k je geometrický korekčný faktor závislý od polomeru presnej clony r_a , polomeru detektora luxmetra r_d a o vzdialenosti d medzi presnou clonou a detektorom luxmetra.

$$k = 1 + \left(\frac{r_a}{d}\right)^2 + \left(\frac{r_d}{d}\right)^2 \quad (4)$$

$$q = \frac{L}{E_0} \quad (5)$$

$$L_V = q E_0 \quad (6)$$

Namerané a vypočítané hodnoty jasů

Meranie jasů vyžarujúceho z fotometrického integrátora

	60W	100W	200W
E(lx)	1,46	2,15	4,66
E _v (lx)	1,31	1,93	4,20
d(m)	0,82	0,83	0,87
r _a (m)	0,02	0,02	0,02
r _d (m)	0,004	0,004	0,004
namerané jasomerom LMT(cd/m ²)	680	1052	2530
namerané jasomerom Minolta(cd/m ²)	711	1075	2565

Tabuľka 1: Namerané hodnoty

	60W	100W	200W
A(m ²)	0,001256	0,001256	0,001256
k	1,00062	1,00060	1,00054
L(cd/m ²)	695,28	1059,60	2545,34
Odchýlka pre LMT(%)	2,2	0,72	0,6
Odchýlka pre MINOLTA(%)	2,26	1,45	0,77

Tabuľka 2: Vypočítané hodnoty

	200W	300W	500W
E(lx)	5,32	8,6	15,35
E _v (lx)	4,78	7,72	13,78
d(m)	0,817	0,817	0,817
r _a (m)	0,02	0,02	0,02
r _d (m)	0,004	0,004	0,004
namerané jasomerom LMT(cd/m ²)	2530	4090	7340
namerané jasomerom Minolta(cd/m ²)	2565	4185	7500

Tabuľka 3: Namerané hodnoty

	200W	300W	500W
A(m ²)	0,001256	0,001256	0,001256
k	1,00062	1,00062	1,00062
L(cd/m ²)	2540,46	4106,76	7330,10
Odchýlka pre LMT(%)	0,41	0,41	0,135
Odchýlka pre MINOLTA(%)	0,966	1,91	2,265

Tabuľka 4: Vypočítané hodnoty

Meranie jasů vyžarujúceho na fotometrickej lavici

ds(m)	0,3	0,3	0,47
dp(m)	0,65	0,45	0,34
ra(m)	0,04	0,04	0,04
rd(m)	0,004	0,004	0,004
E1(lx)	2,18	4,35	3,1
E0(lx)	1669,6	1679,26	685,2
Minolta(cd/m ²)	171	171	69,4
LMT(cd/m ²)	173	173	68,5

Tabuľka 5: Namerané hodnoty pre vyžarujúci jas pri použití 200W žiarovky

A(m ²)	0,005024	0,005024	0,005024
k	1,001	1,002	1,004
q	0,099	0,099	0,094
Lv(cd/m ²)	176,77	175,69	71,59
Odchýlka pre LMT(%)	2,14	1,53	2,8
Odchýlka pre MINOLTA(%)	3,27	2,67	3,46

Tabuľka 6: Vypočítané hodnoty pre vyžarujúci jas pri použití 200W žiarovky

Vzorový výpočet pre jas vyžarujúci na fotometrickej lavici pri použití 200W žiarovky

$$A = \pi \cdot r^2$$

$$A = \pi \cdot 0,04^2$$

$$A = 0,005024 \text{ m}^2$$

$$k = 1 + \left(\frac{r_{\text{obj}}}{d}\right)^2 + \left(\frac{r_{\text{obj}}}{d}\right)^2$$

$$k = 1 + \left(\frac{0,002}{0,034}\right)^2 + \left(\frac{0,004}{0,034}\right)^2$$

$$k = 1,0035986$$

$$q = \frac{h \cdot d^2 \cdot E_0}{A \cdot E_2 \cdot \Omega_2}$$

$$q = \frac{1,0035986 \cdot 0,034^2 \cdot 3,1}{0,005024 \cdot 685,2}$$

$$q = 0,094$$

$$L_V = q \cdot E_0$$

$$L_V = 0,094 \cdot 685,2$$

$$L_V = 64,41 \text{ cd/m}^2$$

Jasomerom LMT bol nameraný jas 68,5 cd/m². V porovnaní s vypočítanou hodnotou je odchýlka 2,8%. Jasomerom MINOLTA bol nameraný jas 69,4 cd/m². V porovnaní s vypočítanou hodnotou je odchýlka 3,46%.

Výpočet neistoty merania

Realizácia etalónu pomocou fotometrickeho integrátora

$$L = k E \frac{d^2}{A}$$

$$A = \pi r^2$$

$$C_{ra} = \frac{\partial L}{\partial r_a} = \left(1 + \left(\frac{1}{d^2}\right) 2r_a\right) + \left(\frac{r_a^2}{d^2}\right) E \frac{d^2}{\pi r^2}$$

$$C_{rd} = \frac{\partial L}{\partial r_d} = \left(1 + \left(\frac{r_d^2}{d^2}\right) + \left(\frac{1}{d^2}\right) 2r_d\right) E \frac{d^2}{\pi r^2}$$

$$C_d = \frac{\partial L}{\partial d} = \left(1 + \left(\frac{r_a^2}{1}\right) (-2)d^{-3}\right) + \left(\frac{r_d^2}{1}\right) (-2)d^{-3}\right) E \frac{2d}{\pi r^2}$$

$$C_E = \frac{\partial L}{\partial E} = \left(1 + \left(\frac{r_a^2}{d^2}\right) + \left(\frac{r_d^2}{d^2}\right)\right) \frac{d^2}{\pi r^2}$$

$$C_r = \frac{\partial L}{\partial r} = \left(1 + \left(\frac{r_a^2}{d^2}\right) + \left(\frac{r_d^2}{d^2}\right)\right) E \frac{d^2}{\pi} \cdot (-2)r^{-3}$$

$$u_{\text{celková}} = \sqrt{(C_{ra} \cdot u_{r_a})^2 + (C_{rd} \cdot u_{r_d})^2 + (C_d \cdot u_d)^2 + (C_E \cdot u_E)^2 + (C_r \cdot u_r)^2}$$

$$U_{(k=2)} = u_{\text{celková}} \cdot 2$$

	1.meranie 200W	2.meranie 200W	60W	500W	300W	100W
u_a	2,5	2,5	1,1	10,2	5,1	1,3
$C_{ra} \cdot u_{ra}$	3,095	3,111	0,851	8,976	5,029	1,295
$C_{rd} \cdot u_{rd}$	0,881	0,879	0,241	2,537	1,421	0,366
$C_d \cdot u_d$	1,189	1,888	0,325	3,43	1,921	0,495
$C_d \cdot u_d$	54,82	54,92	15,03	158,45	88,78	22,88
$C_E \cdot u_E$	0,648	0,745	0,204	2,152	1,205	0,301
$u_{celková}$	109,98	110,17	30,2	318,21	178,2	45,94
$U_{(k=2)}$	219,96	220,34	60,4	636,41	356,4	91,87

Tabuľka 7: Neistoty merania etalónu jasú vytvoreného pomocou fotometrického integrátora

Realizácia etalónu pomocou fotometrickej lavice

$$L_v = q \cdot E_0$$

$$q = \frac{\left(1 + \left(\frac{r_a}{d}\right)^2 + \left(\frac{r_d}{d}\right)^2\right) d^2 E_1}{\pi r^2 E_0}$$

$$C_{ra} = \frac{\partial q}{\partial r_a} = \frac{\left(1 + \left(\frac{1}{d^2}\right) 2r_a + \left(\frac{r_d^2}{d^2}\right)\right) E_1 d^2}{\pi r^2 E_0}$$

$$C_{rd} = \frac{\partial q}{\partial r_d} = \frac{\left(1 + \left(\frac{r_a^2}{d^2}\right) + \left(\frac{1}{d^2}\right) 2r_d\right) E_1 d^2}{\pi r^2 E_0}$$

$$C_d = \frac{\partial q}{\partial d} = \frac{\left(1 + \left(\frac{r_a^2}{d^2}\right) (-2)d^{-3}\right) + \left(\frac{r_d^2}{d^2}\right) (-2)d^{-3}}{\pi r^2 E_0} E_1 d^2$$

$$C_{E1} = \frac{\partial q}{\partial E_1} = \frac{\left(1 + \left(\frac{r_a^2}{d^2}\right) + \left(\frac{r_d^2}{d^2}\right)\right) d^2}{\pi r^2 E_0}$$

$$C_r = \frac{\partial q}{\partial r} = \frac{\left(1 + \left(\frac{r_a^2}{d^2}\right) + \left(\frac{r_d^2}{d^2}\right)\right) E_1 d^2}{\pi E_0} \cdot (-2)r^{-3}$$

$$C_{E0} = \frac{\partial q}{\partial E_0} = \frac{\left(1 + \left(\frac{r_a^2}{d^2}\right) + \left(\frac{r_d^2}{d^2}\right)\right) E_1 d^2}{\pi r^2} \cdot (-1)E_0^{-2}$$

$$u_{q \text{ celková}} = \sqrt{(C_{ra} \cdot u_{ra})^2 + (C_{rd} \cdot u_{rd})^2 + (C_d \cdot u_d)^2 + (C_{E1} \cdot u_{E1})^2 + \sqrt{(C_r \cdot u_r)^2 + (C_{E0} \cdot u_{E0})^2}}$$

$$u_{celková} = \sqrt{(u_{q \text{ celková}})^2 + (u_{E0})^2}$$

$$U_{(k=2)} = u_{celková} \cdot 2$$

	1.meranie 200W	2.meranie 200W	3.meranie 200W
$C_{ra} \cdot u_{ra}$	$6,78 \cdot 10^{-6}$	$7,94 \cdot 10^{-6}$	$9,14 \cdot 10^{-6}$
$C_{rd} \cdot u_{rd}$	$2,078 \cdot 10^{-5}$	$7,32 \cdot 10^{-5}$	$8,75 \cdot 10^{-5}$
$C_d \cdot u_d$	$1,15 \cdot 10^{-5}$	$1,15 \cdot 10^{-5}$	$1,1 \cdot 10^{-5}$
$C_{E1} \cdot u_{E1}$	$2,07 \cdot 10^{-3}$	$2,08 \cdot 10^{-3}$	$1,99 \cdot 10^{-3}$
$C_r \cdot u_r$	$2,86 \cdot 10^{-4}$	$2,9 \cdot 10^{-4}$	$2,7 \cdot 10^{-4}$
$C_{E0} \cdot u_{E0}$	$1,24 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$2,9 \cdot 10^{-6}$
$u_{Q \text{ celková}}$	$4,19 \cdot 10^{-3}$	$4,21 \cdot 10^{-3}$	$4,02 \cdot 10^{-3}$
u_{E0}	3,46	3,48	1,35
u_a	0,5	0,5	0,5
$u_{\text{celková}}$	7,83	7,89	3,11
$U_{(k=2)}$	15,66	15,78	6,22

Tabuľka 8: Neistoty merania etalónu jasu vytvoreného pomocou fotometrickej lavice

Záver

Relatívna neistota merania bola pri etalóne realizovanom pomocou fotometrickeho integrátora 8,88 % a pri etalóne realizovanom pomocou fotometrickej lavice 9,05 %. Do úvahy sa pri výpočte relatívnej neistoty merania bral najhorší prípad pre moju realizáciu. V budúcnosti je možnosť zlepšenia týchto etalónov jasu pre kalibráciu fotometrickej stupnice jasomerov. Keďže presnosť je udaná neistotou merania môžu sa zlepšiť vlastnosti etalónov.

Literatúra

[1] YOSHIHIRITO OHNO. NIST Measurement Services: Photometric calibrations. Gaithersburg, 1997.

Vplyv neistoty merania kriviek svietivosti svietidiel na realizáciu osvetľovacích sústav

Dubnička Roman Mgr., Smola Alfonz prof. Ing. PhD., Rusnák Anton Ing., Grinaj Lukáš Ing.

Slovenská Technická Univerzita v Bratislave, Fakulta elektrotechniky a informatiky,
Ústav elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky,

roman.dubnicka@stuba.sk, alfonz.smola@stuba.sk, anton.rusnak@stuba.sk, lukas.grinaj@stuba.sk

Úvod

Krivky svietivosti sú neodmysliteľnou súčasťou fotometrických meraní svietidiel. Rozloženie svietivosti do jednotlivých uhlov je potrebné vedieť pri návrhoch osvetľovacích sústav. V dnešnej dobe sa na merania kriviek svietivosti používajú goniofotometre rôznych typov ako je to popísané v CIE publikácií [1], kde sú popísané goniofotometre s tzv. ďalekým poľom, kde možno uvažovať platnosť inverzného štvorcového zákona. Navyše na trhu sa do popredia stále dostávajú goniofotometre s blízkym poľom, ktoré však ešte na svoju rolu do budúcnosti v meraní kriviek svietivosti len čakajú no z hľadiska ekonomickosti a rozmerov ide o obľúbenú technológiu, ktorú nemožno do budúcnosti podceňovať. Pri týchto typoch goniofotometroch nie sú dodržané podmienky pre platnosť inverzného štvorcového zákona, ale na základe integrácie jasu je možné vypočítať svietivosti v jednotlivých smeroch. Avšak či už sa hovorí o jednej alebo druhej technológii pri meraniach kriviek sa vyskytujú chyby merania, ktoré nemožno podceňovať a ktoré je nutné uvažovať pri svetelnotechnických výpočtoch. Tento článok sa zaoberá práve analýzou chýb merania pri krivkách svietivosti rôznych typov svietidiel a ich vplyv na realizáciu osvetľovacích sústav.

Realizácia osvetľovacích sústav

Pred realizáciou osvetľovacích sústav sa najprv musí vypracovať svetelnotechnický projekt, ktorý sa v dnešnej dobe vykonáva za pomoci výpočtovej techniky a výpočtových programov, z ktorých projektant by mal simuláciou reálnych podmienok dosiahnuť akú takú zhodu fotometrických parametrov s reálnym stavom po realizácii osvetľovacej sústavy či už vo vnútornom alebo vonkajšom prostredí. S ľahkosťou následne do namodelovanej miestnosti v CAD prostredí môže urobiť svetelnotechnické výpočty podľa účelu používania daného priestoru, v ktorom osvetľovacia sústava bude inštalovaná. Z výpočtov je nutné zistiť nasledujúce hlavné parametre podľa napr. normatívneho predpisu STN EN 12464-1 pre vnútorné pracovné prostredie

$$\bar{E}_m = \frac{E_1 + E_2 + \dots + E_n}{n} \cdot MF \quad (\text{lx}) \quad (1)$$

kde

\bar{E}_m	je udržiavaná intenzita osvetlenia na porovnávačej rovine
$E_1, E_2 \dots E_n$	sú intenzity osvetlenia v jednotlivých meracích bodoch siete
n	je počet meracích bodov na porovnávačej rovine
MF	je udržiavací činiteľ vypočítaný pre osvetľovaciu sústavu

a rovnomernosti osvetlenia podľa nasledujúceho vzťahu

$$r = \frac{\bar{E}_m}{E_{\min}} \quad (\text{lx}) \quad (2)$$

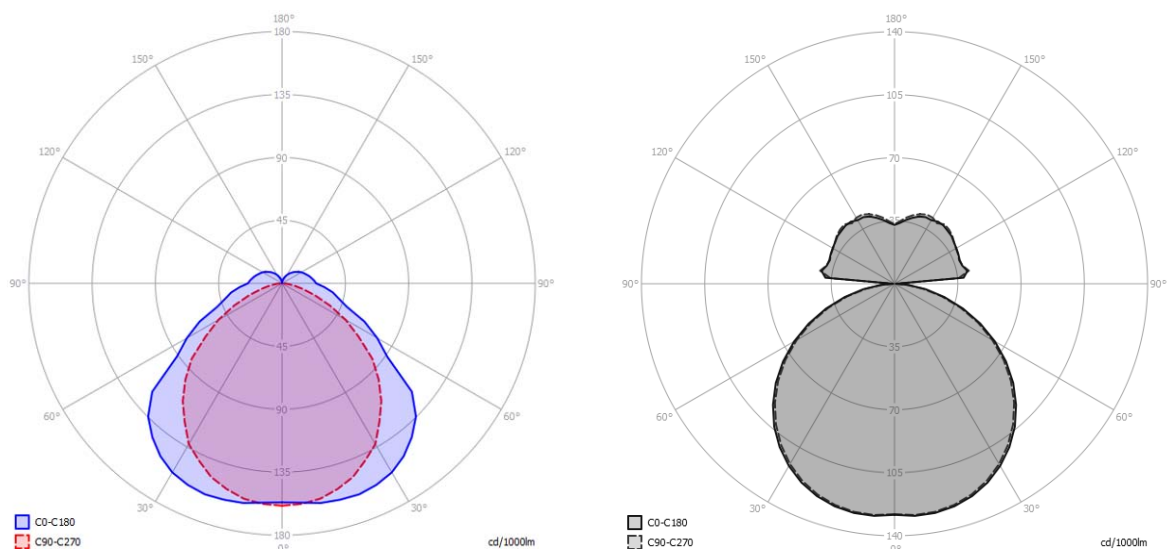
kde

\bar{E}_m	je udržiavaná intenzita osvetlenia na porovnávačej rovine
E_{\min}	je minimálna hodnota intenzity osvetlenia v bode meracej siete

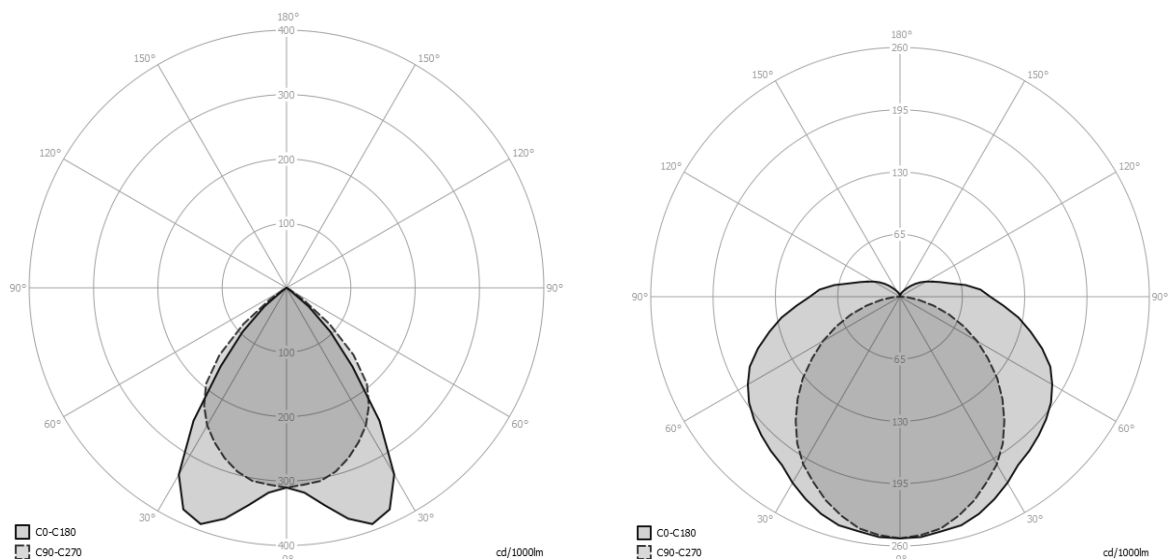
Pri realizáciách verejného osvetlenia musia byť uvažované iné parametre podľa iného normatívneho predpisu STN EN 13021 akými sú priemerný jas L_{av} , celková rovnomernosť U_0 a U_1 pre konkrétne triedy komunikácií. Pre niektoré triedy komunikácií je postačujúce zmerať osvetlenosti. Podľa týchto fotometrických parametrov sú komunikácie zatriedené do tried podľa [5]. Do výpočtových programov si užívateľ priamo môže zvoliť svetidlo s už nameranou krivkou svietivosti, ktorá sa skrýva v súbore vo formáte ldt v európskom alebo ies v americkom prostredí. Presnosť svetelnotechnických výpočtov závisí nielen od presného odhadu odrazivosti povrchov v danej miestnosti ako aj určenia udržiavacieho činiteľa čo vo väčšej miere závisí od používateľa konkrétneho výpočtového programu, ale aj od nameraných údajov, ktoré používateľ nemá možnosť vo väčšej miere ovplyvniť, pretože ich používa už ako hotový produkt, na ktorý sa musí v istej miere spoľahnúť vo forme už spomínaných súborových formátov pre svetidlá. Týmto produktom zo súborov sú aj neodmysliteľne krivky svietivosti svetidiel, ktoré nemožno opomenúť. V ďalšej časti je popísaná analýza, ktorá bola predmetom práce za pomoci výpočtového programu DIALUX, kde následne v závere je diskutovaný priestor pre ďalší rozvoj tejto problematiky, ktorá začína byť čím ďalej tým aktuálnejšia.

Vplyv krivky svietivosti na svetelnotechnický výpočet

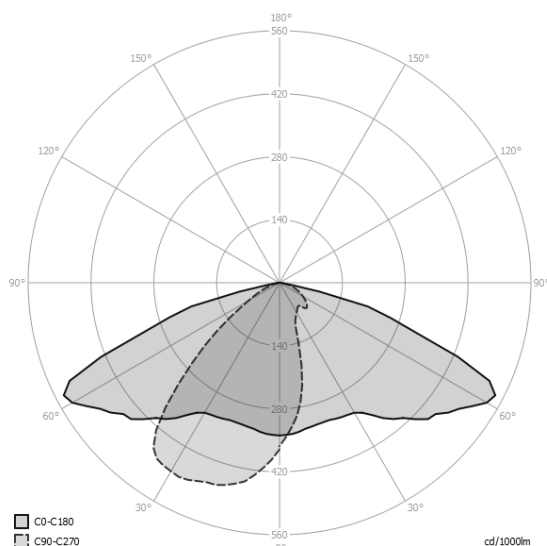
Vyjadriť neistotu merania krivky svietivosti je momentálne veľkou výzvou pre metrológov zaoberajúcimi sa fotometrickými meraniami. Je totiž takmer nemožné vyjadriť neistotu merania krivky svietivosti jedným číslom. Preto v súčasnosti sa pri meraniach kriviek svietivosti goniofotometrami vyjadruje najnepriaznivejší prípad v jednom smere vyžarovania svetidla. Avšak tento údaj je z pochopiteľných dôvodov zo strany ľudí tvoriacich svetelnotechnický projekt ignorovaný, pretože je obtiažne premietnuť toto číslo do svojich výpočtov. Poprvé by si to vyžadovalo veľkú náročnosť pre štúdium presnosti lepšie povedané štúdium neistoty merania, čo však v náplni práce týchto ľudí absolútne nie je priestor. Preto v rámci skúmania vplyvu neistoty merania kriviek svietivosti rôznych svetidiel boli vykonané výpočty s nasimulovanými krivkami svietivosti, ktoré by reálne pri meraniach mohli s istou vzniknúť. Na obrázkoch je možné vidieť typy kriviek svietivosti uvažovaných svetidiel v štyroch prípadoch ide o interiérové svetidlá inštalované vo vnútorných pracovných priestoroch a jedno svetidlo pre verejné osvetlenie komunikácií s inovatívnymi LED svetelnými zdrojmi.



• obrázok 1: krivky svietivosti typov svetidiel č.1 a č.2 pre výpočet svetelnotechnických parametrov

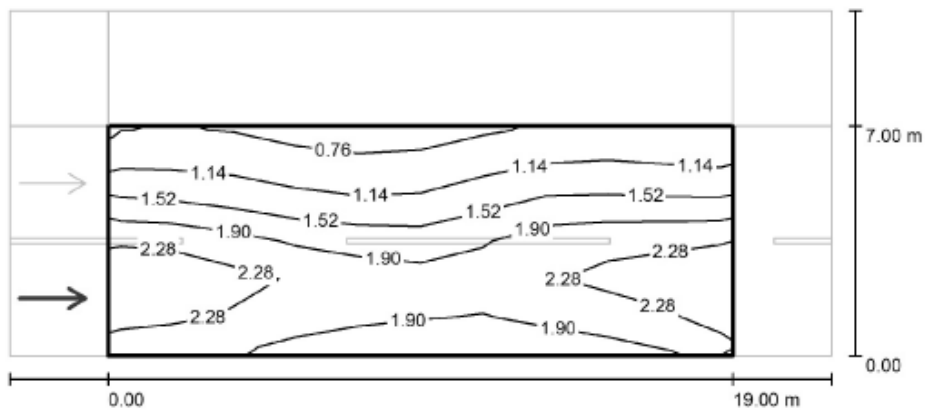
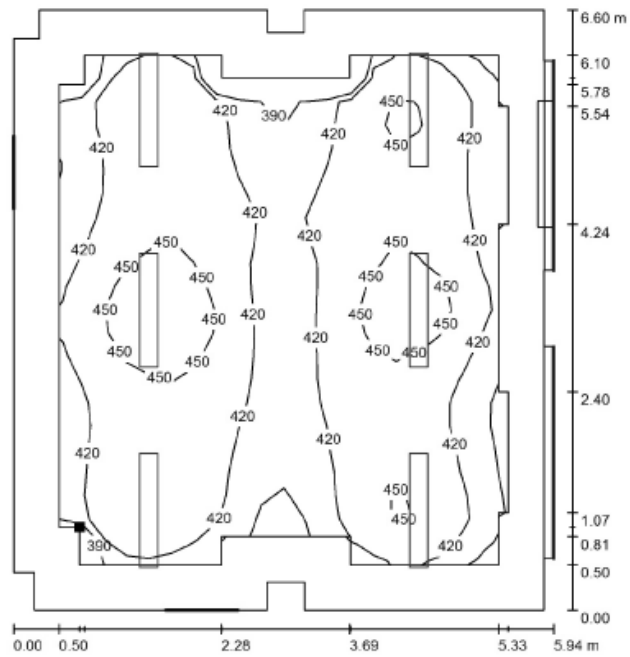


• obrázok 2: krivky svetivosti typov svetidiel č.3 a č.4 pre výpočet svetelnotechnických parametrov



• obrázok 3: krivka svetivosti typu svetidla č.5 pre výpočet svetelnotechnických parametrov

Pre každý typ svetidla bolo nasimulovaných niekoľko možných variant krivky svetivosti a pre každú variantu boli spočítané svetelnotechnické parametre. Pre porovnanie pre interierové svetidlá bol svetelnotechnický výpočet vykonaný pre jeden typ miestnosti. Poloha každého svetidla pre nasimulované krivky svetivosti bola nemenná t.j. pri výpočte sa uvažovala premenlivá krivka svetivosti čo by bolo vlastne v prípade rôznych kriviek svetivosti. Takýmto spôsobom boli následne z výpočtu vyjadrený interval možných hodnôt jednotlivých parametrov, ktoré sa pri svetelnotechnických výpočtoch uvažujú či už pre vnútorné pracovné priestory alebo pri inštalácii verejného osvetlenia. Pri simulácií a vyjadrení možných kriviek svetivosti bolo uvažované normálne rozdelenie s reálnou rozšírenou neisotou merania krivky svetivosti v jednom smere $U = 9\%$ ako najhorší prípad čo je pri dnešných typoch goniofotometrov ako reálne číslo rozšírenej relatívnej neistoty. Pri simulácií boli uvážené prípady nezávislosti jednotlivých smerov ako aj prípad najhoršieho prípadu, ktorý môže pre daný typ svetidla a danú krivku svetivosti nastať. Svetelnotechnické výpočty boli vykonané za pomoci výpočtového programu DIALUX [6]. Náčrt modelovej miestnosti a komunikácie kde boli vykonané svetelnotechnické výpočty možno vidieť na obrázku 4.



• obrázok 4: náčrt modelovej miestnosti (hore) a komunikácie pre svetelnotechnické výpočty

Výsledky svetelnotechnických výpočtov

V nasledujúcej tabuľke je možné vidieť výsledky svetelnotechnických výpočtov pre nasimulované krivky svetivosti, ktoré ako už bolo spomenuté v predchádzajúcich kapitolách môžu byť uvážené ako reálne namerané. Ich vyjadrením je pri interiérových svietidlách interval hodnôt udržiavanej osvetlenosti spolu s intervalom rovnomernosti osvetlenia pre dva najextrémnejšie prípady.

Smerová chyba	Svietidlo č.1				Svietidlo č.2				Svietidlo č.3			
	Interval hodnôt		Interval hodnôt		Interval hodnôt		Interval hodnôt		Interval hodnôt		Interval hodnôt	
Parameter	E_{min} lx	E_{max} lx	r_{min} %	r_{max} %	E_{min} lx	E_{max} lx	r_{min} %	r_{max} %	E_{min} lx	E_{max} lx	r_{min} %	r_{max} %
Vypočítané hodnoty	384	471	85	87	449	549	75	76	595	728	58	60

• Tabuľka 1: výsledky svetelnotechnických výpočtov pre svietidlá č.1 až č.3

Smerová chyba	Svietidlo č.4				Svietidlo č.5			
	Interval hodnôt		Interval hodnôt		Interval hodnôt		Interval hodnôt	
Parameter	E_{min} lx	E_{max} lx	r_{min} %	r_{max} %	L_{min} cd.m ²	L_{max} cd.m ²	$U0_{min}$ %	$U0_{max}$ %
Vypočítané hodnoty	428	524	86	87	1,55	1,89	42	43

• Tabuľka 2: výsledky svetelnotechnických výpočtov pre svietidlá č.4 a č.5

Z výsledkov výpočtov nasimulovaných kriviek svietivosti pre rôzne svietidlá vidno, že krivka svietivosti bude najviac ovplyvňovať systematické posunutie všetkých hodnôt svietivosti do každého smeru teda najhorší možný prípad, ktorý je reprezentovaný krajnými hodnotami minimálnej a maximálnej hodnoty jednotlivých skúmaných fotometrických parametrov. Preto ak osoba vykonávajúca svetelnotechnické výpočty sa chce vyvarovať mal by si ako najhorší prípad brať do úvahy presnosť merania krivky svietivosti v jednotlivom smere a potom od strednej hodnoty, ktorá reprezentuje približný stred intervalu odčítať percentuálnu mieru zo strednej hodnoty čím by mal najhorší prípad, ktorý môže nastať pri meraní kriviek svietivosti fotometrom.

Záver

V práci bol analyzovaný vplyv neistoty merania krivky svietivosti na realizáciu osvetľovacích sústav. Z predbežných výsledkov je zrejmé, že pre všetky typy uvažovaných svietidiel či už s priamou alebo kombinovanou priamou/difúznou zložkou vyžarovania môžeme usúdiť, že najhorší prípad nastáva pri dolnej hranici fotometrického parametra akým je udržiavaná osvetlenosť alebo priemerný jas na vozovke. Rovnomernosť v oboch prípadoch je invariantná voči akýmkoľvek simuláciám a modifikáciám kriviek svietivosti uvažovaných svietidiel, pretože hodnoty ležia v rámci uvažovaného intervalu rozšírenej neistoty pri určovaní rovnomernosti. Z predbežných výsledkov možno konštatovať, že vplyv neistoty merania je možné pozorovať na výsledkoch výpočtu čím je aj ovplyvnená následne realizácia osvetľovacích sústav. Do budúcej práce je nutné preskúmať aké konkrétne prípady pri meraniach krivkách svietivosti a simuláciu vykonať na rôznych modelových miestnostiach z komplikovanejším rozložením svietidiel.

Pod'akovanie

**This publication is the result of the project implementation:
Research centre of light and lighting technology, ITMS 26220220150,
supported by the Research & Development Operational Programme funded by ERDF.**



Operačný program
VÝSKUM a VÝVOJ



Agentúra
Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR
pre štrukturálne fondy EÚ



Európska únia
Európsky fond regionálneho rozvoja

Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku/
Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ

Literatura a odkazy

- [1] CIE 1996. CIE 121:1996. The Photometry and Goniophotometry of Luminaires. Vienna: CIE
- [2] OSA/AIP, Handbook of Photometry, Edited by Casimer DeCusatis, Chapter 1 (1997)
- [3] CEN 2012, EN 12464-1. Lighting of workplaces Part 1: Indoor workplaces. Brussels: CEN TC 169 Light and Lighting
- [4] GRUM F., BECHERER R. J., 1979 „Optical radiation measurements vol. 1: Radiometry,“ Academic Press: 1979
- [5] CEN 2005, STN EN 13021. Osvetlenie komunikácií Časť 2: Svetelnotechnické požiadavky Brussels: CEN TC 169 Light and Lighting
- [6] DIALux, www.dial.com

Automatizované měření osvětlenosti v interiéru

Ing. Marek Bálský, Bc. Tomáš Drábek

ČVUT v Praze, FEL, Katedra elektroenergetiky, <http://k315.feld.cvut.cz>, balskmar@fel.cvut.cz

Jednou ze základních metod hodnocení kvality osvětlovacích soustav v interiérech je měření horizontální osvětlenosti. Jedná se o ruční měření hodnot osvětlenosti v rovnoměrné síti kontrolních bodů. V praxi se často provádějí měření ověřovací, ať už na straně projektanta, nebo z podnětu hygienických stanic. Taková měření bývají vzhledem k velkému počtu kontrolních bodů (měření často probíhá ve více místnostech sledovaného objektu) časově náročná, přičemž v jejich průběhu se v každém kontrolním bodě opakuje stejný úkon. Z tohoto důvodu bylo v rámci mezifakultního studijního oboru Inteligentní budovy na ČVUT vypsáno téma studentského projektu, jehož cílem je popsat možnosti automatizace tohoto procesu tak, aby došlo k urychlení měření.

Postupy při měření osvětlenosti

Proces měření horizontální osvětlenosti v síti kontrolních bodů je popsán technickou normou ČSN 36 0011 „Měření osvětlení vnitřních prostorů“ [1]. Postupem popsaným v této normě lze ověřit požadavky na osvětlovací soustavy dané v evropské normě ČSN EN 12 464 „Světlo a osvětlení“.

V praxi je třeba před samotným měřením nejprve vyznačit v prostoru jednotlivé kontrolní body, ve kterých bude měření probíhat, a jejichž rozložení v prostoru vyhovuje požadavkům popsaným v [1] (rovnoměrná síť kontrolních bodů). Proces vytyčení kontrolních bodů mnohdy trvá téměř stejnou dobu, jako následné měření hodnot osvětlenosti v každém z kontrolních bodů. Po ručním změření osvětlenosti v každém z předem vyznačených kontrolních bodů se následně stanovuje průměrná hodnota osvětlenosti E_{AVG} a rovnoměrnost osvětlení R .

$$E_{AVG} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (lx; lx, -) \quad (1)$$

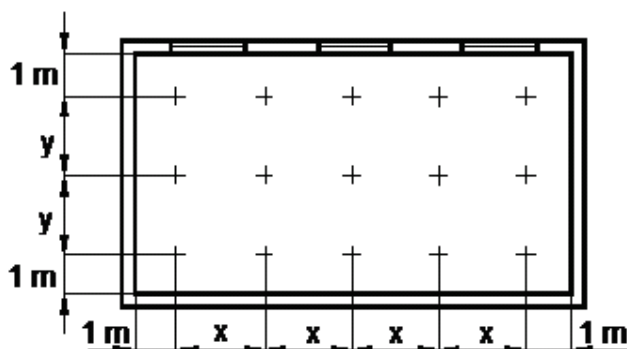
$$R = \frac{E_{\min}}{E_{AVG}} \quad (-; lx, lx) \quad (2)$$

Automatizace měření osvětlenosti

Hlavním cílem automatizace měření osvětlenosti je sloučit proces vytyčování kontrolních bodů s vlastním měřením osvětlenosti v jednotlivých bodech, čímž by mohlo dojít ke značné časové úspoře. Sloučení obou procesů by mohla zajistit autonomní mobilní platforma (robot), která by byla schopna vyměřit kontrolní body a přímo při jejich vyměřování zaznamenat v jednotlivých kontrolních bodech horizontální osvětlenost. Vzhledem k náročnosti programové části takové platformy se předpokládá její působnost výhradně v místnostech obdélníkového půdorysu, jejichž měření je v praxi nejčastější. Dalším nutným předpokladem automatizace měření je odstranění všech překážek v místnosti (nábytek apod.), automatické měření bude tedy vhodné zejména pro nové stavby.

Cílem výše popsaného projektu je návrh robota, který by zajistil analýzu rozměrů měřené místnosti, rozvržení sítě kontrolních bodů, pohyb po místnosti do jednotlivých kontrolních bodů, záznam polohy robota (kontrolního bodu) a dat předaných z konvenčního digitálního luxmetru. Senzor digitálního luxmetru bude umístěn na posuvné tyči na robotickém vozidle a jeho výšku nad podlahou bude možné nastavit na vyznačené stupnici.

Robotické vozidlo bude měřit osvětlenost v kontrolních bodech obdélníkové místnosti, které budou rozmístěny v pravidelné pravoúhlé síti ve srovnávací vodorovné rovině v celém vnitřním prostoru (viz obr. 1).



• Obrázek 1: pravoúhlá síť kontrolních bodů pro měření osvětlenosti.

Krajní řady kontrolních bodů na vodorovné srovnávací rovině budou umístěny 1 m od vnitřních povrchů stěn. Ostatní kontrolní body robot automaticky rozvrhne v pravidelných vzdálenostech s takovou hustotou, aby s ohledem na výšku vnitřního prostoru a další okolnosti byl dostatečně zachycen prostorový průběh a změny osvětlenosti a pokud možno i místa s největší a nejmenší osvětleností.

Návrh algoritmu pro automatické měření osvětlenosti

Robot se umístí do místnosti tak, aby platforma byla rovnoběžně se stěnami místnosti. Před začátkem měření se zapne umělé osvětlení s takovým předstihem, aby se světelný tok stabilizoval. Robot změří třikrát po sobě s odstupem pěti minut na výchozím místě osvětlenost a nevykazují-li hodnoty systematické změny, považuje se světelný tok za stabilizovaný. Vykazují-li hodnoty systematickou změnu, robot počká 10 minut a celý proces opakuje. U výbojových zdrojů se považuje za minimální dobu stabilizace světelného toku 20 minut. Teprve pak se započne s vlastním měřením – robot se rozjede. Při nárazu (detekci) do první stěny (stěny x) se robot podle 2 předních sensorů, které jsou zrcadlově umístěny na bocích jeho přední části, srovná rovnoběžně se zdí. Pokud se hodnoty snímané senzory rovnají (případně s minimální odchylkou), je robot srovnán a program pokračuje do dalšího stavu [2].

Následuje měření rozměrů místnosti. Platforma popojede 30 cm zpět do místnosti, kde se otočí o 90 stupňů doprava. Dále popojede k další stěně (stěně y), kde se srovná podle výše uvedeného postupu. Program zaznamená pozici robota a rozjede ho rovně ke třetí stěně (stěně t). Když se robot srovná se zdí, program opět uloží jeho pozici. Platforma popojede zpět o 30 cm od stěny t , otočí se doprava a popojede opět ke stěně x , kde se srovná. Po srovnání se potřetí uloží pozice robota, který pak jede rovně k poslední neznámé stěně (stěně z), kde se opět srovná a zaznamená se poslední jeho pozice. Vypočtou se rozměry místnosti a určí se počet kontrolních bodů rozdělených do řad, kterými postupně robot projede. Tím se ukončí první část činnosti robota daných programem [2].

V další části robot popojede do úrovně první řady, otočí se o 90 stupňů doleva, přijede ke stěně t a srovná se. Robot ujede vypočtenou vzdálenost do prvního kontrolního bodu dané řady a provede po 10 sekundách první měření osvětlenosti. Po odečtení hodnoty z měřidla počká dalších 10 sekund a opět provede měření. Pokud se změřené hodnoty od sebe neliší (podle zadané přesnosti měření), zapíše se do tabulky druhá hodnota měření s pozicí robota. Jestliže se hodnoty liší, robot zůstane v kontrolním bodě a po 30 sekundách provede opět dvojí měření. Tento cyklus se opakuje, dokud se hodnoty přibližně nerovnaj. V případě, že se hodnoty měření v kontrolním bodě nerovnaj ani po uplynutí 2 minut měření, zapíše se nulová hodnota s pozicí robota do tabulky. Dále robot vyhledá ve vzdálenosti, která mu byla stanovena, další kontrolní bod. Jakmile změří všechny kontrolní body v dané řadě, popojede ke stěně y , kde se srovná a vrátí se o 30 cm zpět do místnosti. Zde se otočí doleva a vyjede proti stěně z [2].

Po srovnání ověří, zda je v místnosti další řada kontrolních bodů. Pokud ano, platforma vyjede na úroveň další řady kontrolních bodů, otočí se doleva a přijede ke stěně y , kde se opět srovná. Následně vyjede do prvního kontrolního bodu nové řady a zahájí měřicí cyklus popsany výše v jednotlivých kontrolních bodech dané řady. Po ukončení měření v posledním kontrolním bodě dané řady jede robot ke stěně t , srovná se, odjede od stěny 30 cm a otočí se doleva o 90 stupňů. Dále vyjede ke stěně z , kde se srovná. Program ověří, zda je ještě další nezměřená řada kontrolních bodů. Pokud ano, provede robot podle již uvedeného postupu další měření. Provedl-li robot měření v kontrolních bodech všech řad, program se skončí [2].

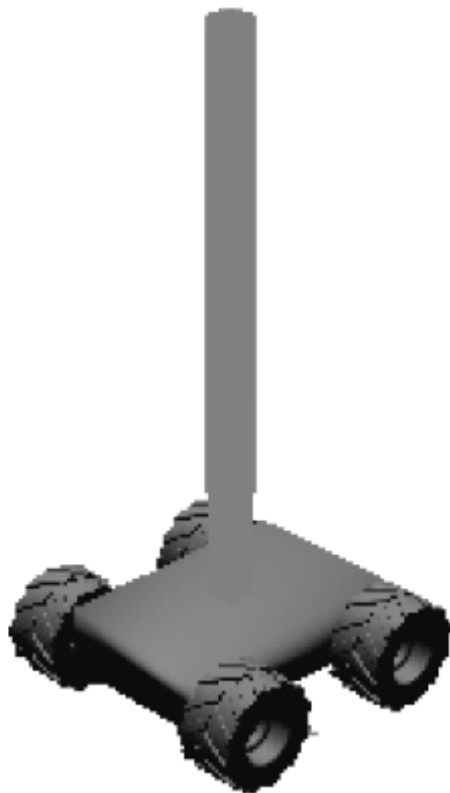
Robot skončí měření v těchto případech:

1. úspěšné ukončení:
 - a. robot projel všechny vypočtené kontrolní body v místnosti
2. chybové ukončení:
 - a. měří v kontrolním bodu více jak 2 minuty
 - b. vzdálenost prvního a posledního kontrolního bodu v řadě od stěny z je větší než povolená přesnost
3. fatální ukončení:
 - a. vybitý zdroj energie mobilní platformy
 - b. luxmetr nedodává hodnoty
 - c. některé z čidel neodpovídá

Implementace navrženého algoritmu

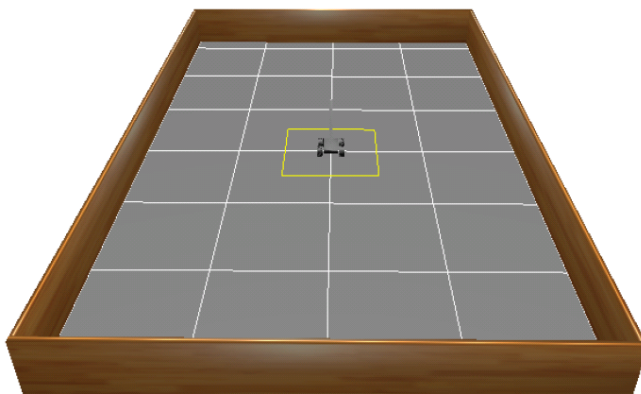
Pro ověření správnosti algoritmu měření intenzity osvětlení v prázdných obdélníkových místnostech byl algoritmus implementován pomocí Robotického operačního systému, který umožňuje standardizaci a využití mnoha klíčových nástrojů pro ověření a případnou realizaci mobilní platformy [2].

Robotický operační systém (ROS), je operační systém, který je určen pro robotické aplikace. Tento systém nabízí abstraktní hardwarovou vrstvu, která zjednodušuje a urychluje práci programátorů [2]. Každý robot v ROSu je popsán pomocí Uniform Robot Description Format (URDF). Robota (viz obr. 2) je poté možné simulovat v Gazebo, což je víceúčelový simulátor pro venkovní a vnitřní prostředí. Je schopen simulovat celou populaci robotů, senzorů a objektů ve 3D světě. Generuje jak realistickou odezvu senzoru, tak fyzicky věrohodnou interakci mezi objekty (zahrnuje přesnou simulaci fyziky tuhého tělesa) [2].



• Obrázek 2: Model robota v ROS [2].

Místnost (viz obr. 3) simuluje obdélníkový půdorys o rozměrech 4 x 6,5 metru. Tyto stěny byly vytvořeny pomocí grafického rozhraní. Robotické platformě byly přidány popisy senzorů, které Gazebo simuluje [2].



• Obrázek 3: Simulace místnosti s robotem a sítí kontrolních bodů v Gazebo [2].

Výsledkem této implementace je funkční počítačová simulace robota s algoritmem pro měření osvětlenosti v obdélníkových místnostech. Simulaci lze v prostředí Gazebo spustit a ověřit tak jednotlivé kroky algoritmu a jejich funkčnost, což je nutný předpoklad pro realizaci skutečného robota pro automatické měření osvětlenosti v obdélníkových místnostech.

Závěr

Cílem projektu bylo navrhnout a simulovat robota, který umožní automatizaci procesu měření osvětlenosti v síti kontrolních bodů. Byl kladen důraz na urychlení procesu měření, které se dosud provádí ručně. Pro názornější představu byla vytvořena simulace místnosti, kde se model robota pohybuje podle stanoveného stavového modelu. Pomocí této simulace byla ověřena správnost vytvořeného algoritmu. Dalším krokem bude sestavení skutečného robota pro měření osvětlenosti v síti kontrolních bodů, otestování uvedeného algoritmu v reálném prostředí a následné vyhodnocení využitelnosti automatizovaného systému měření osvětlenosti v praxi.

Literatura a odkazy

- [1] ČSN 36 0011. Měření osvětlení vnitřních prostorů. Praha: Český normalizační institut, 2005
- [2] DRÁBEK, Tomáš. Robotické vozidlo s možností měření osvětlenosti v prázdných obdélníkových místnostech. Praha, 2013. Projekt 1. ČVUT FEL.

Projekt byl finančně podpořen grantem Studentské grantové soutěže ČVUT č. SGS13/197/OHK3/3T/13 „Určování parametrů pro modely tepelné a radiační energetické výměny energetických zařízení, systémů a budov“

Zmeny vertikálnych osvetlenosti

doc. Ing. Stanislav Darula, CSc.

Ústav Stavebníctva a architektúry SAV, Bratislava

e-mail: usarsdar@savba.sk

Abstrakt

Bežné metódy hodnotenia denného osvetlenia v interiéroch budov vychádzajú z meraní vonkajších osvetlenosti na horizontálnej rovine. Predpokladá sa, že rozloženie oblohových jasov je symetrické okolo zenitu a že sa nebude prejavovať účinok azimutálnej orientácie osvetľovacích otvorov. Dokumentácia pozorovaní vzoriek oblôh získaná z fotografií urobených objektívom rybieho oka ukazuje, že táto symetria sa málo vyskytuje v reálnych prírodných podmienkach. Ak je potreba preukázať meraniami in situ správnosť výpočtom získaných výsledkov denného osvetlenia, môžu byť chyby konkrétneho merania viac alebo menej zaťažené aj nerovnomerným azimutálnym rozložením oblohových jasov. Pri energetických hodnoteniach využitia denného svetla v budovách tento problém je výraznejší, nakoľko sa pracuje s hodinovými dátami, u ktorých je iluzórne pracovať s azimutálnym účinkom oblohového svetla. Tento príspevok diskutuje o homogenite reálnych vzoriek oblôh, ich odlišnostiach s modelovými podmienkami a návrhu denného osvetlenia v budovách.

Kľúčové slová

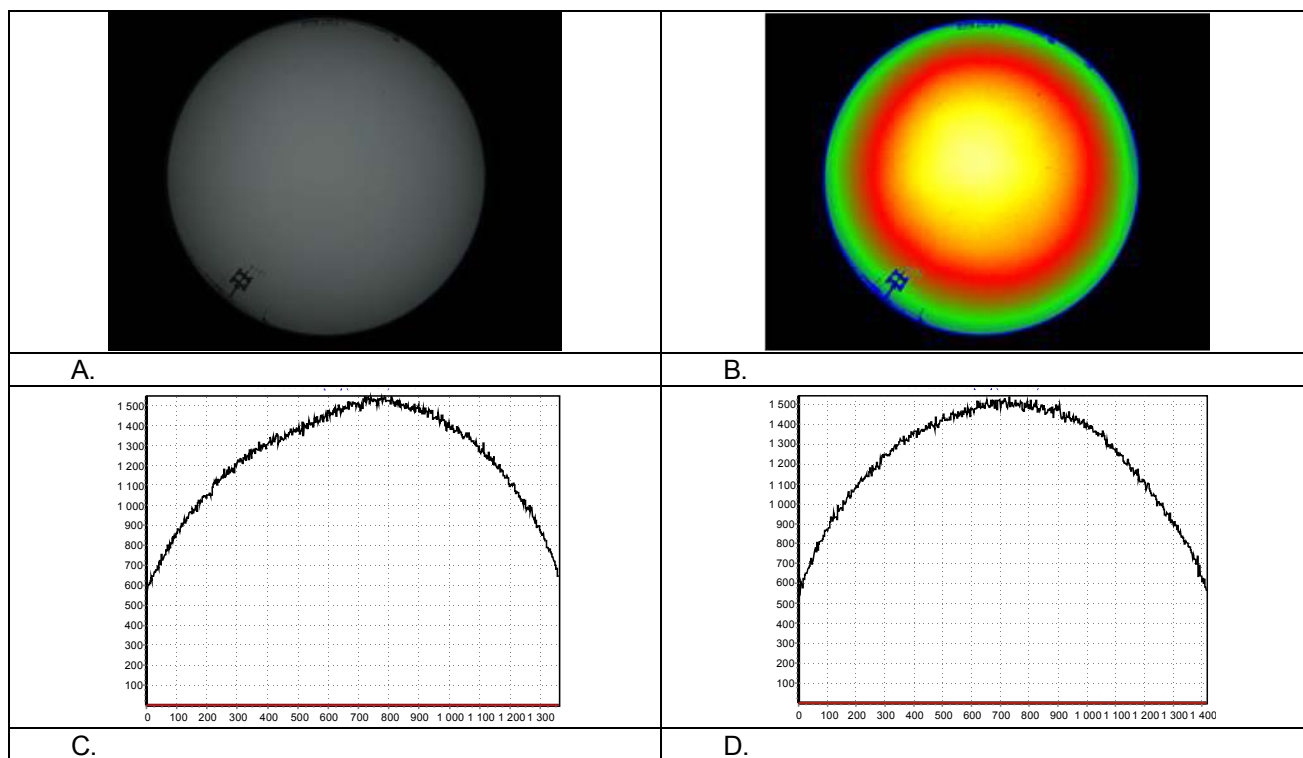
Denné osvetlenie, vertikálne osvetlenosti, rozloženie oblohových jasov, návrh denného osvetlenia

Úvod

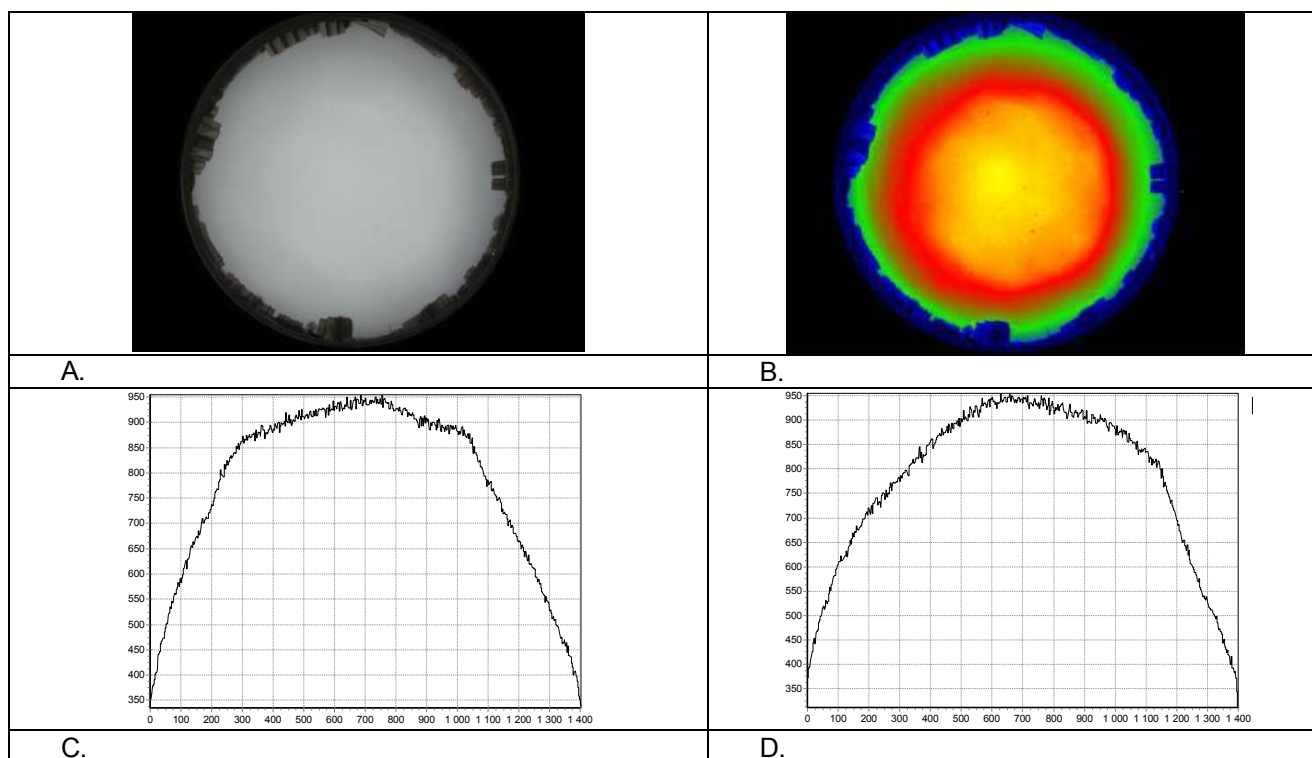
Základným predpokladom pre návrh a posúdenie denného osvetlenia v budovách sú vonkajšie podmienky zodpovedajúce zamračeným dňom s nízkymi úrovňami osvetlenosti. Pre porovnávajúce účely sa traduje referenčná hodnota 5000 lux referenčnej horizontálnej osvetlenosti. Pre tieto podmienky sa navrhujú okna, svetlíky a zariadenia prenášajúce denné svetlo do interiérov budov [1, 2]. V posledných dekádach sa objavilo viacej certifikačných systémov (pre hodnotenie energetickej prevádzky budov a trvalo udržateľných budov, napr. LEED, BREEAM, US Green Building's Council's - USGBC), ktoré majú ambíciu vyhodnocovať aj denné osvetlenie [3]. Na staniciach CIE IDMP sa okrem horizontálnych osvetleností merajú aj vertikálne osvetlenosti na plochách orientovaných k základným svetovým stranám sever, východ, juh a západ. Alshabani [4] a Li [5] poukázali, že existuje azimutálna závislosť rozloženia jasov na zamračených aj jasných reálnych oblohách a odchýlky od ich modelov. U oblačných oblôh treba počítať s nehomogénnymi jasovými vzorkami, ktoré sa v krátkom čase neustále menia [6, 7]. Vertikálne osvetlenosti oproti horizontálnym majú výhodu, že snímajú jasy z polovice oblohy a umožňujú identifikovať aj integrálnymi charakteristikami rozdiely dopadajúceho množstva svetla do rôzne orientovaných interiérov. Na ÚSTARCH SAV v Bratislave sa popri horizontálnych osvetlenostiach pravidelne merajú tiež vertikálne osvetlenosti orientované a sever, východ, západ a juh. V príspevku sa v ďalšom diskutuje o nehomogenite jasových vzoriek oblôh z pohľadu orientácie vertikálnych osvetľovacích otvorov k svetovým stranám.

Zmeny vertikálnych osvetlenosti

Metódy hodnotenia dennej osvetlenosti založené na meraných údajoch celkových a difúzných horizontálnych osvetleností dávajú predstavu o dostupnosti denného svetla na zemskom povrchu no nepostihujú priestorový vplyv rozloženia oblohových jasov, t.j. z ktorej orientácie aké množstvo svetla sa dostáva do interiérov. Bežne sa môže stať, že pri meraniach denného osvetlenia v interiéroch na streche v rozpätí pol hodiny pri opakovanom meraní odmeriame rovnakú hodnotu exteriérovej osvetlenosti a interiérová sa bude dosť líšiť. V tomto prípade chyba merania môže byť spôsobená tým, že pri opakovanom meraní sa vyskytlo iné rozloženie jasov na oblohe. Zložitejšia situácia nastane, ak sa zisťuje denné osvetlenie v budove s miestnosťami, ktoré sú rôzne orientované. Čiastočne môže pomôcť zabezpečiť normové podmienky osvetlenia kontrola gradácie jasov v osi okna pred každým meraním, nakoľko vzorky oblôh sa aj pri homogénnych oblohách stále menia, obrázok. 1 a obrázok. 2. Bez tejto kontroly je ťažko hovoriť o kvalite a spoľahlivosti preukazných meraní. Pokiaľ na obrázku. 1 možno vidieť dobrú zhodu odfotografovanej oblohovej vzorky s modelom CIE zamračeného oblôhu (symetriu okolo zenitu a pomer jasov 1:2,8 a 1:2,7 od horizontu k zenitu v rovinách rezu), na obrázku 2 symetria okolo zenitu už nie je tak výrazná a pomer jasov od horizontu k zenitu je v tomto prípade 1:2,5 a 1:2,7. Realizácia meraní denného osvetlenia sa často viaže v praxi na termíny odovzdania požadovanej práce a týmto sa príroda neprispôbuje. Ak sa v tom čase



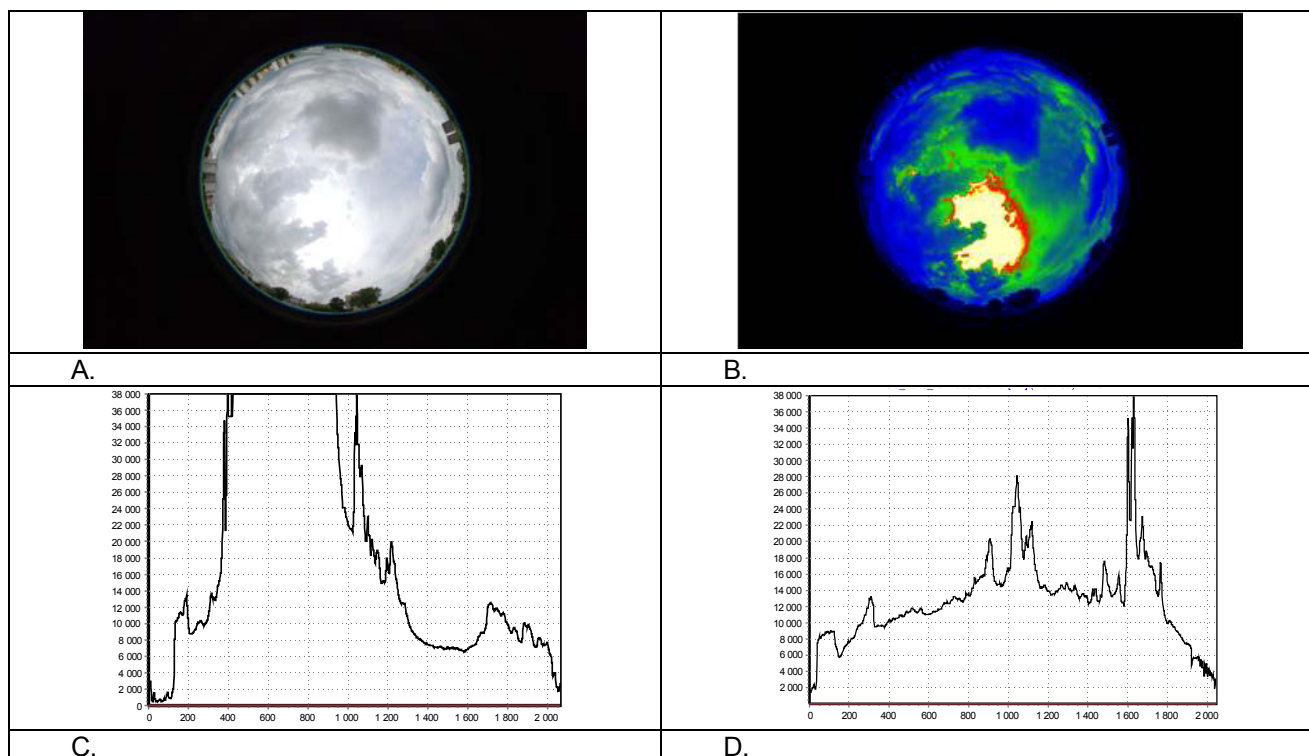
• obrázok 1 Zamračená obloha v Bratislave 19. 2. 2010 o 9:44. A. Fisheye snímka, B. Jasová mapa oblohy, C. Priebeh oblohových jasov na meridiáne sever – juh, D. Priebeh oblohových jasov na meridiáne východ – západ.



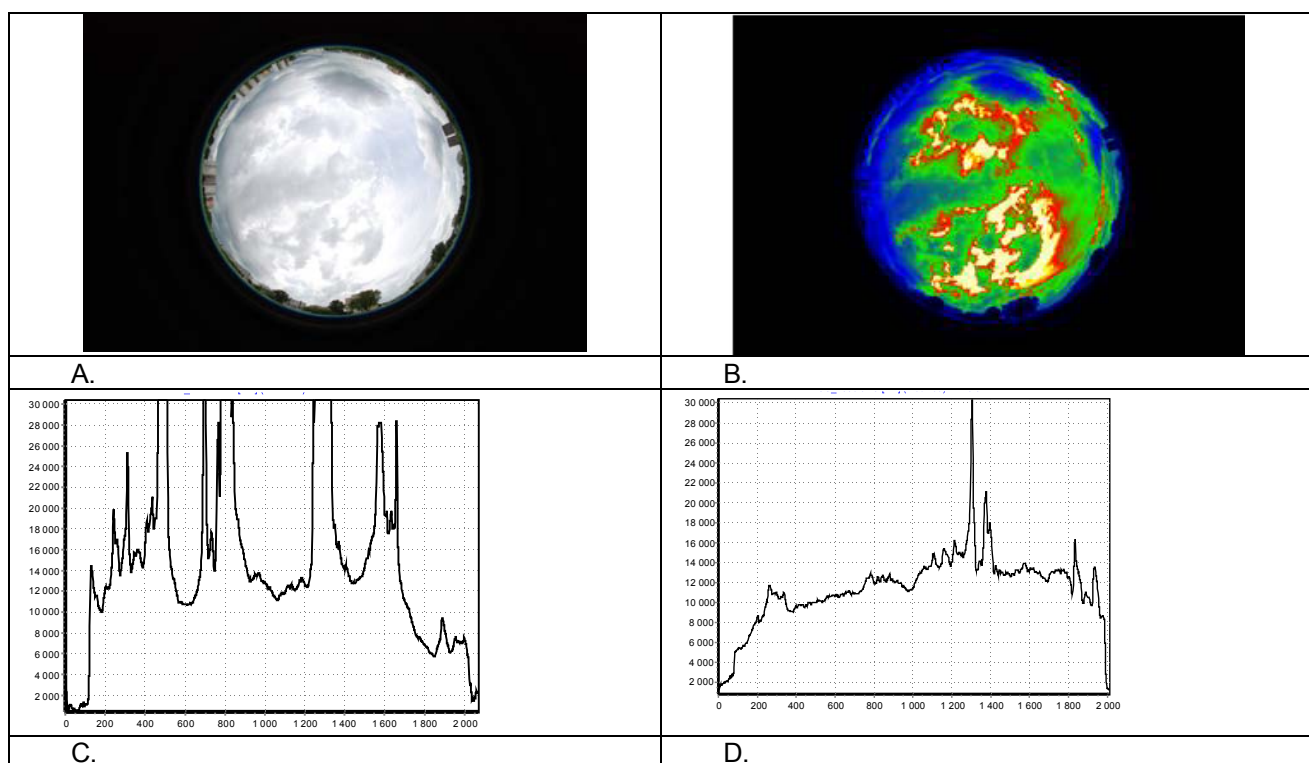
• obrázok 2 Zamračená obloha v Bratislave 28. 12. 2007 o 11:36. A. Fisheye snímka, B. Jasová mapa oblohy, C. Priebeh oblohových jasov na meridiáne sever – juh, D. Priebeh oblohových jasov na meridiáne západ - východ.

nevyskytne situácia s úplne homogénnym rozložením jasov a merania sa zrealizujú počas zamračených dní s oblačnosťou svetlejšieho a tmavšieho odtieňa ako je uvedené na príkladoch v obrázkoch 2A a 3B, výsledky merania sa môžu veľmi líšiť od tých, ktoré sú predpokladané normou. Na jasových mapách v obrázkoch 3B a 4B možno pozorovať miesta s vysokými a aj s nízkymi jasmi a žiadnu symetriu okolo zenitu. Ak by sa zanedbala

kontrola gradácie oblohových jasov počas merania, nie je možné dokladovať splnenie normových podmienok čo dokazujú priebehy na obrázkoch 3C, 3D a 4C, 4D.



• obrázok 3 Oblačná obloha v Bratislave 30. 5. 2010 o 11:35. A. Fisheye snímka, B. Jasová mapa oblohy, C. Priebeh oblohových jasov na meridiáne sever – juh, D. Priebeh oblohových jasov na meridiáne západ - východ.



* obrázok 4 Oblačná obloha v Bratislave 30. 5. 2010 o 13: 59. A. Fisheye snímka, B. Jasová mapa oblohy, C. Priebeh oblohových jasov na meridiáne sever – juh, D. Priebeh oblohových jasov na meridiáne západ - východ.

Jedným zo spôsobov ako jednoducho študovať vplyv orientácie fasády budovy na azimutálne zmeny v dostupnosti denného osvetlenia je porovnanie vertikálnych nameraných hodnôt osvetlenosti na slnečných stranách, východnej *Evgc*, južnej *Evgj* a západnej *Evgw* k takmer neslnečnej severnej *Evgn*. Ak je rozloženie oblohových jasov

symetrické ku zenitu, potom koeficient orientácie K_i (1) vyjadrený ako pomer osvetlenosti na ľubovoľne orientovanej rovine ku severnej musí byť rovný 1.

$$K_i = \frac{E_{vgi}}{E_{vgn}} \quad (1)$$

kde $i = \begin{cases} e - \text{východná orientácia,} \\ s - \text{južná orientácia,} \\ w - \text{západná orientácia.} \end{cases}$

V tabuľke 1 možno vidieť, že aj malá asymetria rozloženia jasov homogénnej oblohy (19. 2. 2010) vnáša pri južnej orientácii 5,2 % rozdiel vo vertikálnej osvetlenosti. Pri sledovaní oblačných situácií sa ukázalo, že tento rozdiel môže narásť až do 37,3 % (30. 5. 2010). V tomto dni sa prejavil vplyv postavenia slnka na oblohe, nakoľko v sledovanom čase slnečný meridián pretínal južne aj západne orientovanú plochu, kde sa nachádzajú senzory luxmetrov. Prítom na jasových mapách tento efekt nie je badateľný.

Deň	Čas	Horizontálne osvetlenosti		Vertikálne osvetlenosti				Koeficienty orientácie		
		E_{vg}	E_{vd}	E_{vgn}	E_{vge}	E_{vgs}	E_{vgw}	K_e	K_s	K_w
28. 12. 2007	11:36	3255	3194	1386,4	1386,1	1385,6	1385,8	1,000	0,999	1,000
19. 2. 2010	9:44	4649	4649	2397,5	2183,5	2272,2	2329,1	0,911	0,948	0,972
30. 5. 2010	13:55	38228	37358	14063,5	13748,0	18562,8	16745,2	0,978	1,320	1,191
30. 5. 2010	13:59	38590	37438	13804,1	13954,3	18950,5	16626,8	1,011	1,373	1,204

* Tabuľka 1: Namerané osvetlenosti a ich zmeny

Snímky na obrázkoch 1A, 2A a 4A sa získali pomocou fotoaparátu Nikon Coolpix 990 s nástavcom rybieho oka FC - E8. Obloha na obrázku 3A bola odфотографovaná fotoaparátom Nikon D80 s fisheye objektívom SIGMA 4,5 mm F2,8 EX DC HSM Circular Fisheye. Jasové mapy na obrázkoch 1B – 4B a profily oblohových jasov na obrázkoch 1C, 1D až 4C, 4D sú výstupom z programu LumiDISP [8].

Záver

V prípade meraní alebo vyhodnocovania denného osvetlenia v reálnych budovách alebo pri jeho simuláciách treba pamätať na skutočnosť, že modelové predpoklady je veľmi ťažko zachytiť a splniť. V každodennej práci by sa mali podrobne dokumentovať aj jasové vzorky oblôh, poznať ich azimutálne charakteristiky a tak v prípade pochybností kvality výsledkov vedieť ich zdôvodniť.

Podakovanie: Príspevok vznikol za podpory projektu APVV-0177-10.

Literatúra a odkazy

- [1] Leslie, R.P., Radetsky, L.C., Smith, A.M. Conceptual design metrics for daylighting. *Lighting Res. Technol.* 2012; 44, p. 277–290.
- [2] Rybár, P., Šesták, F., Juklová, M., Hraška, J., Vaverka, J. *Denní osvětlení a oslunění*. Brno: Era group, 2002.
- [3] Li, D.W.H., Lam, T.N.T, Wu, T.K.K. Estimation of average daylight factor under obstructed CIE Standard General Skies. *Lighting Res. Technol.* 2012; DOI: 10.1177/1477153512453578.
- [4] Alshabani, K. Finding frequency distributions of CIE Standard General Skies from sky illuminance or irradiance. *Lighting Res. Technol.*, 2011, 43, p. 487–495.
- [5] Kocifaj, K. Angular distribution of scattered radiation under broken cloud arrays: An approximation of successive orders of scattering. *Solar Energy*, 86, 2012, p. 3575–3586.
- [6] Roy, G.G., Ruck, N., Reid, G., Winkelmann, F.C., Julian, W. *The Development of Modelling Strategies for Whole Sky Spectrums under Real Conditions for International Use*. ARC Project A89131897, Final Report, University of Sydney, Murdoch University, September 1995.
- [7] Baxant, P., Sumec, S. LumiDisp. <http://www.lumidisp.eu/>
- [8] Tregenza, P. Wilson, M. *Daylighting: Architecture and Lighting Design*. Taylor & Francis Ltd, ISBN 13: 9780419257004, 2010.

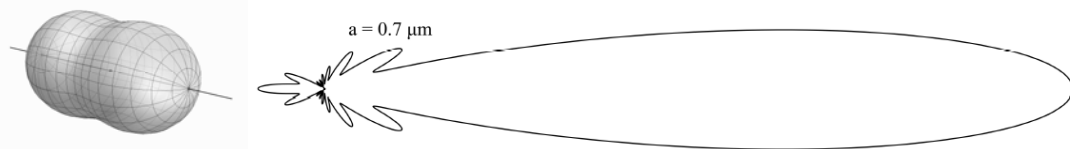
Svetlo nočnej oblohy ako zdroj informácií o vyžarovacej funkcii mestskej zóny

Miroslav, Kocifaj, PhD

ÚSTARCH SAV, Dúbravská cesta 9, 84503 Bratislava, Slovenská republika, kocifaj@savba.sk

Úvod

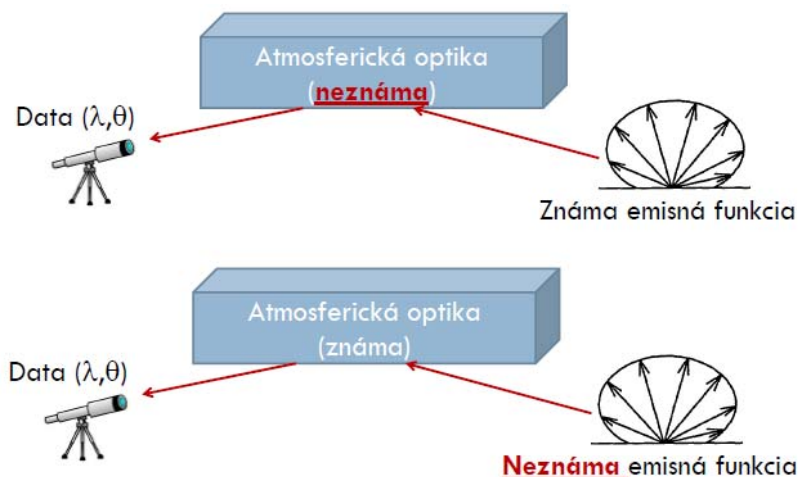
Svetlo/žiarenie emitované pozemnými zdrojmi sa šíri všetkými smermi a vytvára tak priestorovo štruktúrované svetelné/žiarivé pole v inak tmavom nočnom prostredí. Pri absencii umelých zdrojov svetla by bol jas oblohy a okolitého prostredia určený predovšetkým mimozemskými telesami ako sú Mesiak, či hviezdy, a zásadnejšie zmeny v priestorovej štruktúre svetelného poľa by súviseli hlavne s prítomnosťou oblakov [1]. Pozemné svetelné zdroje túto scénu zásadne menia. V bezprostrednom okolí zdroja je dominantnou zložkou priame žiarenie, ktorého spektrum nie je príliš odlišné od pôvodného spektra zdroja, vzhľadom k bezvýznamnej absorpcii a rozptylu na krátkej dráhe lúčov od svietidla k pozorovateľovi. Vo väčších vzdialenostiach je však priama zložka potlačená v prospech difúzneho žiarenia, ktorého vznik súvisí s procesmi rozptylu v zemskej atmosfére alebo s difúznym odrazom na prekážkach. Dole smerujúca zložka priameho žiarenia totiž interaguje so zemským povrchom, zástavbou, vozovkou a pod. a časť tohto žiarenia po odraze smeruje do vyšších vrstiev atmosféry. Spektrálne zloženie takéhoto žiarenia sa už zväčša odlišuje od pôvodného, nakoľko rôzne materiály majú rôznu spektrálnu odrazivosť a absorpciu. Okrem toho je isté množstvo svetelnej (alebo žiarivej) energie emitované priamo do atmosféry vďaka tomu, že konštrukcia niektorých svietidiel neumožňuje blokovať hore smerujúci svetelný tok. Obe zložky hore smerujúceho žiarenia (t.j. priamo emitovaná aj odrazená) podliehajú procesom rozptylu a absorpcie v zemskej atmosfére [2]. Tieto procesy predurčujú nielen zmeny v spektrálnom zložení difúzneho žiarenia, ale aj množstvo a priestorové rozloženie žiarenia, ktoré je atmosférou rozptýlené naspäť k zemskému povrchu a môže tak byť detegované prístrojmi alebo vnímané pozorovateľom ako difúzny závoj oblohy. Uholové rozloženie difúzneho žiarenia sa pritom mení v závislosti na zložení atmosféry. Okrem oblakov sú hlavným modifikátorom rozptýleného svetla oblohy aerosólové častice, ktorých indikatrisa rozptylu závisí na uhle rozptylu oveľa výraznejšie než indikatrisa rozptylu na plyných zložkách atmosféry (porovnaj Obr. 1a a Obr. 1b).



• Obrázok 1: (a) vľavo: funkcia rozptylu plyných zložiek atmosféry (smer postupu svetelných lúčov je znázornený priamkou – efektívnosť rozptylu je v oboch smeroch komplementárna, teda nezávisí na smere postupu lúčov). (b) vpravo: funkcia rozptylu na aerosólovej častici s polomerom 0.7 mikrometra; svetelný lúč sa šíria v smere zľava doprava.

Je zrejmé, že aerosólové častice podporujú výrazný dopredný rozptyl, resp. rozptyl do malých uhlov [3]. V praxi to znamená, že vo väčších vzdialenostiach od svetelného zdroja (napr. na okraji miest alebo v mimo mestských oblastiach) je difúzne pole v okolí horizontu produkované práve intenzívnym rozptylom na malých prachových častičkách. V odľahlejších častiach oblohy je príspevok aerosólov mixovaný s príspevkom od molekulárnej atmosféry. Na jednej strane to spôsobuje komplikácie pri teoretickom a numerickom modelovaní rozloženia jasu na nočnej oblohe, avšak na druhej strane nám takáto komplikovaná závislosť priestorového rozloženia jasu oblohy na zložení atmosféry dáva do rúk významný nástroj použiteľný pri diaľkovom prieskume. Pokiaľ totiž poznáme heterogenitu pozemných zdrojov, môžeme z meraní rozloženia jasu alebo žiary na oblohe identifikovať optické a fyzikálne vlastnosti atmosféry. Oveľa zaujímavejší z pohľadu svetelných inžinierov je však opačný proces, kedy pri známej štruktúre lokálnej atmosféry môžeme z meraní charakteristík svetelného poľa spätne určiť vlastnosti svetelných zdrojov. Jednou z najzaujímavejších, ale veľmi zložito získateľných parametrov je celková vyžarovacia funkcia veľkých komplexov, ako sú mestá, mestské alebo priemyselné zóny. Problém je totiž v tom, že ak aj máme k dispozícii detailnú pasportizáciu svietidiel a poznáme ich vlastnosti, je veľmi ťažké (ak nie nereálne) vypočítať vyžarovaciu funkciu všetkých zdrojov umiestnených v heterogénnom prostredí. Táto funkcia je pritom smerodajná pri modelovaní difúzneho svetla. Vo svete bolo realizovaných niekoľko cieľených experimentov za účelom získania vyžarovacej funkcie miest, ale tieto pokusy boli extrémne nákladné a tiež nedostatočne presné. Vysoké finančné nároky týchto experimentov súviseli s použitím leteckej techniky pri monitorovaní svetla unikajúceho z pozemných

zdrojov a nepresnosť súvisela s nedostatkom informácií o vlastnostiach atmosféry, ktorá pochopiteľne ovplyvnila svetelný signál získaný detektormi. Nebolo tak možné spoľahlivo určiť intenzitu žiarenia emitovaného zdrojom do rôznych smerov. Navyše tieto detektory mali konečné zorné pole, čo viedlo k tomu, že svetelný zdroj (napr. mesto) nebol pozorovaný ako celok, ale meraný bol len signál pochádzajúci z istej ohraničenej oblasti. Pixle v zornom poli prístroja sa pritom neustále menili vzhľadom k letovej dráhe, takže merané vyžarovacie charakteristiky zodpovedali rôznym oblastiam a nebolo ich možné zjednotiť. Pozemný diaľkový prieskum realizovaný z povrchu zeme je z tohto pohľadu extrémne výhodný, nakoľko je lacný a nie je zaťažovaný hore uvedenými chybami. Koncept meraní je schematicky naznačený na Obr. 2b.



- Obrázok 2: (a) hore: koncept diaľkového prieskumu, kedy je vyžarovacia funkcia pozemných zdrojov známa a z meraného rozloženia jasov resp. žiary potrebujeme určiť vlastnosti atmosféry. (b) dole: koncept, pri ktorom sú vlastnosti lokálnej atmosféry známe a spektrálne (λ) a uhlové (θ) merania žiary slúžia na určenie celkovej vyžarovacej funkcie pozemných zdrojov.

Metóda diaľkového prieskumu

Žiara oblohy je meraná pomocou spektrálnych filtrov (najlepšie interferenčných) v niekoľkých diskretných bodoch na oblohe. Vzťah medzi meranou žiarou R a vyžarovacou funkciou B môže byť v aproximácii rozptylu prvého rádu zapísaný v tvare

$$R(\omega) = \int_{2\pi} K(\omega, \omega') B(\omega') d\omega' \quad , \quad (1)$$

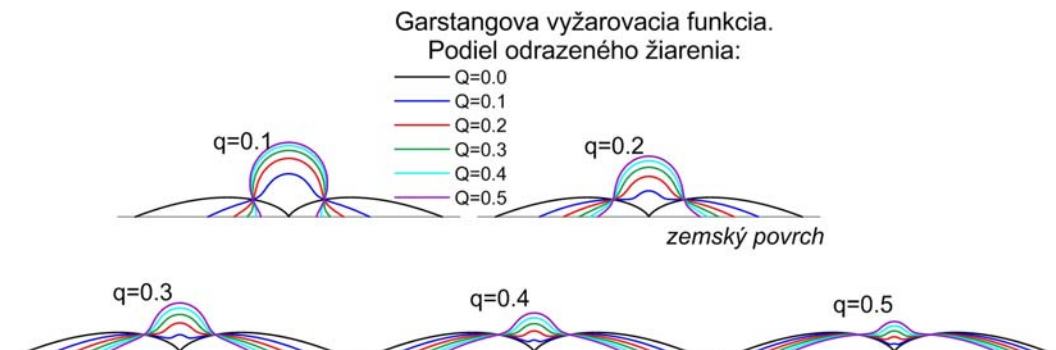
kde ω je smer pozorovania (v mieste pozorovateľa) a ω' je smer vyžarovania (v mieste pixla, ktorý emituje svetelný signál). Pre jednoduchosť môžeme predpokladať, že závislosť B na azimute je zanedbateľná v porovnaní so závislosťou na zenitovom uhle z' a tiež to, že meranie je realizované len pozdĺž meridiánu, ktorý na horizonte prechádza svetelným zdrojom. V takom prípade sa rovnica (1) zredukuje na

$$R(z) = 2\pi \int_0^{\pi/2} K(z, z') B(z') dz' \quad , \quad (2)$$

pričom z je zenitový uhol pozorovania. Jadro K integrálnej rovnice (2) pritom netriviálnym spôsobom závisí na optických vlastnostiach atmosféry (konkrétne na vertikálnej stratifikácii jednotlivých jej zložiek, mikrofyzikálnych charakteristikách atmosférického aerosólu,...), na veľkosti zdroja (napr. na pôdoryse mesta), na geometrii problému (t.j. na pozícii pozorovacieho stanovišťa vzhľadom k pozícii veľkoplošného zdroja), na strednej vlnovej dĺžke použitého interferenčného filtra a pod [4]. V princípe je však jadro K pre zvolený model považované za známou funkciu. Rovnica (2) tak spadá do kategórie takzvaných Fredholmových integrálnych rovníc prvého druhu, ktorých riešenie vyžaduje *a-priori* informáciu o hľadanom riešení, nakoľko je tento typ rovnice slabو podmienený. V prípade funkcie B je možné definovať niekoľko podmienok, ktoré sú na ňu kladené: i) musí byť kladná v každom svojom bode, ii) hladká a po častiach derivovateľná a iii) kvadraticky integrovateľná. Všetky tieto podmienky vyplývajú z teórie inverzných úloh a dajú sa nájsť v špecializovanej literatúre (napr. [5]). Po algebraizácii rovnice (2) je potrebné minimalizovať funkcionál $\left| \overline{KB}_\alpha - R \right|^2 + \alpha f(B)$, kde operátor \overline{K} (získaný algebraizáciou jadra K) je aplikovaný na vektor hľadanej funkcie B , R je v tomto prípade vektor dát, α je takzvaný parameter regularizácie

a f je stabilizačný funkcionál, ktorý penalizuje nespojité a nehladké riešenia funkcie B a dá sa interpretovať ako funkcia určujúca mieru odchylov od hladkosti (poznámka – v matematike hladkosť predstavuje spojitý priebeh prvej derivácie funkcie). Zmenou parametra α hľadáme najlepšiu zhodu medzi meranou a vypočítanou žiarou.

Na Obr. 3 sú prezentované typické teoretické priebehy vyžarovacej funkcie používanej vo vedeckej i odbornej literatúre [6], kde parameter q reprezentuje podiel svetla emitovaného priamo do horného polpriestoru a Q je časť pôvodne smerovaná k zemskému povrchu a po odraze presmerovaná do horného polpriestoru.



• Obrázok 3: Typické priebehy teoretickej vyžarovacej funkcie modelovanej v súhlase s Garstangovým modelom. Parameter q charakterizuje podiel svetelnej energie emitovanej priamo do horného polpriestoru, zatiaľ čo Q zodpovedá frakcii žiarenia, ktoré po odraze od zemského povrchu smeruje nahor.

Záver

Identifikácia optických a fyzikálnych charakteristík vzdialených objektov je zriedka možná priamymi metódami a jedinou možnosťou preto zostávajú nepriame metódy. Tieto sú vo veľkej miere založené na bežne merateľných efektoch, ktoré sú pri zachovaní istých podmienok dobre interpretovateľné. Napríklad meranie spektra hviezd nám poskytuje celkom spoľahlivé informácie o chemickom zložení týchto hviezd a to aj napriek tomu, že zatiaľ k žiadnej hviezde nebola vyslaná sonda. Diaľkový prieskum Zeme je tradičným zdrojom informácií o zemskom povrchu (vo veľko-škálovom meradle) a tiež o zložení atmosféry, pričom tieto merania sú prevažne realizované pomocou satelitov. Alternatívou diaľkového prieskumu je aj nami prezentovaná metóda využívajúca merania spektrálnej žiary (resp. jas) nočnej oblohy a ich interpretácie v zmysle stanovenia strednej vyžarovacej funkcie heterogénnych svetelných zdrojov – ako sú mestá, osady, priemyselné zóny a pod. Poznatky o vyžarovacej funkcii sú nevyhnutné tak pre svetelných inžinierov ako aj astronómov, nakoľko táto funkcia predurčuje množstvo a priestorovú distribúciu svetla, ktoré pôsobí rušivo nielen na flóru, faunu, ale narúša aj biologické pochody v ľudskom organizme a tiež ovplyvňuje (alebo niekedy dokonca znemožňuje) amatérske aj profesionálne astronomické pozorovania. Zistenie strednej vyžarovacej funkcie závislej na zenitovom uhle predstavuje významný pokrok v modelovaní difúzneho svetla nočnej oblohy a umožňuje inžinierom aj fyzikom presnejšie predpovedať vplyv pozemných zdrojov na svetelné pomery v blízkom i vzdialenom okolí.

Pod'akovanie

Tento príspevok vznikol za podpory grantového projektu APVV-0177-10.

Literatúra a odkazy

- [1] Kyba, C. C. M., Ruhtz, T., Fischer, J., Hölker, F. Cloud Coverage Acts as an Amplifier for Ecological Light Pollution in Urban Ecosystems. PLoS ONE, 2011, 6(3):e17307.doi:10.1371/journal.pone.0017307
- [2] Kocifaj, M. Modelling the spectral behaviour of night skylight close to artificial light sources, Mon. Not. R. Astron. Soc. 403, 2010, 2105-2110.
- [3] Bohren, C. F., Huffman, D. R., 1983. Absorption and scattering of light by small particles. New York, NY, USA: Wiley.
- [4] Kocifaj, M. Modeling the night-sky radiances and inversion of multi-angle and multi-spectral radiance data. J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer (zaslaný do časopisu v roku 2013)
- [5] Twomey S. Introduction to the Mathematics of Inversion in Remote Sensing and Indirect Measurements. Dover Publications, Inc. Mineola, New York, 2002.
- [6] Garstang, R. H. Model for Artificial Night-Sky Illumination. Pub. Astron. Soc. Pacific 98, 1986, 364-375.

Efektívnosť využívania denného svetla v interiéroch

RNDr. Ladislav Kómar, PhD.

Ústav stavebníctva a architektúry SAV, Dúbravská cesta 9, Bratislava

Email: ladislav.komar@savba.sk

Úvod

Denné svetlo patrí medzi komodity, ktorých využitie môže priniesť značnú úsporu elektrickej energie tak v administratívnych a priemyselných budovách, ako aj v bežných domácnostiach. Vychádzajúc z hlavných cieľov európskych krajín na znižovanie spotreby energií vo všetkých oblastiach jej využitia je nevyhnutné hľadať nové riešenia hospodárneho využívania energetických zdrojov ako v oblasti osvetlenia, tak aj v oblasti premeny slnečnej energie na elektrickú alebo tepelnú formu. Alternatívne osvetľovacie systémy v budovách, ktoré takmer výlučne využívajú prirodzené denné svetlo sú jednou z možností ako znížiť spotrebu elektrickej energie. Ich pomerne nízka účinnosť a častokrát vysoká cena však zamedzujú ich použitie v širšom rozsahu [1]. Pre všetky systémy využívajúce či už priame slnečné, alebo difúzne oblohové svetlo je nevyhnutné poznať rozloženie jasů na oblohe v závislosti na azimute a zenitnom uhle. Celé desaťročia sa vedci snažia čo najlepšie popísať jas oblohy v závislosti na klimatických a meteorologických podmienkach. Vznikali rôzne empirické a semi-empirické modely, ktoré však boli silne závislé na lokalite kde sa merania uskutočňovali. Žiaľ, mnohé z týchto modelov sa používajú dodnes práve pre ich jednoduchosť a tzv. kalkulačkový prístup. Ten vnáša do výpočtov značné nepresnosti a teda aj modelovanie dostupnosti svetla v interiéroch budov je zaťažené veľkou chybou. Neraz sa stáva, že pri použití modelu homogénne zamračenej, tzv Lambertovskej oblohy pre reálne zamračené situácie dôjde k úplnému skresleniu výsledkov. Preto je potrebné využívať zložitejšie modely, ktoré dokážu presnejšie popísať reálny stav atmosféry a tým dať návod na vývoj efektívnejších systémov využívajúcich denné svetlo. Dnes žijeme v dobe rýchleho technologického pokroku a výpočet aj zdánlivo zložitého modelu môže trvať pri použití počítačov iba niekoľko sekúnd. Tento príspevok je akousi diskusiou na tému modelovania rozloženia jasů na reálnej oblohe a tým aj o efektívnosti využitia denného svetla v interiéroch.

Modely rozloženia oblohového jasů

V priebehu desaťročí sa oblohové modely vyvíjali od najjednoduchších až po komplikované viacparametrové modely, v ktorých boli vstupné parametre zisťované empiricky na základe dlhodobých meraní a následne boli tabelované. Ak chceme hodnotiť správnosť, resp. presnosť oblohového modelu, testovacím kritériom môže byť množstvo dopadajúceho žiarenia na ľubovoľne naklonenú rovinu, tzv ožiarenosť, resp. osvetlenosť v prípade, že je kritériom len žiarenie, ktoré dokáže ľudské oko vnímať (380 – 780 nm). Difúzných oblohových modelov bolo nespočetné množstvo a väčšina z nich upravovala ten predošlý len nepatrnou korekciou, čím sa autori snažili pokryť niektoré špecifické situácie. Pozrime sa teraz bližšie na niektoré modely, ktoré sa v minulosti používali. Mnohé z nich nachádzajú uplatnenie aj v súčasnosti.

1, Izotropný oblohový model (1962) [2]

Je to najjednoduchší model difúznej oblohy a tvoril základ pre vytváranie zložitejších a presnejších modelov. Predpokladá rovnomerné rozloženie jasů po celej oblohe. Difúzna ožiarenosť na naklonenej rovine je počítaná z difúznej horizontálnej ožiarenosti nasledovným spôsobom:

$$E_{d,iso} = DHI \times \frac{1 + \cos(\theta_r)}{2} \quad (1)$$

Kde DHI je horizontálna difúzna ožiarenosť a θ_r je sklon naklonenej roviny.

2, Hay – Daviesov model (1980) [3]

Tento model bol o niečo zložitejší a rozdelil jas oblohy na izotropnú a cirkumsolárnu zložku. Je to anizotropný model a zaviedol sa tzv. index anizotropie, ktorý sa počítal ako pomer priamej normálovej ku extraterestriálnej ožiarenosti nasledovne: $A_i = DNI / E_a$. Ožiarenosť na naklonenej rovine sa následne počíta ako:

$$E_d = DHI \times \left[A_i \cos(AOI) + (1 - A_i) \frac{1 + \cos(\theta_T)}{2} \right] \quad (2)$$

kde AOI predstavuje uhol dopadu slnečných lúčov.

3, Reindlov model (1990) [4]

Tento model rozdelil jas oblohy na tri komponenty: izotropnu zložku oblohy, cirkumsolárnu zložku pochádzajúcu z okolia slnka a horizontálne zjasnenie. Model je vlastne doplnením Hay - Daviesovho modelu práve o horizontálne zjasnenie a taktiež používa index anizotropie. Ožiarenosť na naklonenej rovine sa počítala nasledovným spôsobom:

$$E_d = DHI \times \left[A_i \cos(AOI) + (1 - A_i) \frac{1 + \cos(\theta_T)}{2} \left(1 + \sqrt{\frac{DNI \times \cos(\theta_Z)}{GHI}} \sin^3\left(\frac{\theta_T}{2}\right) \right) \right] \quad (3)$$

kde GHI je označenie pre globálnu horizontálnu ožiarenosť.

4, Perezov model (1990) [5]

Kým predošlé modely rozdeľovali jas oblohy na tri zložky v presne špecifikovanom tvare, Perez navrhol komplexnejší, ale o dosť komplikovanejší model založený na koeficientoch, ktoré získal spracovaním dlhodobých meraní. Základná rovnica pre ožiarenosť na naklonenej rovine má tvar:

$$E_d = DHI \times \left[\left((1 - F_1) \left(\frac{1 + \cos(\theta_T)}{2} \right) + F_1 \left(\frac{a}{b} \right) + F_2 \sin(\theta_T) \right) \right] \quad (4)$$

kde F_1 a F_2 sú empiricky získané funkcie popisujúce cirkumsolárne a horizontálne zjasnenie. Koeficienty a a b sú dané nasledovne:

$$a = \max(0^\circ, \cos(AOI))$$

$$b = \max(\cos(85^\circ), \cos(\theta_Z)) \quad (5)$$

kde θ_Z je zenitný uhol slnka. Funkcie F_1 a F_2 v rovnici (4) sú definované nasledovne:

$$F_1 = \max \left[0, \left(f_{11} + f_{12}\Delta + \frac{\pi\theta_Z}{180^\circ} f_{13} \right) \right]$$

$$F_2 = f_{21} + f_{22}\Delta + \frac{\pi\theta_Z}{180^\circ} f_{23} \quad (6)$$

Parametre s označením f_{xz} v rovnici (6) sú definované pre špecifické hodnoty priepustnosti ε , ktorú môžeme zapísať nasledovne:

$$\varepsilon = \frac{(DHI + DNI) / DHI + \kappa \theta_Z^2}{1 + \kappa \theta_Z^2} \quad (7)$$

pričom konštanta $\kappa = 1,041$, θ_Z je zenitný uhol slnka a pre Δ platí:

$$\Delta = \frac{DHI \times AM_a}{E_a} \quad (8)$$

kde AM_a je absolútna vzduchová hmota. Perez publikoval tabuľku koeficientov f_{xy} v rôznych formách napr. v práci, [6]. Jednu sadu koeficientov zobrazuje Tabuľka 1 pre rôzne hodnoty priepustnosti ε .

ε bin	f11	f12	f13	f21	f22	f23
1	-0.008	0.588	-0.062	-0.06	0.072	-0.022
2	0.13	0.683	-0.151	-0.019	0.066	-0.029
3	0.33	0.487	-0.221	0.055	-0.064	-0.026
4	0.568	0.187	-0.295	0.109	-0.152	-0.014
5	0.873	-0.392	-0.362	0.226	-0.462	0.001
6	1.132	-1.237	-0.412	0.288	-0.823	0.056
7	1.06	-1.6	-0.359	0.264	-1.127	0.131
8	0.678	-0.327	-0.25	0.156	-1.377	0.251

Tabuľka 1. Koefficienty pre Perezov model.

5, Kittlerov model (1999) [7]

Tento model je sofistikovanejší ako predošlé tým, že umožňuje vypočítať jas v ľubovoľnom bode alebo výseku oblohy. Kittler v ňom zadefinoval tzv. gradačnú funkciu , čo predstavuje závislosť jasu oblohy na zenitnom uhle. Taktiež zadefinoval rozptylovú indikatrixovú funkciu, ktorá charakterizuje rozptyl slnečného žiarenia vzhľadom na uhlovú vzdialenosť oblohového elementu od slnka. Relatívna gradačná funkcia má tvar:

$$\varphi(Z)/\varphi(0^\circ) = [1 + a \exp(b/\cos Z)] / (1 + a \exp b) \quad (9)$$

kde Z zodpovedá zenitnému uhlu oblohového elementu a a, b sú tabelované kalibračné koefficienty pre 6 rôznych gradácii oblohového jasu. Indikatrixová funkcia má tvar:

$$f(\chi) = 1 + c[\exp(d\chi) - \exp(d\pi/2)] + e \cos^2 \chi \quad (10)$$

kde c, d, e sú tabelované kalibračné koefficienty pre 6 funkcií rozptylu slnečného žiarenia a χ je uhol rozptylu. Relatívny jas oblohového elementu vzhľadom k zenitu je daný vzťahom:

$$\frac{L}{L_z} = \frac{f(\chi) \varphi(Z)}{f(Z_s) \varphi(0^\circ)} \quad (11)$$

kde L_z je jas v zenite. Integráciou jasov všetkých oblohových, ktoré naklonená rovina „vidí“ v danom priestorovom uhle dostaneme celkovú osvetlenosť na naklonenej rovine.

Nevýhody empirických modelov

Vymenované empirické modely majú často obmedzenia vyplývajúce už z ich samotnej definície. Pri ich použití pre teoretický výpočet dostupnosti denného svetla v interiéroch sa neraz dopúšťame veľkých nepresností, čo má následne vplyv aj na hygienické posudzovanie obytných alebo pracovných priestorov. O nepresnostiach izotropného modelu snád netreba ani polemizovať. Ten sa dá totiž využiť jedine pri homogénne zamračenej, tzv. Lambertovskej oblohe, ktorej výskyt je veľmi zriedkavý. Tento model má však historickú hodnotu, keďže z neho neskôr vzišli zložitejšie modely. Na modelovanie osvetlenosti na naklonených rovinách, ako sú fasády budov, strešné okná a podobne, je však v reálnych podmienkach prakticky nepoužiteľný. Hay-Daviesov a Reindlov model už zohľadňujú aj uhol dopadu slnečných lúčov, avšak nijako nezohľadňujú reálny stav atmosféry v skúmanej lokalite. Sú to neflexibilné modely a majú skôr historickú než vedeckú hodnotu. Vážnejším kandidátom na presnejšie modelovanie je Perezov model. Empiricky nájdené koefficienty síce štatisticky odrážajú atmosferické podmienky v tej ktorej lokalite, avšak tiež nepopisujú fyzikálny stav atmosféry a ich všobecné uplatnenie pre rôzne lokality na Zemi je diskutabilné. Navyše množstvo tabelovaných koefficientov, ktoré majú iba empirický charakter a teda sú vo všeobecnosti „skostnatelé“ nám neumožňuje flexibilne modelovať ľubovoľné meteorologické situácie. Kittlerov model zadefinoval 15 oblohových typov: 5 zamračených, 5 jasných a 5 prechodných. Nevýhodou tohoto modelu je podobne ako pri predošlých modeloch to, že sa nedajú nasimulovať meteorologické podmienky, ktoré sa reálne vyskytujú, ale iba približné situácie. Tie sú limitované 15timi oblohovými typmi, pričom v prírode sa nevyskytuje iba 15 rôznych oblohových situácií. Dalším problémom je predpoklad homogénnych oblôh, pričom v prírode sa homogénne situácie prakticky nevyskytujú. S polooblačnými situáciami si Kittlerov model taktiež

neporadí, keďže pre podobné polooblačné situácie dostávame širokú škálu oblohových typov na rôzne orientovaných rovinách. Pre zostrojenie gradačnej a indikatrixovej funkcie máme 5 koeficientov pre 15 oblôh, čo je 75 čísel, ktoré sú štatisticky zistené z dlhodobých meraní, pričom neriešia závislosť na vlnovej dĺžke, ani na iných fyzikálnych parametroch atmosféry. Model bol schválený CIE ako norma pre denné osvetlenie. Jeho sflexibilitenie by bolo pre svetlotekniku veľkým prínosom.

Fyzikálne modely a ich uplatnenie

V predošlých kapitolách sme vymenovali empirické modely a zhodnotili ich nedostatky. Základným nedostatkom všetkých modelov je, že nie sú naviazané na reálny stav atmosféry. Ako príklad sa dá uviesť situácia, kedy za veľmi podoných dvoch letných dni presne na poludnie nameriame odlišné hodnoty hodnoty horizontálnych osvetleností, pričom počasie je v tej chvíli rovnaké ako bolo predošlý deň. Dalším príkladom môže byť meranie na dvoch blízkyh stanovištiach (napr. Bratislava a Viedeň) v rovnakom čase s rovnakým počasím a namerajú sa rôzne horizontálne osvetlenosti. Je to z dôvodu rozdielného obsahu prachových častíc v atmosfére, ktoré rozdielnym spôsobom rozptyľujú slnečné žiarenie. Preto je vhodné pristúpiť k modelom, ktoré zohľadňujú reálne parametre atmosféry (AOD, SSA, ASY, cloud fraction, ...). Tie sa dnes celosvetovo merajú na robotických staniciach a sú prístupné cez internet. Tieto parametre sa použijú vo fyzikálnom modeli ako vstupy a sme schopní namodelovať reálne situácie kdekoľvek na svete. Jeden z takýchto fyzikálnych modelov je prezentovaný v práci [8]. Nevýhodou týchto medelov je v súčasnosti časová náročnosť výpočtov, čo ale pri optimalizácii výpočtového programu a rýchlych počítačoch nepredstavuje veľkú prekážku. Preto sa domnievam, že budúcnosť modelovania dostupnosti denného svetla na rôzne orientovaných rovinách (fasády budov, strešné okná, svetlovody, fotovoltaické systémy, ...) je založená na použití exaktných fyzikálnych modelov, čo môže priniesť podstatne presnejšie výsledky pri podstatne menšom úsilí, ako je tomu dnes.

Záver

Základom efektívneho využívania denného svetla je znalosť toho, aké množstvo denného svetla máme k dispozícii v danej lokalite a za daných meteorologických podmienok. Rôzne modely sa snažia čo najpresnejšie určiť dostupnosť svetla na rôzne orientovaných rovinách, avšak ich slabá flexibilita a prakticky žiadna návaznosť na reálny stav atmosféry dávajú často iba orientačné výsledky. Cieľom budúcich vedeckých štúdií v oblasti svetlotekniky by malo byť zovšeobecnenie oblohových modelov a ich naviazanie na reálne parametre atmosféry.

Pod'akovanie

Príspevok bol podporený agentúrou VEGA zmluvou číslo 02/0002/12 a Agentúrou na podporu výskumu a vývoja APVV zmluvou číslo APVV-0177-10.

Literatúra

- [1] Kómar, L., 2012. Výhody a nevýhody alternatívnych osvetlovacích sústav využívajúcich denné svetlo. Kurz osvetlovací techniky XXIX, Kouty nad Desnou, Czech Republic.
- [2] Liu B., Jordan R.: Daily insolation on surfaces tilted towards the equator, Trans. ASHRAE, 1962, p. 526.
- [3] Hay, J.E., Davies, J.A., 1980. Calculations of the solar radiation incident on an inclined surface. In: Hay, J.E., Won, T.K. (Eds.), Proc. of First Canadian Solar Radiation Data Workshop, 59. Ministry of Supply and Services, Canada.
- [4] Reindl, D. T., W. A. Beckman, et al. (1990). "Diffuse Fraction Correlations." Solar Energy 45(1): 1-7.
- [5] Perez, R. et al., 1990. Modeling daylight availability and irradiance components from direct and global irradiance. Solar Energy 44, 271-289.
- [6] Perez, R. et. al 1988. "The Development and Verification of the Perez Diffuse Radiation Model". SAND88-7030
- [7] Kittler, R., 1999. Universal modelling of daylight climates for design purposes. Architect. Sci. Rev. 42, p.75
- [8] Kocifaj, M., 2012. Angular distribution of scattered radiation under broken cloud arrays: An approximation of successive orders of scattering. Solar Energy, 86, p. 3575-3586.

Horizontální osvětlenost v podmínkách standardizovaných obloh CIE

Zuzana, Pelánová, Ing.; Jan, Zálešák, Ing.

ČVUT v Praze Fakulta elektrotechnická, pelanzuz@fel.cvut.cz, zalesja1@fel.cvut.cz

Denní světlo je nepostradatelnou součástí přirozeného životního prostředí pro drtivou většinu organismů žijících na Zemi. Sluneční záření, respektive sluneční světlo, tak jak jej vnímáme právě na Zemi, je pro lidskou populaci zásadní. Denní světlo ovlivňuje mnoho lidských životních faktorů, jako jsou například fyziologické, biochemické či psychické odezvy. Lidé čím dál více času tráví v budovách, podle výzkumů lidé žijící ve městech tráví uvnitř budov až 90% svého času. Význam denního světla je důležitý nejen pro zajištění hygienických potřeb člověka, ale je středem zájmu například také z hlediska úspor v rámci osvětlení.

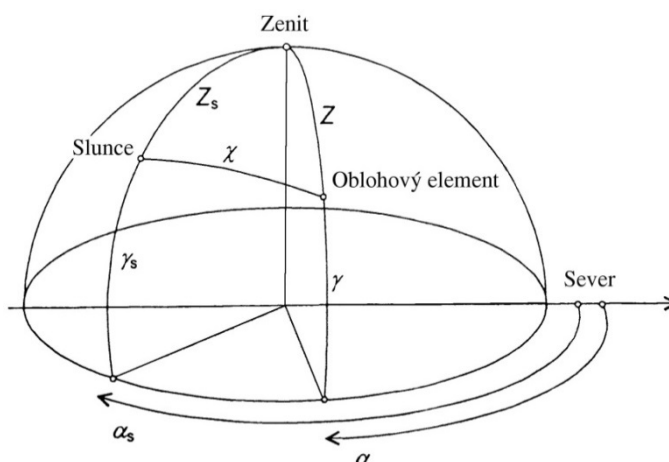
Při návrhu denního osvětlení budov tak musíme čelit několika zásadním problémům. Ač dnes již není problematické definovat průběhy slunce po obloze na mnoho let dopředu, velmi problematické, až nemožné je určit míru stínění slunečních paprsků mraky, respektive celkovými povětrnostními podmínkami.

Denní světlo je typické svou dvojitou skladbou. Slunečním a oblohovým světlem. U slunečních dnů při bezmračné obloze je podíl přímé složky záření v rozmezí od 75 % do 80 %, oblohové světlo pak pokrývá zbylou část dopadajícího záření v rozmezí od 15 % do 25 %. Tyto hodnoty platí pro přímé osvětlenosti nezacloněných rovin, jako jsou například plochy střech či fasády domů orientované na slunečnou stranu. Oblohové světlo vzniká rozptýlením přímého slunečního záření. Toto záření může být při prostupu atmosférou Země buďto pohlceno (ozónem, atmosférickými částicemi), odraženo (například mraky) či rozptýleno na částicích, molekulách plynů a vody.

Aby bylo možno charakterizovat oblohové stavy, které by popisovaly světelnou situaci během rozličných povětrnostních a klimatických podmínek, bylo definováno za pomoci CIE (Mezinárodní komise pro osvětlování) standardizovaných obloh. Jedná se o soubor modelových příkladů popisujících stav oblohy, přesněji řečeno jasové poměry a situace.

Standardizované oblohy dle CIE

Pro základní popis rozložení jasu na obloze dnes používáme soubor 15 situací jasového rozložení (tzv. obloh), které jsou definovány v dokumentu CIE S 011/E:2003. Pro praktický výpočet je realizován při definici pozice Slunce a požadovaného elementu oblohy, kde je třeba zadat nejen úhel (slunce a oblohového elementu) ve stupních vůči horizontu či zenitu, ale také jejich polohy odklonu od vztažného směru, který je pro tento výpočet sever. Dále je třeba udat jednu z veličin L_{vz} (jas zenitu) či L_a (jas oblohového elementu). Jako grafický popis je na obr. 1 znázorněna celá polohová situace potřebná k definování vstupních parametrů výpočtu.



• Obr.1 Schéma pro určení polohy Slunce a oblohového elementu [7]

Jako základní koncepce výpočtu je uveden následující vzorec č. 1

$$\frac{L_a}{L_w} = \frac{f(\chi) \cdot \varphi(Z)}{f(Z_s) \cdot \varphi(0)} \quad (1)$$

kde:

L_a [cd/m²] jas oblohového elementu
 L_{vz} [cd/m²] jas zenitu oblohy
 Další proměnné jsou uvedeny dále v textu

Stanovení jasu plošky oblohového elementu L_a z rovnice č.2 se vyjádří následovně:

$$L_a = L_w \frac{f(\chi) \cdot \varphi(Z)}{f(Z_s) \cdot \varphi(0)} \quad (2)$$

Úhlová vzdálenost oblohového elementu a slunce χ je vyjádřena pomocí vztahu č.3:

$$\chi = \arccos(\cos Z_s \cdot \cos Z + \sin Z_s \cdot \sin Z \cdot \cos(\alpha - \alpha_s)) \quad (3)$$

kde:

Z_s [rad] zenitní úhel Slunce
 Z [rad] zenitní úhel oblohového elementu
 α_s [rad] azimut polohy Slunce
 α [rad] azimut polohy oblohového elementu

Pro výpočet funkce $f(\chi)$, která slouží pro určení rozptýlení přímých slunečních paprsků v závislosti na poloze slunce je dán vztah č.4:

$$f(\chi) = 1 + c \left[\exp(d\chi) - \exp\left(\frac{d\pi}{2}\right) \right] + e \cos^2 \chi \quad (4)$$

kde parametry c , d a e jsou dány definicí uvedenou v Tab. 1, vždy pro každou z uvažovaných jasových situací, respektive typovou oblohu.

Gradační funkce rozptýleného světla $\varphi(Z)$, se vztahuje k relativnímu jasu oblohového elementu a jeho zenitního úhlu:

$$\varphi(Z) = 1 + a \cdot \exp\left(\frac{b}{\cos Z}\right), \quad \text{za předpokladu že } 0 \leq Z \leq \frac{\pi}{2} \quad (5)$$

kde
 parametry a , b jsou uvedeny v tab.1

Rovnice č.1 (respektive č.2) dále vyžaduje následující definici $\varphi(0)$:

$$\varphi(0) = 1 + a \cdot \exp b \quad (6)$$

Pro určení relativního jasu slunce ze zadaného zenitního jasu L_{vz} je zadána funkce $f(Z_s)$ zapsaná rovnicí č.7

$$f(Z_s) = 1 + c \left[\exp(dZ_s) - \exp\left(\frac{d\pi}{2}\right) \right] + e \cos^2 Z_s \quad (7)$$

kde
 Z_s [rad] úhlová vzdálenost mezi sluncem a zenitem dána vztahem č.8

$$Z_s = \frac{\pi}{2} - \gamma_s \quad (8)$$

kde
 γ_s [rad] elevační úhel Slunce nad horizontem

A podobně je definován zenitní úhel oblohového elementu v úhlové vzdálenosti od zenitu

$$Z_s = \frac{\pi}{2} - \gamma \quad (9)$$

kde
 γ [rad] elevační úhel oblohového element nad horizontem

• Tab.1 Oblohy dle CIE a jejich doporučené a standardizované parametry

Popis oblomy	Označení	Doporučené nebo standardní parametry						
		Pro gradaci	Pro indikatrix	Typické E_{vd}/E_v	B	C	D	E
Zatažená se strmou gradací a azimutovou rovnoměrností <i>(zimní zamračená obloha podle CIE s gradací jasu 1:3)</i>	I.1	a=4 b=-0,7	c=0 d=-1 e=0	0,10	54,63	1,00	0,00	0,00
Zatažená se strmou gradací a lehkým zjasněním směrem k Slunci	I.2	a=4 b=-0,7	c=2 d=-1,5 e=0,15	0,18	12,35	3,68	0,59	50,47
Zatažená, mírně odstupňovaná a s azimutovou rovnoměrností	II.1	a=1,1 b=-0,8	c=0 d=-1 e=0	0,15	48,30	1,00	0,00	0,00
Zatažená, mírně odstupňovaná a s lehkým zjasněním směrem k Slunci	II.2	a=1,1 b=-0,8	c=2 d=-1,5 e=0,15	0,22	12,23	3,57	0,57	44,27
Zatažená, zamlžená nebo oblačná s celkovou rovnoměrností	III.1	a=0 b=-1	c=0 d=-1 e=0	0,20	42,59	1,00	0,00	0,00
Částečně oblačná s rovnoměrnou gradací a lehkým zjasněním směrem k Slunci	III.2	a=0 b=-1	c=2 d=-1,5 e=0,15	0,38	11,84	3,53	0,55	38,78
Částečně oblačná s rovnoměrnou gradací	III.3	a=0 b=-1	c=5 d=-2,5 e=0,3	0,42	21,72	4,52	0,64	34,56
Částečně oblačná, spíše rovnoměrná s jasnou sluneční korónou	III.4	a=0 b=-1	c=10 d=-3 e=0,45	0,41	29,35	4,94	0,70	30,41
Částečně oblačná se zastíněným Sluncem	IV.2	a=-1 b=-0,55	c=2 d=-1,5 e=0,15	0,40	10,40	3,45	0,50	27,47
Částečně oblačná s viditelným slunečním kotoučem	IV.3	a=-1 b=-0,55	c=5 d=-2,5 e=0,3	0,36	18,41	4,27	0,63	24,04
Modrobílá s jasnou sluneční korónou	IV.4	a=-1 b=-0,55	c=10 d=-3 e=0,45	0,23	24,41	4,60	0,72	20,76
Velmi jasná s jasnou sluneční korónou	V.4	a=-1 b=-0,32	c=10 d=-3 e=0,45	0,10	23,00	4,43	0,74	18,52
Bezoblačná, znečištěná se širokou sluneční korónou	V.5	a=-1 b=-0,32	c=16 d=-3 e=0,3	0,28	27,45	4,61	0,76	16,59
Bezoblačná se širokou sluneční korónou	VI.5	a=-1 b=-0,15	c=16 d=-3 e=0,3	0,28	25,54	4,40	0,79	14,56
Modrobílá se širokou sluneční korónou	VI.6	a=-1 b=-0,15	c=24 d=-2,8 e=0,15	0,30	28,08	4,13	0,79	13,00

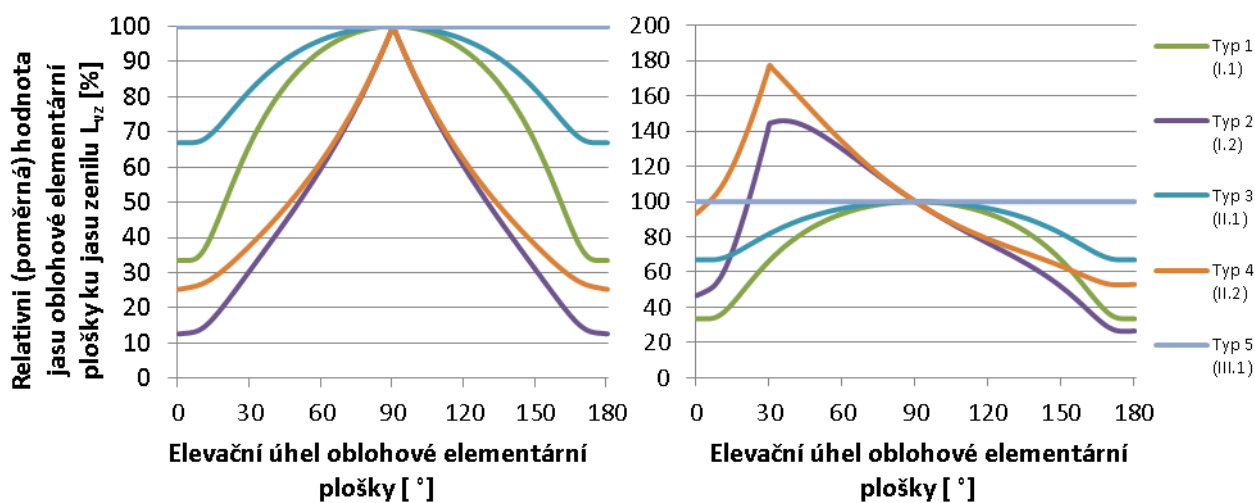
Grafická modelace relativních průběhů jasů standardizovaných obloh

Výpočet jednotlivých průběhů poměrného rozložení jasů jednotlivých oblohových situací dle CIE je znázorněno na následujících grafech (č.1, č.2 a č.3). Všechny výpočty jsou simulovány pro následující pozice elementů:

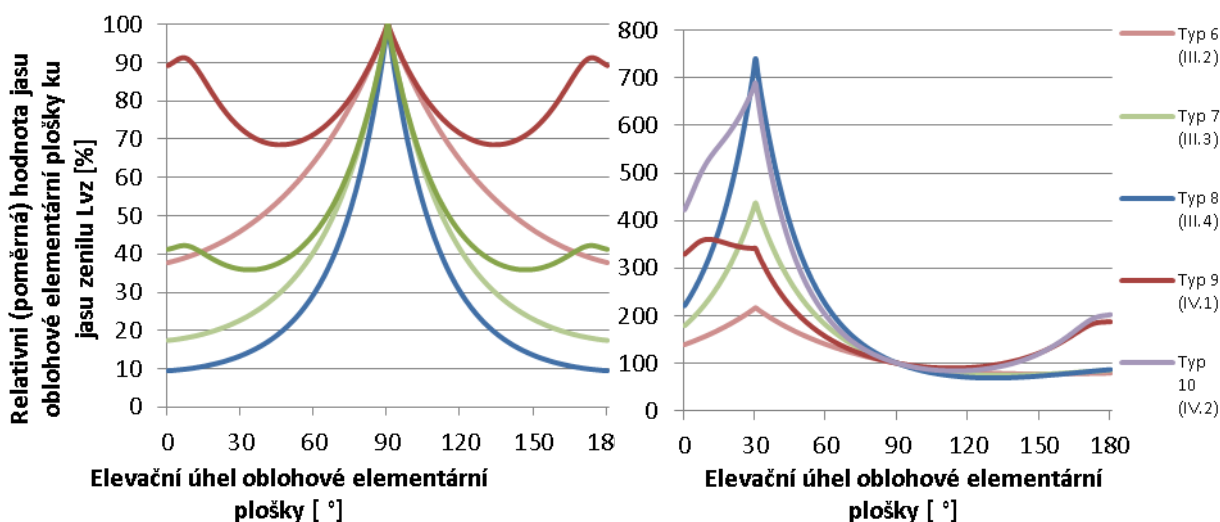
azimut oblohového elementu	$\alpha = 0$	[rad]
azimut slunce	$\alpha_s = 0$	[rad]
elevační úhel oblohového elementu	$\gamma = 0$ až π	[rad]
elevační úhel slunce (slunce v zenitu)	$\gamma_s = \pi/2$	[rad]

Graf č.1 zobrazuje průběhy pěti zatažených obloh z nichž obloha typu 1, označovaná také jako I.1, je standardizovanou rovnoměrně zataženou oblohou, kterou využíváme pro výpočet denní osvětlenosti. Je to situace, ve které se nenachází žádné přímé sluneční světlo a rozložení jasů není ovlivněno pozicí slunce. Při takovéto konstelaci parametrů je zajištěno stejné rozložení jasů při jakémkoliv azimutálním směru pozorovatele. Pro praktický návrh to znamená, že jakkoliv orientované okenní otvory místnosti či prostoru nejsou závislé na světové orientaci.

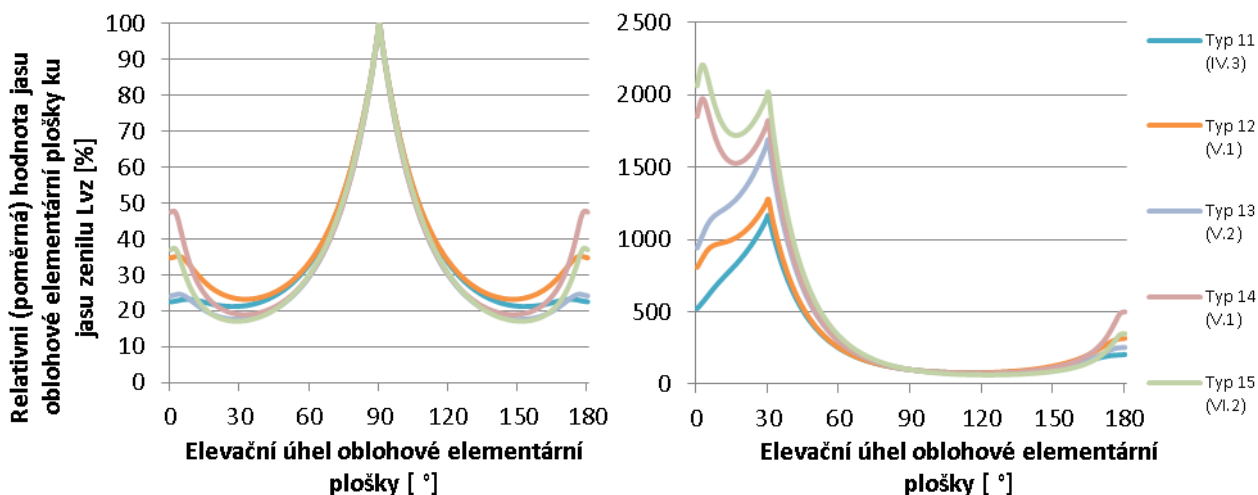
• Graf č.1 Rozložení poměrných jasových průběhů zatažených modelů obloh dle CIE pro elevační úhel slunce nad horizontem $\gamma_s = 90^\circ$ a $\gamma_s = 30^\circ$



• Graf č.2 Rozložení poměrných jasových průběhů zatažených modelů obloh dle CIE pro elevační úhel slunce nad horizontem $\gamma_s = 90^\circ$ a $\gamma_s = 30^\circ$



• Graf č.3 Rozložení poměrných jasových průběhů zatažených modelů obloh dle CIE pro $\gamma_s = 90^\circ$ a $\gamma_s = 30^\circ$



Analýza oblohových modelů a výpočetní práce

Po analýze namodelovaných poměrných jasových průběhů jednotlivých standardizovaných obloh lze vypočítat průměrný jas oblohy L_m , který je stanovován pro model rovnoměrně zatažené oblohy a nachází se ve výšce elevačního úhlu nad horizontem $\epsilon = 42^\circ$. Stanovení průměrných jasů L_m ostatních modelových jasových situací jednotlivých obloh (tab.2) je pak určeno zásadním předpokladem a to polohou slunce při elevačním úhlu $\gamma_s = 90^\circ$. Tuto podmínku je třeba dodržet, neboť ač při modelu oblohy I.1 (standardizovaná rovnoměrně zatažená) není podstatná poloha Slunce, u jiných modelů poloha slunce přímo ovlivňuje jasové rozložení. Názornou ukázkou může být například graf 3. Zde je vidět poměrný rozdíl mezi jasnem zenitu L_{vz} a nejvyšším jasnem na obloze až 2000 %. Tento příklad pak platí pro konkrétní azimut pozorovatele α .

Při hodnocení oblohových veličin se nepracuje s celým teoretickým rozsahem pozorování v horizontální rovině, tedy 180° od jedné světové strany přes zenit k druhé světové straně, ale s hodnotami elevačních úhlů větších než 10° nad horizontem. Tato výjimka má několik důvodů. Pro příklad lze uvést vysokou náročnost při ověřování teoretických modelů reálným měřením, kdy pro nízké elevační úhly u měřících přístrojů figuruje velká kosinová chyba, nebo například také samotné atmosférické podmínky, které mají vliv na rozptyl světla. V grafech č. 1 až 3 modelující poměrné jasové průběhy je i ve výpočetních modelech tato skutečnost znát, neboť průběhy v oblastech 0° až 10° a 170° až 180° neodpovídají trendu vývoje. Do těchto grafů byly tyto meze zaneseny.

V tab.2 je uveden souhrn vypočtených parametrů pro jednotlivé typy obloh. Jsou zde uvedeny pro porovnání také výsledky průměrného jasů oblohy L_m s elevačním úhlem výskytu tohoto jasů jak pro situaci, kdy se hodnotí celá výpočtová hemisféra, tak užívaný rozsah poloprostoru, kdy jsou elevační úhly oblohového elementu γ menší než 10° nad horizontem vynechány.

• Tab.2 Oblohové parametry standardizovaných obloh

Typ oblohy dle CIE 15469	Hodnocení oblohových parametrů v rozsahu elevačního úhlu oblohového elementu γ		Elevační úhel výskytu průměrného jasů L_m	Pozn.
	0° až 180°	10° až 170°		
	Průměrný jas oblohy L_m vůči L_{vz} [%]		[$^\circ$]	
1 (I.1)	75	80	41	Elevační úhel výskytu L_m je uveden pro rozsah hodnocení oblohových parametrů 10° až 170°
2 (I.2)	80	85	52	
3 (II.1)	87	89	41	
4 (II.2)	93	95	54	
5 (III.1)	100	100	10 až 170	
6 (III.2)	108	108	56	
7 (III.3)	122	120	59	
8 (III.4)	138	134	61	
9 (IV.1)	161	148	24	
10 (IV.2)	186	169	64	
11 (IV.3)	216	193	64	
12 (V.1)	256	214	64	
13 (V.2)	283	235	64	
14 (V.1)	357	261	65	
15 (VI.2)	387	282	64	

Metoda stanovení osvětlenosti nezastíněné srovnávací roviny tak jak byla použita se jeví jako nevhodná, neboť při ní není zohledněno přímé sluneční světlo. Při pohledu na možnosti vyjádření výpočtu složky přímého světla se ukázalo, že lze provádět výpočty pouze pro konkrétní moment a místo, což je určeno korekčním činitelem extricity.

Určení horizontální osvětlenosti E_H za podmínek obloh CIE

Pokud by určení exteriérové osvětlenosti E_H pro všechny typy standardizovaných obloh vycházelo ze vztahu č.10, který je odvozen od vztahu č.9 tak, jak to platí pro rovnoměrně zataženou oblohu, pak by bylo možné určit poměrnou hodnotu exteriérové osvětlenosti E_H jako veličinu stále závislou na určení hodnoty zenitního jasu.

$$xL_{vz} = E_H \quad (10)$$

Zenitní jas L_{vz} je možno určit několika způsoby. V této práci jsou zmíněny dva postupy. Prvním je využití sestavených vztahů a typických hodnot pro výpočet L_{vz} na základě dlouhodobého měření světelně technických veličin měřicí stanice CIE IDMP v Bratislavě.

Pro jakýkoliv typ oblohy lze získat hodnotu poměru zenitního jasu a oblohové osvětlenosti L_{vz}/E_{vd} ze vztahu č.11:

$$\frac{L_{vz}}{E_{vd}} = \frac{B(\sin \gamma_s)^C}{(\sin \gamma_s)^D (\cos \gamma_s)^E + B} \quad (11)$$

kde:

E_{vd} [klx] oblohová osvětlenost
Koeficienty B, C, D a E jsou dle tab.1.

Hodnotu oblohové osvětlenosti E_{vd} lze vypočíst vztahem:

$$E_{vd} = 133,8 \left(\frac{L_{vz}}{E_H} \right) \sin \gamma_s \quad (12)$$

kde hodnota E_{vd}/E_v je dána typickými hodnotami pro oblast Bratislavy v tab.1.

Druhý způsob určení zenitního jasu L_{vz} vychází z empiricky odvozených vztahů pomocí aproximace naměřených dat a platí pouze do výšky elevačního úhlu slunce 75° . pouze na základě dlouholetých měření a dělí se na dvě oblasti použití. Vztah č. 13 je použitelný pro standardizované zatažené / oblačné modely obloh. Vztah č.14 pak respektuje oblohy se slunečním světlem, kde jsou použity pro výpočet doporučené koeficienty T_v – světelného činitele zákalu oblohy.

$$L_{vz} = \frac{E_{vd}}{E_v \left[\frac{B(\sin \gamma_s)^C}{\cos \gamma_s^D + B \sin \gamma_s} \right]} \quad (13)$$

a

$$L_{vz} = \frac{(A1 T_v + A2) \sin \gamma_s + 0,7 (T_v + 1) (\sin \gamma_s)^C}{(\cos \gamma_s)^D + 0,04 T_v} \quad (14)$$

kde hodnoty A1, A2, T_v jsou uvedeny v tab.4.

- Tab.4 Doporučené hodnoty pro výpočet jasů ve fotometrických jednotkách

Typ oblohy	A1	A2	T_v
7 (III.3)	0,957	1,750	12,0
8 (III.4)	0,830	2,030	10,0
9 (IV.1)	0,600	1,500	12,0
10 (IV.2)	0,569	2,610	10
11 (IV.3)	1,440	- 0,750	4
12 (V.1)	1,036	0,710	2,5
13 (V.2)	1,244	- 0,840	4,5
14 (V.1)	0,881	0,453	5,0
15 (VI.2)	0,418	1,950	4,0

Výsledné hodnoty určené exteriérové osvětlenosti E_H při užití vztahu č.10 a dvou naznačených metod jsou uvedeny v tab.5.

• Tab.5 Oblohové parametry standardizovaných obloh

Typ oblohy dle CIE 15469	Vypočtená hodnota exteriérové osvětlenosti na nezacloněné rovině E_H [Lx]			
	Elevační úhel Slunce $\gamma_s = 30^\circ$		Elevační úhel Slunce $\gamma_s = 60^\circ$	
	1. metoda	2. metoda	1. metoda	2. metoda
1 (I.1)	11 900	11 900	6 900	6 900
2 (I.2)	15 900	15 900	7 700	7 700
3 (II.1)	17 600	17 600	10 200	10 200
4 (II.2)	19 000	19 000	9 000	9 000
5 (III.1)	23 200	23 200	13 400	13 400
6 (III.2)	32 000	32 000	14 900	14 900
7 (III.3)	25 400	24 600	9 800	9 600
8 (III.4)	20 100	15 300	6 600	5 800
9 (IV.1)	31 800	38 500	14 400	13 900
10 (IV.2)	20 000	21 600	7 200	7 700
11 (IV.3)	10 200	8 600	3 000	3 200
12 (V.1)	4 300	6 100	1 200	2 200
13 (V.2)	11 300	8 100	2 800	2 900
14 (V.1)	11 000	9 000	2 600	3 100
15 (VI.2)	12 200	7 100	2 600	2 300

Pro jasné oblohy je patrná jen velmi malá vypočtená horizontální osvětlenost. Problém tkví především ve zvolené metodice, která vychází z jedinečného modelu rovnoměrně zatažené oblohy. Použitá metodika selhává především v momentu stanovení průměrného jasu oblohy, se kterým se pak pracuje pro vyčíslení světelného množství v rámci zenitního jasu. Zde totiž pro oblohy, kde se vyskytuje přímé sluneční světlo, není zohledněn vliv přímých slunečních paprsků a nejsou zaneseny do výpočtu. Použitá metodika tak spíše ukazuje na tu část osvětlenosti E_H , která pochází z rozptýleného oblohového světla E_{vd} . Pokud bychom hledali možnost, jak stanovit přímou sluneční složku E_{vs} , bylo by třeba užít vztah:

$$E_{vs} = E_v \exp(-a_v m) \quad (15)$$

kde

E_v	[lx]	světelná solární konstanta určená na horizontální rovině
a_v	[-]	činitel zákalu atmosféry
m	[-]	relativní hrubost atmosféry

E_v může být dále stanoven pro konkrétní pozici a čas pozorovatele pomocí vztahu č.16:

$$E_v = E_{vo} \epsilon \sin \gamma_s \quad (16)$$

kde

E_{vo}	[W.m ⁻²]	solární konstanta – zavedená hodnota 1367 W.m ⁻²
ϵ	[-]	korekční činitel excentricity

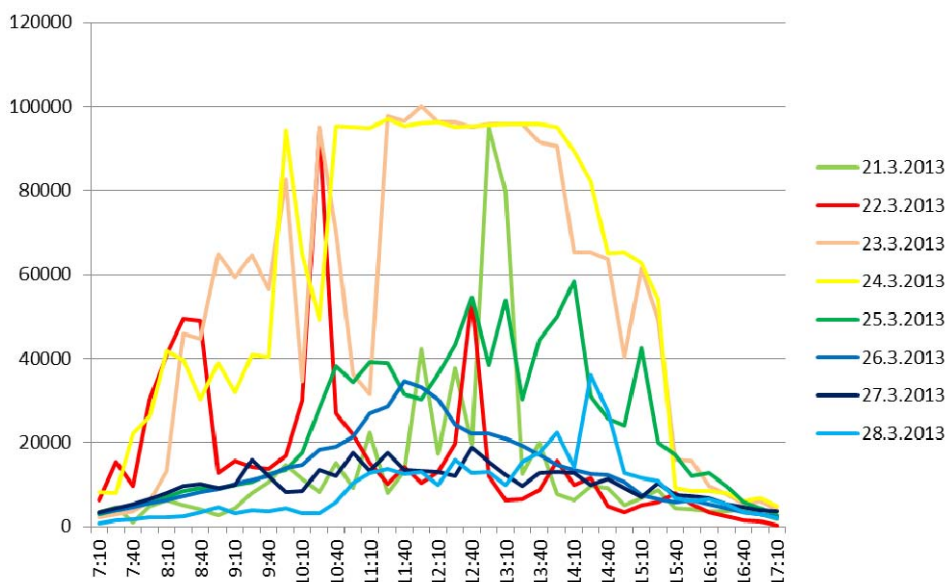
Celková osvětlenost E_H pak lze spočítat na základě rovnic č.12 a č.14, tedy součtem oblohové a přímé osvětlenosti:

$$E_H = E_{vs} + E_{vd} \quad (17)$$

Pro tuto osvětlenost pak platí již zmiňovaná podmínka hodnoty výpočtu pro konkrétní místo a čas výpočetních podmínek.

Měření horizontální osvětlenosti

V rámci projektu SGS bylo dále provedeno měření horizontální osvětlenosti. Jednalo se o orientační měření, kdy bylo cílem zmapovat průběhy osvětlenosti během dne. Prezentované měření bylo prováděno na přelomu měsíce března a dubna roku 2013. Zachycen byl i 21. březen, který je považován jako typový den pro výpočet denního osvětlení. Vzhledem k tomu, že prováděné měření sloužilo také pro vyhodnocení energetické náročnosti osvětlovací soustavy řízené v závislosti na denním světle, jsou hodnoty v grafech pro jednotlivá období uvedeny vždy pouze od 7:00 do 17:10. Osa x slouží jako časová linie, na ose y je znázorněna osvětlenost v luxech.



• Graf č.4 Průběh horizontální osvětlenosti (Fakulta elektrotechnická, Praha, Technická 2) v obdobích 21.-28.3.2012

Závěr

Při pohledu na grafy relativních průběhů jasů obloh CIE a ještě více při jejich modelaci s azimutálním úhlem a pochopením pohybu Slunce v prostoru je patrné, že stanovení potřebného světelného množství není to jediné, čím by se měl kvalitní světelný návrh/posouzení zabývat. Vzhledem ke směrovosti, dynamice a proměnlivosti denního světla je třeba stanovit také kvalitativní požadavky na denní světlo, jeho užívání a využívání tak, aby svým uživatelům přinášelo zrakovou pohodu a světelný komfort.

Měření horizontální osvětlenosti na střeše budovy FEL v Praze bude dále pokračovat a následně budou výsledky vyhodnoceny a zatříděny dle parametrů CIE.

Literatura a odkazy

- [1] Kaňka, J. *Požadavky na denní osvětlení interiérů a způsoby jejich prokazování*
- [2] Darula, S. *Zenitný jas z pohľadu posudzovania svetelnej klímy v budovách*. XII. Česko-slovenská bioklimatologická konference, 1996.
- [3] Darula, S., et al. *Osvětlování světlovody*. Grada Publishing 2009, Praha.
- [4] Darula, S. *Zdroje denného osvetlenia*. Habilitační práce. Bratislava 2012
- [5] Kittler, R., Darula, S., Perez, R.: *A set of standard skies*, červen 1998, Polygrafie SAV
- [6] Kittler, R., Darula, S., Kambezidis, H., D., Bartzokas, A *Guidelines for more realistic daylight exterior conditions in energy conscious designs*. Bratislava, 2000, Slovak Academy of Sciences
- [7] ISO 15469:2004 (CIE S 011/E:2003). *Spatial distribution of daylight -- CIE standard general sky*

Přisvětlování chodců na přechodech z pohledu projektanta

Jan Novotný, Ing.

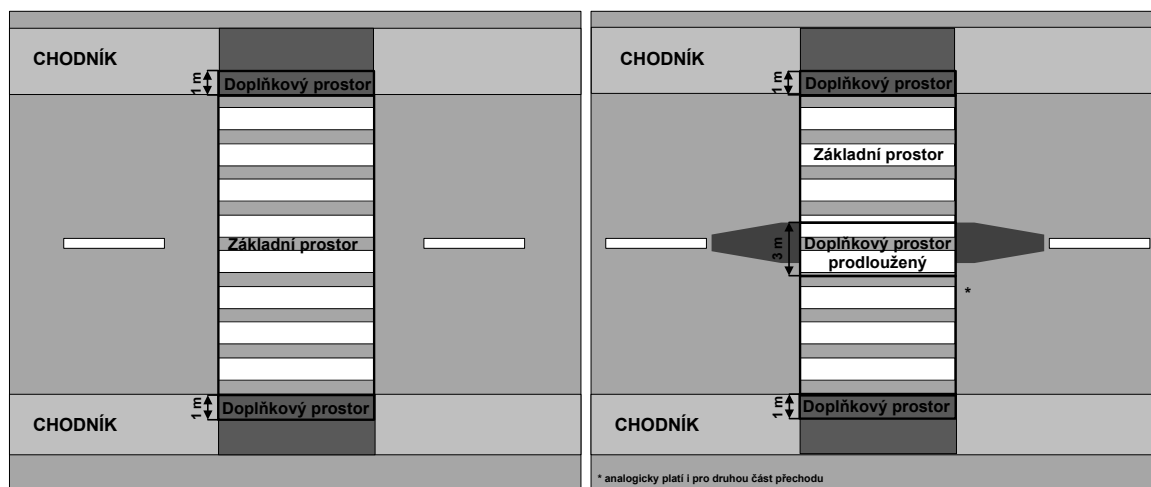
ELTODO EG, a.s., www.eltodo.cz, novotnyj@eltodo.cz

Problematika přisvětlování přechodů pro chodce je v posledních několika letech stále více aktuální. Správci komunikací (většinou obce či městské části) nechávají přechody ve velké míře osvětlovat. Tyto přechody mnohdy svými parametry nesplňují požadavky platné normy (např. maximální délku), což je dělá velmi nebezpečné a obtížně osvětlitelné. Na rozdíl od jiných odvětví světelné techniky je však osvětlování přechodů pro chodce relativně mladá a neustále se vyvíjející oblast. Od 1. června 2013 vstoupil v platnost dokument Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací Kapitola 15 Osvětlení pozemních komunikací Dodatek č. 1 (dále jen TKP). Tento dokument popisuje v teoretické rovině problematiku přisvětlování přechodů pro chodce od vymezení osvětlovaného prostoru přes obecné požadavky až po návrh a hodnocení výsledného přisvětlení. Cílem tohoto článku je čtenáře seznámit s praktickými poznatky při navrhování přisvětlení přechodů dle této metodiky z pohledu projektanta.

Přisvětlení přechodu – co je cílem?

Primárním cílem přisvětlování přechodů je zvýšení bezpečnosti přecházejících chodců. Princip metodiky přisvětlování dle TKP vychází z teorie, že chodec je v bezpečí v případě, že jej přijíždějící řidič včas zpozoruje. Z pohledu TKP se tedy jedná spíše o přisvětlování chodců. Nasvícení samotného přechodu s cílem upozornit řidiče na konfliktní oblast má v tomto případě až druhotný efekt. Z teorie světelné techniky je známo, že lidské oko běžného pozorovatele je v prostředí nízkých adaptačních jasů spolehlivě schopno rozlišovat jednotlivé objekty při kontrastu jasů v poměru vyšším než 3:1. Jas chodce (při využití pozitivního kontrastu) z pohledu přijíždějícího řidiče musí být tedy minimálně 3krát vyšší než jas pozadí, což je v tomto případě jas vozovky. Hodnocenou veličinou je zde horizontální složka osvětlenosti v místě pohybu chodce. Zároveň je zapotřebí zajistit rozložení světla tak, aby bylo dosaženo požadované rovnoměrnosti po celé délce (a šířce) přechodu (tzv. základní prostor). V neposlední řadě dokument stanovuje požadavky na osvětlení tzv. doplňkového prostoru. Smyslem tohoto opatření je poskytnout řidiči informaci o přítomnosti chodce dříve, než chodec vstoupí do vozovky.

Obrázek 1 popisuje schematické rozdělení jednotlivých prostorů přechodu pro komunikaci bez fyzického oddělení jízdních směrů a pro komunikaci směrově rozdělenou.



- Obrázek 1 – rozdělení prostorů přechodu pro chodce na obousměrné a jednosměrné komunikaci

Z výše uvedeného je tedy zřejmé, že výsledný světelně technický návrh bude záležet na:

- geometrii přechodu (především na jeho délce),
- zatížení komunikace dle ČSN EN 13201 – 1 (čím vyšší třída, tím vyšší požadavky na přisvětlení)

a jeho kvalita na:

- umístění svítidel
- počtu svítidel
- dodatečných úpravách přechodu.

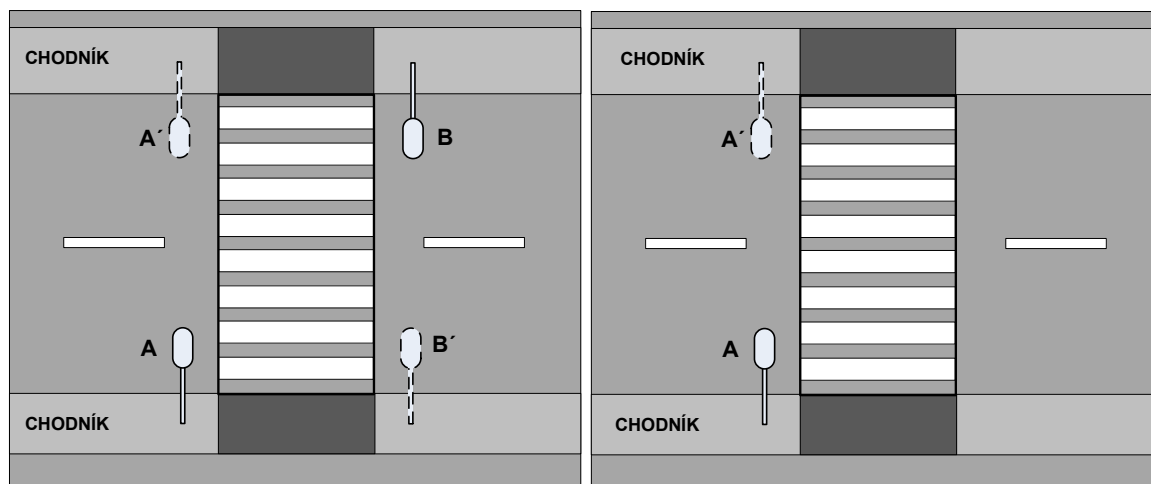
Jednotlivé světelné návrhy pak lze porovnávat podle celkové míry zvýšení bezpečnosti na přechodu, celkových investičních a provozních nákladů a podle estetického vzhledu.

Základní optimalizace

Pro umělé vytvoření pozitivního kontrastu v místě přecházení (jas chodce z pohledu řidiče přijíždějícího vozidla je min. 3x vyšší než jas pozadí) je zapotřebí splnit základní podmínku:

Počet svítidel \geq počet jízdních směrů

Obrázek 2 ukazuje možné varianty umístění svítidel pro obousměrnou směrově nerozdělenou komunikaci a pro komunikaci jednosměrnou. Přípustné kombinace svítidel jsou A-B, A'-B, A-B' a A'-B' pro obousměrnou komunikaci a A a A' pro komunikaci jednosměrnou



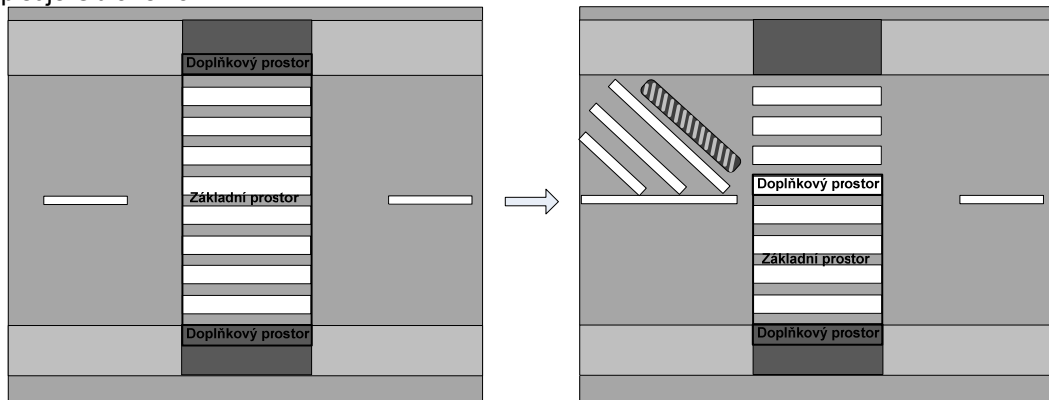
• Obrázek – přípustné pozice umístění svítidel pro obousměrnou a jednosměrnou komunikaci

Pro dosažení požadovaných hodnot (dle TKP) je nutné umístit svítidlo do vhodné polohy vůči přechodu. Tato poloha je určena světelně technickým výpočtem a je zřejmé, že čím je přechod delší, tím více je volba pozice svítidla omezena. Teoreticky je možné využít pro osvětlení přechodu se dvěma jízdními směry až 4 svítidla. Prakticky má ale tato varianta značná omezení. Pozice svítidla je definována světelně technickým výpočtem, zároveň je ale limitována maximální výškou stožáru, délkou výložníku a předsazením před přechodem. Velkou roli při umísťování stožáru hrají lokální zábrany, jako jsou stávající inženýrské sítě, oblouky křižovatek, výjezdy na komunikaci v místě uložení stožáru či jiné překážky (např. stromy či stávající stožáry veřejného osvětlení). Zejména ve stávající městské zástavbě je tedy mnohdy velice problematické nalézt 4 místa pro umístění stožáru tak, aby pozice svítidel vyhovovaly světelnému výpočtu. Případné dvojnásobné investiční náklady při použití 4 svítidel namísto 2 jsou zřejmé.

Samostatným problémem je pak osvětlování přechodů na komunikacích s tramvajovým tělesem. Dopravní podniky stanovují u takovýchto instalací ochranné pásmo 2 m od živých částí tramvajového tělesa (včetně tramvajového vozidla). Toto omezení značně ztěžuje umístění svítidel do požadované pozice. Pokud se jedná o nepojížděný tramvajový pás, není tato část zahrnuta do osvětlovaného prostoru, což výpočet usnadňuje. V případě, že přechod pro chodce protíná komunikaci s pojížděným tramvajovým tělesem, je zapotřebí uvažovat osvětlovanou oblast včetně tramvajového pásu. Dle normy ČSN EN 13201 je navíc takováto komunikace zařazena o třída výš kvůli výskytu konfliktní oblasti (křížení dopravního proudu automobilů a tramvaje), což požadavky na její přisvětlení (dle TKP) ještě zvyšuje. Dle názoru dopravních psychologů je navíc osvětlování přechodů přes tramvajový pás minimálně sporné. Nasvětlení přechodu (jeho horizontální roviny) může vyvolat v chodci pocit bezpečí a přednosti před ostatními účastníky dopravy, což neplatí právě pro projíždějící tramvaj. Jak z pohledu projektanta, tak z pohledu investora je tedy na místě přisvětlení přechodu přes tramvajovou trať zvážit a případně navrhnout jiné úpravy pro zajištění bezpečnosti chodců (např. zvýrazněné vodorovné dopravní značení).

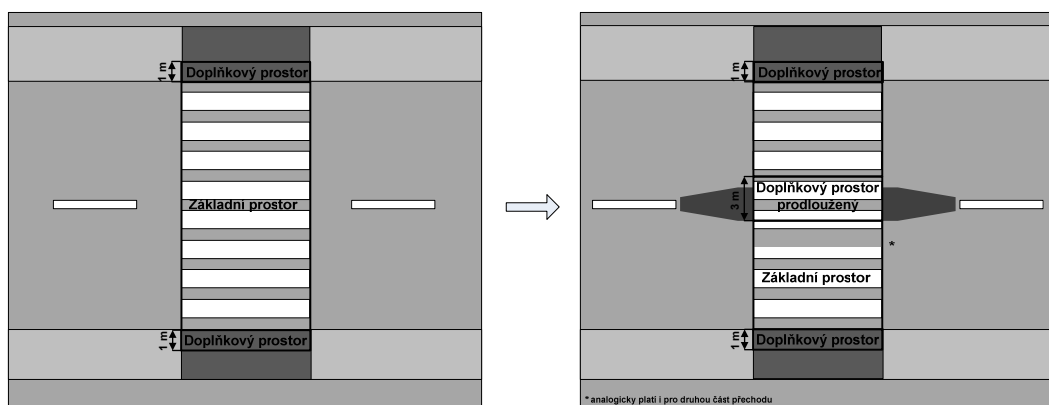
Vymezení základního prostoru

Stanovení vhodné pozice svítidla je tedy jedním ze způsobů jak optimalizovat světelně technický výpočet. Další možností je přesné stanovení základního prostoru popřípadě jeho úprava. V případě, že se jedná o jednosměrnou vícepruhovou komunikaci lze pomocí stavebních úprav v místě přechodu pro chodce snížit počet pruhů. Tímto způsobem se jednoduše zkrátí celková délka přechodu, zkrátí se použité vyložení a sníží příkon svítidla. Tuto úpravu popisuje Obrázek 3.



- Obrázek 3 – snížení počtu jízdních pruhů u jednosměrné komunikace

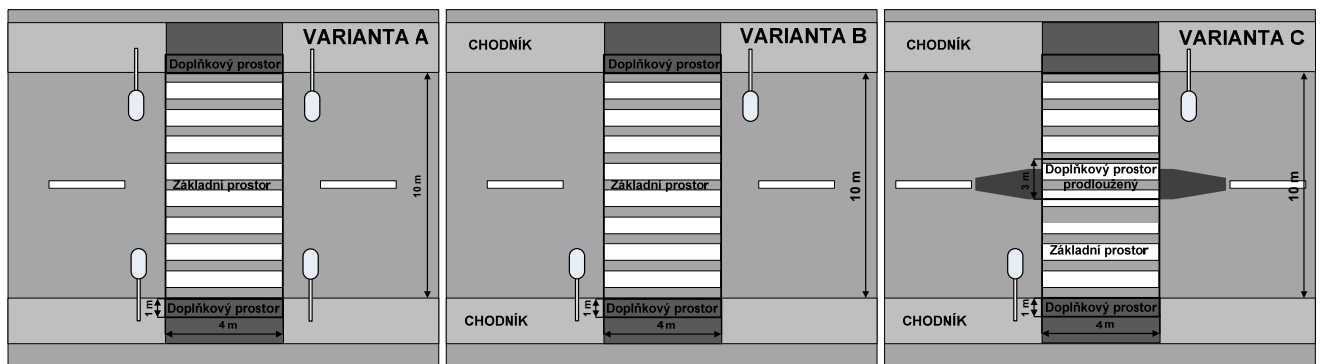
V případě obousměrné komunikace bez tramvajového tělesa lze upravit přechod fyzickým rozdělením jízdních směrů (např. pomocí city bloků, ochranných ostrůvků apod.). Tuto variantu popisuje Obrázek 4.



- Obrázek 4 – fyzické rozdělení jízdních směrů komunikace

V takovémto případě se z obousměrné směrově nerozdělené komunikace stávají (z pohledu TKP) 2 komunikace jednosměrné s poloviční šířkou. Tabulka 1 a Obrázek 5 popisují možné varianty nasvětlení přechodu na obousměrné směrově nerozdělené komunikaci o šířce 10 m, kde je:

- Varianta A směrově nerozdělená komunikace osvětlena 4 světelnými body
- Varianta B směrově nerozdělená komunikace osvětlena 2 světelnými body
- Varianta C směrově rozdělená komunikace osvětlena 2 světelnými body

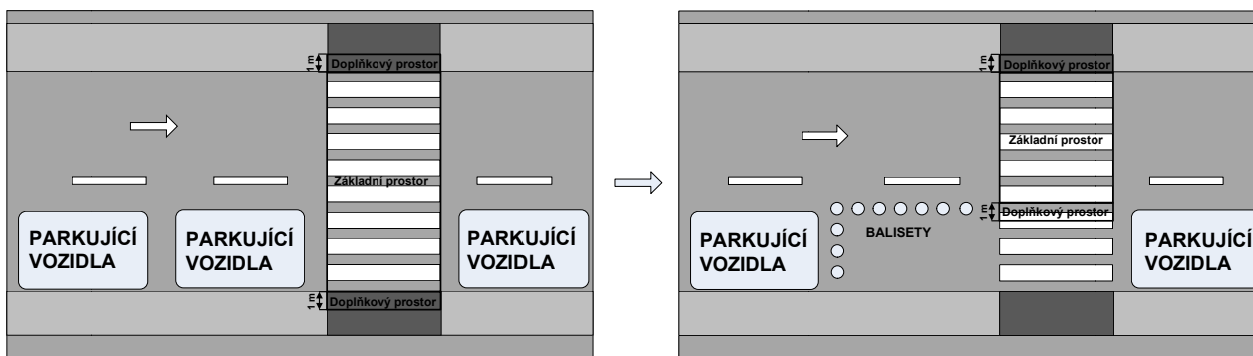


- Obrázek 5 – možné varianty nasvětlení přechodu o délce 10 m

Varianta	A	B	C
Počet světelných bodů	4 ks	2 ks	2 ks
Celkové investiční náklady	100 000 Kč	65 000 Kč	70 000 Kč
Průměrné roční celkové náklady (za 10 let)	15 000 Kč	13 000 Kč	11 000 Kč

- Tabulka 1 orientační porovnání jednotlivých variant přisvětlení přechodu délky 10 m

V případě, že je část komunikace dlouhodobě využívána pro parkování vozidel je možné základní prostor přechodu přes tuto komunikaci zkrátit o šířku pruhu sloužícího pro parkování. Je nutné vhodnými stavebními úpravami (např. pomocí baliset) zajistit potřebné rozhledové podmínky. Tuto situaci popisuje Obrázek 6 a 7.



- Obrázek 6 – úprava základního prostoru přechodu u dlouhodobě parkujících vozidel



- Obrázek 7 – příklad použití baliset v praxi

Snížením počtu jízdních pruhů, fyzickým rozdělením jízdních směrů či vyčleněním parkovacího stání z průjezdního prostoru komunikace předejde projektant v mnoha případech nutnosti použít dvojnásobný počet svítidel a dalších prvků osvětlovací soustavy, zároveň také sníží provozní náklady na přisvětlení přechodu a výrazným způsobem zvýší bezpečnost chodců na přechodu, což je jeho primární cíl.

Přechody pro chodce nebo chodec na přechodu?

Ing. Tomáš Maixner

www.dql.cz, maixner.t@gmail.com

motto: Ach, peníze, penízky, vy moji zlatí drahouškové!

Molière - Lakomec

Osvětlit chodce na přechodu má samozřejmě smysl. Ovšem ne vždy je to dobré, ne vždy je to uděláno dobře. Mnohdy je lepší, a pro chodce bezpečnější, přechod neosvětlovat vůbec. Přesto se osvětlují – protože za neosvětlený přechod nedostanu ty peníze, penízky...

Přechody se osvětlují všelijak. Jen zřídka se osvětluje chodec, který po nich kráčí. Přitom jde právě o to, aby byl osvětlen. Aby byl viděn. Pokud není, tak má osvětlení smysl jedině v tom, že pěší lépe uvidí na cestu a sníží se riziko šlápnutí kam by nerad. Pokud osvětlení nebude správně osvětlovat chodce, tak se může zvýšit riziko jeho sražení oproti situaci na neosvětleném přechodu. Na osvětlený přechod vstupuje poutník s pocitem, že když je tam tolik světla, tak přece musí být viděn i on! Přijíždějící řidič jej však nevidí.

Jak osvětlovat přechod, přesněji chodce na přechodu, již bylo popsáno několikrát (např. [1]). Jen stručně shrnu. Při nízkých jasech, jaké se vyskytují na komunikacích, se snižuje schopnost zraku rozlišit kontrast. V literatuře se lze dopítit toho, že při malých adaptačních jasech je nutné, aby byl kontrast alespoň 1:3. Z toho uvedené práce vycházejí. Snahou přisvětlení na přechodu je takový kontrast zajistit (bavíme se o pozitivním kontrastu, kdy je chodec jasnější než pozadí). Pokud bude mít chodec jas L_{CH} trojnásobný oproti jasů pozadí L_P (pro jednoduchost vozovky), tak bude celkem slušně rozlišitelný. Protože se lépe počítá osvětlenost, tak byl odvozen vztah pro osvětlenost E_{CH} chodce. Ten má tvar:

Kde ρ je činitel odrazu chodce. Ten prakticky nelze obecně určit... někdo má zálibu v pestrém oblečení, jiný ve světlém, jiný v tmavém... je nutné najít nějaký kompromis. Z teorie fotografie je známo, že žijeme ve světě, který je v průměru šedivý, osmnáctiprocentně šedivý. S takovým průměrem je dobré počítat i při návrhu přisvětlení chodce na přechodu.

Snad není nutné připomínat, že výpočtová osvětlenost se vztahuje k boku chodce, tedy k vertikální ploše. Nikoliv k temeni jeho hlavy, jak by se mohlo podle některých realizací zdát.

Smyslem osvětlení na přechodech je především zviditelnit chodce. Druhotným požadavkem je zdůraznění přechodu. Ať světlem s odlišným barevným podáním nebo (do jisté míry kontroverzním) zvýšením jasu přechodu. Zvýšení jasu přechodu označuji za sporné, protože se tak současně snižuje kontrast chodce.

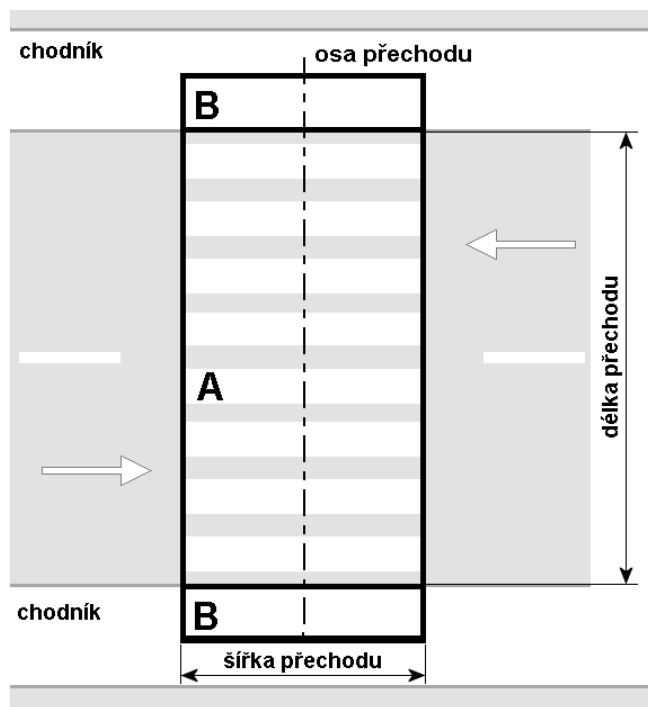
TKP 15

Z uvedených úvah se vycházelo při tvorbě pravidel [3]. To proto, že teoretický základ byl v minulosti několikrát publikován, konzultován s předními odborníky a nebyly vůči němu vzneseny žádné relevantní námítky (obr. 3).

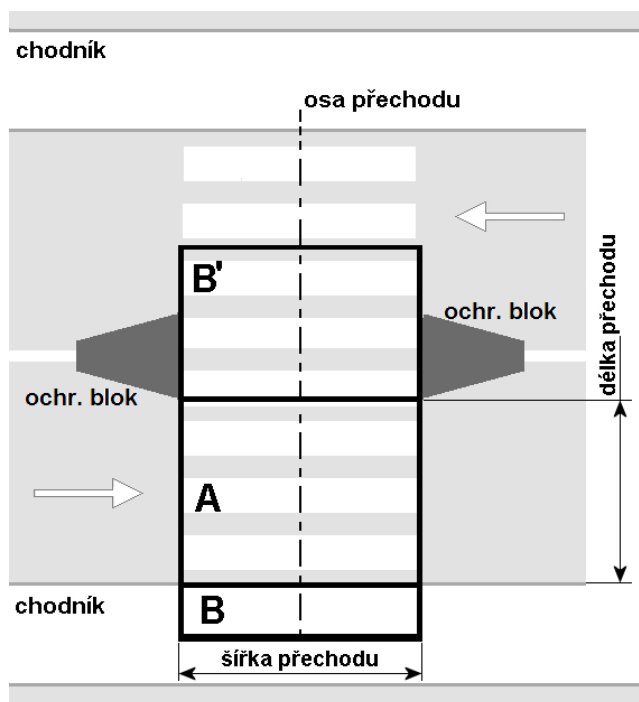
V předpisu je definován základní a doplňkový prostor, pro které jsou stanovena základní pravidla (obr. 1 a 2). V základním prostoru jsou vyšší požadavky než v doplňkovém. A to jak na vertikální osvětlenost, její střední hodnotu, ale i rovnoměrnost celkovou či podélnou.

Významný je prodloužený doplňkový prostor. Vztahuje se k té části přechodu, která se nachází na vlastní vozovce, ale je již v protisměru z pohledu řidiče přijíždějícího k přechodu. Používá se v tom případě, že je chodec nějakým způsobem uprostřed komunikace chráněn. Může to být střední pás nebo betonové bloky uprostřed vozovky. Přestože lze předpokládat, že se chodec rozhlédne, než bude pokračovat v další cestě, přece je dobré, když je

přiměřeně rozlišitelný již v místech, kdy se k onomu ochrannému prvku blíží. Řidič má informaci o pohybu na přechodu a zpozorní. Může pak lépe reagovat v případě, kdyby chodec bezmyšlenkovitě pokračoval v přecházení. Právě pro případy, kdy chodec přechází zleva, je důležité jeho rozpoznání. Levá strana je kritičtější. Například proto, že na tuto stranu je výhled omezen okenním sloupkem, z tohoto směru přicházejí oslňující paprsky světlometů protijedoucích vozidel, je mimo osový pohled řidiče.



• Obr. 1 – příklad přechodu pro chodce, vysvětlení základních termínů – Posuzovaný prostor: A = základní; B = neprodloužený doplňkový



• Obr. 2 – příklad přechodu pro chodce s ochrannými bloky – Posuzovaný prostor: A = základní; B = neprodloužený doplňkový; B' = prodloužený doplňkový.

Osvětlení doplňkového prostoru je o jeden stupeň řady osvětleností nižší, než je osvětlení hlavního prostoru. Samozřejmě neuškodí, když projektant navrhne osvětlení doplňkového prostoru na stejné úrovni, jako je hlavní.

Vyjádření k návrhu Doplnku TKP-15 Z/1 Přisvětlování na přechodech

zpracovaným Ing. Tomášem Maixnerem (SRVO)

Při nízkých adaptačních jasech je pro rozlišení předmětu (chodce) nutné, aby jeho jas byl alespoň třikrát vyšší (nebo nižší), než je adaptační jas. Výzkum ukázal, že průměrný činitel odrazu „světa“ je 18% šed. Proto je rozumné se této hodnoty držet při stanovení osvětlenosti chodce na přechodu (svislá rovina). Rovněž lze považovat za správný předpoklad, že světlo se od chodce odráží jako na tzv. Lambertově ploše. Potom je v případě požadavku, aby byl rozlišitelně jasnější než pozadí, vztah pro výpočet osvětlenosti chodce E_{CH} na základě jasu pozadí L_p :

$$E_{CH} = 3\pi \frac{L_p}{0,18}$$

Podle tohoto vztahu byly stanoveny hodnoty osvětlenosti v TKP. Zajišťují bezpečnost pro chodce pohybující se po přechodu.

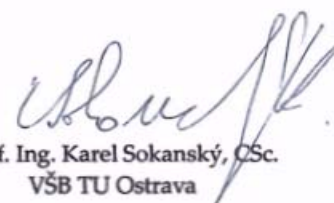
Dodatek TKP definuje doplňkový prostor v místech, kde je chodec nějakým způsobem chráněn a není v jízdní dráze. V doplňkovém prostoru je možné snížit jas chodce. Maximálně však o jeden stupeň. Vhodnější by sice bylo, kdyby jas chodce byl i v tomto případě trojnásobkem jasu pozadí, ale to je technicky obtížné zajistit. Vzhledem k doplňkové ochraně (navíc je chodec mimo jízdní dráhu) je však možné na takový kompromis přistoupit.

Oponentský návrh však zavádí doplňkový prostor v jízdní dráze. A to ve vzdálenosti nad 8 m od pravé krajnice. V něm předepisuje osvětlenost nižší o více jak jeden stupeň. Největší rozdíl je v případě komunikací s jasem $1+1,5 \text{ cd.m}^{-2}$, a to 75 lx v hlavním prostoru a 25 lx v doplňkovém. Pokud je chodec osvětlen v doplňkovém prostoru jen na 25 lx, pak je jeho jas třetinový oproti jasu v hlavním prostoru ($25/75 = 1/3$). Jeho jas je shodný s jasem pozadí (1/3 ze 3 je 1). To znamená, že nastává životu nebezpečná situace, kdy chodec nemusí být vůbec viděn. Chodec vstupuje na přechod v domnění, že jej přijíždějící řidič vidí (vždyť je přechod osvětlen). Řidič však nikoho nevidí, takže sníží pozornost, možná zvýší rychlost. Oba dva, chodec i řidič, svůj omyl zjistí ve chvíli, kdy už může být na nějaký úhybný manévr pozdě.

Oponentské řešení je naprosto nepřijatelné.

Dodatek TKP 15 na prisvětlení chodců na přechodu je v souladu se zákony vidění a jeho dodržování zajistí vyšší bezpečnost chodců i ostatních účastníků dopravy.





V Ostravě 27. března 2013


prof. Ing. Karel Sokanský, CSc.
VŠB TU Ostrava

• Obr. 3 - Dobrozdání vydané k návrhu TKP 15

V předpisu je ještě jeden pozoruhodný odstavec. V něm se praví, že vzdálenost svítidla před přechodem (z pohledu přijíždějícího automobilu) má být v rozmezí 0,15 až 0,5 násobku jeho výšky nad rovinou přechodu. Smysl tohoto bodu je zřejmý. Je velice běžné, že jsou svítidla umístěna na hraně přechodu. Pak je kýžená vertikální složka osvětlení poměrně malá. Právě takovému umístění má zabránit zmíněný odstavec. Jsou k vidění i „originální“ řešení, kdy jsou svítidla umístěna na zadní hraně... místní elektrikář to byl „okouknout“ ve městě... a než dojel domů, tak zapomněl, kam že ta svítidla má dát. Znáám obec, kde je to jednou tak a jednou onak. Takže vlastně polovina je správně. Drtivá logika elektrikáře – lepší, než kdyby byly všechny špatně.

Ve vymezení umístění svítidla je použita formulace „má být“, tedy nemusí. A to v tom případě, že výpočet ukáže, že je nutné svítidlo umístit mimo „povolené“ rozmezí. Proto také zmíněný odstavec končí konstatováním, že „Přesná poloha se určí výpočtem“.

	Ministerstvo dopravy – Odbor pozemních komunikací	nábřeží Ludvíka Svobody 1222/12 PO BOX 9, 110 15 Praha 1
		Č. j.: 49/2013-120-TN/1
		
	SCHVÁLENÍ	
<p>Ministerstvo dopravy jako ústřední orgán státní správy ve věcech dopravy podle § 17 zákona č. 2/1969 Sb., o zřízení ministerstev a jiných ústředních správních úřadů, v platném znění, tímto na základě závěrů z připomínkového řízení schvaluje technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací:</p>		
<p>Dodatek č. 1 TKP 15 „Osvětlení pozemních komunikací“</p>		
<p>Datum účinnosti se stanovuje na 1. 6. 2013</p>		
<p>Platné znění technických kvalitativních podmínek staveb pozemních komunikací bude uveřejněno na internetových stránkách "Politika jakosti pozemních komunikací" (www.pjpk.cz).</p>		
<p>V Praze 30. května 2013</p>		
		
<p>Ing. Milan Dont, Ph. D. ředitel Odbor pozemních komunikací</p>		

• Obr. 4 – Schvalovací protokol Ministerstva dopravy

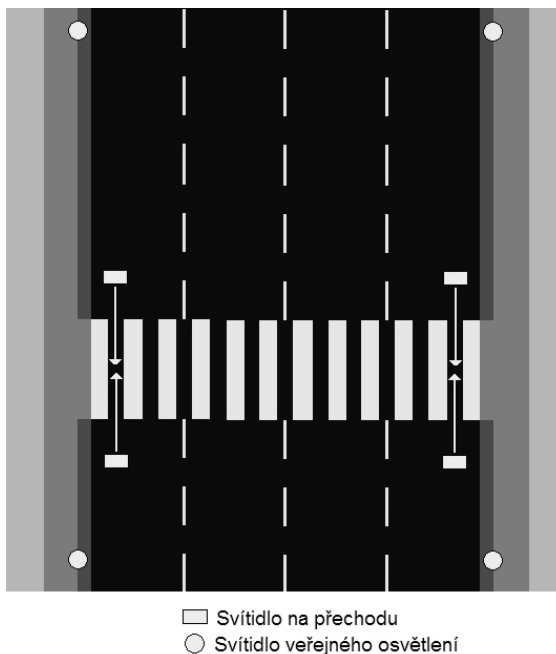
Dlouhé přechody

Schválení [3] se protahovalo, protože byly vzneseny námitky tvrdící, že je nemožné plnohodnotně osvětlit přechod delší osmi metry. A tak se oponenti dožadovali toho, aby prostor přechodu, který navazuje na tento úsek, byl prohlášen za prostor doplňkový (byť prodloužený). A nejen to. Hodnoty osvětlenosti v prodlouženém prostoru oponentské společnosti ponížilo oproti návrhu TKP víc než o další (druhý) stupeň. Pak třeba pro komunikace ME3 (resp. ME2) je v hlavním prostoru požadavek na osvětlenost 75 lx. V doplňkovém prostoru návrh požaduje 50 lx. Sdružení tuto hodnotu snížilo na pouhých 25 lx. To je zcela vědomé hazardování s lidskými životy. Jas chodce v doplňkovém prostoru totiž bude třetinový. Tedy shodný s jasnem pozadí. A proto bude prakticky neviditelný, protože kontrast by byl 1:1, což není lidské oko sto rozlišit ani za ideálních podmínek, natož při nízkých jasech panujících na nočních vozovkách.

Marné bylo vysvětlování, že je možné takový přechod osvětlit přidáním svítidla na opačnou stranu vozovky (obr. 5). Nelze! Důvody? Krom racionálních technických důvodů (není třeba kam) i iracionální, že by to bylo dražší. Dražší znamená, že by to odmítla obec financovat. A bylo by po kšeftu, utekly by ti zlatí drahouškové. A nakonec, třeba

tam nikoho nepřejedou! Raději nebezpečný přechod, než přijít o zisk. Ovšem je možné přisvětlit přechod délky 22 m (obr. 6), která je maximálně přípustná z pohledu předpisů. Byla použita "párová" soustava (obr. 5) a svítidla pro 150W HST výbojku (v okolí je použito osvětlení s halogenidovými výbojkami).

Pokud skutečně nejde zřídít kvalitní osvětlení, tak je lépe je nerealizovat vůbec. Chodce lze chránit jinými způsoby. Třeba betonovými pilíři uprostřed přechodu. A pozor – na přechodu s takovou ochranou se zkrátí základní prostor. Potom je možné, že bude dostačující jedno svítidlo (pro daný směr).



- Obr. 5 – „párová“ soustava pro přisvětlení chodce na přechodu (proti párové soustavě osvětlující vlastní vozovku společností oponentů nic nenamítá)

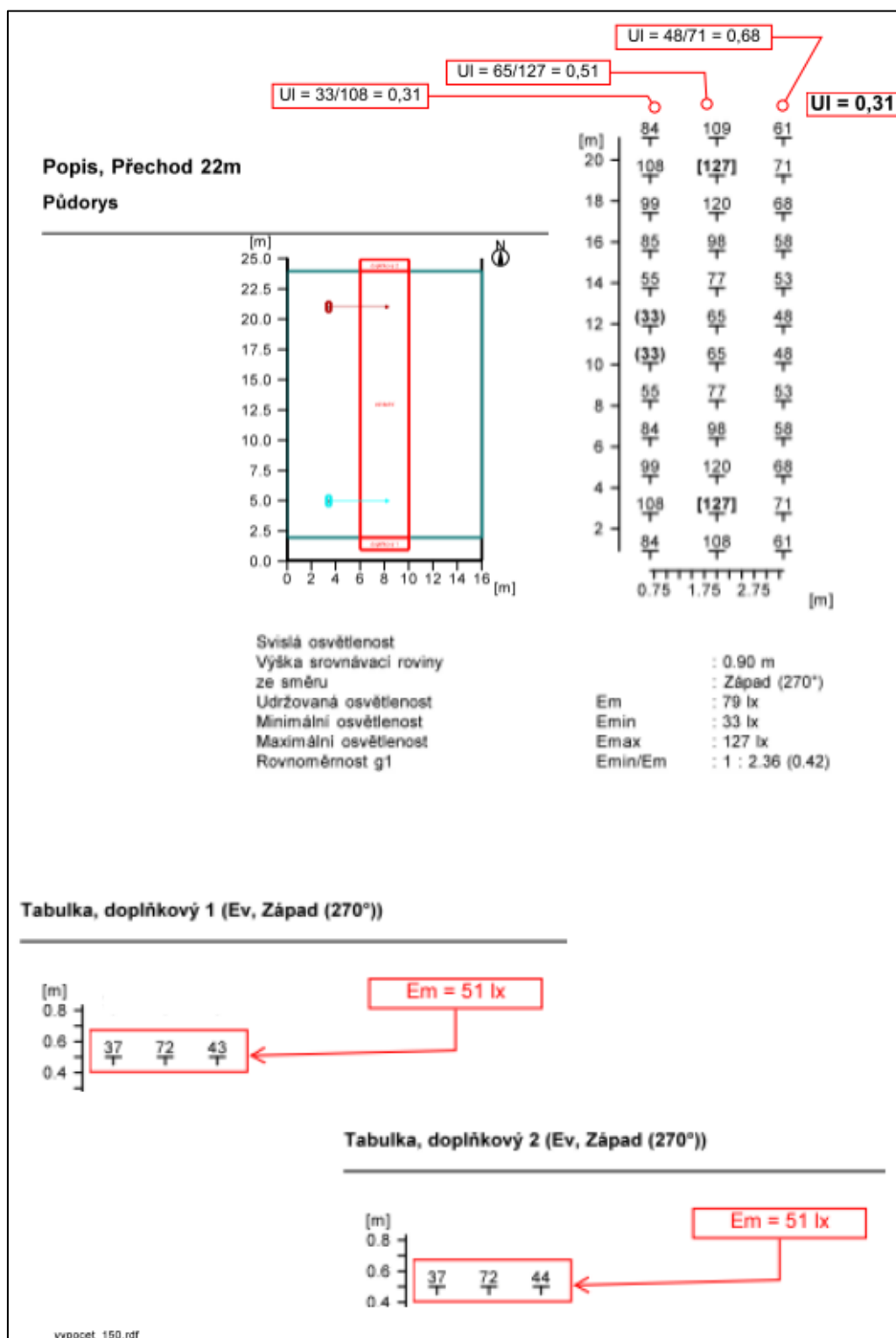
Také "řešení"

Často jsou k vidění přechody, které jsou osvětleny jedním svítidlem umístěným nad středem přechodu nebo světloometem (světlomety) svítícím(i) napříč vozovkou. Přechod může být osvětlen na sebevyšší osvětlenost, pokud však není přecházející osvětlen z boku, není zaručeno, že bude viděn. Může splynout s pozadím. Přijíždějící šofér si sice uvědomuje přítomnost přechodu, neuvědomuje si však přítomnost chodce. Nemůže, nevidí ho.

Jiný případ – přechody s nízkými sloupkovými svítidly. Není šance, aby dostatečně osvětlily chodce. Navíc je vysoká pravděpodobnost, že dojde k oslnění řidiče. Se všemi důsledky. Cituji z [4]: "... postranní světlo, tj. přicházející z boku a zhruba z výškové úrovně sedícího řidiče, snižuje citlivost sítnice jeho oka. V praxi je proto důležité umísťovat umělé zdroje světla v blízkosti dopravní komunikace až nad tuto hranici a pokud možno co nejvýše."

Popsané příklady plní pouze doplňkové funkce (barva, vyšší osvětlenost vlastního přechodu). Tím, že nezvyšují dostatečně pozitivní kontrast chodce vůči pozadí, může dojít k nebezpečné situaci, kdy řidič chodce opravdu nevidí.

Moji zlatí drahouškové!



- Obr. 6 - Příklad výpočtu přechodu dlouhého 22 m (delší nesmí dle předpisů existovat) - Výstup z programu Relux zhuštěný na jednu stranu, doplněn o výpočty, které tento program neprovádí.

Literatura a odkazy

- [1] Maixner, T.: Přechody pro chodce. Elektrotechnika v praxi 2008
- [2] ČSN CEN/TR 13 201-1; ČSN EN 13201-2-4 – Soubor norem pro osvětlování pozemních komunikací.
- [3] Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací, kapitola 15, Osvětlení pozemních komunikací, Dodatek č. 1 - Přisvětlování přechodů – vydalo Ministerstvo dopravy ČR - platné od 1. 6. 2013
- [4] Rehnová, V.: Význam osvětlení v silničním provozu, Elektroinstalatér 9/2013

Zkušenosti z praxe - navrhování soustav VO obchodními firmami.

Jiří Tesař

ČSO regionální.skupina Labsko - Vltavská, jiri.tesar@artmetal-cz.com

V poslední době se množí navrhování obnovy veřejného osvětlení obchodními firmami, zejména s led technologií svítidel VO. V letošním roce jsem byl několikrát osloven dotazy zástupců měst a obcí o technickou pomoc na posouzení jednotlivých nabídek řešení, financování atd. Ze získanými informacemi bych se chtěl s Vámi podělit a zároveň Vás vyzvat k spolupráci na řešení této problematiky.

V úvodu je nutné říci, že vše má svoji příčinu a pak následný důsledek. V dnešní době je velice těžké přesvědčit vlastníky, provozovatele VO o tom, že některé nabízené řešení obnovy VO jsou nevhodné a můžou vézt k drastickému snížení světelného toku na osvětlovanou plochu nebo naopak. Když jsem si provedl analýzu celé problematiky obnov soustav VO obchodními firmami tak musím konstatovat, že zde jde jen o zisk obchodních firem bez ohledu jak bude tato soustava fungovat v budoucnu. Proč tu mu tak je a abych přišel na kloub věci, tak jsem se snažil tuto problematiku rozdělit do několika skupin.

Skupina první – vlastník VO město - obec

V dnešní době je obnova VO v drtivé většině politické rozhodnutí, bez jakékoliv technické podpory, jediné kritérium je okamžitá úspora ve spotřebované el.energii. Díky nedostatku finančních prostředků v rozpočtech měst a státní všech prvků soustav VO dochází k takovým rozhodnutím, nad kterým můžeme jen kroutit hlavou.

Příčina tohoto stavu:

1. Agresivní nabídka prodáváného – nabízeného výrobku zejména svítidel s led technologií, formou obchodních zástupců a to i několikrát v týdnu.
2. Předkládání propagačního materiálu s titulky úspora až 80% nákladů na provoz.
3. Zajištění 100% financování formou splátkového prodeje, včetně možností úhrad úrokových sazeb formou různých dotačních titulů.
4. Předkládání referencí realizovaných zakázek podepsaných jednotlivými zástupci obcí. S vyčíslením úspor v %, bohužel ne v Kč a zdůrazněním, že byl projekt financován z splátkovým prodejem.
5. Výběr obcí s počtem obyvatel do 2000, s nízkým rozpočtem na VO a vysokými náklady provozu.
6. Ve většině případech jsou obchodní zástupci bývalými zastupiteli obcí – znají problematiku financování rozpočtů a mají osobní kontakty.

Důsledek tohoto stavu:

1. Jestli, že bude na kohokoliv vytvářen stálý tlak a ujišťování, že jeho výrobek je nejlepší tak po určitém čase podlehneme a začneme přemýšlet proč tak výhodnou nabídku nezrealizovat, když to naše osvětlení je v provozních nákladech drahé.
2. Když nám nabízí financování, včetně možnosti úhrad úrokových sazeb tak proč toho nevyužít. Nebude nás to nic stát a budeme mít nové osvětlení.
3. Že to bude asi správně zvolená cesta tak o tom nás přesvědčí předložené reference z již realizovaných zakázek.
4. Celá zakázka je pak realizována formou opravy - výměnou svítidel bez jakékoliv projektové dokumentace. Nemění se geometrie soustavy provádí se jen výměna, tak proč požadovat projekt. Stavební povolení nepotřebujeme. Realizační firma nám ještě navíc udělá revizi el.zařízení, kterou jsme neměly tak, že je vše v pořádku.
5. Výsledný efekt – stará svítidla, která byla na průměrném příkonu cca 150W jsou nahrazena svítidly s led technologií o příkonu 20 až 50 W.
6. Neodbornost u zastupitelů způsobuje uvažování při rozhodování jen v ekonomické rovině, neřeší co bude za pár let, ale co je teď a kolik ušetříme, kolik zaplatíme. Po zaplacení za 3 - 4 roky můžeme klidně snížit rozpočet na VO.
7. V případě takto vynikající nabídky není vůbec potřeba nechat zpracovat jiné variantní řešení abychom to mohly porovnat, máme málo času a musíme řešit jinou problematiku chodu obce.

Skupina druhá – správce – opravář VO

V malých obcích jsou opravy ve většině případech zabezpečovány fyzickou osobou formou objednávky. Oprava je prováděna, až v době když je občanem několikrát nahlášena porucha. V lepším případě jsou opravy zajištěny elektrotechnickou firmou.

Příčina tohoto stavu:

1. Obce nemají bohužel peníze na preventivní údržbu natož na to, aby si zaplatili odbornou pomoc.
2. Nízká odbornost správce VO v oblasti nauky o světle.
3. Neznalost základních požadavků na osvětlování pozemních komunikací.
4. Správce nemá odpovědnost za kvalitu osvětlovaných prostor.
5. V případě odborné zdatnosti správce zastupitelé neberou jeho připomínky vážně, vždyť to neplatí.

Důsledek tohoto stavu:

1. Opravy havarijních stavů mnohokrát za vyšší náklady.
2. Radši budu přikyvovat, hlavně ať nepřijdu o práci.

Skupina třetí – obchodník

Obchodník, který umí přesvědčit a prodat tmu je dobrým obchodníkem, chtěl bych ho mít ve svém týmu. Bez znalostí nauky o světle, norem ani na základě ekonomických ukazatelů přesvědčit každého, když k tomu přidá ještě financování a reference tak se to nedá odmítnout. Je to stejný případ jako když šmejdi prodávají různé produkty našim důchodcům.

Příčina tohoto stavu:

1. Nedostatek financí v obecních rozpočtech.
2. Řešení problematiky obcemi nejmenším odporem, ať to někdo vyřeší za nás.
3. Rozhodování odpovědných zástupců obcí o investici bez základních technických znalostí.
4. Nikdo z obce nepřemýšlí o tom kolik nás bude provoz soustavy VO stát za 5 let.
5. Záruka v některých případech 10 let.

Důsledek tohoto stavu:

1. Všichni jsou spokojeni obchodník prodal, obec má nové osvětlení, které nemuselo platit z rozpočtu.
2. Když se něco porouchá máme na to záruku dodavatelská firma nám to v záruce opraví.
3. Pod lampou to svítí víc než před výměnou a to tam byla (žárovka) 150W, teď tam máme led světlo 20W, vždyť jsme to měřili luxmetrem.
4. Máme tu novou technologii, občané nemají připomínek, platíme o xx% méně než jsme platili, za poslední rok jsme nic neopravovali a když bylo něco porouchané tak nám to firma opravila. Když u nás udeřil blesk a vypálil všechny řídicí jednotky, tak se nic nestalo. Firma, která to realizovala nám zařídila pojistku, z které se oprava uhradila a představte si opravili to během dvou dnů.
5. Co po nás chcete, co nám tu říkáte o nějaké osvětlenosti a bezpečnosti, vždyť se tady nic nestalo, dnes nám svítí všechny lampy. Dříve jsme byli rádi, že nám svítilo aspoň něco.
6. Dříve jsme o půlnoci světlo vypínali a teď svítíme celou noc a ještě ušetříme. Máme s novým osvětlením dobrou zkušenost tak si běžte ty rozumy vykládat jinam.

Shnutí

Je velice těžké vysvětlit zástupcům obcí, že jejich konání může mít katastrofální následky na rozpočty v oblasti VO v následných letech. Oni Vám na to odpoví s ledovým klidem, já nevím jestli tady budu v příštím volebním období, nepřemýšlím o tom co bude za 5, 10 let, teď jsem přesvědčen, že jsem pro občany udělal maximum a obecní pokladnu to nestálo nic.

Jestli si někdo myslí že v České republice nedochází k masivnímu nasazování svítidel s led technologií tak je na velikém omylu. Znam firmu, která v loňském roce v první polovině letošního roku byla schopna vyměnit na území Ústeckého a Karlovarského kraje cca 2 500 ks svítidel v typové řadě led modulů 20W, 2*20W a 50W v průměrné ceně cca 8.000,-Kč á1 ks. O takový objem prodeje by stála i renomovaná firma s tradicí, rozsáhlým zázemím obchodních prodejců. Zmiňovaná firma má pět šikovných zaměstnanců, dobré kontakty, zajištění financí prostřednictvím dvou významných bank v ČR. včetně pojištění instalované technologie.

Můžeme této firmě něco vytknout asi ne .

V úvodu jejich reklamního materiálu je palcový titulek:

„ Uspořte s námi i ve Vaší obci až 80% nákladů na provoz veřejného osvětlení“.

Nabízíme komplexní provedení všech činností spojených s modernizací soustavy veřejného osvětlení včetně zajištění finančních prostředků pro obce.

Zde uvádíme několik důvodů , proč modernizovat veřejné osvětlení právě s námi a právě teď:

- Svítidla xx LED 2 generace patří v současnosti ke světové špičce svítidel s led technologií.
- Výrobky xx LED jsou certifikovány významnými světovými zkušebnami, mezi nimi i EZÚ Praha.
- Zpracujeme pro Vás bezplatně analýzu možných úspor , včetně technického řešení a zajištění financování mimo zdroje běžného rozpočtu obce.
- Nepotřebuje žádnou složitou a nákladnou administrativní přípravu obvyklou u žádostí o dotaci, postačuje vypsání běžného výběrového řízení na veřejnou zakázku.
- Finanční prostředky zajistíme v návaznosti na předcházející kroky bez časové prodlevy.
- Místo dlouhodobého čekání na dotace můžete šetřit peníze i elektrickou energii již nyní.
- Na světla xx Led poskytneme nadstandardní záruku 5 let.
- V dalších 115 obcích a městech vedeme jednání o modernizaci VO svítidly xx LED.

Reference, ve všech referenčních listech se uvádí:

Obec , město xxx a zastupitelé obce města přijaly nabídku společnosti xxx na úplnou výměnu starých svítidel VO za nová bezporuchová LED svítidla. Za pomoci zástupce firmy xxx jsme po krátké době dostali EPC úvěr na LED osvětlení od xxx bankovního domu. Po podpisu smlouvy nám firma vyměnila 62 ks starých světel za 27 ks VO LED 20W a 35 ks VO LED 2*20W.

Po předání díla nám firma zařídila snížení záloh na celkový příkon zhruba o 80% méně. Celková roční úspora bude činit přibližně 100.000,-Kč , včetně úspory na údržbu osvětlení. Návratnost investice bude 4,5 roku a po této době naše obec pocítí velmi malé náklady na spotřebu kW VO.

Snížení celkové spotřeby VO došlo z 7,13 na 1,36 kW. Obec dostala 5.roční záruku na vlastní svítidla.

Vystavujeme společnosti xxx kladnou referenci , která se opírá o naše konkrétní zkušenosti.

Ted' mě zajímá Váš názor co je zde špatně a v rozporu s nabízeným výrobkem. **Nic** , vše co je zde uvedeno je pravda . Úspora je doložitelná, certifikace , ostatní nabízené činnosti také.

To že nejsou zmíněny technické parametry osvětlovací soustavy , včetně osvětlenosti osvětlovaných prostor beru jako holý fakt a má to své opodstatnění.

1. Staré původní osvětlení v drtivé většině neodpovídá požadavkům norem na osvětlování pozemních komunikací .
2. Obce nevlastní základní technickou dokumentaci o soustavě VO obce, tak že bez měření osvětlenosti jednotlivých osvětlovaných prostor nelze porovnávat výchozí a nový stav.
3. Obce nemají světelně technické zařídění komunikací a stanovení požadovaných parametrů na osvětlení, bohužel v mnoha případech nevlastní ani pasport komunikací.
4. Průjezdny komunikace nejsou v majetku obce, ale v majetku (kraje komunikace II až IV tříd) nebo v majetku ŘSD (komunikace I.tříd). Podle mých odhadů to je u malých obcí cca 70% osvětlovaných ploch. Stačí se jen podívat do automapy.

Město Jirkov a osvětlení s LED technologií

Poměrně dost známá mediální kauza o nevhodném osvětlení komunikací , která se dostala do podvědomí díky SRVO prostřednictvím ing. T.Maixnera , který tam prováděl kontrolní měření. Díky tomuto tlaku město Jirkov prostřednictvím odboru investic vypsalo poptávkové řízení na zpracování dokumentace pro další obnovu VO města.

Naše firma toto poptávkové řízení vyhrála a v současné době zpracovává základní dokumentaci pro stanovení technických parametrů a požadavků na osvětlení komunikací pro výběrového řízení. Moje první dotazy k požadavkům na osvětlení směřovaly k první realizované etapě kde bylo vyměněno celkem cca 300 ks svítidel v různých komunikacích a prostorech. Pro objektivnost jsem si vyžádal potřebné dokumenty a domluvil jsem si schůzky se všemi zainteresovanými subjekty. Se zjištěnými poznatky se s Vámi rád podělím.

Schůzka první investor – vlastník - město Jirkov odbor investic a správy majetku.

Výše citovaná firma xx navštívila starostu předložila mu nabídku , včetně financování, to se pak těžko odmítá. Pan starosta prostřednictvím odboru investic nechal vypsát výběrové řízení na výměnu starých svítidel za nová svítidla s led technologií, včetně financování.

Jediné kritérium hodnocení byla výše úspory v % a návratnost. Výměna svítidel byla prováděna vždy na celém odběrném místě. Náhrada starých svítidel byla ve většině případech jen výměnou svítidla elektrosvit typu (syreček, ufo, talíř) 150 W, která byla značně znečištěna a týkala se jen komunikaci uvnitř sídliště . Po výměně svítidel se prostor rozsvítil a to pocitově díky teplotě chromatičnosti 5000 K . Je zde i dobrá geometrie stožárů VO s průměrnou roztečí do 30m a výškou 5 m. I já jsem se přesvědčil, že toto osvětlení je lepší než to staré, ale bohužel neodpovídá současným normovaným požadavkům. Prokazatelná úspora je opravdu 70% spotřebované el.energie.

Bohužel s jidlem roste chuť, tak se pokračovalo v obnově. Zde již výměna svítidel zasahovala do komunikací vyšších tříd a to je ten velký kritizovaný problém. Na stožáry s roztečí 45 m a výšky 10 až 12 m byla osazena nová led svítidla s příkonem 2*20W nebo 1*50W, za původní demontovaná svítidla AMBASADOR 150 až 250 W. Dnes zástupci města přiznávají, že se tato část rekonstrukce zrovna nepovedla. Bohužel výše úspory je politicky nadřazena nad bezpečnost.

Schůzka druhá správce VO města – Krušnohorské služby města Jirkova.

Správce VO je na vysoké profesionální úrovni , bohužel bez rozhodovacích pravomocí. Správce se několikrát vyjadřoval k nevhodnosti navrhovaného řešení a poukazoval na jiné oblasti nutnosti oprav soustavy VO, včetně investic. Bohužel nebyl nikdy vyslyšen. Důsledkem jeho postojů a stanovisek bylo rozhodnuto, že po dobu záruky se o rekonstruované osvětlení bude starat dodavatelská firma xxx. Z těchto důvodů byl správci zkrácen o 700.000,- Kč rozpočet na údržbu VO města.

Schůzka třetí dodavatel fa xxx.

Zajímavý lidé s elektrotechnickým a ekonomickým vzděláním, bohužel bez základních znalostí nauky o světle. Veškeré potřebné dokumenty k certifikaci vlastní, dokonce si nechali zpracovat na EZU eludata svítidel. Technickým listům se, až na pár maličkostí nedá nic vytknout. Veškerá uváděná data odpovídají skutečným. Jsou vstřícní, veškeré informace a data předkládají , nic nezatajují.

Závěr

Všichni zúčastnění jsou přesvědčeni o tom, že konali správně. Investor má svoji úsporu, ke které se dopracoval na základě řádného výběrového řízení, správce poukázal na nevhodnost řešení a dodavatel splnil vše k čemu se zavázal. **Tak že vše je v naprostém pořádku ???.**

Dokud budou provozně ekonomické ukazatele nadřazovány nad základní požadavky osvětlenosti prostor dle norem a osvětlení bude schvalováno politicky bez základních doporučujících technických kritérií, tak se budeme pohybovat v začarovaném kruhu a nikdy se nedočkáme bezpečně osvětlených komunikací.

Dokud nebude vnímáno VO jako bezpečnostní prvek pro snížení dopravní nehodovosti v noci v zastavěných oblastech, včetně kriminality tak se také nikam neposuneme.

Dokud nebudou vlastníkům VO předkládány negativní vlivy VO na dopravní nehodovost , kriminalitu atd. tak se asi také nikam nepohneme.

Bohužel právní opora v zákonech pro VO je slabá a nahrává všemu co jsem zde popsal.

Doufám, respektive bych si přál, až budou zodpovědná ministerstva vyhlášovat parametry pro dotační tituly na obnovu VO pro roky 2014 až 2020 , že nadřadí bezpečnost osvětlení pozemních komunikací nad provozně ekonomické ukazatele a budou brát vážně doporučení odborné veřejnosti.

Svým příspěvkem jsem jen chtěl jednoduše popsat stávající stav kontaktu a praktik obchodních firem, lehkovážného přístupu obcí k problematice VO a tím Vás vyzvat k aktivnímu řešení těchto příčin. Bohužel skoro všichni jsme profesionálně deformovaní, vidíme jen VO dle norem , ale nezabýváme se základními potřebami a finančními možnostmi jednotlivých obcí.

Bohužel odborná veřejnost zaspala dobu a zdatní obchodníci s tmou nám ukazují jak to máme dělat , stačilo si jen najít vhodnou formu pro financování jednotlivých projektů a vybrat si vhodnou obec.

Na úplný závěr krásné motto obchodníka xxx.

**„ NOVÉ SVĚTLO, NOVÝ SVĚT, NOVÝ ŽIVOT“
osvětlení s úsporou až 80%**

Vliv kvality sodíkových zdrojů na úspory měst a obcí

Ing. Jiří Skála

Společnost pro rozvoj veřejného osvětlení

www.srvo.cz, skalaj@srvo.cz

Do života měst a obcí se rok 2009 zapsal jako další mezník v oblasti veřejného osvětlení. Směrnice Evropského parlamentu (č.245/2009) k vyřazení neefektivních světelných zdrojů postavila před správce veřejného osvětlení další úkol tím, že od září 2012 zakázala výrobu standardních vysokotlakých sodíkových výbojek.

Společnost GE Lighting, na základě podnětu Společnosti pro rozvoj veřejného osvětlení (SRVO), vyhlásila v Jihlavě dne 22.4.2010 v rámci jarního setkání SRVO podporu zavádění nových technologií na trh v ČR. Zahájil se tak dlouhodobý projekt, kdy se města a obce mohla přihlásit k bezplatnému testování vysokotlakých sodíkových výbojek GE Lucalox XO.

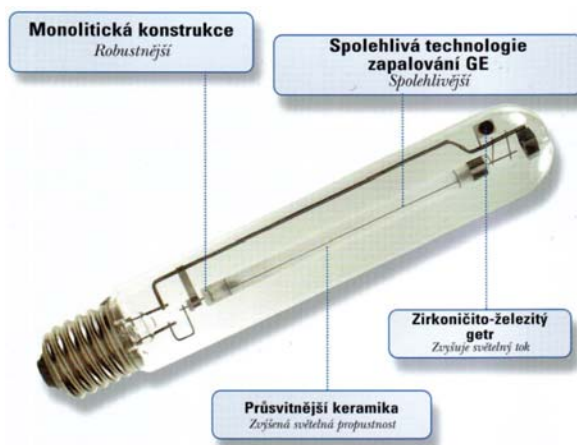
Cílem projektu bylo seznámení seznámit provozovatele veřejného osvětlení s ukončením výroby standardních sodíkových výbojek a bezplatné prověření nové řady sodíkových výbojek s vyšším světelným tokem GE Lucalox XO. Osobně jsem se na tomto projektu zúčastnil na pozici technického garanta a to z důvodu dlouhodobého sledování kvality světelných zdrojů. Kvalita světelných zdrojů je jedním z velmi významných prvků snižování nákladů na operativní údržbu.

GE Lighting prostřednictvím svého dlouholetého a osvědčeného distributora firmy CTS Praha s.r.o. dodávala zdarma výbojky pro 10% světelných bodů v obci nebo městě, nejvíce však 100ks. Města a obce dostala ojedinelou možnost vyměnit standardní výbojky a zdarma testovat kvalitu výbojek GE Lucalox XO – výbojek s vysokým světelným tokem.

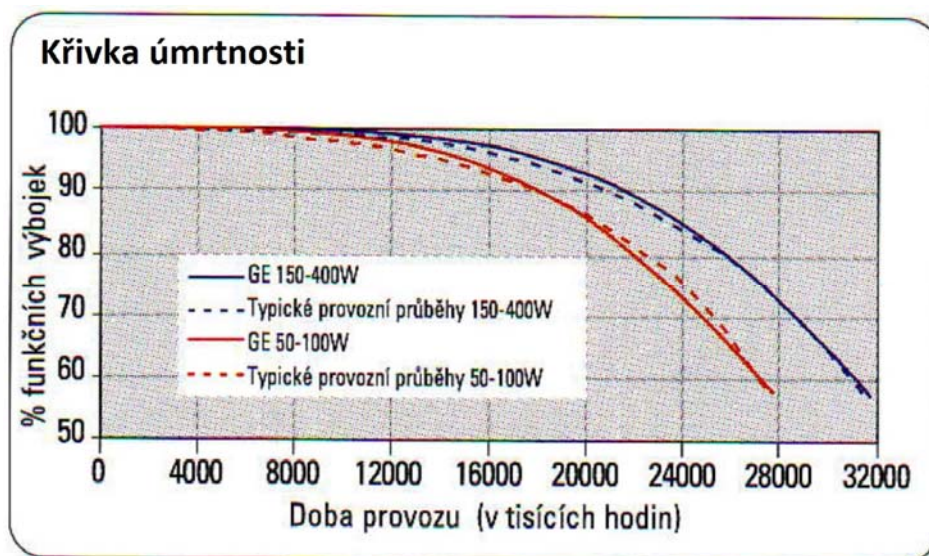
Významná podpora v tomto podpoře byla kromě společností GE Lighting a CTS Praha také ze strany Svazu měst a obcí, který podpořil tento projekt u svých členů a zajistil distribuci tohoto jedinečného projektu.

Prezentace projektu

Na výzvu reagovalo celkem 29 měst a obcí, která jsme společně se zástupci CTS Praha navštívili. V průběhu jednání byli zástupci měst a obcí seznámeni s ustanoveními směrnice Evropského parlamentu (č.245/2009) k vyřazení neefektivních světelných zdrojů. Poté byla nastíněna úskalí, která díky této směrnici mohou nastat při provozování stávajících soustav veřejného osvětlení v daném městě/obci (*pozn.: v roce 2010 nesplňovaly standardní výbojky požadované hodnoty měrného světelného výkonu a byl předpoklad ukončení jejich výroby. Zastaralé soustavy veřejného osvětlení by bylo nutno tudíž rekonstruovat nebo repasovat*).



- Obrázek 1 – Vysokotlaká sodíková výbojka GE Lucalox XO



- Obrázek 2 - Křivka úmrtnosti vysokotlaké sodíkové výbojky GE Lucalox XO

Podmínky projektu a Dohodu o spolupráci podepsalo celkem 9 měst a obcí a to ve dvou časových vlnách (u jednoho města se zatím projekt neuzavřel a proto je vyhodnocení provedeno bez tohoto města). Zajímavým postřehem, který jsme získali na jednání, a to především na menších obcích byla skutečnost, že při jednání obhajovali zástupci dodavatele dosavadní roční poruchovost světelných zdrojů a prezentované kvalitě nedůvěřovali. Zřejmě zástupcům obce nebylo divné, že průměrná roční poruchovost světelných zdrojů dosahuje nestandardní úrovně a to mnohdy až hodnoty 50% - jednodušeji řečeno, že každoročně se vymění polovina světelných zdrojů!.

Podmínky účasti na projektu

Podmínky účasti byly ze strany GE Lighting a firmy CTS Praha s.r.o., která je členem SRVO, následující:

Poskytnuté informace o stávající soustavě

- Způsob ovládání veřejného osvětlení
- Provozní doba veřejného osvětlení
- Výměny světelných zdrojů v posledních 3 letech
- Cena montáže světelného zdroje

Realizace a zajištění ze strany města/obce

- Označení stožárů/zdrojů identifikačním znakem/číslem
- Označení světelných zdrojů datem instalace ve tvaru TT/RR (týden/rok)
- Součinnost při instalaci světelných zdrojů
- Oznamovací povinnost při demontáži světelného zdroje
- Vrácení demontovaného světelného zdroje

Instalace zdrojů

V rámci příprav výběru lokality pro instalaci testovacích světelných zdrojů bylo postupováno ve spolupráci s městem/obcí (návrh konkrétních lokalit) a následně osobním prověřením kvality předřadných přístrojů sodíkových

svítidel dle technických požadavků světelných zdrojů. V případech, kdy navržená lokalita ze strany města/obce nesplňovala technické podmínky, byla po dohodě navržena lokalita, která po prověření dané podmínky splňovala.

Vyhodnocení projektu

V průběhu června 2013 byl projekt z větší části ukončen (bez jednoho města). Výsledky byly zpracovány dle shromážděných informací s použitím speciálního programu pro servis veřejného osvětlení. Každému městu/obci byl prezentován výsledek pilotního projektu včetně úspory, kterou by město dosáhlo, kdyby byly využity výbojky GE Lucalox XO.

Součástí prezentace výsledků byla i diskuse k dosaženým výsledkům a způsobu hodnocení, neboť v průběhu pilotního projektu „dohořely“ pouze 4 výbojky z celkového počtu 795 výbojek. Poruchovost výbojek získaná za dobu provozu, kdy je poruchovost výbojek nízká (viz počáteční pokles úmrtnosti viz Obrázek 2) ověřila v osvětlovacích soustavách měst a obcí vysokou kvalitu výbojek GE Lucalox XO za dobu provozu pilotního projektu. Pro důvěryhodnost vyhodnocení však tato hodnota poruchovosti nemohla být v žádném případě použita z důvodu podstatného zlepšení výsledků.

Pro vyhodnocení projektu byly vypočteny průměrné roční hodnoty získané z katalogových hodnot křivek úmrtnosti, což bylo všemi stranami odsouhlaseno.

Typ zdroje	Poruchovost (%/rok)
GE XO 50 - 100 W	6,7
GE XO 150-400 W	5,9

• Tabulka 1 – Průměrná roční poruchovost světelných zdrojů pro vyhodnocení projektu

Město/Obec	Počet svítidel (ks)	Průměrná poruchovost světelných zdrojů/rok (%)	Typ/počet výbojek GE XO	Roční provozní doba (hod)	Doba testovacího provozu (hod)	Cena montáže světelného zdroje (Kč)	Roční úspora přepočtená na celou soustavu (Kč)
Dobříš	1009	20,6	50 W - 50 ks 150 W - 50 ks	4100	11570	650	130 290
Chrudim	3150	12,7	250 W - 50 ks 70 W - 50 ks	4000	11520	200	91 298
Jablonec nad Nisou	2242	13,5	100 W - 60 ks 150 W - 40 ks	4200	11200	135	88 170
Rychnov u Jablonce	405	8	70 W - 50 ks	4000	10600	2334	15 914
Velešín	280	5,4	50 W - 15 ks 70 W - 24 ks	4100	8020	300	-836
Varnsdorf	2200	34,7	70 W - 27 ks 150 W - 79 ks	4000	7524	430	424 819
Děčín	6637	17,1	70 W - 50 ks 150 W - 50 ks	3832	7420	550	570 829
Uherské Hradiště	2900	15,1	100 W - 100 ks	4180	6900	400	152 380

• Tabulka 2 - Celkové vyhodnocení projektu

Závěr

Po více jak třech letech trvání tohoto výjimečného projektu jsem se zástupci společnosti CTS Praha navštívil řadu měst a obcí a mohl sledovat reakce nejen zástupců měst/obcí ale také správců/provozovatelů, kteří se zúčastnili minimálně prezentace nabídky účasti.

Vyhodnocení projektu (viz Tabulka 2) a některé své osobní postřehy a závěry jsem shrnul do následujícího:

- a) Neochota vstupu do tohoto projektu ze strany města/obce byla způsobena:
 - a. Nemožností zpracování potřebných informací (zejména poruchovostí světelných zdrojů za poslední 3 roky). Důvodem byla neexistence jakékoli evidence provedené práce na jednotlivých zařízeních a tudíž velký manévrovací prostor pro fakturování nekontrolovatelné práce.
 - b. bezměrnou důvěrou ve svého správce/provozovatele, který zná veřejné osvětlení nejlépe a brání své teritorium před zaváděním nových technologiím, které by mu vzaly práci. Přitom by se ušetřené finanční prostředky mohly věnovat obnově zastaralých soustav veřejného osvětlení.
- b) Pilotního projektu se zúčastnilo celkem 9 měst a obcí a to ve dvou časových vlnách (u jednoho města se zatím projekt neuzavřel a proto je vyhodnocení provedeno bez tohoto města).
- c) Po shromáždění stávající poruchovosti světelných zdrojů došlo v některých městech/obcích k „procitnutí“.
- d) Velký rozptyl ceny práce za výměnu světelného zdroje (od 135 do 2334,-Kč), který souvisí s dojezdovou vzdáleností servisní organizace
- e) V průběhu pilotního projektu „dohořely“ pouze 4 výbojky z celkového počtu 795 výbojek.
- f) Objem úspory finančních prostředků je přímo závislá na stávající poruchovosti světelných zdrojů (pouze v případě Velešína jsou výsledky srovnatelné se stávající poruchovostí)
- g) Oblast veřejného osvětlení je z pohledu rozpočtu měst a obcí svým objemem „nezajímavou oblastí“. Veřejné osvětlení je přitom oblast, kde lze úspory nejen předpokládat ale také sledovat a vyhodnocovat

ÚSPORA VE VEŘEJNÉM OSVĚTLENÍ - JEDINÉ HLEDISKO, KTERÉ NÁS ZAJÍMÁ?

Sabina Burdová, Mgr., kpt.

Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia České republiky

www.policie.cz/clanek/reditelstvi-sluzby-dopravni-policie-o-nas-reditelstvi-sluzby-dopravni-policie.aspx, rsdp@mvr.cz

Světlo je součástí našeho života. Bereme ho jako samozřejmost. Využíváme ho denně k různým činnostem. Ve dne nám přirozené světlo zajišťuje Slunce, v noci si pomáháme umělým osvětlením. Denní světlo je však důležitou fyziologickou a psychologickou potřebou lidského organismu a je v tomto smyslu pro člověka nenahraditelné. Člověk se vyvíjel v podmínkách denního světla a střídání dne a noci miliony let a je proto dennímu světlu dokonale přizpůsoben.

I když je světlo pouze prostředkem umožňujícím získávat zrakové informace mezi zrakovým systémem člověka a pozorovanými předměty či sledovanými jevy, označují odborníci osvětlení při veškeré lidské činnosti za nesmírně důležitou podmínku existence člověka. Při posuzování, zda je ten který způsob osvětlení vhodný z hlediska určité činnosti, je nutné vycházet nejenom z fyziologie zrakového systému, ale musí se při tom brát v úvahu i psychologické aspekty zrakového vjemu. Jen tak je při návrhu osvětlovací soustavy možné respektovat nejen fyziologické, ale i psychologické účinky světla na organismus člověka. Při stanovování požadavků na osvětlení nestačí brát v úvahu jen dílčí funkce zraku, například ostrost vidění, adaptaci či akomodaci zraku atd., neboť dílčí funkce zraku vystihují skutečnou situaci jen velmi omezeně. Velký důraz by měl být kladen také na zrakovou pohodu, nejen na zrakový výkon. **K zajištění zrakové pohody** nestačí jen umožnit přístup světla v dostatečném množství tj. dosáhnout požadované hodnoty osvětlenosti, ale světelný stav musí splňovat i určitou kvalitu. Kvalitativními kritérii jsou: **rovnoměrnost osvětlení, rozložení světelného toku, rozložení jasů ploch vzorném poli, zábrana oslnění a barevné řešení.**

Člověk prostřednictvím svého zraku získává asi 80 až 90% všech informací o prostředí, které ho obklopuje. Platí přímá úměra, že **se zvyšující se osvětleností stoupá také informační výkon.**

Osvětlení nemá funkci jen čistě dekorativní, např. uvnitř budov (může se však také jednat o vhodné nasvětlení historických památek, kostelů apod.), ale také a to **především funkci bezpečnostní.** Uvnitř budov může být jeho úlohou zabezpečit určité pracovní činnosti a procesy a ve venkovním prostředí zase zajistit bezpečnost pohybu na veřejných prostranstvích a zejména pak na pozemních komunikacích. Nelze však opominout i jeho preventivní funkci ve vztahu k obecné kriminalitě.

Veřejné osvětlení je důležitou a nedílnou součástí technické infrastruktury obcí a měst, která slouží nejenom uživatelům pozemních komunikací uvnitř intravilánu, ale také obyvatelům těchto obcí a měst. Jedná se o veřejnou a bezplatnou službu obyvatelstvu, která je upravena legislativními a technickými předpisy.

Krátký pohled do historie veřejného osvětlení

První zmínky o veřejném osvětlení se objevují už ve starověkém Římě. Ovšem pomyslné první místo za použití osvětlení na stožárech patří Francii (Paříž, 1627). U nás bylo první osvětlení provedeno v Praze o století později a to olejovými lucernami, které byly později nahrazeny plynovým osvětlením. Elektřina se ve veřejném osvětlení u nás začala používat až v roce 1881, opět v Praze, a jejím průkopníkem byl František Křížik.

Právní aspekty v oblasti veřejného osvětlení

Vlastník pozemní komunikace

Stěžejním právním předpisem, který ve vztahu k pozemním komunikacím upravuje problematiku veřejného osvětlení, je zákon o pozemních komunikacích¹ a související předpisy.

V prováděcí vyhlášce k tomuto zákonu je uvedeno, že „**Dálnice a silnice se vždy osvětlují v zastavěném území obcí. Mimo toto území se osvětlují jen zvláště určené úseky, jako např. na hraničních přechodech, v tunelech a na jejich přilehlých úsecích, výjimečně na křižovatkách, za podmínek obsažených v závazných ČSN 73 6102 a ČSN 73 7507. Osvětlení lze zřídit i v oblastech, kde to zdůvodňuje intenzita dopravy, případně četnost chodců a cyklistů. Podrobnosti obsahují doporučené české technické normy uvedené v příloze č. 1 pod č. 33, 34, 35, 49 a 51.**“²

Z výše uvedeného lze tedy dovodit, že tato povinnost se ze skupiny pozemních komunikací týká pouze kategorií dálnic a silnic, které jsou pak definovány v zákoně o pozemních komunikacích. Nikoliv tedy už místních a už vůbec ne účelových komunikací.

Zákon o pozemních komunikacích dále uvádí, že **podrobnosti k péči vlastníka pozemní komunikace** o dálnici, silnici a místní komunikaci, způsob jejich evidence a náležitosti smlouvy o zajištění správy a údržby dálnic nebo silnic I. třídy **vymezuje prováděcí právní předpis** (prováděcí vyhláška). Cílem údržby a oprav je odstranit závady ve sjízdnosti, opotřebením nebo poškozením komunikace, jejích součástí a příslušenství. Rozsah a způsob provedení závisí na vyhodnocení výsledků prohlídek, popř. na doporučeních systému hospodaření s vozovkou. Součástí údržby jsou také opatření, která neprodleně po zjištění závady zajišťují usměrnění dopravy na závadných úsecích komunikací.

Veřejné osvětlení se podle zákona o pozemních komunikacích považuje za příslušenství dálnice, silnice a místní komunikace. Tento zákon také dále uvádí, že příslušenství dálnic, silnic a místních komunikací je zakázáno znečišťovat nebo poškozovat.

Podle zákona o pozemních komunikacích jsou dálnice, silnice a místní komunikace sjízdné, jestliže umožňují bezpečný pohyb silničních a jiných vozidel přizpůsobený stavebnímu stavu a dopravně technickému stavu těchto pozemních komunikací a povětrnostním situacím a jejich důsledkům. Shodně se posuzuje v zastavěném území obce schůdnost místní komunikace a průjezdného úseku silnice.

Velmi důležité je zde slovní spojení „*přizpůsobený stavebnímu stavu a dopravně technickému stavu těchto pozemních komunikací a povětrnostním situacím a jejich důsledkům*“.

Stavebním stavem dálnice, silnice nebo místní komunikace se podle zákona o pozemních komunikacích rozumí jejich kvalita, stupeň opotřebením povrchu, podélné nebo příčné vlny, výtluky, které nelze odstranit běžnou údržbou, únosnost vozovky, krajnic, mostů a mostních objektů a **vybavení pozemní komunikace součástmi a příslušenstvím.**

Dopravně technickým stavem dálnice, silnice nebo místní komunikace pak tento zákon rozumí jejich technické znaky (příčné uspořádání, příčný a podélný sklon, šířka a druh vozovky, směrové a výškové oblouky) a začlenění pozemní komunikace do terénu (rozhled, nadmořská výška). A **povětrnostními situacemi a jejich důsledky**, takové situace, které mohou podstatně zhoršit nebo přerušit sjízdnost, jsou vánice a intenzivní dlouhodobé sněžení, vznik souvislé námrazy, mlhy, oblevy, mrznoucí déšť, vichřice, povodně a přívalové vody a jiné obdobné povětrnostní situace a jejich důsledky. **Příčemž závadou ve sjízdnosti rozumí tento zákon takovou změnu ve sjízdnosti dálnice, silnice nebo místní komunikace, kterou nemůže řidič vozidla předvídat při pohybu vozidla přizpůsobeném stavebnímu stavu a dopravně technickému stavu těchto pozemních komunikací a povětrnostním situacím a jejich důsledkům** (shodně opět posuzuje závadu ve schůdnosti).

Vlastník dálnice, silnice, místní komunikace nebo chodníku odpovídá za škody vzniklé uživatelům těchto pozemních komunikací, jejichž příčinou byla závada ve sjízdnosti, pokud neprokáže, že nebylo v mezích jeho

¹ zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích

² ust. § 25 vyhlášky č. 104/1997 Sb., kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích

možností tuto závadu odstranit, u závady způsobené povětrnostními situacemi a jejich důsledky takovou závadu zmírnit, ani na ni předepsaným způsobem upozornit (shodně je tomu u v případě závady ve schůdnosti).

Vlastník veřejného osvětlení

Vlastníkem veřejného osvětlení v obci je zpravidla **obec**, která podle zákona o obcích **pečuje o všestranný rozvoj svého území a o potřeby svých občanů; při plnění svých úkolů chrání též veřejný zájem** a spravuje své záležitosti samostatně.³

Obec v samostatné působnosti ve svém územním obvodu dále pečuje v souladu s místními předpoklady a s místními zvyklostmi o **vytváření podmínek pro rozvoj sociální péče a pro uspokojování potřeb svých občanů**. Jde především o **uspokojování potřeby** bydlení, ochrany a rozvoje zdraví, **dopravy** a spojů, potřeby informací, výchovy a vzdělávání, celkového kulturního rozvoje a **ochrany veřejného pořádku**.

Účastník provozu na pozemních komunikacích

Zákon o provozu na pozemních komunikacích pak ukládá účastníkovi provozu na pozemních komunikacích, kromě dalších, také povinnost **přizpůsobit své chování zejména stavebnímu a dopravně technickému stavu pozemní komunikace, povětrnostním podmínkám, situaci v provozu na pozemních komunikacích, svým schopnostem a svému zdravotnímu stavu**. V tomto případě je tedy účastník provozu na pozemních komunikacích povinen přizpůsobit své chování také situaci, kdy je vypnuté veřejné osvětlení – zjednodušeně řečeno, řidič musí rychlost jízdy přizpůsobit zejména svým schopnostem, vlastnostem vozidla a nákladu, předpokládanému stavebnímu a dopravně technickému stavu pozemní komunikace, její kategorii a třídě, povětrnostním podmínkám a jiným okolnostem, které je možno předvídat; **smí jet jen takovou rychlostí, aby byl schopen zastavit vozidlo na vzdálenost, na kterou má rozhled**.

Uživatel pozemní komunikace

Uživatelé dálnice, silnice, místní komunikace nebo chodníku nemají nárok na náhradu škody, která jim vznikla ze stavebního stavu nebo dopravně technického stavu těchto pozemních komunikací.

Veřejné osvětlení jako obecně prospěšné zařízení

Obecně prospěšným zařízením se rozumí veřejné ochranné zařízení proti požáru, povodni nebo jiné živelní pohromě, obranné nebo ochranné zařízení proti leteckým a jiným podobným útokům nebo jejich následkům, ochranné zařízení proti úniku znečišťujících látek, **zařízení energetické** nebo vodárenské, podmorský kabel nebo podmorské potrubí, zařízení a sítě elektronických komunikací a koncová telekomunikační a rádiová zařízení, zařízení držitele poštovní licence, zařízení pro veřejnou dopravu, včetně součástí dráhy a drážních vozidel ve veřejné drážní dopravě a svislých zákazových nebo příkazových dopravních značek a dopravních značek upravujících přednost.⁴

Veřejné osvětlení je energetickým zařízením, které slouží k osvětlení veřejných prostranství. Jeho obecná prospěšnost spočívá v usnadnění orientace lidí, jejich větší bezpečnosti apod.⁵ Poškození tohoto zařízení může spočívat nejen v mechanickém poškození, ale i v tom, že došlo k takovému zásahu do tohoto zařízení, které ovlivnilo jeho funkčnost nebo funkčnost většího celku, jehož bylo součástí (např. v důsledku poškození nastal výpadek osvětlení v obci). Za splnění všech zákonných podmínek proto může dojít při poškození veřejného osvětlení k naplnění znaků trestných činů poškození a ohrožení provozu obecně prospěšného zařízení podle § 276 zákoníku nebo podle poškození a ohrožení provozu obecně prospěšného zařízení z nedbalosti podle § 277 tr. zákoníku. *Poškození takového zařízení může mít důsledky pro životy a zdraví lidí i rozsáhlé důsledky ekonomické.*

Poškození stožáru veřejného osvětlení je poškozením nebo ohrožením provozu obecně prospěšného zařízení ve smyslu § 277 tr. zákoníku jen za předpokladu, že byla vyražena z provozu nebo hrozilo vyřazení z provozu alespoň určité části veřejného osvětlení, nikoli pouze jediného světla umístěného na stožáru.

³ zákon č. 128/2000 Sb., o obcích (obecní zřízení)

⁴ ust. § 132 zákona č. 40/2009 Sb., trestní zákoník

⁵ usnesení Nejvyššího soudu ČR pod sp. zn. 3 Tdo 1215/2012-34

Způsobením poruchy podle § 276 odst. 2 písm. b) trestního zákoníku **se rozumí vyřazení obecně prospěšného zařízení z provozu.** Doba trvání poruchy není zákonem stanovena, avšak s ohledem na to, že smyslem je poškození nastalé nefunkčnosti takového zařízení, nemůže jít jen o zcela krátkou dobu přerušení provozu, neboť takové přerušení, které je lehce odstranitelné, nelze považovat za poruchu provozu obecně prospěšného zařízení.⁶

Trestného činu poškození a ohrožení provozu obecně prospěšného zařízení podle § 276 odst. 1 tr. zákoníku se dopustí, kdo úmyslně poškodí obecně prospěšné zařízení nebo ohrozí jeho provoz nebo využívání. Kvalifikovanou skutkovou podstatu podle odst. 2 písm. a), b) citovaného zákonného ustanovení naplní pachatel, který zničí, odstraní nebo učiní neupotřebitelným obecně prospěšné zařízení a způsobí činem uvedeným v odstavci 1 poruchu provozu obecně prospěšného zařízení.

Objektem trestného činu podle § 276 tr. zákoníku **je zájem na ochraně provozu, řádného fungování a využívání obecně prospěšných zařízení, a to i před poškozováním, ničením, odstraňováním či učiněním jich neupotřebitelnými.**⁷

Obecně prospěšnými zařízeními jsou zařízení taxativně vymezená v ustanovení § 132 tr. zákoníku, která představují buď technicky složitější veřejná zařízení, která podle své povahy slouží potřebám velkého okruhu osob, a využívá je tak neomezená část veřejnosti, anebo slouží omezenému množství osob, za předpokladu, že jsou technicky složitější nebo mají velký význam z hlediska společnosti a mají veřejnou povahu.⁸

Vzhledem k tomu, že trestní odpovědnost se vztahuje vždy pouze k fyzické osobě, je nezbytné při trestněprávním počínání právnické osoby hledat uvnitř její organizační struktury konkrétní fyzickou osobu, která jedná jménem právnické osoby nebo za ni. Teprve taková fyzická osoba může nést trestní odpovědnost za příslušný protiprávní čin.

Něco málo ze statistiky dopravní nehodovosti

Místo nehody pololetí 2013	Počet nehod	Počet usmrcených	Počet těžce zraněných	Počet lehce zraněných	Hmotná škoda v mil. Kč
V OBCI	28 506	79	635	5 906	1 387,09
Index rok 2012=100%	100,4	68,7	77,7	93,0	101,6
MIMO OBEC	11 790	164	551	4 146	1 000,40
Index rok 2012=100%	110,1	84,5	85,8	103,4	101,6
z toho DÁLNIČE	1 384	10	41	220	209,18
Index rok 2012=100%	121,3	100,0	178,3	98,7	114,1

• Tabulka: **členění nehod podle místa** (v obci, mimo obec a na dálnicích), včetně porovnání se stejným obdobím minulého roku za I. pol. r. 2013

V první polovině roku 2013 připadalo nejvíce nehod na místní komunikace – přes 35% z celkového počtu. Nejvíce usmrcených připadá na páteční, sobotní a úterní nehody, kdy bylo usmrceno 40, resp. 38 a 37 osob.

⁶ usnesení Nejvyššího soudu ČR pod sp. Zn. 8 Tdo 1633/2011

⁷ usnesení Nejvyššího soudu ČR pod sp. zn. 6 Tdo 1130/2011-20

⁸ usnesení Nejvyššího soudu ČR pod sp. zn. 6 Tdo 1130/2011-20

Současný trend – úspory ve VO

Současným trendem, který de facto vyplývá i z aktuální ekonomické situace, jsou úspory, ať už v rámci snižování personálních nákladů, administrativních nákladů, ale také provozních nákladů. Každý dnes hledá různé možnosti jak uspořit.

V poslední době se objevují případy, kdy některé obce, ve snaze uspořit, vypínají v nočních hodinách veřejné osvětlení a to i na průtahových pozemních komunikacích. Nabízí se otázka, zda je takové opatření vhodné nejen z hlediska bezpečnosti a plynulosti silničního provozu, ale také i z hlediska možného nárůstu kriminality, a zda-li v konečném součtu skutečně povede k úspoře finančních prostředků.

Na straně jedné je snaha všemi dostupnými prostředky zvyšovat bezpečnost celého dopravního systému (bezpečné pozemní komunikace, bezpečné dopravní prostředky a bezpečné chování) a naplňovat tak vytyčené strategické cíle Národní strategie bezpečnosti silničního provozu 2011 – 2020, jejíž součástí jsou např. i opatření ke zlepšování přehlednosti přechodů pro chodce a zajištění jejich řádné viditelnosti (podpora zavádění systémů aktivní bezpečnosti v blízkosti přechodů pro chodce), přičemž k jejichž dosažení jsou každoročně vynakládány nemalé finanční prostředky, a na straně druhé je pak efektivita těchto vynaložených prostředků snižována nevhodně koncipovanými úsporami, které jsou v kontextu ke stanoveným cílům kontraproduktivní.

Závěr

Dnes, v době třetího tisíciletí, v době technologického rozmachu, se v případě takto řešených úspor na úkor osvětlenosti pozemních komunikací a veřejných prostranství, vracíme o několik století zpět. Namísto toho, abychom se snažili v maximální možné míře využívat možností, které nám současné technologie v rámci zvyšování bezpečnosti silničního provozu poskytují, vydáváme se zcela opačným směrem. Vždyť i nové technologie dokáží výrazně snížit náklady na provoz, a ačkoliv jsou pořizovací náklady často vyšší a úspora se tak projeví až po určité době, vynaložit takové náklady se vždy vyplatí.

Na závěr neopomenou zmínit i nutnost uvědomění si vlastní bezpečnosti a připomenou heslo „**Vidět a být viděn**“, což je **základní pravidlo bezpečnosti na silnicích**. Za snížené viditelnosti platí dvojnásob.

Literatura a odkazy

- 1) zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích
- 2) vyhláška č. 104/1997 Sb., kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích
- 3) zákon č. 128/2000 Sb., o obcích (obecní zřízení)
- 4) zákon č. 40/2009 Sb., trestní zákoník
- 5) usnesení Nejvyššího soudu ČR pod sp. zn. 3 Tdo 1215/2012-34
- 6) usnesení Nejvyššího soudu ČR pod sp. zn. 8 Tdo 1633/2011
- 7) usnesení Nejvyššího soudu ČR pod sp. zn. 6 Tdo 1130/2011-20
- 8) usnesení Nejvyššího soudu ČR pod sp. zn. 6 Tdo 1130/2011-20

Rozsah a obsah projektové dokumentace osvětlovací soustavy veřejného osvětlení

Ing. Radim Gřes

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

Úvod

V poslední době prošla legislativa související s projektováním, povolováním a realizací staveb novelizací, která má podstatný vliv i na projektování osvětlovacích soustav veřejného osvětlení. Nejdůležitějším právním předpisem pro tuto oblast je zákon č. 183/2006 Sb. (stavební zákon), novelizovaný dne 22.10.2012 s účinností od 1.1.2013. Ke stavebnímu zákonu bylo vydáno několik prováděcích vyhlášek, rozsah a obsah dokumentace staveb určuje vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, novelizovaná dne 28.2.2013 s účinností dne 15.3.2013.

Dle §103, odst. (1), bodu e) stavebního zákona patří stavby veřejného osvětlení mezi stavby, které nevyžadují stavební povolení ani ohlášení. Toto představuje nejpodstatnější změnu proti dříve platnému stavebnímu zákonu. Pro stavbu veřejného osvětlení je tedy dostačující vydání územního rozhodnutí (rozhodnutí o umístění stavby) dle §77 stavebního zákona, které je možno dle §78 stavebního zákona nahradit územním souhlasem nebo veřejnoprávní smlouvou.

Oprávnění k projektování

Dle §158 stavebního zákona:

- 1) Vybrané činnosti, jejichž výsledek ovlivňuje ochranu veřejných zájmů ve výstavbě, mohou vykonávat pouze fyzické osoby, které získaly oprávnění k jejich výkonu podle zvláštního právního předpisu (zákon č. 360/1992 Sb., o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, ve znění pozdějších předpisů). Vybranými činnostmi jsou projektová činnost ve výstavbě, kterou se rozumí zpracování územně plánovací dokumentace, územní studie, dokumentace pro vydání územního rozhodnutí a pro uzavření veřejnoprávní smlouvy nahrazující územní rozhodnutí a PD podle odstavce 2), a odborné vedení provádění stavby nebo její změny.
- 2) Projektovou dokumentací je dokumentace
 - a) stavby podle § 104 odst. 1 písm. a) až e),
 - b) stavby pro vydání stavebního povolení podle § 115,
 - c) k uzavření veřejnoprávní smlouvy podle § 116,
 - d) k posouzení autorizovaným inspektorem podle § 117,
 - e) změn staveb uvedených v písmenech a) až d) před jejím dokončením podle § 118,
 - f) staveb uvedených v písmenech a) až e) k opakovanému stavebnímu řízení nebo dodatečnému povolení stavby podle § 129,
 - g) pro provádění stavby,
 - h) pro nezbytné úpravy podle § 137, nebo
 - i) vodního díla k ohlášení podle § 15a odst. 2 písm. c) vodního zákona.

Dle §159 stavebního zákona:

- 1) Projektant odpovídá za správnost, celistvost a úplnost jím zpracované ÚPD, územní studie a dokumentace pro vydání územního rozhodnutí, zejména za respektování požadavků z hlediska ochrany veřejných zájmů a za jejich koordinaci. Je povinen dbát právních předpisů a působit v součinnosti s příslušnými orgány územního plánování a dotčenými orgány.
- 2) Projektant odpovídá za správnost, celistvost, úplnost a bezpečnost stavby provedené podle jím zpracované projektové dokumentace a proveditelnost stavby podle této dokumentace, jakož i za technickou a ekonomickou úroveň projektu technologického zařízení, včetně vlivů na životní prostředí. Je povinen dbát právních předpisů a obecných požadavků na výstavbu vztahujících se ke konkrétnímu stavebnímu záměru a působit v součinnosti s příslušnými dotčenými orgány. Statické, popřípadě jiné výpočty musí být vypracovány tak, aby byly kontrolovatelné. Není-li projektant způsobilý některou část projektové dokumentace zpracovat sám, je povinen k jejímu zpracování přizvat osobu s oprávněním pro příslušný obor nebo specializaci, která odpovídá za jí zpracovaný návrh. Odpovědnost projektanta za projektovou dokumentaci stavby jako celku tím není dotčena.

- 3) Dokumentaci ohlašovaných staveb uvedených v § 104 odst. 1 písm. f) až i) a k) může kromě projektanta zpracovat též osoba, která má VŠ vzdělání stavebního nebo architektonického směru anebo střední vzdělání stavebního směru s maturitní zkouškou a alespoň 3 roky praxe v projektování staveb. Na tuto osobu se přiměřeně vztahuje ustanovení odstavce 2.

Oprávnění k projektování elektrických zařízení je dále dáno odbornou způsobilostí projektantů elektro podle vyhlášky ČÚBP a ČBÚ č. 50/1978 Sb., o odborné způsobilosti v elektrotechnice, ve znění pozdějších předpisů.

Členění dokumentace osvětlovací soustavy VO dle stupňů

Obsah dokumentace pro stavbu VO musí být v souladu se stavebním zákonem, vzhledem ke specifikaci zařízení VO musí obsahovat i podrobnosti, které sice stavební zákon neukládá, ale z hlediska kvality stavby, provozuschopnosti, účinnosti a ekonomicko-technických parametrů VO jsou nezbytné. Počet stupňů a typů dokumentace závisí na rozsahu a složitosti stavby. Stavebník je povinen pro účely projednání stavby podle stavebního zákona opatřit předepsanou dokumentaci, pro vlastní účely je vhodné zhotovit dokumentaci přípravnou:

- a) Studie - předprojektová dokumentace, koncepční řešení stavby, definice stavebního záměru mezi zadavatelem a zhotovitelem stavby
- b) Dokumentace:
 - Dokumentace pro vydání rozhodnutí o umístění stavby nebo zařízení (DÚR)
 - Dokumentace pro provádění stavby (DPS)
 - Dokumentace zadání stavby – (DZS)
- c) Dokumentace skutečného provedení stavby

K žádosti o vydání územního souhlasu postačí doložit jednoduchý technický popis záměru s příslušnými výkresy dle §96, odst. 3, bodu e) stavebního zákona. V případě podání návrhu na uzavření veřejnoprávní smlouvy se v souladu s §78a stavebního zákona jako příloha přikládá dokumentace v rozsahu jako k žádosti o vydání územního rozhodnutí. Odstranění stavby VO vyžaduje dokumentaci bouracích prací (DBP). Náležitosti DBP jsou uvedeny v Příloze č. 8 k vyhlášce č. 499/2006 Sb., v platném znění.

Vzhledem k omezenému rozsahu příspěvku bude dále rozebrán rozsah a obsah studie VO a dále DÚR a DPS staveb VO v souladu s vyhláškou č. 499/2006 Sb., v platném znění. Dokumentace a projektová dokumentace podle § 1a až 5 vyhlášky 499/2006 Sb., která byla zpracována přede dnem nabytí účinnosti této vyhlášky (15.3.2013) a předložena stavebnímu úřadu do 31. prosince 2014, se posuzuje podle právní úpravy platné do 15.3.2013. Projektová dokumentace podle § 3 vyhlášky (DPS) může být zpracována podle vyhlášky č. 499/2006 Sb., ve znění účinném do dne nabytí účinnosti této vyhlášky (15.3.2013), pokud bude stavba zahájena nejpozději do 31. prosince 2014.

Rozsah a obsah jednotlivých stupňů dokumentace

a) Studie

Minimální rozsah studie stavby veřejného osvětlení:

Průvodní zpráva - identifikační údaje, odůvodnění záměru, přehled dotčených pozemků a jejich vlastníků, charakteristika území, dotčená ochranná pásma, chráněná území apod. – památkové zóny, lesní pozemky atd., zhodnocení vlivů stavby na ŽP, přehled souvisejících staveb, možných kolizí a potřeby koordinace, návrh členění na jednotlivé stavby

Technická zpráva - základní technické údaje staveb, zařídění komunikací do tříd osvětlení a provedení orientačních světelně technických výpočtů, orientační návrh osvětlovací soustavy, energetická bilance, zejména srovnání energetické náročnosti osvětlovací soustavy proti stávajícímu stavu, návrh napájení osvětlovací soustavy vč. počtu, umístění a zatížení zapínacích rozváděčů, návrh spínání, ovládání a regulace osvětlovací soustavy, stručný technický popis řešení jednotlivých staveb, odhad celkových nákladů stavby v členění po jednotlivých dílčích stavbách, požadavky na provádění stavby, případně další podmínky pro zpracování dalšího stupně dokumentace, předběžné projednání souhlasů cizích vlastníků dotčených parcel

Dokladová část - vyjádření majitele zařízení VO, vyjádření správce a provozovatele zařízení VO, vyjádření dotčené obce nebo města (případně městského obvodu), vyjádření orgánu vykonávajícího v dotčené

lokalitě státní správu na úseku pořizování územně plánovacích podkladů a územně plánovací dokumentace podle zákona č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu

Výkresová část - situační schéma rozsahu dotčeného stávajícího zařízení VO, situační schéma návrhu nového zařízení VO, situační výkres návrhu členění na jednotlivé stavby, situační výkres návrhu členění zařízení VO dle napájecích rozváděčů, dle potřeby schéma ovládání osvětlovací soustavy, propojení jednotlivých zapínacích rozváděčů apod.

b) Dokumentace pro vydání rozhodnutí o umístění stavby nebo zařízení (DÚR)

Rozsah a obsah dokumentace je podrobně stanoven v Příloze č. 1 k vyhlášce č. 499/2006 Sb., v platném znění. **Dokumentace vždy obsahuje části A až E s tím, že rozsah a obsah jednotlivých částí bude přizpůsoben druhu a významu stavby.** Členění DÚR (ve zkrácené podobě):

A. Průvodní zpráva:

A.1 Identifikační údaje

A.1.1 Údaje o stavbě - název, místo stavby, předmět dokumentace

A.1.2 Údaje o žadateli - jméno, příjmení, místo trvalého pobytu, příp. obchodní firma, IČ, místo podnikání nebo adresa sídla

A.1.3 Údaje o zpracovateli dokumentace - jméno, příjmení, obchodní firma, IČ, místo podnikání nebo adresa sídla, jméno a příjmení hlavního projektanta vč. čísla autorizace a uvedení oboru, případně specializace autorizace, dále tytéž údaje o projektantech jednotlivých částí dokumentace

A.2 Seznam vstupních podkladů

A.3 Údaje o území - rozsah řešeného území, dosavadní využití a zastavěnost území, údaje o ochraně území dle jiných právních předpisů, údaje o odtokových poměrech, údaje o souladu s ÚPD a s cíli a úkoly územního plánování, údaje o dodržení obecných požadavků na využití území, údaje o splnění požadavků dotčených orgánů, seznam výjimek a úlevových řešení, seznam souvisejících a podmiňujících investic, seznam pozemků a staveb dotčených umístěním stavby

A.4 Údaje o stavbě - novostavba / změna dokončené stavby, účel užívání stavby, trvalá / dočasná stavba, údaje o ochraně stavby dle jiných právních předpisů, údaje o dodržení technických požadavků na stavby a obecných technických požadavků zabezpečujících bezbariérové užívání staveb, údaje o splnění požadavků dotčených orgánů a požadavků vyplývajících z jiných právních předpisů, seznam výjimek a úlevových řešení, navrhované kapacity, základní bilance stavby - potřeby a spotřeby médií a hmot, hospodaření s dešťovou vodou, celkové produkované množství a druhy odpadů a emisí apod., základní předpoklady výstavby - časové údaje o realizaci stavby, členění na etapy, orientační náklady stavby

A.5 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení

B. Souhrnná technická zpráva:

B.1 Popis území stavby - charakteristika stavebního pozemku, výčet a závěry provedených průzkumů a rozborů - geologický, hydrogeologický a stavebně historický průzkum apod., stávající ochranná a bezpečnostní pásma, poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území apod., vliv stavby na okolní stavby a pozemky, ochrana okolí, vliv stavby na odtokové poměry v území, požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin, požadavky na maximální zábory zemědělského půdního fondu nebo pozemků určených k plnění funkce lesa - dočasné / trvalé, územně technické podmínky - zejména možnost napojení na stávající dopravní a technickou infrastrukturu, věcné a časové vazby stavby, podmiňující, vyvolané, související investice

B.2 Celkový popis stavby - účel užívání stavby, základní kapacity funkčních jednotek, celkové urbanistické a architektonické řešení - urbanismus a architektonické řešení, dispoziční a provozní řešení, technologie výroby, bezbariérové užívání stavby, bezpečnost při užívání stavby, základní technický popis staveb, technická a technologická zařízení - zásady řešení zařízení, potřeby a spotřeby rozhodujících médií, požárně bezpečnostní řešení, zásady hospodaření s energiemi, hygienické požadavky na stavby, požadavky na pracovní a komunální prostředí, zásady řešení parametrů stavby a dále zásady řešení vlivu stavby na okolí - vibrace, hluk, prašnost apod., zásady ochrany stavby před negativními účinky vnějšího prostředí - pronikání radonu z podloží, bludné proudy, seizmicita, hluk, protipovodňová opatření apod.

B.3 Připojení na technickou infrastrukturu - napojovací místa technické infrastruktury, přeložky, připojovací rozměry, výkonové kapacity a délky

B.4 Dopravní řešení - popis řešení, napojení území na stáv. dopr. infrastrukturu, doprava v klidu

B.5 Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav

B.6 Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana

B.7 Ochrana obyvatelstva

B.8 Zásady organizace výstavby - napojení staveniště na stáv. dopr. a tech. infrastrukturu, ochrana okolí staveniště a požadavky na související asanace, demolice, kácení dřevin, max. zábory pro staveniště - dočasné / trvalé, bilance zemních prací, požadavky na přísun nebo deponie zemin

C. Situační výkresy

C.1 Situační výkres širších vztahů - 1:1000 až 1:50000, napojení stavby na dopravní a tech. infrastrukturu, stáv. a navrhovaná ochr. a bezpečnostní pásma, vyznačení hranic dotčeného území

C.2 Celkový situační výkres - 1:200 až 1:1 000, u rozsáhlých staveb 1:2 000 nebo 1:5 000, stáv. stavby, dopravní a technická infrastruktura, hranice pozemků, hranice řešeného území atd.

C.3 Koordinační situační výkres - měřítko 1 : 200 až 1 : 1 000, u rozsáhlých staveb 1 : 2 000 nebo 1 : 5 000, u změny stavby, která je kulturní památkou, u stavby v památkové rezervaci nebo v památkové zóně v měřítku 1 : 200, stávající stavby, dopravní a technická infrastruktura, hranice pozemků, parcelní čísla, hranice řešeného území, stávající výškopis a polohopis, vyznačení jednotlivých navržených a odstraňovaných staveb a technické infrastruktury, napojení na dopravní infrastrukturu, řešení vegetace, okótované odstupy staveb, zákres nové technické infrastruktury, napojení stavby na technickou infrastrukturu, stávající a navrhovaná ochranná a bezpečnostní pásma, památkové rezervace, památkové zóny apod., maximální zábory - dočasné / trvalé, atd.

C.4 Katastrální situační výkres - zákres stavebního pozemku, požadovaného umístění stavby, vyznačení vazeb a vlivů na okolí

C.5 Speciální situační výkres - dle potřeby, ve vhodném měřítku, zobrazující speciální požadavky objektů, technolog. zařízení, technických sítí, infrastruktury nebo souvisejících inž. opatření

D. Výkresová dokumentace

D.1 Charakteristické půdorysy

D.2 Charakteristické řezy

D.3 Základní pohledy

E. Dokladová část

Obsahuje doklady o splnění požadavků dle jiných právních předpisů vydané přísl. správními orgány nebo přísl. osobami a dokumentaci zpracovanou osobami oprávněnými podle jiných práv. předpisů

E.1 Závazná stanoviska, stanoviska, rozhodnutí, vyjádření dotčených orgánů

E.2 Stanoviska vlastníků veřejné dopravní a technické infrastruktury - stanoviska vlastníků veřejné dopravní a technické infrastruktury k možnosti a způsobu napojení, vyznačená například na situačním výkrese, stanovisko vlastníka nebo provozovatele k podmínkám zřízení stavby, provádění prací a činností v dotčených ochr. a bezp. pásmech podle jiných právních předpisů

E.3 Doklad podle zvláštního právního předpisu prokazující shodu vlastností výrobku, který plní funkci stavby, s požadavky na stavby podle §156 staveb. zákona nebo tech. dokumentace výrobce nebo dovozce, popřípadě další doklad, z něhož je možné ověřit dodržení požadavků na stavby

E.4 Geodetický podklad pro projektovou činnost zpracovaný podle jiných právních předpisů

E.5 Ostatní stanoviska, vyjádření, posudky a výsledky jednání vedených v průběhu zpracování PD

Poznámka:

Pro stavbu zařízení VO je vhodné, aby DÚR obsahovala mj.: základní technické údaje stavby VO s uvedením počtu demontovaných a nových světelných míst, zařídění komunikací do tříd osvětlení a provedení předběžných světelně technických výpočtů, předběžný návrh osvětlovací soustavy, energetická bilance, zejména srovnání energetické náročnosti osvětlovací soustavy proti stávajícímu stavu, návrh napájení osvětlovací soustavy vč. počtu, umístění a zatížení zapínacích rozváděčů, návrh spínání, ovládání a regulace osvětlovací soustavy, stručný technický popis řešení stavby, odhad celkových nákladů stavby, základní požadavky na provádění stavby, případné další podmínky pro zpracování dalšího stupně

KURZ OSVĚTLOVACÍ TECHNIKY XXX

dokumentace. Jako nezbytný doklad žádosti o ÚR je pro parcely dotčené stavbou potřeba doložit doklady prokazující vlastnické právo žadatele nebo smlouvu nebo doklad o právu provést stavbu nebo opatření k pozemkům nebo stavbám, na kterých má být požadovaný záměr uskutečněn; tyto doklady se připojují, nelze-li tato práva ověřit v katastru nemovitostí dálkovým přístupem. Z výkresové dokumentace by měl být mj. zřejmý rozsah rekonstruovaného VO a návrh nové osvětlovací soustavy vč. dotčených parcel, způsob napájení osvětl. soustavy s vyznačením zapínacích rozváděčů a rozsahu zařízení napájených z těchto rozváděčů.

c) Dokumentace pro provádění stavby (DPS)

DPS vychází z DÚR. Rozsah a obsah dokumentace je podrobně stanoven v Příloze č. 5 k vyhlášce č. 499/2006 Sb. **Dokumentace vždy obsahuje části A až E s tím, že rozsah a obsah jednotlivých částí bude přizpůsoben druhu a významu stavby, jejímu umístění, stavebně technickému provedení, účelu využití, vlivu na ŽP a době trvání stavby.** Členění DPS (ve zkrácené podobě):

A. Průvodní zpráva:

A.1 Identifikační údaje

A.1.1 Údaje o stavbě - název stavby, místo stavby (adresa, čísla popisná, katastrální území, parcelní čísla pozemků, předmět projektové dokumentace)

A.1.2 Údaje o stavebníkovi - jméno, příjmení a místo trvalého pobytu – fyz. osoba nebo jméno, příjmení, obchodní firma, IČ, bylo-li přiděleno, místo podnikání – fyz. osoba podnikající nebo obchodní firma nebo název, IČ, bylo-li přiděleno, adresa sídla – právnická osoba

A.1.3 Údaje o zpracovateli PD - jméno, příjmení, obchodní firma, IČ, místo podnikání - fyzická osoba podnikající nebo obchodní firma nebo název, IČ, adresa sídla - právnická osoba, jméno a příjmení hlavního projektanta vč. čísla, pod kterým je zapsán v evidenci autorizovaných osob ČKA nebo ČKAIT, s vyznačeným oborem nebo specializací jeho autorizace, dále veškeré uvedené údaje o projektantech jednotlivých částí PD

A.2 Seznam vstupních podkladů

A.3 Údaje o území - rozsah řešeného území, údaje o ochraně území podle jiných právních předpisů - památková rezervace, památková zóna, zvláště chráněné území, záplavové území apod., údaje o odtokových poměrech, údaje o souladu s územně plánovací dokumentací, nebylo-li vydáno územní rozhodnutí nebo územní opatření, popřípadě nebyl-li vydán územní souhlas, údaje o souladu s územním rozhodnutím nebo veřejnoprávní smlouvou územní rozhodnutí nahrazující anebo územním souhlasem, popřípadě s regulačním plánem v rozsahu, ve kterém nahrazuje územní rozhodnutí, a v případě stavebních úprav podmiňujících změnu v užívání stavby údaje o jejím souladu s územně plánovací dokumentací, údaje o dodržení obecných požadavků na využití území, údaje o splnění požadavků dotčených orgánů, seznam výjimek a úlevových řešení, seznam souvisejících a podmiňujících investic, seznam pozemků a staveb dotčených prováděním stavby

A.4 Údaje o stavbě - nová stavba nebo změna dokončené stavby, účel užívání stavby, trvalá nebo dočasná stavba, údaje o ochraně stavby podle jiných právních předpisů – kulturní památka apod., údaje o dodržení technických požadavků na stavby a obecných technických požadavků zabezpečujících bezbariérové užívání staveb, údaje o splnění požadavků dotčených orgánů a požadavků vyplývajících z jiných právních předpisů, seznam výjimek a úlevových řešení, navrhované kapacity stavby - zastavěná plocha, obestavěný prostor, užitná plocha, počet funkčních jednotek a jejich velikosti, počet uživatelů / pracovníků apod., základní bilance stavby (potřeby a spotřeby médií a hmot, hospodaření s dešťovou vodou, celkové produkované množství a druhy odpadů a emisí, třída energetické náročnosti budov apod., základní předpoklady výstavby - časové údaje o realizaci stavby, členění na etapy, orientační náklady stavby

A.5 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení

B. Souhrnná technická zpráva:

B.1 Popis území stavby - charakteristika stavebního pozemku, výčet a závěry provedených průzkumů a rozborů – geologický průzkum, hydrogeologický průzkum, stavebně historický průzkum apod, stávající ochranná a bezpečnostní pásma, poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území apod., vliv stavby na okolní stavby a pozemky, ochrana okolí, vliv stavby na odtokové poměry v území, požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin, požadavky na maximální zábory ZPF nebo pozemků určených k plnění funkce lesa - dočasné / trvalé, územně

technické podmínky - zejména možnost napojení na stávající dopravní a technickou infrastrukturu, věcné a časové vazby stavby, podmiňující, vyvolané, související investice

B.2 Celkový popis stavby - účel užívání stavby, základní kapacity funkčních jednotek, celkové urbanistické a architektonické řešení, celkové provozní řešení, technologie výroby, bezbariérové užívání stavby, bezpečnost při užívání stavby, základní charakteristika objektů, stavební řešení, konstrukční a materiál. řešení, mech. odolnost a stabilita, zákl. charakteristika technických a technologických zařízení – technické řešení a výčet technických a technolog. zařízení, požárně bezpečnostní řešení, zásady hospodaření s energiemi, kritéria tepelně technického hodnocení, energetická náročnost stavby, posouzení využití alternativních zdrojů energií, hygienické požadavky na stavby, požadavky na pracovní a komunální prostředí, zásady řešení parametrů stavby a dále zásady řešení vlivu stavby na okolí - vibrace, hluk, prašnost apod., ochrana stavby před negativ. účinky vnějšího prostředí - ochrana před pronikáním radonu z podloží, před bludnými proudy, před technickou seizmicitou a před hlukem, protipovodňová opatření

B.3 Připojení na technickou infrastrukturu

B.4 Dopravní řešení

B.5 Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav

B.6 Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana

B.7 Ochrana obyvatelstva

B.8 Zásady organizace výstavby - potřeby a spotřeby rozhodujících médií a hmot, jejich zajištění, odvodnění staveniště, napojení staveniště na stáv. dopravní a tech. infrastrukturu, vliv provádění stavby na okolní stavby a pozemky, ochrana okolí staveniště a požadavky na související asanace, demolice, kácení dřevin, max. zábory pro staveniště – dočasné/ trvalé, max. produkovaná množství a druhy odpadů a emisí při výstavbě, jejich likvidace, bilance zemních prací, požadavky na přísun nebo deponie zemin, ochrana ŽP při výstavbě, zásady bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi, posouzení potřeby koordinátora bezpečnosti a ochrany zdraví při práci podle jiných právních předpisů, úpravy pro bezbariérové užívání výstavbou dotčených staveb, zásady pro dopravně inženýrské opatření, stanovení speciálních podmínek pro provádění stavby...

C. Situační výkresy

C.1 Situační výkres širších vztahů - 1:1000 až 1:50000, napojení stavby na dopravní a technickou infrastrukturu, stáv. a navrhovaná ochranná a bezp. pásma, vyznačení hranic dotčeného území.

C.2 Celkový situační výkres stavby - 1:200 až 1:1 000, u rozsáhlých staveb 1:2000 nebo 1:5000, stávající stavby, dopravní a technická infrastruktura, hranice pozemků, hranice řešeného území, komunikace a zpevněné plochy, plochy vegetace atd.

C.3 Koordinační situace - 1:200 nebo 1:1000, u rozsáhlých staveb 1:2000 nebo 1:5000, u změny stavby, která je kulturní památkou, u stavby v památkové rezervaci nebo v památkové zóně v měřítku 1:200, stávající stavby, dopravní a technická infrastruktura, hranice pozemků, parcelní čísla, hranice řešeného území, navrhované komunikace a zpevněné plochy, napojení na dopravní infrastrukturu, řešení vegetace, okótované odstupy staveb, zakres nové technické infrastruktury, napojení stavby na technickou infrastrukturu, stávající a navrhovaná ochranná a bezpečnostní pásma, památkové rezervace, památkové zóny apod., maximální zábory – dočasné / trvalé, vyznačení geotechnických sond, geodetické údaje, určení souřadnic vytyčovací sítě atd.

C.4 Katastrální situační výkres - měřítko podle použité katastrální mapy, zakres navrhované stavby, vyznačení vazeb a vlivů na okolí

C.5 Speciální situační výkresy - situační výkresy vyhotovené podle potřeby ve vhodném měřítku zobrazující speciální požadavky objektů, technologických zařízení, technických sítí, infrastruktury nebo souvisejících inženýrských opatření - situace dopravy včetně úpravy pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace, situace vegetace

D. Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení

Dokumentace stav. objektů, inženýrských objektů, technických nebo technologických zařízení se zpracovává po objektech a souborech technických nebo technologických zařízení. Dokumentace elektrotechnického zařízení – veřejného osvětlení musí obecně obsahovat následující části:

- a) Technickou zprávu

- b) Výkresovou část
- c) Seznam strojů a zařízení a technické specifikace

Stavba veřejného osvětlení zde musí být podrobně popsána do detailů umožňujících realizaci. Mimo běžné požadavky na návrh musí součástí TZ být soupis všech použitých technických norem a právních předpisů vč. uvedení normových hodnot a předpisů, zařídění komunikací do tříd osvětlení včetně uvedení požadovaných parametrů, provedení světelně technických výpočtů, stanovení vnějších vlivů, určení napěťové soustavy a nebezpečnosti prostředí, uvedení podmínek a návrhu ochrany před úrazem elektrickým proudem vč. návrhu jištění, návrh uzemnění a ochrany před přetížením a atmosférickým přepětím, uvedení požadavků na spínání, ovládání a regulaci osvětlovací soustavy, uvedení podrobné energetické bilance, uvedení veškerých požadavků na jednotlivé komponenty VO, požadavků na nátery konstrukcí, požadavků na demontáže, na likvidaci odpadu, provádění zemních prací apod. V neposlední řadě by v TZ měly být stanoveny veškeré podklady nezbytné pro přejímací řízení realizované stavby. U komponent zařízení VO, u kterých nejsou uvedeny požadavky na konkrétní typy, musí být uvedena podrobná technická specifikace těchto komponent, u svítidel včetně uvedení křivek svítivosti. Výkresová část musí kromě nezbytných sit. výkresů s přesným určením polohy jednotlivých stožárů, rozváděčů, apod. obsahovat veškerá schémata zapojení osvětlovací soustavy a rozváděčů vč. uvedení požadavků na rozfázování, řezy provedení základů stožárů podložené static. výpočty a řezy uložení a křížení kabelů. V některých případech je nezbytné doložit výkresy atypických konstrukcí a jejich upevnění.

Není-li u stavby, která není členěna na objekty, podrobně zpracována část D. dokumentace, je potřeba veškeré výše uvedené náležitosti zpracovat vč. detailů do souhrnné TZ a výkresové části.

E. Dokladová část

Dokladová část obsahuje doklady o splnění požadavků podle jiných právních předpisů vydané příslušnými správními orgány nebo příslušnými osobami a dokumentaci zpracovanou osobami oprávněnými podle jiných právních předpisů.

E.1 Závazná stanoviska, stanoviska, rozhodnutí, vyjádření dotčených orgánů

E.2 Stanoviska vlastníků veřejné dopravní a technické infrastruktury (stanoviska vlastníků veřejné dopravní a technické infrastruktury k možnosti a způsobu napojení, vyznačená například na situačním výkrese, stanovisko vlastníka nebo provozovatele k podmínkám zřízení stavby, provádění prací a činností v dotčených ochran. a bezp. pásmech podle jiných právních předpisů

E.3 Geodetický podklad pro projektovou činnost zpracovaný podle jiných právních předpisů

E.4 Projekt zpracovaný báňským projektantem

E.5 Průkaz energetické náročnosti budovy podle zákona o hospodaření energií

E.6 Ostatní stanoviska, vyjádření, posudky a výsledky jednání vedených v průběhu zpracování PD

Poznámka: Pro parcely dotčené stavbou je vhodné přiložit doklady prokazující vlastnické právo stavebníka nebo smlouvu nebo doklad o právu provést stavbu nebo opatření k pozemkům nebo stavbám, na kterých má být požadovaný záměr uskutečněn.

F. Soupis prací s výkazem výměr

Tato část dokumentace není řešena vyhláškou č. 499/2006 Sb. Součástí DPS může být dle požadavku investora ekonomická část obsahující soupis prací s výkazem výměr. Požadavky na zpracování soupisu prací s výkazem výměr musí být upřesněny investorem stavby. Je-li stavba VO předmětem veřejné zakázky a soupis prací s výkazem výměr mají být i součástí dokumentace pro zadání stavby (DZS), je nezbytné, aby soupis prací s výkazem výměr splňoval veškeré náležitosti dle vyhlášky č. 230/2012 Sb., kterou se stanoví podrobnosti vymezení předmětu veřejné zakázky na stavební práce a rozsah soupisu stavebních prací, dodávek a služeb s výkazem výměr, účinné od 1.9.2012.

Literatura a odkazy

- [1] Zákon č. 183/2006 Sb., ve znění pozdějších předpisů
- [2] Vyhláška č. 499/2006 Sb., ve znění pozdějších předpisů
- [3] Zákon č. 360/1992 Sb., ve znění pozdějších předpisů
- [4] Vyhláška č. 50/1978 Sb., ve znění pozdějších předpisů
- [5] Vyhláška č. 230/2012 Sb., ve znění pozdějších předpisů

Modernizace soustav VO v Ostravě v letech 2011-2013

Alena Muchová, Ing.

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

Modernizace a rekonstrukce soustav veřejného osvětlení v Ostravě probíhala v letech 2011-2013 jak se svítidly výbojkovými, tak s LED svítidly. Následně jsou uvedeny pouze stavby, při kterých byla použita LED svítidla, která již dnes převažují u nových staveb.

Stav LED svítidel VO v Ostravě

Od roku 2010 do konce září 2013 bylo v rámci nových staveb, rekonstrukcí a modernizací soustav VO v Ostravě instalováno 1 540 ks svítidel LED.

Toto reprezentuje 3,66% z celkového počtu 42 120 ks svítidel v Ostravě

Většina LED svítidel byla instalována v rámci modernizací soustav VO. Celková obnova soustavy VO – tzv. rekonstrukce, je mnohem náročnější investicí a tudíž i její příprava je mnohem složitější a delší. Projektová dokumentace rekonstrukce VO, která je zpracována v jednom roce, bývá realizována nejdříve příští rok, většinou později.

Město Ostrava postupuje dvěma cestami. Za prvé, celkové obnovy soustav – rekonstrukce VO, které zajišťuje investiční odbor magistrátu. Tento má zpracovanou „Strategii postupu rekonstrukcí veřejného osvětlení ucelených částí města Ostravy“. Dále preventivní údržba a modernizace soustav VO, které zajišťují Ostravské komunikace, akciová společnost města. Tyto mají zpracován „Plán modernizací soustav VO v Ostravě“ a „Konceptci zvýšení bezpečnosti přechodů pro chodce v Ostravě místním nasvětlením“. Samozřejmě město má i základní materiál „Generel veřejného osvětlení“.

Investice – nové stavby a rekonstrukce VO

Vedení města rozhodlo, že na stavbách se budou používat v maximální míře svítidla s LED zdroji. Následně se některé starší projekty přepracovaly, vyměnila se výbojková svítidla za méně energeticky náročná svítidla LED.

V roce 2012 bylo realizováno 8 staveb rekonstrukcí VO, kde byla použita LED svítidla. V roce 2013 je nízký investiční rozpočet v kapitole veřejného osvětlení, tudíž jsou zatím realizovány pouze 4 stavby rekonstrukcí – tj. celkové obnovy soustav VO. Při těchto stavbách jsou používána LED svítidla.

Modernizace soustav VO

Na základě provedených světelně technických výpočtů a porovnání cenových relací LED svítidel byly prováděny nejdříve pilotní projekty v počtu cca 10 ks svítidel v roce 2010 a v 1. pololetí roku 2011.

Následně bylo vybráno několik lokalit ve městě a připraveny technické dokumentace modernizace. Dokumentace modernizací jsou zpracovány variantně pro několik typů svítidel a komise odborníků vybírá nejvhodnější variantu pro danou komunikaci. Kritériem nejsou jen světelně technické vlastnosti, i když jsou na prvním místě, ale i konstrukční vlastnosti svítidel, lehkost manipulace pro údržbu a v neposlední řadě cena svítidel. V rámci modernizace osvětlovací soustavy není možno měnit geometrii stávající soustavy. Je nutno vybírat svítidla LED tak, aby plně vyhovovala požadavkům na zachování či zvýšení stávajících hodnot osvětlení komunikace při snížení instalovaného příkonu soustavy.

V červnu 2011 byl zrealizován projekt modernizace se 150 ks LED svítidel pro komunikace nižších tříd (S), viz obrázek 1, 2. Na obrázku 2 jsou vedle sebe svítidla výbojková (100 W SHC) a svítidlo LED (36 W). Energetická náročnost soustavy s LED svítidly je nižší o téměř 65% oproti původní soustavě. Návratnost v podobě energetických úspor je v cenách roku 2011 vypočtena na 6 let. Životnost svítidel je stanovena výrobcem na 15 let. V úsporách jsou zahrnuty náklady spojené s nutnou výměnou již zastaralých původních svítidel, která byla za dobou svého života, za nová sodíková a s nutnými provozními náklady spojenými s výměnami sodíkových zdrojů. Koncem roku 2012 byla provedena modernizace komunikací vyšších tříd 299 ks LED svítidel, viz. obrázek 3, 4. Tato modernizace představuje roční úsporu el. energie 52% při individuální regulaci světelného toku (stmívání v době nižšího provozu na komunikacích).

V současnosti jsou prováděny další modernizace VO jak sadovými, tak silničními LED svítidly.

Obrázky:



• Obrázek 1



• Obrázek 2



• Obrázek 3

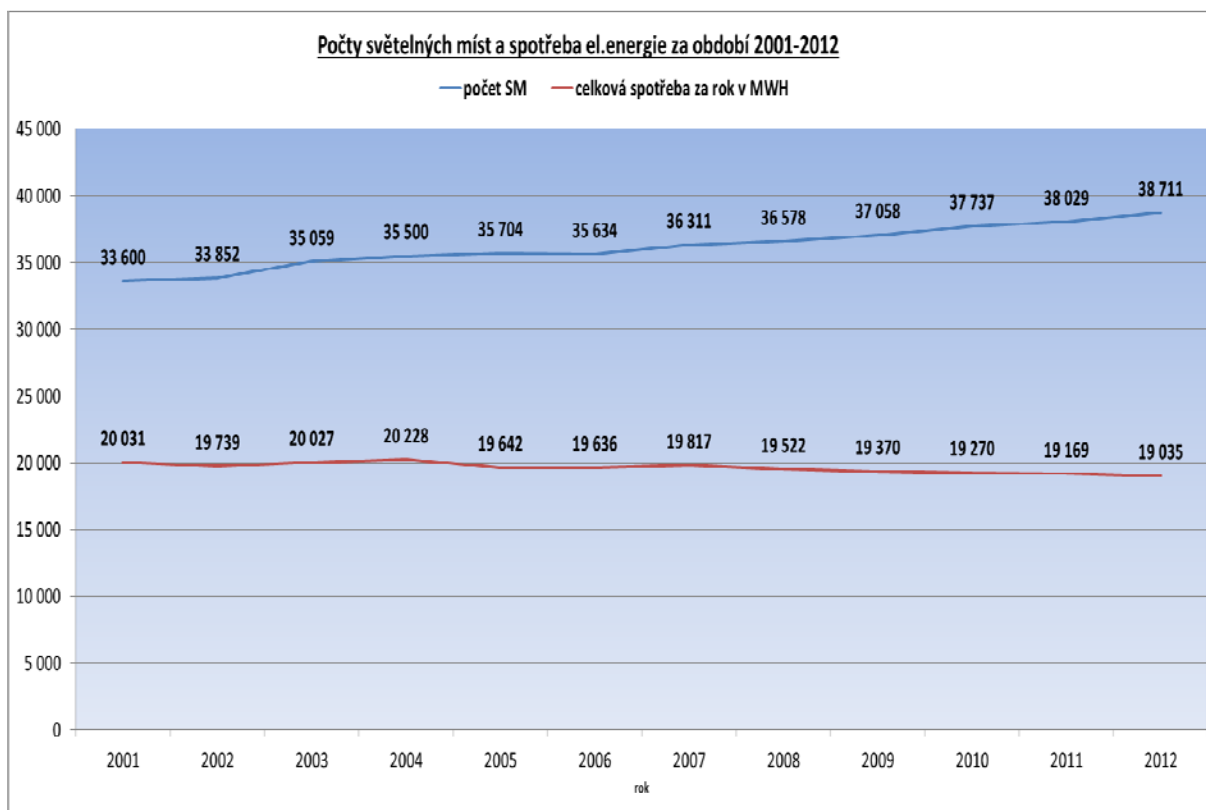


• Obrázek 4

Závěr:

Správa VO usiluje při tvorbě finančního plánu města o to, aby byly finance uspořené za el. energii vloženy do modernizace dalších soustav VO ve městě.

Od roku 2001 do roku 2012 narostl počet světelných míst o 15% při snížení spotřeby el. energie o 5%. Úspor spotřeby el. energie nebylo dosahováno vypínáním částí VO či snížením počtu hodin svícení, ale racionalizačními opatřeními, používáním nejúspornějších zdrojů a svítidel při dodržení světelně technických požadavků na osvětlení komunikací.



Literatura a odkazy

Ostravské komunikace, a.s. – databáze pasportizace VO města Ostravy

Úspory el. Energie v systémech veřejného osvětlení úskalí (chyby a omyly) při jejich přípravě a realizaci

Zdeněk Hasoň - EKIS Boskovice

1. ÚVOD :

Cílem přednášky je nasměrování potenciálních žadatelů na efektivní využití státních prostředků vynakládaných prostřednictvím dotačních titulů v oblasti úspor elektrické energie v osvětlovacích soustavách.

Žadatelé a příjemci dotace nejsou zcela přesně obeznámeni s problematikou realizace efektivních osvětlovacích soustav a systémů řízení a regulace a jsou silně ovlivňováni komerčními vlivy prodejců materiálů a svítidel a jiných komponentů výrazně ovlivňujících právě možnosti úspor.

Dochází tedy jednak k technologicky zastaralým řešením a návrhům, opřeným o nemoderní koncepce soustav osvětlení návrhem neefektivních svítidel a zdrojů, jednak k řešení systémů řízení a regulace opřených o dnes již překonané pojetí řízení centrálním způsobem - plošným útlumem osvitů, čímž také dochází z ohrožení účastníků provozu snížením bezpečnosti na komunikacích.

Takřka naprosto vyjimečně je při řešení úprav soustava osvětlení začleněna do systémů SMART TOWN / Inteligentní město, kdy je také jeho aktivním prvkem / přenosová soustava VO / díky obecné neznalosti použití nových technologií.

K omylům a chybám při přípravě vede nekompetentnost přípravy projektu, komerční vlivy prodejců a odborná neznalost problému / pochopitelná a do jisté míry omluvitelná / na straně žadatelů - obcí.

Nevyužití moderních technických možností tedy vede k plýtvání státními prostředky.

Pro potřeby zájemců o státní příspěvek z řad komunální sféry byla připravena publikace, ve stručnosti mapující tuto problematiku.

2. Proč a jak žádat o dotaci / SOUČASNÝ STAV VO v ČR / přípravná dokumentace, záměr

V oblasti revitalizace – oprav a rekonstrukcí – veřejného osvětlení se velmi často setkáváme s problémem, se kterým se potýkají jednotlivé municipality v České republice a sice s jejich zafinancováním.

Města a obce řeší problém stejný, jako všechna naše odvětví veřejné správy a tím je obecně vžitý pojem nedostatku peněz.

Stav veřejného osvětlení v naší zemi je ve stavu, jež nelze nazvat jinak než nevhodný a koncepčně zastaralý. Poměrně velká většina investorů – zodpovědných zástupců měst a obcí – se snaží svou

situaci řešit jak se dá a hlavně – rychle, levně a bez zásadních finančních a koncepčních kroků. Chápou stávající nedostatky na technickém stavu VO jen jako dočasný problém, který se „nějak“ vyřeší a na správci sítě VO je pak, aby dal vše do pořádku. Tedy do provozuschopného stavu, aby bylo možno problém odsunout na později – nejlépe neurčito.

Chápání soustavy veřejného osvětlení jako technologického celku se svou vlastní provozní (a účetní) hodnotou je ne dost častým jevem.

Proto některé investice, které byly již částečně na území ČR provedeny, nemají očekávaný efekt trvalého vyřešení problému a vyžadují si stále nové a nové zásahy do soustavy.

My zde chceme a budeme hovořit o těch, kteří sice chtějí začít nebo začali s revitalizací VO, ale nejsou si jisti, zda první kroky, které pro řešení problému učinili jsou správné a z dlouhodobého hlediska relevantní.

Správný návrh veřejného osvětlení respektuje poslání podpory bezpečnosti pěších osob, dopravy a bezpečnosti osob a majetku a současně zaručuje maximální **efektivitu provozu osvětlovací soustavy** a současně musí respektovat všechna ustanovení obecně platných norem a předpisů platných pro elektrické zařízení, jímž právě soustava veřejného osvětlení je z hlediska provozní bezpečnosti, především.

Rozumný investor by měl postupovat tak, že jako první krok by si měl nechat zpracovat **pasport** stávajícího technického zařízení veřejného osvětlení a na jeho základě **zhodnotit technický stav zařízení** a navrhnout koncepci obnovy a vlastní rekonstrukci (výměnu zdrojů, svítidel, stožárů, světelných míst, napájecích rozvodnic a pod.).

Ideální je zpracování Energetického auditu VO, který zpracovává autorizovaný energetický auditor ve spolupráci s projektantem – světelným technikem a to takovým, který má s navrhováním energeticky efektivních osvětlovacích soustav zkušenosti.

Je-li tedy investor srozuměn se všemi možnostmi, které mu dnešní trh, při řešení revitalizace veřejného osvětlení, nabízí a rozhodne se pro fundovaného zpracovatele zadání na technické podmínky, nastává právě výše uvedený problém a tím je finanční pokrytí investice.

3. Příprava žádosti

Jednou ze základních podmínek poskytnutí dotace je ta, že veškerá dokumentace, vztahující se k podpořeným řešením, použité materiály a provedení stavebních a montážních prací musí odpovídat platným předpisům ČR a platným ČSN.

Nesplnění tohoto požadavku vede v důsledku k vrácení poskytnutých státních / veřejných / finančních prostředků.

Seznam základních požadavků je :

- 3.1 Normativní požadavky – podmínky žádosti / platnost norem
- 3.1 Technické požadavky – podmínky žádosti
- 3.2 Návrh osvětlovací soustavy

3.1 Normativní požadavky – podmínky žádosti / platnost norem

3.1.1. Požadavky na osvětlení dle ČSN

V současné době platí pro navrhování, údržbu, provoz a kontrolu veřejného osvětlení soubor norem, který nabyl účinnosti v letech 2005-7.

Jde o soubor čtyř předpisů. Jako poslední vyšla v březnu 2007 norma

ČSN CEN/TR 13021-1 (360455) Osvětlení pozemních komunikací - Část 1: Výběr tříd osvětlení Tato norma obsahuje návod pro výběr tříd osvětlení dle ČSN EN 13201-2

Normu ČSN - EN 13 201-2 (360455) Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky z května 2005, lze považovat za jakousi „kmenovou“ normu. O té podrobněji dále.

Další je norma

ČSN EN 13201-3 (360455), Osvětlení pozemních komunikací - Část 3: Výpočet z května 2005. Výpočtové metody popsané v této evropské normě umožní, aby vypočtené jednotlivé parametry osvětlení byly objektivně srovnatelné s výsledky získanými z různých zdrojů. Tato evropská norma definuje a popisuje výchozí předpoklady a matematické postupy, které je potřeba používat při výpočtech.

Poslední ze skupiny norem je

ČSN EN 13201-4 (360455) Osvětlení pozemních komunikací - Část 4: Metody měření z května 2005.

Smyslem této evropské normy je zavedení zásad fotometrických měření osvětlovacích soustav. Jsou uvedeny možné příčiny nepřesnosti měření a postupy jak je minimalizovat. V normě je také navržena i forma prezentace výsledků měření.

K výpočtu požadovaných parametrů osvětlení se v současnosti používá výpočetní technika. Existuje množství programů na výpočty osvětlenosti a jasu pro různé druhy komunikací. Každý renomovaný výrobce svítidel dodává své výrobky s propočtem osvětlenosti a dává projektovým organizacím k dispozici výpočtové programy.

3.1.2. Požadavky na osvětlení pozemních komunikací (silnic, dálnic, místních komunikací a pěších zón)

3.1.2. Vzhled a vliv na životní prostředí / nakládání s odpady

3.1.4. Požadavky na osvětlenost kulturních památek

3.1.5. Osvětlení chodců na přechodech

3.1.6. Dodržování ČSN a jeho nezávaznost / Normy a souvisící legislativa

Zákon č. 22/1997 Sb.

Právní úprava technické normalizace podle zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky, ve znění zákona č. 71/2000 Sb., dokončuje v oblasti českých technických norem (ČSN) přechod na stav obvyklý ve státech s tržní ekonomikou, který byl již zahájen dříve platným zákonem č. 142/1991 Sb., o československých technických normách, ve znění zákona č. 632/1992 Sb.

Změny, které nastaly od 1. 9. 1997, lze stručně charakterizovat takto:

- stát zaručuje tvorbu a vydávání ČSN;
- tvorbu a vydávání ČSN nezajišťuje orgán státní správy, ale právnická osoba, kterou k tomu pověřilo Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR;
- není uplatňována úloha neopomenutelného účastníka;
- ČSN již není možné vydat jako závaznou;

- dosavadní závaznost ČSN (i jen vybraných článků) se ukončuje k 31. 12. 1999;
- zavádějí se harmonizované ČSN;
- stanoví se zákaz rozmnožování a rozšiřování ČSN bez souhlasu pověřené právnické osoby a zákaz označování jiných dokumentů značkou ČSN, porušení těchto zákazů je postižitelné pokutou;
- stanoví se rozsah úkolů, které jsou financovány ze státního rozpočtu.

Tyto změny jsou v zákoně upraveny zejména v § 3, 4, 5 a 6.

Poznámka: Novela zákona č. 71/2000 Sb., která nabyla účinnosti 3. 4. 2000, se oblasti technické normalizace zásadně nedotkla, především byly zpřesněny některé pojmy, jako např. technický předpis, norma, harmonizovaná norma.

V § 3 zavádí zákon do právního řádu termín „technický předpis“, který je používán dále v textu zákona a rozumí se jím vždy obecně závazný právní předpis upravující zejména technické požadavky na výrobky, popř. pravidla pro služby, nebo upravující povinnosti při uvádění výrobků na trh. Zahrnuje též zákony zveřejněné v minulosti, nařízení vlády a vyhlášky publikované ve Sbírce zákonů, ale i ty, které budou zpracovány v budoucnosti. Za technický předpis však nejsou považovány technické normy, které nejsou právním předpisem, ale mohou být s technickým předpisem harmonizovány (tzn. že např. konkretizují obecný technický požadavek uvedený v technickém předpisu).

V § 4 je definován termín „česká technická norma“ (zkráceně norma), což je dokument schválený pověřenou právnickou osobou pro opakované nebo stálé použití, vytvořený podle zmíněného zákona, označený písmenným označením ČSN, jehož vydání bylo oznámeno ve Věstníku Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Zakazuje se použití tohoto názvu a stanoveného označení (ČSN) pro jiné dokumenty. Dále se stanoví, že česká technická norma není obecně závazná.

Poznámka: Přestože závaznost norem byla ukončena k 31. 12. 1999, jsou ČSN od 1. 1. 2000 nadále platné, avšak jsou obecně nezávazné, tzn. že ČSN mají dobrovolný charakter.

V § 4a) zavádí zákon termín „harmonizovaná česká technická norma“, jehož obsah je převzat z práva Evropského společenství (ES). Podstatou je to, že právní regulace týkající se výrobků se omezuje na naléhavé potřeby ochrany života a zdraví osob, majetku, životního prostředí apod. Přitom se vychází z toho, že je účelné technické požadavky na výrobky stanovovat tak, aby jednoznačné konkrétní požadavky právních předpisů nevytvářely bariéry technického rozvoje. K technickým, tj. právním předpisům jsou v rámci ES vydávány harmonizované evropské normy.

V § 4a) odst. 1 je uvedeno, že harmonizovanou normou se může stát pouze ta norma, která přejímá harmonizovanou evropskou normu.

Přitom je nutné zdůraznit, že harmonizované české technické normy nejsou závazné. Při jejich splnění se však má za to, že výrobek odpovídá příslušným obecným ustanovením technického předpisu (nařízení vlády přejímající směrnici ES).

3.1.7. Vymezení postavení ČSN v soustavě předpisů ČR

Novela č. 71/2000 Sb. přinesla nově základ k vymezení postavení ČSN v soustavě předpisů ČR tím, že výslovně stanoví: „Česká technická norma není obecně závazná.“ Z toho vyplývá, že ČSN nejsou považovány

za právní předpisy a není stanovena obecná povinnost dodržovat je. To ale neznamená, že taková povinnost může vyplynout z jiného právního aktu. V praxi nastávají tyto možné případy:

a) Pokyn nadřízeného

b) Smlouva

c) Rozhodnutí správního orgánu

Jako příklad lze uvést právní úpravu uvedenou v zákoně č. 50/1976 Sb., o územním plánování a stavebním řádu

d) Právní předpisy

Některé právní předpisy (tj. **předpisy publikované ve Sbírce zákonů**) určitým způsobem odkazují na ČSN..

3.2 Technické požadavky – podmínky žádosti

nutné pro dosažení dotace

byly ve formě obecného doporučení formulovány

v „**METODICKÝCH POKYNECH PRO OBNOVU, PROVOZ A ÚDRŽBU VO**“

vydaných MPO ČR v r. 2008

a jejich vznik je motivován stručně vyjádřeno snahou, aby navržený soubor opatření vedoucí ke snížení energetické náročnosti osvětlovací soustavy, financovaný z veřejných prostředků, byl navržen co možná nejefektivněji.

Samozřejmostí při navrhování moderní osvětlovací soustavy, by mělo být jeho chápání jako technologického celku.

Předpokladem pro efektivní řízení a provoz soustavy veřejného osvětlení je především navržení takového souboru technických zařízení, které umožní ne jenom jednoduchou formu zapínání a vypínání osvětlení, ale především variabilní způsob ovládání doby jeho provozu v závislosti na intenzitě dopravy, denní době a vlastním místě osazení osvětlení.

Zároveň by již měl v dnešní době aktivně sledovat energetické toky soustavy a požadavky na vlastní údržbu.

3.2.1. Obecné požadavky systému dálkového řízení, dozoru a regulace provozu VO

Ovládací a řídicí systém soustavy VO obce musí zajistit spolehlivé a efektivní zapínání a vypínání osvětlovací soustavy spolu s možností kontroly elektrických veličin (příkonu), důležitých pro ekonomické vyhodnocení provozu pomocí dispečerské činnosti.

- **Dispečerská činnost** je velmi důležitá ve městech a při provozování více samostatných souborů - okruhů VO .

Svítlidla použitá v návrhu by měla svou technickou konstrukcí **umožňovat následné použití nadstavbových prvků řízení a regulace** osv. soustavy např. doplněním typových homologovaných prvků individuální regulace příkonu svítidla.

Moderní systémy řízení VO umožňují využití rozvodných kabelových sítí VO také pro druhotné využití v tzv. nastavbových aplikacích „SMART TOWN – Inteligentního města“ a Centrální řídicí pult - mobilní kontrolní systém MCS může být navržen a sloužit pro další služby obce / města při kontrole energetických toků, bezpečnosti osob a majetku, při lokalizaci havarijních stavů a informativně-bezpečnostní poplachový systém.

3.2.2. Obecné požadavky na svítidla

Dosažení energetických úspor je možné maximálním využitím světelného toku světelných zdrojů umístěných ve svítidle. Bude-li světlo ze světelného zdroje směřováno patřičným směrem, tak méně účinné svítidlo zajistí kvalitnější a ekonomičtější osvětlení.

Je-li správně zvolen charakter svítidla s ohledem na charakter (tvar křivky svítivosti), je pak již rozhodující účinnost svítidla.

Samozřejmě pokud je se světelným tokem nakládáno správným způsobem.

Aby svítidlo vyhovovalo moderním požadavkům a svojí kvalitou zajišťovalo i minimalizaci nákladů na provoz, tak musí mít následující vlastnosti:

- **vysoké krytí IP pro celé svítidlo**

V normách a doporučeních jsou uvedeny závislosti mezi krytím svítidla IP a jeho znečištěním.

Cena svítidla se pak stává druhotnou. Při použití těch kvalitních dojde k tomu, že vlastně bude soustava levnější.

- **systémy umožňující dýchání, resp.výdech svítidel (membrány)** jednosměrně (ven ze svítidla) umožňující výstup vodních par
- **možnost měnit polohu svítidla a refraktoru**

Účinnost svítidla je závislá na geometrických parametrech. Je možné najít takový tvar reflektoru a difuzoru a jejich vzájemné polohy vůči sobě i vůči zdroji, kdy bude účinnost svítidla maximální.

Všechny popsané parametry svítidla je ještě třeba zúročit kvalitním návrhem osvětlení. Ani nejúčinnější svítidlo s nevhodnější charakteristikou svítivosti nezaručí ekonomické a energetické využití. Podmínkou pro realizaci jakékoliv osvětlovací soustavy by měl být **kvalifikovaný návrh** světelným technikem.

Zásady ekologicky šetrného osvětlování

V současné době existují silné snahy o regulaci osvětlení. Žel, požadavky často odporují zásadám správného osvětlování a v některých případech mohou v důsledku vést až k ohrožení na zdraví, životě či majetku.

3.2.3 Světelné zdroje – standard / vysokotlaký sodík

a/ pro svítidla výložníková / osvětlení motorických komunikací / jsou a budou použity zdroje vysokotlaký sodík s vyšší světelnou účinností / typ T - Plus, T - Super / s prodlouženou životností / 4Y apod. / až 28 000 provozních hodin.

b/ pro svítidla parková budou použity zdroje vysokotlaký sodík s vyšší světelnou účinností / typ T - Plus, T - Super / s prodlouženou životností / 4Y apod. / až 28 000 provozních hodin.

Doporučené světelné zdroje

s vyšší světelnou účinností

sodíkové vysokotlaké výbojky 50 W – 4 000 lm

sodíkové vysokotlaké výbojky 70 W – 6 500 lm

sodíkové vysokotlaké výbojky 100 W – 10 000 lm

a delší dobou životnosti – min. 4 roky (např. typ Osram 4Y)

3.2.4 Světelné zdroje - světelné diody (LED)

a/ Pro svítidla výložníková (osvětlení motorických komunikací) mohou být použity zdroje LED.

Výsledky výpočtu, resp. technický list svítidla musí obsahovat světelný tok vystupující ze svítidla (nikoliv světelný tok LED), příkon svítidla včetně ztráty předřadníku, celkovou účinnost svítidla (poměr světelného toku vystupujícího ze svítidla a celkového příkonu svítidla.

Pozn.: poměr světelného toku LED a příkonu LED nepostačuje.

Pro svítidla výložníková / osvětlení motorických komunikací / budou použity zdroje LED s minimální účinností 87 lm/W

3.3. Návrh osvětlovací soustavy

projekt / náležitosti projektu a pečlivý výběr zpracovatele /

3.3.1. Podklady pro návrh osvětlovací soustavy

Před započítáním rekonstrukčních prací je třeba **vždy vypracovat**, nebo mít k dispozici již vypracovaný **pasport** stávajícího technického zařízení veřejného osvětlení a na jeho základě **zhodnotit technický stav zařízení** a navrhnout vlastní rekonstrukci (výměnu zdrojů, svítidel, stožárů, světelných míst, napájecích rozvodnic a pod.).

Pasport veřejného osvětlení by měl obsahovat tyto části:

a/ Ekonomickou část

b/ Technickou část

Technická část pasportu by měla obsahovat:

1. Specifikace každé osvětlované komunikace

2. Základní inventární údaje o soustavě veřejného osvětlení

3. Plán napájecí sítě veřejného osvětlení

4. Údaje o druhu spínání a odpínání, regulace, signalizace provozních stavů

3.3.2. Vypracování návrhu osvětlovací soustavy

Pro zahájení rekonstrukce případně budování nové části veřejného osvětlení **je vždy nutno zpracovat technickou - projektovou dokumentaci**. Cituji ČSN 33 2000-1 – Elektrická zařízení, článek 13N7.2: „Ke každému elektrickému zařízení, uváděnému do provozu, je nutno dodat dokumentaci, umožňující stavbu, provoz, údržbu a revize zařízení, jakož i výměnu jednotlivých částí zařízení a další rozšiřování zařízení.“ Dokumentace slouží pro zaznamenání případných změn při realizaci a současně jako podklad pro výchozí a pravidelnou periodickou revizi el. zařízení, prováděnou dle ČSN 0360 – Revize elektrických zařízení.

Součástí projektové dokumentace jsou:

- a/ Technické údaje elektrické sítě, instalovaný výkon, spotřeba el. energie
- b/ Ochrana před úrazem elektrickým proudem
- c/ Napájecí zdroj el. energie
- d/ Rozvodnice - jištění, ovládání, regulace a měření spotřeby el. energie
- e/ Druh rozvodné el. sítě – kabelové, z holých vodičů, podzemní, nadzemní
- f/ Vlastní návrh osvětlení

Pro zdárný průběh úpravy veřejného osvětlení **je velmi důležité** nejen to, aby byla osvětlovací soustava správně navržena, ale zejména to, **aby návrh byl realizován v souladu s projektovou dokumentací**.

Výsledek realizace je pochopitelně ovlivněn i výběrem montážní organizace. Je důležité, aby byla zajištěna možnost přímo kontrolovat pracovní postupy dodavatele v průběhu montážních prací.

Tím se vyloučí možnost, že by **dodavatel kalkuloval s neznalostí investora v technických detailech a zvyšoval** v průběhu prací **nepřiměřeně nároky na finanční zajištění** s odvoláním na technické nejasnosti a nepřesnosti v dokumentaci.

4. Zpracování žádosti o dotaci

Při přípravě a zpracování podkladů a vlastní žádosti je třeba respektovat obecně platná pravidla a je třeba pečlivě sledovat :

- 4.1 výběr zpracovatele podkladů žádosti
- 4.2 formální nedostatky žádosti / a projektech /
- 4.3 technické nedostatky v projektech – neúmyslné
- 4.4 technické nedostatky v projektech – úmyslné / zkreslení parametrů /

4.1 Výběr zpracovatele

Zpracovatel nabídne zadavateli **kompletní zajištění dokladů, nutných pro zadání VŘ : VYPRACOVÁNÍ PODKLADŮ PRO VÝBĚROVÉ ŘÍZENÍ a JEHO PROVEDENÍ**

obsahuje v úvodní části / před vlastním vypsáním výběr. řízení :

a/ **ZAJIŠTĚNÍ TECHNICKÝCH PODKLADŮ pro VŘ (Technické / projektové dokumentace) a zejména CENOVÉ ÚROVNĚ pro aktuální rok realizace**

4.2 Formální nedostatky žádosti / a projektech /

Pod pojmem formální nedostatky v žádostech rozumíme všechny parametry, požadované poskytovatelem dotace a chyby v nich.

U žádostech z programů úspor energie je považováno za závažný nedostatek, není-li doložen:

- **Energetický audit** zpracovaný v souladu s vyhláškou č. 213/2001 Sb
- Předpokládaná **výše úspor energie** (v GJ/rok) a **snížení emisní zátěže** (v t CO₂/rok) a **prostá a reálná doba návratnosti**.
- **Doklady o vypořádání všech závazků vůči státnímu rozpočtu a státním fondům republiky**
- **Formuláře dle vyhlášky MF č. 560/2006**, o účasti státního rozpočtu na financování programů reprodukce majetku
- **Ověřená kopie** výpisu z obchodního rejstříku, živnost. listu, zřizovací listiny jiného **dokladu o právním postavení žadatele**.
- **Podrobná osnova, harmonogram a popis realizace akce** a kalkulace nákladů a výnosů realizace akce.
Případně dle aktivity formuláře připravené poskytovatelem.
- Doklady o **zajištění finančních prostředků** na realizaci akce nad rámec poskytnuté dotace tak, aby bylo jednoznačně prokázáno krytí potřebných nákladů.
- **Potvrzení finančního úřadu** o neexistenci daňových nedoplatků
- **Potvrzení okresní správy sociálního zabezpečení** o neexistenci nedoplatků na pojistném a penále na sociálním zabezpečení
- **Potvrzení zdravotních pojišťoven** o neexistenci daňových nedoplatků
- **Zápis z vyhodnocení zadání veřejné zakázky** dle zákona č. 137/2006 Sb., o zadávání veřejných zakázek (v platném znění)
 - jen vznikla-li povinnost k zadání veřejné zakázky.

Přesný seznam příloh a požadavků je vždy součástí výzvy k podání žádosti a je zveřejněn

Žádosti podané jiným než způsobem požadovaným poskytovatelem, neoznačené, nebo podané po termínu nejsou hodnoceny v rámci výběrového řízení a příslušní žadatelé jsou o této skutečnosti vyrozuměni.

4.3 Technické nedostatky v projektech – neúmyslné

Pod pojmem neúmyslných technických nedostatků v žádosti a jejich přílohách je myšleno takové jejich zpracování, které by se dalo označit pojmem „neprofesionální“ a je způsobeno zejména nedostatkem zkušeností a technických znalostí subjektu zpracovávající žádost o dotaci.

V oblasti vlastní žádosti je to například **nepřesné provedení technických příloh** resp. nesoulad mezi technickou dokumentací a energetickým auditem, špatné provedení ekonomického vyhodnocení, nepřesná formulace technických požadavků na způsob realizace a výběr dodavatele a materiálu.

V oblasti projektové dokumentace – jako přílohy k žádosti a podkladu pro energetický audit – je to chybné stanovení materiálových standardů a normativních požadavků . Ve vlastní projektové

dokumentaci pro rekonstrukce VO to bývá zejména soubor chyb, zapříčiněných nedostatečnou zkušeností zpracovatele a používání zastaralých stereotypů při návrhu řešení :

- nesprávně provedené stanovení osvětlenosti pro daný prostor
- nesprávně provedený výpočet osvětlenosti (např. komunikace)
- nesprávně vybraný typ svítidla (např. s nízkou efektivitou přeměny el. energie na světelnou) a jeho světelný výkon
- nesprávné umístění osvětlovacích prvků v daném prostoru (příliš vysoko, příliš nízko, daleko od sebe, daleko od osvětlovaného prostoru)
- nevhodná – příliš nákladná – forma údržby použitím zastaralé technologie a absence dálkového řízení

4.4 Technické nedostatky v projektech – úmyslné / zkreslení parametrů /

Pod pojmem úmyslných technických nedostatků v žádosti a jejich přílohách je myšleno takové jejich zpracování, které by se dalo označit pojmem „klamání spotřebitele“ a je způsobeno zejména záměrným kalkulem na nedostatek zkušeností a technických znalostí zadavatele žádosti o dotaci.

Nebezpečí výběru takového zpracovatele technické dokumentace a vlastní žádosti spočívá zejména v tom, že technické pojmy a doporučení zpracují se záměrně podhodnocenými vlastnostmi a při zběžném hodnocení zadavatelem – např. obcí – působí velmi efektně a efektivně

V oblasti vlastní žádosti je to například záměrně nepřesné provedení technických příloh resp. technických vlastností výrobků a technologií a z toho vyplývající souhrn nedostatků, jako např.

- nesoulad mezi technickou dokumentací a energetickým auditem,
- nepřesné provedení ekonomického vyhodnocení,
- nepřesná formulace technických požadavků na způsob realizace a výběr dodavatele a materiálu.

V oblasti projektové dokumentace – jako přílohy k žádosti a podkladu pro energetický audit – je to chybné stanovení materiálových standardů a normativních požadavků . Bývá to zejména soubor chyb, zapříčiněných nedostatečnou zkušeností zpracovatele a používání zastaralých stereotypů při návrhu řešení :

- **nesprávně provedené stanovení osvětlenosti** pro daný prostor
- **nesprávně provedený výpočet osvětlenosti** (např. komunikace)
- **nesprávně vybraný typ svítidla** (např. s nízkou efektivitou přeměny el. energie na světelnou) a jeho světelný výkon
- **nesprávně / zkresleně / uveden skutečný el. příkon svítidel** bez ohledu na ztráty v předřadných přístrojích
- **nesprávné umístění osvětlovacích prvků v daném prostoru (příliš vysoko, příliš nízko, daleko od sebe, daleko od osvětlovaného prostoru)**
- **nevhodná – příliš nákladná – forma údržby** použitím zastaralé technologie na řízení provozu

Zkušenosti, vyplývající z postupné realizace dotačních programů v ČR a zejména SR, ukazují, že někteří dodavatelé osvětlovací a řídicí technologie pro VO neznalosti zákazníků úmyslně zneužívají k poskytování neúplných, nepřesných a zavádějících informací.

Nesplňuje-li příslušný výrobek technické požadavky na energeticky úsporný a efektivní projekt, bývají tyto záměrně zkreslovány a jejich parametry nadhodnocovány.

/ Klasický negativní příklad ze skutečnosti :

a/ záměrné podhodnocení zatřídění komunikace do třídy osvětlení komunikace, kdy není přihlíženo k dopravní vytíženosti a bezpečnosti provozu

b/ provedení podhodnoceného výpočtu osvětlenosti komunikace

c/ doporučení výrobku s nízkou technickou úrovní / výpočet je předem připraven /

d/ zpracování finančních propočetů pro tuto podhodnocenou variantu vč. efektivity

Z formálního hlediska je vše v pořádku – výpočet osvětlenosti je proveden, typ svítidla vybrán, cena stanovena výběrovým řízením.

Ale – při kontrole realizace díla je provedena revize zatřídění komunikace dle skutečného požadavku na bezpečný provoz po komunikacích, proveden přepočet osvětlenosti. **Důsledkem pak při nesplnění právě základního požadavku ČSN EN 13 201 – 1 ,2,3 je požadavek** poskytovatele dotace směrem k žadateli – příjemci dotace, **aby** provedenou investicí a její **technický stav uvedl v soulad s požadavkem ČSN EN. Nebude-li tento základní požadavek** pro získání dotace **splněn, je poskytovatel dotace oprávněn** neprovést definitivní přiznání dotace a tam, kde již byla vyplacena, **požadovat její úplné navrácení. /**

5. Výběr dodavatele

správně

/ správně definovány a kontrolovány technické podmínky a parametry /

Na každou investiční akci hrazenou z veřejných prostředků je vypisováno výběrové řízení v souladu se zněním Zák. 137 / 2006 Sb. O veřejných zakázkách, není-li ve vnitřních předpisech zadavatele – stanovena nižší hranice pro provedení VŘ, než stanovuje zákon.

nesprávně

/ ne zcela přesně definovány technické požadavky na výrobky a jejich parametry – orientace VŘ jen na nejnižší cenu, kontrola zadání VŘ za pomoci odborníka /

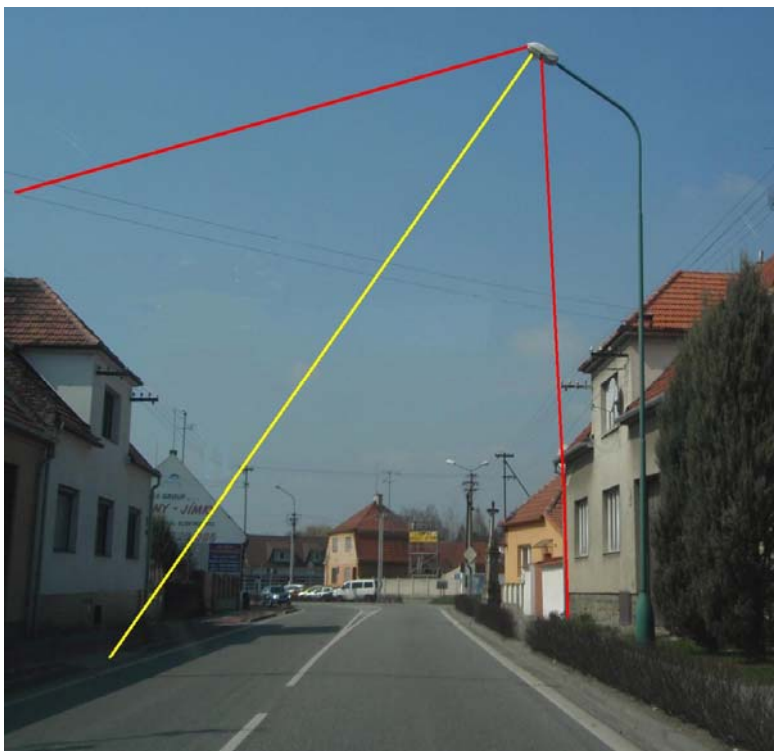
6. Následky chybného zadání a provedení výběrového řízení

(nesplnění technických požadavků ČSN EN)

Chyby při osazení svítidel

Chybné nasvětlení stávajících komunikací je zapříčiněno zejména dobou vzniku osvětlovací soustavy v 60. a poč. 70. let 20. století. Tehdejší koncepce vycházela z dnes již neplatných technických norem řady ČSN 36 4000 a tehdejších požadavků na hustotu provozu na komunikacích a nedůsledně provedená rekonstrukce pouze kopíruje stávající stav a řeší jen výměny svítidel, sítí a rozvodnic ve stávajícím rozsahu.

Příklady chybného nasvícení :



Svítlidla osazena vysoko a ve velkém úhlu

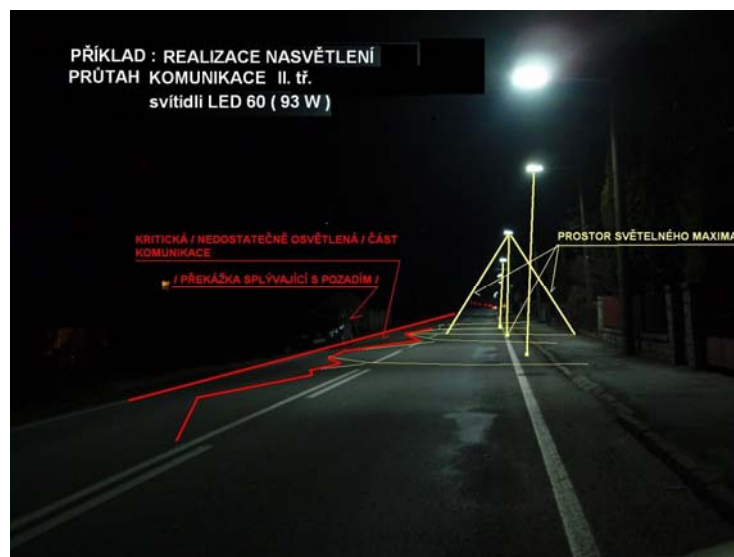




Svítlidla osazena nízko s ohledem na druh ulice

Při provádění úpravě VO spojené s osazováním nových svítidel na stávající opěrné body dochází k řadě nedostatků, které mají za následek celkovou degradaci snahy po modernizaci osvětlovací soustavy jako celku.

PŘÍKLAD PARADOXNÍ SITUACE - REALIZACE SOUSEDNÍ ULICE OD KONKURENČNÍ FIRMY



- při nasvětlení komunikace II. třídy svítidli LED dochází vlivem absence nastavitelné optiky k nedostatečnému osvětlení celé plochy komunikace (na obr. označena překážka - odstavený automobil, který zcela splývá s pozadím)

- nesplnění parametrů pro přiznání dotace – realizace zakládá předpoklad k podezření, že je provedena v rozporu s požadavky a předpoklady opatření pro energetické úspory

NÁHLED SITUACE DOKAZUJÍCÍ, ŽE PROVÉST REALIZACI KVALITNĚ JE MOŽNÉ



ZDROJ 70 W SHC osazený do + 5,3 m NA STÁVAJÍCÍ SLOUP / rozteč 34 m /

7. ČEHO SE VYVAROVAT, ABYCHOM NEVRACELI DOTACE

Obecně si příjemci státních dotací uvědomují legislativní rámec pro příjem a využití dotačních prostředků.

Občas se však stává, že po prověření technické, finanční či jiné kázně a porušení (nevědomé) dotačních podmínek příjemce vyzván k vrácení části nebo dokonce celé částky poskytnutých státních prostředků.

Příčinou může být nejen technická část – tj. nedodržení ustanovení ČSN, tedy kdy není dosaženo technických parametrů osvětlení tak, jak bylo výše naznačeno, ale také malý důraz kladený na:

Závěrečné vyhodnocení a definitivní přiznání dotace, kdy

1. Příjemce dotace předloží v termínech uvedených v Podmínkách pro poskytnutí dotace :

a) **Závěrečnou zprávu** o plnění závazných ukazatelů a podmínek účasti státního rozpočtu stanovených v Rozhodnutí.

b) **Vyúčtování nákladů akce** a finančního vypořádání prostředků státního rozpočtu poskytnutých na financování akce v rozsahu uvedeném v Podmínkách. Náklady musí být doloženy daňovými doklady ve smyslu zákona č. 235/2004 Sb., o dani z přidané hodnoty, (v platném znění).

2. Vyhlášovatel zabezpečí kontrolu rozhodných údajů a v případě, že :

- **zjistí v průběhu nebo po dokončení akce porušení Podmínek** účasti státního rozpočtu uvedených v Rozhodnutí, **případně jiné neoprávněné použití prostředků** státního rozpočtu, předá zjištění místně příslušnému finančnímu úřadu jako podnět k zahájení řízení ve věci odvodů za porušení rozpočtové kázně podle zákona č.280/2009 Sb., daňový řád, (v platném znění).

- **nezjistí** v průběhu nebo po dokončení akce **porušení Podmínek** účasti státního rozpočtu uvedených v Rozhodnutí, případně jiné neoprávněné použití prostředků státního rozpočtu, **ukončí závěrečné vyhodnocení vydáním protokolu o definitivním přiznání dotace.**

Společná ustanovení

1. Účelné a hospodárné využití dotace je předmětem kontroly ze strany vyhlášovatele, který je oprávněn pověřit další právnické i fyzické osoby výkonem činností pro zajištění realizace Státního programu.

2. Příjemce dotace je povinen do doby definitivního přiznání dotace umožnit vyhlášovateli nebo jím pověřené osobě provádět kontroly související s věcným plněním parametrů obsažených v Rozhodnutí, a to v technické i ekonomické části.

3. V případě změny majetkoprávních vztahů je příjemce dotace povinen informovat vyhlášovatele o záměru provést změnu a vyžádat si jeho písemný souhlas a to před uzavřením smlouvy o převodu. V případě, že tak příjemce neučiní, jedná se o porušení rozpočtové kázně podle § 14, odst. 3a zákona č. 479/2003 Sb., kterým se mění zákon č. 218/2000 Sb., o rozpočtových pravidlech, ve znění pozdějších předpisů, tj. příjemce je povinen dotaci vrátit.

Kontakt :

Poradenské středisko EKIS MPO ČR 3022 - BOSKOVICE

© **Zdeněk HASON** - Květná 1567/66 , 680 01 BOSKOVICE

tel. +420 603 81 887. e-mail: zhason@gmail.com, www.vo-revital.cz

Oranžové přechody

Rostislav Raida, Bc.

ČEZ Energetické služby, s.r.o., Vedoucí oddělení Osvětlování, www.cez.cz/cezcs,
rostislav.raida@cez.cz

Na počátku akce Oranžové přechody stál nápad oddělení Osvětlování z firmy ČEZ Energetické služby, s.r.o. Navrhli jsme útvar komunikace a marketingu Skupiny ČEZ, aby prostředky, které Skupina ČEZ pravidelně věnuje městům a obcím v ČR, směřoval do zlepšení stavu osvětlení přechodů pro chodce. Útvar komunikace a marketingu se tématu ujal a v rámci projektu VAŠE VOLBA uspořádal akci pod heslem „Osvětlíme přechody – Vy řeknete, které“. V rámci této akce bylo rozhodnuto, že Nadace ČEZ věnuje finanční prostředky na osvětlení 35 přechodů pro chodce.

V celkem sedmi distribučních regionech ČEZ bylo v první fázi vytipováno 70 přechodů pro chodce, které bylo možno označit za rizikové. Tato množina přechodů byla stanovena regionální komisí, ve které nechyběli zástupci BESIPu, Policie ČR, Svazu měst a obcí a krajských úřadů. Koordinaci komise zajišťoval ČEZ.

Seznam rizikových přechodů byl poté umístěn na webovou stránku, jejímž prostřednictvím mohli občané hlasovat pro kterýkoliv z uvedených přechodů. Akce zaznamenala značný zájem veřejnosti – lidé přechodům přidělili celkem 69706 hlasů. Na základě hlasování veřejnosti tak byly v každém regionu vybrány tři přechody, při tom se uplatnilo 50573 hlasů. Další dva přechody vybrala v každém z regionů odborná komise. Do dalšího zpracování tak postoupilo celkem 35 přechodů v celé ČR.



Osvětlení přechodů zachraňuje životy.

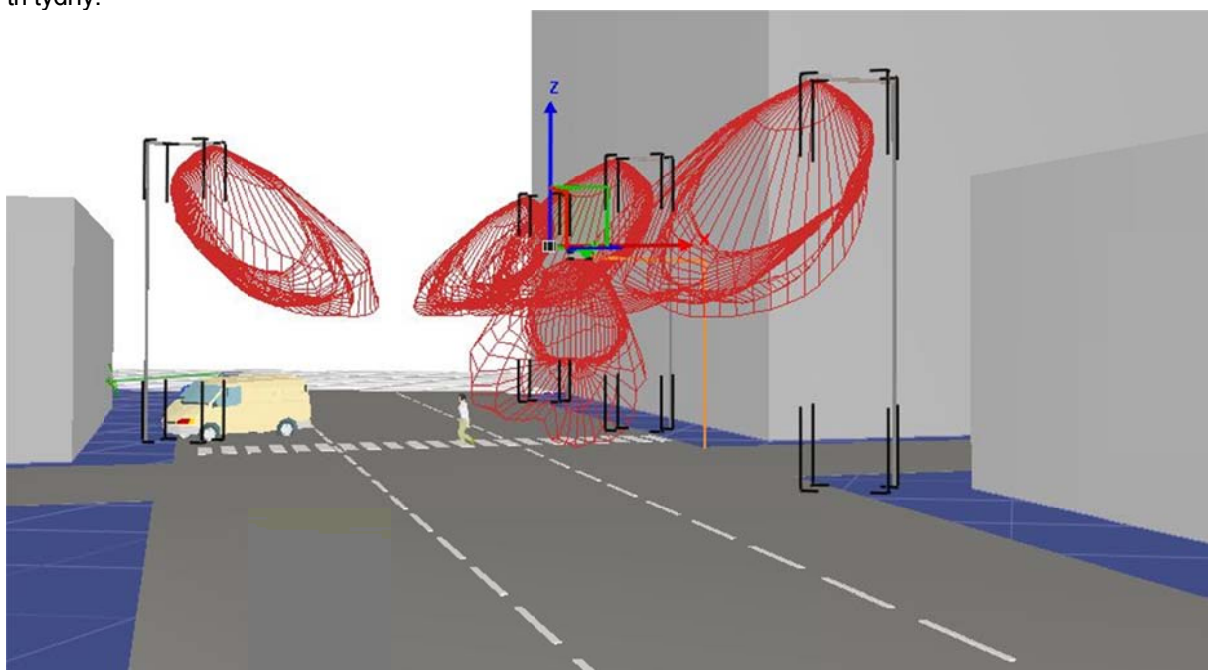
Proto vám chceme na riziková místa posvítit. Rozhodli jste, kde je naše pomoc potřeba nejvíce.

Nyní nastala další fáze. Pro každý z přechodů bylo nutno vyřešit způsob nasvětlení tak, aby bylo garantováno dodržení všech relevantních předpisů a norem. Tento úkol byl svěřen oddělení Osvětlování ze společnosti ČEZ Energetické služby, s.r.o. A ukázalo se, že to není úkol nijak jednoduchý. Díky způsobu, jakým byly přechody vybírány, byly opravdu vybrány ty „nejhorší z nejhorších“. Mnohé přechody byly již od začátku špatně situovány – nacházely se přímo v hraně křižovatky, nebyly kolmé k vozovce, byly na

nepřehledných místech a podobně. Protože ale nebylo možné namísto vybraných přechodů zvolit pro nasvětlení jiné (méně problémové) přechody, museli jsme osvětlení vyřešit i v těchto problematických podmínkách. Nad rámec původně stanoveného úkolu jsme tedy kromě samotného technického řešení osvětlení sepsali soubor doporučení pro ta města a obce, ve kterých přechody vyžadují i stavební úpravy nebo celkovou změnu koncepce. K těmto návrhům přistoupila města a obce pozitivně a v současné době se je vesměs snaží realizovat. Aby bylo garantováno a prokázáno, že osvětlení vybraných přechodů je navrženo správně a v souladu s normami, doporučili jsme, aby po realizaci osvětlení bylo provedeno provozní měření kvality osvětlení pomocí jasových kamer. Toto měření provede nezávislá osoba. Samotné návrhy technických řešení, které poslouží jako závazné podklady pro projektanty, byly důsledně podřízeny zejména těmto požadavkům:

- dodržet veškeré relevantní technické normy – zejména ČSN CEN/TR 13 201,
- dodržet novou metodiku navrhování osvětlení – viz [1],
- posuzovat světelnou scénu jako celek – v kontextu okolní zástavby, situace, veřejného osvětlení atd.,
- ověřit už ve fázi předprojektové přípravy možnost realizace (zjistit a zohlednit existenci stávajících podzemních inženýrských sítí, řešení konzultovat s místním správcem veřejného osvětlení),
- přírodní vedení řešit přednostně jako podzemní,
- preferovat pozitivní kontrast před negativním,
- volit světelné zdroje s teplotou chromatičnosti nejméně 4200 K,
- používat kvalitní materiály, ale přitom šetřit penězi,
- při návrhu zohlednit jednotný vizuální styl Skupiny ČEZ,
- usnadnit práci projektantům, kteří na základě našeho návrhu budou zpracovávat realizační PD.

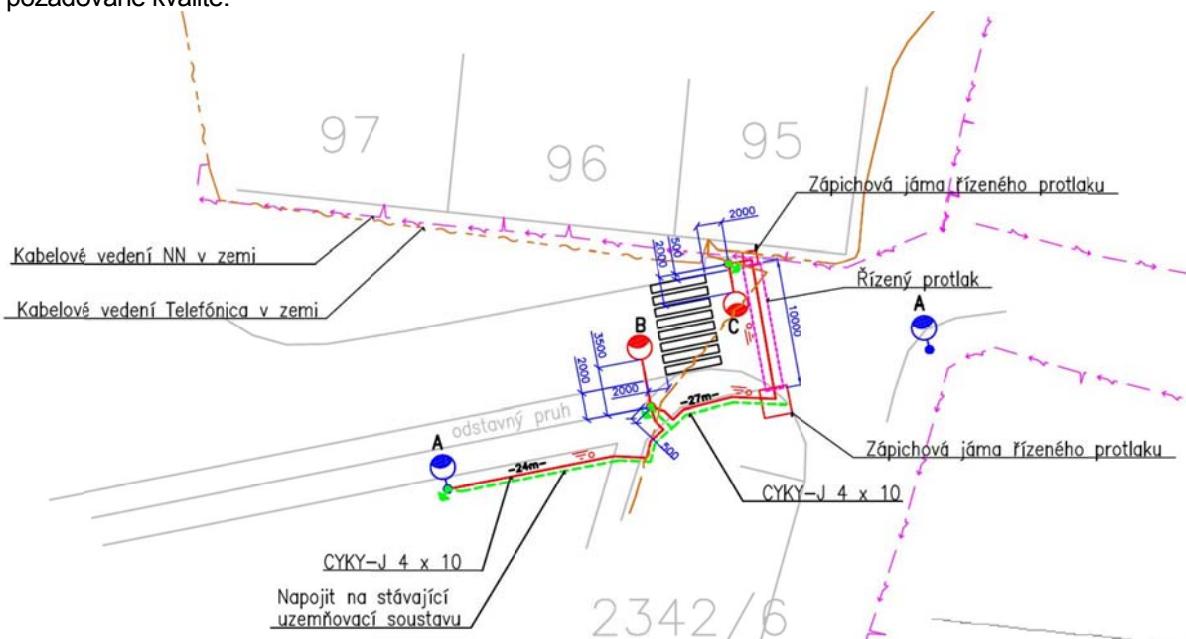
Pracovníci oddělení Osvětlování se rozjeli po celé ČR, aby zpět přivezli údaje z terénu. Následně započalo hledání optimálních technických řešení. Byli vybráni čtyři výrobci svítidel, od každého z nich bylo do výpočtů zahrnuto několik svítidel vhodných pro danou aplikaci. Pro každý z přechodů byly provedeny světelné technické výpočty za použití každého svítidla od všech výrobců, teprve poté bylo pro daný přechod vybráno optimální světelné řešení. Vzhledem k počtu přechodů tedy byly provedeny stovky výpočtů, počítalo se cca tři týdny.



Když bylo rozhodnuto o světelném řešení, zbývalo „pouze“ dořešit způsob napojení osvětlovacích stožárů, sepsat technické zprávy, nakreslit v AutoCADu výkresy, udělat rozpočty a slepé výkazy výměr, specifikovat atypické materiály (jejichž použití jsme se nedokázali vyhnout) a pak vše „hodit na papír“. Výsledkem této

¹ Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací, KAPITOLA 15, OSVĚTLENÍ POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ - DODATEK ČÍSLO 1, Vydalo: Ministerstvo dopravy - Odbor pozemních komunikací, Zpracoval: PRAGOPROJEKT, a.s., Zpracovatel Dodatku č. 1 kap. 15: Ing. Tomáš Maixner (IRMO), kap. 15 zpracoval Ing. J. Kotek, Schváleno: MD-OPK, č. j. 49/2013-120-TN/1 ze dne 30. 05. 2013 s účinností od 1. 06. 2013.

činnosti bylo vytvoření dokumentace v rozsahu cca 35 stran A4 pro každý z přechodů a jejich předání objednateli – tedy příslušnému oddělení ČEZ. Veškeré výstupy byly předávány v papírové i elektronické podobě. Pro zajímavost – elektronicky bylo předáno cca 1,88 GB dat. Navíc jsme po celou dobu zpracování byli pod značným tlakem objednatele, protože klíčová jednání Nadace ČEZ, která ve finále obhospodařuje finanční prostředky, probíhala v přesně daných termínech. Vše jsme ale stihli a práci odevzdali v termínu a v požadované kvalitě.



Tímto ale pro naši společnost práce s Oranžovými přechody zdaleka nekončí. Každý z příjemců daru od Nadace ČEZ má možnost vybrat si pro zhotovení realizační projektové dokumentace a pro samotnou realizaci stavby jakéhokoliv dodavatele. Přesto si většina příjemců dotace vybrala pro realizaci projektů, výstavbu osvětlení a závěrečné provozní měření naši společnost. Tato skutečnost nás velmi těší, ale zároveň zavazuje. Jsme si vědomi toho, že celá akce Oranžové přechody je pozorně sledována zejména odbornou veřejností. Proto jsme při návrzích osvětlení přechodů úzce spolupracovali s VŠB TU Ostrava a dalšími odborníky – za plodnou spolupráci a možnost konzultovat problémové případy tímto děkujeme zejména Ing. Zdeňkovi Bláhovi, Ing. Tomáši Maixnerovi a Prof. Ing. Karlu Sokanskému, CSc. Doufáme, že i díky této naší společné práci se zvýší povědomí veřejnosti o tom, že Skupina ČEZ umí dělat osvětlení na skutečně profesionální úrovni.

Základním smyslem celé akce Oranžové přechody je zajistit vyšší bezpečnost silniční dopravy alespoň na některých doposud nebezpečných místech. Statistika je neúprosná. Na přechodech pro chodce v roce 2012 v ČR došlo k 1348 nehodám s účastí chodce, 35 chodců při nich zemřelo a 220 osob bylo těžce zraněno. Pokud se díky prostředkům z Nadace ČEZ na akci „Oranžové přechody“ podaří tato hrozivá čísla alespoň o něco snížit, můžeme i my konstatovat, že naše práce měla smysl.

Fotovoltaika ve veřejném osvětlení

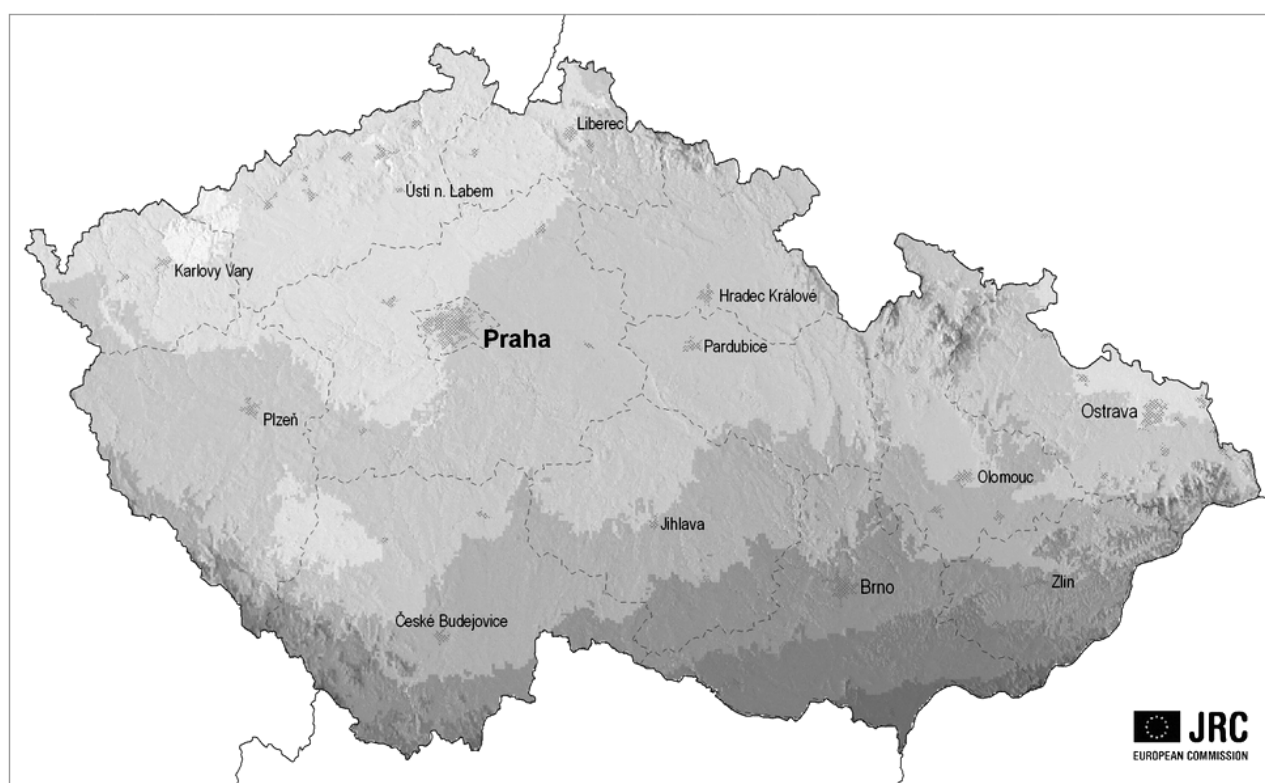
Ing. Tomáš Maixner

www.dql.cz, maixner.t@gmail.com

Motto: Slunce svít marně útočí...

Jiří Suchý

Různé zdroje informací udávají různé hodnoty množství sluneční energie dopadající v průměru na území České republiky. Toto číslo se pohybuje obvykle kolem hodnoty $1000 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}$ za rok (obr. 1). Vyhledal jsem v [1] údaj, kde je uvedena hodnota vyšší, totiž $1177 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}$ za rok. Tam jsem našel i velmi tabulku rozložení této energie v jednotlivých měsících – viz sloupec B v tabulce 1.



Roční úhrn slunečního záření v ČR [kWh/m^2]

< 1100 1150 1200 1250 >



< 825 863 900 938 >

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

• Obr. 1 – Množství sluneční energie využitelné pro fotovoltaiku v ČR

V solárním panelu dochází k přeměně slunečního záření na elektrickou energii. Žel, s velmi nízkou účinností, která ani v nejpříznivějším případě nepřesáhne 20%. Navíc s časem dále klesá. Existující laboratorní kousky, které dosahují dvojnásobné účinnosti, zatím nejsou využitelné v praxi.

Získaná energie se musí akumulovat. Tento proces přináší další ztráty. Zanedbám další nepříznivé vlivy, jako je přeměna energie z akumulátoru na proud napájející svítidlo, ztráty při poklesu teploty během zimních měsíců, pokles kapacity vlivem nedostatečně šetrného procesu nabíjení a vybití. Při nezřízeně optimistickém přístupu bude účinnost popsaného procesu 80%.

Nekriticky předpokládám, že účinnost přeměny slunečního záření do umělého osvětlení je 16% (=0,2×0,8). Ve skutečnosti to bude ještě méně. Ale snažím se být maximálně vstřícný a vyloučit námítky případných oponentů, že jsem je poškodil. Není tomu tak, nadřžuji jim.

• Tabulka 1 – Energetická bilance solárního osvětlení

Měsíc	A (hodiny)	B (kWh)	C (kWh)	D (W)
I	475	42	6,7	14,1
II	383	61	9,8	25,5
III	360	98	15,7	43,6
IV	285	122	19,5	68,5
V	236	148	23,7	100,3
VI	199	138	22,1	111,0
VII	220	157	25,1	114,2
VIII	271	144	23,0	85,0
IX	324	108	17,3	53,3
X	401	89	14,2	35,5
XI	446	39	6,2	14,0
XII	493	31	5,0	10,1
rok	4100	1177	188,32	

- A – doba provozu veřejného osvětlení v měsíci
- B – dopadající energie na 1 m²/ 40° sklon ČR
- C – využitelná energie
- D – nejvýše možný příkon svítidla, resp průměrný příkon svítidla s případnou regulací

Využitelná energie je v tabulce 1 uvedena ve sloupci C. Žel, je nejnižší v době, kdy je jí nejvíce zapotřebí, kolem zimního slunovratu. A to pomijím, že panely mohou být sněhem zaváté (abych ještě jednou parafrázoval Suchého píseň)... a pak z nich nedostane nikdo ani watt.

V posledním sloupci (D) tabulky 1 je přípustný příkon svítidla provozovaného po celou noc. Je to podíl dostupné energie a doby svícení. V prosinci je to 10,1 W. Ve skutečnosti by to mělo být ještě nižší číslo, protože uvedené vychází z průměru na měsíc, nikoliv z minima v měsíci, které nastane kolem Vánoc.

Příznávám, že i mě zaskočilo tak nízké číslo. Pokud má osvětlení splňovat svůj účel, tak musí zajistit množství i kvalitu osvětlení. V současné době jsou již LED svítidla, která jsou schopna zajistit požadované. Ovšem potom mají prakticky stejný příkon, jako by mělo optimální řešení s klasickými výbojkami. Výjimkou mohou být případy pěších komunikací (viz [2]). Pro ty nejméně náročné realizace vyhoví LED svítidla s příkonem okolo 30W, ale spíše víc. Použit 3× větší panel je nereálné. Váha, velký odpor vůči větru, cena...

Co to přinese?

Držme se oněch deseti wattů, které lze „vyždímat“ z panelu o ploše metru čtverečního. Při ročním svícení 4100 hodin vyrobí využitelných 41,4 kWh. Při ceně 2,8 Kč/kWh je roční úspora cca 116 Kč ročně. Přijatelná doba návratnosti investice do veřejného osvětlení je kolem šesti let. Ale i pro prakticky nepřijatelných osm let jsou úspory 8×116 = 928 Kč. Benevolentně připustím 1000 Kč. Nebudu hledat v cenících dodavatelů solárních systémů VO. Žádný jej nedodá za akceptovatelnou cenu 100 Kč/W. Už slyším starostu, že má dukáty od vrchnosti, takže je mu to úplně jedno kolik za dodávku zaplatí... Dobrá, poprosím ho, aby se vrátil k rozumu, postačí tomu selskému. A zopakoval si kupecké počty.

Obec dostane solární systém gratis. Co však zadarmo již nedostane – nový akumulátor. Jeho životnost je za předpokladu vlídného zacházení šest až osm let. Samozřejmě, že při drsném provozu – nedostatečné dobíjení, mrazivé zimní dny – to bude méně. Pro uskladnění zmíněných deseti wattů, s rezervou na prodáváči proklamované čtyři dny (kol slunovratu), je zapotřebí akumulátor 70Ah/12V. Takové jsou k mání za 3 až 6 (i více) tisíc korun. Z úspor na energiích se i ta nižší částka zaplatí za téměř 26 let (=3000/116). Solární systém nepřinese úspory ani tak vysoké, aby pokryly náklady na zakoupení nového akumulátoru (kde je doprava, kde práce s jeho výměnou?). Podobné

počty by platily i pro svítidla s vyšším příkonem. S rostoucím příkonem se lineárně navyšují kapacity akumulátorů a rozměry fotovoltaických panelů.

Regulace, vypínání

Se solárním systémem se obvykle spojují LED svítidla, která lze poměrně snadno regulovat. Úroveň osvětlení je možné snížit v případě, že poklesne hustota provozu. Nejkrajnější noční snížení je asi na polovinu večerního. Dobu regulace lze připustit v době od 23 do 5 hodin. Při adventní době svícení 17 hodin je průměrný příkon $(11 + 6 \times 0,5)/17 = 0,82$ příkonu neregulované soustavy. Metrový panel by zvládl udržet v provozu 12,3 W.

Žádný zázrak se nekoná. Dlužno však podotknout, že se nezmění "užitečný" výkon fotovoltaiky. Jen příkon svítidla je možné zvýšit. Elektrické energie se však ušetří stejně jako v neregulovaném případě.

I kdyby obec provozovala veřejné osvětlení velice nebezpečným způsobem, tedy úplným vypínáním během noci (viz [3]), tak by byla „úspora“ jen 11/17. Bylo by možné provozovat svítidlo s jmenovitým příkonem 15,6 W. Stále zisk oněch 116 Kč/rok.

Také žádný zázrak. "Užitečný" výkon se nemění. Na nový akumulátor se nevydělá. Jen o málo vyšší přípustný příkon a tedy vyšší užitečné množství světla.

Prodáváci se snaží co nejvíce prodloužit dobu kdy jsou svítidla zhasnuta. Spásu vidí v nabídce svítidel se senzorem přítomnosti osob. Ovšem takové řízení by muselo být na podstatně vyšší úrovni než jen prosté čidlo. Je nutné rozsvítit alespoň jedno další svítidlo ve směru chodce. Jinak by nastala situace, kdy by vstupoval do tmy, protože by ještě nebyl detekován dalším senzorem. Ono by nesmělo zhasnout ani svítidlo za zády poutníka, protože dotyčný se může kdykoliv rozhodnout pro návrat. Samozřejmě, že i takto dokonalý systém by bylo možné použít pouze na pěších zónách. Při rychlejším pohybu je takové postupné rozsvěcování soustavy nebezpečné.

Pokud by se splnily podmínky pro řízení, tak by bylo možné použít svítidla s podstatně vyšším příkonem a bylo by možné zajistit vyhovující osvětlení. Ale ani pak není vážnější důvod pro nasazení solárního systému. Oproti soustavě napájené ze sítě se díky malé spotřebě elektrické energie uspoří jen málo. Je nepravděpodobné, že by se tak uhradily náklady na pořízení a provoz solárního systému. I když by se ušetřilo na kabelovém vedení.

K čemu je?

I když odpověď je jednoduchá: Je to možné jedině tam, kde vysoké pořizovací a provozní náklady jsou vyváženy jiným přínosem. A samozřejmě také tam, kde nevádí, když systém selže. Takových situací moc není.

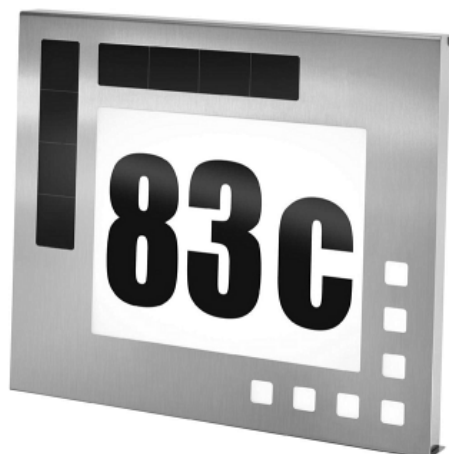
Jedna z možností by mohla být v případě míst vzdálených civilizaci, přesněji rozvodům elektřiny. Možná. Znam případ, kde takové osvětlení funguje jen díky dobrému srdci hajného, který baterie co dva týdny bere domů, kde je řádně dobije.

Případ dobíjení „řeší“ prodáváci solárních systémů, které jsou připojeny na běžný rozvod. Ten dobíjí baterie, pokud slunéčko nemá dost sil. Mrhání peněz až neskutečné. Přitom obec nepozná (dokud nedostane fakturu od rozvodných závodů), že to až tak moc nefunguje. Stejně nenávratná investice jako autonomní systém bez sítě.

Bez baterií řeší situaci jedna společnost ze slunného Dánska. Energii vyrobenou fotovoltaikou prodává a v noci svítí tou levnou. Ušetří za obnovu akumulátorů, zvýší se účinnost sestavy – právě o ztráty akumulace. Je jakási naděje návratnosti investice. To proto, že s veřejným osvětlením to souvisí jen tak, že solární články jsou umístěné přímo na sloupu. Jenže Čechy přestaly být zemí zaslíbenou, už ani to by se nevyplatilo.

Kamarád přišel s nápadem, že jednou z možností by bylo osvětlení sezónních objektů (samozřejmě letních), kde se svítí jen ve večerních hodinách. Třeba obecní koupaliště. Ale i tady jen tehdy, když široko daleko není elektrický proud. Jako další možnost navrhl osvětlení nějaké památky nebo pomníku daleko od civilizace.

Napadl mě ještě jeden způsob využití fotovoltaiky. Racionální! Moje milovaná tchýňka (to myslím vážně) má poněkud svérázný smysl pro humor, takže ji zahrádku osvětluje svým bříškem solární žabák (obr. 2). Jistě uznáte, že se v takovém případě nehodnotí návratnost investice (necelé procento těch nejlevnějších systémů pro veřejné osvět-



lení). Pro méně otrlé se nabízí využít solární energie pro osvětlení domovních dveří. Zejména tam, kde by bylo nutné sekát přívod v čerstvě nahozené fasádě. Pokud hausnumero zhasne, tak se nic vážného nestane.

- Obr. 2 - leiopelma helios – žába solární – nejracionálnější využití fotovoltaiky v osvětlování, umím si představit cesty Valdštejnské zahrady lemované žabáky ☺. Vpravo jedno z mála rozumných využití solární energie v osvětlování

Myslím, že neexistuje racionální důvod pro použití fotovoltaických systémů ve veřejném osvětlení. Ostatně obávám se, že to platí nejen v osvětlování.

Text jsem přednesl na loňské Energetické konferenci a Fotovoltaickém fóru. Nebyl jsem lynčován, přední fotovoltaiči mi dali za pravdu.

Děkuji kolektivu profesora Sokanského [4] se kterým jsem otázky fotovoltaiky konzultoval

Literatura a odkazy

- [1] Solární energie – kolik kWh lze získat? Výhody a nevýhody; www.nazeleno.cz
- [2] Maixner, T., Vraťme se k rozumu 6, Výstavba měst a obcí 1/2012
- [3] Maixner, T., Svítit, proč a jak?, Výstavba měst a obcí 2/2010
- [4] Sokanský, K., a kol., Studie využitelnosti fotovoltaických článků – rozbor

Využívanie technológie smart metering pri prevádzka sietí verejného osvetlenia

Ing. Peter Janiga, PhD., Doc. Ing. Dionýz Gašparovský, PhD., Ing. Michal Barčík
Slovenská technická univerzita v Bratislave, FEI, Ilkovičova 3, 812 19

Siete verejného osvetlenia sú v súčasnosti v každom meste a obci. Prevádzka verejného osvetlenia je výrazná položka v rozpočte miest a obcí. Je preto snaha optimalizovať prevádzku a najmä údržbové zásahy. Ich veľkosť závisí od veku siete ale taktiež od spôsobu prevádzky.

Čas prevádzky verejného osvetlenia je vo väčšine prípadoch daný. Nie je možné ho meniť bez toho aby to malo dopad na kvalitu života obyvateľov. Pri návrhu a prevádzke je nutné brať do úvahy čas prevádzky, pretože časti, ktoré svietia viac hodín ročne by mali byť navrhované s uvážením tohto vplyvu. Eliminuje sa tým problém s väčšou poruchovosťou pri sieťach, ktoré svietia viac hodín. Tento problém sa týka napríklad osvetlenia podchodov, tunelov a priestorov, ktoré sú osvetľované nepretržite.

Príspevok opisuje aplikovanie technológie smart metering v sieťach verejného osvetlenia s cieľom redukovať náklady spojené s prevádzkou a údržbou. Technológia smart metering je v súčasnosti rýchlo sa rozvíjajúca technológia, pričom v niektorých krajinách existujú už funkčné časti siete. Na Slovensku je v súčasnosti technológia smart metering pripravovaná do prevádzky. Na konkrétnych príkladoch je ukázaný potenciál pri identifikovaní porúch v sieťach verejného osvetlenia. Navrhnutá metodika vytvára novú cestu pri prevádzke verejného osvetlenia.

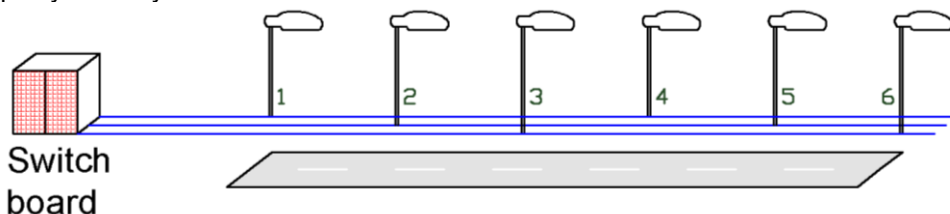
Analýza prevádzkových stavov v sieťach verejného osvetlenia

Každý prevádzkový stav siete verejného osvetlenia sa prejaví ako zmena elektrických parametrov. V súčasnosti sa na monitorovanie a diaľkovú správu používali systémy, ktoré vyžadovali inštalovanie náročných technológií. V minulosti bolo nutné vybudovať systém merania, systém komunikácie a systém správy. Technológia smart metering a smart grid otvárajú nové možnosti, pričom znižujú náročnosť kladenú na budované časti.

Poruchy analyzovateľné pomocou smart metering

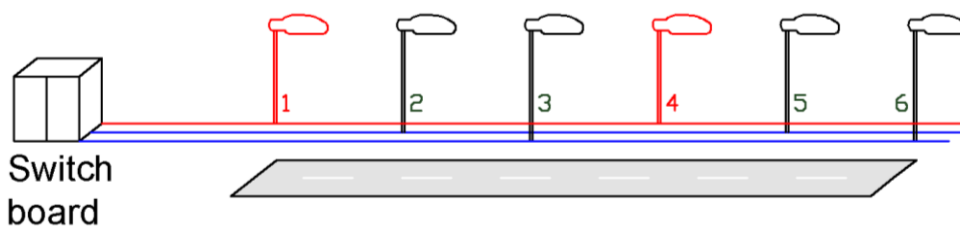
Pomocou technológie smart metering je možné analyzovať viaceré prevádzkové stavy, ktoré sa odzrkadľujú do prevádzkových nákladov. Pre správnu analýzu poruchy je nutné mať k dispozícii presné hodnoty prevádzkových stavov za normálnej prevádzky a hodnoty namerané v poslednom bezporuchovom období. História nameraných hodnôt je dôležitá z dôvodu zmeny parametrov počas životného cyklu svietidiel a svetelných zdrojov. Počas starnutia svetelného zdroja sa menia jeho parametre. Pri výmene poškodeného zdroja sa merané hodnoty mierne zmenia. Opisovaná analýza porúch vychádza z hodnôt nameraných pomocou smart metra. Na základe hodnôt napätia, prúdu, činného a jalového výkonu je možné identifikovať nasledovné poruchy:

Výpadok RVO – meranie zaznamená nulový prúd na všetkých fázach v čase, kedy má byť VO v prevádzke. V prípade, že smart meter nedetekuje napätie resp. nekomunikuje s centrálou, je porucha spôsobená výpadkom napájania alebo vypnutým hlavným ističom.



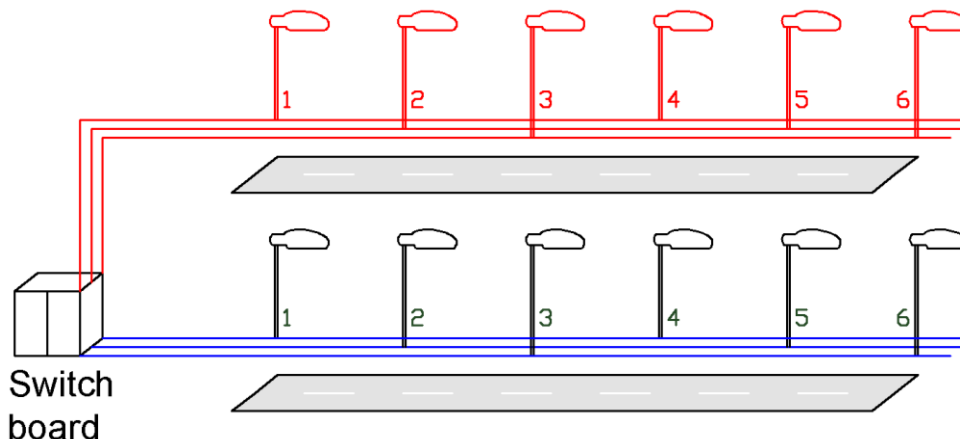
• obrázok 1: výpadok rozvážača verejného osvetlenia

Výpadok jednej fázy – meranie zaznamená nulový prúd na niektorej fáze v čase, kedy má byť VO v prevádzke. Táto porucha spôsobuje nerovnomerné osvetlenie na komunikáciách a z hľadiska spotreby je pri tejto poruche výrazná nesymetria odoberaných prúdov.



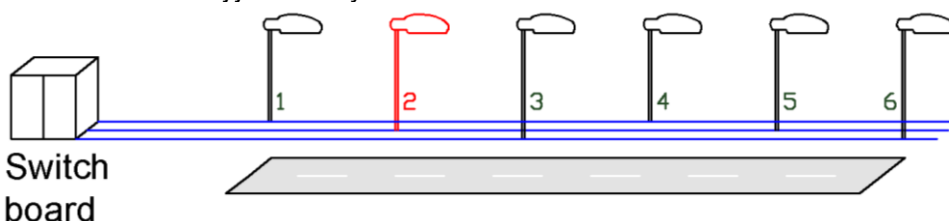
• obrázok 2: výpadok jednej fázy

Výpadok vetvy VO – meranie zaznamená výraznejší pokles prúdu voči normálnej prevádzke. V prípade, že sú k dispozícii hodnoty prúdov v jednotlivých vetvách, je možné presne identifikovať, v ktorej vetve nastala porucha.



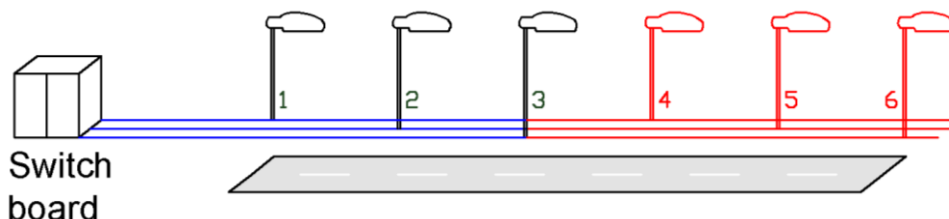
* obrázok 3: výpadok vetvy verejného osvetlenia

Výpadok jedného svietidla – meranie zaznamená skokovú zmenu prúdu voči predchádzajúcemu stavu. Zmena prúdu nastane bez zmeny napájacieho napätia. V prípade, že je kvantifikovaná zmena prúdu, je možné určiť príkon svietidla v ktorom nastala porucha a vďaka tomu lepšie lokalizovať miesto poruchy. V prípade výpadku celého svietidla musí nastať zmena činného aj jalového výkonu.



* obrázok 4: výpadok jedného svetelného miesta

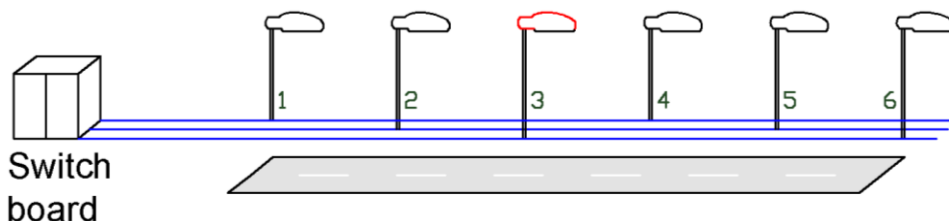
Výpadok časti siete – meranie zaznamená výraznejší pokles prúdu voči normálnej prevádzke. V prípade, že je známa topológia siete je možné na základe zmeny prúdu identifikovať miesto poruchy. Vychádzajúc zo stromovej štruktúry sietí verejného osvetlenia, zmeny prúdu, topológie siete a príkonov jednotlivých svietidiel je možné pomocou rekurzívnych algoritmov určiť potenciálne miesta poruchy.



* obrázok 5: výpadok časti siete verejného osvetlenia

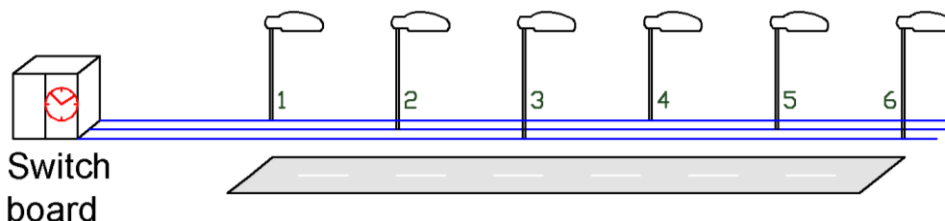
Porucha elektrickej časti svietidla – meranie zaznamená skokovú zmenu činného alebo jalového výkonu voči normálnej prevádzke. V prípade zmeny činného výkonu sa jedná o poruchu svetelného zdroja alebo tlmivky. V prípade zmeny jalového výkonu sa jedná o poruchu kompenzačného kondenzátora. V prípade opakujúcich sa skokových zmien prúdu sa jedná o problém na výbojke, ktorá je na konci životnosti a len nevyhnutné ju vymeniť aby sa neskracovala životnosť ostatných komponentov.

Svietidlá s výbojovými svetelnými zdrojmi pri poruche svetelného zdroja spôsobia merateľnú skokovú zmenu elektrických veličín. Pri svietidlách LED je zmena menšia, čo kladie zvýšené nároky na meracie členy. V budúcnosti sa budú používať LED moduly s vyššími jednotkovými príkonmi, čo uľahčí zaznamenanie zmien elektrických veličín.



* obrázok 6: porucha elektrickej časti svietidla

Porucha riadenia osvetlenia – meranie zaznamenáva spotrebu v RVO, ktorá zodpovedá vypnutému verejnemu osvetleniu aj v čase, kedy má byť spotreba zodpovedná normálnej prevádzke.



* obrázok 7: porucha riadenia osvetlenia (napr. spínacie hodiny)

Porucha regulátora napätia – táto porucha sa môže vyskytnúť len v prípade, že je v RVO inštalovaný regulátor napätia. Meranie zaznamená tok výkonu, ktorý nezodpovedá nastaveným hodnotám v čase.

Poruchy neanalyzovateľné pomocou smart metering

Počas prevádzky sietí verejného osvetlenia sa objavuje viacero neštandardných stavov. Databáza porúch, ktoré je možné analyzovať pomocou smart metering nie je uzavretá. Pri špecifických zapojeniach a použitých prvkoch sa môžu objaviť ďalšie poruchy, ktoré je možné analyzovať.

Medzi poruchy, ktoré nie je možné analyzovať ale výrazne vplývajú na prevádzku verejného osvetlenia je možné zaradiť poruchy na optických častiach svietidiel. Ich prejavy sa zvyčajne neprejavujú na elektrických vlastnostiach ale výrazne obmedzujú využívanie verejného osvetlenia.

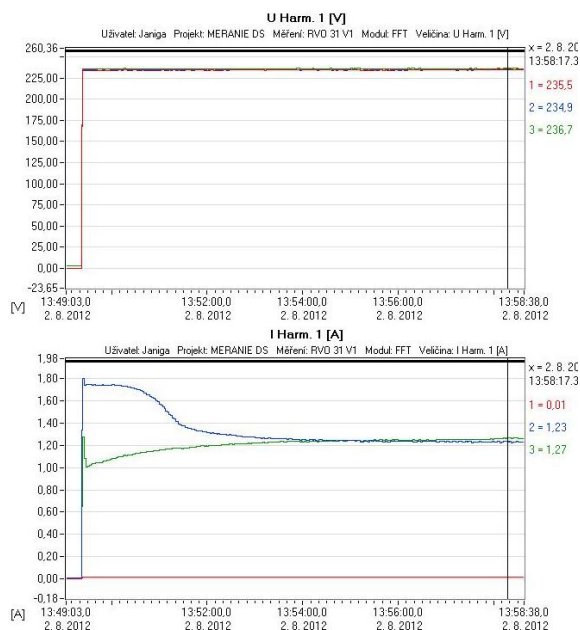
Meranie vplyvov porúch na prevádzku sietí verejného osvetlenia

Navrhnutá metodika bola overená vo viacerých sieťach verejného osvetlenia pomocou meraní. Merania boli realizované pomocou analyzátoru siete, pričom boli využívané napäťové a prúdové sondy. Zvyšné hodnoty (výkony, THD) boli dopočítavané.

Normálna prevádzka

V prvom okamihu po zopnutí sa môže objaviť prechodný dej spôsobený spínaním induktívnej záťaže (tlmivka predradníka). Nasleduje ustáľovanie výboja vo výbojke, pričom na priebehu prúdu sa to môže prejavovať vzrastajúcou alebo klesajúcou tendenciou v závislosti do druhu svetelného zdroja. Ustálenie netrvá dlhšie ako 15 minút.

Na nasledujúcom obrázku je vidieť priebeh napätia a prúdu pri zapnutí normálnej prevádzky verejného osvetlenia.

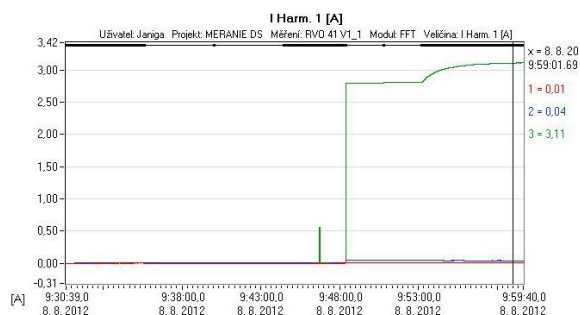


* obrázok 8: priebeh napätia a prúdu pri normálnej prevádzke verejného osvetlenia

Priebehy elektrických veličín pri poruchách

Počas neštandardných stavov sa namerané hodnoty porovnávajú s vypočítanými alebo hodnotami získanými z predchádzajúcich meraní. Nasledujúce obrázky popisujú poruchy, ktoré je možné pomocou smart metering vyhodnocovať.

Porucha spínania



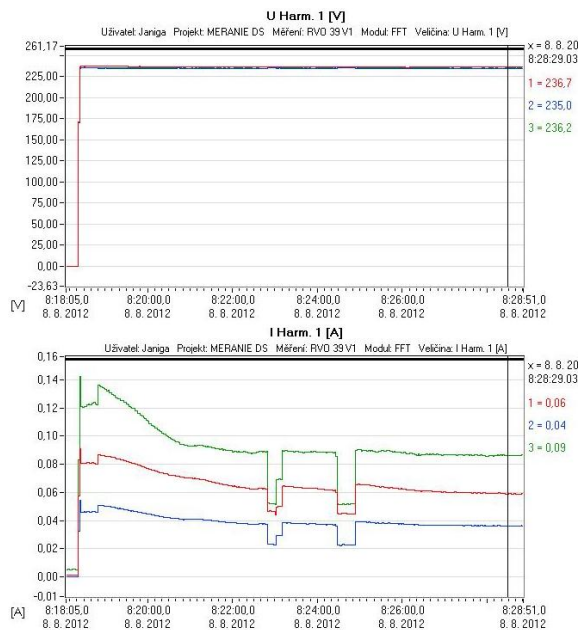
* obrázok 9: priebeh prúdu pri poruche spínania

Počas zaznamenatej poruchy spínania verejného osvetlenia sa objavil výpadok napájania. Takáto prevádzka znižuje životnosť svetelných zdrojov a jednotlivých častí verejného osvetlenia. Porucha je spôsobená chybným ovládacím alebo spínacím prvkom.

Porucha časti siete

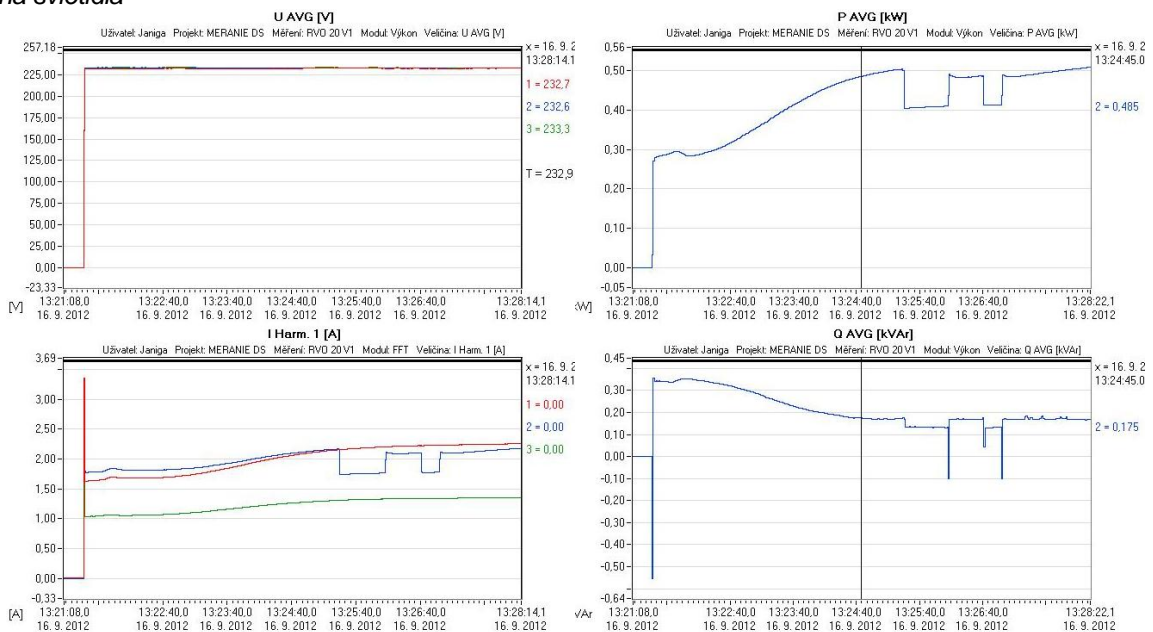
Na nasledujúcom obrázku je zaznamenaná skoková zmena prúdu, pričom prúd neklesol na nulu. Z toho vyplýva, že časť siete bola v normálnej prevádzke. Na priebehu napätia je vidieť, že napájacie napätie bolo v poriadku, takže je možné vylúčiť, že by boli zmeny spôsobené zmenou napätia.

V tomto prípade boli k dispozícii aj veľkosti prúdov v jednotlivých vetvách pri normálnej prevádzke, takže bolo možné identifikovať, že porucha je spôsobená výpadkom časti siete.



* obrázok 10: priebeh napätia a prúdu pri poruche časti siete verejného osvetlenia

Porucha svietidla



* obrázok 11: Priebehy elektrických veličín pri poruche svietidla

Na priebehoch prúdu je zaznamenaná skoková zmena, ktorá nie je spôsobená skokovou zmenou napätia. Z nameraných hodnôt napätia a prúdu boli vypočítané hodnoty činného a jalového príkonu. Zmena príkonu zodpovedá výpadku svietidla s klasickým predradníkom a príkonom svetelného zdroja 70 W. V prípade poruchy svetelného zdroja by kompenzačný kondenzátor zostal pripojený a zmena jalového príkonu by bola iná.

Presnosť vyhodnocovania prevádzkových stavov pomocou smart metering

Presnosť vyhodnocovania meraní je daná presnosťou elektromeru, databázou nameraných hodnôt v minulosti a v neposlednej rade aj možnosťami dátovej siete smart metering siete. V prípade častých meraní a meraní veľkého množstva hodnôt narastajú požiadavky na dátovú sieť. Zasielanie veľkého množstva údajov do dátovej centrály zahŕňa dátovú sieť a pretože sú dátové siete riešené cez mobilných operátorov, predražuje sa aj prevádzka smart metering.

Záver

Smart metering a smart grid sú nové technológie, ktoré sa v súčasnosti začínajú aplikovať v distribučných sieťach. Je snaha o maximálne využitie potenciálu, ktorý predstavujú. Jedným z možných spôsobov je aj analýza prevádzkových stavov v sieťach verejného osvetlenia. Pri aplikácii uvedenej metodiky je nutné prispôsobiť algoritmy a prepojenie s elektromermi v závislosti od konkrétnej technológie smart metering. Vybudovanie dátovej siete, ktorá je nutná pri smart metering predstavuje nové cesty ako spojiť prevádzkovateľa so samotnou sieťou.

Technológiu smart metering je možné využiť aj na riadenie osvetlenia. Jedná sa o možnosť diaľkového spínania elektromeru a tým aj celej siete verejného osvetlenia pripojeného na daný rozvádzač. Vďaka diaľkovému spínaniu nie je nutné inštalovať spínacie hodiny a pri opravách a testovaní nie je nutné aby technik chodil do rozvádzača a manuálne zapínal verejné osvetlenie ale diaľkovo sa sieť zapne.

Ďalšou výhodou smart metrov je možnosť reagovať autonómne na rôzne stavy. Vďaka programovateľným výstupom je možné nastaviť napríklad vypnutie siete pri nadmernom zaťažení alebo prekročení nastavených elektrických veličín ako napríklad jalový výkon.

K elektromeru je možné pripojiť ďalšie zariadenia, ktoré vyhodnocujú spotrebu. Elektromery majú štandardne rozhranie RS-485, optické impulzné rozhranie a rozhranie na pripojenie optohlavy. Rozsah prístupnosti dátových rozhraní elektromera sa z dôvodu bezpečnosti rieši individuálne s prevádzkovateľom distribučnej siete.

Podakovanie

Tento príspevok vznikol s podporou Vedeckej grantovej agentúry Ministerstva školstva Slovenskej republiky na základe zmluvy

VEGA 1/1100/12 „Inteligentné siete ako súčasť distribučných sietí - nové metódy merania a riadenia spotreby“

Literatura a odkazy

- [1] EN 50 160: Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution networks
- [2] EN 60 555 - 2: Power supply harmonic emissions
- [3] IEEE 519-92: Recommended practice for monitoring electric power quality
- [4] Szathmary, P.: Power quality, PRO s.r.o., Banská Bystrica, 2003
- [5] Sankaran, C.: Power Quality, CRC press, 2002
- [6] Arrillaga, J., Watson, N. R., Chen S.: Power system quality assessment, John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, 2000
- [7] Dugan, R.; McGranaghan, M. F.; Beaty, H. W.: Electrical Power Systems Quality, McGraw-Hill, New York, 1996

Automatizovaný systém měření činitele odrazu

Ing. Rudolf Bayer

Katedra elektroenergetiky, Fakulta elektrotechnická, ČVUT v Praze, bayerrud@fel.cvut.cz

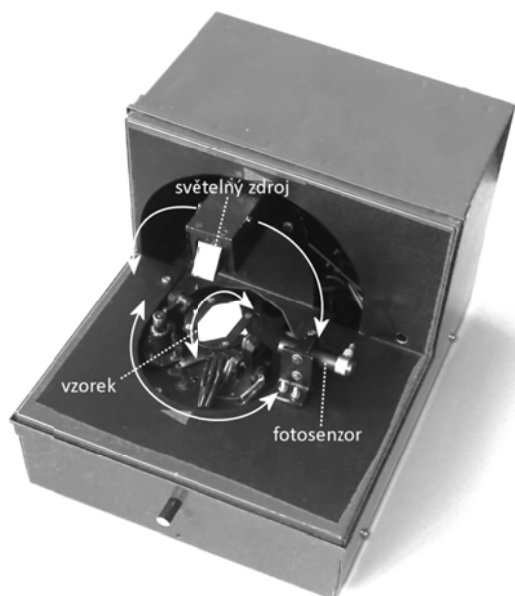
Přesnost výpočtu fotometrických veličin je závislá na přesnosti popisu mnohonásobných odrazů, probíhajících v daném místě. Důležité je proto znát přesné odrazné vlastnosti použitých materiálů. Činitele odrazu povrchů lze změřit reflektometrem jako je OPTE-F3K. Tento článek si klade za cíl popsat právě probíhající návrh nové řídicí a napájecí elektroniky tohoto zařízení.

Úvod

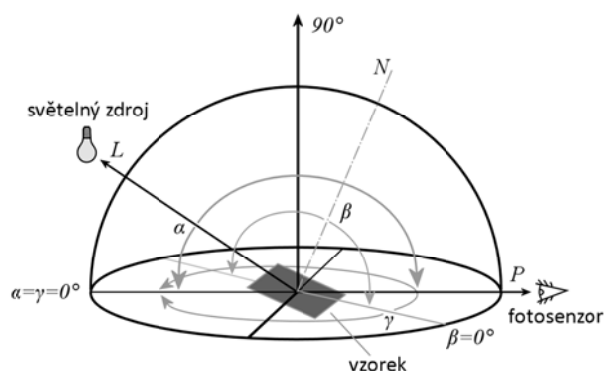
Člověk získává 80 až 90 % informací o svém okolí prostřednictvím zraku. Jak objekty ovlivňují světelný tok tvoří to, čemu říkáme vzhled objektu. Většina světelně-činných ploch kolem nás jsou sekundárními zdroji světla. Světlo, vyzařované primárními světelnými zdroji (Slunce, umělé světelné zdroje), dopadá na dané plochy, mění své vlastnosti a tím zprostředkuje informaci o charakteru povrchu objektu. Fotometrické vlastnosti povrchů materiálů jsou důležité zejména při navrhování a konstrukci světelně-aktivních povrchů z hlediska prostorového rozložení odraženého světelného toku, např. ke snížení jasů v určitých směrech, zatímco je potřeba zachovat co nejvyšší účinnost daného uspořádání.

Měření prostorového rozložení jasů

Pro umožnění měření prostorového rozložení jasů sekundárních zdrojů světla (odrazných ploch) byl na katedře Elektroenergetiky navržen a sestaven přípravek OPTE-F3K z obr. 1.



obr. 1 Přístroj pro měření prostorového rozložení jasů sekundárních zdrojů světla OPTE-F3K



obr. 2 Geometrické uspořádání měřeného vzorku, světelného zdroje a fotosenzoru v OPTE-F3K

OPTE-F3K umožňuje otočení měřeného vzorku ve dvou směrech (úhly β a γ) a světelného zdroje v jednom směru (úhel α) podle obr. 2. Díky této konfiguraci je zařízení vhodné pouze pro měření isotropně-odrážejících povrchů. Úhly α , β a γ lze nastavit s přesností $0,5^\circ$ [1]. Zařízení je poměrně malých rozměrů (20 x 26 x 18 cm), z čehož plyne i maximální velikost měřených vzorků materiálů 2 x 2 cm a tloušťkou 0,5 cm. Navíc lze měřit povrchy s nepříliš hrubým povrchem, neboť zařízení osvětluje pouze malou část povrchu měřeného vzorku [1].

K vyhodnocení množství odraženého světla od měřeného vzorku v určitém směru je použit digitální přístroj pro měření kontrastu jasů Brüel & Kjaer typ 1100 (obr. 3). Toto zařízení je schopné měřit jasy až do 199 kcd/m^2 pod úhlem 3° [3].

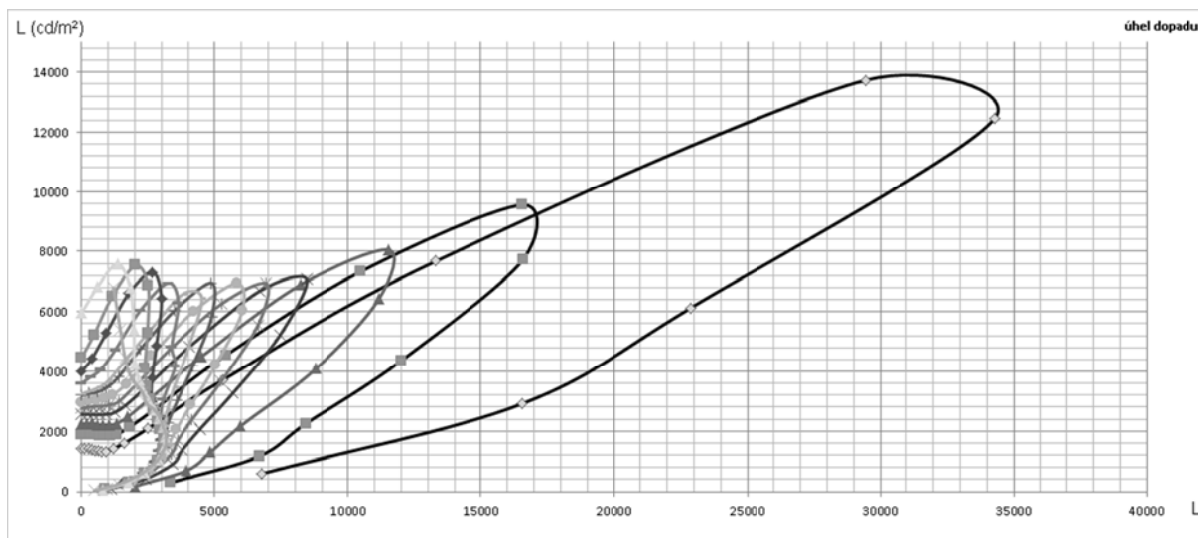


obr. 3 Digitální přístroj pro měření kontrastu jasu typu 1100 dánské firmy Brüel & Kjær

Původní proces měření

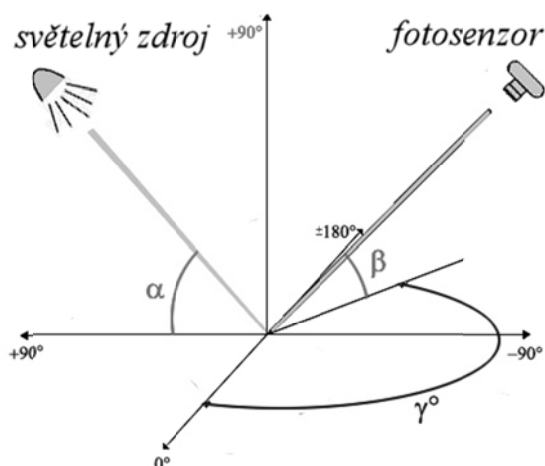
Zadní část zařízení OPTE-F3K byla opatřena speciálním konektorem pro připojení zdroje, napájecího interního světelný zdroj 12 volty a elektroniku s krokovými motory 9 volty, a paralelním 36-pinovým konektorem, který sloužil k propojení s počítačem. Pro ovládání krokových motorků byl naprogramován software „Pgm KALO“ v jazyku QBasic, který sloužil k otáčení vzorku a světelného zdroje pod neprůhledným krytem.

Přístrojem OPTE-F3K naměřené hodnoty z [1] byly zaznamenávány ručně. Všechny úhly byly nastaveny nejprve ručně, poté byly zaznamenány hodnoty jasu z měřiče kontrastu jasu. Příklad naměřených hodnot zpracovaných do grafu lze nalézt na obr. 4.



obr. 4 Průběhy prostorového rozložení jasu pro různé úhly dopadu (viz legenda) [1]

Na obr. 4 je uveden polární graf naměřených hodnot jasů v různých úhlech, uvedených v legendě. Vzorek byl v tomto případě osvětlován pouze v rovině $\gamma = -90^\circ$ (viz obr. 5). Průběh, uvedený v legendě jako první, je průběh jasů pro paprsek dopadající pod úhlem $\alpha = 25^\circ$, když horizontální úhel $\gamma = -90^\circ$ a fotosenzor se pohybuje v úhlech $\beta = 0^\circ$ až $\beta = 90^\circ$, jak je uvedeno na obr. 5.



obr. 5 Popis úhlů podle [1]

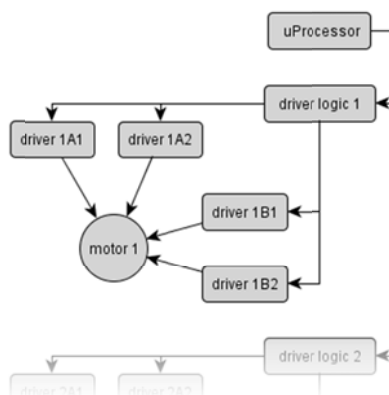
Přepracovaná verze ovládací elektroniky

Pro umožnění plně automatizovaného měření odrazných vlastností materiálů je v současné době navrhována nová elektronika, která si za hlavní cíle klade:

- Nastavení úhlů přes USB (viz obr. 2)
- A/D převod analogového výstupu přístroje pro měření kontrastu jasů a načítání této hodnoty přes USB

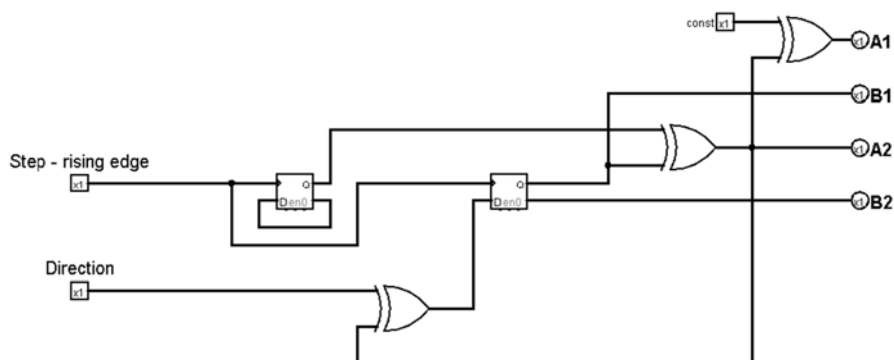
Pohon motorů

Nově navrhovaná elektronika zařízení OPTE-F3K bude nejen komunikovat s počítačem, ale také bude muset zajistit napájení krokových motorů. Přehled logických částí lze nalézt na obr. 6.



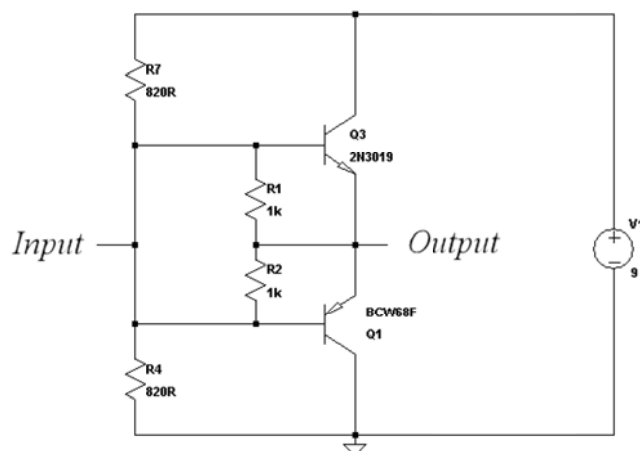
obr. 6 Diagram řízení krokových motorů (viditelná část se opakuje pro všechny tři motory)

Deska plošných spojů s mikroprocesorem (na obr. 6 popsaná „uProcessor“) bude šesti výstupy řídit tři krokové motory přes tři řídicí logické obvody (na obr. 6 jeden popsán „driver logic 1“), které ze signálu směru a kroku vygenerují signály pro budiče vinutí krokových motorů, z nichž schéma jednoho je uvedeno na obr. 7.



obr. 7 Schéma propojení hradel XOR a D-klopných obvodů pro řízení budičů krokových motorů

Výstupy A1, B1, A2, B2 (podle obr. 7) budou vyvedeny na budiče vinutí, na obr. 6 označeny jako „driver...“. Celkem bude tedy zapojení obsahovat 12 budičů (obr. 8) pro tři motory o dvou vinutích.

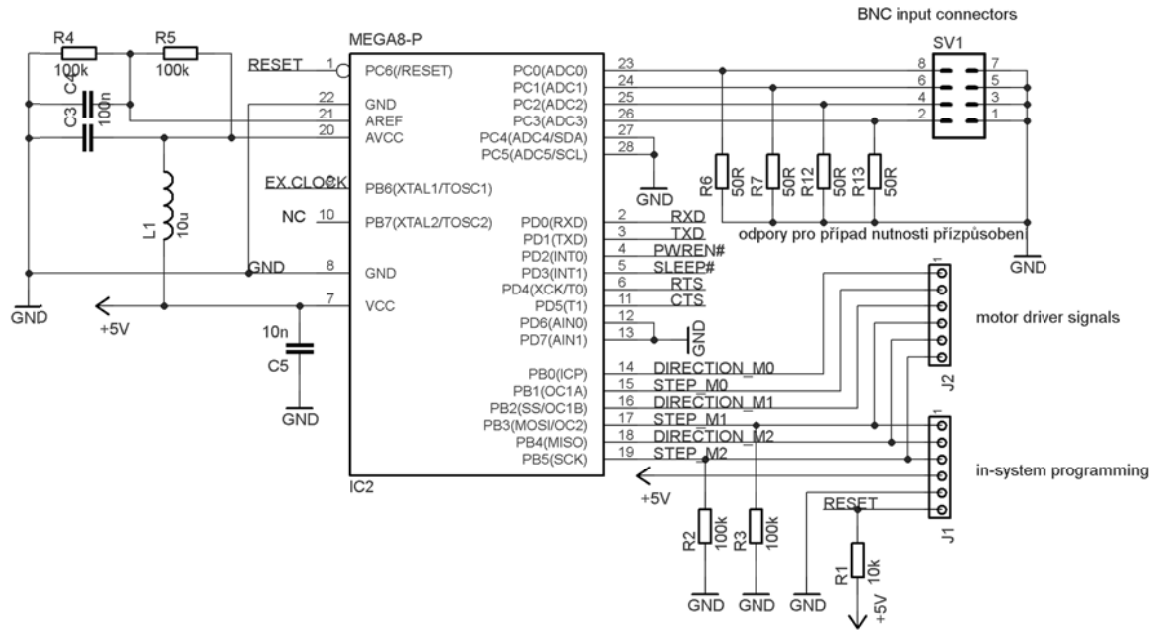


obr. 8 Schéma budiče vinutí krokového motoru

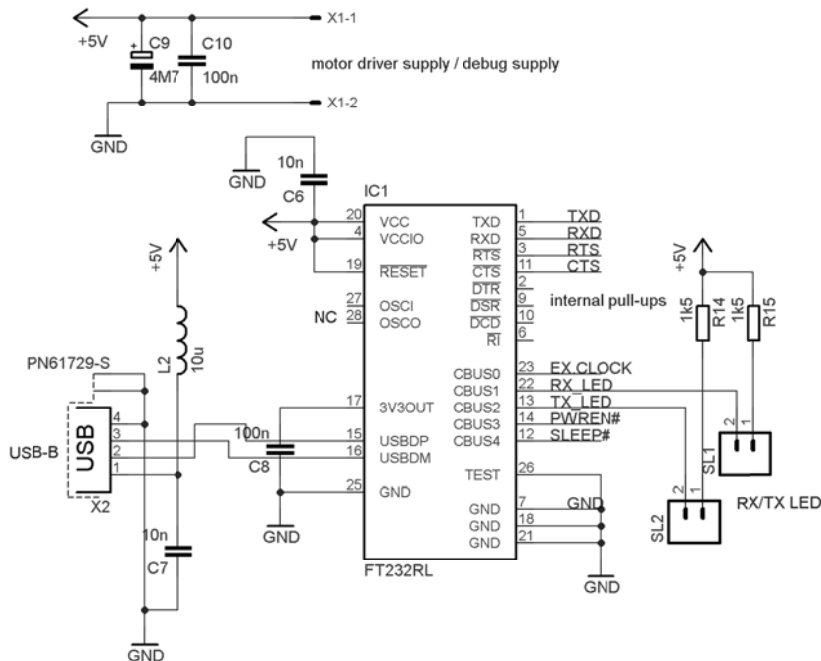
Výstupy generátorů signálů (obr. 7) budou s budiči (obr. 8) propojeny přes optočleny pro galvanické oddělení 5V části, napájející procesor a hradla, a 9V části, napájející budiče a motory.

Mikroprocesor a FTDI

Procesorová deska bude osazena mikroprocesorem Atmega8 (obr. 9), který umožňuje komunikaci přes UART RS-232 a A/D převod analogového výstupu z měřicího přístroje kontrastu jasů. Komunikaci mikroprocesoru a počítače přes USB umožní integrovaný obvod FTDI232R (obr. 10).



obr. 9 Část schématu desky s mikroprocesorem (ATmega8)



obr. 10 Část schématu desky s mikroprocesorem (FTDI232R)

Pro tento projekt byl zvolen integrovaný obvod FTDI232R nejen z důvodu, že dokáže generovat hodinový signál pro procesor, ale také proto, že dokáže uspat mikroprocesor, pokud dojde k takovému požadavku ze strany počítače [2]. Integrovaný obvod FTDI232R se po propojení s počítačem pomocí rozhraní USB prezentuje jako virtuální komunikační port, což značně ulehčuje práci pro budoucího programátora softwaru, kterým se bude automatizovaná měření provádět. Navíc bude potřeba transformovat úhly podle obr. 2 na úhly podle obr. 5

Závěr

Cílem toho projektu je umožnit automatizované měření prostorového rozložení jasů vzorků povrchů materiálů přístrojem OPTE-F3K. Původní rozhraní tohoto přístroje není již s pokrokem počítačů možné jednoduše použít. V tomto článku byla popsána elektronická část projektu. Další částí bude naprogramování softwaru pro počítač, který bude zpracovávat naměřené hodnoty napětí výstupu z přístroje pro měření kontrastů jasů.

Literatura

- [1] MÁLEK, Jan. ČVUT - FEL. Disertační práce - Odrazné vlastnosti světelně činných materiálů. Praha, 2007
- [2] FTDI. FT232R USB UART IC Datasheet Version 2.10. 2010. Dostupné z:
http://www.ftdichip.com/Support/Documents/DataSheets/ICs/DS_FT232R.pdf
- [3] BRUEL&KJAER. Application Notes: Contrast and Luminance Measurements on work places with CRT display terminal. Soborg (Dánsko): K. Larsen & Son A/S, 1980. Dostupné z:
[http://81.70.242.211/eab1/manual/Magazine/T/Technical%20Review,%20Brael%20&%20Kjaer%20DK/1980-1%20\[26\].pdf](http://81.70.242.211/eab1/manual/Magazine/T/Technical%20Review,%20Brael%20&%20Kjaer%20DK/1980-1%20[26].pdf)

Specifické kabelové úložné systémy pro rozvody osvětlení

Jiří Burant, ing.

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

V nových i rekonstruovaných administrativních, obchodních i zábavních komplexech, stejně jako v objektech výrobní povahy, se mění požadavky na druh instalovaných osvětlovacích systémů. Stále větší důraz je kladen na jejich variabilitu, vycházející ze stále častějších změn ve využití podlahových ploch. Postupně se také prosazují světelné zdroje s lepším poměrem dodané / vyzářené energie, jejichž aplikace provázají nové možnosti instalace. Díky průběžnému zpřísňování předpisů v oblasti požární bezpečnosti se stupňují i specifické požadavky na zachování funkce některých druhů osvětlení při mimořádných vnějších vlivech.

Tyto trendy se následně z oblasti osvětlení přenášejí do specifických požadavků na kabelové úložné systémy, zajišťující napájení i ovládání osvětlovacích těles a systémů. Jsou příčinou nárůstu aplikací specifických kabelových nosných systémů sloužících pro uložení rozvodů osvětlení i k nesení vlastních světelných zdrojů.

Úložné systémy pro industriální oblast

V mnoha průmyslových halách je třeba zajistit potřebnou intenzitu osvětlení jednotlivých pracovišť. Při vysokých stropích výrobních a skladových hal se v mnoha případech stále ještě osvětlovací tělesa zavěšují na lanové nebo řetězové závěsy. Související kabelové rozvody se vedou v kabelových žlabech nebo žebřících pod stropem a sestupují k jednotlivým osvětlovacím tělesům. Toto řešení není příliš praktické na údržbu ani na provádění budoucích změn v uspořádání pracovišť.

Proto se v těchto případech stále častěji využívají nosníky svítidel, nesoucí jak vlastní, zpravidla zářivkové světelné zdroje, tak i související napájecí i ovládací kabely. Nicméně tyto nosníky mohou nést také některé další rozvody pro flexibilní napájení jednotlivých pracovišť elektrickou energií, zabezpečení jejich datového připojení nebo napojení na rozvody stlačeného vzduchu a dalších médií. Jako příklad nosníku svítidel do průmyslového prostředí s převažujícími požadavky na funkčnost mohou sloužit nosné lišty svítidel LTS z obr. 1.



• Obrázek 1: Nosné lišty svítidel LTS se zářivkovými tělesy na řetězovém závěsu

Při šířce 50 až 100 mm mohou zabezpečit bezpečné uložení kabelů osvětlovacích systémů, stejně jako případných koncových rozvodů jednotlivých pracovišť. Velkoplošné otvory dna a bočnic usnadňují vyvádění kabelů ke svítidlům, montovaným pomocí četných montážních otvorů přímo pod dno nosné lišty. Pro méně odolné kabely

je možno do výstupních otvorů namáchnout plastové ochranné kroužky, eliminující možnost jejich mechanického poškození.

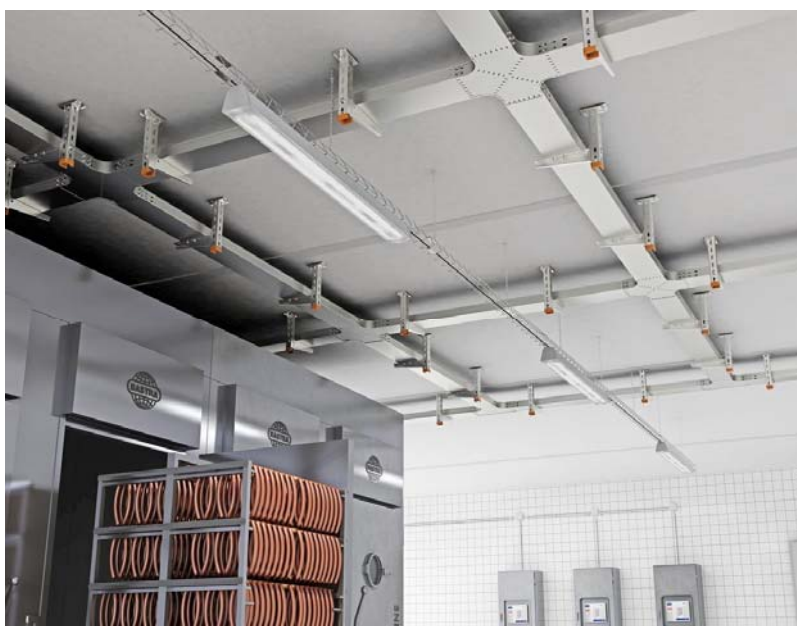
Podobu kabelových úložných systémů pro osvětlovací systémy však ovlivňují nejen specifické požadavky na provedení osvětlovacích systémů, nýbrž i okolní prostředí a provozní podmínky. V prostředí se zvýšenými podmínkami na hygienu a čistotu je třeba v některých aplikacích umožnit pravidelné čištění celých kabelových rozvodů korozně agresivními desinfekčními a případně i desinsekčními prostředky. K udržení čistoty je přitom třeba, aby v nosných systémech nevznikala skrytá místa, kam by se čistící kapalina buď nedostala, nebo by se tam mohla naopak hromadit.



• Obrázek 2: Nosný profil pro svítidla a související rozvody typové řady LTG

Řešením jsou systémy kabelových lávek z ocelové síťoviny s extrémně nízkou možností hromadění nečistot a volným odtokem tekutiny. K současnému nesení světel a vedení související kabeláže však nejsou z důvodu nepříliš velké mechanické pevnosti příliš vhodné klasické otevřené mřížové žlaby s bočnicemi jednoduše ohnutými vzhůru. Vhodnější jsou uzavřené tvary, vykazující lepší mechanickou stabilitu při podstatně menším průřezu a tudíž i nižší ceně.

Ostatně z tohoto důvodu původně vznikl, především pro použití v potravinářském průmyslu, i speciální trojúhelníkový profil typu LTG 100 z obr. 2, splňující všechny výše uvedené požadavky.



• Obrázek 3: Mřížový nosný profil svítidel LTG 100 pod stropem v potravinářském provozu

Množství jeho různých rozměrů a provedení z pozinkované i korozivzdorné oceli umožňuje bezproblémovou realizaci rozvodů osvětlení i jejich napojení na hlavní napájecí rozvody, realizované v mřížových kabelových žlabech systému GR-Magic®, zajišťujících rychlou a bezpečnou instalaci. Stejně tak jej lze ale použít i v kombinaci s klasickými plechovými kabelovými žlaby, jak ilustruje řešení z obr. 3.

Nosníky svítidel pro administrativu a infrastrukturu

Nejen v průmyslu, ale stále častěji i v administrativních a infrastrukturálních objektech se množí požadavky na společnou instalaci světelných zdrojů a souvisejících kabelových rozvodů. Řešením mohou být nosné žlaby svítidel LTR dle obr. 4. Při vzdálenosti závěsů přes 2 m je lze zatížit až 50 kg/m délky, což vyhovuje pro téměř veškeré aplikace tohoto typu. Plný plechový profil s jednou řadou otvorů pro vyvedení kabelů i k fixaci osvětlovacích těles je možno po provedení lakové úpravy dle vzorníku RAL snadno začlenit do různých druhů prostředí.



• Obrázek 4: Instalace osvětlovacích těles s nosníkem svítidel typu LTR na lanovém závěsu pod stropem

Nosníky svítidel s vyšším stupněm integrace

Ne vždy je ovšem strohá podoba standardních nosníků svítidel, např. typu LTR, přijatelná pro architektonické ztvárnění náročnějšího interiéru. I v těchto případech však zůstává značný prostor pro použití speciálních kabelových úložných systémů s integrovanými světelnými zdroji. Rozvoj této oblasti pozitivně ovlivnil především pokrok v oblasti LED světelných zdrojů. Za příklad mohou sloužit designové přístrojové kanály z obr. 5, pro prostory s vysokými estetickými nároky.

Jsou vyrobeny z ušlechtilého eloxovaného hliníku (případně s individuální povrchovou úpravou) a určeny k instalaci koncových silových i datových rozvodů s přípojnými místy v podobě přímé vestavby přístrojů Modul 45. Tato přípojná místa jsou zde atypicky kryta odklopným krytem, pod jehož spodní hranu je možno umístit světelný pásek LED, sloužící např. jako směrovka k únikovému východu nebo plnící jen prostou funkci navození neobvyklé světelné atmosféry.



• Obrázek 5: Designový kanál k instalaci přístrojů Modul 45 s možností integrace LED osvětlení

Avšak LED světelné zdroje se používají stále častěji nejen pro estetické začlenění do interiéru, ale především pro ekonomiku provozu. Proto se s nimi lze setkat stále častěji také v průmyslu a objektech infrastruktury. Jejich aplikace provází i zde využití kabelových úložných systémů s vyšším stupněm integrace světelných zdrojů, jak je tomu na obr. 6.

Osvětlení poměrně rozsáhlých podzemních garáží je zde řešeno pomocí cca 3000 speciálních dílů kabelových žlabů OBO typové řady RKSM s pokročilým stupněm integrace osvětlovacích těles značky Hella. Vznikl kompaktní celek, umožňující montáž světel v relativně malé vzdálenosti pod stropem s jednoduchou instalací a dobrou odolností vůči působení vnějších vlivů, včetně nežádoucí destruktivní činnosti některých uživatelů garáží.



• Obrázek 6: LED osvětlovací tělesa Hella integrovaná v trase kabelových žlabů RKSM

Analogické řešení lze ale využít i ve spojení s jinými kabelovými nosnými systémy OBO, jako např. kanály AZ nebo nosnými lištami svítidel LTS (obr. 7). Systémové řešení zahrnuje vždy nejen příslušný díl kabelové trasy s otvorem a fixačními prvky pro svítidlo, ale i další materiál umožňující bezproblémové začlenění osvětlovacího tělesa do souvisejících rozvodů.



• Obrázek 7: Variabilní systém pro vestavbu LED osvětlovacího tělesa Hella do lišty LTR

Osvětlení integrovaných pracovišť

Společně s požadavky na úsporu nákladů na energie se i v České republice v některých, především administrativních objektech, již objevil trend zajistit všeobecně jen normami vyžadovanou minimální intenzitu osvětlení společně využívaných prostor a pracovní osvětlení jednotlivých pracovišť řešit individuálně. Tento trend podporují především tzv. integrovaná pracoviště. Jedná se v podstatě o pracovní plochu, jejíž nedílnou součástí jsou prostory pro více méně skryté uložení kabelových rozvodů pro počítač, monitor i telefon, často také v kombinaci s integrovaným světelným zdrojem pracovního osvětlení.

Tuto filozofii naplňuje variabilní systém OBO-IAS z obr. 8. Komplexně řeší systém strukturalizace skryté kabeláže a lze jej vybavit i samostatně ovládaným světelným zdrojem, dodávaným hned v několika designových variacích.



• Obrázek 8: Integrované pracoviště systému IAS s vestavěným světelným zdrojem

Závěr

Uvedené příklady aplikací kabelových úložných systémů, určených pro specifické potřeby osvětlovacích systémů, sice nepokrývají veškeré rozmanité požadavky elektrotechnické praxe, ale pro velkou většinu z nich mohou představovat opravdu efektivní a přitom estetické řešení. Mimo kvality a spolehlivosti je třeba zdůraznit jejich variabilitu, orientovanou na specifické potřeby osvětlovacích systémů. A právě této oblasti věnuje společnost OBO Bettermann Praha s.r.o. při poskytování technické podpory vždy velkou pozornost. Jedině tak lze totiž nalézt optimální řešení konkrétních úkolů rozmanité elektrotechnické praxe.

Dotazy k dané problematice, stejně jako otázky k dalším segmentům širokého výrobního programu se značkou OBO, lze zaslat prostřednictvím e-mailu:

info@obo.cz

nebo přímo na e-mail autora tohoto textu:

burant@obo.cz

Literatura

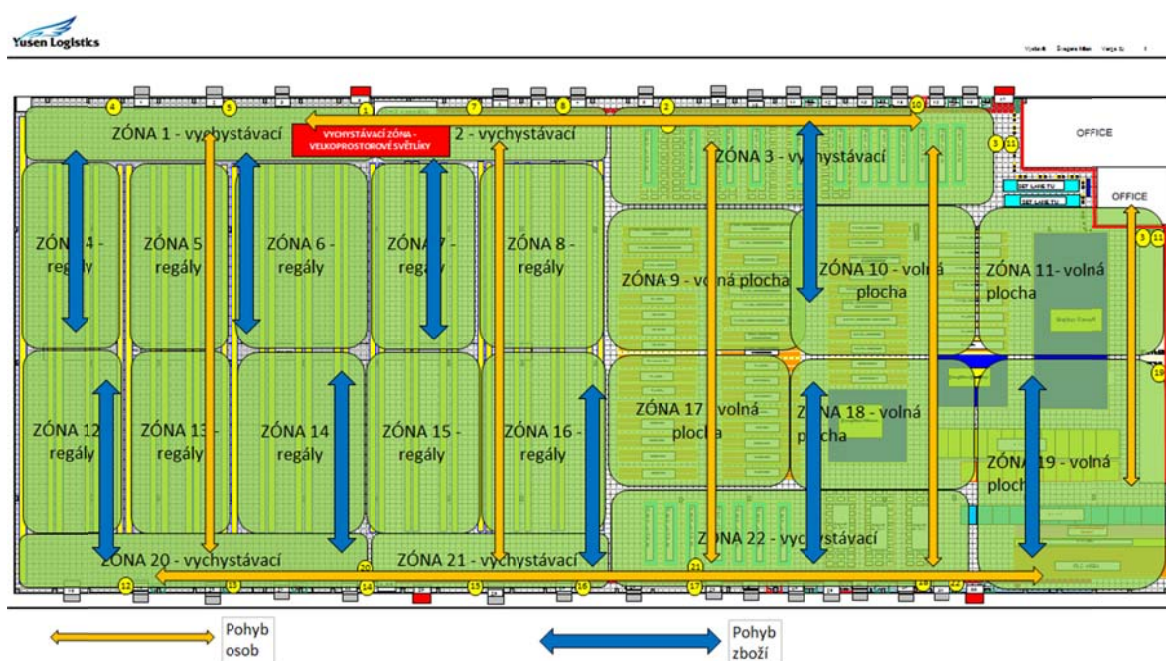
- [1] Firemní literatura firmy OBO Bettermann, SRN. Poskytnuto firmou OBO Bettermann Praha s.r.o., Modletice, ČR.
- [2] Vyhláška MV č. 23/2008 Sb. o technických podmínkách požární ochrany staveb ze dne 29.1.2008. Sbírka zákonů ČR, částka 10/2008.
- [2] Vyhláška MV č. 268/2011 Sb. ze dne 6.9.2011, kterou se mění vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb. Sbírka zákonů ČR, částka 95/2011.
- [3] ČSN EN 50085-1 ed.2: Úložné a protahovací elektroinstalační kanály pro elektrické instalace - Část 1: Všeobecné požadavky. ČNI Praha, 04/2006.
- [4] ČSN EN 50085-2-1: Úložné a protahovací elektroinstalační kanály pro elektrické instalace - Část 2-1: Úložné a protahovací elektroinstalační kanály určené pro montáž na stěny a stropy. ČNI Praha, 10/2007.
- [5] ČSN EN 61537 ed.2: Vedení kabelů - Systémy kabelových lávek a systémy kabelových roštů. ČNI Praha, 09/2007.

Inteligentní osvětlení logistických areálů

Ing. Kolda Martin, Ing. Pavol Judák

Na podzim minulého roku společnost HORMEN CE a.s. zahájila s developerskou společností PointPark Properties (P3) spolupráci při návrhu osvětlení pro novou skladovací halu DC4 v areálu PointPark D1. PointPark D1 se nachází na exitu 15 dálnice D1 v Kunicích a v dané době zde stály již tři budovy, jejichž největší nájemci jsou společnosti HOPI, Schenker, PST-CLS a Autokelly.

Nájemcem nové haly o celkové ploše téměř 20tis. m² se stala společnost Yusen Logistics. Požadavky nájemce na uspořádání haly byly od začátku jasně dané. Část haly měla sloužit jako tzv. regálová, část jako volná plocha a část obsadily vychystávací zóny pro expedici zboží. Požadavkem návrhu byla hladina osvětlenosti 300lx ve všech zónách haly a osvětlovací soustava měla mít možnost řízení intenzity osvětlení v závislosti na pohybu osob a intenzitě venkovního světla. Dalším důležitým zadávacím parametrem pro osvětlovací soustavu byl požadavek na splnění normy HACCP. Montážní výška svítidel byla stanovena na 10,5m, přičemž maximální výška regálů včetně palet byla 10m.



Při návrhu osvětlovací soustavy se na žádost nájemce uvažovaly dvě varianty se – varianta se svítidly LED a varianta se svítidly s lineárními zářivkami. Tyto dvě soustavy jsme porovnávali jak z hlediska energetické náročnosti budovy, tak z hlediska následné údržby a provozních nákladů. Vzhledem ke speciálnímu požadavku nájemce, aby byly rovnoměrně osvětleny samotné regály kvůli bezproblémovému odečítání údajů z paletových štítků a načítání čárových kódů, byla zvolena varianta se zářivkovými svítidly HALL BAY z produkce HORMEN. Svítidla jsou osazena čtyřmi světelnými zdroji Osram T5 80W, řízena elektronickými stmívatelnými předřadníky DALI od firmy Helvar a úzkozářivými, vysoce leštěnými hliníkovými parabolickými reflektory. Speciálně do regálových uliček byla tato svítidla vybavena reflektory Miro Silver s velmi vysokou účinností. Na žádost nájemce bylo svítidlo upraveno tak, aby splňovalo stupeň krytí IP40. Optická část je chráněna čířým polykarbonátovým krytem. Vyvinut byl také speciální systém zavěšení pomocí dvou Y lanek s dostatečně velkou nosností a ukončením pomocí karabin tak, aby šlo svítidlo rychle a snadno zavěsit na nosníkové upevňovací systémy pro trapézové plechy. Uspořádání a rozmístění svítidel na hale bylo provedeno tak, aby se regálová část dala případně kdykoliv rozšířit do stávající volné plochy. Vzhledem k délce pracovní doby, která byla nájemcem uvedena od 5:30 -22:20 od pondělí do pátku a vzhledem k délce trvání nájmu, byly s ohledem na údržbu osvětlovací soustavy zvoleny světelné zdroje Osram

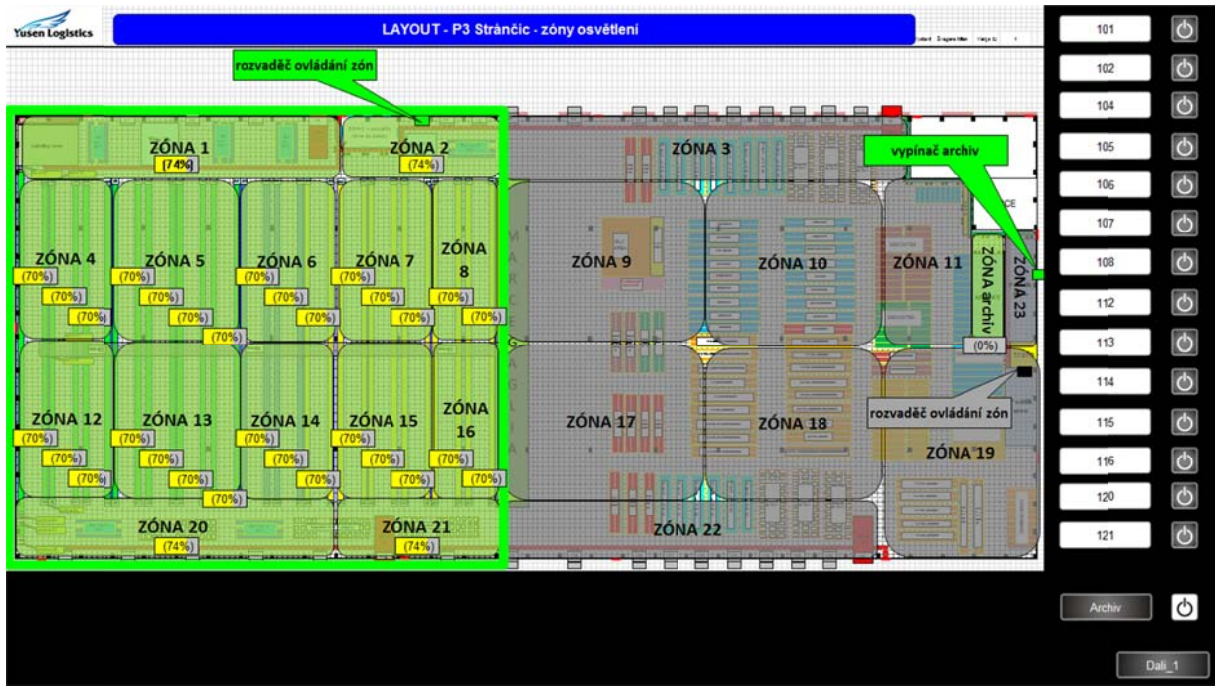
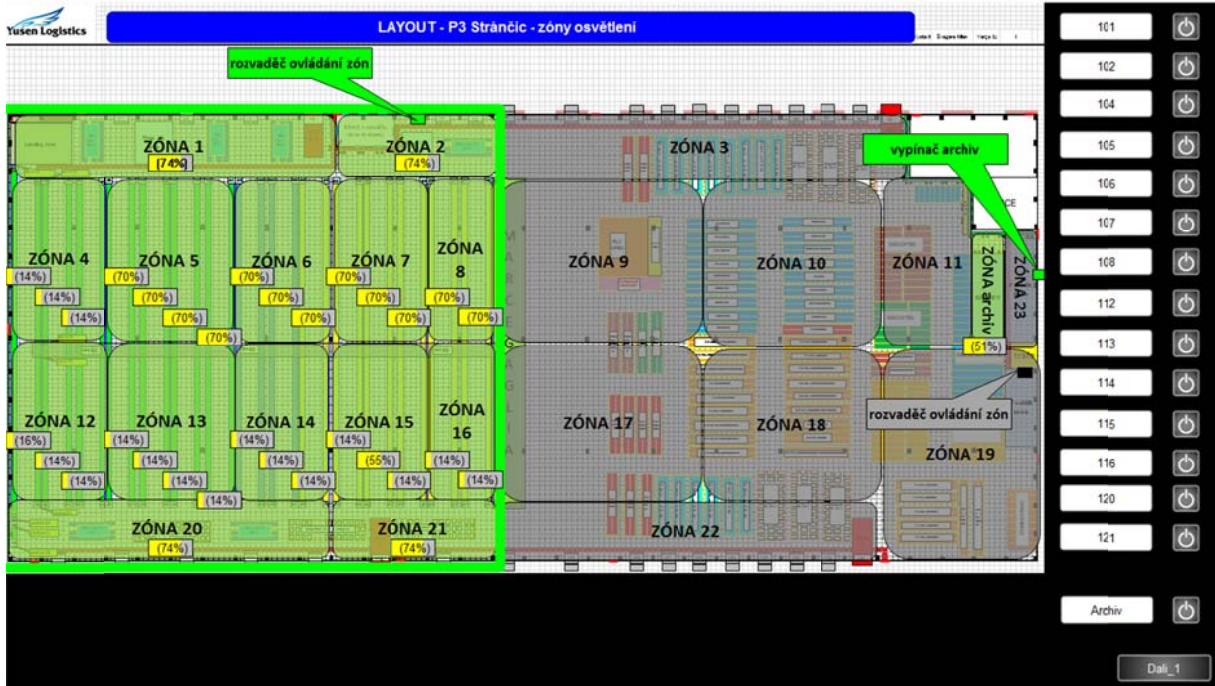
Lumilux HO 80W/840 XT s průměrnou životností 45tis. hodin. Celkem bylo dodáno 424ks svítidel o instalovaném příkonu osvětlovací soustavy 145kW a specifickém příkonu 7,6W/m².

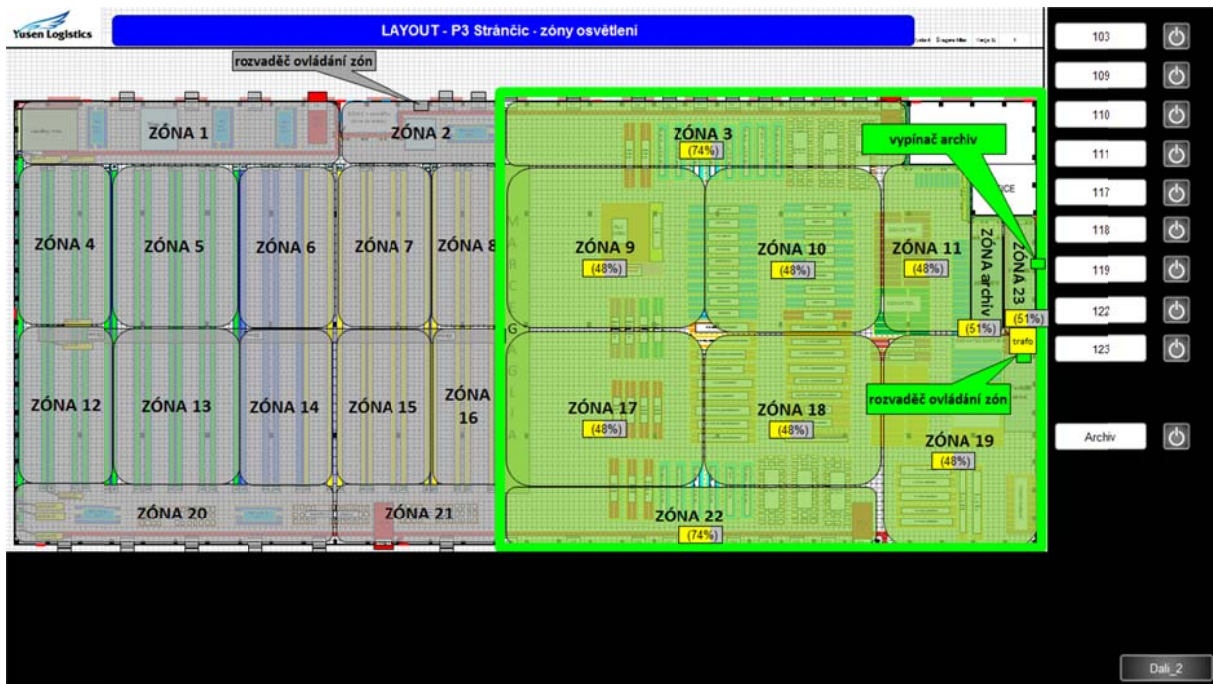
System řízení osvětlení byl ve spolupráci se společností DNA CENTRAL EUROPE navržen tak, aby reagoval na příspěvek denního světla zcela automaticky. Svítidla pod světlíky jsou ztlumena více než ostatní svítidla. Návrh respektuje zadání investora a umožňuje řízení intenzity osvětlení v závislosti na pohybu osob v regálových zónách a v závislosti na intenzitě denního světla v jednotlivých zónách vychystávací a volné plochy. System obsahuje High Bay senzory s DALI adaptérem pro komunikaci s řídicími jednotkami. Dle označených míst se počítá s lokálním ovládáním zón a také celkovým ovládáním od rozvaděčů. System také umožňuje individuální ovládání každého svítidla.



System je aktuálně nastaven takto: noční režim maximální spotřeba 66 % instalovaného příkonu a v závislosti na příspěvku denního světla příkon klesá k hodnotě 27% instalovaného příkonu. Uvedené hodnoty počítají s aktivním pohybem ve všech uličkách, což se však stává málokdy. Celkem je ovládáno 32 uliček a na požadovanou úroveň svítí jenom 5 minut po aktivaci pohybového sensoru. Samozřejmě uličky pod světlíky se v závislosti na denním světle rozsvítí na nižší příkon.

Níže je zobrazena vizualizace běžící na virtuálním serveru, ke které se mohou připojit oprávnění zaměstnanci nájemce. Zde mohou sledovat aktuální stav celé osvětlovací soustavy, případně dálkově rozsvítit nebo zhasnout příslušnou zónu, či konkrétní svítidlo.





Na základě požadavku nájemce byly doplněny další funkce řídicího systému:

1. propojení EZS se systémem osvětlení, kdy se při aktivaci poplachu rozsvítí zóny svítidel kolem pláště budovy a kamerový pohyb dokáže zachytit lépe případný pohyb na hale. Toto opatření znamenalo pro investora výhodnější pojistné podmínky.
2. Do jednoho z rozváděčů pro DALI komponenty bylo instalováno počítadlo provozních hodin pro lepší sledování životnosti světelných zdrojů a pro možnost přesnějších výpočtů skutečné spotřeby elektrické energie v závislosti na provozní době.
3. Byly instalovány podružné elektroměry měřící příkon osvětlovací soustavy pro lepší sledování úspor elektrické energie.
4. Pro případ inventur nebo jiných událostí, které předpokládají vyšší frekvenci pohybu v uličkách, se dají senzory High Bay vyřadit z provozu a uličky nasvítit trvale.

Systém také dokáže velmi rychle diagnostikovat pro údržbu stav všech svítidel a díky jednoznačné identifikaci snadnou orientaci, kde se konkrétní svítidlo nachází.

Devices	
[-] Lamp failure	
3802	@ 1.2.1.35
1410	@ 1.6.1.42
[-] Missing devices	
3001	@ 1.11.2.28

Odhadované úspory instalované osvětlovací soustavy oproti soustavě neregulované se pohybují kolem 50% v prostoru mezi regály v závislosti na četnosti pohybu zaměstnanců a kolem 20% v prostoru volné a vychystávací plochy v závislosti na denním osvětlení. Přesnější čísla reálně dosažených úspor budou známa po zahájení plnohodnotného provozu haly. Slavnostní otevření objektu proběhlo v srpnu 2013.

Denní osvětlení v praxi

Pavel Novotný, Ing.
merim@svetlo.cz

Řízením umělého osvětlení na základě úrovně denní složky ve velkých kancelářských komplexech se společně s firmou Intelligent Systems s.r.o. pana Miroslava Masopusta zabýváme již více jak 8 let. Za tuto dobu jsme řešili mnoho různých situací, a získali jsme i některá zajímavá data a poznatky, se kterými bych Vás rád seznámil.

Využití složky denního světla v pracovních prostorech má nesporně významný ekonomický přínos v úspoře energií za osvětlení. Úspory z řízení osvětlení a návratnost investice lze spočítat již v době projektování. Výpočetní programy zpracují přesné výpočty a analýzy složek denního i umělého osvětlení, procento nastavení osvětlovacích soustav a úspor z toho vyplývajících. Jako vstupní data jsou použity statistické, nebo normované údaje o stavu oblohy, východu a západu slunce a průměrných intenzitách v jednotlivých dnech roku.

V praktických realizacích se ale musíme řídit aktuální situací, reálnými hodnotami, závislostmi, vnějšími a vnitřními vlivy.

Meteostanice – oči a uši inteligentních objektů

Základem řízení velkých objektů, zejména administrativních, jsou meteostanice s čidly denního osvětlení, čidly pro určení směru a rychlosti větru, teploty a vlhkosti, umístěné zpravidla na střeše objektu (obr. 1, obr. 2). Získaná data slouží pro řízení osvětlení, žaluzií, klimatizaci, případně dalších technologií.



• obr. 1 meteostanice



• obr. 2 čidla denní intenzity

Řídicí systém pracuje s naměřenou hodnotou venkovního osvětlení, vypočtenými údaji o průběhu složky denního osvětlení ve vnitřních prostorech, s vypočtenými hodnotami osvětlení umělého.

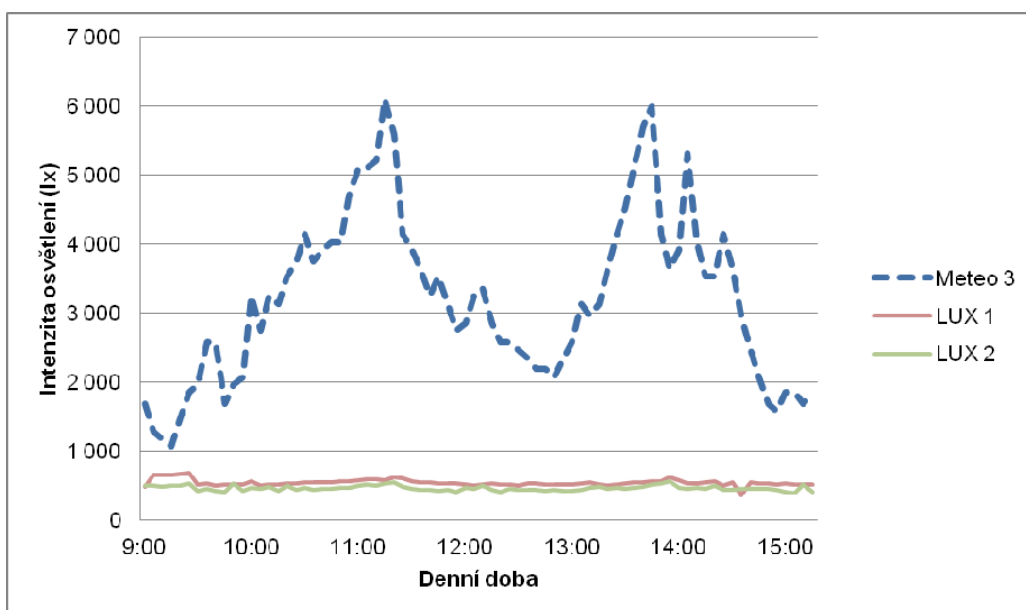
Vynásobením hodnoty venkovního osvětlení procentem denní složky v daném prostoru získáme hodnotu osvětlenosti, kterou řídicí systém nastavením úrovně umělého osvětlení dorovná do normované hodnoty. Jednoduchý princip má však svá úskalí.

Obloha – zataženo, nebo jasno

Všechny výpočetní programy počítají složku denního osvětlení z normalizované – rovnoměrně zatažené oblohy. Pro účely jednotného posuzování je to určitě nutná podmínka, ale jak je to v praxi?

Pro názornost si představme vícepatrovou obdélníkovou budovu situovanou od východu k západu. Čidla denního osvětlení umístěná na střeše budovy nám průběžně zaznamenávají hodnoty venkovní osvětlenosti. Hlavní čidlo je umístěné horizontálně, a pomocná čidla na bocích budovy vertikálně.

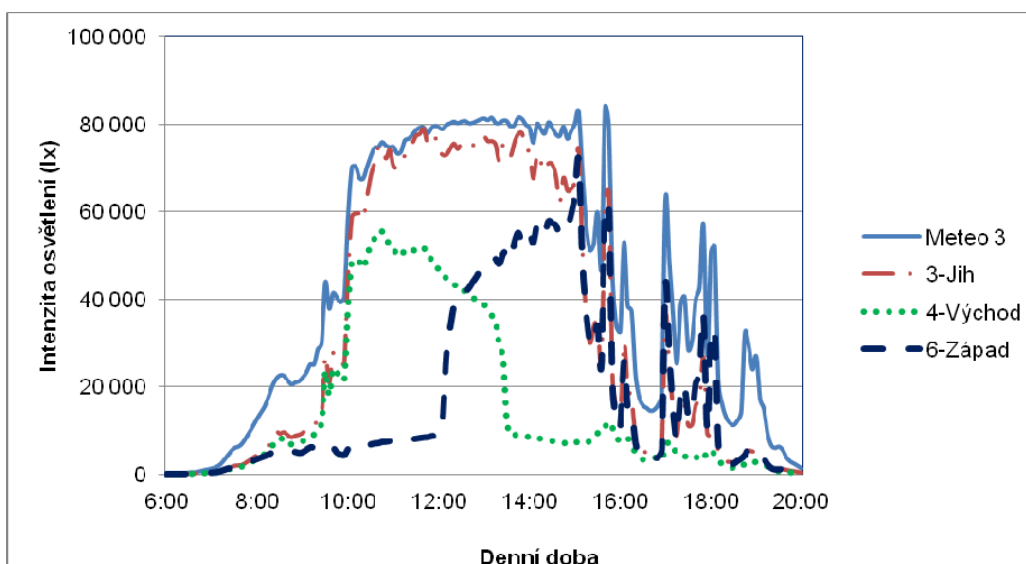
Na grafu 1 je zaznamenán průběh při rovnoměrně zatažené obloze.



• graf 1 rovnoměrně zatažená obloha

Nejvyšší naměřená hodnota je pochopitelně z čidla hlavního s horizontální polohou. Průběh hodnot vertikálních čidel koresponduje s hlavním horizontálním čidlem a hodnoty odpovídají předpokladům. Protože v tento den byla obloha zatažena velmi „těžkými“ mraky, jsou velmi malé rozdíly v hodnotách mezi jednotlivými vertikálními čidly.

Při jasné obloze zaznamenáme výrazné rozdíly. Můžeme pozorovat cestu slunce od východu k západu (graf 2).



• graf 2 jasná obloha, odpoledne pojasno

Nejvyšší hodnotu z hlavního čidla (Meteo 3) – v podstatě kopíruje čidlo na jižní straně budovy (3-Jih). Východní strana má své maximum v dopoledních hodinách (4-Východ), zatímco západní strana je stále ve stínu od vlastní budovy. V poledne se hodnoty na východní a západní straně vyrovnávají a dalším posunem slunce začíná stoupat hodnota na západní straně. V odpoledních hodinách se začala tvořit kupovitá oblačnost a lze vypořadovat velmi dynamické změny v intenzitách.

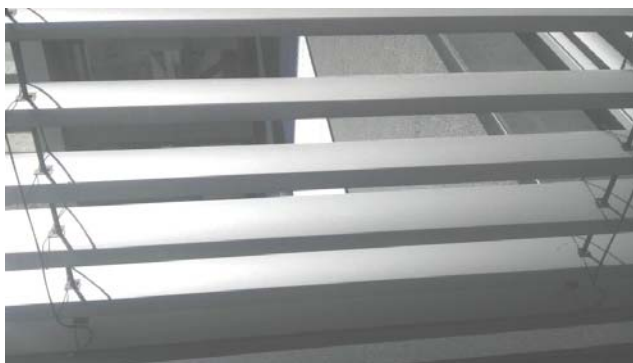
Co z toho vyplývá pro naše řízení a ekonomické odhady?

Do řídicího systému musíme zavést směrovou korekci, na odvrácených stranách budovy budeme svítit více.

Žaluzie – stíní, pomáhají, mění

Všechny výpočetní programy pro výpočet denní složky osvětlení umožňují zadat koeficienty konstrukce a stínících prvků. Moderní žaluziové systémy pracující v automatických režimech nastavují polohu žaluzií dle aktuálního jasu a polohy slunce tak, aby do místnosti proniklo maximální možné množství denního světla, ale žádný přímý paprsek od slunce.

Na obr. 3 a obr. 4 lze vyzorovat překrytí stínění jednotlivých žaluzií při jasném počasí.



• obr. 3 žaluzie poloha 90°

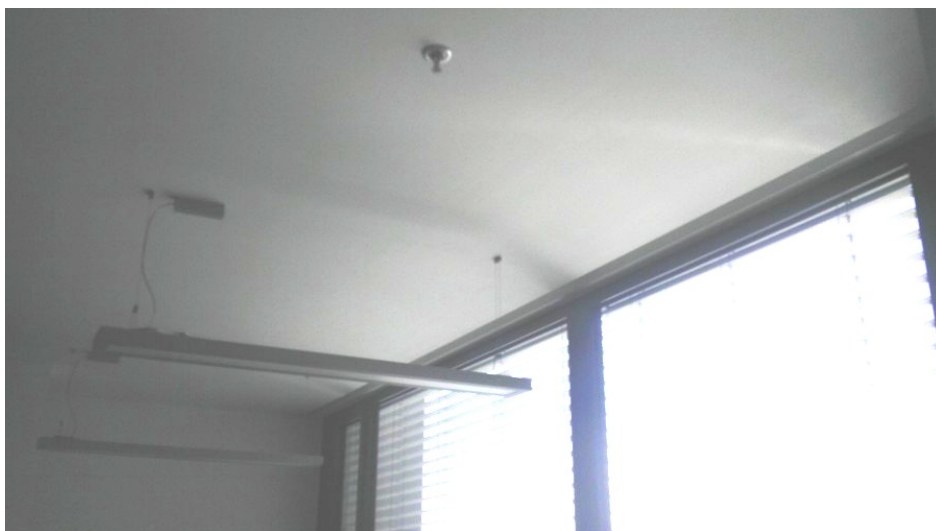


• obr. 4 žaluzie poloha 90°, vnitřní roh

Pro nás to znamená zavést další korekci na polohu žaluzie.

Bohužel, jednoduchá korekce funguje opět pouze při rovnoměrně zatažené obloze, ale to jsou žaluzie zpravidla vytažené. Při jasné, nebo polojasné obloze nám odraz od žaluzie vytvoří na stropě velmi intenzivní sekundární zdroj světla, který nám výrazně změní průběh složky denního osvětlení v místnosti.

Na obr. 5 a obr. 6 je patrný intenzivní odraz na stropě od žaluzií v poloze 90°.

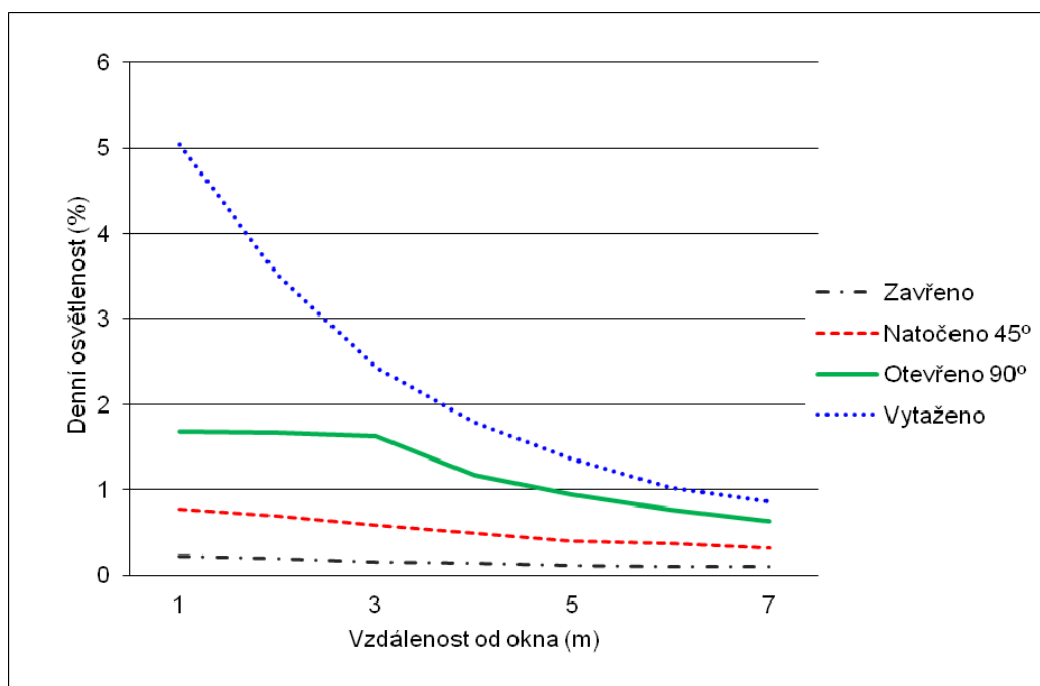


• obr. 5 odraz na stropě



• obr. 6 odraz na stropě

Podrobným měřením denní složky osvětlení v ose kolné na okenní otvory při různých polohách žaluzie získáme zajímavé průběhy (graf 3).



• graf 3 průběh složky denního osvětlení v závislosti na natočení žaluzie

Při vytažených žaluziích je průběh složky denního osvětlení v předpokládaném tvaru.

U zavřené, nebo jen částečně natočené žaluzii je pochopitelně procento denní složky malé a změna průběhu minimální.

Patrný vliv odrazu od stropu je při nastavení žaluzie do vodorovné polohy. Žaluzie plní svou úlohu stínícího prvku a snižuje množství světla pronikajícího do místnosti o cca 2/3, ale není zde zaznamenán téměř žádný pokles až do vzdálenosti cca 3 m od okna a to právě vlivem odrazu od stropu. V další části místnosti je průběh již standardní. Vzhledem k tomu, že pracovní místa jsou zpravidla v tomto prostoru, jedná se o významný poznatek.

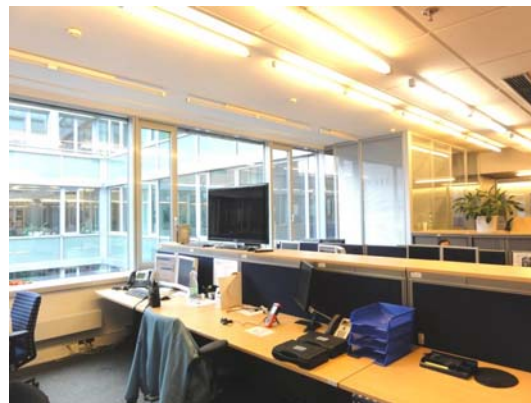
Pracoviště – se sdruženým osvětlením

Umělé osvětlení ve velkoplošných kancelářích je navrhováno pro rovnoměrné osvětlení celého prostoru na samé hranici normovaných hodnot. Většinou nesouhlasí počet svítidel s počtem a umístěním pracovišť. Z tohoto důvodu musí i řízení intenzity probíhat plošně.

Pokud je instalováno zařízení kanceláří v souladu s projektem a stoly s vnitřními přepážkami jsou kolmo na okenní otvory, tak řízení umělého osvětlení není zásadním způsobem zkomplikováno (obr. 7 a obr. 8).

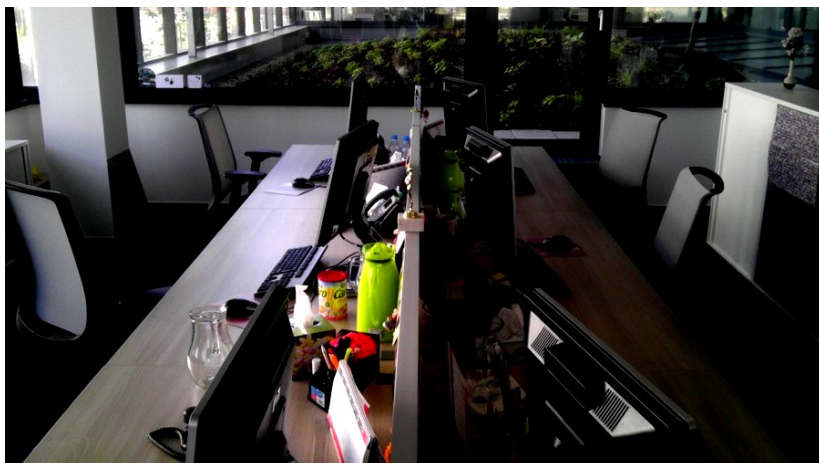


• obr. 7 zařízená kancelář



• obr. 8 zařízená, používaná kancelář

Problém nastává v případě otočení stolů o 90° (obr. 9).



obr. 9 otočené pracoviště

Potom může dojít k situaci, kdy běžně instalované přepážky mezi pracovními místy stíní tak intenzivně, že na pracovním místě u okna je běžně 3.000 lx a za přepážkou 300 lx. Pocity pracovníků – jeden má intenzivně osvětlený monitor a druhý sice velmi dobře na monitor vidí, ale pozadí má s velmi vysokým jasem. Zdravotní a psychické problémy jsou pochopitelně svedeny na umělé osvětlení.

Ovlivnění okolím – počítejme s ním

Všechny výpočetní programy pro výpočet denní složky osvětlení umožňují zadat koeficienty vlivu okolních staveb, ale teorie opět funguje pouze s „normovanou“ oblohou.

Okolní budovy velmi výrazným a zásadním způsobem zasahují do režimu složky denního osvětlení, a to zpravidla negativně.

Například západní strana budovy má ráno žaluzie vytažené, sousední budova žaluzie na jižní straně zatáhne, sklopí a nám do prostoru pošle přímý odraz. Ten nám sice zvýší intenzitu v místnosti, ale současně způsobí nepříjemné jasové kontrasty. V místnostech se mohou projevit i další nepříjemné odrazy (obr. 10).

Nejen budovy, ale i příroda pracuje proti nám. Hovoříme zde o vícepatrových budovách, novostavbách. Korekci po patrech již máme zavedenou, ale je třeba ji pravidelně kontrolovat, zejména v nižších patrech. Zde postupem let dochází k růstu vegetace s možností výrazného zastínění (obr. 11).



obr. 10 odrazy od okolí



obr. 11 stínění vegetací

Lidská tvořivost – vždy překvapující a nevyzpytatelná

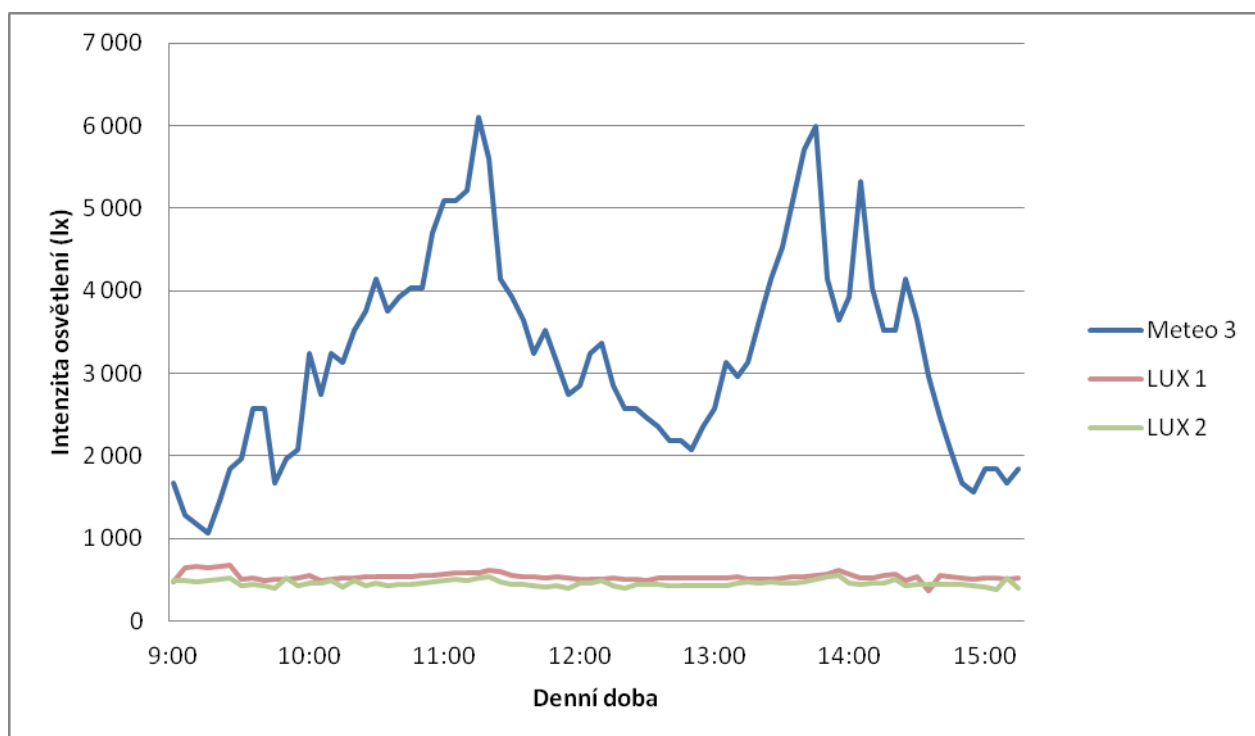
Spočítali jsme, co se dalo, zavedli korekce a koeficienty na spousty parametrů a vlivů, ale na lidskou tvořivost jsme zatím bohužel koeficient nenašli (obr. 12).



obr. 12 individuální úpravy pracovišť

Ověření a kontroly – důvěřuj, ale prověřuj

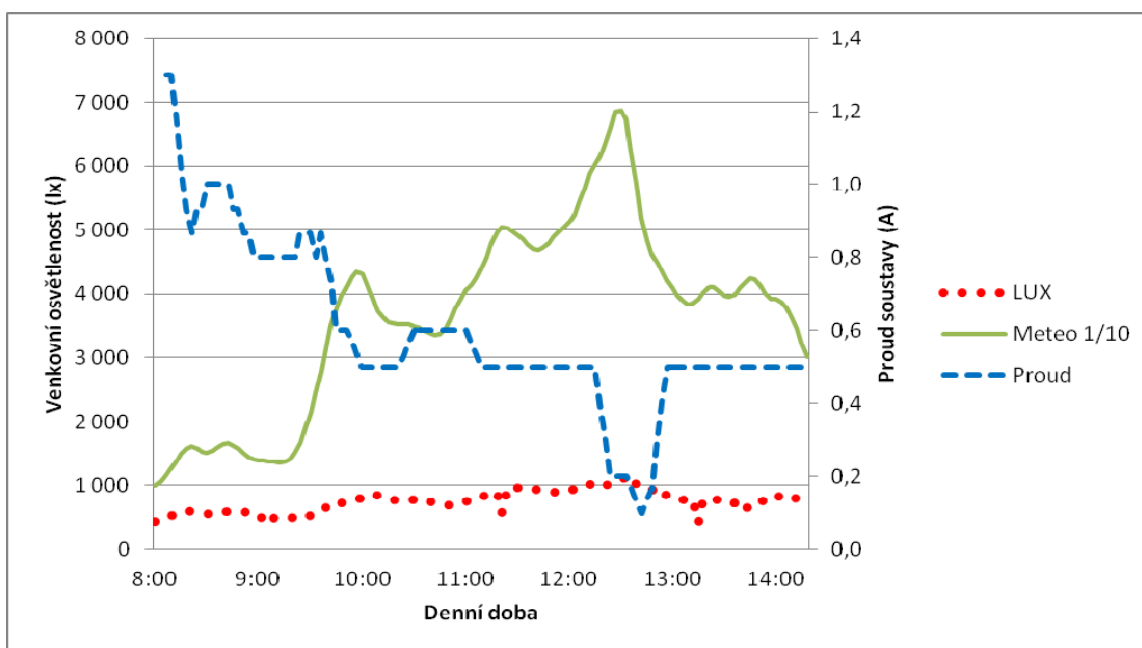
Instalaci a parametrizaci systému naše činnost na realizacích nekončí. Každoročně jsou prováděna kontrolní měření zejména na pracovištích, kalibrace čidel a kontrola funkčnosti systému. Na následujícím grafu 4 je znázorněn průběh intenzity osvětlení během pracovní doby. Průběh na grafu 4 byl pořízen při zatažené obloze.



• graf 4 průběh intenzity osvětlení během pracovní doby

Kontrolovaná pracoviště jsou na různých místech budovy. LUX1 je pracoviště v I.NP na severní straně budovy, LUX2 je pracoviště ve IV.NP na jižní straně budovy. Z grafu je zřejmá dobrá funkce systému, intenzita na pracovištích neklesá pod 500 lx ani při změnách ve venkovním prostředí.

Na grafu 5 je současně zaznamenán průběh venkovní osvětlenosti (Meteo 1/10), intenzita na vybraném pracovišti a proud příslušné osvětlovací soustavy.



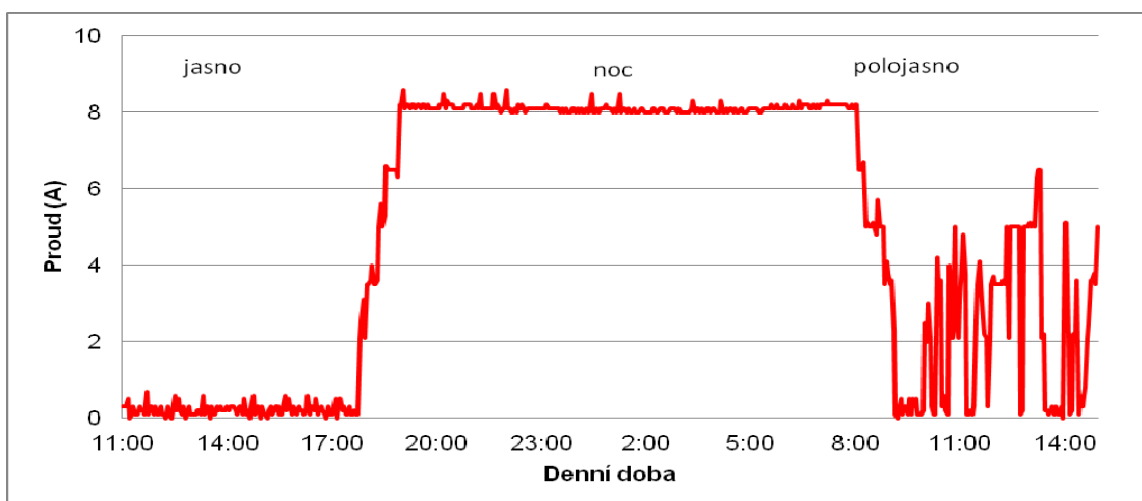
• graf 5 průběhy osvětlenosti a proudu

Měřeno za slunečného počasí s ojedinělými oblaky (pro lepší názornost je uvedena hodnota Meteo 1/10 pouze 10 % skutečné venkovní úrovně osvětlenosti).

Po celou pracovní dobu neklesne hodnota osvětlenosti na pracovišti pod 500 lx. Současně se zvyšující se hodnotou venkovní osvětlenosti klesá spotřeba energie osvětlovací soustavy.

V průběhu dne dochází k občasnému zvýšení spotřeby soustavy umělého osvětlení v důsledku potřeby zvednout podíl umělé složky osvětlení, což je reakce na změnu polohy žaluzie (přivření).

Průběh proudu na grafu 6 je z výrobního objektu s horními osvětlovacími otvory. Záznam byl pořízen 29.3., tedy blízko data rovnodennosti.



• graf 6 průběh proudu v čase

První třetina grafu je jasné odpoledne, do západu slunce je soustava vypnutá, malé proudy jsou pouze trvalé napájení předřadníků. Po západu slunce a přes celou noc je maximální odběr soustavy. Výkon jednotlivých svítidel je nastaven tak, aby v prostoru bylo požadovaných 750 lx. Ráno bylo jasno a soustava opět automaticky snížila výkon. Od 10. hodiny nastal přechod fronty a systém na tuto změnu reaguje regulací výkonu osvětlovací soustavy. Objekt je kombinace velmi dobrého stavebního řešení s velkými difuzními světlíky, kvalitních svítidel a fungujícího řízení.

Závěrem

Díky letité zkušenosti získané praxí při realizacích, po zapracování získaných podnětů do řídicího systému partnerské organizace Intelligent Systems a konzultacemi s odborníky napříč profesemi, jsme se posunuli od teoretických úvah a laboratorních pokusů k úspěšným aplikacím v praxi, z nichž některé získali mezinárodní uznání. I přes úspěšné realizace a funkční řešení stále nacházíme nové podněty a poznatky, které následně doplňujeme do stávajících aplikací. Úspěšně realizované aplikace nás naplňují optimizmem, že směr, kterým jsme se vydali je správný a slouží ke zvýšení kvality pracovního prostředí a zároveň ke snížení spotřeby energií.

- [1] ČSN 73 0580-1 Denní osvětlení budov – Část 1: Základní požadavky
- [2] ČSN 73 0580-4 Denní osvětlení budov – Část 4: Denní osvětlení průmyslových budov
- [3] ČSN 36 0020 Sdružené osvětlení
- [4] ČSN 36 0011-2 Měření osvětlení vnitřních prostorů – Část 2: Měření denního osvětlení
- [5] Datový archiv Intelligent Systems s.r.o.
- [6] Fotoarchiv autora

Ochrana proti přepětí zařízení ovládajících osvětlení

Ing. Ladislav Juchelka

REPOS TECHNIK s.r.o., www.repostechnik.cz, ladislav.juchelka@repostechnik.cz

Přepět'ové ochrany pro sítě nn podle ČSN EN 61643-11 / A11:

Typ 1 (svodiče bleskových proudů) – vyhovují zkouškám třídy I

SPD určená ke svedení vysoké energie bleskového proudu a současně zajišťující vyrovnaní potenciálu v případě přímého úderu blesku. Instalují se obvykle v hlavním rozvaděči (na rozhraních LPZ 0/1).



• obrázek 1 „Jiskřiště“



obrázek 2 „Zapojení jiskřiště v rozvaděči“

Typ 1+2

Označení pro SPD vyhovující zkouškám třídy I a třídy II.



• obrázek 3 „Kombinovaná ochrana typu 1+2“



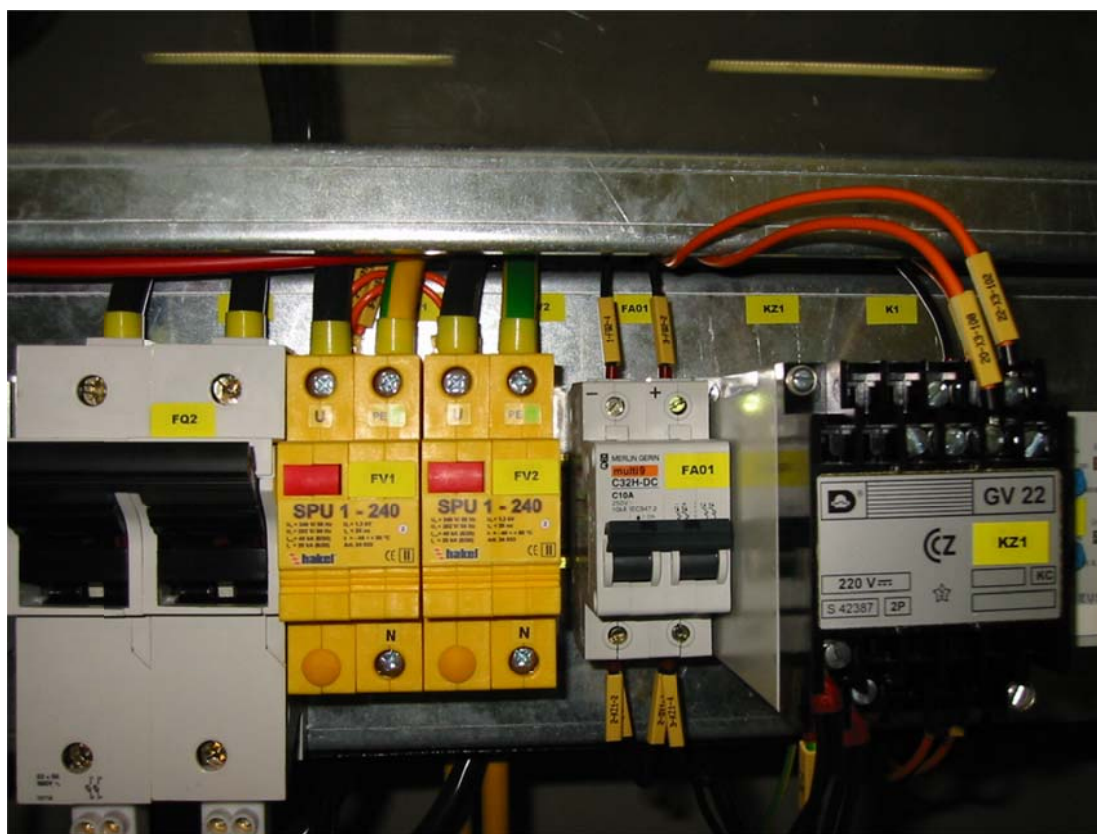
- obrázek 4 „Zapojení kombinované ochrany v rozvaděči“

Typ 2 (svodiče přepětí) – vyhovují zkouškám třídy II

SPD určená k vyrovnání potenciálů a svedení energeticky méně náročných impulzů (spínací přepětí, indukované přepětí, zbytkové přepětí za SPD typu 1). Mají nižší (lepší) napěťovou ochrannou hladinu. Instalují se blíže k chráněnému zařízení (na rozhraní LPZT 1/2), obvykle v podružných rozvaděčích.



- obrázek 5 „Ochrana typu 2“



- obrázek 6 „Příklad zapojení ochrany typu 2“

Typ 3 (svodiče přepětí) – vyhovují zkouškám třídy III

Nejjemnější stupeň kaskády SPD, instaluje se u chráněného zařízení. Často bývá kombinován s vf (RFI/EMI) filtrem.



- obrázek 7 „Ochrana typu 3“



- obrázek 8 „Ukázka zapojení ochrany typu 3“

Rázové oddělovací tlumivky

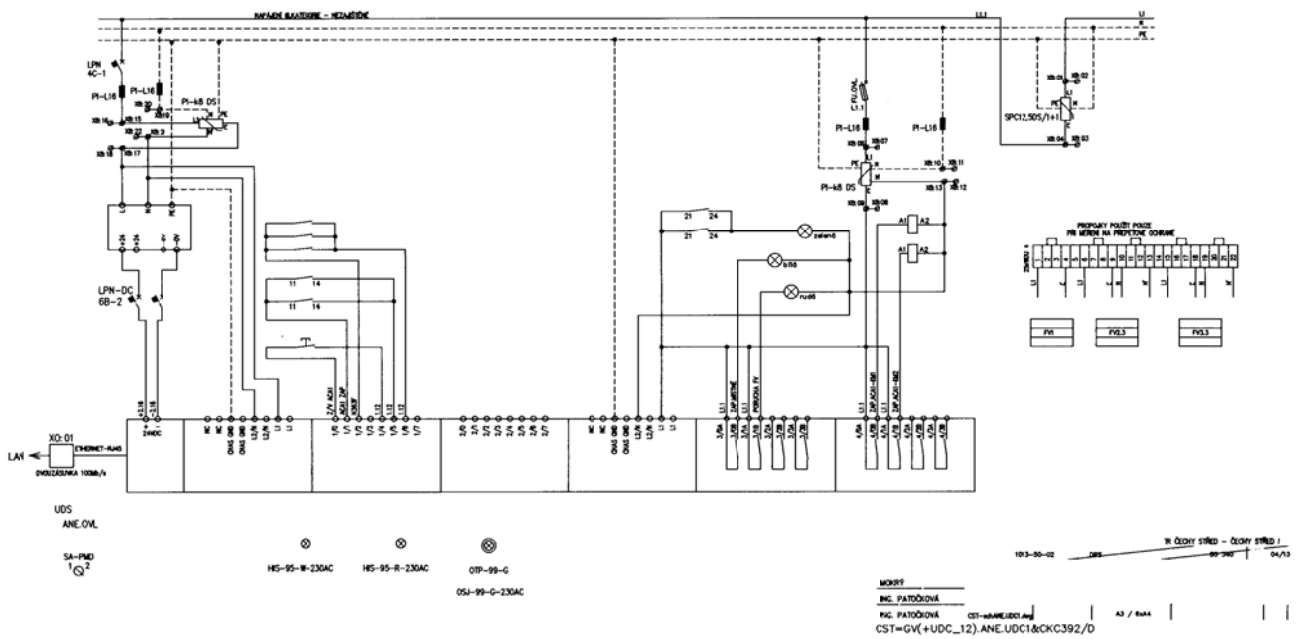
Rázové oddělovací tlumivky pro jmenovité proudy 16, 32, 63, 80 a 120A. Tyto tlumivky, někdy též označované jako oddělovací impedance, zabezpečují tzv. energetickou koordinaci mezi svodiči typu 1 a typu 2. stupně ev. mezi svodiči typu 2 a typu 3 podle normy IEC 1024-1 a ČSN EN 61643-11 tam, kde není mezi nimi zajištěna dostatečná vzdálenost (týká se případů, kdy v jednom rozvaděči jsou umístěny 2 následné stupně).



- obrázek 9 „Rázová tlumivka“



• obrázek 10 „Příklad zapojení rázové tlumivky“



Konkrétní příklad ochrany napájení ovládání osvětlení v rozvodně ČEPS, a.s.

Řízení funkcí v budovách jedinou celosvětově normalizovanou systémovou instalací KNX

Josef Kunc, Ing.

ABB s.r.o. Elektro-Praga Jablonec nad Nisou, www117.abb.com, josef.kunc@cz.abb.com

I v České republice je stále častěji využívána celosvětově normalizovaná soustava systémových elektrických instalací KNX. Jen pro připomenutí: jedná se o stavebnicový, decentralizovaný systém s přenosem informací po sběrnici, doplnkově po silovém vedení anebo také s bezdrátovou komunikací. Na produkci a dodávkách programovatelných stavebnicových prvků se podílí více než 300 výrobních firem z celého světa. Nesmírnou předností tohoto systému je možnost bezproblémové vzájemné komunikace mezi přístroji všech těchto výrobců – členů mezinárodní asociace KNX. Na společné sběrnici probíhá řízení všech funkcí, podílejících se na zajištění požadovaného způsobu provozu budovy, tedy nejen osvětlení, ale také vytápění, stínění, klimatizace atd. Lze konstatovat, že mezi projektanty, ani mezi elektromontéry snad není nikdo, kdo by o tomto systému alespoň něco nezaslechl.

Jak náročné je zapojení KNX instalace?

Při vhodném rozmístění rozvaděčů v objektu je zapojení silových obvodů výrazně jednodušší a tedy i přehlednější, než v instalaci klasické. Znamená to proto nejen značné snížení montážní pracnosti, ale také nižší pravděpodobnost chyb vznikajících během montáže. Všechny přístroje, v instalaci použité, musí být vzájemně propojeny sběrnici – dvoužilovým vedením. Je ovšem nezbytné použít předepsaný typ sběrnicevého kabelu. Nelze totiž používat libovolné sdělovací kabely, s ohledem na správnost komunikace a také vzhledem k tomu, že sběrnice a všechny k ní připojené přístroje jsou součástí soustavy bezpečného malého napětí SELV. Proto je přípustné použít pouze kabelů YCYM 2x2x0,8, anebo JYstY 2x2x0,8 při jejich uložení předepsaným způsobem.

Až neskutečnou jednoduchost zapojování přístrojů na KNX sběrnici můžeme demonstrovat na příkladu kombinovaného, vícenásobného tlačítkového snímače, obsahujícího také prostorový termostat a přijímač pro dálkové infračervené ovládání podle obr. 1. Tento přístroj je naprogramován pro řízení provozu tří spínaných a stmívaných svítidel, dvou svítidel pouze spínaných a jedné žaluzie. Kromě toho řídí teplotní režim v místnosti. Pro všechny tyto funkce postačí pouze dvou vodičové připojení do obvodu KNX sběrnice. Kdežto v klasické instalaci by to znamenalo použití 6 tlačítkových přístrojů a jednoho termostatu, přičemž každý z přístrojů musí být připojen do samostatného proudového okruhu pro ovládání příslušného elektrického předmětu. Avšak při maximálním využití všech programových možností zde zmíněného KNX přístroje, je možné jím ovládat až 27 různých elektrických předmětů (spínání, stmívání, žaluzie apod.) + teplotní režim v místnosti a to stále se dvou vodičovým připojením. Veškeré komunikační vazby jsou vytvářeny pouze softwarově, což přináší obrovskou výhodu: Možnost snadné, rychlé, téměř bezpracné změny ve způsobech ovládání a přiřazení ovládaných předmětů pouhým přeprogramováním.



• Obr. 1: Několikanásobný kombinovaný ovládací přístroj pro KNX instalaci

Přestože je tento systém elektrické instalace, která je jako jediná celosvětově normalizovaná, a je používán po celém světě ve stále širším měřítku, v České republice je trend růstu jejího využívání poněkud pozvolnější, a to i ve srovnání např. se sousedním Polskem, kde je montován již v cca 65% nově budovaných komerčních a podobných

objektech [1]. Je velice obtížné stanovit příčiny tohoto pozvolnějšího pronikání pokrokové a navíc vysoce spolehlivé, dlouhoživotnostní techniky do elektrických instalací u nás.

Domnívám se, že jednou z příčin jsou určité obavy některých projektantů a následně také pracovníků elektromontážních firem z něčeho neznámého. A také některými odpůrci bohužel zcela neoprávněně odsuzovaného systému, s jejich označováním jako systému nespolehlivého, drahého, složitého, neúměrně náročného na znalosti apod.

Názor všech, kteří se detailně seznámili s KNX systémem, je ovšem zcela jiný. Je jisté, že je nutné systém pochopit a naučit se s ním pracovat. To je ovšem nezbytné při každé činnosti.

Velice si vážím práce všech projektantů, kteří zvládli složitou činnost při vytváření kvalitních osvětlovacích soustav. Domnívám se, že tato činnost je mnohem náročnější, než vytváření KNX systémových instalací. A je tomu tak proto, že tento systém byl již od samého jeho počátku vytvářen tak, aby s ním mohl pracovat nejen každý vyškolený projektant, ale i každý vyškolený nebo jen řádně zaškolený montér na stavbách.

Protože jsou však značné rozdíly mezi klasickými instalacemi a KNX systémovými rozvody, je důležité absolvovat alespoň tzv. základní kurs KNX ukončený závěrečnými testy (teoretickým a praktickým). Každý úspěšný absolvent se stává oficiálním Partnerem KNX, je uveden v mezinárodní databázi – jeho certifikace pro práce s KNX instalacemi platí pro celý svět.

KNX systém není drahý

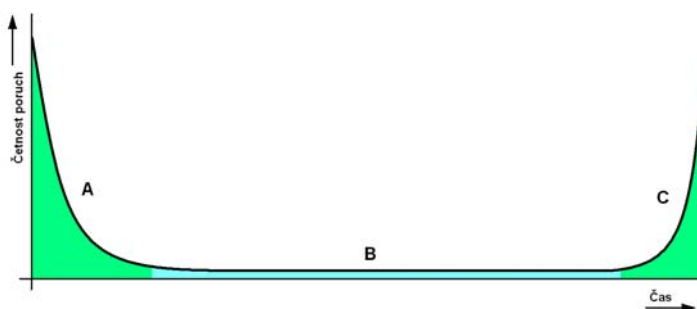
Při posuzování ceny instalace je nutné vycházet z požadavků na funkcionalitu. Nepožaduje-li uživatel od instalace nic jiného, než prosté spínání světlidel v objektu bez jakékoli regulace vytápění, bez požadavků na stínění, potom mu zcela určitě postačí klasická instalace, která bude v jeho případě zhruba o 60% až 70% levnější, než stejně výkonná instalace systémová.

Představme si však instalaci obvyklou v nynější době, tedy instalaci, v níž potřebujeme řídit osvětlení na stálou osvětlenost, regulovat teplotu, zajistit vhodné pracovní prostředí mj. také použitím žaluzií a ve zcela neposlední řadě zajistit co nejvyšší energetickou efektivitu budovy. Zde zjistíme, že klasické metody vytváření komplexních instalací tím, že budou využívány na sobě nezávislé a vzájemně nespolečující řídicí soustavy, vytvořené vždy pro omezený rozsah funkcí (např. pro řízení vytápění), budou nejen složitější, ale také dražší, než instalace systémové. Přitom není nutné šmahem odsuzovat možnosti použití specializovaných řídicích systémů. Určitě bude výhodné použití těch autonomních systémů, které používají otevřené komunikační protokoly anebo rozhraní na takovéto protokoly, dovolující plnohodnotnou spolupráci s dalšími dílčími částmi celé systémové instalace.

KNX systém je provozně spolehlivý, s dlouhou životností

Všechny výrobky nabízené jednotlivými výrobci k připojení ke sběrnici KNX podléhají povinnému schvalování v některé ze zkušeben, pověřené Mezinárodní asociací KNX ke zkušebním činnostem. Všechny výrobky musí vyhovovat nejen mezinárodním normám na elektrickou bezpečnost a elektromagnetickou kompatibilitu, ale mj. musí vyhovět i přídatným zkouškám odolnosti proti účinkům přepětí vznikajících ze spínacích procesů (požadavky jsou shodné, jako na výrobky pro průmyslové aplikace – tedy náročnější, než na podobné výrobky, avšak používané v klasických elektrických instalacích). Proto v jejich výrobě musí být používány kvalitnější, tedy i dražší součástky, zajišťující vyšší spolehlivost a také výrazně delší životnost těchto přístrojů.

Jisté není žádným tajemstvím fakt, že větší část poruch na elektronických zařízeních je způsobena přepětími. Důležitým opatřením (jehož kvalita ovšem závisí na projektantovi a dodavateli KNX instalace) je důsledné používání svodičů přepětí a to i na sběrnici. Spolehlivost instalace ovlivňuje i správný způsob montáže. Především je potřebné omezit vytváření smyček, v nichž by se mohlo např. při blízkém atmosférickém výboji naindukovat nepřiměřeně vysoké přepětí.



• Obr. 2: Gaussovo rozdělení četnosti poruch, v závislosti na době provozu

S ohledem na praktické zkušenosti s KNX instalacemi používanými teprve o něco více než 20 let, berouce v úvahu Gaussovo rozdělení pravděpodobnosti vzniku poruch na jakémkoli zařízení (obr. 2), můžeme tvrdit, že střední životnost těchto instalací musí být výrazně vyšší než 20 let. Poruchovost i v těch nejstarších instalacích se totiž stále pohybuje v pásmu B grafu. (Pásmo A = zahořování – vadné přístroje jsou vyměňovány v záruční lhůtě. Pásmo B = doba běžného provozu s velmi nízkou poruchovostí jednotlivých přístrojů. Pásmo C = období končící životnosti instalace s narůstající poruchovostí přístrojů, kdy je potřebné zahájit rekonstrukci.)

Podle dosavadních zkušeností je zřejmé, že případné rekonstrukce systémových KNX instalací, které již v některých případech probíhají, nejsou dány nízkou životností, ale např. nedokonalostmi v předchozím návrhu instalace, vyššími požadavky na funkcionalitu, případně morálním zastaráním některých částí instalace.

Jak se stát certifikovaným Partnerem KNX?

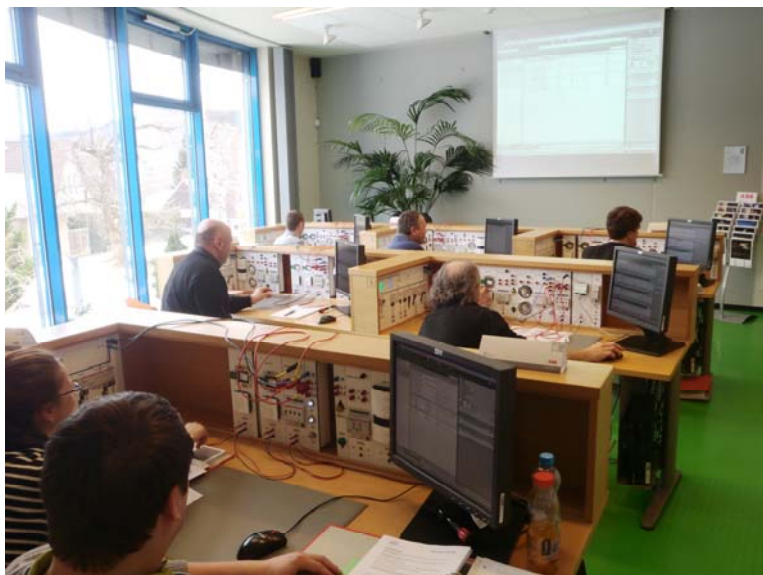
Docela jednoduše. Přihlásit se ke školení v některém z 262 školicích center rozmístěných v 50 zemích světa, Tato školicí centra jsou certifikována Mezinárodní asociací KNX pro pořádání základních kursů. Pro výuku jsou asociací vypracovány jednotné výukové podklady i materiály pro závěrečné testy. Náročnost školení je tedy shodná ve všech těchto školicích centrech.

Pro zájemce z České nebo Slovenské republiky je výhodné využít možnosti studia v češtině např. ve školicím centru při ABB s.r.o. Elektro-Praga v Jablonci nad Nisou. K účasti je potřebné se prostřednictvím internetu bezplatně zaregistrovat jako partner ABB. Poté se může přihlásit k účasti na základním kursu, přičemž je potřebné uhradit zpravidla pouze symbolický registrační poplatek. V celotýdenním kursu se zajištěným občerstvením je potom formou prezentací probírána potřebná teorie související s KNX instalacemi. Polovina času je věnována praktické práci s projekčním a programovacím nástrojem ETS. Poslední den probíhají testy.

Před vlastní účastí na kursu je nezbytné vytvořit na stránkách Mezinárodní asociace <https://onlineshop.knx.org> tzv. osobní účet (bezplatný), což jsou ve skutečnosti osobní stránky každého, kdo si tento účet vytvoří. K těmto osobním stránkám, kromě vlastníka účtu, mají přístup pouze pracovníci Mezinárodní asociace KNX v Bruselu a pouze částečně školicí centra (pro registraci školení a pro zapsání výsledků testů).

Prostřednictvím osobního účtu si každý může bezplatně stáhnout základní software ETS a nainstalovat jej do svého PC v Demo verzi. Je však možné bezplatně získat tzv. školní verzi ETS – licenci na ETS Lite, dovolující vytvářet, programovat a diagnostikovat projekty obsahující až 20 účastníků na sběrnici. K tomu postačí úspěšně absolvovat velice jednoduchý internetový předstupeň kursu – eCampus, opět prostřednictvím svého onlineshop účtu. Pro absolvování tohoto krátkého kursu je možné volit z několika jazyků, včetně češtiny. Doporučujeme, aby každý zájemce o základní kurs využil nejdříve tuto možnost úvodního seznámení se s problematikou KNX.

Výše zmíněné školicí centrum v Jablonci pracuje již od roku 2006 a kromě základních kursů pořádá i nástavbové kursy, v nichž se Partneři KNX mohou dále vzdělávat. V základních kursech získalo v tomto centru možnost používat logo Partner KNX již více než 400 osob z České a Slovenské republiky, ale i z Běloruska a z Gruzie.



Obr. 3: Pohled do učebny pro KNX praktická cvičení

Literatura a odkazy

- [1] BSRIA European Smart Home Research, <http://www.knx.org/news-press/press-room/>
- [2] Materiály školicího centra v Jablonci nad Nisou
- [3] Archiv autora

Možnosti využitia LED systémov a technológií na zlepšenie energetickej hospodárnosti budov

Grinaj, Lukáš, Ing.; Smola, Alfonz, prof., Ing., PhD.
STU, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Ústav elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky,
lukas.grinaj@stuba.sk, alfonz.smola@stuba.sk

Úvod

Nasadzovanie LED technológie sa stretáva s čoraz väčším ohlasom u ľudí. Obľubu dosahujú vďaka svojej dlhej životnosti, úspornosti a možnosti prispôsobenia parametrov svetelného zdroja, prípadne svietidla. Normy a predpisy požadujú hospodárne využívanie energetických zdrojov. STN EN 15193 predpokladá používanie inteligentných elektroinštalácií, kde v prípade LED technológie vznikol nový otvorený štandard Ledtron. Umožňuje stmievanie, ako aj efektívne riadenie osvetľovacích LED retrofitov zaradených do sústavy.

Skutkový stav

Zákaz predaja žiaroviek začal 1. septembra 2009 zakázaním energetickej triedy F a G. Postupne udávala EÚ požiadavky na žiarovky, ktoré museli spĺňať kategóriu C a vyššiu. V dnešnej dobe sú zvýšené požiadavky na príkon a kvalitu. Od 1. septembra 2016 má byť zákaz všetkých žiaroviek energetickej triedy C, okrem čírych halogénových žiaroviek s päticou R7s a G9. Všetky ostatné číre žiarovky musia byť energetickej triedy B, ktoré budú mať max. 60 % spotrebu. Výnimkou môžu byť niektoré halogénové žiarovky.

Náhradou za žiarovky môžu byť LED svetelné zdroje. Majú dlhú životnosť, šetria elektrickú energiu, sú odolné voči častému spínaniu, dosahujú okamžitý 100% svetelný tok, nevyžarujú žiadne UV a infračervené žiarenie, obsahujú širokú škálu farieb a sú vhodné na hlavné, doplnkové alebo dekoračné osvetlenie. LED technológia umožňuje individuálne stmievanie, algoritmické osvetlenie alebo sa dajú pomocou nej zostaviť osvetľovacie sústavy s nastaviteľnými scénami.

Norma STN EN 15193: 2008

Na oblasť osvetlenia sa vzťahuje norma STN EN 15193: 2008 (36 0460) Energetická hospodárnosť budov. Energetické požiadavky na osvetlenie. Táto norma je slovenskou verziou európskej normy EN 15193. Špecifikuje kritériá a výpočtovú metodiku na hodnotenie množstva energie potrebnej na osvetlenie interiérov budov na účely certifikácie rôznych typov budov v ľubovoľných lokalitách vo všetkých štátoch Európskej únie. Súčasne uvádza aj jednotné kritérium plošnej spotreby energie na svietenie v budove za ročné obdobie jej prevádzky s využitím tzv. LENI – číselného energetického ukazovateľa pre osvetlenie (Lighting Energy Numeric Indicator). Táto európska norma tiež poskytuje rady o spôsoboch samostatného merania spotreby energie na osvetlenie, ktoré spätne dáva správne informácie o účinnosti riadenia osvetlenia.

Výpočet energetického ukazovateľa na osvetlenie LENI (kWh/m²/rok) – vypočítaný odhad ročnej spotreby energie na osvetlenie je ešte potrebné podeliť využitelnou plochou

$$LENI = \frac{W}{A} \quad (1)$$

Individuálne stmievanie

Ďalšie úspory energie sa dajú dosiahnuť použitím lokalizovanej osvetľovacej sústavy s individuálnym stmievaním osvetlenia na pracovnom mieste. Okrem toho môže individuálne stmievanie zvýšiť svetelnú pohodu pracovných miest, lebo umožňuje nastavenie osvetlenia podľa individuálnych požiadaviek a uprednostňovaného rozloženia jasov. Dajú sa dosiahnuť úspory energie medzi 0 a 40%.

Algoritmické osvetlenie

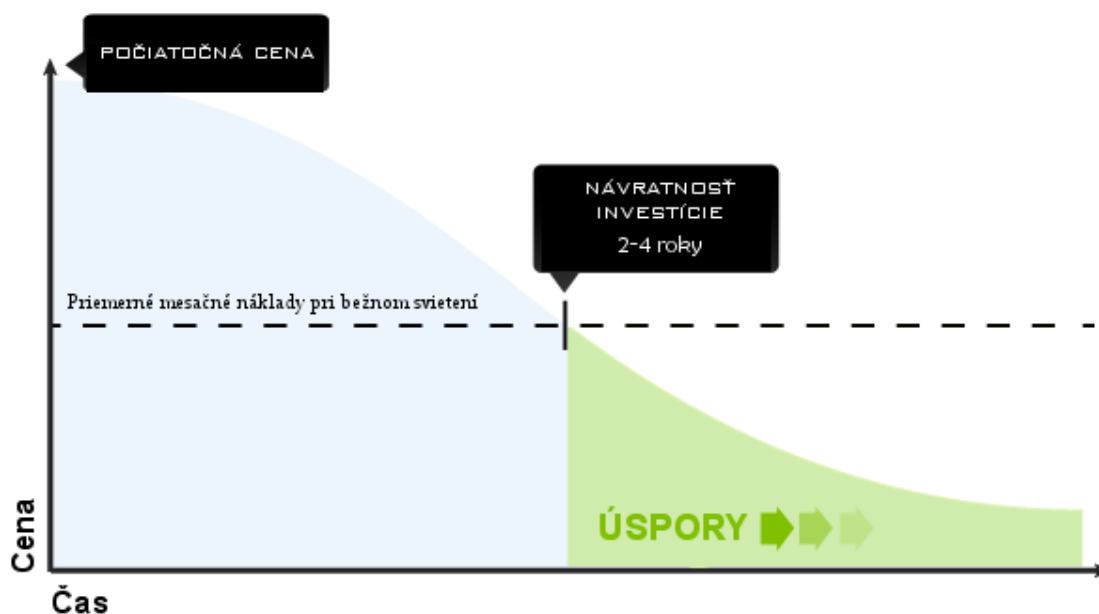
Svetelnotechnická prax zistila dôležitosť návrhu osvetľovacích sústav pre zohľadnenie mimozrakových biologických účinkov, ktoré regulujú určité hormóny v ľudskom tele. Na optimalizáciu biologických účinkov osvetlenia sú v časti dňa potrebné vyššie úrovne osvetlenia ako pre čisto zrakové účinky (najmä ráno a skoro po obede). Tieto vyššie úrovne osvetlenia sa dajú významne obmedziť, ak sa použije studené biele svetlo (teplota chromatickosti okolo 6000 K). V okamihu, keď sa požadujú menšie biologické účinky, osvetlenie môže mať teplejšiu farbu a postupne sa môže znížiť aj osvetlenosť na minimálnu požadovanú úroveň potrebnú čisto na vizuálne účely. Na zmenu teploty chromatickosti sa v týchto osvetľovacích sústavách používajú svetelné zdroje rôznej farby alebo svetelné zdroje s rôznou teplotou chromatickosti v jednom svietidle. Svetelné zdroje sa stmievajú po častiach, aby sa dosiahli rôzne úrovne osvetlenia a teploty chromatickosti.

Osvetľovacie sústavy s nastaviteľnými scénami

Niekedy sa aktivity vykonávané v miestnosti menia v priebehu dňa a osvetlenie sa na tieto rozličné aktivity prispôbuje. To sa môže týkať napríklad konferenčných a rokovacích miestností, kde sa aktivity menia od premietania prezentácie na plátno, diskusie medzi účastníkmi, po písanie, čítanie a prácu na jednotlivých počítačoch. V kanceláriách sa aktivity menia napr. od čítania a písania, práce s PC a použitia staníc s CAD. Ak sa pre každú z týchto aktivít dá zapnúť špecifické osvetlenie, hovoríme o svetelných scénach. Pre svetelné scény je typické, že ich rôzne nastavenia sa nikdy nepoužívajú naraz, takže celkový inštalovaný príkon sa nikdy nevyužije.

LED retrofity

V súčasnosti sa používa náhrada klasických svetelných zdrojov LED technológiou, tzv. LED retrofitmi. LED retrofity sú čoraz viac populárne ako jednoduché riešenie pre šetrenie energie. Výhodou LED osvetlenia je extrémna účinnosť a životnosť. Vyrábajú sa so všetkými dostupnými päťicami, napríklad s označením radov E, GU, RX. Prispievajú nielen k zlepšeniu životného prostredia ale šetria aj náklady na energiu. Síce je počiatočná cena vyššia, návratnosť investície je najrýchlejšia z alternatívnych zdrojov energie. V priemere 2-4 roky, oproti dvadsiatim a viac rokom pri solárnej energii (Obrázok 1)



Obrázok 1: Návratnosť investície pri použití LED retrofitov

Racionalizácia osvetlenia v budovách zahŕňa nasledujúce možnosti:

- používanie svetelných zdrojov s vysokým merným výkonom –LED
- použitie moderných a na daný účel vhodných svietidiel s vysokou účinnosťou
- individuálne stmievanie osvetlenia – na báze fotobuniek alebo pohybových snímačov v miestnostiach alebo v ich častiach. Individuálne stmievanie je nielen nástrojom úspor energie, ale prináša zároveň možnosti tvorby náladového osvetlenia, zvýšenia komfortu osvetlenia, prispôsobenia osvetlenosti a rozloženia jasov individuálnym požiadavkám a pod.
- využívanie svetelných zdrojov s primeranou intenzitou - napr. orientačné svetlá na chodbách si nevyžadujú takú intenzitu svetla ako osvetlenie v čitárni alebo kancelárii
- vhodné načasovanie, automatické vypínanie, vypínanie mimo času používania
- elektronizácia osvetľovacích zariadení - použitie elektronických predradných prístrojov s nízkou energetickou náročnosťou, riadiace systémy, riadenie DMX
- využívanie denného svetla v čo najširšej miere.
- využívanie svetlovodov – ich využitím sa dá ušetriť značná časť energie na osvetlenie.
- vykonávanie energetického auditu osvetľovacích sústav

LEDOTRON

Ledotron je nový digitálny stmievateľný otvorený štandard vyrobený pre moderné LED a energiu šetriace svietidlá. Je možné ho využívať s existujúcou elektrickou inštaláciou. Tento štandard bol schválený Smernicou európskeho ekodizajnu 2005/32/EC a do predaja bol zaradený na jeseň 2012. Odvtedy patrí medzi najefektívnejšie a najúspornejšie systémy. Inovatívne stmievanie a regulačná technika ohlasuje novú éru svetelného komfortu. Na tejto technológii na základe normy IEC 62756-1 spolupracovali poprední výrobcovia Gira, Jung, Merten, Schneider Electric, Radium a Osram.

Ledotron, bol navrhnutý, pretože analógové technológie stmievania nie sú dostatočne optimalizované na stmievanie LED a ďalších energiu šetriacich technológií. Zabudované predradníky prijímajú informácie a transformujú ich do príslušných funkcií. Digitálne regulátory majú spoľahlivejšie stmievače ako analógové. Majú 8 rôznych režimov prevádzky. Hlavným aspektom je možnosť reprezentovania odosielanej informácie ako je hodnota jas, hodnota teploty chromatickosti a hodnoty kanálov RGB.

Výhodou je, že kontroluje jas a dodáva možnosť úpravy farby svetla. Ovláda sa pohodlne a spĺňa všetky požadované normy. Ľahko sa inštaluje, používa existujúce káble a nevyžaduje žiadny zásah do tesnenia alebo omietky.

Záver

Zavedením LED technológie do používania sa znížila spotreba elektrickej energie. Vývoj a inovácie v oblasti LED stále prebiehajú a ich účinnosť sa neustále zvyšuje. Dnes minimálne 25% novo inštalovaných osvetľovacích sústav je tvorená výhradne LED technológiou. Približne rovnaké zastúpenie spolu s inštalovanými LED sústavami tvoria inteligentné elektroinštalácie.

Pod'akovanie

Tento príspevok vznikol s podporou Vedeckej grantovej agentúry Ministerstva školstva Slovenskej republiky na základe zmluvy

VEGA 1 /0988/12 „Energetická hospodárnosť osvetlenia v budovách“

Literatúra

- [1] STN EN 15 193:2008 - Energetická hospodárnosť budov. Energetické požiadavky na osvetlenie
- [2] Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2005/32/ES zo 6. júla 2005 o vytvorení rámca na stanovenie požiadaviek na ekodizajn výrobkov využívajúcich energiu a o zmene a doplnení smernice Rady 92/42/EHS a smerníc Európskeho parlamentu a Rady 96/57/ES a 2000/55/ES. Ú. v. EÚ L 191, 22. 7. 2005, s. 29 – 58.
- [3] ALBRECHT JUNG GMBH & CO. KG: Ledotron, online:
<http://www.jung.de/en/1295/solutions/ledotron/ledotron/>, 2013
- [4] LifeSpec Lighting : LED Retrofit, online:
<http://www.lifespeclighting.com/led-lighting-retrofit.html>, 2013

Ekologická zátěž světelných zdrojů

Ing. Michal Krbal, doc. Ing. Petr Baxant, Ph.D., Ing. Maria Iskandirova, Ing. Jan Škoda, Ph.D.,
Ing. Stanislav Sumec, Ph.D., Ing. Tomáš Pavelka

Vysoké učení technické v Brně, UEEN FEKT, xkrbal00@stud.feec.vutbr.cz

Při výrobě, použití i následné likvidaci, popř. recyklaci světelných zdrojů může unikat do životního prostředí velké množství toxických materiálů. Samotná výroba je energeticky a ekologicky značně náročná, jelikož jsou z větší části používány drahé a v přírodě málo vyskytující se prvky. Znalosti o toxicitě například hojně rozšířené rtuti jsou dobře známy [1], nicméně i dnes stále se rozšiřující sortiment rtuťových výbojek (lineárních a kompaktních zářivek) zvyšuje riziko kontaminace životního prostředí a to i s ohledem na existující sběr vadných světelných zdrojů.

Úvod

Díky činnosti člověka narůstá znečištění životního prostředí vytěženými a přetvořenými produkty, které byly do země původně ukládány po velmi dlouhou dobu nebo byly vázány chemickými vazbami do nerozpustné formy a značně rozptýleny. Jedná se především o prvky vzácných zemin, těžké kovy a kovy ušlechtilé, které jsou používány právě v oblasti světelné techniky. Účelem článku není poukazovat na účinnost přeměny elektrické energie na světlo u světelných zdrojů, i když s tím také souvisí ekologie a surovinové nároky na výrobu elektrické energie, ale na energie a ekologickou náročnost při těžbě, zpracování a následné recyklaci světelných zdrojů. Bude zde zahrnut výčet jednotlivých cenných surovin, jež je pro daný světelný zdroj typický a také shrnuty rizika při těžbě, zpracování a navrácení daných materiálů zpět do životního prostředí. Některá uvedená data jsou použita ze zdrojů, kde jsou často uvedeny protichůdné informace, jež jsou postaveny na simulacích, průzkumech, anketách, či prognózách a jsou tudíž nepřesné. Nicméně tento článek neslouží jako přesný popis negativních vlivů světelných zdrojů, ale jako ucelený přehled všech potenciálně nebezpečných materiálů, ze kterých jsou zdroje složeny. Čtenáři se tak naskytá jiný pohled na umělé osvětlování a i tento by měl být při aplikaci umělého osvětlení uvažován.

Podle vzniku světla můžeme elektrické světelné zdroje rozdělit do tří skupin. Historicky nejstaršími jsou teplotní světelné zdroje. Další vývojově novější skupinou jsou zdroje výbojové, s jemnějším dělením na nízkotlaké a vysokotlaké. Zdroje poslední skupiny se nazývají luminiscenční, kde je nejznámějším zástupcem světelná dioda.

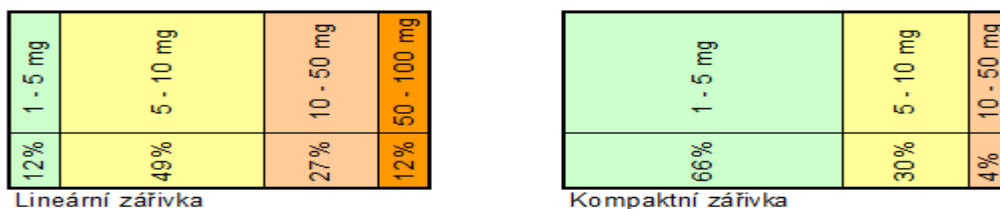
Teplotní světelné zdroje

Do této skupiny patří obyčejná i halogenová žárovka. Na první pohled můžeme o těchto zdrojích říci, že nepředstavují zvýšené riziko znečištění životního prostředí. Baňka žárovky je vyráběna ze sodno-vápenatého skla a patice z hliníku a mosazi. Všechny tyto materiály jsou běžně dostupné a kromě výroby hliníku i k životnímu prostředí šetrné. Objemově nepatrnou část žárovky tvoří ušlechtilé a drahé kovy – molybden a wolfram. Z molybdenu jsou vyrobeny podpěrné háčky vlákna. Jeho cena na burze se pohybuje v rozmezí 600 až 800 Kč/kg, ale postupně se stává strategickou surovinou. Vláknko žárovky je svinuto z wolframového drátku. Hmotnost vlákna u běžné 100 W žárovky je menší než jeden gram a tržní cena se pohybuje okolo 1.000 Kč/kg. Výroba wolframu je energeticky náročný proces, při kterém je jej nejprve nutné pomocí redukce chemicky vyvázat. Následují procesy od práškové metalurgie po kování za tepla, kdy je již možné táhnout pružný drát a formovat jej do vlákna. Vláknko halogenových žárovek je taktéž vyrobeno z wolframu a nejčastěji uchyceno do molybdenových elektrod. Celkové provedení je zde kompaktnější a materiálově úspornější. Plynná náplň je tvořena kryptonem a metyljodidem nebo metylbromidem. Ten je pevně chemicky vázán a i v případě uvolnění do životního prostředí je takřka netečný. Teplotní světelné zdroje nejsou odpadem některé z rizikových skupin (jsou zařazeny do kategorie – ostatní odpady) a nemusí být tedy s nimi speciálně nakládáno. Pouze vždy jistý obsah olova v olověné pájce je přítomen u teplotních zdrojů vybavených Edisonovým závitem. Z ekologického hlediska je jejich hlavním problémem nízká účinnost, která klade zvýšené nároky na výrobní elektrické energie. V našich nejčastějších tepelných – uhelných elektrárnách dochází ke spalování nekvalitního hnědého uhlí a kromě síry, kterou je možné odloučit, uniká do životního prostředí velké množství těžkých kovů, včetně rtuti a kadmia. Ve vzniklém popílku se nachází germanium, uran a thorium, takže se v okolí zvyšuje radiační pozadí. Spalováním uhlí v elektrárnách se v průměru vypouští 16 ng rtuti na jednu vyrobenou kWh, takže při produkci 112 TWh pro celkové osvětlení za rok v celé EU je z uhelných elektráren do vzduchu vypuštěno 1,8 t rtuti (při rozloze EU 4 422 773 km² se jedná o kontaminaci v podílu cca. 0,8 g/km²). Například 767 miliónů kusů žárovek prodaných v EU v roce 2007 způsobilo emisi 660 kg rtuti, tzn. přibližně 0,86 mg rtuti na jednu žárovku. Jen pro zajímavost: Evropané mají v ústech více než 1100 t rtuti a každý rok končí jen v zemích EU asi 30 t rtuti ze zubních amalgámů v pūdě, 24 t ve vodě a 23 t v ovzduší. [2, 3]

Nízkotlaké výbojové zdroje

Do této kategorie se řadí všechny druhy zářivek a nízkotlaká sodíková výbojka, která jako jediná z výbojek neobsahuje rtuť. Startovacím plynem je zde dostupný neon a použitý sodík je přímo v kovové podobě. Pro udržení dostatečné teploty v hořáku je trubice povrstvena oxidem india, který dobře propouští světlo, ale zpět odráží infračervené záření. Z vnější baňky je vyčerpán vzduch a je opatřena baryovým getrem. Patice je nejčastěji z mosazi nebo niklu. Všechny jednotlivé komponenty jsou k životnímu prostředí neškodné, volný sodík i baryum v případě úniku velmi reaguje se vzduchem nebo vzdušnou vlhkostí.

Druhým zástupcem nízkotlakých výbojek jsou zářivky, jenž jsou do jisté míry považovány jako dočasné řešení světelných zdrojů a díky současné legislativě jako náhrada již omezených zdrojů teplotních. Bez výjimky obsahují rtuť buď v malém množství a dnes již zpravidla chemicky vázanou v podobě amalgámů. Nicméně jejich dnes již hromadné nasazení z nich dělá vysoké potenciální nebezpečí pro životní prostředí. Uvádí se, že jedna průměrná zářivka může svým obsahem rtuti znečistit až 10.000 litrů pitné vody. Proto je nutné životní prostředí chránit a zabránit zbytečnému úniku rtuti už při výrobě a hlavně po ukončení jejich technického života. Trubice zářivek jsou vyrobeny ze sodno-vápenatého skla s vnitřní nanosenou vrstvou luminoforu. Elektrody na konci trubice jsou z wolframového vlákna, jež je pokryto emisivní vrstvou z uhlíkatého vápníku, barya a stroncia. Speciálním druhem zářivek jsou indukční zářivky, které jsou tvořeny uzavřenou trubicí a energie se do zářivky dostává indukcí z budících feritových cívek. Plyný obsah zářivek je většinou tvořen malým množstvím inertního plynu, dále je přítomna rtuť – u lineárních zářivek v provedení T8 zpravidla v čisté podobě, u lineárních T5, kompaktních a indukčních v podobě amalgámů. Díky nízké vnitřnímu tlaku (jednotky Pa) se již při pokojové teplotě nachází uvnitř trubice určité množství rtuti v plynné formě. U kompaktních zářivek je toto množství přibližně 50 µg, ostatní část je ve formě pevné nebo kapalné. Při porušení celistvosti zářivkové trubice část tohoto plynného množství uniká do okolí. Při pokusném měření obsahu par rtuti v okolí rozbité zářivkové trubice v žádném místě nebyla překročena hodnota 100 µg/m³. Teprve od hodnoty koncentrace 1 mg/m³ člověk začíná pociťovat kovovou chuť v ústech. Pro krátkodobé limity (max. 15 minut) mohou pověření pracovníci pracovat bez dalších ochranných pomůcek s koncentracemi do 150 µg/m³ – dle nařízení vlády č. 361/2007 Sb. Jelikož luminofor přichází do přímého kontaktu se rtuť v plynném i kapalném skupenství, obvykle okolo 1 % rtuti je obsaženo také ve vrstvě luminoforu v podobě volného kovu i sloučenin. Proto je i s luminoforem nutné nakládat jako s toxickým odpadem. Separovaný luminofor z kompaktních zářivek obsahuje okolo 50 % fosforečnanů a síranů stroncia, vápníku a barya, 45 % oxidu yttritého, 4 % oxidu europitého a 1 % rtuti. V následující Obrázku 1 je uveden obsah rtuti v lineárních a kompaktních zářivkách v EU pro rok 2008. Je zde uveden procentuální počet prodaných kusů vzhledem k obsahu rtuti. [3, 4, 6]



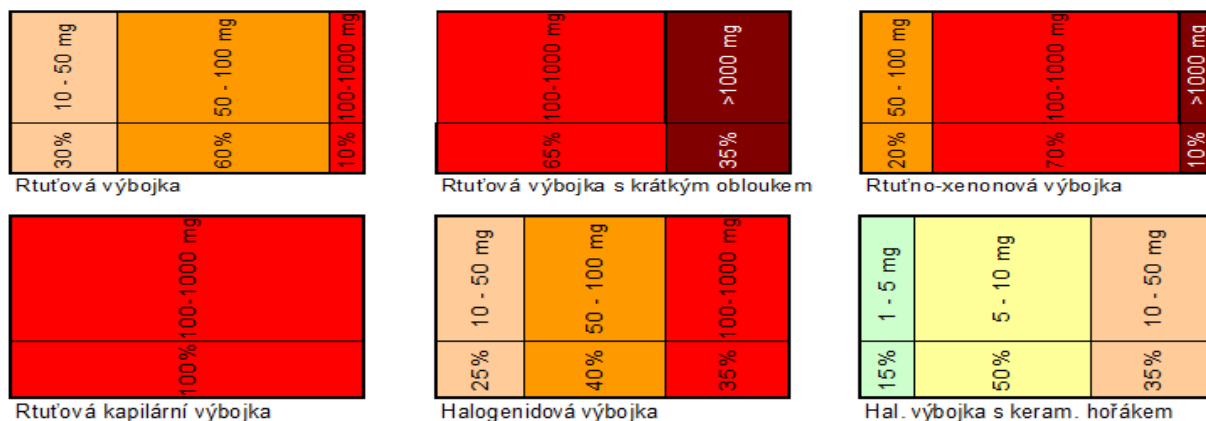
• Obrázek 1 - Obsah rtuti v lineárních a kompaktních zářivkách pro rok 2008 [8, 7]

Příkladem nízkého obsahu rtuti v zářivkách mohou být modely MASTER TL5 nebo PL-T, PL-C od výrobce Philips, jenž obsahují pouze 1,4 mg rtuti. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/95/EC, která vstoupila v platnost v září 2010 ukládá dodržení maximálního množství rtuti u nově zaváděných kompaktních zářivek (5 mg), lineárních zářivek (5 mg s normální životností a 8 mg s prodlouženou životností), dále roku 2012 3,5 mg a po roce 2013 2,5 mg. Průměrná kompaktní zářivka dnes obsahuje 3,2 mg (2011), nicméně po celý její technický život je při výrobě potřebné elektrické energie v uhelných elektrárnách v celé EU vyprodukováno 4,51 mg rtuti. Celkem bylo v roce 2007 prodáno 353 milionů kusů kompaktních zářivek a pouze 20 % se jich podařilo zrecyklovat a zabránit tak úniku rtuti do životního prostředí. Škodlivé a zdraví škodlivé látky v integrovaných předřadných systémech kompaktních zářivek jsou zastoupeny převážně olovem z olovené pájky, kadmiiem, tantalem z kondenzátorů a niklem. [8, 7]

Vysokotlaké výbojky

Všechny typy vysokotlakých výbojek obsahují rtuť v rozmezí od jednotek mg po jednotky g. Historicky nejstarším typem je rtuťová výbojka, jenž má pro vyšší výkony (teplotu i tlak) hořák vyrobený z boro-křemičitého skla. Hořák je naplněn argonem a malým množstvím kovové rtuti. Pro 60 % prodávaných kusů je obsah rtuti v rozsahu 10 až 50 mg, pro 30 % v rozsahu 50 až 100 mg a zbývajících 10 % obsahuje více jak 100 mg. Malou změnou složení materiálu v hořáku lze vytvořit halogenidovou výbojku. Přidáním halogenidů sodíku, thalia, india, skandia nebo cínu lze docílit daleko lepších světelně-technických parametrů světelného zdroje. U moderních konstrukcí se pro hořák využívá polykrystalický korund, jeho rozměry jsou menší, stejně tak i použité množství rtuti. Elektrody těchto výbojek jsou nejčastěji vyrobeny z wolframu a obmotány molybdenovým drátkem. U rtuťových výbojek je často využívána tzv. zápalná elektroda. Opět jediným dominantním materiálem, ohrožujícím životní prostředí, je rtuť a

komponenty světelného zdroje touto rtuť kontaminovány. Rtuťové a halogenidové výbojky můžeme dle obsahu rtuťi rozdělit na šest kategorií: rtuťová, rtuťová s krátkým obloukem, rtuťo-xenonová s krátkým obloukem, rtuťová kapilární, halogenidové a halogenidové s keramickým hořákem. Následující Obrázek 2 udává obsah rtuťi v těchto typech výbojek prodaných v EU za rok 2008. [3, 8]



• Obrázek 2 - Obsah rtuťi v rtuťových a halogenidových výbojkách pro rok 2008 [8, 7]

Nejvyšší obsah rtuťi je obsažen ve výbojkách s krátkým obloukem. Velké množství rtuťi je potřebné pro dosažení vysokého provozního tlaku a intenzivního jasu. Vysokotlaké výbojky často obsahují i o několik řádů více rtuťi, než kompaktní zářivky, proto s nimi musí být nakládáno obezřetně a musí být zaručena bezpečná likvidace a recyklace pro všechny vyrobené kusy. Nicméně počet kusů vyrobených vysokotlakých výbojek je o několik řádů menší, než počet vyrobených zářivek, takže nejsou dominantním znečišťovatelem.

Posledním a pro veřejné osvětlování v současné době nejpoužívanějším typem světelného zdroje je vysokotlaká sodíková výbojka. Světlo v ní vzniká hlavně zářením sodíkových par uvolněných z amalgámu rtuťi. Podle výkonu je množství použité rtuťi na jeden vyrobený kus v rozsahu 10 až 50 mg, pouze nepatrné množství hlavně starších výbojek má obsah rtuťi okolo 100 mg. Kvůli agresivitě sodíkových par za vysoké teploty a tlaku musí být hořák proveden k polykrystalického korundu. Průchodky do hořáku jsou vyrobeny z niobu s přivařenou wolframovou elektrodou pokrytou emisivní vrstvou wolframitu barya. Hořák je opět vložen do vnějších baňky, jenž je vakuovaná s baryovým getrem nebo vyplněná inertním plynem. [8, 7]

Neonové trubice

Neonové trubice jsou tenké skleněné trubice. Pouze červeně svítící jsou „pravé“ neonové trubice plněné čistě neonem, takže neobsahují rtuť. Ostatní barvy používají ostatní vzácné plyny, rtuť a fosfor. V závislosti na výrobci, barvě produkovaného světla, provedení a délce trubice je obsah rtuťi v rozsahu 100 až 600 mg na jednu trubici. [8]

Ekologická závadnost rtuťi

Světelné zdroje obsahující rtuť jsou v neporušeném stavu ekologicky nezávadné, nicméně při porušení jejich hermetičnosti rtuť uniká do životního prostředí. Bohužel často se dostávají do běžného komunálního odpadu, kde se po rozbití část rtuť odpaří a část se vymyje nebo odteče do půdy. Často napomáhá kyselá pH půdy a její mikrobiální aktivita, která přeměňuje anorganické sloučeniny rtuťi na organické, jenž se přímo stávají součástí potravního řetězce. Příkladem mohou být vzniklé vysoce toxické sloučeniny methylrtuť a dimethylrtuť. Za porušování povinnosti při nakládání s toxickými odpady (vhazování světelných zdrojů s obsahem rtuťi do běžného komunálního odpadu) může být uložena pokuta ve výši až 10.000 Kč fyzické osobě a 500.000 Kč právnické osobě. V roce 2007 ze všech světelných zdrojů v celé EU uniklo 5,3 t rtuťi do životního prostředí. Nicméně v porovnání se stomatologickými zákroky tyto emise tvoří přibližně jen 5 %. Na celé planetě se lidskou činností do atmosféry dostane ročně 2.000 až 3.000 t rtuťi a přírodními procesy dalších 1.400 až 2.300 t. Jen v USA roku 2002 se lidskou činností dostalo do atmosféry 145 t a dentálními přípravky 600 kg. Dalších 46 t se dostalo do vody, z čehož 800 kg bylo úmyslně zaviněno a 400 kg z výplachu zubního amalgámu. V pevné podobě bylo uskladněno dalších 2.700 t rtuťi kontaminovaného materiálu. V celé EU unikne každý rok přibližně 70 t rtuťi do životního prostředí, v k životnímu prostředí nejšetrnějšímu Dánsku pouze 1 t. [1, 3, 5, 6, 9]

Světelné diody

Světelné diody jako moderní světelný zdroj nabízejí dnes již komplexní možnosti osvětlení se svým kompaktním provedením, možností regulace, vysokou účinností a dobrými světelně-technickými parametry. A jsou také prezentovány jak zdroj šetrný k životnímu prostředí, bohužel opak je částečně pravdou. Nejsou samozřejmě srovnatelným zatěžovatelem životního prostředí, jakými jsou zdroje výbojové se svým obsahem rtuťi, nicméně ani světelné diody nejsou bez obsahu toxických elementů a je nutné s nimi nakládat jako s toxickým odpadem, to

znamená, že nepatří do běžného komunálního odpadu. Dnešní výkonové světelné diody jsou zpravidla připevněny na kovovou destičku plošného spoje - nutnou pro odvod tepla, nečastěji vyrobenou z hliníku nebo mědi. Samotný LED čip je na ni upevněn pomocí pájky. Pro dosažení bílé LED je nečastěji použito materiálu substrátu InGaN s luminoforem z ytrium-hliníkového granátu (YAG) $Y_3Al_5O_{12}$ dopovaného cerem. Pro dosažení jiných parametrů a úspor může být cer zastoupen gadoliniem, europiem nebo terbiem a hliník galliem. Složení substrátu ostatních LED může být z jiných materiálů: GaAs, AlGaAs, GaAsP, GaP, AlGaInP, InGaN, GaN, AlGaP, ZnSe, SiC, BN a AlN. Z pohledu toxicity je materiál GaAs považován za silný karcinogen s rozpustností ve vodě 1 g/l, takže v případě úniku do životního prostředí dochází k rychlému vyplavování a kontaminaci okolí. Používaný InP je také považován za karcinogen a materiály na bázi kadmia CdTe a CdCl za prudký jed s akumulací vlastnostmi. Ostatní používané materiály již přímo toxické nejsou, nicméně mohou být ale živými organismy v půdě přeměněny na toxické a v prašném stavu škodí plicím a dráždí oči i kůži. Při přípravě materiálů obsahujících arsen se s oblibou používá plyn AsH₃ – arzenovodík, arsan, jenž způsobuje hemolýzu a selhávání ledvin. Je to silný karcinogem, již koncentrace 25 ppm po dobu delší než půl hodiny je smrtelná a 250 ppm zabíjí ihned. Většina světové výroby je soustředěna do Číny, kde časté nehody a úniky způsobily značné škody. Prvky vzácných zemin jsou těženy a nejčastěji zpracovány taktéž v Číně, kde se jich za rok vytěží přes 90 kt a za hranice vyveze přes 30 kt. Právě pro benevolenci k životnímu prostředí je těžba a úprava soustředěna do této země. Je to technologicky i energeticky náročný proces, při kterém se hornina až několika desetisíckrát proplachuje silně koncentrovanými kyselinami, velké množství vzniklé hlušiny má velmi nízké pH. Při likvidaci světelných diod nejčastěji formou rozemletí a drcení obsahuje výsledný produkt 1,5x více mědi, 8x více olova, 2,5x více niklu a 1,5x více mědi, než povolují limity pro bezpečný odpad. Jednotlivé prvky vzácných zemin jsou chemicky vázané, takže bez redukce a vysokých teplot se do životního prostředí nedostanou. Převážně používaný cer i europium jsou považovány za netoxické elementy a ytrium za středně toxické. [8, 7, 10]

Závěr

Současný trend odklonu od teplotních zdrojů přináší nového problému do oblasti likvidace toxických odpadů a další zatěžování životního prostředí převážně rtuť, ale i dalšími těžkými kovy. Dnešní hromadné nasazení kompaktních zářivek se bere jako dočasné řešení náhrady teplotních zdrojů, než se objeví zdroje účinnější a méně zatěžující životní prostředí. Horkým kandidátem jsou dnes již ve všech oblastech zastoupeny světelné diody, jejichž parametry se neustále zlepšují. Nicméně ani v případě tohoto zdroje není možné zapomenout na ekologickou zátěž vzniklou hlavně při těžbě potřebných surovin – vzácných zemin a při tvorbě materiálů substrátů čipů. Bohužel ani světelná dioda z pohledu toxicity nepatří do běžného komunálního odpadu a je nutné po ukončení jejího technického zajistit její odborné zpracování a v lepší případě zajistit recyklaci použitých materiálů. Je proto výzvou hledat taková řešení, která zajistí zcela uzavřený životní cyklus zdrojů i svítidel, aby použité materiály mohly být znovu recyklací využity. Bohužel nejen v historii ale i dnes jsme přímými svědky toho, že se mnohé výrobky záměrně vyrábějí s omezenou životností, aby byla zajištěna jejich trvalá produkce, s odůvodněním udržení hospodářského růstu. V dnešní době by však takový postup měl být veřejně odmítán.

Poděkování

Tento příspěvek obsahuje výsledky výzkumné činnosti podporované z projektu regionálního výzkumného centra č. CZ.1.05/2.1.00/01.0014 a projektu č. FR-TI3/383 Ministerstva průmyslu a obchodu České republiky.

Literatura a odkazy

- [1] Wikipedia: *Mercury Poisoning*, 2013, Web: http://en.wikipedia.org/wiki/Mercury_poisoning
- [2] Šuta, M.: *Dám či nedám (si) amalgam?*, Respekt, 24. ledna 2008.
- [3] Hrnčíř, B., EKO-VUK, spol. s r. o.: *Výrobky světelné techniky jako zdroje odpadů s obsahem rtuti*, Elektro 2001/3, Web: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=23865
- [4] Křenová, Z., *Ekolamp: Kam až jsou domácnosti ochotny zajít s nefunkční zářivkou?*, Světlo 2009/6, str. 60-61, Web: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/40238.pdf>
- [5] Mudříková, K., Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Bakalářské práce: *Koloběh rtuti v přírodě*, Zlín 2011
- [6] Keder, J., Fara, M., Projekt Ministerstva životního prostředí VaV 740/4/03: *Specifika emisí rtuti ze zdrojů znečištění ovzduší vzhledem k potřebám modelů rozptylu znečištění v ovzduší a posuzování potenciálních rizik v životním prostředí*, Praha 2004
- [7] Newmoa, *Mercury use in lighting: IMERC Fact Sheet Mercury Use in Lighting*, Boston 2010, Web: <http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/factsheets/lighting.cfm>
- [8] Calow, P., Dekant, W., Janssen, C., Scientific Committee on Health and Environmental Risks
SCHER: *Opinion on Mercury in Certain Energy-saving Light Bulbs*, 2010, Web: http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/environmental_risks/docs/scher_o_124.pdf
- [9] Wordpress: *Mercury exposure from compact fluorescent lights*, 2011, Web: <http://ashartus.wordpress.com/2011/09/27/mercury-exposure-from-compact-fluorescent-lights>
- [10] Seong-Rim, L., Kang, D., Ogunseitán, O.A. & Schoenung, J.M. (2011) *Potential Environmental Impacts of Light-Emitting Diodes (LEDs): Metallic Resources, Toxicity and Hazardous Waste Classification*. *Environmental Science & Technology*. 45:320-327.

Zatříd'ování venkovních osvětlovacích soustav do environmentálních zón

Ing. Petr Závada, Ph.D.

VŠB TU Ostrava

Klasifikace vybraných oblastí do environmentálních zón je provedena podle druhu zástavby, vzdáleností přírodních parků a vzdáleností observatoří. Zatřídění do environmentálních zón omezuje u velkých venkovních světelných zdrojů zejména přímé vyzařování světelného toku do horního poloprostoru. Přístupná maxima rušivého světla generovaného venkovními osvětlovacími soustavami jsou uvedeny v normách [1], [2], [3]. Hodnoty rušivého světla jsou rozděleny do čtyř environmentálních zón, a to jak pro dobu mimo noční klid, tak i v době nočního klidu. Nejen tyto publikace uvádí kromě maximálně přípustných hodnot světelného toku vyzařovaného přímo do horního poloprostoru (URL) i přípustné hodnoty osvětlenosti na objektech (dominantně vertikálních osvětleností) a maximální svítivosti použitých svítidel.

V současné době ani projektanti, ani úředníci stavebních úřadů zatřídění do environmentálních zón neprovádějí, protože se jedná o relativně novou problematiku a v ČR neexistuje prováděcí vyhláška, která by zatřídění do těchto zón upravovala. Z těchto důvodů nelze jednoznačně stanovit v jaké environmentální zóně se to, které území nachází.

Ve větších zkoumaných oblastech se mohou vyskytovat různé zóny vedle sebe. Pokud je tomu tak, neměly by přecházet environmentální zóny mezi sebou víc, jak o jeden stupeň. Rovněž hranice mezi zónami by neměly být skokové, nýbrž postupné.

Tab. 1: Minimální délky mezi zónami vztažené k referenčnímu bodu v zóně E1. [3]

Třída zóny referenčního bodu	Minimální vzdálenost hranic sousedních zón podle tříd [km]		
	E1 - E2	E2 - E3	E3 - E4
E1	1	10	100
E2		1	10
E3			1
E4	žádné omezení		

Tab. 1 uvádí doporučení pro minimální rozestupy referenčních bodů mezi jednotlivými environmentálními zónami. Je ale nutné podotknout, že definice referenčního bodu není stanovena. To znamená, že zejména u velkých oblastí (např. národní parky) není jasné, zda tento referenční bod volit v centru oblasti, nebo na jejím okraji. Někteří odborníci se dokonce domnívají, že vzdálenosti mezi jednotlivými zónami uvedené v Tab. 5 by měly být minimálně dvojnásobné.

Pro zatřídění oblastí do jednotlivých environmentálních zón byly stanoveny okrajové podmínky, které vyplývají z požadavků a charakteristiky environmentálních zón [4].

Z hlediska velikosti posuzovaných oblastí je můžeme rozdělit do několika skupin:

- **referenční bod** - z hlediska velikosti se jedná o malou oblast, která ovlivňuje jas noční oblohy, nebo může být ovlivňována rušivým světlem, příkladem mohou být observatoře, malá náměstí, nebo rozvodné stanice;
- **intravilán** - je souhrnné označení pro zastavěné plochy obcí mimo odlehlých částí, nebo samostatných budov, typickým příkladem je vesnice s počtem obyvatel nepřevyšujícím 3000 soustředěná kolem hlavní komunikace, nebo město mimo okrajové části;
- **extravilán** - je souhrnné označení pro nezastavěnou část obce, zde se jedná o souvislý pás kolem intravilánu, který bývá podstatně větší;
- **území** - jedná o velké územní celky bez zastavěných ploch, například národní parky, chráněná krajinná území, nebo přírodní rezervace.

Další hledisko, jak posuzovat environmentální oblast je podle jejího charakteru. Buď se jedná o oblast, která svou funkcí způsobuje rušivé světlo, nebo je rušivým světlem negativně ovlivňována.

Pokud je oblast ovlivňována rušivým světlem, její environmentální zóna představuje výchozí bod a nově navrhované osvětlovací soustavy musí splňovat podmínky pro její environmentální zónu. V případě, kdy je oblast zdrojem rušivého světla, nové osvětlovací soustavy, nebo rekonstrukce již vybudovaných, musí splňovat podmínky stávající environmentální zóny. Avšak snahou o snižování energetické náročnosti a nežádoucího vzniku rušivého světla vlivem světelného toku vyzařovaného přímo do horního poloprostoru, by měla být nová osvětlovací soustava navrhována na podmínky pro nižší stupeň environmentální zóny.

V Tab. 2 jsou uvedeny typické příklady oblastí environmentálních zón.

Tab. 2: Charakteristické oblasti daných environmentálních zón.

<p>zóna E1</p> <ul style="list-style-type: none"> • observatoře s okolím 1 km • extravilán vesnic • národní park, chráněné krajinné území s okolím 1 km 	<p>zóna E2</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozvodná stanice • intravilán vesnic s okolím 1 km • extravilán měst
<p>zóna E3</p> <ul style="list-style-type: none"> • intravilán města s okolím 1 km 	<p>zóna E4</p> <ul style="list-style-type: none"> • centrum města – poloměr zóny minimálně 1 km • průmyslová a nákupní oblast - poloměr zóny minimálně 1 km

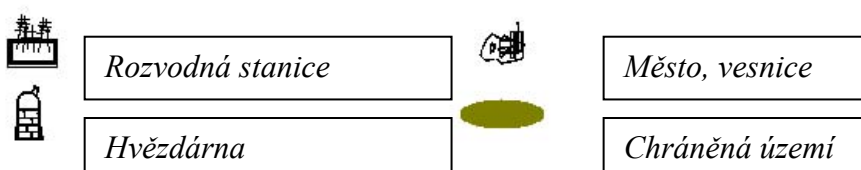
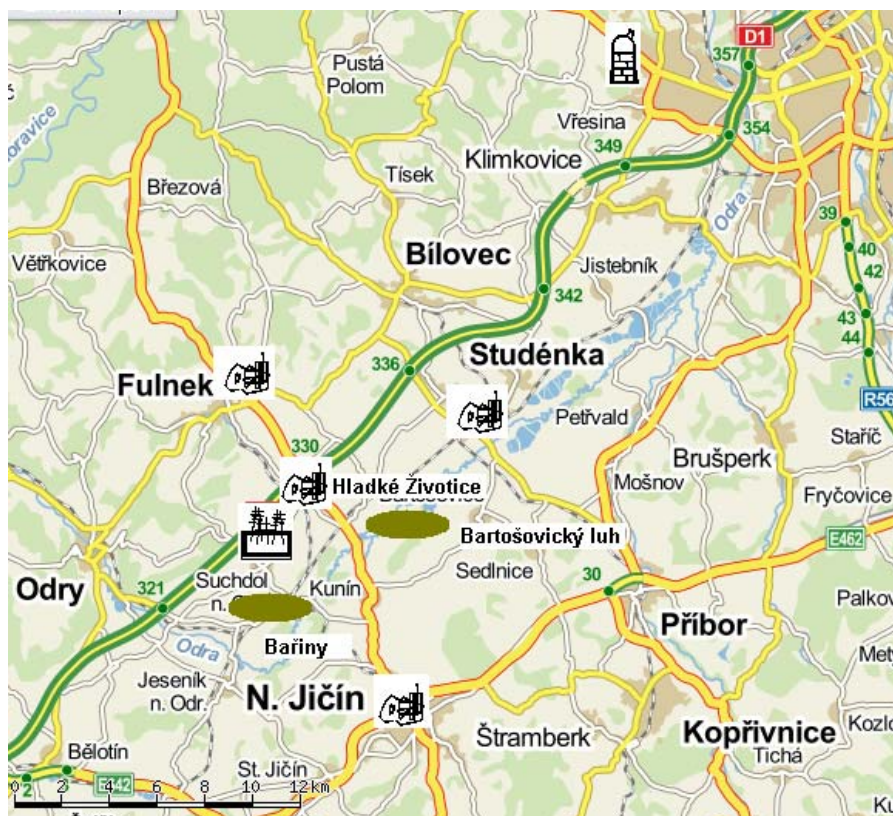
Aby nebyla narušena kontinuita oblastí, je v příkladech uvedena rozšiřující podmínka rozšíření velikost oblasti od její hranice o 1 km (v případě referenčního bodu kruh s poloměrem 1 km).

Návrh zatřídění venkovní rozvodné stanice VVN 420 kV

Pro příklad zatřídění byla vybrána venkovní rozvodná stanice z několika zásadních důvodů. Rozvodné stanice přenosové soustavy jsou většinou budovány daleko od ostatních zdrojů rušivého světla, lze je tedy měřit bez okolních vlivů ostatních světelných zdrojů, a protože jsou u těchto světelných zdrojů většinou k dispozici světelně-technické výpočty, lze modelovat i přímý i celkový světelný tok vyzařovaný venkovní rozvodnou stanicí do horního poloprostoru.

Dle doporučení literatury [3] lze při stanovování environmentálních zón vycházet ze vzdáleností od oblastí, u nichž jsou požadavky na environmentální zóny stanoveny vzhledem k jejich funkci (Tab. 1).

Na Obr. 1 je znázorněna mapa s geografickým uspořádáním nejbližších kritických oblastí, které se týkají zařazení rozvodné stanice Kletné do environmentálních zón.



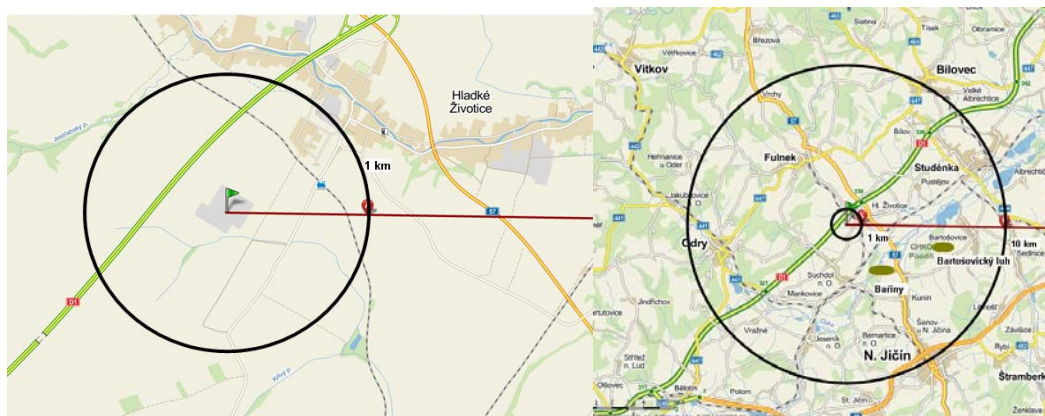
Obr. 1: Mapa s významnými místy v blízkosti rozvodny.

V oblasti kolem rozvodny se nachází několik přírodních parků, hvězdáren, vesnic i měst. Jednotlivé oblasti se vzdálenostmi od rozvodné stanice jsou uvedeny v Tab. 3.

Tab. 3: Rozvodná stanice a vzdáleností od referenčních bodů.

Hvězdárny	Ostrava	24km
	Valašské Meziříčí	24km
	Vsetín	37km
Chráněná území	PR Bařiny	5,2 km
	PR Bartošovický luh	5,9 km
Vesnice	obec Hladké Životice	1,3 km
	obec Kletné	2,2 km
Města	Nový Jičín	9,8 km
	Příbor	15,5 km
	Studénka	10,9 km
	Ostrava	29,8 km

Na Obr. 2 je mapa rozvodné stanice s vyznačeným okolím 1 km. Rozvodná stanice je umístěna na okraji obce (vesnice) Hladké Životice s počtem 959 obyvatel. Vzdálenost středu rozvodné stanice od okraje vesnice je cca 1 km. Z hlediska vzdálenosti od obytné oblasti můžeme rozvodnou stanici zařadit do environmentální zóny E2, stejně jako obec Hladké Životice.



Obr. 2: Bezprostřední okolí rozvodny vlevo a okolí rozvodny s vyznačením 10 km oblasti vpravo.

Zatřídění environmentální zóny rozvodné stanice se opírá o:

- Vzdálenost vůči nejbližší vesnici Hladké Životice. Tato překračuje hodnotu 1 km. To znamená, že na základě vzdálenosti od nejbližší vesnice lze zatřídít prostor do environmentální zóny E3 – E1.
- Vzdálenost vůči nejbližší přírodní rezervaci (PR) Bařiny. Tato se pohybuje v oblasti do 10 km okolo zóny stanovené PR. To znamená, že na základě příslušnosti do 10-ti km okolí zóny E1 lze zatřídít prostor do environmentální zóny E2 – E1.
- Vzdálenost vůči nejbližšímu městu Nový Jičín. Pokud bude centrum Nového Jičína zatříděno do environmentální zóny E4 na základě architektonického osvětlení památek v centru, tak nelze rozvodnou stanici zatřídít pouze do environmentální zóny E1
- Vzdálenost vůči nejbližší observatoři malého významu v Ostravě nemá na stanovení Environmentální zóny rozvodné stanice vliv.

Na základě výše uvedených částečných zatřídění lze k rozvodné stanici 420 kV v Kletné přiřadit environmentální zónu E2 s povoleným přímým vyzařováním světelného toku do horního poloprostoru do 5 % z celkového vyzářeného toku produkovaného osvětlovacími soustavami rozvodné stanice.

Závěr

Jelikož jsou kladeny čím dál, tím větší nároky na nežádoucí ovlivňování životního prostředí, je navržená metodika přiřazování environmentálních zón podle vzdáleností typických oblastí v okolí zkoumané oblasti značným přínosem. Tato metodika může sloužit projektantům venkovních osvětlovacích soustav k posouzení rušivých účinků nově navržených osvětlovacích soustav, nebo při rekonstrukci stávajících osvětlovacích soustav, tak aby vyhovovaly. Ti musí respektovat omezení přímo vyzářeného světelného toku do horního poloprostoru.

Literatura a odkazy

- [1] ČSN EN 12464-2. Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů: Část 2: Venkovní pracovní prostory. Český normalizační institut, 2005.
- [2] ČSN EN 13201-2. Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Výkonnostní požadavky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2004.
- [3] CIE. Technical report: Guidelines for minimizing sky glow. 1997. ISBN 3 900 734 83 6.
- [4] Veřejné osvětlení a jeho současný stav v České Republice. In: Www.dvs.cz [online]. 2010 [cit. 201-010-27]. Dostupné z: <http://www.dvs.cz/clanek.asp?id=6437936>

Hodnocení odrazných prvků reflexních vest

¹⁾Jan Škoda, Ing. Ph.D., ²⁾Stanislav Sumec, Ing. Ph.D., ³⁾Petr Baxant, doc. Ing. Ph.D., ⁴⁾Michal Krbal, Ing., ⁵⁾Tomáš Pavelka, Ing., ⁶⁾Michal Belák, Ing.,

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií

www.ueen.feec.vutbr.cz/light-laboratory, www.lumidisp.eu

¹⁾tel.: +420 541 146 238, email: skoda@feec.vutbr.cz

²⁾tel.: +420 541 146 239, email: sumec@feec.vutbr.cz

³⁾tel.: +420 541 146 212, email: baxant@feec.vutbr.cz

⁴⁾tel.: +420 541 146 243, email: xkrbal00@stud.feec.vutbr.cz

⁵⁾tel.: +420 541 146 247, email: xpavel18@stud.feec.vutbr.cz

⁶⁾tel.: +420 541 146 013, email: michal.belak@usi.vutbr.cz

Abstrakt

Článek popisuje výsledky měření odrazných prvků reflexních vest, při různých druzích osvětlení od protijedoucích vozidel, jako jsou například halogenové či xenonové zdroje, nebo tlumená či dálková světla.

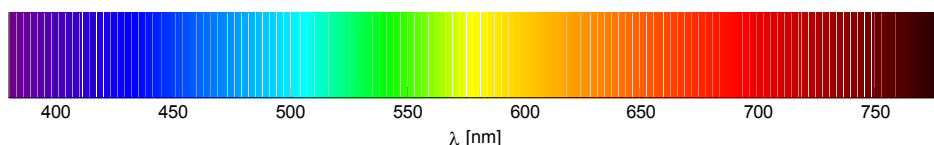
Úvod

Reflexní vesta se z pravidla skládá ze dvou materiálů, kterými jsou úplet a odrazný prvek. Každý z materiálů plní na vestě jinou funkci, a tudíž je nezbytné, k nim přistupovat při jejich hodnocení odlišně.



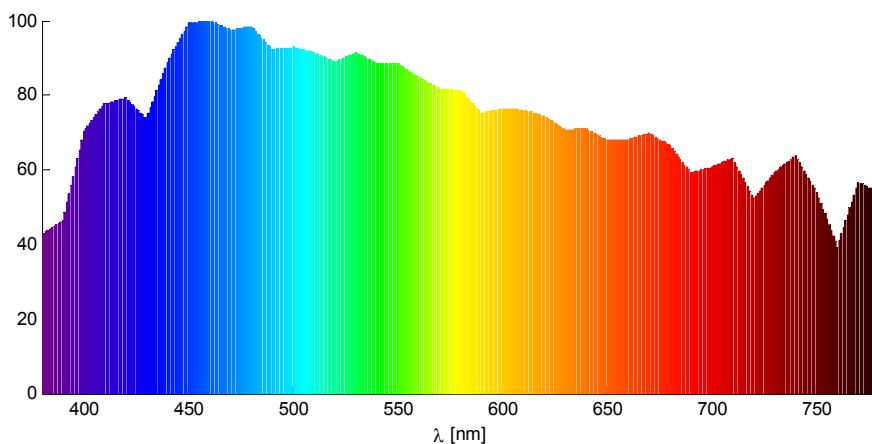
• Obr. 1 Vzorkovník reflexních barev [1]

Úplet je většinou tvořen tkaninou výrazné barvy, jež se vyznačuje fluorescencí, tj. dějem, při kterém se krátkovlnné záření (UV, modrá barva, ...) transformuje do oblasti záření s delšími vlnovými délkami (např. zelená nebo oranžová barva),



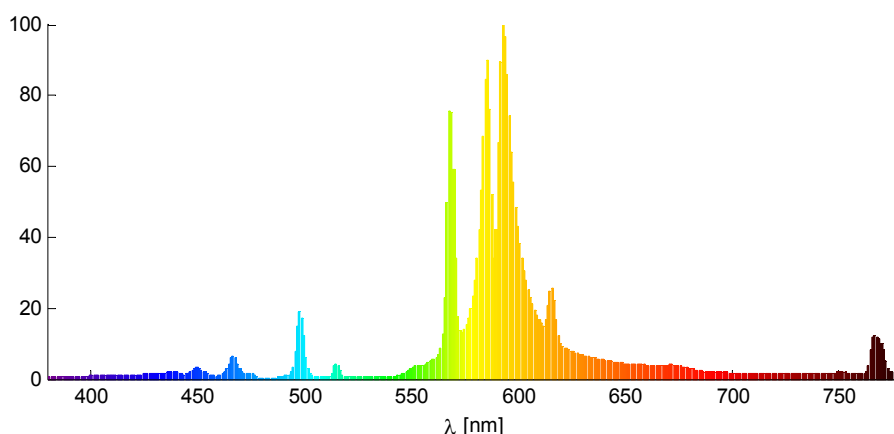
• Obr. 2 Barevné spektrum světla

kde se přičte k odraženému světlu a vznikne tak dojem výrazné (reflexní, syté) barvy. Nutno však upozornit, že k uskutečnění tohoto jevu je zapotřebí, aby dopadající záření obsahovalo krátké vlnové délky, které budou transformovány na delší.



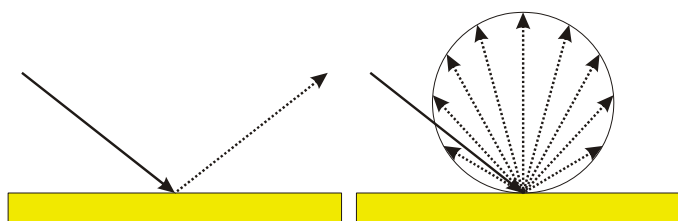
• Obr. 3 Barevné spektrum normalizovaného denního světla CIE D65

Tento děj se velmi výrazně projevuje při denním světle, neboť jeho spektrum je velmi bohaté na modré složky světla (Obr. 3). Naproti tomu při osvětlování umělým světlem, jenž se u venkovní osvětlovací soustavy realizuje v ČR převážně vysokotlakými sodíkovými výbojkami, se tento jev díky nízkému podílu modrých složek (Obr. 4) tak výrazně neuplatní. Proto má-li reflexní vesta dobře sloužit jako pasivní ochrana chodců v silničním provozu i v noci, musí být vybavena odraznými prvky, které odráží co nejvíce světla zpět ve směru dopadu, tj. nejlépe do oka protijedoucího řidiče. Z výše uvedených skutečností vyplývá, že úplet vesty hraje svou roli hlavně přes den a odrazné prvky v noci, resp. v situaci, kdy je chodec osvětlován světly k němu přijíždějícího dopravního prostředku. Z toho rovněž plynou i požadavky na jednotlivé prvky vest.



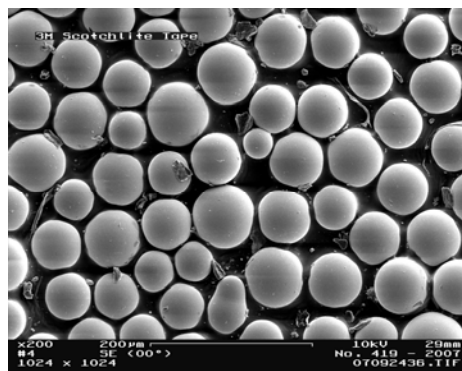
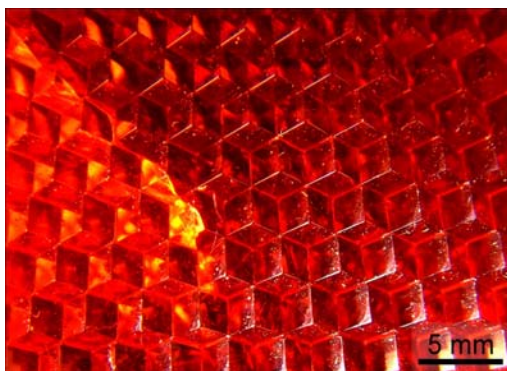
• Obr. 4 Barevné spektrum vysokotlaké sodíkové výbojky

Úplet by měl mít s ohledem na rozptýlenost denního světla vlastnosti difúzního materiálu, tj. materiálu, jenž bude všesměrově odrážet světlo nezávisle na úhlu jeho dopadu a měl by mít takovou barvu (viz předchozí text), aby ve spojitosti s okolím byl zajištěn pro osobu co nejlepší kontrast (tj. výrazné odlišení od okolí).



• Obr. 5 Zrcadlový a difúzní odraz

Reflexní prvky, které jsou na vestě realizovány většinou formou pruhů, mají naopak plnit funkci jakéhosi zrcadla, tj. prvku, který nebude rozptylovat světlo, ale bude jej odrážet zpět směrem ke zdroji resp. k řidiči protijedoucího dopravního prostředku. Takový odraz se v praxi realizuje většinou dvěma způsoby a to soustavou rohových zrcadel (hranol nebo tři rovinná zrcadla upořádaná tak že tvoří roh) nebo skupinou kulových zrcadel většinou realizovaných z mikroskopických kuliček (Obr. 6).



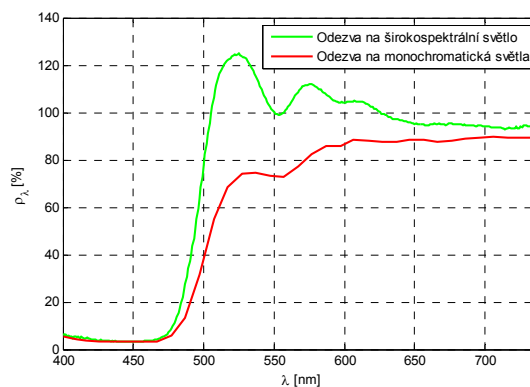
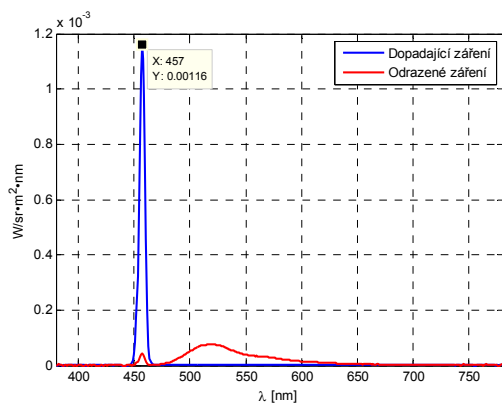
• Obr. 6 Povrch reflexních prvků [2], [3]

Měření odraznosti

Jelikož je zapotřebí u materiálů difúzních nebo reflexních vyhodnocovat míru odraženého světla je třeba k tomu užít vhodnou měřicí aparaturu. Tato měřicí sestava by měla umět změřit difúzní a zrcadlovou složku materiálů. Těmto požadavkům vyhovuje i námi použitý spektrofotometr Konica Minolta CM-3600d jehož vnitřní uspořádání je navrženo tak, aby bylo možné změřit oba požadované parametry. Při měření zrcadlového odrazu je vhodné změřit odražené světlo zpět ke zdroji, proto by zdroj a senzor měly být co nejbližší u sebe. Výše zmiňovaný spektrofotometr toho docílí soustavou optických členů, pomocí kterých lze dosáhnout při měření zrcadlové složky odklonu od normály 8° . [4] Přístroj nevyhodnocuje integrální odraznost, ale spektrální odraznost (ve viditelné oblasti) tj. míru odraženého světla na jednotlivých vlnových délkách od 360 nm do 740 nm s krokem po 10 nm. Výhoda spektrální odraznosti vůči integrální spočívá v nezávislosti na dopadajícím světle.

Příklad: Bude-li na desku odrážející pouze červené světlo dopadat světlo modré, žádné se neodrazí a veškerá energie se pohltí. Integrální činitel odraznosti bude nulový. Bude-li naopak na tuto desku dopadat červené záření odrazí se v ideálním případě všechno. Činitel odraznosti tedy bude pro červené světlo sto procent. Tímto způsobem můžeme hodnotit, zda ten či onen materiál bude dobře odrážet světlo z halogenových případně xenonových reflektorů. Měření probíhá srovnávací metodou, kdy testované vzorky jsou porovnávány s kalibrovaným vysoce odrazným materiálem bílé barvy, u kterého má výrobce měřicí aparatury přesně změřenu spektrální charakteristiku. Vzájemným srovnáním testovaného materiálu s tímto vzorkem lze pak stanovit jeho spektrální odraznost.

Zajímavá skutečnost nastává při měření materiálů vykazující fluorescenci. Aby se dala stanovit spektrální odraznost materiálu ve výše uvedeném rozsahu, je třeba testovaný vzorek osvětlovat širokospektrálním zdrojem světla. Díky přítomnosti krátkých vlnových délek v používaném světle, dochází u fluorescenčních materiálů k jeho převedení na světlo s delšími vlnovými délkami a materiál tak v určitých oblastech spektra vykazuje odraznost větší jak 100 %, tj. že se na určitých vlnových délkách odrazí resp. vyzáří více světla, než kolik jej dopadlo. To je ale v souladu s předcházejícím tvrzením a tudíž je vše v pořádku. Jelikož je ale tento děj při vlastním měření závislý na spektru dopadajícího světla, je nutné, aby všechny vzorky, které chceme vzájemně porovnávat, byly osvětlovány stejným druhem světla. Toho je docíleno výrobcem předepsanou kalibrací před každým měřením. Jedině tak lze získat relevantní data, použitelná pro další zpracování. V případě, kdy požadujeme změření spektrální charakteristiky bez projevu fluorescence, musíme k tomuto účelu použít monochromatický zdroj světla a testovat tak množství odraženého světla vyzářeného na stejné vlnové délce jako je vlnová délka zdroje.



- Obr. 7a) Odezva na monochromatické záření 457 nm,
- Obr. 7b) Spektrální odraznost pro širokospektrální a monochromatická světla

Pokud změříme i postraní vlnové délky, lze snadno odhalit fluorescenční vlastnost materiálu. Na Obr. 7a) je zobrazena odezva na monochromatické záření 457 nm, u které se v pásmu od 470 nm do 700 nm projevuje záření způsobené fluorescencí. Na Obr. 7b) jsou pro názornost zobrazeny spektrální průběhy téhož vzorku pro případy, kdy je uvažována fluorescenční složka a kdy je z průběhu vyloučena.

Pro vzájemné porovnávání vzorků a jejich hodnocení, je vhodné fluorescenční vlastnost do spektrální charakteristiky zahrnout, neboť se jedná o žádoucí stav. Budeme-li hodnotit vztah odrazného materiálu vůči druhu dopadajícího resp. odrazeného světla je výhodné tuto vzájemnou závislost vyjádřit integrálním činitelem odrazu ρ , který lze jednoduchým způsobem vypočítat z následujícího vztahu

$$\rho = \frac{\int_0^{\infty} \left(\frac{d\Phi_e(\lambda)}{d\lambda} \right)_{\lambda} \cdot V(\lambda) \cdot \rho(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_0^{\infty} \left(\frac{d\Phi_e(\lambda)}{d\lambda} \right)_{\lambda} \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda} \quad (1)$$

kde $\left(\frac{d\Phi_e(\lambda)}{d\lambda} \right)_{\lambda}$ reprezentuje spektrum dopadajícího záření,
 $V(\lambda)$ reprezentuje spektrální citlivost normálního fotometrického pozorovatele (spektrální citlivost lidského oka) a
 $\rho(\lambda)$ zastupuje spektrální činitel odraznosti.

Během našeho měření jsme měli možnost porovnat více než 100 vzorků od nejrůznějších výrobců, včetně produktů zakoupených na tržnici. Výsledky vybraných vzorků jsou uvedeny v tabulce 1. Kompletní výsledky lze pak nalézt v [5].

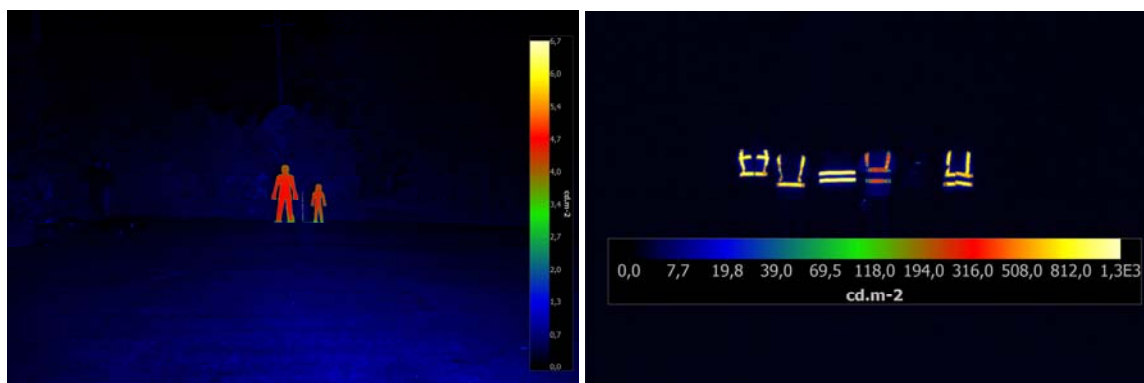
• Tabulka1: Výsledky měření odraznosti barevných materiálů

Označení	Barevné souřadnice			Integrální odraznost		
	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	D65	Halogen ž.	Xenonová v.
Reflexní samolepky A2	68,19	71,42	48,1	40	55	43
Reflexní samolepky A3	95,17	1,04	-2,76	87	87	87
Reflexní samolepky A4	40,07	50,03	25,58	12	17	10
Reflexní samolepky A5	64,54	23,49	68,23	35	42	40
Reflexní samolepky A6	82,78	-0,98	0,96	61	61	61
Reflexní nažehlovací páska Klimatex A7	71,69	-0,34	-1,67	43	43	43
Tričko Gildan B2	72,34	62,8	2,5	45	57	46
Klimatex úplet 3b	82,87	-1,51	85,68	65	70	68
Klimatex Coolmax 3c	83,82	-3,43	83,93	67	71	69
Klimatex úplet 4b	45,82	52,79	34,87	16	22	15
Klimatex Coolmax 4c	49,16	48,6	34,17	18	25	18
Klimatex úplet 5b	50,6	-37,84	1,32	18	15	16
Klimatex Coolmax 5c	56,95	-40,9	8,5	24	21	22
Klimatex úplet 6b	90,46	2,6	-2,22	77	77	77
Klimatex Coolmax 6c	89,31	3,28	-4,96	74	75	74
Páska samonavíjecí C1	55,93	35,93	48,18	25	32	27
Páska samonavíjecí C2	46,28	55,71	-6,85	15	21	15
Páska samonavíjecí C3	80,33	-0,5	-0,89	58	58	58
Páska samonavíjecí C4	41,68	46,67	25,14	13	17	12
Páska samonavíjecí C5	52,57	-11,3	-32,32	19	16	16
Páska samonavíjecí C6	63,59	-75,37	48,38	33	27	30
Páska samonavíjecí C7	85,92	-30,02	89,65	70	69	70
Reflex páska Lemac C8	60,41	-2,92	1,25	29	28	29

Reflex páska C9	61,72	3,89	-0,84	30	30	30
Reflex páska Besip Nemyslíš Zaplatíš C10	81,78	-29,38	85,81	62	61	62
Zvířátko Besip C11	62,48	-0,63	-1,53	31	31	31
Medvěd C12	62,01	-16,42	56,17	32	32	33
Duch reklamní C1	95,07	-27,5	101,32	92	92	93
Medvěd C15	58,3	-0,22	-1,75	25	25	25
Čepice Portwest C16	69,99	71,8	77,08	43	60	46
Vesta tržnice D1b	76,52	56,96	49,14	53	68	57
Vesta tržnice D2b	96,4	-29,39	72,72	94	93	95
Vesta D3a	62,53	-0,82	-2,43	31	31	31
Vesta Portwest 4a	61,74	-0,8	-2,38	30	30	30
Vesta Cerva D5a	62,99	-0,7	-3,01	32	32	32
Vesta Lex D6a	63,4	-0,75	-3,03	32	32	32
Vesta Portwest D7a	64,35	-0,89	-3,3	33	33	33
Vesta Portwest D8a	63,38	-0,95	-2,47	32	31	32
Vesta Lex oranž D9a	66,43	-0,46	-2,81	36	36	36
Vesta Lex oranž D9b	62,67	76,33	58	33	48	33
Vesta Cerva D10a	62,86	-0,68	-2,88	31	31	31
Vesta Cerva D10b	73,01	67,73	64,78	47	64	51
Vesta Portwest oranž D11a	65,64	-0,73	-2,2	35	34	35
Vesta Portwest D11b	71,66	73,23	71,41	46	63	50
Vesta Portwest oranž D12a	63,57	-0,81	-3,19	32	32	32
Vesta Portwest D12b	71,31	75,64	76,08	45	64	49
Vesta Tegus D13a	63,29	-0,73	-3,34	32	31	32
Vesta Tegus D13b	72,99	67,88	61,55	47	64	51
Vesta Tegus D14a	61,93	-0,68	-3,25	30	30	30
Vesta Tegus D14b	69,86	72,25	77,31	43	60	46

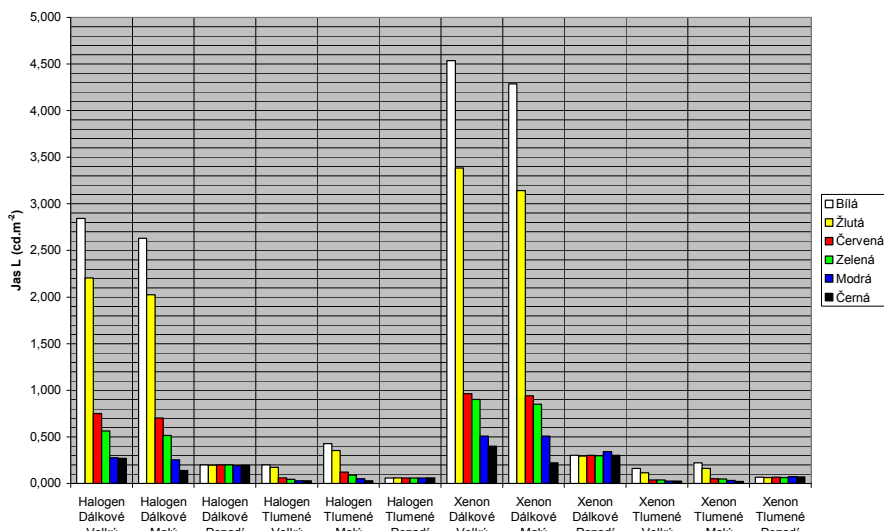
Měření reflexních vest v terénu

Kromě spektrofotometrického měření bylo provedeno měření reflexních vest v terénu. Jednalo se o modelovou situaci, kdy byl figurant umístěn ve tmavém nočním pozadí do vzdálenosti 80m od vozidla. Pro osvětlování figuranta byly střídavě použity dva osobní automobily jeden s halogenovými a druhý s xenonovými světlomety. U obou typů byly měřeny případy pro dálkové a tlumené světla, a přední a zadní stranu figuranta. Měření bylo provedeno 6.5.2013 za příznivého počasí. Měřicím a vyhodnocovacím aparátem byl jasový analyzátor LDA LumiDISP, jenž byl vyvinut na ústavu elektroenergetiky VUT v Brně. S jeho pomocí byl vyhodnocován průměrný jas a kontrast figuranta ve výše uvedených situacích (Obr. 8). Modelová situace byla vytvořena tak, aby výsledky měření odpovíděly na otázky: Která barva úpletu je nejvhodnější pro vestu používanou v noci a jak se mezi sebou liší kvalita reflexních pruhů na jednotlivých vestách? Pro testování byly opět použity vybrané vzorky jednak od profesionálních výrobců tak i neznámkové produkty neznámého původu zakoupené na tržnici.



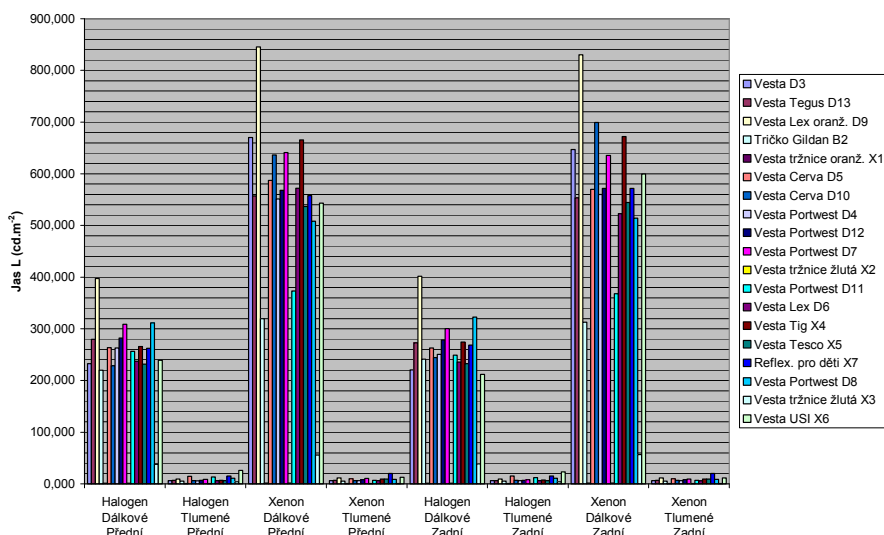
• Obr. 8 Příklady terénního vyhodnocení výsledků a) test úpletů b) test reflexních pruhů (vzorek z tržnice 5. zleva)

Výsledky z tohoto měření jsou shrnuty do grafů vyobrazených na následujících obrázcích.



• Obr. 9 Průměrný jas barevných úpletů velkého a malého figuranta

Na Obr. 9 jsou vyobrazeny průměrné jasy barevných úpletů na velkém a malém figurantovi. Z výsledků lze odečíst, že nejvhodnější barva úpletu je bílá (což lze předpokládat, jelikož odráží všechny vlnové délky). Naopak nejhorší hned po černé barvě je modrá.



• Obr. 10 Průměrný jas reflexních pruhů na vybraných vestách

Z Obr. 10 je na první pohled patrné, že jas resp. odraznost reflexních pruhů jsou na všech testovaných vzorcích přibližně na stejné úrovni, vyjma vzorků neznačkových pořízených na tržnici. Z tohoto pohledu se jeví vesty zakoupené na tržnici jako zcela neúčinné a za nočních podmínek neplní očekávanou bezpečnostní funkci.

Závěr

Během měření a testování více než 100 vzorků různých značek a výrobců se došlo k následujícím závěrům. Úplety všech vest měly při stejných barvách přibližně podobnou odraznost. Nejlepších výsledků dosahovaly žlutozelené vesty. Úplety vest z tržnice dosáhly srovnatelných výsledků jako u značkových výrobků. Výrazný rozdíl však nastává při srovnání reflexních pruhů na vestách. Zde je rozdíl mezi značkovou vestou a neznačkovou (z tržnice) velmi markantní. V této oblasti už na první pohled (viz Obr. 8b) neznačkové vesty neznámého původu jednoznačně nevyhovují. Jejich odrazné prvky neplní funkci zrcadla a tudíž je v noci k předpokládanému účelu nepoužitelná. Obecně by se dalo říct, že dražší vesty jsou v tomto ohledu kvalitnější a poskytují uživateli kvalitnější pasivní ochranu.

Poděkování: Výzkum byl proveden za pomoci Centra pro výzkum a využití obnovitelných zdrojů energie. Autoři děkují za finanční podporu z Evropského fondu pro regionální rozvoj v rámci projektu č. CZ.1.05/2.1.00/01.0014 a ústavu soudního inženýrství za poskytnuté vzorky k měření.

Reference:

- [1] Reflexní barvy. Color Zeman [online]. [cit. 2013-01-17]. Dostupné z: http://www.colorzeman.cz/images/reflexni_barvy/1.jpg
- [2] Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, [cit. 2013-01-17]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Katzenaugar.jpg>
- [3] Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, [cit. 2013-01-17]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Reflective_leg_band_in_Scanning_Electron_Microscope_200x.GIF
- [4] Konica Minolta CM-3600d: Instruction Manual. 1988.
- [5] SCHEJBAL, J.; KUŘE, A.; MOTL, J.; ŠKODA, J.; BELÁK, M.; BRADÁČ, A.; BILÍK, M. Světelné vlastnosti vybraných reflexních prvků. In Sborník příspěvků konference EXFOS 2013 na CD. Brno. 2013. p. 210 -220. ISBN 978-80-214-4675-5.

Rozbor jasu zorného pole pozorovatele ve venkovním prostředí

Jan, Zálešák, Ing.

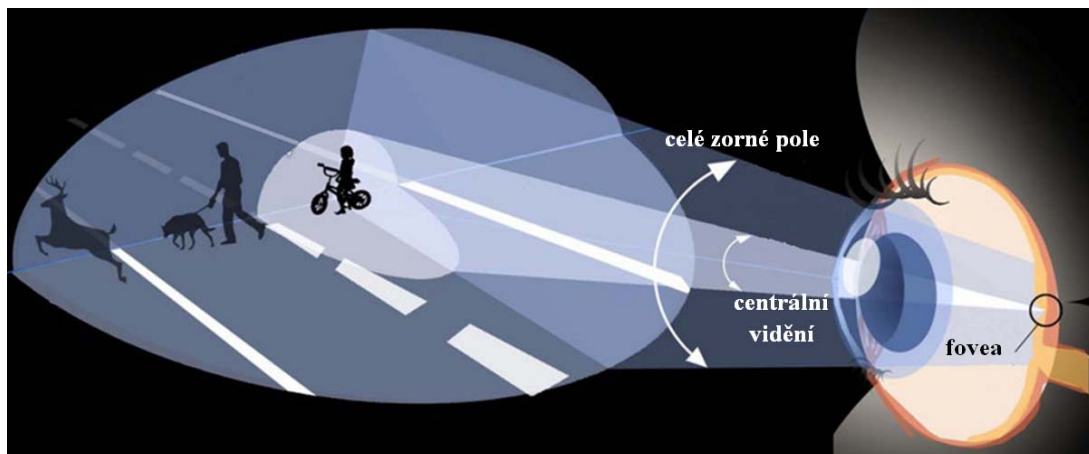
ČVUT v Praze Fakulta elektrotechnická, zalesja1@fel.cvut.cz

Definice adaptačního pole pozorovatele je jednou z nejpodstatnějších otázek při řešení subjektivního vnímání světelného prostředí v podmínkách mezopického vidění. Vzhledem k rozložení světločivných senzorů, čípků a tyčinek, na ploše sítnice, je oblast mezopického vidění poplatná především vidění perifernímu. Vidění centrální (foveální), které je zhruba v úhlu jedné minuty, je realizováno pouze čípkami a nedochází zde tedy k efektu mezopického vidění.

Problematika zorného pole

V případě mezopických adaptačních jasů je tedy pro přesné ostré vidění (přísně foveální) nemožné mezopickou metodiku použít. Tento jev je však již zahrnut ve výpočetním systému MES2. Jedná se o kompromisní řešení systému, který vychází z testů, kde centrální vidění v aplikační oblasti mezopických adaptačních jasů respektují. Pro lepší představu je zjednodušené zorné pole naznačeno na obr.1

- Obr.1 Promítnutí pozorovaného obrazu na sítnici [7]

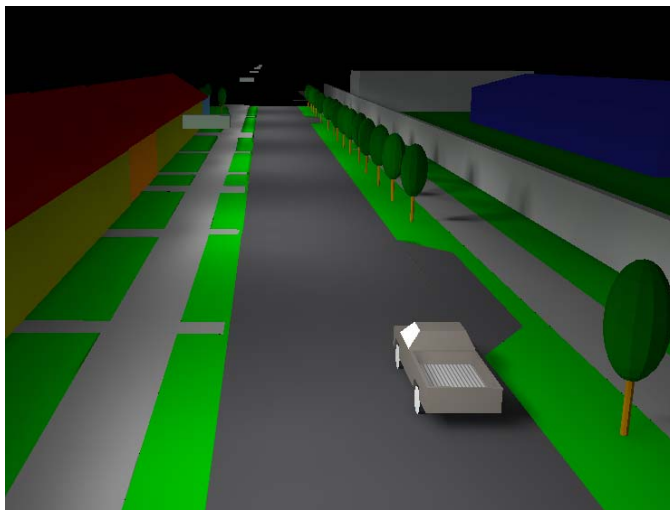


V současné době je úkol hodnocení fyziologických aspektů dynamicky se měnícího adaptačního pole mimo oblast zájmu a možností výzkumu na ČVUT. Pro statické pole pozorovatele byla provedena studie, která problém popisuje kvantitativně z hlediska současného chápání adaptačního jasu. Tedy způsobem, kdy je předpokládaná pozorovaná oblast kvantifikována průměrným jasem pozorované plochy.

Navržená modelová situace pro rozbor jasu

Pro tento účel byl zpracován rozbor několika modelových situací, které hodnotí výsledná adaptační pole pozorovatele při rozdílných podmínkách adaptačního prostředí. Jako standartní scéna pozorovatele byla vybrána uliční oblast dle skutečného urbanistického řešení, která byla detailně namodelována v programu DIALux. Scéna respektuje skutečnou domovní zástavbu městského prostředí viz. obr.2.

- Obr.2 Modelová scéna adaptačního prostředí v programu DIALux [5]



Modelová scéna byla užita k hodnocení adaptačního jasu statického pozorovatele při 3 různých podmínkách světelného stavu okolí. Tím je sledován vliv okolí na samotný adaptační jas, který je dle konvenčních metod uvažován jako jas povrchu vozovky, což odpovídá hodnotě průměrného jasu výsledných návrhových variant, dále uvedených v tab. 8.

Modelové situace pro statického pozorovatele jsou pak rozděleny do těchto kategorií dle jasu viděné části oblohy:

- A** jas oblohy je uvažován 0 cd/m^2 . Plocha oblohy je **zahrnuta** do výpočtu adaptačního (průměrného) jasu při daném zorném úhlu.
- B** jas oblohy je uvažován 0 cd/m^2 . Plocha oblohy **NENÍ zahrnuta** do výpočtu adaptačního (průměrného) jasu při daném zorném úhlu.
- C** jas oblohy je uvažován 1 cd/m^2 . Plocha oblohy je **zahrnuta** do výpočtu adaptačního (průměrného) jasu při daném zorném úhlu.

Pro výpočty posuzovaných situací byla vybrána svítidla osazená vždy jedním ze dvou rozdílných světelných zdrojů. Pokrytí rozdílných částí viditelného spektra bylo řešeno vybráním různých typů světelných zdrojů: LED zdroj a vysokotlaká sodíková výbojka. Charakteristika zdrojů je uvedena v tab.1.

• Tab.1 Charakteristika světelných zdrojů vybraných pro modelovou situaci

Typ světelného zdroje	Světelný tok	Příkon
Vysokotlaká sodíková výbojka	6 600 lm	70 W
LED zdroj	6 500 lm	32 W

Světelně technické parametry výsledných návrhů osvětlení modelové situace jsou voleny tak, aby respektovaly návrh dle platných norem a zároveň byly sobě co nepodobnější právě z důvodu možnosti porovnání v oblasti mezopického vidění. Výsledné fotopické parametry klasického návrhu variant jsou uvedeny v tab. 2.

• Tab.2 Výsledné světelně technické parametry modelového návrhu

Typ světelného zdroje	L_{avg} [cd/m^2]	U_0 [-]	U_1 [-]
Vysokotlaká sodíková výbojka	1,1	0,68	0,84
LED zdroj	1,1	0,69	0,83

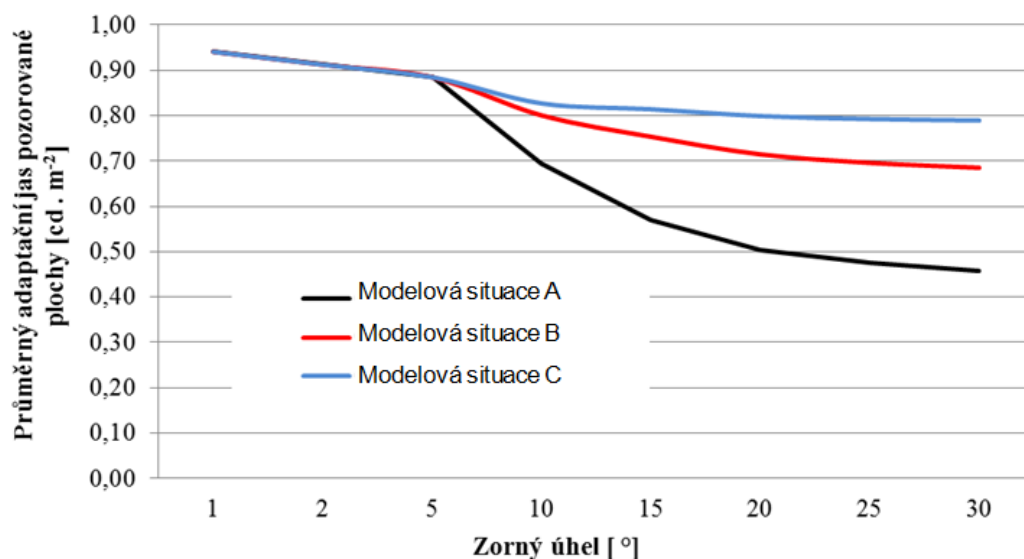
Použití vytvořené výpočtové metodiky pro stanovení průměrných jasů ploch definovaných zorným úhlem pozorovatele dle jednotlivých modelových situací (A, B, C) v procentuálním poměru LED zdroje vůči vysokotlaké sodíkové výbojce je prezentováno tabulkou 3.

- Tab.3 Procentní vyjádření rozdílů vyvolaných jasů pro stejnou návrhovou variantu pomocí rozdílného světelného zdroje.

Návrhová situace	A	B	C
Zorný úhel	LED vůči sod. výb. rozdíl průměrného jasu plochy [%]		
1	0,1	0,1	0,1
2	-0,8	-0,8	-0,8
5	-0,2	-0,2	0,0
10	-9,2	-6,4	-6,7
15	-13,6	-10,3	-9,8
20	-16,5	-13,1	-11,2
25	-17,7	-14,9	-11,9
30	-18,5	-15,7	-13,6

Z této tabulky je možno odvodit rozdíl mezi použitými typy světelných zdrojů. Jde o rozdílně vyvolané průměrné jasy ploch viděné definovaným zorným úhlem. Aby bylo možno posoudit rozdíly mezi jednotlivými modelovými situacemi, je z vyvolaných adaptačních jasů pomocí obou typů světelných zdrojů vytvořen průměr. Jednotlivé modelové situace, respektive hodnota jejich adaptačního jasu v závislosti na zorném úhlu je zobrazena grafem na obr. 3.

- Obr.3 Adaptační jas modelových situací v závislosti na zorném úhlu



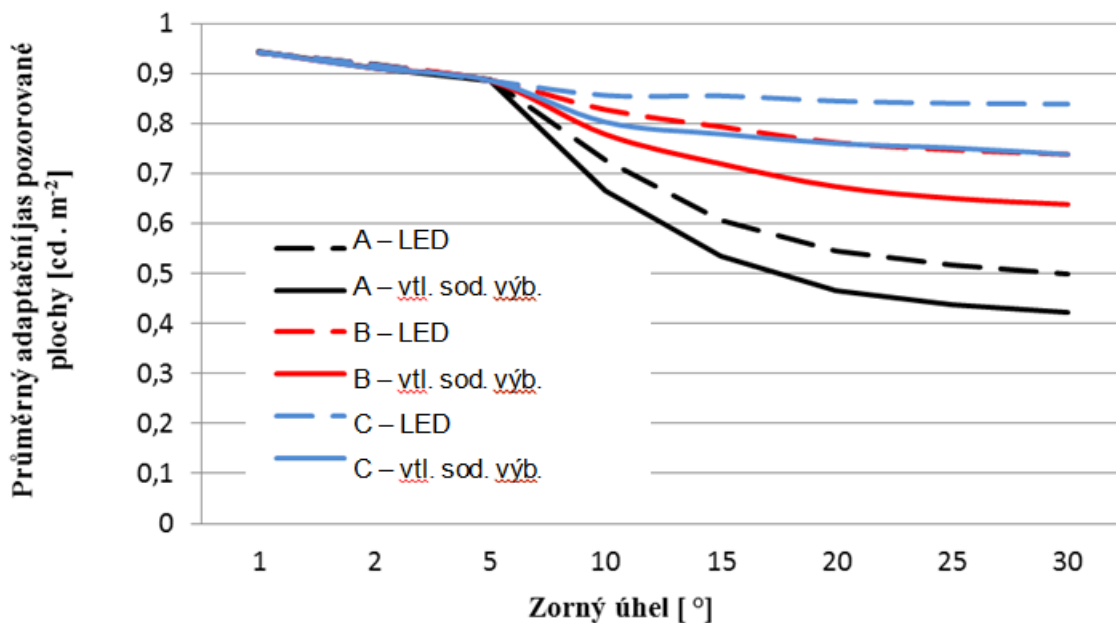
Vzájemné procentuální poměry mezi jednotlivými variantami uvedenými v grafu na obr. 8 jsou dány do korelace vždy s každou další variantou. Tím je možno posoudit vliv vnímaného jasu a plochy oblohy do výpočtu. Výsledky jsou uvedeny v tab. 4.

- Tab.4 Procentní vyjádření rozdílů návrhových variant pro jednotlivé zorné úhly

Návrhová situace	A-B	A-C	B-C
Zorný úhel	Rozdíl průměrného jasu plochy [%]		
1	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0
10	13,2	16,0	3,2
15	24,6	30,2	7,4
20	29,6	37,1	10,6
25	31,8	40,1	12,2
30	33,1	41,9	13,2

Výsledné hodnoty získané při rozboru jasů zorného pole pozorovatele lze nadále využít a stanovit rozdíly v adaptačních poměrech při mezopickém vidění. Při užití mezopického systému MES2, dle zmíněných postupů v předchozích kapitolách lze stanovit subjektivně vnímané jasů a jejich hodnoty. Toto srovnání je pak uvedeno v grafu na obr. 9, jde pro každou návrhovou variantu (A, B, C), je napočten subjektivně vnímaný jas pro oba typy užitých světelných zdrojů.

• Obr.4 Adaptační jas v oblasti mezopického vidění pro modelové situace



Závěr

Výsledné průběhy průměrných jasů adaptačních polí ukazují nestejnou charakteristiku průběhu v oblastech, kdy zorný úhel pozorovatele je větší než 10°. Aby bylo možno posoudit tyto výsledky v praxi, je třeba provést další studii, která by obsahovala definování zorného pole pozorovatele v reálných podmínkách. Za předpokladu znalosti rozsahu aktivního zorného pole je dle vypočtených modelů možno definovat potřebu, respektive nejistotu při dalším určování zorného pole.

Poděkování

Poděkování náleží panu Ing. Jakubu Tomáši za cennou spolupráci a pomoc při realizaci tohoto výzkumu.

Literatura a odkazy

- [1] CIE 191-2010 *Recommended system for mesopic photometry based on visual performance.*, 2010. 73 s. ISBN 9783901906886.
- [2] ČSN EN 13201-2. *Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Výkonnostní požadavky.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2004. 17 s.
- [3] GOODMAN, T., *Photometric Measurement using the CIE System for Mesopic Photometry.* In: CIE Introductory Tutorial on Mesopic Photometry. 2012.
- [4] Halonen L., Puolaka M.; *CIE System for Mesopic Photometry,* In: CIE Introductory Tutorial & workshop on mesopic Photometry. (2012).
- [5] Zálešák, J. - Tomáš, J. Comparison of static visual adaptation field in night time and mesopic conditions In: Proceedings of the 14th International Scientific Conference Electric Power Engineering 2013. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2013, s. 463-465. ISBN 978-80-248-2988-3.

FC Viktoria Plzeň 4x

Pavel Novotný, Ing.
merim@svetlo.cz

V roce 2008 měl stadion ve Štruncových sadech v Plzni, který je domácím hřištěm FC Viktoria Plzeň, staré a dosluhující osvětlení. Jednalo se přitom o nezvyklou instalaci, kdy byly proti sobě umístěny dva 73 m vysoké stožáry osazené dvěma osvětlovacími rampami. Rampa umístěná ve výšce 35-38 m nese 32 ks svítidel ve 4 řadách, horní rampa ve výšce 69 – 73 m nese 30 ks svítidel v 6 řadách. Svítidla o výkonu 3,5 kW jsou již za svým funkčním zenitem. Stadion v této době nesloužil pouze pro potřeby fotbalistů, ale i atletů.

Na následujících Obrázcích 1 a 2 je znázorněna hrací plocha, atletická dráha a původní osvětlovací stožáry.



• Obrázek 1 starý stožár - zadní



• Obrázek 2 starý stožár u hlavní tribuny

Město Plzeň – majitel stadionu, rozhoduje o rekonstrukci osvětlení na stadionu a současně zpracovává urbanistickou studii na rekonstrukci celého stadionu. Stadion má v budoucnosti sloužit pro potřeby fotbalistů, atleti budou mít svůj stadion na jiném místě.

Návrh nového stadionu počítá se zrušením atletické dráhy, posunutím hřiště, výstavbou tří nových tribun a hlavně se čtyřmi novými stožáry.

A proč je v názvu 4x?

Etapa 1: výměna svítidel

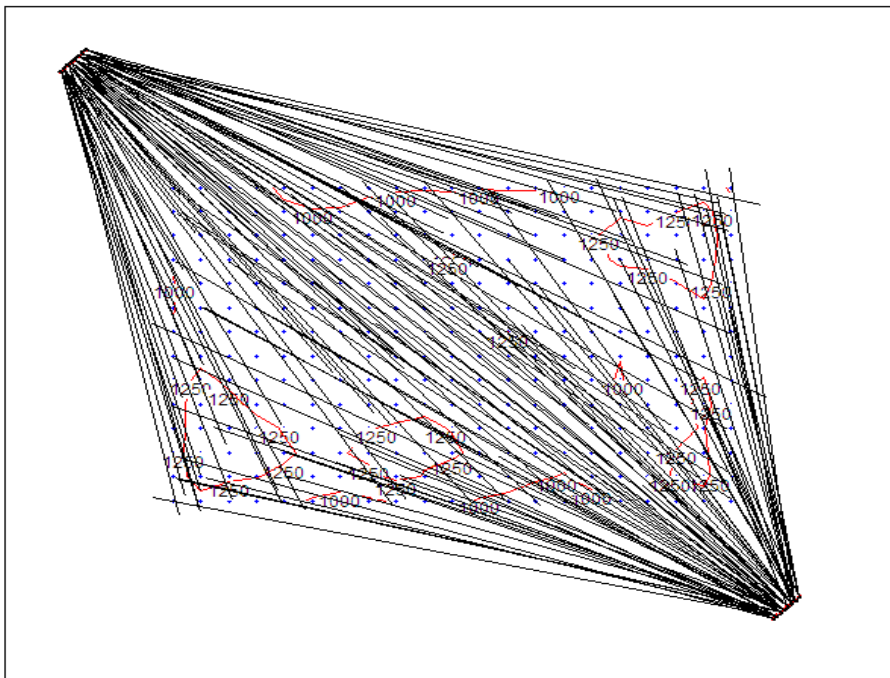
Kritický stav osvětlovací soustavy, častá poruchovost a nedostatečná intenzita brání velmi dobře hrající Plzni v certifikaci ligového stadionu i pro mezinárodní zápasy. Pokud by nedošlo k výměně osvětlovací soustavy, hrozilo by odklonění atraktivních zápasů na cizí hřiště. S nově instalovanými svítidly umístěnými na starých stožárech se v budoucích etapách počítá s využitím na stožárech nových.

Světelně-technický návrh plánuje umístění 140 ks svítidel GEWISS COLOSEUM 2000 na stávající pozice. Jelikož jsou svítidla na 2 protilehlých stožárech na rampách ve výšce 38 m a 73 m, stožáry jsou umístěny 88 m od středu hřiště a maximální vzdálenost mezi svítidlem a plochou je 170 m, jedná se o návrh velmi atypický.

Investor byl předem seznámen s faktem, že ze dvou protilehlých stožárů, (kdy jeden je navíc umístěn v zakázané zóně) nelze vytvořit vyhovující osvětlení pro kameru.

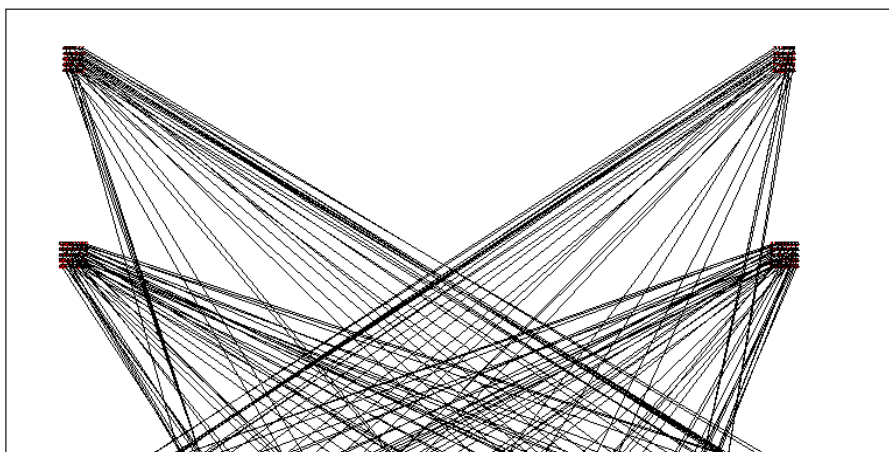
Na Obrázku 3 je vidět dosažená intenzita horizontální osvětlenosti 1141 lx a rovnoměrnost 0,81, tyto parametry vyhovují zadání.

Horizontální: Emin: 929.2 Em: 1141.4 Emax: 1358.4 Uo=Emin/Em: 0.81 Z: 0.78 URL: 3.9



• Obrázek 3 směřování svítidel na hřiště ze dvou protilehlých stožárů

Na Obrázku 4 je znázorněno umístění svítidel na dvou výškově rozdílných rampách.



• Obrázek 4 boční pohled na umístění svítidel ve výškách

V roce 2009 dochází k instalaci 140ks nových svítidel GEWISS COLOSEUM 2000 na stávající stožáry.

V tomto roce FC Viktoria Plzeň končí v ligové tabulce na 5. místě.

Obrázek 5 nabízí pohled na stadion z nejvyššího bodu stožáru.



• Obrázek 5 svítidla GEWISS ve výšce 73 m

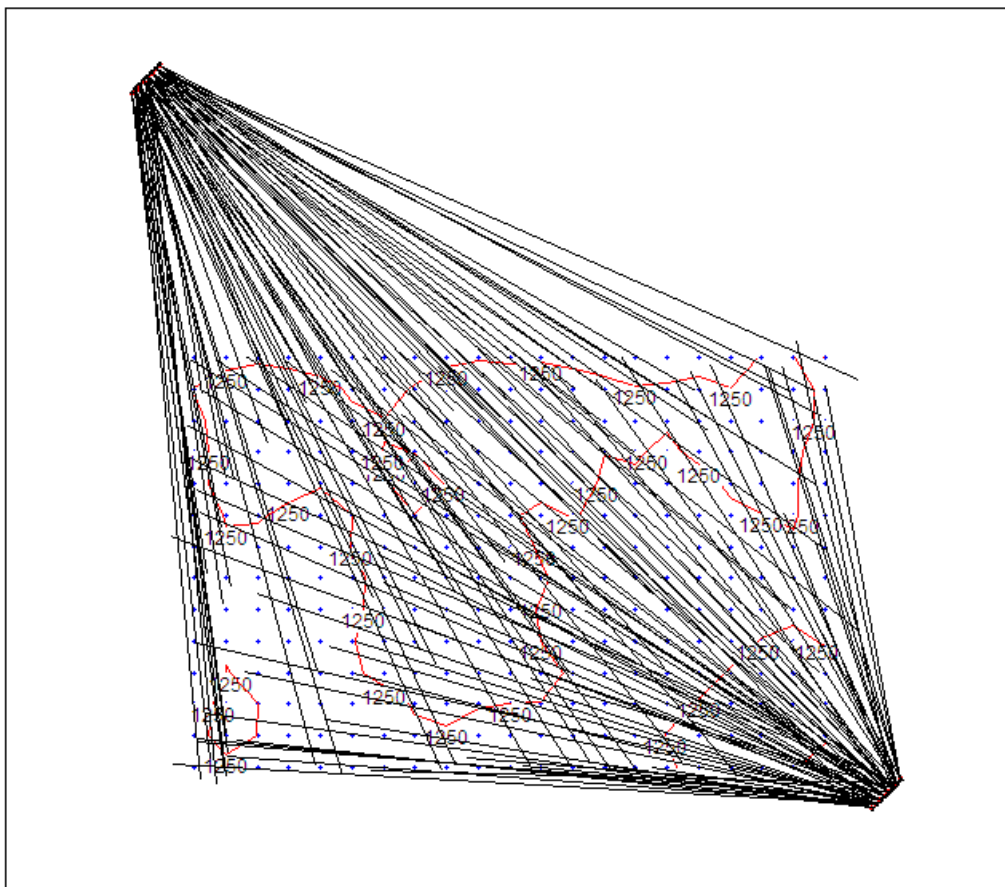
Etapa 2: posunutí hřiště

V roce 2011 bylo rozhodnuto o přestavbě atletického stadionu s fotbalovou plochou na stadion fotbalový s evropskými parametry. Prvním krokem přestavby (pro osvětlení nešťastným) bylo zrušení atletické dráhy a posunutí hřiště směrem k hlavní tribuně o 18,5 m. Zcela pochopitelným důsledkem byla nutnost nového světelně-technického návrhu. Opět návrh atypický, protože kromě dvou 73 m stožárů přibyla ještě výrazná asymetrie umístění.

Posunutí hřiště směrem k tribuně k jednomu ze sloupů mělo za následek výrazné zhoršení kamerové osvětlenosti – zejména v pravé části hřiště z pohledu kamery. Bylo nutné doplnit osvětlení o svítidla na tribuně. Nosnost tribuny nám nedovolila více jak 21 ks svítidel SBP Laser 2000. Dosažená intenzita horizontální osvětlenosti 1237 lx a rovnoměrnost 0,80.

Na Obrázku 6 vidíme posunuté hřiště směrem k hlavní tribuně, nesymetrie umístění stožárů se zvětšila. Svítidla na zadním stožáru svítí na vzdálenost větší jak 200 m.

Horizontální: Emin: 992.0 Em: 1237.4 Emax: 1456.7 Uo=Emin/Em: 0.80 Z: 0.78 URL: 3.8



• Obrázek 6 posunuté hřiště

V roce 2011 dochází k posunu hřiště a instalaci 21ks nových svítidel SBP LASER 2000 na hlavní tribunu. Tato varianta slouží pouze pro dva zápasy!

V tomto roce se FC Viktoria Plzeň stává Mistrem ligy a vyhrává Superpohár. Postupuje do základní skupiny Ligy mistrů!

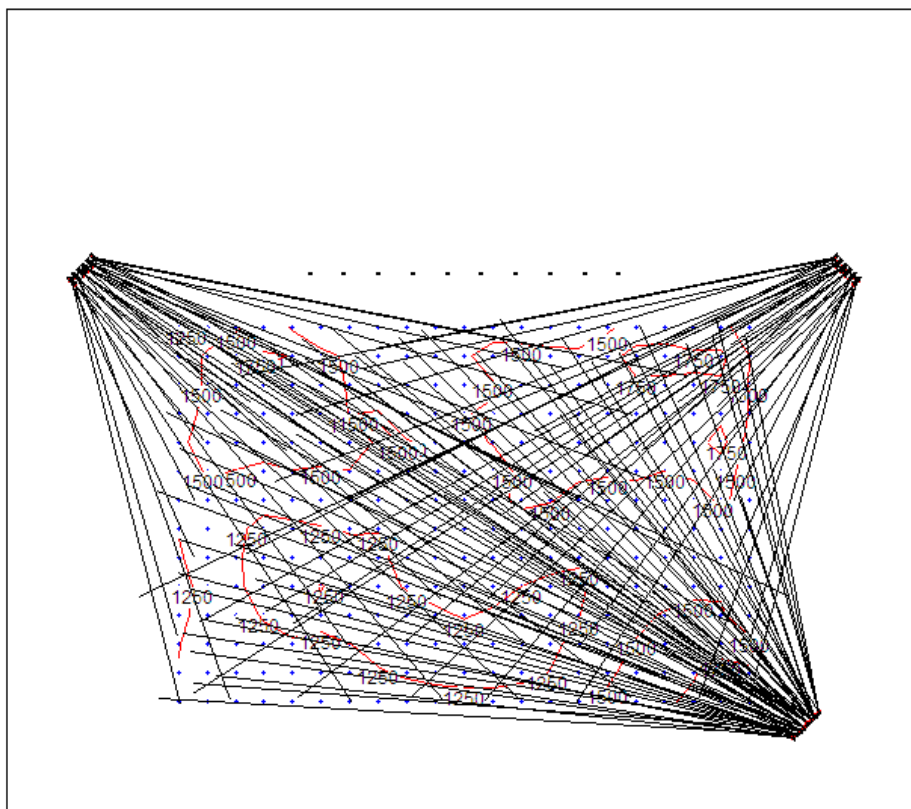
Etapa 3: výstavba tribun

Město Plzeň dodrželo stanovený cíl a v roce 2011 pokračovalo s výstavbou tří tribun. Před dokončením stavby tribun byl 2. 9. 2012 demontován „zadní“ stožár a svítidla byla přemístěna na dva nové, šikmé stožáry. Zcela pochopitelným důsledkem byla nutnost nového světelně-technického návrhu. Opět návrh atypický, protože zůstal jeden stožár původní 73 m vysoký a dva nové 43 m. Komplikace nastala ve výrazné nesymetrii s umístěním stožárů se svítidly, na straně vpravo od kamery 70 + 35 = 105 svítidel a vlevo od kamery pouze 35 ks na jednom novém stožáru. Na novou tribunu bylo doplněno 10 ks svítidel SBP 5STARS 1000 W.

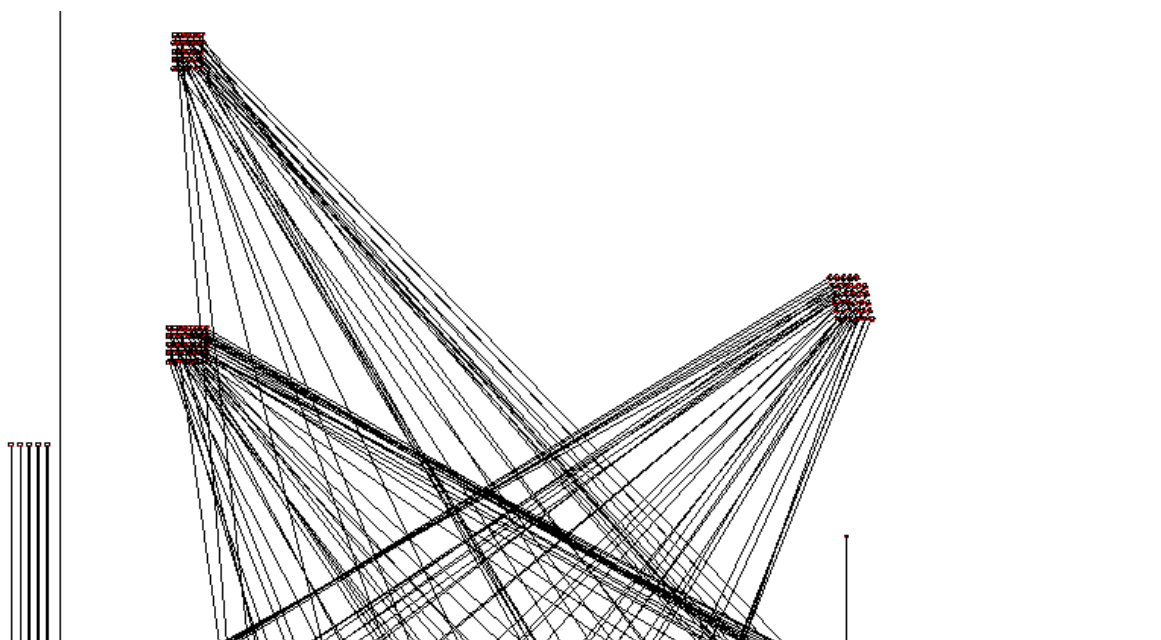
I v tomto případě byl investor upozorněn na důsledky v kamerové a vertikálních osvětlenostech.

Z Obrázků 7 a 8 je patrná výrazná nesymetrie umístění svítidel nejen okolo hrací plochy, ale i ve výškách.

Horizontální: Emin: 1160.6 Em: 1427.4 Emax: 1941.6 Uo=Emin/Em: 0.81 Z: 0.78 URL: 2.7



• Obrázek 7 varianta osvětlení se třemi sloupy



• Obrázek 8 boční pohled na variantu se třemi stožáry

V roce 2011 dochází k výstavbě nových tribun a 2ks nových stožárů. Jeden původní stožár je 2.9.2011 demontován.

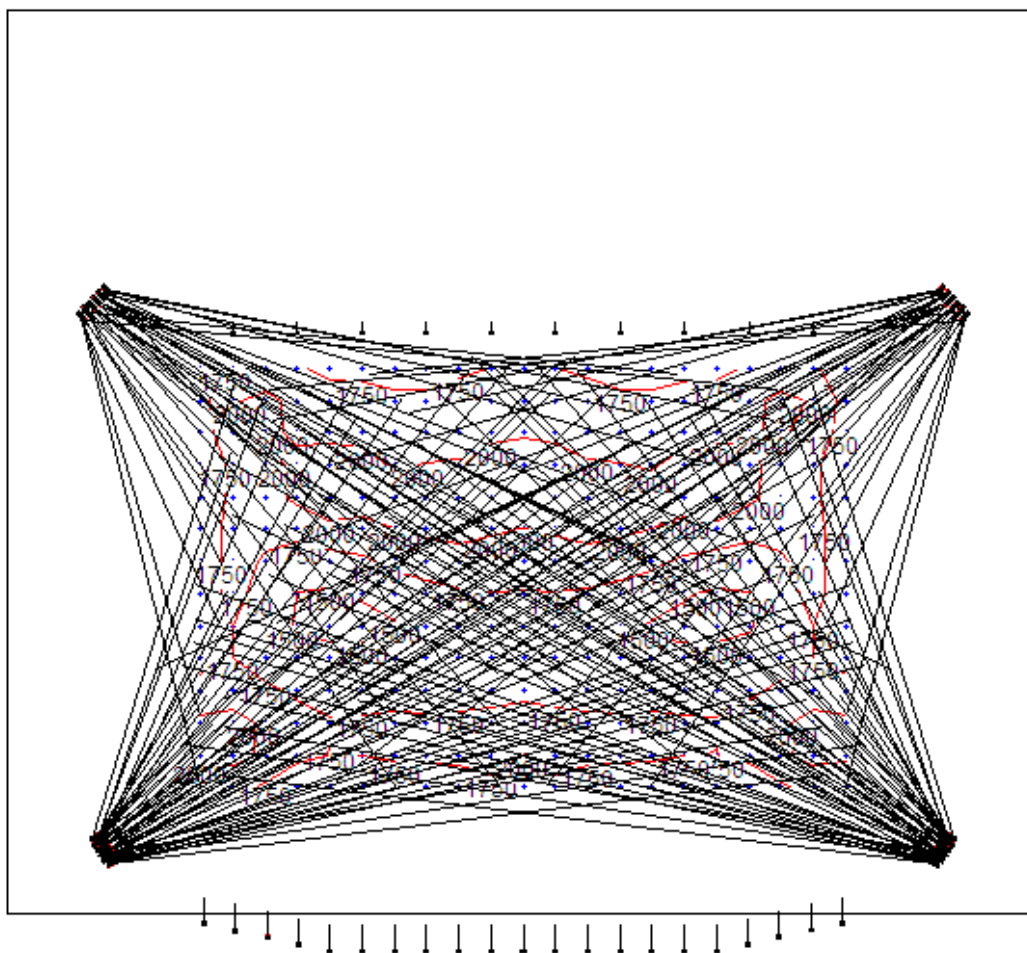
FC Viktoria Plzeň úspěšně pokračuje v Lize mistrů, vyřazuje Pjunik Jerevan, Rosenberg Trondheim , FC Kodaň.

Etapa 4: konečně kompletní osvětlení

V roce 2013 po posledním domácím zápase a oslavách titulu došlo k demontáži druhého starého stožáru a k výstavbě dvou nových zalomených stožárů. Zcela pochopitelným důsledkem byla nutnost nového světelně-technického návrhu. Od tohoto momentu byl již výpočet standardní – osvětlení hrací plochy ze čtyř stožárů umístěných v doporučených zónách. Na nových stožárech vedle hlavní tribuny jsou připraveny hlavy pro 52 ks svítidel, na zadních stožárech zůstává po 35 ks svítidel GEWISS COLOSEUM 2000, na hlavní tribuně je instalováno 21 ks svítidel SBP Laser 2000 a na protější tribuně 10 ks svítidel SBP 5STARS 1000 W. Celkově tedy 205 ks svítidel.

Na Obrázku 9 je znázorněno standardní umístění svítidel na stadionu.

Horizontální: Emin: 1459.8 Em: 1788.4 Emax: 2181.2 Uo=Emin/Em: 0.82 Z: 0.78 URL: 2.7



• Obrázek 9 standardní uspořádání svítidel na fotbalovém stadionu

Dosažené parametry nové osvětlovací soustavy již plně vyhovují požadavkům. Kompletní přehled výsledků je uveden v Tabulce 1 včetně srovnání s požadavky organizací FIFA a UEFA.

• Tabulka 1 přehled výsledků

Přehled výsledků		ČSN EN 12 193	FIFA	UEFA	Výsledky
průměrná vodorovná osvětlenost roviny	$E_{h_{av}}$		1 500 lx	1 400 lx	1788 lx
rovnoměrnost vodorovné osvětlenosti U1	$E_{h_{min}} / E_{h_{max}}$	0,5	$\geq 0,6$	$\geq 0,6$	0,67
rovnoměrnost vodorovné osvětlenosti U2	$E_{h_{min}} / E_{h_{av}}$	0,7	$\geq 0,8$	$\geq 0,7$	0,82
hlavní tribuna - svislá osvětlenost	$E_{v_{av}}$	$\geq 30\% E_{h_{av}}$			1450 lx
rovnoměrnost svislé osvětlenosti	$E_{v_{min}} / E_{v_{av}}$	$\geq 0,4$			0,55
východní tribuna - svislá osvětlenost -	$E_{v_{av}}$	$\geq 30\% E_{h_{av}}$			832 lx
rovnoměrnost svislé osvětlenosti	$E_{v_{min}} / E_{v_{av}}$	$\geq 0,4$			0,54
severní tribuna - svislá osvětlenost	$E_{v_{av}}$	$\geq 30\% E_{h_{av}}$			1415 lx
rovnoměrnost svislé osvětlenosti	$E_{v_{min}} / E_{v_{av}}$	$\geq 0,4$			0,37
jižní tribuna - svislá osvětlenost	$E_{v_{av}}$	$\geq 30\% E_{h_{av}}$			1415 lx
rovnoměrnost svislé osvětlenosti	$E_{v_{min}} / E_{v_{av}}$	$\geq 0,4$			0,37
rovnoměrnost na svislých rovinách v jednom bodu sítě	$E_{v_{min}} / E_{v_{max}}$	$\geq 0,3$			0,3
max. změna vodorovné osvětlenosti na 5m		$\leq 25\%$			20%
svislá – kamerová osvětlenost roviny	$E_{v_{cam}}$	1 000 lx	1 500 lx	1 400 lx	1878 lx
rovnoměrnost svislé – kamerové osvětlenosti U1	$E_{v_{min}} / E_{v_{max}}$	$\geq 0,4$	$\geq 0,5$	$\geq 0,4$	0,54
rovnoměrnost svislé – kamerové osvětlenosti U2	$E_{v_{min}} / E_{v_{av}}$		$\geq 0,7$	$\geq 0,6$	0,71
rovnoměrnost mezi vodorovnou a svislou osvětleností	$E_{h_{av}} / E_{v_{av}}$	$0,5 \geq r \geq 2$			0,81 - 1,34
činitel oslnění	GR	≤ 50	≤ 50	≤ 50	49,1
teplota chromatičnosti světla	Tk	4500 K – 6500 K	≥ 5500 K	4500 K – 6500 K	5800 K
barevné podání	Ra	$Ra \geq 80$	$Ra \geq 80$	$Ra \geq 65$	90

V roce 2013 je rekonstrukce osvětlení po 5 letech ukončena.

FC Viktoria Plzeň opět vyhrává titul a úspěšně pokračuje v Lize mistrů, vyřazuje NK Maribor, Nõmme Kalju, FK Željezničar, a v základní skupině ji čekají CSKA Moskva, FC Bayern München, Manchester City FC.

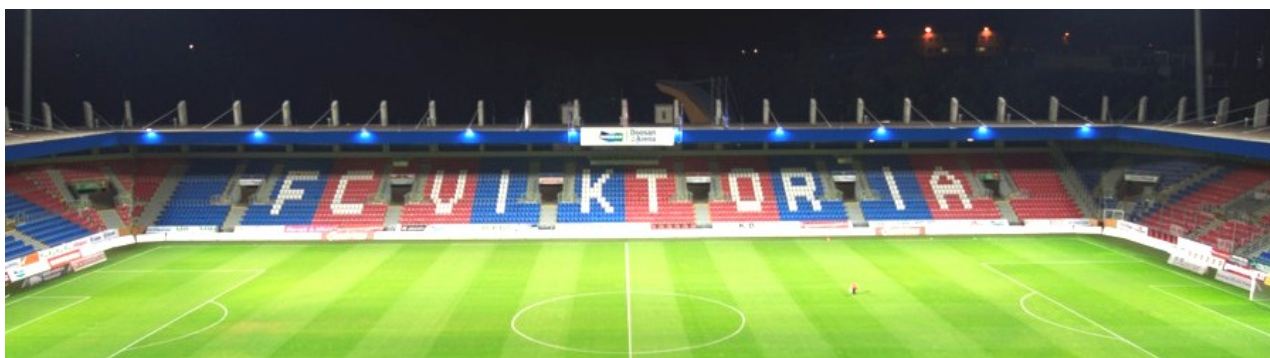
Na Obrázcích 10 a 11 jsou znázorněny nově instalované stožáry a na Obrázku 12 je zprostředkován pohled na novou tribunu.



• Obrázek 10 nový, zalomený stožár u hlavní tribuny



• Obrázek 11 nový, šikmý stožár u nové tribuny



• Obrázek 12 pohled na novou tribunu

Závěr

Před pěti lety (v roce 2008) započala rozsáhlá rekonstrukce stadionu ve Štruncových sadech v Plzni. Ten se za tuto dobu změnil ze stadionu atletického s travnatou hrací plochou na moderní fotbalový stadion evropských parametrů. Prošel celkem čtyřmi samostatnými etapami modernizace, které si vždy vyžádaly nové světelně-technické řešení. Každá z nich byla jedinečná, atypická a velmi zajímavá.

Tak, jak se jednotlivé etapy dokončovaly, stoupala kvalita i úspěchy fotbalové Plzně. Nyní Plzeň bojuje v základní skupině Ligy mistrů, ale do uzávěrky nebyly výsledky známe. Přejme jí úspěch.

Literatura a odkazy

- [1] ČSN EN 12 193 Světlo a osvětlení – Osvětlení sportovišť
- [2] FAČR, PROJEKT LIGOVÉ STADIONY 2012
- [3] FIFA, Lighting Guide
- [4] UEFA, Stadium Infrastructure Regulations
- [5] WILS výpočetní program

Kompaktní jednotka denního svícení pro závodní vůz 24 hodin Le Mans

Jan Popelek

FLTC Europe a.s., www.fltc.eu, jpopelek@fltc.eu

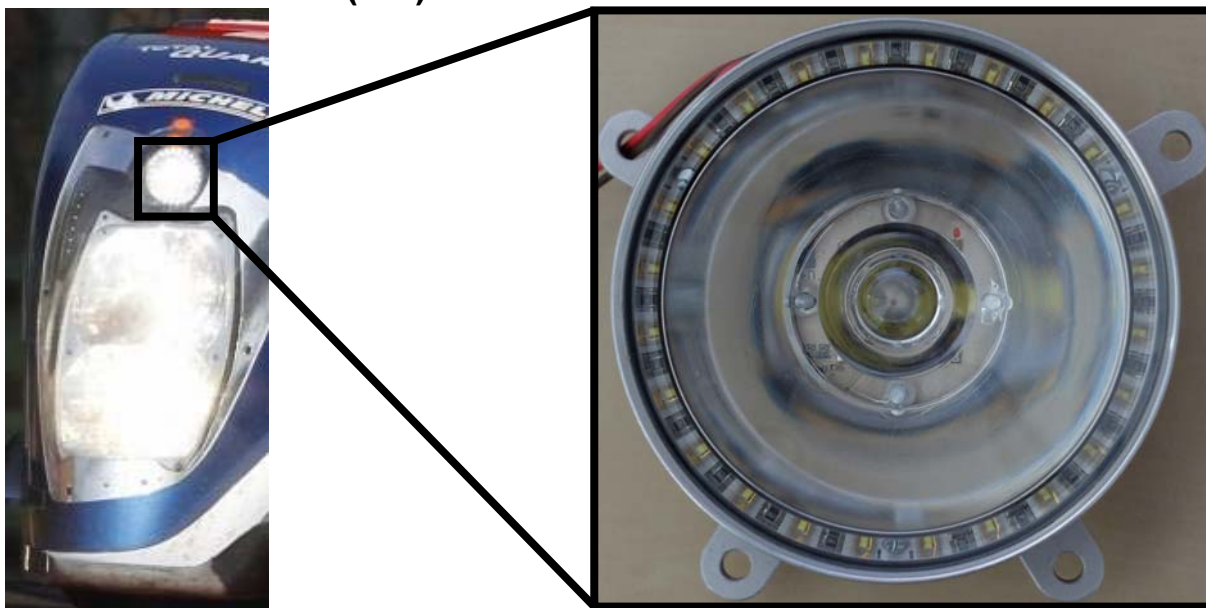
Před začátkem závodní sezony 2011 poptával závodní tým Peugeot Sport technické řešení robustního osvětlení vytrvalostních závodních vozů pro kategorii vozidel Le Mans Prototype během denní části závodu, kdy osvětlení plní spíše funkci signální. Hlavním požadavkem zadavatele byla nízká hmotnost svítilny a vysoká odolnost v podmínkách závodu.



Vůz Peugeot 908

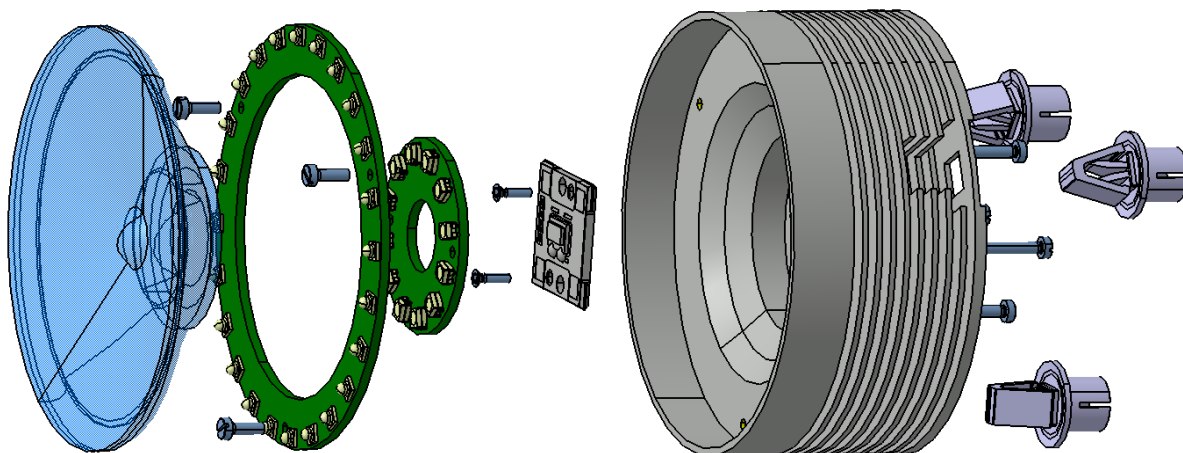
Cílovým vozem pro vývoj světlometu byl 900 kg těžký vůz Peugeot 908 se samonosnou karosérií z uhlíkového kompozitu vybavený vznětovým motorem Peugeot V8 HDi FAP o zdvihovém objemu 3,7 litrů a výkonu omezeném předpisy na přibližně 400 kW. Zajímavostí nezvyklou u závodních vozů byla přítomnost filtru pevných částic (FAP = Filtre à Particules). Šestistupňová sekvenční převodovka přenáší výkon tohoto přeplňovaného vidlicového osmiválce na 28,5" zadní kola s rozchodem 2000 mm; identická kola jsou i na přední nápravě kvůli lepšímu kontaktu s vozovkou. Noční světlometry jsou řešeny klasicky pomocí páru výbojek v lehkých parabolách, v denní svítelně jsou zdrojem svítivé diody (LED).

Svítilna denního svícení (DRL)

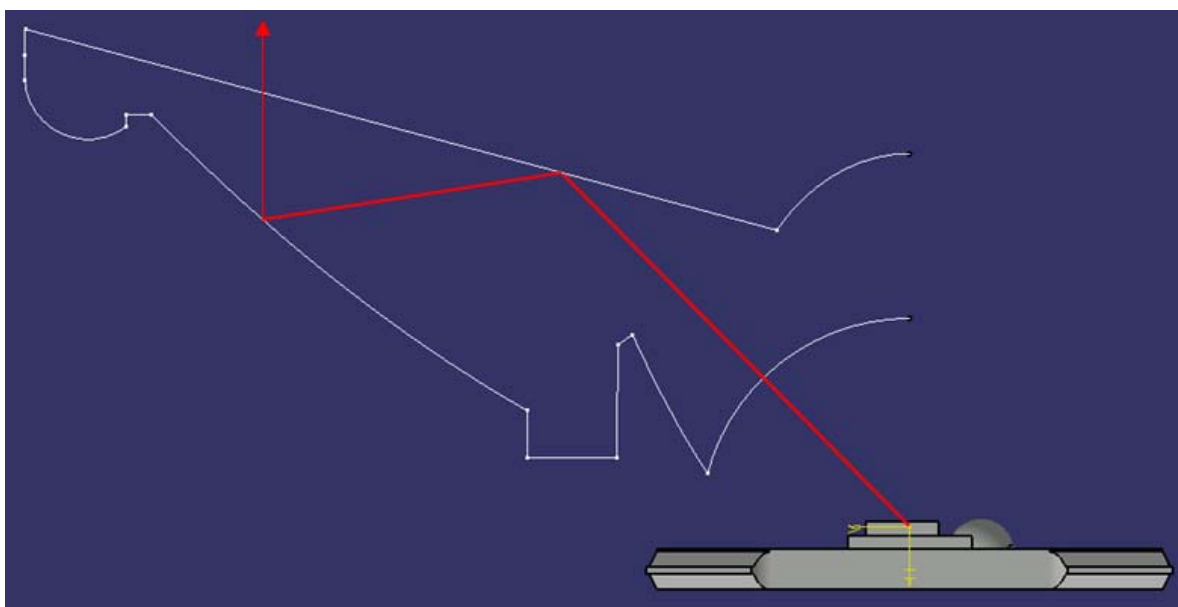


KURZ OSVĚTLOVACÍ TECHNIKY XXX

Pouzdro svítilny DRL vyrobené z hliníku tvoří strukturální kostru celé jednotky a zároveň slouží k efektivnímu odvodu ztrátového tepla z LED. Za tím účelem je povrchově upraveno pískováním, které způsobí mírné zvětšení jak teplosměnné plochy, tak i povrchové emisivity. Uvnitř pouzdra v centrální části je umístěno pouzdro nejvýkonnější LED, lineárního pole pěti čipů od firmy OSRAM (Ostar LEUWD1W5) o maximálním příkonu 18W a provozním toku po zahřátí kolem 600 lm. Nad ním je umístěna deska mikroprocesorem řízeného proudového zdroje, který stabilizuje proud napájející tuto LED v závislosti na teplotě pouzdra. Ochrana proti přehřátí je nezbytnou podmínkou zajištění funkce i při zastávkách v depu, kdy by mohlo dojít k přehřátí jednotky z důvodu absence náporového chlazení světlometu. Při testování jednotek v extrémních podmínkách byla demonstrována jejich bezchybná funkce i při ponoření do vroucí vody. Další deska plošných spojů je osazena 24 LED (OSRAM Oslon LUWCN5N, 15 lm každá) a zajišťuje viditelnost vozidla z větších úhlů, než umožňuje centrální LED. Celá jednotka je hermeticky utěsněna lakovanou polykarbonátovou čočkou a těsnícím O-kroužkem ležícím v osazení hliníkového pouzdra.



Kompaktní rozměry svítilny (průměr 74mm, hloubka 44mm) jsou do značné míry předurčeny vícenásobným chodem paprsků přes kolimační čočku. U paprsků vycházejících z centrální LED dojde napřed k úplnému vnitřnímu odrazu na přední konické ploše čočky, poté se odrazí na pokovené zadní ploše čočky a poté nerušeně opouští čočku přední plochou, protože již podmínky totálního odrazu nesplňují. Reálná hloubka je tak zhruba poloviční oproti efektivní ohniskové délce optické soustavy.



Během testovacích jízd i závodů došlo k několika haváriím vozů. DRL přežilo ve funkčním stavu likvidační náraz do světlometu i požár vozidla (pravda, v zadní části vozu), nepřežilo však nehodu, při které se vůz otočil na střechu a v této pozici klouzal po asfaltové trati. Při pohledu na odfrézovanou horní třetinu pouzdra ani nebylo divu.



Fotografie DRL jednotky pořízené ze vzdálenosti 2m bez filtru a s filtrem propouštějícím 10^{-4} světla sice ukazuje na velmi dobré vyplnění apertury světlem, ale odhalují také lokální výrobní vady v materiálu čočky. Naštěstí svět závodních vozů je více orientováno na funkčnost výrobku než na jeho vzhled a podobné detaily (na rozdíl od kvalitářů běžných automobilek) neřeší.



Literatura

- [1] Peugeot 908, <http://www.racecar-engineering.com/cars/peugeot-908/>
- [2] Le Mans Prototype, http://en.wikipedia.org/wiki/Le_Mans_Prototype
- [3] Materiály firem Visteon-Autopal s.r.o. a FLTC Europe a.s.

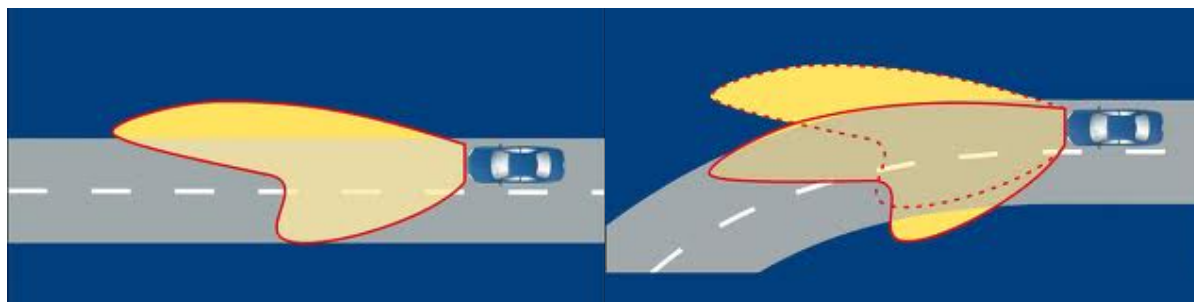
Stolní demonstrátor adaptivních světlometů pro osobní automobily (AFS) a jeho konfigurátor

Daniel Rzymanek

FLTC Europe a.s., www.fltc.eu, drzymanek@fltc.eu

AFS (Adaptive Frontlight System) inovuje běžný světlomet tím, že k jeho stávajícím funkcím navíc přidává dynamické natáčení světlometů tak, aby maximum světla ze světlometu za všech jízdních režimů dopadlo (v kontinentální Evropě) na pravou krajnici (Obrázek 1). Úhel, o který je nutno natočit světlomet do zatáčky je určen poměrně komplikovanými vztahy popisujícími dynamiku individuálního vozu a tyto rovnice jsou navíc poměrně obtížně řešitelné v reálném čase.

Vstupní data získává AFS systém z datové sběrnice CAN, na kterou vůz posílá stav většiny svých senzorů, jako je například poloha klíče ve spínací skříňce, poloha spínače světel, zařazený rychlostní stupeň, rychlost vozu, úhel natočení volantu a rychlost rotace vozu vzhledem k jeho těžišti atd. Úspěšná implementace AFS algoritmu tak vyžaduje dokonalou znalost komunikačního protokolu dané platformy cílového vozu, přesný matematický popis chování vozu při průjezdu zatáčkou v různých rychlostech a netriviální invenci při numerickém řešení příslušných rovnic. Není divu, že AFS systémy dodává celosvětově jen několik firem a podrobný popis řídicích algoritmů patří k jejich obchodnímu tajemství.



Obrázek 1: Vizualizace distribuce světelného kuželu tlumeného světla světlometů s dynamickým natáčením

Při vývoji popisovaných demonstrátorů (Obrázek 2) bylo nezbytné nalézt optimální implementaci softwaru do řídicí jednotky, grafického rozhraní v PC a driveru krokových motorků tak, aby celý systém byl schopen pracovat v reálném čase. Speciálně aplikace pro PC musela být výrazně optimalizována aby byla schopná zaručit stejnou funkčnost systému jako finální jednoúčelová řídicí jednotka. V souladu s klíčovým požadavkem zákazníka na sběrnici LIN 2.0 bylo nutno vyřešit komunikaci mezi PC a řídicí jednotkou. Sběrnice LIN 2.0 je typická tím, že má pouze jedno řídicí zařízení (master) a závislá zařízení (slave) nejsou schopna na sběrnici odesílat žádná data bez předchozího oslovení masterem. Implementací velmi rafinované metody změny statutu master-slave na požádání bylo možné bez navýšení počtu vodičů řídit světlomety za jízdy volitelně buď přímo z PC nebo z řídicí jednotky. Tato jedinečná schopnost se ukázala neocenitelnou v průběhu ladění celého systému při nočních zkouškách na vozidle.

Konfigurátor

Největší přidanou hodnotou a inovací pro zákazníka je to, že má možnost díky příjemnému grafickému rozhraní ladit chování systému v reálném čase bez nutnosti odborné znalosti celé problematiky. Algoritmy chování AFS demonstrátoru lze za provozu měnit úpravou několika parametrů. Aby i laický uživatel demonstrátoru (typicky manažer automobilky) dokázal chování AFS změnit ke své spokojenosti, bylo vytvořeno uživatelsky příjemné grafické rozhraní na notebooku. Během demonstrační jízdy pak dodavatel světlometů dokáže relativně rychle zjistit uživatelské preference svého zákazníka a příslušně naladit chování firmware v seriové verzi světlometu.

Ve spolupráci s Institutem fyziky VŠB-TU byla naprogramována aplikace pro mobilní telefony s operačním systémem Android, která umožňuje ovládat AFS demonstrátory bezdrátově pouhým pohybem přístroje v prostoru (Obrázek 3). V mobilu zabudované sensory polohy a zrychlení nahrazují obdobné sensory ve voze. Tyto signály jsou pak pomocí Bluetooth přenášeny do řídicí elektroniky AFS světlometů, které tak mohou u koncového zákazníka demonstrovat všechny své funkce i na demonstračním voze v klidu, případně i na stolním demonstrátoru AFS systému.



Obrázek 2: Stolní demonstrátor



Obrázek 3: Aplikace pro mobilní telefon

Poslední inovací je možnost přepínání chování systému během jízdy mezi různými nastaveními systému v závislosti na konfiguraci převodovky. Zjednodušeně se dá říci, že v případě volby sportovního režimu automatické převodovky se světla natáčejí rychleji. Tato možnost přepínání chování systému AFS během jízdy řidičem není běžná a není nám znám sériově vyráběný vůz s touto funkcí.

Literatura

- [1] AFS regulation, <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/R123r1e.pdf>
- [2] „Adaptive Lighting System Today and Tomorrow“, www.smvic.com.cn/smvic/res_base/smvic_com_www/upload/article/file/2010_4/12_16/46ehghqzcx7.pdf
- [3] Hong Liu ; Lanfang Jiang ; Gengjie Wang and Li Wang, "AFS controlling algorithm", *Proc. SPIE 7156*, 2008 International Conference on Optical Instruments and Technology: Optical Systems and Optoelectronic Instruments, 715618 (January 27, 2009); doi:10.1117/12.805674; <http://dx.doi.org/10.1117/12.805674>

Mechanické riešenia adaptívnych svetlometových systémov

Ing. Branislav Kulka

STU, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Ústav elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky,
branislav.kulka@stuba.sk

V poslednom desaťročí prešli svetlomety automobilov výraznou etapou vývoja. K posledným novinkám tejto oblasti patrí tzv. adaptívny svetlometový systém – AFS. AFS svetlomety zaisťujú čo najlepšiu možnú viditeľnosť v noci, takže vodič môže spozorovať hroziace nebezpečenstvo skôr. V tomto príspevku sa zaoberám popisom tohto moderného automobilového svetlometového systému, ktorý sa v súčasnej dobe čoraz viac využíva už aj v nižších triedach automobilov. Pozornosť venujem začiatkom vzniku, vývoju a celkovému popisu daného systému. Zaoberám sa súčasným, ale aj inovatívnym technológiami tohto systému, ktoré sú ešte vo vývoji.

Úvod

Keď sa v autách začali používať na osvetlenie cesty elektrické žiarovky, bol to po lojových sviečkach a karbidových lampášoch výrazný pokrok. Čím rýchlosť áut rástla, tým sa stupňovala potreba dobre vidieť a teda aj dobre svietiť. Nielen pre komfort, ale aj pre bezpečnosť. Postupne sa zvyšoval svetelný výkon, zdokonaľovali sa svetlomety a používané svetelné zdroje. Najmä rozloženie svetla na ceste bolo dôležité - aby vodič videl čo najviac, ale čo najmenej oslňoval protiidúcich. Osvetľovacia revolúcia pokračovala nástupom halogénových žiaroviek a vrcholila príchodom xenónových svetiel. Zdalo sa, že už niet čo zlepšovať... Lenže nedávno sa objavili takzvané adaptívne svetlomety.

Popis systému AFS

AFS – adaptívny svetlometový systém, ktorý je zložený z niekoľkých individuálnych svetelných (optických) jednotiek, z ktorých každá vyžaruje špecifický svetelný zväzok. Tieto adaptívne svetlomety zabezpečujú najlepšiu možnú viditeľnosť v rôznych situáciách na ceste v noci, takže vodič môže spozorovať hroziace sa nebezpečenstvo skôr.

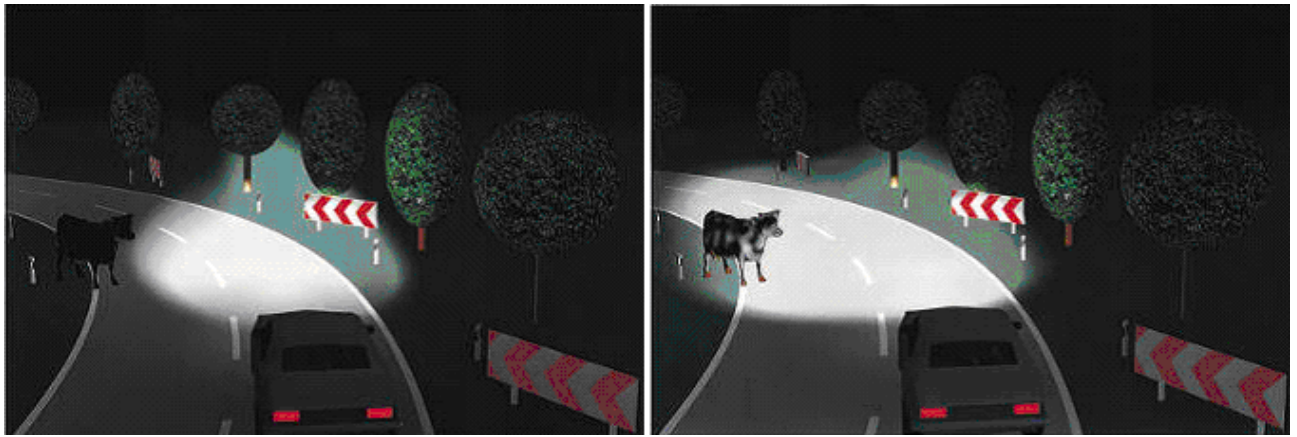
Ako prvé sa začali objavovať bi-xenónové svetlá, ktoré sa natáčali do zákrut. Po dlhé roky však nič viac neumožnila európska legislatívna norma, ktorá stanovovala len dva hlavné režimy svietenia – diaľkové a stretávacie. Adaptívnu techniku osvetlenia až nedávno povolila smernica Európskej hospodárskej komisie pri OSN (EHK) a v polovici roku 2006 vstúpila do platnosti aj v Európskej únii. Dvere pre tzv. „viacrežimové“ svietenie sa konečne otvorili. Namiesto diaľkových a stretávacích svetiel sa tak v moderných automobiloch už dnes môžeme stretnúť so svetlami mestskými, cestnými, diaľničnými, zákrutovými či svetlami do zhoršeného počasia. Činnosť týchto jednotiek (ich zapnutie/vypnutie; horizontálne či vertikálne natočenie; zmena rozloženia svetelného zväzku; apod.) je automaticky ovládaná v závislosti na napr.:

- rýchlosti vozidla,
- uhla natočenia volantu,
- zapnutia/vypnutia smerových svetiel,
- signálu navigačného systému, signálu z kamery apod.

Princíp systému AFS spočíva vo vodorovnom a zvislom natáčaní oboch svetelných modulov hlavných svetlometov. V priebehu jazdy meniacou sa kombináciou svetelných zväzkov z jednotlivých jednotiek je vytvorený optimálny celkový svetelný zväzok. Vodičovi je tak poskytovaná maximálna možná viditeľnosť podľa momentálnych jazdných a poveternostných podmienok. [2]

Zákrutové svetlá

Kým bežné svetlomety pri jazde zákrutou osvetľujú zbytočne veľkú časť mimo vozovky, režim zákrutových svetiel umožňuje natočiť podľa rýchlosti vozidla a uhla zatáčania svetlá tak, aby svietili na vozovku a nie mimo nej. Pri malých rýchlostiach tiež predné hmlové svetlomety s funkciou corner osvetľujú priestor, kde sa automobil chystá odbočiť. Lepšie sa tak osvetlia zákruty s malým polomerom, najmä prechody pre chodcov, alebo priestor pre parkovanie. Opäť ide o výrazné zlepšenie prehľadnosti, vodič vidí a tým sa zlepšuje bezpečnosť posádky, ale aj bezprostredného okolia vozidla.



• obrázok 1: osvetlenie v zákrute klasickými svetlami (vľavo), zákrutovými svetlami (vpravo) [2]

Mestské svetlá

K ďalším režimom patria tzv. mestské svetlá, kedy sa uhol osvetlenia výrazne rozšíri a vodič má prehľad aj o situácii na príľahlých chodníkoch či iných plochách a odbočovacie svetlá, ktoré sa aktivujú pri nulovej alebo nízkej rýchlosti (napríklad na križovatke) nasvecujú až do uhla 90° pravú alebo ľavú stranu vozovky. Pri pomalšej jazde nieje potrebný dlhý dosvit, ale skôr osvetlenie križovatiek a chodníkov. Pravý modul je v základnej polohe, ale ľavý modul je natočený viac doľava a sklonený tak, aby neoslňoval protiídúce vozidlo a zároveň aby osvetlil celú vozovku a protíľahlé chodníky. Tento režim je aktivovaný malou rýchlosťou vozidla, no s časovým oneskorením.



• obrázok 2: osvetlenie v meste klasickými svetlami (vľavo), mestskými svetlami (vpravo) [2]

Diaľničné svetlá

Pri vyššej rýchlosti (spravidla nad 90 km/hod) sa automaticky aktivuje režim diaľničných svetiel, ktoré ponúkajú až o 60% lepšiu prehľadnosť vozovky. Režim medzimesto prechádza do diaľničného režimu postupne, aby bola zmena svetelného zväzku plynulá a pôsobila prirodzene. S predĺžením svetelného kužeľa sa tento aj mierne zúži, pretože na diaľnici nie je natoľko potrebný bočný prehľad. V niektorých systémoch sa zároveň pri diaľničných svetlách ruší tzv. „asymetria“ – svetlomety rovnomerne osvecujú plochu pred vozidlom a vodič tak dokáže aj pri vysokej rýchlosti včas zaregistrovať napríklad prekážku v ľavom jazdnom pruhu, ktorý je pri asymetrickom osvetlení slabšie viditeľný.



• obrázok 3: osvetlenie diaľnice klasickými svetlami (vľavo), diaľničnými svetlami (vpravo) [2]

Svetlá do zlého počasia

Špeciálnou kategóriou sú svetlá do zlého počasia. V hmle, daždi či snehu sa intenzita priameho lúča zníži, aby nedošlo k oslneniu odrazom vlastných svetiel od hmly, snehu či mokrej vozovky. Intenzita priameho osvetlenia sa zníži a svetelný kužeľ sa rozšíri až za krajinu vozovky. Pravý modul je sklonený dole a ľavý doľava a dole. Toto rozloženie svetelnej stopy znižuje riziko oslnenia protiidúcich vozidiel odrazom svetla od mokrej vozovky. Aktivácia tohto režimu je závislá na rýchlosti vozidla a zároveň musia byť spustené stierače na určitú dobu. Tento režim je z bezpečnostných dôvodov obmedzený rýchlostným limitom, aby bol pri vyšších rýchlostiach zaistený dostatočný dosvit.



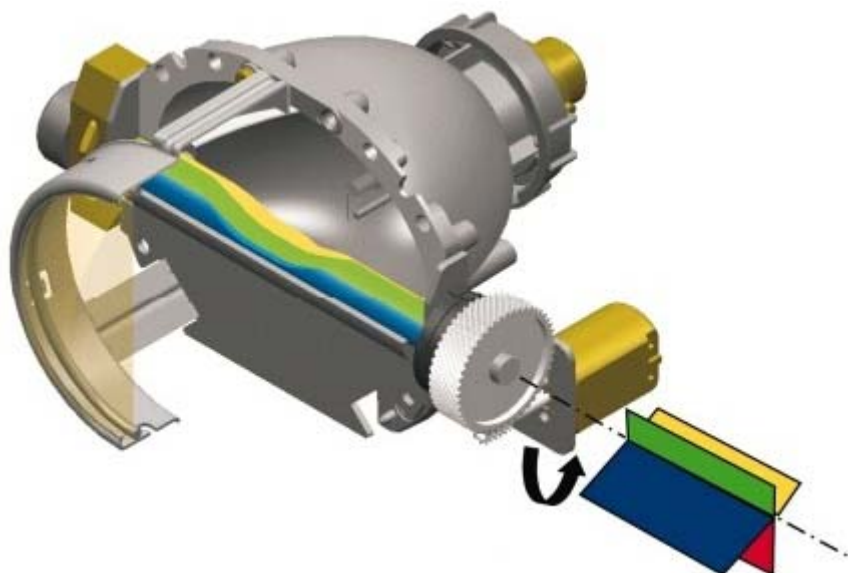
• obrázok 4: stretávacie svetlá v daždi (vľavo), svetlá do zlého počasia v daždi (vpravo) [3]

Inovatívne riešenia systému AFS

Vyvinuli sa nové HID projektory s rôznymi mechanizmami pre tvarovanie svetelného zväzku tak, aby sa vyhovelo jednotlivým svetelným módom. Možnými riešeniami sú modul Vario X s rotačným valcom od firmy Hella, alebo HID modul so segmentovou clonou od firmy L-LAB. Najnovšie výskumy sa zaoberajú segmentovými zdrojmi svetla ako LED polia alebo DMD (Digital Mirror Device), čo je vlastne pole zrkadiel. Vývoj priniesol aj nové možnosti v riadení AFS svetlometov a to AFS riadené navigáciou alebo kamerou.

Modul Vario X s rotačným valcom

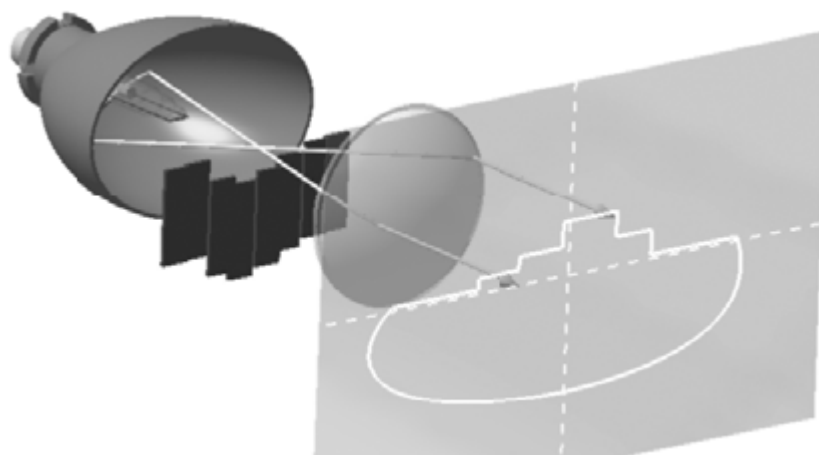
Medzi zdrojom svetla a šošovkou je umiestnený špeciálne tvarovaný rotačný valec. Rôzne tvary na obode valca prispôbujú zväzok podľa požiadaviek príslušného svetelného módu. Valec je natáčaný krokovým motorom.



• obrázok 5: modul Vario X od firmy Hella

HID modul so segmentovou clonou

Je to variabilný mechatronický systém. Jednotlivé clonky sú posúvané vertikálne nezávisle od seba s krokom 10 μm . Medzi hraničnými polohami clonky je 1000 krokov. Boli vyvinuté špeciálne krokové motory, ktoré dokážu posúvať clonky rýchlosťou až 50 cm za sekundu, takže posun clonky z jednej krajnej polohy do druhej trvá len 20 ms.



• obrázok 6: modul Vario X od firmy Hella

LED polia a zrkadlové polia DMD

LED polia vytvorené z vysokosvietivých LED diód sú jedným z najslubnejších riešení budúcich AFS svetlometov. Všetky LED-ky v poli sú jednotlivo zapínateľné a tak dokážu vytvoriť svetelný zväzok ľubovoľného tvaru.



• obrázok 7: svetelný zväzok vytvorený Led poľom (vľavo diaľkové a vpravo tímené svetlo)

Zrkadlové polia DMD fungujú na princípe technológie DLP (Digital Light Processing) vyvinutej pôvodne pre digitálne projektory. Systém pozostáva z matice miniatúrnych zrkadiel, ktoré natáčajú do dvoch polôh.

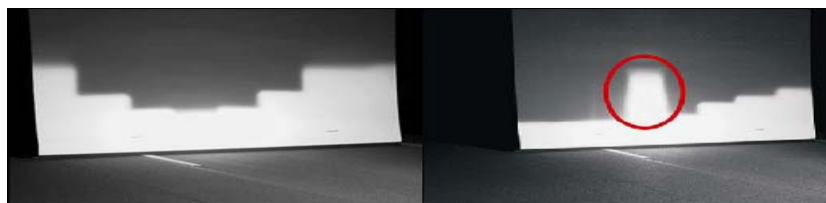
AFS riadené navigáciou

Kým pri obyčajnom AFS elektronika zasiahne až po natočení volantu vodičom, AFS riadené navigáciou pomocou

dát z mapy navigačného systému dokáže lúče natočiť do zákruty už predtým ako sa vozidlo do nej dostane. Vodičovi sa tým poskytne prehľad zákruty skôr a získa sa tým čas navyše pre správne rozhodnutie vodiča a prispôbenie sa aktuálnej dopravnej situácie. Navigačný systém v tomto prípade predstavuje vnorený snímač.

AFS riadené kamerou

Ďalším zefektívnením funkcií AFS je umiestnenie kamery na čelné sklo automobilu, ktorá sníma okolie a trasu pred vozidlom. Pomocou softvérov na vyhodnocovanie obrazu dokáže systém rozoznať prostredie, prekážky, chodcov, dopravné značenia, iné automobily atď. pred vozidlom. Tieto informácie umožňujú stanoviť ďalšie funkcie AFS. Prvou z nich sú adaptívne diaľkové svetlá. Vodič už nemusí prepínať manuálne medzi diaľkovými a tlmenými svetlami. Elektronika to za neho urobí hneď ako to je možné. Keď kamera zaznamená protiidúce vozidlo alebo vozidlo idúce pred nami, elektronika upraví tvar zväzku diaľkových svetiel, aby vodiči týchto vozidiel neboli oslnení. Druhá funkcia, ktorú zabezpečuje kamera, je značkovanie (Marking Light). Keď kamera zaznamená prekážku alebo chodca, osvieti objekt tak, aby ho vodič čím skôr rozoznal. Takisto sa môže označiť dopravná značka.



• obrázok 8: tvarovanie zväzku diaľkových svetiel pri vozidle idúcom pred vami (vľavo), označenie chodca alebo prekážky (vpravo)

Záver

Reč štatistik je neúprosná: práve za šera, tmy či pri zlom počasi sa stane viac ako 80 % všetkých dopravných nehôd. Vlna inovácií sa preto valí ďalej a konštruktéri svetových automobiliek preto pracujú na vývoji inteligentných osvetľovacích systémov novej generácie. V blízkej budúcnosti môžeme očakávať adaptívne svetlá, ktoré „myslia s nami.“

Literatúra a odkazy

- [1] Predpis EHK č. 123 - Jednotné ustanovenia pre homologizáciu adaptívnych systémov predného osvetlenia (AFS) pre motorové vozidlá
- [2] Ján Štefanovič, Adaptívne svetlomety, Autoviny, 26. 7. 2008, dostupné z <http://autoviny.zoznam.sk/cl/100223/288359/Adaptivne-svetlomety--A-bud-svetlo->
- [3] František Vaník, Škoda auto, Světlomety a elektronika světlomětů, 28. 3. 2007, dostupné z http://www.fm.tul.cz/files/projektme/Elektronika_sv_tlomet_28.3.2007_TU_Liberec.pdf

Trendy v návrzích světlovodů pro automobilový průmysl

Mgr. Jan Martoch

Varroc Lighting Systems, s.r.o., Suvorovova 195, Šenov u Nového Jičína 742 42, CZ,

jmartoch@varroclighting.com

Světlovedy jsou dnes častým optickým prvkem využívaným v exteriérovém či interiérovém osvětlení vozidla, kde je potřeba světlo ze světelného zdroje prostorově rozložit tak, aby došlo ke zvýraznění důležitých stylistických prvků jako například kontur kolem komor jednotlivých světelných funkcí, okrajů, případně kontury celé lampy. Světlovedy nabízejí výrazné možnosti k vytvoření atraktivního vzhledu lampy a hrají důležitou roli v interiérovém osvětlení vozidla.

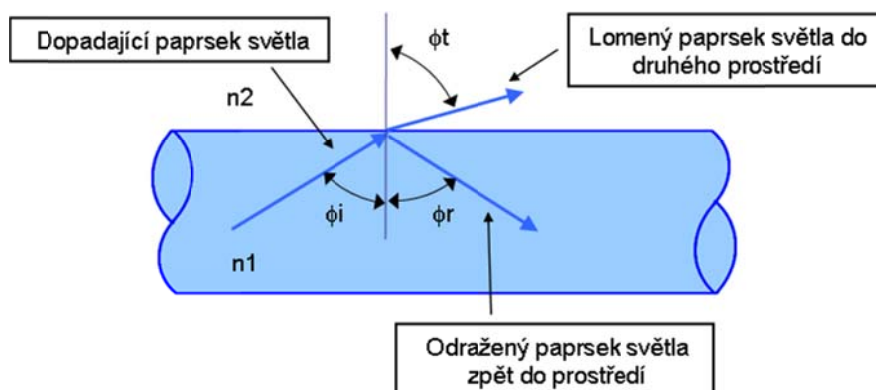
Světloved je optické zařízení určené k vedení světla navázaného ze světelného zdroje k bodu nebo soustavě bodů s minimální energetickou ztrátou. Vedení světla ve světlovedech je založeno na principu totálního odrazu světla. Světloved je vyroben z opticky transparentních materiálů, přičemž v automobilovém průmyslu je využíván čirý plast.

Světlo navázané do světlovedu ze světelného zdroje, nejčastěji LED diody se šíří podél optické osy světlovedem využívajíc totálního odrazu od válcových stěn světlovedu. V případě porušení podmínek totálního odrazu – na světlovedu se nachází vyvazující optický element v podobě zubu nebo vrypu je světlo vyvázáno ven ze světlovedu směrem k pozorovateli. Záměrným umístěním soustavy vrypů se potom docílí rovnoměrného rozsvícení celého světlovedu.

Základní princip světlovedů

Světelný paprsek navázaný ze zdroje světla se ve světlovedu šíří pomocí totálního odrazu od válcových stěn světlovedu.

Totální odraz nastává na rozhraní dvou prostředí o odlišné hodnotě indexu lomu. Šíří-li se paprsek světla pod úhlem (ϕ_i), který je větší než kritický úhel (ϕ_c) z opticky hustšího prostředí, tj. prostředí o vyšší hodnotě indexu lomu do prostředí opticky řidším, tj. o nižší hodnotě indexu lomu nastává na rozhraní totální odraz tj. energie světelného paprsku se se 100% účinností vrací zpět do původního, opticky hustšího prostředí. Tato situace je znázorněna na obrázku č. 1.



Obrázek 1. Odraz a lom paprsku v prostředí světlovedu. Pro $\phi_i > \phi_c$ nastává totální odraz. Tj. všechna energie paprsku se vrací do původního prostředí.

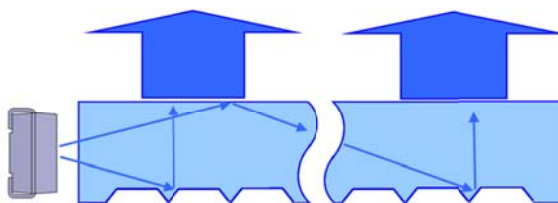
Hodnota kritického úhlu (ϕ_c) je dána rovnicí:

$$\phi_c = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right), \quad (1)$$

kde (n_1) je hodnota indexu lomu prvního, opticky hustšího prostředí a (n_2) je hodnota indexu lomu druhého, opticky řidšího prostředí.

V případě světlovodů pro automobilové aplikace se hodnota indexu lomu pro většinu materiálů pohybuje kolem hodnoty 1,5 a světlovod je obklopen vzduchem o hodnotě indexu lomu 1. Pro tento případ světelný paprsek, který dopadne pod úhlem (ϕ) větším než 42° je vrácen zpět do původního prostředí.

K vyvázání paprsku ze světlovodu se používá soustava zubů podél světlovodu, schematicky znázorněná na obrázku č. 2, která změní dráhu paprsku, tak aby byla porušena podmínka totálního odrazu. Dochází k tomu, že paprsek dopadající na vyvazující zub světlovodu je pomocí totálního odrazu vrácen zpět do materiálu světlovodu, kde se šíří k protější válcové ploše. Na této ploše dochází k lomu paprsku a světelný paprsek opouští světlovod. Soustava zubů světlovodu je přitom navržena tak, aby směr vyvazaného světla ze světlovodu byl přesně definován.



Obrázek 2. Zuby v blízkosti světelného zdroje jsou navrženy na dopad přímého světla, zuby ke konci světlovodu pak na světlo již odražené.

Světlovody ve světlometech

Současné světlovody jsou navrhovány v nejrůznějších tvarech většinou jako linie sloužící k nasvícení význačné kontury, která může být částečně uzavřená s cílem obepínat komoru reflektoru. Pro tyto lineární typy světlovodů je napájení světlem řešeno tak, že světlovod na svém konci obsahuje optický element, ke kterému se umístí zdroj světla. Současný stav technologie tedy umožňuje mít otevřený tvar světlovodu, tj. takový, který neobepíná celou komoru, a pro který je nutné určit místo na světlovodu, kde bude umístěn světelný zdroj napájející světlovod a které je nutné překrýt částí masky lampy nebo jinou přídatnou krytkou tak, aby nevznikalo místo s výrazně vyšším jasnem způsobené parazitním světlem světelného zdroje.

Příkladem může být světlomet na obrázku č. 3 vyvinutý pro Freelander, kde jeden kruhový světlovod obepíná komoru denního svícení, čímž zvýrazňuje její obrys, další pak dva potom zvýrazňují konturu celého světlometu a dávají světlometu tak vyniknout v zástavbě automobilu.



Obrázek 3. Pohled na rozsvícené světlovody světlometu Freelander

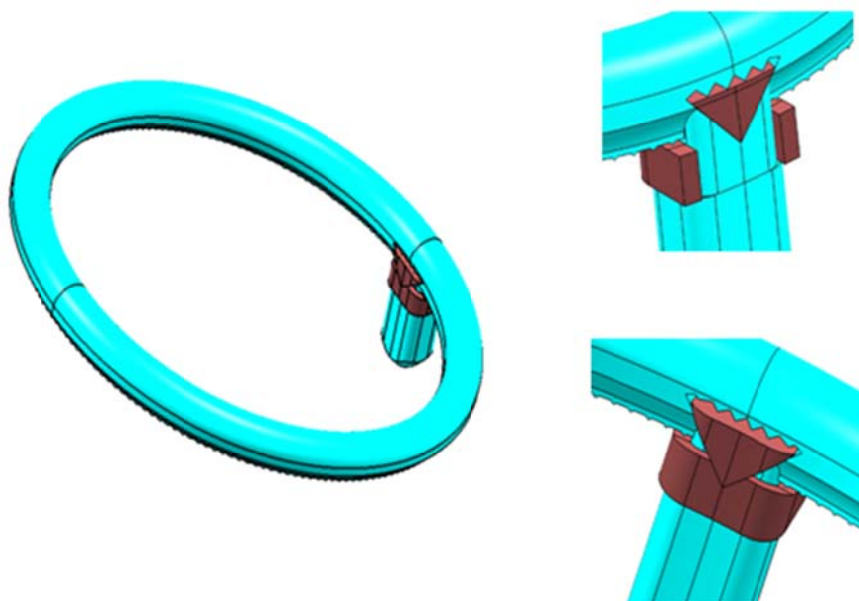
Tři použité světlovody jsou napájeny třemi nezávislými LED diodami, kde ke sjednocení jasu všech třech světlovodů se docílí jinými požadavky na světelný výstup z LED diod.

Novým řešením se tady stává uzavřený kruhový světlovod, znázorněný na obrázku č. 4, kde zákazník požaduje homogenní rozsvícený vzhled bez viditelného místa navázání světla ze světelného zdroje do světlometu. Uzavřený světlovod znamená, že nemá přímou plochu, ke které je možno jednoduše umístit LED diodu sloužící k napájení světla do světlovodu. LED dioda je v tomto případě umístěna za světlovodem a součástí kruhového světlovodu je světelný přivaděč, na jehož vstupu je umístěn kolimátor světla vytvářející kolimovaný svazek světla ze světelného zdroje a zakončený dutinou, která tvoří totálně odrazný hranol a posílá světlo do těla světlovodu. Jak světelný přivaděč, tak světlovod tvoří jeden dílec odlisovaný ze stejného materiálu.

Otvor ve světlovodu vytvořený totálně odrazným hranolem způsobuje vzhledovou nehomogenitu a to jak ve zhasnutém tak v rozsvíceném stavu, kdy světlovodem stále prochází parazitní světlo i přes využití totálně odrazného hranolu a vytváří místo se zvýšeným jasnem.

Vzhledová homogenita v nerozsvíceném stavu je zajištěna jemnými optickými hranoly na výstupní ploše totálně odrazného hranolu. Délka optických hranolů je rovna průměru válcové čočky tvořící výstupní plochu světla z těla světlovodu. Válcová čočka virtuálně roztáhne vyvazující optické elementy umístěné na spodní straně těla světlovodu. Optické hranoly jsou potom navrženy tak, aby navazovaly na vyvazující optické elementy a aby světlovod jako celek měl v nerozsvíceném stavu homogenní vzhled.

K odstínění parazitního světla, které dává vzniknout jasnému bodu v oblasti světelného zdroje je použita plastová vložka vyrobená kombinací opticky transparentního materiálu a kouřového materiálu. Poměr opticky transparentního materiálu a kouřového materiálu řídí absorpci světla v samotné vložce. Tím je dosaženo řízeného redukování energie procházející světla a potlačení místa se zvýšeným jasnem. Na druhou stranu část světla stále prochází přes vložku nad celkovým světelným napáječem světlovodu a tak nedochází ke vzniku tmavého místa, které by také narušilo homogenní vzhled celého světlovodu v rozsvíceném stavu. Vložka, respektive poměr použitých materiálů řídí intenzitu procházejícího světla a přesným poměrem materiálů vložky je intenzita sladěna na hodnotu intenzity světla vyzařujícího světlovodem.



Obrázek 4. Znáznornění v CADu geometricky uzavřeného světlovodu včetně vložky vyplňující dutinu TIR hranolu pro řízení intenzity světla v oblasti světelného zdroje.

Barevné sladění světlovodů

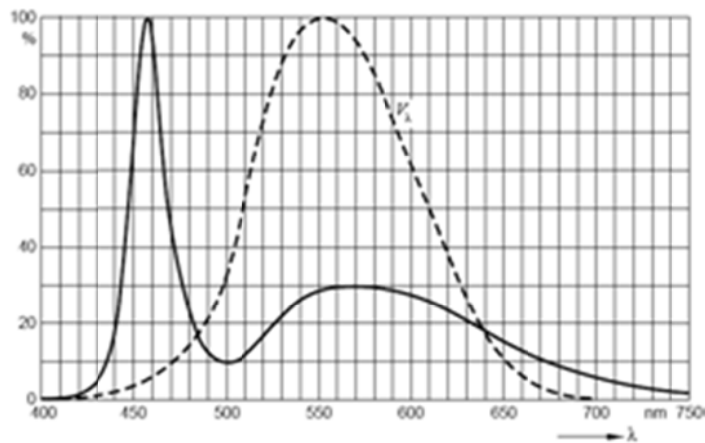
Tři nezávislé světlovody ve světlometu je nutné barevně sladit, tak aby barva výstupního světla byla konstantní pro všechny použité světlovody a nebyla viditelná změna barvy podél světlovodu.

Barevná teplota výstupního světla se pohybuje v rozsahu 5500 – 6000K, která je dána barvou použitého světelného zdroje. Lidské oko je poměrně citlivé pro toto studené bílé světlo a je schopné rozeznat poměrně malé rozdíly v barvě výstupního světla.

Barva výstupního světla však není dána pouze barvou LED diody, ale do značné míry ovlivněna materiálem světlovodu, zejména pak světlovody použité ve světlometech emitující bílé světlo.

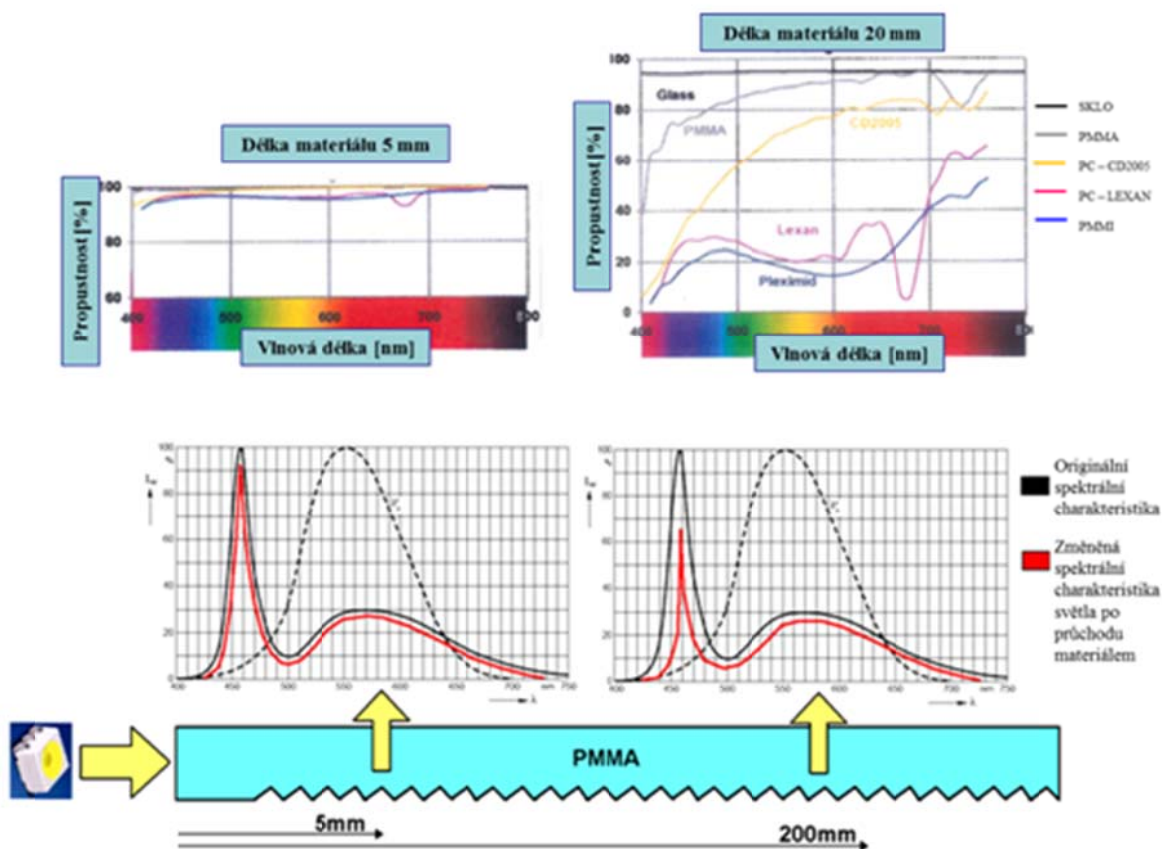
Standardní materiály použitelné pro přední světlometry, respektive zadní svítliny musí standardně odolávat nejméně teplotám 105°C, respektive 80°C a vyšším. Světlovod jakožto optický dílec vedoucí světlo musí být vyroben s opticky čirého materiálu bez jakýchkoliv barevných příměsí. V případě uvažování obou požadavků tj. termálního a optického jsou nejčastěji používanými materiály akrylik (PMMA) nebo polykarbonát (PC). Obecně PMMA má lepší optické vlastnosti – zejména výrazně lepší propustnost světla zatímco PC má lepší termální vlastnosti. Toto je často určujícím faktorem, že PMMA jakožto materiál pro světlovody je využíváno v zadních svítilnách na rozdíl od PC, které je častěji využíváno ve světlometech.

Další důležitou vlastností světlovodových materiálů je spektrální propustnost a to zejména pro světlovody vedoucí bílé světlo. Na obrázku č. 5. je znázorněna spektrální charakteristika bílé LED diody, kde bílé světlo je tvořeno fosforovou konverzí.



Obrázek 5. Spektrální charakteristika bílé LED diody

Z obrázku je vidět, že bílé světlo se skládá z fotonů o různé vlnové délce a různé intenzitě. Pro zachování stejné barvy světla podél světlovodu je nutné zvolit takový materiál, který bude tuto charakteristiku co nejméně deformovat, tj. propustnost pro jednotlivé vlnové délky světla bude konstantní.



Obrázek 6. Charakteristika propustnosti materiálu se změnou optické dráhy paprsku světla v materiálu.

Obecnou vlastností plastových materiálů je nižší propustnost světla pro modrou složku spektra než pro červenou. Tento efekt se výrazně projeví pro delší optickou dráhu světla v materiálu. Pro nesprávně zvolený materiál výsledkem může být viditelně rozdílná barva na začátku světlovodu, tj. na straně světelného zdroje než na konci.

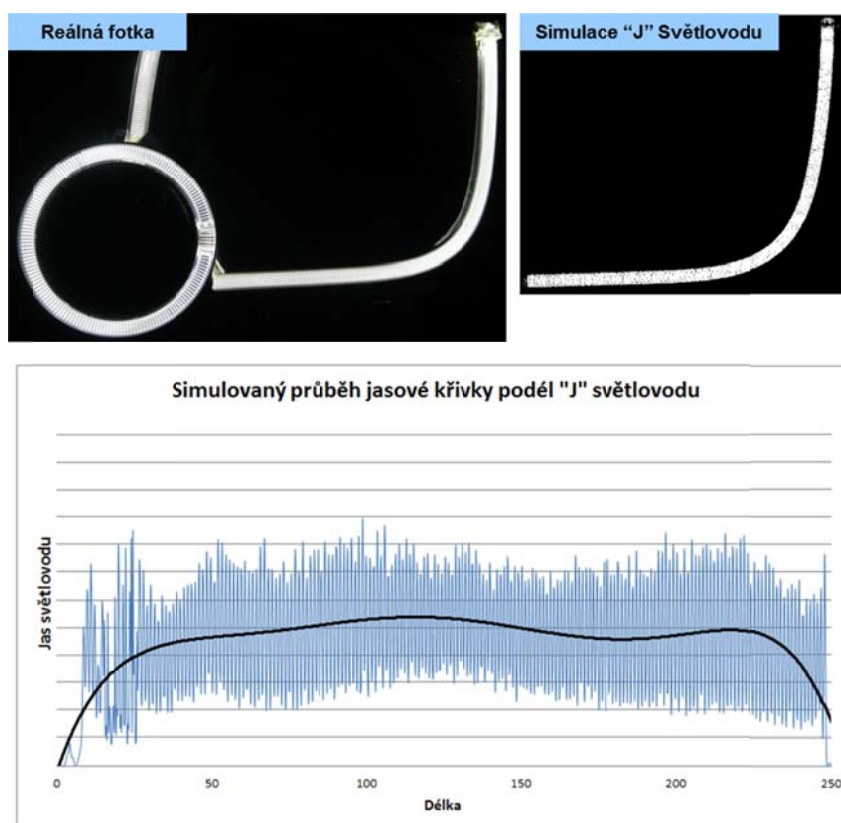
Dochází k posunu barvy do červené oblasti spektra, tj. podél světlovodu se snižuje barevná teplota vyvazujícího světla, obrázek č. 6 ukazuje snižování podílů modré složky světla s narůstající vzdáleností od světlovodu.

Stejný efekt může nastat i v případě špatně odlisovaného plastového dílce reprezentující světlovod. Například v případě přepálení materiálu ve formě dochází k jeho degradaci a zažloutnutí. Tato degradace pak výrazně ovlivňuje rozdíl barev světla, ale i intenzity vyvazujícího světla podél světlovodu.

V případě světlovodů pro Freelander bylo nutné nejen použít absolutně čistý materiál bez jakýchkoliv příměsí, zároveň pak i pečlivě odladit proces lisování. V opačném případě je viditelný barevný rozdíl ve výstupním světle kruhového světlovodu a „J“ světlovodu, který obepíná vnější a spodní část světlometu. Problém vzniká v případě nesprávně lisovaného „J“ světlovodu, kdy konec tohoto světlovodu se ve světlometu nachází poměrně blízko části odkud je napájen kruhový světlovod. Světlo posunuté blíž k červenému konci spektra je potom silně v kontrastu se studeným světlem vstupní části kruhového světlovodu. Ve výrobě je poté nutno „J“ světlovod kontrolovat, tj. měřit intenzitu a barvu na výstupu „J“ světlovodu.

Simulace rovnoměrného rozložení světla podél světlovodu

Dá se říct, že typický světlovod bude homogenní, tj. rozložení světla podél světlovodu se bude jevit pozorovateli rovnoměrné, pokud poměr mezi jasnem světlovodu na začátku, tj. na straně přilehlé ke světelnému zdroji a jasnem na opačném konci světlovodu bude v poměru 3 : 1. To znamená, že na konci světlovodu může být třetinový jas oproti začátku. Toto ovšem platí pouze tehdy, pokud je zaručeno, že jas světlovodu klesá postupně a ne ve skocích, které by byly již viditelné. Jako typický uvažujeme světlovod delší než 100mm.



Obrázek 7. Příklad jasové křivky světlovodu. Plochá křivka bez výrazných maxim nebo minim ukazuje homogenní rozsvícení vzhled světlovodu

Simulační CAE program dokáže spočítat rozložení světla podél světlovodu na základě metody „ray-tracing“. Při této simulaci jsou ze světelného zdroje generovány jednotlivé paprsky světla podle světelné distribuce použitého

světelného zdroje a tyto paprsky jsou posílány do světlovodu. Na jednotlivých plochách ve světlovodu jsou potom na světelné paprsky aplikovány optické principy jako např. lom paprsku podle Snellova zákona, Fresnelové ztráty na jednotlivých plochách, odrazivosti na leštěných nebo matných plochách a podobně. Výsledkem je soubor paprsků zachycených na výstupní ploše světlovodu případně na pomocné ploše, která kopíruje výstupní plochu světlovodu. Tento soubor je dále softwarově zpracováván tak, že vzniká obrázek podobný budoucí fotografii světlovodu a následně pak je možné určit charakteristiku představující jasovou křivku světlovodu ukazující obrázek č. 7. Z jasové křivky je možné odečíst hodnotu minimálního a maximálního jasu a také říct, zda se jas světla vyzařujícího světlovodem mění kontinuálně nebo ve skocích.

Světlovody pro denní svícení

Světlovody užívané v automobilovém osvětlení reprezentují signální světelné funkce. Standardní světlovody dnes nejčastěji reprezentují přední nebo zadní obrysové světlo. Jedním z nových trendů využití světlovodů je jeho použití pro signální funkce s vyšším požadavkem na intenzitu vyzařovaného světla, jako je například denní svícení ve světlometech, denní svícení spojené s předním směrovým světlem, či brzdová nebo směrová světla v zadních svítilnách.

Toto nové využití světlovodů je jednat umožněno novými typy výkonovými LED diodami a současně jejich miniaturizací, tak že světlovod je možno napájet větším počtem světelných zdrojů. Požadavky na zvýšení světelné účinnosti potom vedou k požadavkům na miniaturizaci výšky vyvazujících zubů řídící rozptyl světla ze světlovodu a speciální povrchovou úpravou zubů vyvazující optiky tak, aby docházelo k požadovanému rozptylu světla



Obrázek 8. Příklad prototypového řešení světlovodů pro denní svícení obepínající komoru jiné signální funkce

V prototypovém řešení ukázaném na obrázku č. 8 je použití dvou světlovodů spojených v oblasti napájení jsou požitý celkem čtyři LED diody pro napájení obou ramen světlovodů, vždy po dvou diodách osazených na jedné PCB desce. Pro tyto výkonové LED diody k zajištění minimálního poklesu světelného toku v důsledku jejich zahřátí je nutno použít robustní chladičový systém v podobě hliníkového chladiče situovaného vně světlometu.

Samotný světlovod poté obsahuje vstupní kolimátory k efektivnímu navázání světla z použitých LED diod. K minimalizaci světelných ztrát daných nekontrolovatelným rozptylem světla světlovodem je pro tuto aplikaci nezbytné použít dodatečnou povrchovou úpravu na vyvazující optiku světlovodu. V tomto případě se jedná o leštění zubů ve formě do zrcadlového lesku. Toto řešení na jedné straně vede ke snížení homogenity výstupního

světla a to zejména z jiných než čelních pohledů na světlovod. Na druhou stranu k pokrytí měřících bodů daných zákonnou specifikací světla denní svítily je tato povrchová úprava nezbytná a je nutné najít kompromis mezi homogenním a světelně účinným řešením světlovodu.

Závěr

Světlovody stále nabízí potenciál pro nové stylistické inovace v rámci signální světelných funkcí světlometů i svítlen. Navíc mohutné uplatnění LED diod jakožto hlavních zdrojů světla pro světlovody vedou ke snížení celkové ceny světlovodových aplikací a možnosti přesunutí této technologie z vozidel nejvyšší třídy na vozidla střední či dokonce nižší třídy

Vývoj pokračuje v materiálové oblasti, kde nové čiré materiály minimálně ovlivňují intenzitu a barvu procházejícího a umožňují tak navrhovat dlouhé řádové 500mm a více světlovody s minimálním dopadem na rovnoměrný rozsvícený vzhled světlovodu.

Nové miniaturizované typy výkonových LED diod poté umožňují vzniku aplikací, kde světlovod reprezentuje signální funkce s vyšším požadavkem na intenzitu výstupního a ve světlometech světlovody poté reprezentují nebo spolu reprezentují spojenou světelnou funkci denního svícení a přední obrysové svítily.

Použitá literatura

[1] – Detlef Decker: Solid Light Guide for Thin Lamp Application, SAE Paper 2001-01-0449

[2] - John X. Li, Michael J. Hayford, William J. Cassarly, "Lightpipe Design and Optimization for Automotive Interior Lighting System", PAL 2003 Proceedings.

Vizualizační nástroje ve společnosti Varroc Lighting Systems

Ing. Tomáš Gloss

Varroc Lighting Systems, s.r.o., Suvorovova 195, Šenov u Nového Jičína 742 42, Česká republika,
tgloss@varroclighting.com

Úvod

Jedním z důležitých aspektů při návrhu světlometu či svítilny je výsledný vzhled rozsvíceného i nerozsvíceného stavu. Vizualizace v CAD systémech, jenž jsou využívány ke konstrukci svítilny (ve společnosti VLS to je převážně Catia V5), je zjednodušená. Z tohoto důvodu lze budoucí vzhled, vzhledové defekty či efekty způsobené optickými systémy pouze odhadovat na základě zkušeností. Tento odhad je však mnohem obtížnější v případě rozsvíceného stavu optického systému a i kdyby naše představivost byla dokonalá, je téměř nemožné popsat vzhled někomu jinému, například zákazníkovi. Naštěstí máme i jiné způsoby, jak prezentovat budoucí vzhled výrobku. Naším zákazníkům můžeme poskytnout vizualizaci v podobě obrázků, videí, simulací s absolutními hodnotami jasu nebo vizualizovat produkt v reálném čase.

V odvětví osvětlení v automobilovém průmyslu můžeme vizualizace rozdělit na dvě základní oblasti. První z nich je simulací nerozsvíceného stavu výrobku – nerozsvícený rendering. Druhým typem je vizualizace rozsvíceného stavu výrobku – rozsvícený rendering. K zajištění kýžených výsledků jsme vyvinuli postupy s využitím různých nástrojů, přičemž jde o kombinaci komerčního softwaru se softwarem vyvinutým interně ve společnosti VLS.

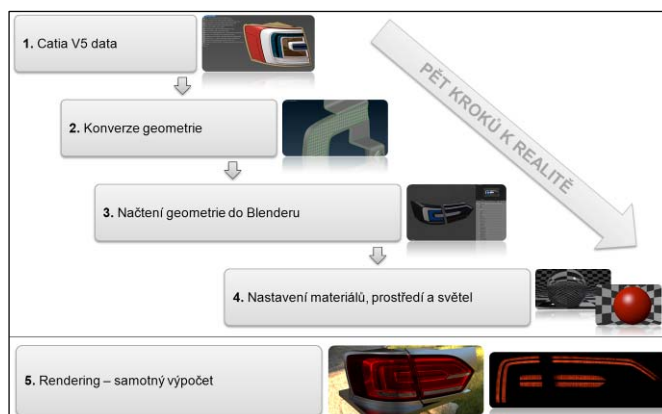
V případě nerozsvícených vizualizací je většinou dostačující provést pohledové srovnání renderingu s reálným kusem, což nelze vždy použít u srovnávání rozsvíceného renderingu. Zde by měly být výsledky vizualizací konfrontovány s jasovým měřením. K tomuto účelu byla ve VLS vyvinuta metoda měření s použitím digitální zrcadlovky, umožňující následné srovnání v reálných barvách i ve škále barev falešných.

Cílem vizualizací je poskytnout zákazníkovi v době, kdy ještě neexistují fyzické kusy světlometů či svítilen, maximum možných informací o tom, jak bude finální produkt vypadat. Díky tomu je možné před náběhem výroby postavit pouze jeden vzhledový vzorek bez nutnosti následných výrazných zásahů do konstrukce.

Obecné postupy vizualizací ve VLS

Základní nástroj vizualizace používaný ve VLS je software zvaný Blender. Jde o 3D modelovací a renderovací software umožňující přípravu virtuální scény složené z geometrie, kamer, světel a dalších potřebných entit. Připravená virtuální scéna může být vizualizována přímo v Blenderu s použitím jeho vlastního renderovacího algoritmu nebo je možné exportovat připravenou scénu do jiné, samostatně renderovací aplikace. Původní geometrie vytvořená v programu Catia V5 musí být nejdříve převedena do formátu čitelného pro Blender. Tento formát výrazně urychluje výpočet vizualizace a zároveň poskytuje poměrně jednoduché možnosti úprav geometrie, které posouvají výsledek blíže k realitě.

Obecný postup vizualizace ve VLS je znázorněn na obrázku 1. CAD data jsou exportována z programu Catia V5, následně jsou konvertována do speciálního formátu s daným nastavením a takto připravená geometrie může být načtena do Blenderu. Poté jsou nastaveny materiálové vlastnosti, stejně jako nastavení okolních světel, okolního prostředí a také světelných zdrojů optického systému. Výsledkem může být obrázek, video nebo tzv. „real-time session“, což jsou v podstatě data připravená pro kontinuální vizualizaci v reálném čase.



• Obrázek 1 – Obecný postup při přípravě vizualizace ve společnosti VLS

Blender poskytuje různá nastavení pro každý z výstupních formátů. Tato nastavení jsou přímo závislá na důvodu vizualizace. Je zřejmé, že jiné rozlišení bude použito pro interní náhled rozpracovaného designu a jiné pro finální vizualizaci výrobku pro zákazníka. Vždy jde o kompromis mezi požadovanou kvalitou výstupu a výpočetním časem. Tato nastavení jsou však v rámci metodologie renderingu ve VLS standardizována. Existují interní směrnice, které stanovují parametry standardní scény, stejně tak i parametry schválených materiálů používaných ve výrobě a také definované světelné zdroje. Standardizací je zajištěna jednotnost a opakovatelnost výsledků napříč celou společností VLS.

Hardware pro vizualizace ve VLS

Vizualizace vnějšího osvětlení vozu je sama o sobě poměrně náročná na výpočetní čas a tedy i na výkon výpočetního hardwaru. Bez výkonného hardwaru by bylo nemyslitelné dosažení vysoce kvalitních výsledků v rozumném čase. Ve VLS jsou pro tyto účely určeny samostatné výpočetní stanice, které využívají Intel® Xeon® Processor X5690 a grafickou kartu NVIDIA® Quadro® 6000. Tato konfigurace nám v současnosti dovoluje získat výstupy vysoké kvality v rozumném čase.

Rozsvícený rendering

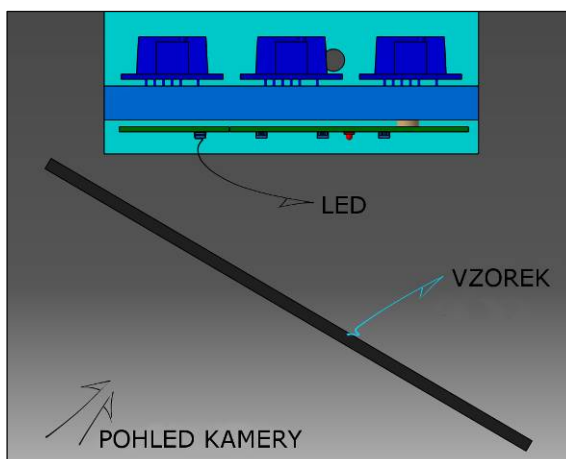
Simulace rozsvíceného stavu svítily je v odvětví automobilového osvětlení důležitější, jelikož svítící funkce vytváří specifický vzhled vozu a dotváří tak celkový design automobilu. Přirozeně každý z našich zákazníků chce již ve fázi vývoje vidět vzhled finálního produktu, což znamená, že tyto simulace a vizualizace jsou naší každodenní rutinou. Cílem pochopitelně je získat ve fázi vývoje takovou vizualizaci, která bude co nejvíce odpovídat vzhledu reálného produktu.

LuxRender je nezkreslující renderovací software, založený na fyzikálních principech, simulující světlo na základě fyzikálních rovnic. Zjistili jsme a zároveň i potvrdili během interního testování, že jeho výsledky jsou opravdu fyzikálně korektní. LuxRender nabízí mnoho parametrů pro nastavení materiálů a světelných zdrojů, založených na fyzikálních principech. Je možné zde nastavit úhlovou distribuci světla, stejně jako spektrální charakteristiku světelného zdroje či odrazné a lámavé vlastnosti materiálů případně disperzi, absorpci nebo povrchové rozptylné vlastnosti jednotlivých materiálů. Ve VLS máme připravenou knihovnu standardních materiálů, jež jsou používány ve výrobě. Příklady těchto materiálů jsou vyobrazeny na obrázku 2. Tyto modely materiálů byly vytvořeny interně ve VLS a následně byly prototypově ověřeny a později byly také porovnávány s produkty ze sériové výroby.



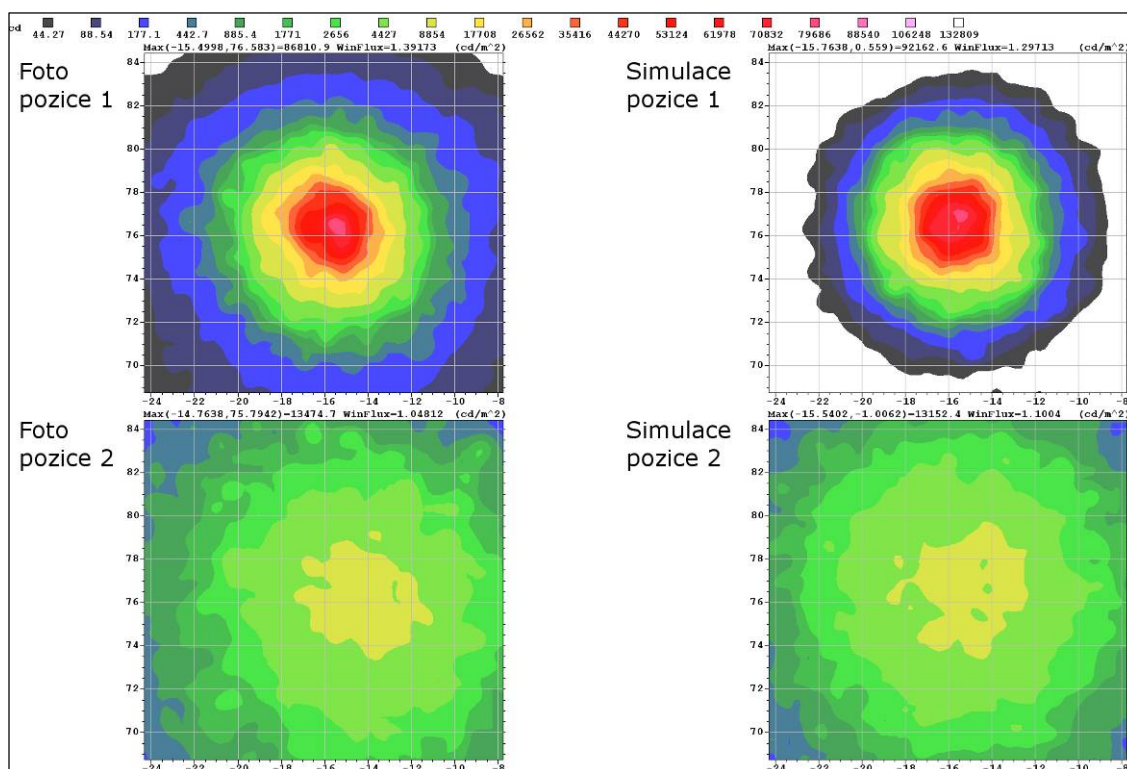
• Obrázek 2 – Příklady standardních materiálů z knihovny VLS

Na obrázku 3 je jedna z experimentálních sestav pro ověřování propustných materiálů s povrchovou úpravou tzv. grainováním. Skládá se ze světelných zdrojů, v tomto případě LED, umístěných za transparentní deskou s ověřovaným povrchem. Pozice a orientace je nastavitelná.



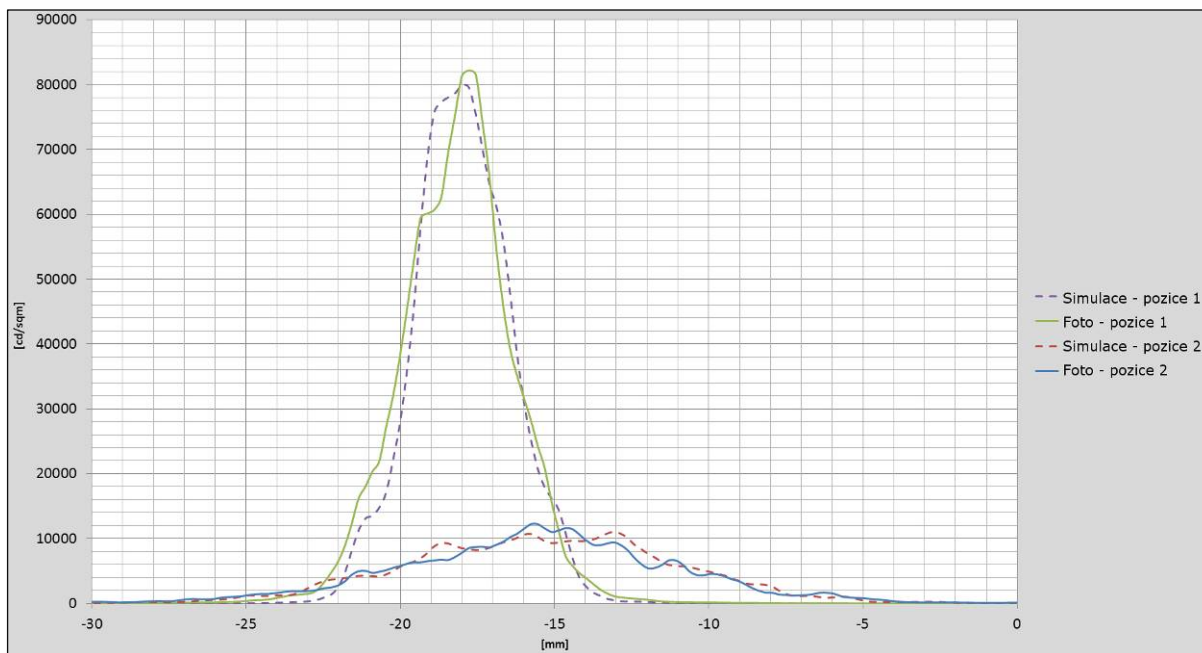
• Obrázek 3 – Sestava pro ověřování propustných materiálů

Jasové měření (prováděné pomocí digitální zrcadlovky) a simulace v LuxRenderu jsou vždy provedeny za totožné konfigurace. V tomto případě bylo provedeno měření a simulace ve dvou různých vzdálenostech transparentní desky od světelného zdroje. Porovnání pro čirý polykarbonát s texturou VDI30 ukazuje obrázek 4 a graf 1. Zde je vidět poměrně dobrá korelace mezi simulací a měřením. Je nutno podotknout, že těchto výsledků bylo



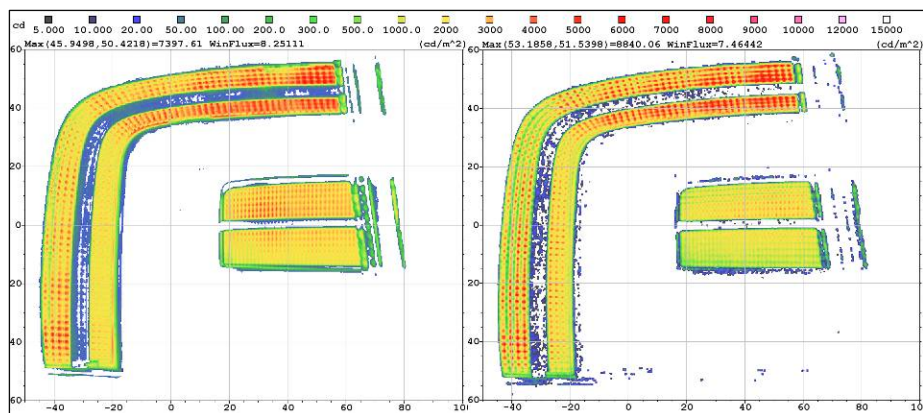
• Obrázek 4 – Foto analýza a simulace podle sestavy na obrázku 3

dosaženo bez jakéhokoli následného ladění parametrů. Byly zde pouze nastaveny příslušné parametry světelných zdrojů a přiřazen materiál ze standardní knihovny materiálů VLS. Pro grafické zobrazení výsledků používáme samostatný nástroj nazývaný „Beam Analyzer“, vyvinutý přímo ve společnosti VLS.



• Graf 1 – Horizontální řez přes světelný výstup 1 LED pro čirý polykarbonát s povrchovou úpravou VDI30 (pro dvě vzdálenosti)

Obrázek 5 znázorňuje analýzu ve falešných barvách části koncové funkce svítilny vozu VW Jetta. Zde můžeme díky falešným barvám pozorovat detailněji jasové rozdíly mezi jednotlivými částmi funkce. I zde je pozorovatelná poměrně dobrá korelace simulace s měřením. Samozřejmě, že zde najdeme určité rozdíly, ale je potřeba si uvědomit, že výrobní proces je prováděn s určitými tolerancemi a i LED samotné mají toleranci světelného toku. V simulaci však uvažujeme nominální světelný tok každé LED.



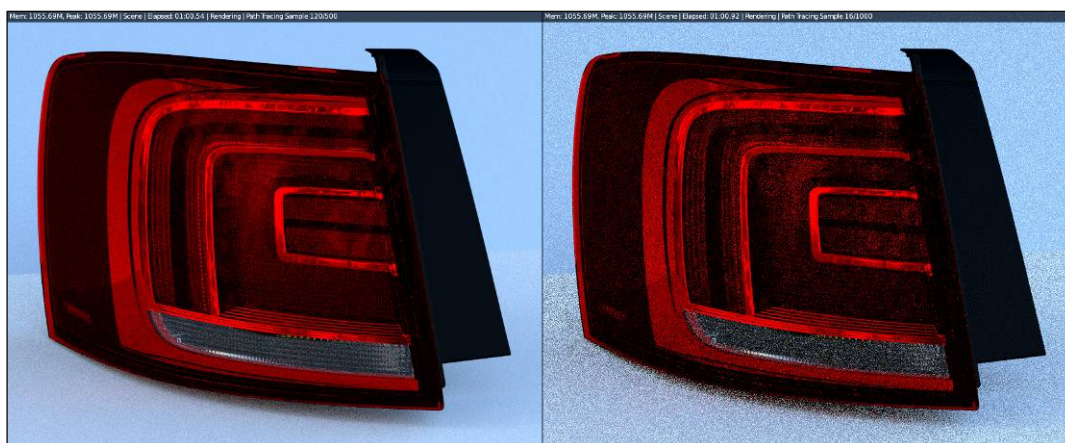
• Obrázek 5 – Měření (vlevo) a simulace (vpravo) části koncové funkce vozu VW Jetta

Možnost jasové predikce je důležitá pro fázi návrhu světlotmetu či svítilny, kde je potřeba splnit estetické a zákonné požadavky, například na velikost svítící plochy funkce. Pomocí simulací rozsvícených stavů jsme schopni tuto plochu odhadnout daleko přesněji než pouze na základě měření CAD modelu. Pomocí těchto simulací také dokážeme ladit optický systém tak, aby výsledný rozsvícený vzhled odpovídal co nejvíce požadavkům zákazníka. Obrázky 4 a 5 znázorňují analýzu ve falešných barvách, která je velmi výhodná při tomto detailním ladění optického systému. Beam Analyzer poskytuje také další analýzy jako například analýzu svítící plochy funkce, tzv. EPLLA analýzu, vyhodnocení homogenity funkce apod. Samozřejmě nabízí také možnost vizualizace v RGB prostoru. Typ vizualizace výsledků simulace může být v Beam Analyzeru jednoduše přepínán.

Nerozsvícený vzhled

Nerozsvícené simulace jsou ve VLS vytvářeny jiným nástrojem než ty rozsvícené. LuxRender je taktéž schopen poskytnout nerozsvícené simulace, nicméně ve srovnání s tzv. real-time renderingem v Blenderu je pomalejší. Protože nerozsvícený vzhled nemusí být počítán tak fyzikálně přesně jako vzhled rozsvícený, rozhodli jsme se pro tyto účely používat interní renderovací algoritmus Blenderu. Opět zde využíváme standardizace scény, světla a materiálů, které jsou v korelaci s materiály používanými pro LuxRender. Proto jsme schopni poskytnout zákazníkovi fyzikálně korektní rozsvícený vzhled a k němu odpovídající vizualizaci nerozsvíceného stavu.

Nerozsvícený rendering obecně je méně náročný na výpočetní čas a proto je dnes možné provádět tyto vizualizace v reálném čase. Rychlost výpočtu závisí na složitosti modelu a použitém hardwaru. Simulace lze počítat klasicky pomocí CPU (procesoru) nebo pomocí GPU (grafické karty). Ve VLS využíváme převážně druhé možnosti, protože je mnohem rychlejší a s dostatečnou přesností vizualizace. Na obrázku 6 můžeme vidět porovnání obou způsobů výpočtu.



• Obrázek 6 – Porovnání výpočtu pomocí GPU (vlevo) vs. výpočet pomocí CPU (vpravo)

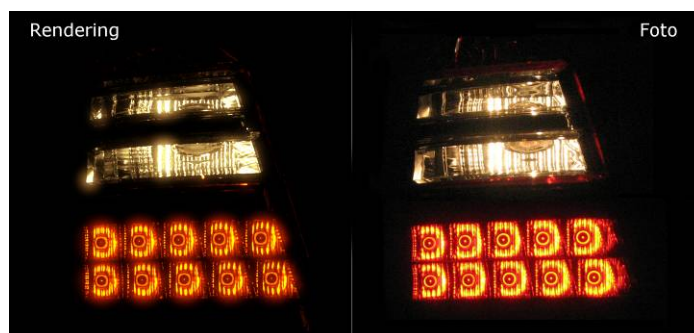
Vizualizace na obrázku 6 byly provedeny na totožné výpočetní stanici, zmíněné v části „Hardware pro vizualizace ve VLS“ a zobrazují stav simulace po jedné minutě výpočtu. Tam, kde grafická karta stihla propočítat 120 vzorků na pixel, stihl procesor pouze 16. Vizualizace takovéto scény s požadovanou kvalitou 500 vzorků na pixel vzala 4 minuty pomocí grafické karty, zatímco 32 minut pomocí procesoru. Toto je obrovská úspora času, uvědomíme-li si, že těchto simulací provádí jeden inženýr i desítky denně, přičemž jeho další kroky v konstrukci optického systému závisí na výsledcích dílčích simulací. V Blenderu navíc můžeme zapnout mód „živého náhledu“ a v takovém případě je scéna vizualizována průběžně. Tato okamžitá vizualizace je velmi nápomocná při odhalování případných vzhledových vad vytvářených například optickými elementy uvnitř lampy či odtrhovou hranou na vnějším skle. Bez možnosti vizualizace v reálném čase by se mohlo stát, že takový defekt nebude odhalen pomocí statického obrázku, protože může být viditelný pouze z určitého úhlu pohledu, který nemusel být zrovna analyzován. Je téměř nemožné postihnout všechny úhly pohledu pomocí statických obrázků nebo video sekvence. Pro tyto účely je vizualizace v reálném čase, kdy si konstruktér může interaktivně prohlížet vizualizovaný model ze všech stran, nejhodnější.

Reálné příklady

Některé reálné příklady produktů, které již mohou být viditelné na cestách, jsou vyobrazeny na následujících stránkách. Některé z nich představují finální stav výrobku, některé reprezentují stav v průběhu vývoje.

Mercedes GL – zadní svítlna

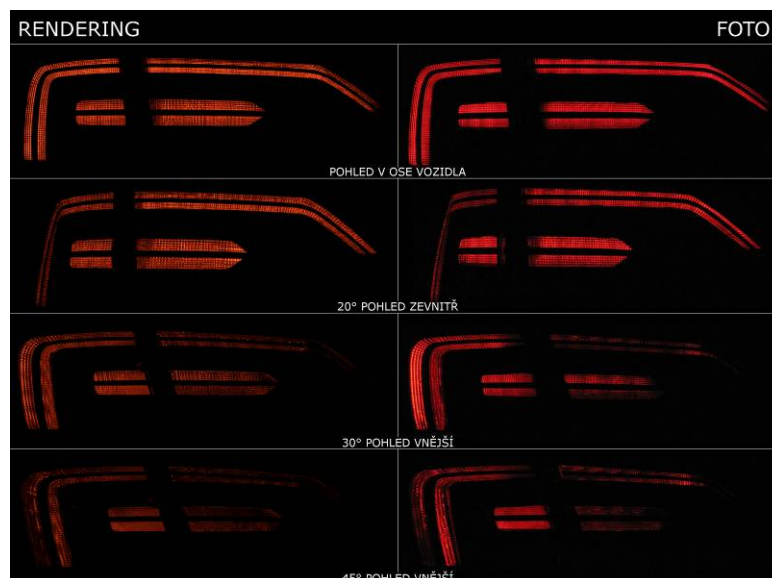
První příklad zobrazený na obrázku 7 ukazuje zadní skupinovú svítlnu vozu Mercedes GL. Vizualizace byla udělána v roce 2011 a představuje jedno z prvních porovnání, které jsme udělali za účelem ověření věrohodnosti výpočtů LuxRenderu.



• Obrázek 7 - Mercedes GL – zadní skupinovú svítlna – finální stav

VW Jetta – LED verze

Vizualizace na obrázku 8 ukazuje porovnání fotografií se simulacemi z různých úhlů pohledu. Jde o průběžný stav, kde byl finální produkt na základě těchto výsledků vylepšen do stavu, v jakém je možné jej vidět dnes na silnicích.



• Obrázek 8 – Příklad koncové funkce zadní skupinové svítlny vozu VW Jetta

Škoda Octavia Combi – zadní skupinová svítlna

Na obrázku 9 můžeme pozorovat několik nerozsvícených vizualizací zadní skupinové svítlny vozu Škoda Octavia Combi, počítané na grafické kartě. Stav výpočtu po deseti vteřinách je vlevo, uprostřed můžeme vidět stav po dvaceti vteřinách a konečně vpravo je vidět stav výpočtu po jedné minutě. Můžeme pozorovat, že levý obrázek je poměrně zašuměný, ale dostatečný k odhalení výrazných vzhledových defektů. Méně výrazné optické vady mohou být odhaleny už po jedné minutě, kde i transparentní části svítlny jsou dostatečně propočítány – zde bylo dosaženo 120 vzorků na pixel.



• Obrázek 9 – Vizualizace nerozsvíceného stavu zadní skupinové svítlny vozu Škoda Octavia Combi

Finální vizualizace v kvalitě 5000 vzorků na pixel je zobrazena na obrázku 10. Simulace vlevo byla provedena v Blenderu, simulace vpravo pak v LuxRenderu, jelikož jde o kombinaci rozsvíceného a nerozsvíceného stavu.



• Obrázek 10 – Finální vizualizace zadní skupinové svítlny vozu Škoda Octavia Combi v kvalitě 5000 vzorků na pixel

Závěr

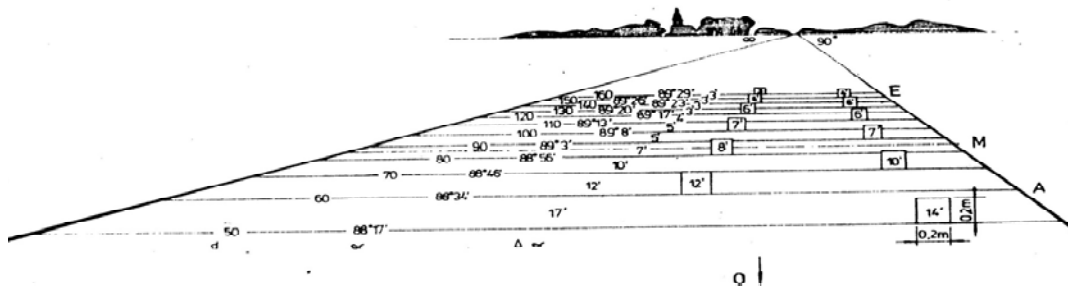
Použití LuxRenderu a Blenderu pro vizualizace bylo ve společnosti Varroc Lighting Systems nastartováno v roce 2010. V té době jsme měli spoustu otevřených otázek ohledně stability, přesnosti a kvality výsledků zmíněných softwarových nástrojů. Nejprve jsme prošli první fází detailního interního testování pro účely vizualizací světlometů a svítilen. Později jsme použili Blender a Luxrender pro vývoj několika vybraných produktů. V této době jsme stále paralelně porovnávali výsledky našimi dříve ověřenými nástroji. Od roku 2013 využíváme Blender a LuxRender jako standardní software pro vizualizace našich produktů. Metodologie vizualizace, stejně jako knihovna materiálů a světelných zdrojů byla vyvinuta uvnitř společnosti VLS v souladu s našimi výrobními procesy a proto Blender a LuxRender považujeme za velmi výkonné nástroje pro vizualizace světlometů a svítilen vyvíjených a vyráběných společností Varroc Lighting Systems.

Hodnocení a posuzování osvětlení přechodů

Doc. Ing. Jiří Pleh, CSc.,
SVĚTELNÁ TECHNIKA BRNO

Úvod

Na rovných úsecích silnice řidič potřebuje minimální dohlednost, odvozenou od rychlosti s předběžnou orientací, při jízdě motorovým vozidlem, do blízké budoucnosti ! Je zřejmé, že řidič vozidla potřebuje mít na silnici lepší rozhled, musí sledovat nejen geometrii komunikace, okolí a obecně dopravní situaci, aby mohl včas zareagovat a, provádět změny rychlosti, změny směru jízdy až po náhlé zastavení vozidla, jak to vyžaduje konkrétní situace. Takový stav je zřejmý z obrázku 1 a lze jej považovat za optimální, protože v takovém případě je podstatně jednodušší předvídat, řekněme věci příštích.



Obr.1 - Perspektivní pohled řidiče před vozidlem v optimální variantě.

Zcela jiná je situace ve dne, za soumraku a zcela specifická potom v noci, povětrnostní vlivy nepočítaje. Jestliže však silnice zahrnuje zatáčky, případně se v dané lokalitě vyskytuje větší počet podnětů jako je tomu ve městě, řidič je nucen provádět korekci rychlosti a směru, potom zákonitě k tomu, aby adekvátním způsobem na vzniklou situaci zareagoval, potřebuje určitý čas. Zcela specifické postavení v řešení této problematiky má osvětlení konfliktních míst, přechodů pro chodce.

Funkce zraku řidiče

Funkce zraku během řízení motorového vozidla lze rozklíčovat do několika navzájem provázaných fází přičemž za základní a výchozí je nutné považovat vizuální soustředěnost (zraková), nebo lapidárně řečeno, řidič je schopen zrakového výkonu, který se dále skládá z těchto dílčích fází:

- Vizuální detekce - vnímání,
- Vizuální diskriminace – rozpoznání,
- Vyhodnocení a rozhodnutí o reakci,
- Vizuální sledování účinků reakce.

Podle realizovaných testů se tato doba pohybuje od 3 – 5 s - minimálně. V tabulce I jsou potom uvedeny, řekněme detekční vzdálenosti, které jsou nutné k tomu, aby se stala základem pro další odpovídající reakci řidiče na viděný, řekněme vizuálně detekovaný podnět a v koinečné fázi potom vizuální sledování účinků reakce na rozpoznávaný podnět.

Paralelní zpracování zrakových informací

Během jízdy získává řidič paralelně zrakové informace, které přicházejí kontinuálně z :

- Foveální části zrakového systému (parafoveální) v úhlové hodnotě jen $1,5^\circ$ (2°),

- Periferní části zrakového systému v úhlové hodnotě odpovídající výhledové možnosti řidiče.

Z celé řady těchto podnětů potom musí vybrat ten klíčový, na který je nutné v daném okamžiku s předstihem reagovat, aby se např. zabránilo střetu s protijedoucím vozidlem chodcem a podobně. Podněty, přicházející z bezprostřední blízkosti vozidla vedou ve většině případů k havárii, protože na tento podnět nebylo možné reagovat.

Je tedy jen na výběru řidiče, který podnět bude pro něho „zajímavý“ a kterému bude věnovat další, případně zvýšenou pozornost. V těchto souvislostech je nutné upozornit na skutečnost, že i výběr podnětu ve fázi detekce potřebuje určitý časový úsek, jak ukazuje následující tabulka.

Rychlost vozidla		Rovná silnice		Zatáčky a podněty	
v (km/h)	v (m/s)	t _r (s)	d (m)	t _r (s)	d (m)
50	14	3	42	5	70
90	25		75		125
130	36		108		180

TAB. I. Nutné vzdálenosti detekce pro různé rychlosti vozidla

Ačkoliv mnoho zrakových pochodů, které se podléhají na zrakové činnosti je nám již známa, dovoluje přesně formulovat hypotézu, že pro zrakový vjem a rozpoznatelnost, je k dispozici systém, sestávající ze tří základních bloků v CNS, podléhající se na vnímání tvaru podmíněný prostorovým viděním, druhým zodpovědný za rozlišení barev a třetím v řešení dané problematiky ztěžejním, protože určuje percepce pohybu, umístění a prostorové organizaci v centrální nervové soustavě.

To však bezesbýtku platí jen do okamžiku, kdy budeme hovořit o ftopickém vidění. U skotopického vidění dostává řidič již podstatně méně informací o tvaru, dochází k omezení prostorového vidění, o rozlišitelnosti barev lze hovořit jen podmíněně. Samostatnou částí by bylo posouzení, jakým způsobem se podílí na těchto skutečnost mezopické vidění.

Dále však existuje (zatím) ještě celá řada neznámých, v souhrnu informací, které mají výchozí podstatu v rozdílných disciplínách, jako např. psychologie a podobně. Ty jsou určující pro stanovení, co vedlo řidiče k výběru jistého podnětu, který se nakonec na havárii nepodílel. Jistou roli hraje pud sebezáchovy, který automaticky vyhodnotí v protisměru jedoucí vozidlo jako primární a chodce na pravé straně jako sekundární. Informace z těchto tří systémů je na jiném místě mozku integrována do jednoho zrakového vjemu, vše za jistých jasových a kontrastních podmínek s rozhodnutím o reakci na podnět.

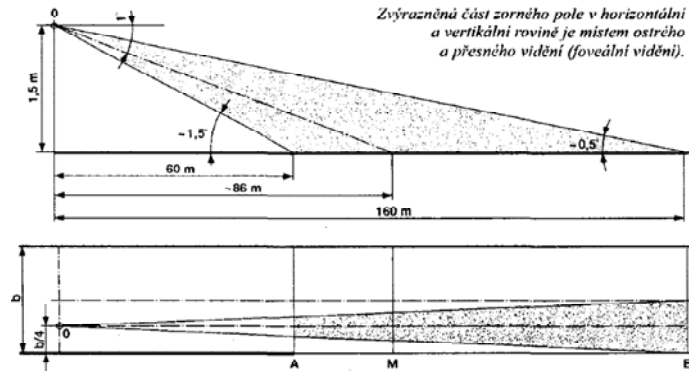
I zde však existuje celá řada nových poznatků. CNS ve své podstatě integruje všechny podněty a v rozhodovací fázi potom se zaměří na jeden, v daném okamžiku klíčový. Za určitých podmínek však může (často v reálném prostředí dochází), že CNS přestane kontinuálně vyhodnocovat všechny tyto zrakové podněty a dojde k jevu, který označujeme jako „stacionarizace vjemu“. Je to z toho důvodu, že CNS zpracovává v daném okamžiku aktuální informaci, které je přisouzena prioritou. Tím může být zapálení cigarety, příjem telefonního hovoru, odvrácení pozornosti z jiného důvodu. Prostě řečeno, mozek všechny informace nestíhá zpracovat v potřebné rychlosti. Odpovědi CNS mají potom negativní dopad na výkon činností, hlavně všech řídicích. Tím pochopitelně se vytrácí prvek spolehlivosti v řízení a velmi často jsou prvotní příčinou havárie.

Veřejné osvětlení

Veřejné osvětlení se nepohybuje s vozidlem, má stabilní polohu ve vztahu k orientačním bodům a řidič se s vozidlem pohybuje v rámci silnice. Systémy veřejného osvětlení mohou ukazovat předměty několika různými způsoby, ať polohou svítidel, snížením či zvýšením roztečí mezi svítidly, změnou závěsné výšky. Ty všechny změny lze označit za pozitivní, protože vedou ke změnám úhlu dopadu na vozovku a usnadňují vlastní řízení vozidla.

Zde je nutné důsledně vycházet ze zorného pole řidiče, které je naznačeno na obrázku 2. Výška sedícího řidiče ve vozidle nad úrovní vozovky je 1,5 m. V případě, že se jedná o foveální vidění již s uvedenou úhlovou hodnotou, potom to odpovídá jenom zvýrazněné části na obrázku 2. Řidič identifikuje podněty v podstatě kontrastem. Ten je v tomto případě určen jasně podnětu (předmětu) a jasně pozadí, proti kterému je předmět pozorován.

Klíčovou roli tak mají rozdílné hodnoty primárního jasu svislých povrchů předmětů a primárního jasu horizontálního povrchu silnice, který často slouží jako pozadí. Při předvídání viditelnosti některých předmětů oproti jinému pozadí než vozovka, je konstantně ve většině případů velmi nízká úroveň jasu pozadí. Platnost tohoto předpokladu je již dostatečně prokázána.



Obr. 2. Zorné pole řidiče s vyznačenou foveální částí

Přechody pro chodce

Patří mezi jedno z konfliktních míst, kterých je obecně bezpočet, kde dochází ke střetům různého charakteru ve dne, za soumraku, v noci po 365 dnů v roce za různých povětrnostních podmínek. Za nejtragičtější lze bez nadsázky označit dopravní nehody s chodci.

Po řadu roků se tento problém studuje bez hmatatelnějších výsledků, jak prokazuje četnost nehod v silničním provozu. Jsou realizovány modelové zkoušky, jejichž výsledky je možné považovat za hrubě orientační, protože nikdy nepostihnou výsledný stav řidiče před střetem s chodcem a jsou prováděny s testovacími osobami, které přesně znají co mohou očekávat, co se bude odehrávat. V reálném prostředí tomu tak není, protože každý řidič při jízdě do blízké budoucnosti odhaduje, co se může přihodit.

Momentální stav řidiče před střetem je totiž ovlivněn :

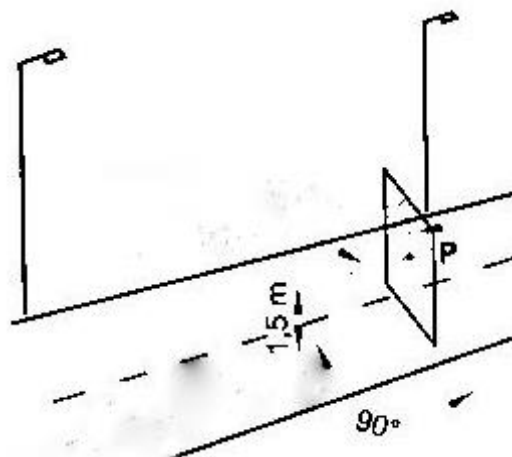
- Věkem řidiče,
- Psychickou pohodou,
- Únavou po vykonané pracovní činnosti,
- Sníženou připraveností ke zrakovým úkonům,
- Užitím různých návykových látek.
- Dobou řízením motorového vozidla a četností úkonů za jednotku času,
- Viditelnost a dohlednost, (den, noc, mlha, mokrá vozovka, sněžení).

Mnozí si navíc dost dobře neuvědomují, jaká je složitá situace při orientaci v prostoru, který není osvětlen nebo jen z části a řidič má získávat potřebné vizuální informace a skutečnosti, nutné pro spolehlivé a bezpečné řízení motorového vozidla.

Ve dne by se zdálo, že jde celkem o jednoznačnou záležitost, řidič získává poměrně značné množství informací z obklopujícího prostředí za téměř ideálních světelných podmínek, a umožňuje mu to odpovídajícím způsobem předvídat skutečnosti pro jízdu do blízké budoucnosti. Střety motorových vozidel s chodci na přechodech však vypovídají o něčem jiném. Neustále je uváděno a zdůrazňováno pravidlo, že řidič musí chodce na přechodu vidět, neříká se však, že ho musí rozpoznat.

Doposud není jednoznačně definována metodika hodnocení a posuzování úrovně rozpoznatelnosti chodce na přechodu, i když máme k dispozici celou řadu moderních fotometrických přístrojů, přesto výsledky nejsou relevantní skutečností.

Zde je nutné vycházet z údajů, které jsou uvedeny v tabulce I. a tomu přizpůsobit vlastní hodnocení a posuzování osvětlení přechodů. V prvé řadě je nutné analyzovat, vertikální hodnoty osvětlení v průměrné rovině u přechodu, jak schematicky je znázorněno na obr. 3.



Obr. 3. Element svislé roviny pro posuzování

A na této vertikální rovině předdefinovat určité výšky nad vozovkou, které hrají roli při vidění a rozpoznávání přecházejících osob. Jde o tyto úrovně od vozovky :

- a) nášlapné vrstvy (0,15 – 02 m),
- b) srovnávací roviny (0,85 m),
- c) očí sedícího řidiče, ve vozidle (1,5 m),
- d) hlavy normalizovaného přecházejícího chodce (1,75 m)

Výška nášlapné vrstvy je možným zdrojem vizuálních informací z toho důvodu, že se nohy přecházející osoby pohybují, obuv bývá různým způsobem vzorována o tak se stává zdrojem cenných informací. Obdobně i ruce a některé další části povrchu oblečení osob.

Následné hodnocení by potom mělo být provedeno ve vztahu ke stanovenému pozadí, které bude hrát klíčovou roli. Jakékoliv posuzování z jiných vzdáleností, jak je uvedeno na následujícím obrázku 4.



Obr.4. Vyobrazení přechodu pro chodce

Následně je potom možné realizovat jasovou kamerou s figuranty jasovou analýzu tak, aby se stanovily rozdílné hodnoty primárního jasu svislých povrchů oblečení figurantů (světlé oblečení, černé oblečení jako limitní případy) a primárního jasu horizontálního povrchu silnice, pokud slouží jako pozadí, pokud tomu tak není, tak se musí vyhodnotit jasové poměry oproti průmětnému horizontu.

Tato hodnocení je potom nutné realizovat ve vztahu k zornému poli řidiče pro nastavené vzdálenosti 60m, 86m a 160 m a vyhodnotit z pohledu foveálního vidění řidiče. Za těchto světelných podmínek je to úhlová hodnota zcela zdůvodnitelná.

Přechody pro chodce v blízké budoucnosti

Do blízké budoucnosti lze vidět ve venkovním osvětlení velký „byznys“ ! Je to proto, že budou chybět finanční prostředky na provoz a údržbu, ve větší míře i kvůli úsporám elektrické energie měst a obcí. Jeden z problémů dneška je venkovní osvětlení méně osídlených částí měst a obcí, kde v noci není velký provoz a vše je v plném provozu. Není žádným problémem v těchto případech vybavit svítidla odpovídajícími senzory. Ty reagují, podle nastavení, na pohyb chodců či aut, ale na jakýchkoliv pohyb. S ohledem na rychlost náběhu svítidel se světelnými diodami, je to realizovatelné.

Ta filozofie je vcelku jednoduchá, když totiž po ulici nikdo nejde, může být zhasnuto či některé svítidla se mohou vypnout a to v podstatě šetří peníze na provoz i údržbu. To je potom plně aplikovatelné pro osvětlení přechodů, kde se v podstatě celou noc svítí osvětlení přechodu a přejde za noc jen minimum chodců.

Závěr

Dnes již však nikdo nepochybuje o tom, že světlo je život, pohoda a je základem bezpečnosti a v budoucnosti tomu nebude jinak. Jsou však jisté meze a ty jsou dány tím, že když má na jedné straně platit „pozor přecházíme“ ,potom na druhé straně musí platit „ pozor přijíždíme“. K zabránění kolizních případů může přispět i osvětlení silničních přechodů, smysluplné, bez značných nároků na výkony svítidel.

Dále je nutné vycházet i z prognóz, že s pohledem na finanční prostředky hlavně menších měst a obcí, nebude možné osvětlovat všechny silniční přechody, ale je možné vycházet z aplikací, které jsou v příspěvku naznačeny.

Nebudou - li k tomu finanční prostředky, tak potom je nutné k řešení tohoto problému přistupovat tak, že každý je odpovědný za svoje chování a má také povinnost učinit vše pro svoji bezpečnost. Doposud nedocenitelnou roli , v tomto směru, hrají individuální zvýrazňující prostředky, finančně nenáročné, postavené jak na odrazných ploškách tak i na miniaturních svítidlech se světelnou diodou. Ty by mohly být východiskem při nočním provozu a pomohly by, v nejšířím slova smyslu, zachránit řadu lidských životů.

Literatura :

- [1] CORNSWEET, T.N.: Visual Perception, Acd. Press, New York - London 1970
- [2] DAVSON, H.Ed.: The Eye II - The Visual Process, Acd. Press, New York - London 1962
- [3] FUORTES, M.G.F.: Handbook of SensoryPhysilolog VII/2 Physiologof Photoreceptor Organs Springer - Verlag Berli-Heidelberg - New York, 1972
- [4] GERŠUNI, G.V.: Fiziologija sensorynych sistem - I. Fiziologija zrenija , Izdat. Nauka, Leningrat 1971
- [5] GLEZER, V.D., CUKKERMANN, I.I. : Informacija i zrenija, Izdat. AN SSSR, Moskva - Leningrat 1961
- [6] GRANIT, R...: Receptors and Sensory Perception, New Haven 1956
- [7] PLCH, J.: Příspěvek k teorii naváděcích světloteknických soustav, KDP, FE VUT 1972
- [8] PLCH,J.: Zrakové vnímání řidiče, Sylaby přednášek USI VUT v Brna, 2000
- [9] PLCH,J. : Světelná technika v praxi, IN EL Praha 2000, 210 stran,
- [10] PLCH,J.: Vidět neznamená rozpoznat, Konference Dlouhé stráně 2010. strana
- [11] MAŇÁK, VI.: Zrak, I. díl Fyziologie zrakového systému, aplikovaná na hygienu osvětlování, Vlnařský průmysl, Generální ředitelství Brno 1977
- [12] GLIER,J.: Reakční doba řidiče, USI VUT, 202, 6 stran
- [13] HELD, R.: Plasticity in Sensory - Motor Systems, Sci. Am. 213, 1965, 84
- [14] JARBUS, A.L.: Rol dvíženij glaz v procese zranija, Izd. Nauka Moskva 1965
- [15] WERBLIN, F.S.: The Control of Sensitivity in the Retina, Sci. Am. 228, 1973, 71
- [16] KŘIVOHLAVÝ, J.: Průvodní fyziologické projevy při zrakové činnosti, Světelná technika, 1965, 5,

Superkapacitory v nouzovém osvětlení

Zbyněk Carbol¹⁾, Tomáš Novák²⁾, Karel Sokanský³⁾

VŠB – TU Ostrava, Fakulta elektrotechniky a informatiky,

17. listopadu 15, 708 33 Ostrava, <http://fei.vsb.cz>

¹⁾ email: zbynek.carbol@vsb.cz

²⁾ email: tomas.novak1@vsb.cz

³⁾ email: karel.sokansky@vsb.cz

Úvod

V souvislosti s rozvojem nanotechnologií došlo v posledních letech k vytvoření prostoru pro nové možnosti akumulace elektrické energie na principu uchování elektrického náboje na elektrodách kondenzátorů. Tyto „akumulační kondenzátory“ se česky nazývají superkondenzátory (z anglického SuperCap, UltraCap). I když jsou kondenzátory známé již dlouhou dobu, až v posledních letech se natolik zdokonalily (povrchy elektrod a materiály dielektrika), že se dají smysluplně využít i pro akumulaci energie na delší dobu. Nejvíce se v současnosti uplatňují při zálohování dat v elektronických pamětech a podobných zařízeních s nízkou spotřebou. Nově nacházejí využití také při startování pohonů vysokými proudy, ve stejnosměrných meziobvodech měničů, při redukci odběrových špiček a v dopravní technice při akumulaci brzděné energie vozidel, která se využije při jejich dalším rozjezdu (např. nová Mazda 6).

Ve spojení s LED světelnými zdroji se superkondenzátory jeví jako ideální zdroj pro zálohování napájení svítidel nouzového osvětlení.

Výhody:

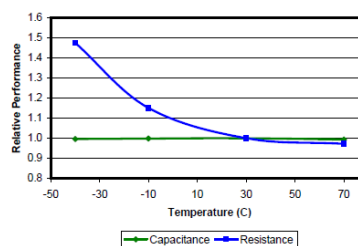
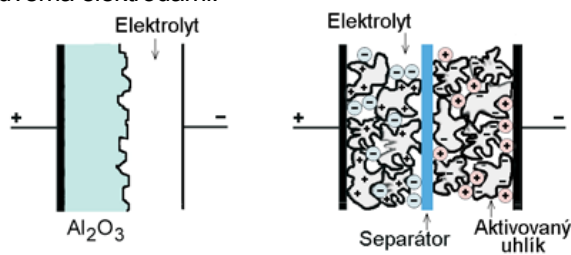
- Nižší spotřeba elektrické energie LED
- Dlouhá doba života
- Spolehlivý provoz při nízkých teplotách

Nevýhody

- Vyšší cena než u konvenčních baterií
- Větší rozměry napájecího zdroje

Základní popis superkondenzátorů

Superkondenzátor, na rozdíl od nejrůznějších akumulátorů (NiCd, Pb, NiMh, LiPol, Lilon apod.), nevyužívá k uchování energie elektrochemický princip. Transformuje elektrickou energii do energie elektrického pole mezi dvěma elektrodami.



• Obr. 1: Porovnání klasického kondenzátoru a superkondenzátoru a jeho teplotní závislost[1]

Tyto jsou dominantně tvořeny práškovým uhlíkem naneseným na hliníkových fóliích. Jeden gram práškového uhlíku má plochu až 2000 m². Kladnou a zápornou elektrodu odděluje separátor, který tvoří polypropylenová fólie. Volný prostor je vyplněn tekutým elektrolytem, na němž závisí maximální napětí superkondenzátoru. Hodnoty provozních i maximálních napětí se pohybují okolo 2 – 3 V. Velká plocha elektrod a jejich malá vzájemná vzdálenost, spolu s velkou elektrickou pevností elektrolytu a separátoru vytváří podmínky pro relativně vysokou kapacitu těchto superkondenzátorů. Kapacita kondenzátoru je přímo úměrná ploše elektrod a nepřímo úměrná jejich vzdálenosti:

$$C = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot \frac{S}{d} \quad (F) \quad (1)$$

Množství energie, kterou lze akumulovat:

$$W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2 \quad (J) \quad (2)$$

Za zdůraznění stojí, že velikost akumulované energie je závislá na druhé mocnině napětí. Proto má napětí na výslednou akumulovanou energii větší vliv než kapacita. Například superkondenzátor 2,7 V/2500 F je schopen uložit stejnou energii jako superkondenzátor 2,5 V/3000 F.

Ke změnám jmenovitých (výše popsaných) parametrů může docházet vlivem stárnutí. Jsou ovlivněny časem nebo počtem cyklů. Porovnání hlavních energeticko-technických parametrů je uvedeno v tabulce 1.

	NiCd akumulátor SAFT 1.2 V 700mA	vysokeplotní Superkapacitor MAXWELL BCAP 3000
hustota energie	32 Wh/kg	6 Wh/kg
měrný výkon	100 W/kg	6 kW/kg
doba nabíjení	typicky 16 h	Minimálně 1 s
životnost	4 roky	1 000 000 cyklů

• Tab. 1: Porovnání superkondenzátoru a typického akumulátoru svítidel nouzového osvětlení

Samovybíjení kondenzátoru je jev, který je u klasických kondenzátorů velice rychlý. U superkondenzátorů se ho snaží výrobci co nejvíce redukovat. Největší vliv samovybíjení je patrný okamžitě po odpojení superkapacitoru od napájení. Nicméně, jak bylo prokázáno výpočtem, typický superkapacitor ztratí samovybíjením přibližně 3% své akumulované energie za první hodinu. Samovybíjení je při předpokládané provozní teplotě je sice významné, ale protože u nouzových svítidel se pro superkondenzátory uvažuje pouze stav nabíjení nebo vybíjení, a nouzová svítidla standardně v nouzovém režimu pracují pouze 1 hodinu, tak 3 % úbytek akumulované energie je téměř zanedbatelný.

Díky velmi nízké teplotě tuhnutí elektrolytu dokáží superkondenzátory pracovat za nízkých teplot až -40°C , přičemž ani vyšší pracovní teploty nemají markantní vliv na vlastní kapacitu. Dochází pouze ke změně hodnoty náhradního sériového odporu (R_{esr}). Tento odpor je ale pro nouzové osvětlení kvůli nízkým pracovním proudům parametr málo důležitý, protože na něm vzniká pouze minimální úbytek napětí a vlastní oteplení je tedy také zanedbatelné. Maximální pracovní teplota superkondenzátorů je 65°C a je tedy vyšší než u konvenčních akumulátorových článků.

Životnost superkondenzátoru je ovlivněna používaným napětím a teplotou okolí. Například při jmenovitém napětí a teplotě 25°C je po 88 000 hodinách (cca 10 let provozu) úbytek kapacity cca 15 %. Se zvýšením teploty o každých 10°C se úbytek kapacity násobí. Při 35°C , které při instalaci v podhledu maximálně předpokládáme, by úbytek kapacity po deseti letech provozu byl maximálně 30 %. Počet cyklů má na snižování kapacity také vliv (1 milion cyklů má za následek úbytek kapacity o cca 20 %). Při použití pro napájení nouzových svítidel bude ale počet cyklů za předpokládanou dobu života menší než 1000. Superkondenzátor je permanentně pod napájecím napětím a k jeho vybíjení dochází pouze při výpadku tohoto napětí. Tento režim provozu bude mít na ztrátu kapacity pouze minimální vliv. Díky vysoké životnosti superkondenzátoru jej nebude nutné za celou dobu provozu nouzového svítidla měnit. To přináší výhody v možnostech trvalé instalace do svítidel a hlavně v redukci nákladů na údržbu zařízení (výměny akumulátorů).

Velkou výhodou superkondenzátorů je jejich vysoká účinnost. Nejedná se totiž o elektrochemické reakce jako u konvenčních akumulátorů. V aplikacích s nízkými pracovními proudy celkově dosahuje celková účinnost cyklu (nabíjení/vybíjení) až 98 %. To nám umožní dosáhnout velmi vysoké efektivity chodu celého zařízení.

Návrh elektrického zapojení nouzového LED svítidla se superkondenzátorem

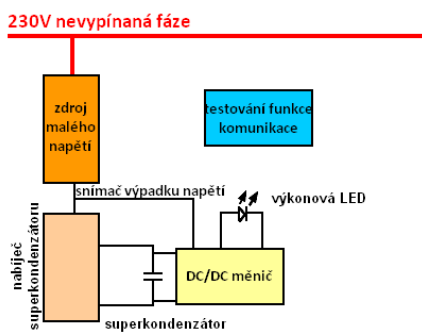
Teoretický výpočet kapacity superkapacitoru byl proveden pro LED světelný zdroj o příkonu 1 W napájený konstantním pracovním proudem 350 mA a odpovídajícím napětím 3,3 V. LED o příkonu 1 W a vysokém měrném výkonu (např. 125 lm/W) je v kombinaci s kvalitní optikou určenou pro osvětlení únikových cest dostatečný světelný zdroj. Účinnost optických částí takovýchto špičkových svítidel se pohybuje nad 70 %. Díky přesné distribuci světelného toku a jeho dostatečné kvantitě (přes 90 lm), dokáží takováto svítidla (při splnění normových hodnot pro nouzové osvětlení) osvětlit standardní chodbu s únikovou cestou o délce vyšší než 10 m. Životnost LED modulů není v případě nouzového osvětlení limitující, neboť se uvažuje s dobou svícení maximálně 1000 hodin za dobu života svítidla.

Návrh elektronického zapojení a volba vhodných obvodů měniče a zdroje pro LED jsou zásadní pro funkčnost a efektivitu celého systému. V zapojení je nutné použít DC/DC měnič, protože napětí superkapacitoru v průběhu vybíjení klesá. Při výběru vhodného obvodu je tedy důležité sledovat minimální pracovní napětí měniče U_{min} , které bude udávat množství energie využitelné z kondenzátoru. Použitý měnič musí mít co největší účinnost při požadovaném výstupním proudu v daném rozsahu vstupních napětí.

Pro zaručení konstantního světelného toku jdoucího z LED je nejlepší, pokud obvod na výstupu udržuje konstantní proud. Jak vyplývá z voltampérové charakteristiky výkonové LED, je nutné pro její napájení volit proudový a nikoliv napěťový zdroj.

Na základě znalosti příkonu LED modulu a použitého obvodu je nutné rozhodnout, zda bude použit jeden nebo více superkapacitorů. Použití více superkapacitorů vede ke zvýšení napětí, tedy ke snížení proudu protékajícího obvodem měniče a tedy i ke snížení vnitřních ztrát. Naopak proti tomu řešení se staví vyšší cena více superkondenzátorů (byť by měly poloviční kapacitu) a nutnost použití napěťového balancéru, který bude při nabíjení vyrovnávat napětí na kondenzátorech tak, aby ani u jednoho nedošlo k překročení pracovního napětí, což by mohlo způsobit zničení superkondenzátoru. Na základě průzkumu současné nabídky obvodů měničů i superkondenzátorů se jako vhodné řešení jeví použití jednoho superkondenzátoru pro 1W LED a více kusů pro výkonnější světelné zdroje.

Na následujícím obrázku (viz Obr. 2) je zobrazeno blokové schéma navrhovaného nouzového svítidla.



Kapacita	3000 F
Napětí	2,7 V
Výrobní tolerance	-0 % až +20 %
Provozní teplota	-40° C až +60° C
Dostupná energie	3,04 Wh
Životnost	1million cyklů
Rozměry	délka 138mm, průměr 60,7mm
Hmotnost	0,51kg

• Obr. 2: Blokové schéma svítidla, parametry superkondenzátoru Maxwell BCAP3000 [1]

Výpočet velikosti vhodného superkondenzátoru

Výpočet velikosti vhodného superkondenzátoru přichází na řadu po návrhu obvodu měniče a zdroje. Z dříve uvedeného budou pro výpočet relevantní následující hodnoty:

Minimální pracovní napětí měniče:

$$U_{min} = 1 \text{ V}$$

Počáteční napětí nabitého superkondenzátoru:

$$U_0 = 2,7 \text{ V}$$

Dovolený pokles napětí superkondenzátoru:

$$\Delta U = U_0 - U_{min} = 2,7 - 1 = 1,7 \text{ V} \quad (3)$$

Odebíraný konstantní výkon:

$$P = 1 \text{ W}$$

Účinnost DC/DC měniče a proudového zdroje:

$$\eta = 0,8$$

Průměrný odebíraný proud:

$$I_{avg} = \frac{I_{max} + I_{min}}{2} = \frac{1}{0,7 \cdot 0,8} + \frac{1}{2,7 \cdot 0,8} = 0,86 \text{ A} \quad (4)$$

Činitel stárnutí superkondenzátoru (pokles kapacity za 10 let):

$$k = 0,7$$

Požadovaná doba svícení svítidla:

$$t = 3600 \text{ s}$$

Vybíjecí charakteristika superkondenzátoru:

$$dU = i \cdot \frac{dt}{C} + i \cdot R_{esr} \quad (5)$$

Dle výše uvedeného zdůvodnění (viz rovnice 11), bude zanedbána složka úbytku napětí na vnitřním odporu (U_{esr}). Protože proud při vybíjení roste téměř lineárně, lze nahradit okamžitý proud i proudem průměrným I_{avg} a vyjádřit

$$C = \frac{I_{avg} \cdot t}{\Delta U} = \frac{0,86 \cdot 3600}{1,7} = 1821 \text{ F} \quad (6)$$

požadovanou kapacitu superkondenzátoru:

V následující rovnici je zohledněn pokles kapacity za projektovanou dobu života svítidla (10 let):

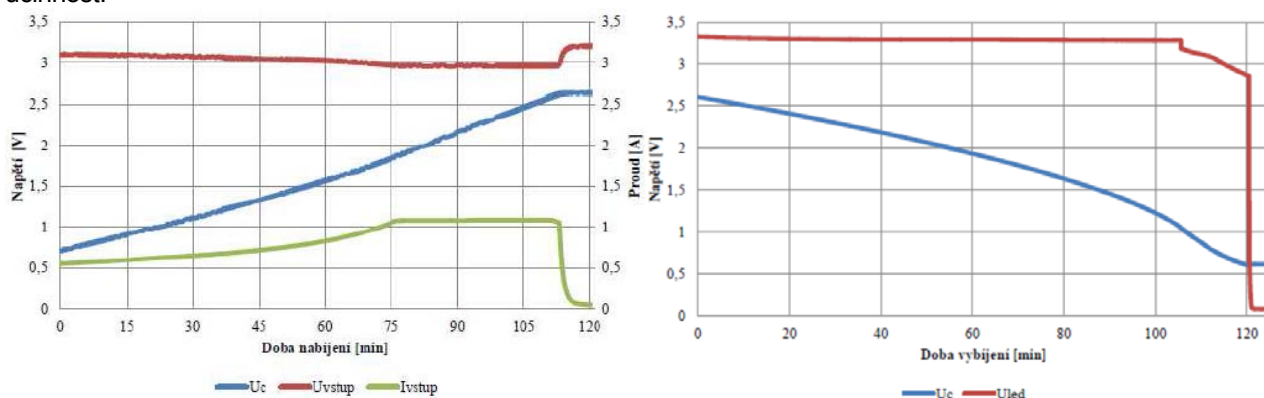
$$C_{výsl} = \frac{C}{k} = \frac{1821}{0,7} = 2602 \text{ F} \quad (7)$$

Z nabídky superkondenzátorů byla zvolena nejbližší vyšší kapacita 3000 F. Pro ukázkou takového superkondenzátoru byl vybrán typ Maxwell BCAP3000 s parametry uvedenými na Obr. 2.

Experimentální zapojení 1W LED se superkapacitorem

Pro ověření platnosti uvedených výpočtů, byl vyroben prototyp svítidla. Obvod DC/DC měniče LTC3490 je určený na přímé napájení 1W LED, takže koncový stupeň udržuje konstantní proud 350mA. Pro řízení nabíjení superkapacitoru byl použit speciální obvod LTC4425. Pro zapojení byl použit výše zmíněný superkapacitor Maxwell BCAP3000.

Celý plošný spoj byl uzpůsobený pro montáž na superkapacitor, který v tomto případě plní funkci chladiče pro oba integrované obvody. Po zapojení byla experimentálně odladěna velikost cívky v DC/DC měničích pro maximální účinnost.



• Obr. 3: Průběh napětí při nabíjení (vlevo) a vybíjení (vpravo) superkapacitoru

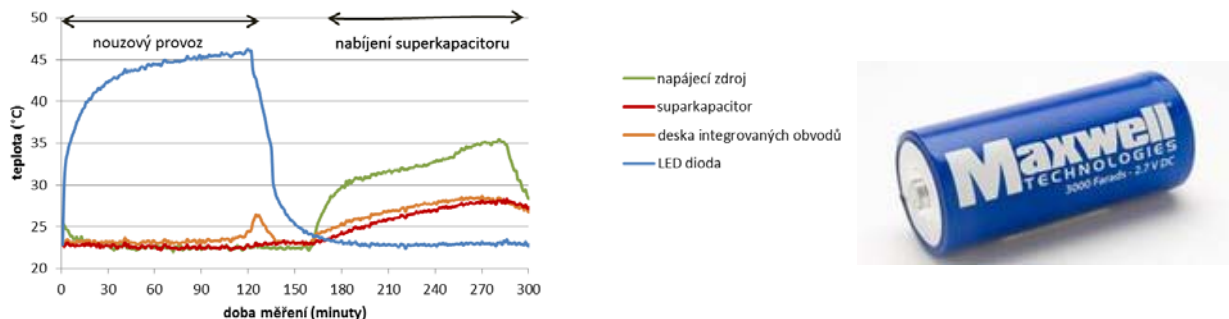
Obvod nabíjející superkapacitor má nastavitelný nabíjecí proud, pro testování byl omezen na 1A, maximum je 3 A. Maximální proud omezuje rozdíl mezi vstupním napětím a okamžitým napětím superkapacitoru a tím dané vlastní oteplení obvodu. V nenabitěm stavu je kondenzátor pro zdroj zkrat a proud je omezován tvrdostí zdroje a v našem případě integrovaným obvodem.

Kapacitor byl nabit, viz obr. 3, z napětí 0,7 V na plné napětí 2,7 V za 110 minut. Nižší napětí na superkondenzátoru nepředpokládáme, protože jej obvod DC/DC měniče nedokáže více vybit.

1W LED napájená uvedeným zapojením vydržela konstantně svítit 106 minut. Poté již docházelo ke kolísání výstupního proudu i světelného toku LED. Měřeno bylo pouze za použití napěťových sond, aby nedocházelo k ovlivňování obvodů a zkreslení výsledku.

Superkapacitor byl vybit z napětí 2,6 na 1 V. Bylo tedy využito 85% akumulované energie. Protože je superkapacitor nejdražším prvkem svítidla, je vhodná optimalizace zapojení pro využití maximálního množství uskladněné energie. V tomto případě při ceně kapacitoru 1300 Kč představuje 15% nevyužitých 200 Kč.

Byl proveden i test samovybití, po pěti dnech skladování pokleslo napětí nabitěho kondenzátoru o 0,445V, což odpovídá teoretickým předpokladům.



• Obr. 4: Výsledky tepelného měření prototypu, obrázek superkondenzátoru Maxwell BCAP3000 [1]

Prototyp byl podroben také měření teplot, při teplotě okolí 23°C. Na obr. 4 vlevo je vidět nouzový provoz a vyšší oteplení LED, později při poklesu napětí superkapacitoru se snižuje účinnost DC/DC měniče a zvyšuje protékající proud, proto je po 120 minutě špička jeho oteplení. Pravá část představuje nabíjení kapacitoru. Napájecí adaptér se zahřívá, stejně tak obvod řídicí nabíjení a od obvodu se ohřívá celý kapacitor. Oteplení žádné z částí svítidla nepřekročilo předpokládané ani bezpečné hodnoty oteplení.

Použita byla LED dioda o vysokém měrném výkonu 125 lm/W s optickou částí moderního svítidla určeného pro osvětlení únikových cest. Účinnost optické části byla 73%, proto výstupní tok svítidla byl pouze 91 lm. Protože je distribuce světelného toku přesná, dokáže tento prototyp při plnění normových hodnot osvětlit z výšky 3 m únikovou cestu (chodbu) o délce více než 13 m.

Vhodnost svítidel napájených superkapacitorem pro nouzové osvětlení

Nouzové osvětlení je využíváno v situacích, kdy normální osvětlení vypoví svůj stabilní provozní stav. Nouzové napájení zajišťují záložní zdroje nezávisle na primárním zdroji elektrické energie – elektrické síti. Požadavky kladené normou ČSN EN 1838 na části systémů nouzových svítidel jsou minimální a platí pro celé vymezené

období a konec projektovaného života zařízení. Minimální hodnota intenzity osvětlení je měřena a zpracovávána bez příspěvku odraženého světelného toku.

Mezi nejdůležitější aspekt nouzového osvětlení patří bezpečný odchod potenciálně ohrožených osob při výpadku normálního osvětlení. V těchto abnormálních situacích je vždy hlavním požadavkem ochrana lidí a jejich bezpečná evakuace z prostorů, které se dočasně nebo trvale staly nebezpečnými.

Nasazení superkondenzátorů připadá v úvahu u těchto druhů nouzového osvětlení:

- Nouzové únikové osvětlení - druh nouzového osvětlení, které zajišťuje bezpečnost lidí opouštějících prostor, nebo snažících se dokončit potenciálně nebezpečný proces před opuštěním prostoru. Směr úniku vyznačují zelené tabulky.
- Protipanické osvětlení - druh nouzového osvětlení, které má zabránit panice a poskytnout osvětlení umožňující lidem dosáhnout místa, odkud může být rozeznána úniková cesta. Jeho instalace je požadována v prostorech nedefinované únikové cesty v halách nebo prostorech o podlahové ploše větší než 60 m² nebo i v menších prostorech, jestliže v nich je přídatné riziko, jako je to, že se v něm zdržuje větší množství lidí).
- Osvětlení prostorů s velkým rizikem - poskytuje osvětlení potřebné pro bezpečnost osob zúčastněných v potenciálně nebezpečných procesech nebo situacích a dovoluje řádně ukončit práci bez nebezpečí hrozícího operátorovi a ostatním osobám přítomným v budově a jejím příslušenství. Jedná se o osvětlení s vyššími požadavky na osvětlenost a rychlost startu nouzového režimu. Pro stanovení minimální hodnoty osvětlenosti jsou brány v úvahu světelné požadavky na předpokládanou činnost.

Autonomní nouzová LED svítidla napájená superkapacitorem jsou díky svým vlastnostem schopná po detekci výpadku napětí dosáhnout plného světelného toku výrazně rychleji než současné aplikace využívající zářivky. Zároveň je superkondenzátor vhodný pro instalaci přímo do svítidel, nehodí se pro centrálně napájená svítidla, protože ztráty při nízkonapěťovém přenosu by byly enormní. Instalaci superkapacitoru se uspoří náklady na kabeláž s předepsanou protipožární odolností, která je u systémů s centrálním napájením nutná.

Závěr

Z výše uvedeného vyplývá, že superkondenzátor je v praxi plně použitelný pro napájení autonomních svítidel nouzového osvětlení osazených LED.

Nouzová svítidla napájená superkondenzátory budou použitelná pro:

- únikové a protipanické osvětlení s dobou svícení jedna hodina
- dodatkové tabulky nouzového osvětlení
- svítidla s LED světelnými zdroji a dobrým využitím světelného toku
- autonomní napájení

Největší nevýhody tohoto řešení jsou:

- vyšší investiční cena řešení
- větší rozměry superkondenzátoru a tím i celého svítidla
- nedostupnost vyšších kapacit umožňujících delší dobu svícení nebo použití vyšších příkonů LED

Se zvyšujícím se měrným výkonem LED má toto řešení do budoucna veliký potenciál, zejména bude-li cena superkondenzátorů nadále klesat.

Poděkování

Tento článek byl vypracován za podpory projektu "Výzkum využití LED a OLED světelných zdrojů ve speciálních aplikacích". SP2013/88.

Literatura

- [1] Materiály firmy Maxwell[online]. [cit. 2011-01-17]. Dostupné z WWW: <<http://www.maxwell.com/products/ultracapacitors/product.aspx?PID=D-CELL-SERIES>>.
- [2] ČSN EN 50172: Systémy nouzového únikového osvětlení. Praha : Český normalizační institut, 2005.
- [3] ČSN EN 1838: Světlo a osvětlení - Nouzové osvětlení. Praha : Český normalizační institut, 2000. 16 stran.
- [4] ČSN EN 60598-2-22: Svítidla : Část 2-22: Zvláštní požadavky - Svítidla pro nouzové osvětlení. Praha : Český normalizační institut, 1999. 19 s.
- [5] DUDA, Vlastimil. VYUŽITÍ SUPERKAPACITORŮ V TRAKČNÍCH POHONECH. Pardubice, 2010. 59 s. Diplomová práce. Univerzita Pardubice.

Vyhodnocení kontrastů z měření jasů v interiérech

Barbara Helštyňová, Ing. ¹⁾ Karel Sokanský, Prof., Ing., CSc. ²⁾ Tomáš Novák, Ing., Ph.D. ³⁾

VŠB – TU Ostrava, Katedra elektroenergetiky, 17. listopadu 15, 708 33 Ostrava, <http://fei1.vsb.cz/kat410/>,
¹⁾barbara.helstynova@vsb.cz, ²⁾karel.sokansky@vsb.cz, ³⁾tomas.novak@vsb.cz

Úvod

Pro měření jasů a vyhodnocení kontrastů byly vybrány školní interiéry. Jasová analýza proběhla bez vlivu denního světla. Měření jasů proběhlo v učebně VŠB-TU Ostrava a ve třídě ZŠ Havířov – Životice. V těchto interiérech byly porovnány vlastnosti interaktivních tabulí z hlediska jasů a poté z nich vypočtených kontrastů. Jasy byly měřeny pomocí jasového analyzátoru LMK na bázi jednobarevné zrcadlovky Canon EOS 350D. Snímky byly dále zpracovány pomocí softwaru LMK 2000. K vyhodnocení jsou použita data ve formátu CR2, ve kterém je obraz zaznamenán ve formě tzv. RAW snímku.

Interaktivní tabule se stala novou učební pomůckou nejen na vysokých školách, ale lze ji už nalézt i na středních a základních školách. Za obecně platnou definici, co je to interaktivní tabule lze pokládat toto: „Interaktivní tabule je dotykově-senzitivní plocha, prostřednictvím které probíhá vzájemná aktivní komunikace mezi uživatelem a počítačem s cílem zajistit maximální možnou míru názornosti zobrazeného obsahu.”

Popis měření

Práce vznikla jako podnět z důvodu stížnosti na oslnění. Podmínky pro měření v obou učebnách byly srovnatelné. V obou případech bylo zamezeno dennímu světlu. V učebně V ŠB-TU tomu bylo zabráněno díky venkovním roletám, které nepropouští denní světlo a ve třídě ZŠ bylo měřeno v noci při zatažených žaluziích, aby nedocházelo k rušivému světlu z VO.

Vlastnosti osvětlovací soustavy VŠB – TU:

- Přisazená svítidla s opalovým difuzorem
- Zářivky typu 4x58W
- Umístění: - ve dvou řadách po třech
- Každé svítidlo lze zapnout zvlášť
- Samostatné osvětlení tabule chybí

Vlastnosti osvětlovací soustavy ZŠ:

- Přisazená svítidla s chromovou mřížkou
- Zářivky typu 2x18W
- Umístění - dvě svítidla přímo nad tabulí (rovnoběžně s tabulí)
- svítidla kolmo k tabuli ve třech řadách po dvou
- Lze zapnout zvlášť svítidla nad tabulí a poté všechny zbylé ve třídě

Ve třídách byla změřena tato situace: svítidla nad interaktivní tabulí vypnuta.

Zvolená situace byla měřena ve výšce očí sedící osoby (cca 1,2m), z první a druhé řady lavic ve třech pozicích a to v místě nejbližší ke dveřím, střed – přímý pohled na interaktivní tabuli a místo nejbližší oknu. Jako pozadí byla zvolena bílá barva, což je nejhorší možná možnost z pohledu nejvyšších jasů, na obrazovku byla umístěna černá tečka, aby bylo zaměřováno do stejného bodu ze všech míst měření.

Interaktivní tabule

SmartBoard Model 680

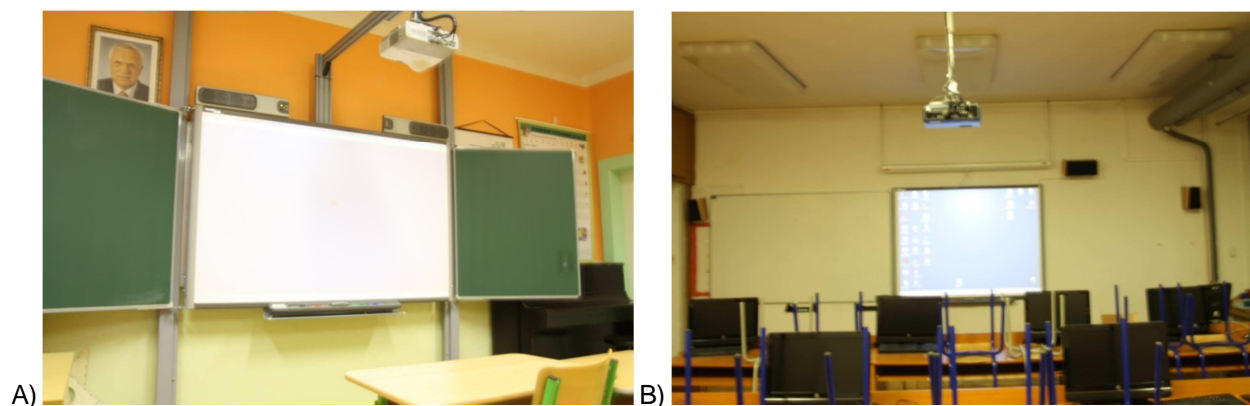
V učebně VŠB je použita interaktivní tabule SmartBoard Model 680. Interaktivní tabule je typ tabule s přední projekcí. Dataprojektor je připevněn na ramenu vycházejícím ze stropu ve vzdálenosti cca 3m. Typ dataprojektoru je BenQMP626 a je v nastavení režimu „dynamický“.

Dotykové rozlišení tabule je přibližně 4000 x 4000bodů. Aktivní plocha má rozměry 1,56 x 1,7 m. Tabuli lze ovládat pomocí PC, speciálním perem anebo dotykem ruky. Povrch tabule je z lesklého materiálu.

SmartBoard Model 685

Zatímco ve třídě ZŠ je interaktivní tabule SmartBoard Model 685 s matným povrchem a dataprojektorem umístěným na rameni, které je spojené s interaktivní tabulí, ve vzdálenosti cca 1m. Dataprojektor je EPSON EB – 425W.

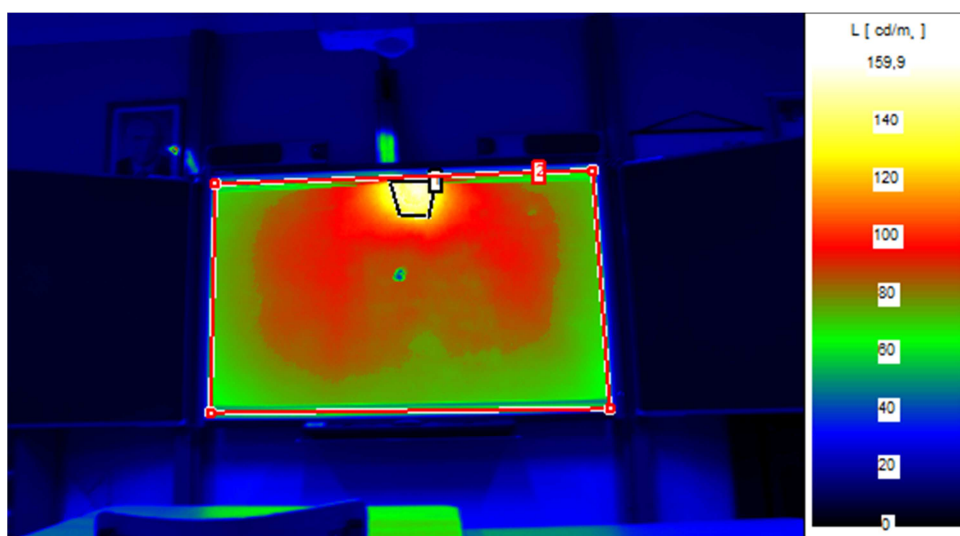
Dotykové rozlišení tabule je přibližně 4000 x 4000 bodů. Aktivní plocha má rozměry 1,88 x 1,77 m. Tabuli lze ovládat pomocí PC, speciálním perem anebo dotykem ruky. Povrch tabule je z lesklého materiálu.



- Obrázek 1 Interaktivní tabule – A) ZŠ Havířov Životice Model 685, B) VŠB – TU Model 680

Jasová analýza

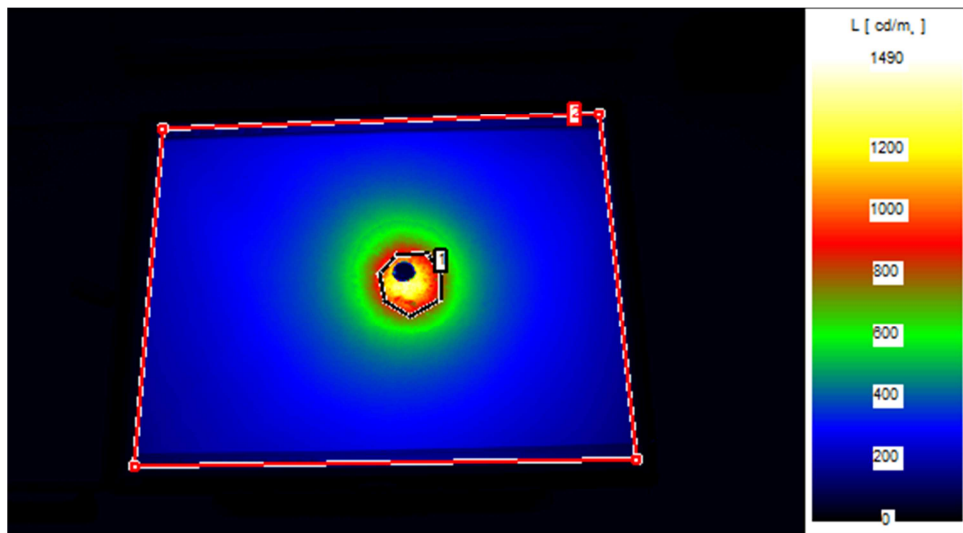
Jasová analýza byla provedena za světelného režimu, jak bylo zmíněno výše. Bylo uděláno 5 snímků ve formátu RAW s různou expoziční dobou. Výsledný snímek je pak složen z těch snímků s různou expozicí. Pro zjednodušení místa snímání, byl na bílém pozadí vytvořen bod, na který byly zaměřovány všechny snímky.



- Obrázek 2 ZŠ Havířov – jasová analýza

	L_{avg} [$cd.m^{-2}$]	L_{max} [$cd.m^{-2}$]
1 Zrcadlový odraz	144,2	159,9
2 Přímý pohled	83,9	159,9

- Tabulka 1 – Hodnoty jasové analýzy



- Obrázek 3 - VŠB-TU – jasová analýza

	L_{avg} [$cd \cdot m^{-2}$]	L_{max} [$cd \cdot m^{-2}$]
1 Zrcadlový odraz	946,2	1490
2 Přímý pohled	314,5	1490

- Tabulka 2 – Hodnoty jasové analýzy

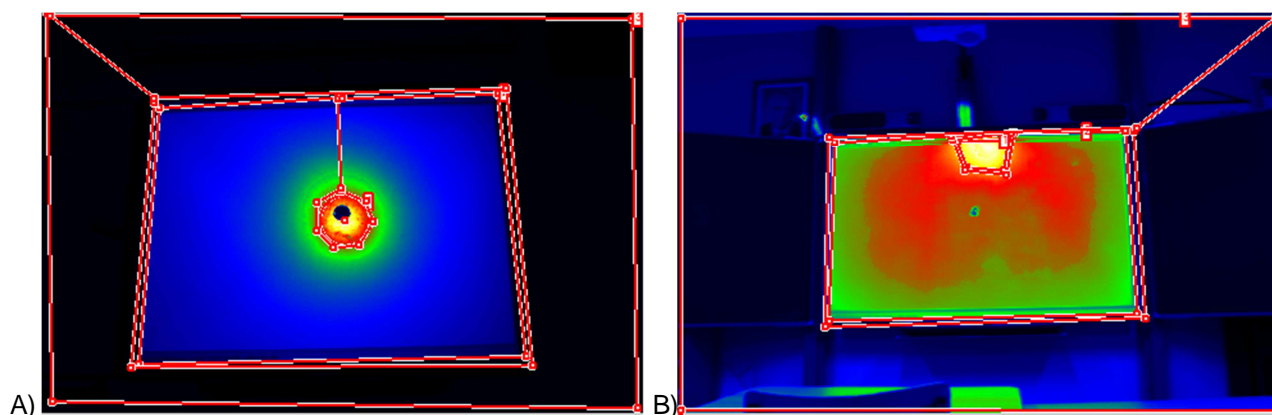
Při jasové analýze byl zjištěn v učebně VŠB-TU zrcadlový odraz s maximální hodnotou jasu $1490 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$ (střed tabule), zatímco u interaktivní tabule na ZŠ je hodnota jasu zrcadlového odrazu $159,9 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$ (střed horní části tabule).

Rozložení jasů

Změna Z1 ČSN EN 12464-1z roku 2005 udává optimální poměr jasu místa zrakového úkolu k jasů bezprostředního pozadí (vzdálenost 0,5 m) a k jasů pozadí (vzdálenost 3 m – zorné pole pozorovatele) a to v poměru 10 : 4 : 3.

Poměr	10	4	3
Přímý pohled Model 680 [$cd \cdot m^{-2}$]	946,2	300	19,39
	10	3,17	0,21
Přímý pohled Model 685 [$cd \cdot m^{-2}$]	144,2	80,71	12,55
	10	5,59	0,87

- Tabulka 3 – Poměry jasů interaktivních tabulí



- Obrázek 4 – Zobrazení regionů pro výpočet jasových poměrů
A) VŠB-TU (Model 680), B) ZŠ (Model 685)

Kontrast jasu

Pro rozlišení pozorovaných předmětů v zorném poli, je potřeba, aby předměty měly dostatečně rozdílné jasy. Kontrast jasů, pomocí kterého posuzujeme viditelnost předmětů, je definován pomocí vztahu:

$$K = \frac{|L_a - L_b|}{L_b} \quad (1)$$

K – kontrast, L_a – pozorovaný předmět (zrcadlový odraz, [cd.m^{-2}]), L_b – okolí (interaktivní tabule bez zrcadlového odrazu [cd.m^{-2}]).

Přímý pohled	L_a [cd.m^{-2}]	L_b [cd.m^{-2}]
Model 680	946,2	300
Kontrast	2,15	

- Tabulka 4 – Hodnota kontrastu VŠB-TU

Přímý pohled	L_a [cd.m^{-2}]	L_b [cd.m^{-2}]
Model 685	144,2	80,71
Kontrast	0,79	

- Tabulka 5 – Hodnota kontrastu ZŠ

Závěr

Při jasové analýze interaktivních tabulí byl zjištěn zrcadlový odraz ze všech míst měření. Rozložení jasů, které udává změna normy Z1 ČSN EN 12464-1 by mělo být v poměru 10 : 4 : 3 pro místo zrakového úkolu k bezprostřednímu okolí zrakového úkolu a k pozadí. Pro interaktivní tabuli SmartBoard Model 680 je tento poměr téměř 10 : 3,17 : 0,21 (Tabulka 3), což neodpovídá požadavku normy, ani tabule Model 685 neodpovídá normě, jeho poměr jasů je 10 : 5,59 : 0,87 (Tabulka 3). Pro zlepšení poměru jasů, by bylo potřeba zvýšit jas okolí a pozadí anebo snížit jas interaktivní tabule. Hodnoty kontrastů jsou 0,7 pro Model 685 a 2,15 pro Model 680. U Modelu 685 jsou hodnoty jasů i kontrast nižší hlavně díky matnému povrchu tabule.

Poděkování

Tento článek byl vypracován za podpory projektu "Výzkum využití LED a OLED světelných zdrojů ve speciálních aplikacích". SP2013/88.

Literatura a odkazy

- [1] Helštyňová B., Sokanský K., Novák T. Luminance analyse of the interactive whiteboard with compare to projection screen. 14th International Scientific Conference EPE 2013, Dlouhé Stráně, Česká Republika, 28. - 30.5 2013

Zkušenosti z návrhů osvětlení přechodů pro chodce pro ČEZ

Zdeněk, Bláha, Ing.

VŠB – TU Ostrava, www.vsb.cz, zdenek.blaha@vsb.cz

Na jaře tohoto roku proběhla mediální kampaň společnosti ČEZ na zvýšení bezpečnosti chodců na přechodech. Široká veřejnost společně s odborníky vybrala 35 nebezpečných přechodů pro chodce ve všech distribučních regionech České republiky. Společnost ČEZ daruje obcím, ve kterých se tyto nebezpečné přechody nacházejí finanční prostředky k výstavbě přisvětlení přechodu pro chodce.

• Tabulka 1 : Vybrané obce

Baška	Česká Lípa	Benešov	Volary 1,2	Brno
Hradec Králové	Děčín	Praha 10	Záhoří 1,2	Velká Bíteš
Chrudim	Hroznětín	Praha 5	Lidečko	Ráječko
Mníšek	Jablonec	Březnice	Hodslavice	Blovice
Náchod	Jáchymov	Horní Žďár	Staré Město	Líně
Pardubice	Kladno	Týn nad Vltavou	Hodonín	Olšany
Trutnov	Ústí nad Labem	Veselí nad Lužnicí	Ivančice	Plzeň

Společnost ČEZ také v souvislosti s dotací zaštiťovala projekční práce. Neboť k osvětlovací soustavě přechodu pro chodce je nutné přistupovat individuálně. Každý z přechodů byl podroben posouzením bezpečnosti/nebezpečnosti. Z posouzení vyplynulo, že mnoho z přechodů je nebezpečných již z jejich umístění či geometrického uspořádání.

Stavební požadavky dle ČSN 73 6110

Stavební požadavky dle ČSN 73 6110 stanovují, že úroveň přechodu pro chodce má křížit jízdní pruhy kolmo a má být umístěn tak, aby měl chodec vhodné rozhledové poměry. Přechod pro chodce se má vyznačit zvýrazněným svislým vodorovným dopravním značením. V zájmu bezpečnosti chodců se mají přechody vybavit vhodnými stavebními opatřeními. Přechody pro chodce bez řízení světelnou signalizací se mohou navrhovat jen přes dva protisměrné jízdní pruhy. Přechody pro chodce se zřizují jen tam, kde nejvyšší dovolená rychlost není vyšší než 50 km/h. V místech větší koncentrace chodců, zejména dětí, je vhodné dovolenou rychlost dále snížit. Doporučující opatření: intenzivnější osvětlení, nebo i s odlišným zbarvením světla. Světelný zdroj má být umístěn nad nebo před přechodem a má zajistit viditelnost chodců z obou směrů i na čekacích plochách a také viditelnost vodorovného značení. Dopravní značení musí být i za tmy zřetelné. Vybrané přechody se mohou zvýraznit světelnými signály (přerušovaným žlutým světlem).

• Tabulka2 : Možnosti stavebního opatření

Uspořádání přechodů a míst pro přecházení			
Uspořádání úrovně			Uspořádání mimoúrovňové
S vyznačením dopravními značkami		Se světelným zařízením	
bez stavebních opatření	se stavebními opatřeními	bez i se stavebními opatřeními	
<i>přechody pro chodce vyznačené dopravními značkami svislými i vodorovnými</i>	<i>přechody pro chodce vyznačené dopravními značkami a doplněné: středními dělicími ostrůvky, vysázenými chodníkovými plochami, zúžením jízdních pruhů, zvýšenými plochami.</i>	<i>Přechody pro chodce se světelnou signalizací vyznačené dopravními značkami a doplněné: středními dělicími ostrůvky, vysázenými chodníkovými plochami, zúžením jízdních pruhů, zvýšenými plochami.</i>	<i>podchody / nadchody</i>

Přechod pro chodce v Hradci Králové je sice vybaven světelnou signalizací, a tedy není nutná výstavba dělicího ostrůvku, ale v nočních hodinách kdy z důvodu zvýšení plynulosti dopravy je světelná signalizace neaktivní, dochází k tomu, že chodec musí překonat čtyři jízdní pruhy a je tedy vystaven vyšší pravděpodobnosti srážky s vozidlem.



• obrázek 1 – Přechod pro chodce v Hradci Králové

V obci Líně je problematika bezpečnosti chodce závislá na rozhledových podmínkách. Před přechodem pro chodce je odstavný pás pro parkující vozidla. Pokud zde vozidla zaparkovaná nejsou, jsou rozhledové podmínky dobré. Pokud je před přechodem zaparkováno vozidlo a v horším případě větších rozměru, přijíždějící řidič nemá informaci o výskytu chodce, který se chytá vozovku přejít.



• obrázek 2 – Přechod pro chodce v obci Líně

Dalším aspektem snížení rozhledových poměrů je umístění přechodu v zatáčce, či její blízkosti. Na obrázku 3 vidíme přechod, který je umístěn hned za zatáčkou. U tohoto umístění přechodu pro chodce dochází ke snížení bezpečnosti tím, že řidič se o výskytu chodce ve vozovce dozví ve velmi krátké vzdálenosti před přechodem. Pokud řidič nepředpokládá možný výskyt přechodu pro chodce a jede vyšší rychlostí, může v závislosti na reakční době a brzdě dráze vozidla chodce ohrozit.



• obrázek 3 – Přechod pro chodce v obci Hroznětín

Jak bylo výše popsáno, přechod pro chodce má křížit jízdní pruhy kolmo. Tento požadavek nebyl dodržen například v obci Týn nad Vltavou. Přechody pro chodce mají chodci umožnit co nejrychlejší a nejbezpečnější překonání vozovky. Pokud přechod není kolmý k vozovce, prodlužuje se délka přechodu a v přímé závislosti i čas strávený na přechodu pro chodce.



• obrázek 4 – Přečhod pro chodce v obci Týn nad Vltavou

Co se týče osvětlování přečhodů pro chodce, je velmi důležité, aby byl řidič přijíždějící k přečhodu pro chodce dostatečně adaptován na intenzitu jasů na a v blízkosti přečhodu. K tomu slouží vytvoření adaptačních pásem před a za přečhodem. Přečhod v obci Pardubice, kde má být zřízeno přisvětlení přečhodu je před i za přečhodem neosvětlen. Navíc je v jeho blízkosti umístěn reklamní billboard, který může způsobovat oslnění řidičů či jejich nepozornost vůči přečhodu pro chodce.



• obrázek 5 – Přečhod pro chodce v obci Pardubice

Návrh osvětlovací soustavy

Při návrhu osvětlovacích soustav přisvětlení přechodu pro chodce bylo vycházeno z publikace: Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací, kapitola 15, Osvětlování pozemních komunikací, Dodatek č. 1 – Přisvětlování přechodů. Přípravovaná revize TKP z roku 2006. Ministerstvo dopravy, odbor infrastruktury. Z této publikace byly určeny hodnoty osvětleností na přechodech pro chodce. Dále pak doplňující informace pro správce veřejného osvětlení ke zvýšení bezpečnosti.

Rozdělení prostoru

Prostor přechodu pro chodce byl rozdělen na tři základní části. Část první je plocha přechodu samotného a to vždy maximálně ve dvou jízdnicích pruzích. Prostor druhý je prostor nástupní, tedy část na chodníku, kde se chodec rozhlíží či čeká, až automobil před přechodem zastaví. Poslední částí je část nástupní na straně v protějším jízdnicím pruhu či nástupní část v prostoru středového ostrůvku.

Osvětlovací soustava

Při osvětlování přechodu pro chodce se dosahovalo vždy pozitivního kontrastu. Svítidla byla tedy umístěna před přechodem pro chodce ve směru jízdy ve vzdálenosti dle provedeného výpočtu. Výška svítidel, ve většině případů, byla 6m nad vozovkou a vyložení bylo dáno výpočtem. Dosáhnout požadované délky vyložení bylo u dlouhých vyložení problematické, neboť v okolí přechodu se nacházelo množství inženýrských sítí, které znemožňovaly výstavbu bytelných základů pro sloupy s dlouhým vyložením.

Požadované hodnoty

Hodnoty osvětleností a rovnoměrnosti byly určovány dle okolních vlivů. Nejdůležitějším kritériem byla okolní osvětlovací soustava, skutečné jasy okolí a osvětlenost komunikace. Důraz byl kladen na adaptační pásma. Pokud byla osvětlenost přiléhající komunikace nízká, volili se hodnoty osvětleností nižší. V těchto případech byly využívány svítidla o výkonu 70W. Tato situace nastávala většinou v malých obcích. Pokud byly okolní jasy vysoké, bylo nutné k vytvoření pozitivního kontrastu použít výkonnější svítidla. Byla používána svítidla se světelnými zdroji o výkonu 150-250W.

Světelné zdroje

Jako světelné zdroje byly využívány halogenidové výbojky o výkonech 70-250W. U těchto světelných zdrojů byla výhoda vytvoření barevného kontrastu na přechodu pro chodce, protože většina okolních svítidel byla vybavena sodíkovými výbojkami. Bylo předpokládáno s využitím moderních LED světelných zdrojů, ale při výpočtech se dostupná svítidla neosvědčila z důvodu nerovnoměrného rozložení světelného toku. Vyzařovací charakteristiky svítidel byly příliš úzké, aby rovnoměrně osvětlili šířku přechodu.





• obrázek 5 – Ukázka používaných svítidel

Závěr

Nyní je projekt ve fázi realizační, kdy se začíná s výstavbou osvětlovacích soustav. Jakmile budou osvětlovací soustavy hotovy, bude probíhat na všech realizovaných přechodech pro chodce měření osvětleností a jasů, zda navržené hodnoty odpovídají zrealizovanému stavu. Po uvedení do provozu bude také dle statistických údajů z policejních protokolů o dopravních nehodách analyzováno, jak osvětlení přechodu pro chodce ovlivnilo nehodovost na a v okolí přechodu pro chodce.

Literatura a odkazy

- [1] Internetové stránky: ČEZ REGIONY dostupné na <http://www.cezregiony.cz/>
- [2] Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací, kapitola 15, Osvětlování pozemních komunikací, Dodatek č. 1 – Přisvětlování přechodů. Připravovaná revize TKP z roku 2006. Ministerstvo dopravy, odbor infrastruktury.
- [3] ČSN 73 6110 - Projektování místních komunikací

Zkušenosti českého výrobce LED Svítidel

Bažant Jaroslav, Ing

Vážené dámy, vážení pánové,

když mně pan profesor Sokanský před časem vyzval, abych se zúčastnil Kurzu také aktivně – tedy abych se k Vám, profesionálům v oboru, obrátil s příspěvkem, byl jsem velmi poctěn – ne každému a ne každý den se stává, aby byl panem profesorem vyvolán k tabuli a ještě si mohl vybrat otázku.

Původní představu, že si jako jeden z mnoha malých světlonošů budu stěžovat na nepochopení, konkurenci, zákon o veřejných zakázkách v platném znění, bídu veřejných rozpočtů, přímočarost EZÚ, měkčí podmínky jiných zkušeben, vykrádání technických dat a protokolů z webových stránek atd, jsem tímto naplnil a dále se jí už nebudu držet.

Přišla jiná inspirace. Když jsem se seznamoval s programem Kurzu, samozřejmě mně také zaujala jeho společenská část, zejména pak degustace a možnost hlubšího pochopení kultury vína. A tady jsem našel zajímavou paralelu mezi vínem a osvětlením, respektive úspěchem moravského a českého vinařství ve srovnání s tvrdou vinařskou zahraniční konkurencí. Pro pořádek Moravu jmenuji na prvním místě, protože díky přirozeným přírodním podmínkám činí podíl Moravy na produkci vína kolem 95%. Ale pro svítidla takový přirozený monopol nefunguje.

Před časem bylo naše vinařství takřka před záhubou a definitivní rána z milosti se čekala se vstupem ČR do EU. Proč? Každý si hospodařil na svém a zajímal se jen a jen o sebe, nebyla ochota shodnout se na společné základně co do kvality, odrůd, marketingu, nových produktech atd. To nakonec všichni známe, Svatoplukovi synové se periodicky objevují nezávisle na čase i konkrétním problému. Vinařům se to podařilo, ještě před vstupem vznikl Vinařský fond ČR a podařilo se nevídané, dokonce s úspěchem překonat byrokracii EU a prosperovat.

Obecně je situace v oblasti veřejného osvětlení tristní a co do podstaty velmi podobná jako ta u vinařů před více než 10lety. Poslední známé údaje z Ministerstva průmyslu a obchodu i Ministerstva životního prostředí říkají, že z celkového počtu cca 1,5 milionu světelných bodů ve vlastnictví obcí či obecních organizací je více jak polovina v havarijním stavu. Tady prosím o shovívavost k údajům, možná, že už je to dokonce o něco více. Na rozdíl od vinařů má ale segment veřejného osvětlení již existující a snad i vlivnou základnu v podobě 2 stavovských orgánů – a to Společnost pro rozvoj veřejného osvětlení a Českou společnost pro osvětlování, s akademickým zázemím, které může leckdo závidět.

Současná politická situace – tedy politické bezvlády je v tuto chvíli a zřejmě to ještě nějaký čas potrvá, vyplněno vládou odbornou – nahrává prosazení věcných, racionálních řešení zejména viditelných problémů. A pokud se nesvítlí, pak si troufám konstatovat, že i řešení problémů neviditelných.

Dovolím si učinit malý exkurz do nedávné minulosti, kdy jsme se, asi i jako další, věnovali možnosti prosadit nový dotační titul do Operačního programu životního prostředí. Tento program vykazoval vysoké procento nečerpání, celkem je to stále více jak 20 miliard Kč, které nemají šanci se do republiky dostat pro nepřipravenost projektů. Byla možnost přesunu prostředků do tzv. prioritní osy 3, energetické úspory. Přes rok trvala vnitřní jednání o návrzích, kdy se marně bojovalo o uznání základních fyzikálních dogmat, odmítaných anonymními Edisony s obskurními cíly prosadit v rámci úspor neúsporné a neobhajtelné. Byl to typický český úskok stranou Bruselu, tedy metoda, kterou nám už Brusel dávno prokouknul a návrh na přesunutí cca 6 miliard Kč ve prospěch modernizace VO v ČR byl elegantně smeten ze stolu.

Přítom výchozí pozice byla vynikající, naše ministerstvo mělo možnost jen převzít metodiku podobného dotačního programu německého Ministerstva životního prostředí a jaderné bezpečnosti, a když jde něco v Německu, zcela určitě by to prošlo v Bruselu České republice. A dále Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR má Bruselem notifikovaný národní dotační titul pro revitalizaci veřejného osvětlení, takže jeho rozšíření by bylo rovněž průchodné. Politické dohody však přesun prostředků z OPŽP na MPO znemožnily.

Přípravy České republiky na nové programovací období 2014 – 2020 stagnují, ale ještě je čas prosadit potřebné. Zcela jinak se chová přechodná vláda k problémům takového objemu a takového dopadu na bezpečnost nejen

silničního provozu, ale i na bezpečnost občanů, a to i s ohledem na rostoucí sociální napětí a napjatost veřejných rozpočtů.

A jsme opět u podobné situace jako vinaři, jen s tím rozdílem, že veřejné osvětlení již svůj Vinařský fond má, a dokonce fondy dva, které nota bene dokáží své činnosti koordinovat a účinek tím násobit. Je to ale i otázka jemného předitiva marketingu, bez kterého se v komunikační společnosti nedá dosáhnout prakticky ničeho.

A zdroje?, neboť vše něco stojí. Pro začátek by mělo dostačovat úsilí a jen minimální finance. Ty by bylo možné získat povinnými odvody např. do Fondu VO, spravovaného oběma společnostmi. Příkladů a fungujících je několik – ať už zmiňovaný Vinařský fond nebo Lékařská komora. Demokraticky by se musel platícím či přispívajícím členem stát každý v oboru. A mělo by jít pouze o symbolické částky – jako např. členství v REMA SYSTÉMU.

V případě prosazení dotačního titulu, tentokrát ale na základě odborných kritérií, do některého z Operačních programů a možnosti jsou prakticky 3, Ministerstvo životního prostředí, s velmi špatnou reputací z minulosti, Ministerstvo průmyslu a obchodu s notifikovanou praxí a event Ministerstvo pro místní rozvoj, lze již pro seznámení s konkrétním dotačním programem EU čerpat na tzv. měkké projekty, které samotný program uvádějí, prezentují a podporují. Garantem a žadatelem pro takovou podporu by opět měly být obě Společnosti. Nechci dále rozvádět nutný režim přípravy nového dotačního titulu, ale hlásím se k takové spolupráci s využitím všeho, co již připraveno bylo.

Pokud byste ve výše uvedených slovech našli rozumnou úvahu, budu se těšit na Vaše názory.

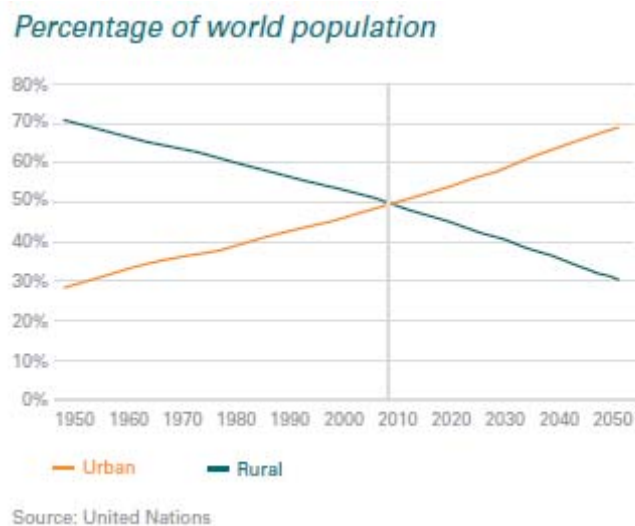
Děkuji za pozornost.
Ing. Jaroslav Bažant
ROXIMA,s.r.o.
NextLight
Praha 23. září 2013

Kritéria pro posuzování projektů za účelem přidělování dotací (na obnovu VO)

Roman Portužák, Ing., CSc.

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Centrum ENET, <http://enet.vsb.cz/cs/>,
roman.portuzak@vsb.cz

Rostoucí urbanizace je jedním z tzv. megatrendů naší doby. Očekává se, že v roce 2050 bude na zemi dalších 3 mld. Obyvatel, z toho 70% bude žít v městech a tato města budou produkovat 80% globálních emisí a budou spotřebovávat 75% energií. Dnes je mnoho z městských infrastruktur na hranici technické způsobilosti, např. ve vztahu zajistit bezpečné zásobování energií, doprava, budovy, zdravotnictví, bezpečnost, vodu a zpracování odpadů.



• obrázek 1

Města a urbanizované oblasti mohou být při zohlednění požadavku na ekologii dále mnohem lépe intenzivně rozvíjena, a to za využití nových technologií, které se dnes označují přívlastkem smart, který odkazuje na pokročilost ve smyslu inteligence či přesněji přizpůsobivosti technologií okolním podmínkám. Smart Cities kombinují udržitelnost intenzivního rozvoje, tvorbu příležitostí pro další růst a kvalitu života, tyto tři prvky jsou vzájemně provázané [1]. Nedílnou součástí je i oblast veřejného osvětlení.

Legislativní rámec EU, který se promítá i do českého právního řádu je jedním z klíčových impulsů, který vymezuje oblasti, kterým by měla být věnována náležitá pozornost v rámci výzkumu, vývoje, demonstrací, pilotních řešení a následné komercializace.

Dlouhodobá politická diskuse o disproporcích zdrojů a spotřeby energie a z tohoto odvozované postavení energetického sektoru ve světové ekonomice vedených zejména v rámci Mezinárodní energetické agentury OECD a Evropské unie ve světle klimatických změn a bezpečnosti dodávek energie, vedly i Evropskou komisi a Evropskou Radu již v roce 2007 ke schválení Energetické politiky v konkurenceschopné Evropě („Energy policy for a competitive Europe” [2]. Tato strategická vize koncipuje možné směry řešení na bázi zajištění tří nedělitelných cílů:

- konkurenceschopnosti,
- bezpečnosti energetických dodávek a

- dlouhodobé udržitelnosti energeticko (klimatické dimenze - udržitelná redukce emisí skleníkových plynů a dlouhodobá zjistitelnost zdrojů – za horizont dnes dostupných zdrojů fosilních paliv).

Vlastní koncipování energetické strategie EK vychází z poznání, že její dosažení je možné jen s pomocí nových technologií doprovázené změnou struktury energetických zdrojů a jejich efektivním disponováním.

Cílem přijatého programu nových strategických energetických technologií (SET Plan) je integrovat úsilí subjektů EU na výzkum, vývoj a demonstraci prioritně těch technologií, které mají potenciál významně přispět k dosažení cílů EU pro léta 2020 a 2050. Evropská komise definovala zastřešující EIISC (European Industrial Initiative Smart Cities) v rámci SET Plan, která uvažuje s Roadmap.

Je zřejmé, že osvětlování, včetně veřejného osvětlení je nedílnou součástí zejména v oblasti zvyšování efektivity užití elektrické energie.

Oblast Smart Cities lze v podmínkách České republiky rozdělit do tří základních skupin, které odrážejí výše uvedenou Roadmap [3]. Jedná se o:

- inteligentní budovy a domy,
- infrastrukturu a
- dopravu.

Veřejné osvětlení se liší od osvětlení interiérů budov a domů. Stále zde zůstává významný potenciál úspor. V oblasti veřejného osvětlení se očekává zaměření zejména na efektivní konstrukce osvětlovacích těles. Vývoj modelů pro optimalizaci osvětlovacích těles veřejného osvětlení znamená maximalizaci osvětlení pracovních prostor při zachování parametrů jasů, osvitů, barevného podání a dalších, při minimalizaci ztrát rozptylem odraženého difúzního světla, což rovněž sníží tzv. světelné znečištění a sníží světelné pozadí měst a regionů. Tím dojde k optimalizaci příkonu pro osvětlovací soustavy a úsporám energie. Zachovány musí být hygienické a bezpečnostní podmínky.

Řízení osvětlení a osvětlovacích soustav se předpokládá jako součást výzkumu a vývoje v rámci konceptu Smart Cities. Zejména se jedná o nastavení regulačních a blokovacích podmínek a parametrů pro optimalizaci provozu veřejného osvětlení v různých dobách zejména noci, opět při zachování hygienických standardů a podmínek pro bezpečnost pohybu osob a dopravy.

Za účelem obnovy veřejného osvětlení bude nutné debatovat o správném nastavení kritérií pro hodnocení projektů. Předpokladem bude zahrnout a vnímat tyto projekty jako součást infrastruktury měst a obcí, které v sobě zahrnují nejen prvek kvality života a oblast zlepšování energetické účinnosti, ale rovněž se jedná o hledisko bezpečnostní, tedy jak zajištění bezpečnosti osob, pohybujících se v rámci měst a obcí, zajištění dostatečného osvětlení vybraných prostor pro kontrolu bezpečnostními kamerami a v neposlední řadě se bude jednat o bezpečnost silničního provozu, zejména na komunikacích a v místech, kde se silniční doprava setkává s chodci.

Dá se tedy očekávat ještě další diskuze k tomuto tématu, nicméně základní kritéria, kterým by se měly dále přiřadit příslušné váhy, budou následující:

- Splnění hygienických norem a parametrů,
- Energetická účinnost (úspory),
- Bezpečnost.

Na veřejné osvětlení je tedy nutno pohlížet jak z hlediska potenciálních úspor, ale i z hlediska bezpečnosti osob ve městech a dopravě ve městech i mimo, a dále kvality života obyvatel a hygieny životního prostředí (barevné podání, světelné znečištění, oslňování apod.).

V současné době je značný tlak především na energetickou účinnost, což ve svém důsledku mnohdy vede k neplnění kritérií hygienických a bezpečnostních. Z tohoto důvodu by kritéria měla být širší, vnímána v těchto souvislostech a v neposlední řadě zohledněna formou vážených kritérií i při přidělování finančních prostředků.

Literatura a odkazy

- [1] The Smart World, Communication 'Electra' (COM(2009)594 final),
<http://www.orgalime.org/positions/electrical.asp>
- [2] COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN COUNCIL AND THE EUROPEAN PARLIAMENT AN ENERGY POLICY FOR EUROPE. Brussels, 10.1.2007. COM(2007) 1 final
- [3] Technologická platforma „Udržitelná energetika ČR“: Implementační akční plán v energetice, 2012,
<http://tpue.cz/dokumenty/iap/>

Energetická náročnost osvětlení v budovách

Ing. Karel Dvořáček, Ing. Petr Žák, Ph.D.

1 Úvod

Po energetické krizi v sedmdesátých létech minulého století se v Evropě objevily první pokusy o úpravy nových i stávajících budov za účelem snížení jejich energetické náročnosti. Z počátku to byla pouze snaha o omezení energetických nároků na vytápění a ohřev teplé vody. Následně se začaly posuzovat také energetické náročnosti u chlazení, klimatizace a následně i u umělého osvětlení. V České republice se tento trend snižování energetické náročnosti začal projevovat od počátku devadesátých let minulého století a to v podobě tzv. „energetických auditů“. Základním legislativním dokumentem pro hodnocení energetické náročnosti budov je zákon 406/200 Sb., který prošel řadou změn. Zpracovává předpisy Evropské unie a stanoví:

- a) některá opatření pro zvyšování hospodárnosti užití energie a povinnosti fyzických a právnických osob při nakládání s energií,
- b) pravidla pro tvorbu Státní energetické koncepce, Územní energetické koncepce a Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných a druhotných zdrojů energie,
- c) požadavky na ekodesign výrobků spojeným se spotřebou energie
- d) požadavky na uvádění spotřeby energie a jiných hlavních zdrojů na energetických štítcích výrobků spojených se spotřebou energie.
- e) požadavky na informování a vzdělávání v oblasti úspor energie a využívání obnovitelných a druhotných zdrojů.

Tento zákon hovoří o snižování energetické náročnosti budov a navazují na něj dvě vyhlášky 480/2012 Sb. o energetickém auditu a energetickém posudku a 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov.

2 Základní pojmy

Energetická náročnost budovy - vypočtené množství energie nutné pro pokrytí potřeby energie spojené s užíváním budovy, zejména na vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení.

Průkaz energetické náročnosti budov (PENB) - dokument, který obsahuje stanovené informace o energetické náročnosti budovy nebo ucelené části budovy.

Energetický audit - písemná zpráva obsahující informace o stávající nebo předpokládané úrovni využívání energie v budovách, v energetickém hospodářství, v průmyslovém postupu a energetických službách s popisem a stanovením technicky, ekologicky a ekonomicky efektivních návrhů na zvýšení úspor energie nebo zvýšení energetické účinnosti včetně doporučení k realizaci.

Energetický posudek - písemná zpráva obsahující informace o posouzení plnění předem stanovených technických, ekologických a ekonomických parametrů určených zadavatelem energetického posudku včetně výsledků a vyhodnocení.

Nákladově optimální úroveň - stanovené požadavky na energetickou náročnost budov nebo jejich stavebních nebo technických prvků, která vede k nejnižším nákladům na investice v oblasti užití energií, na údržbu, provoz a likvidaci budov nebo jejich prvků v průběhu odhadovaného ekonomického životního cyklu.

Celková energeticky vztázná plocha – vnější půdorysná plocha všech prostorů s upravovaným vnitřním prostředím v celé budově, vymezená vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy

Obálka budovy – soubor všech teplosměnných konstrukcí na systémové hranici celé budovy nebo zóny, které jsou vystaveny přilehlému prostředí, jež tvoří venkovní vzduch, přilehlá zemina, vnitřní vzduch v přilehlém nevytápěném prostoru, sousední nevytápěné budově nebo sousední zóně budovy vytápěné na nižší vnitřní návrhovou teplotu.

3 Energetický audit

Vyhláška 480/2012 Sb. o energetickém auditu a energetickém posudku stanoví:

- rozsah energetického auditu a energetického posudku,
- obsah energetického auditu a způsob jeho zpracování,
- obsah energetického posudku a způsob jeho zpracování.

Energetický audit si musí nechat zpracovat fyzické a právnické osoby pro své budovy nebo energetická hospodářství, pokud jejich celková spotřeba energie je vyšší než 35 000 GJ/rok (9 722 MWh/rok). Energetický audit se přitom zpracovává pro jednotlivé budovy nebo energetická hospodářství jejichž spotřeba je vyšší než 700 GJ/rok (194 MWh/rok). V případě organizačních složek státu, organizačních složek kraje a obcí a příspěvkových organizací se musí nechat zpracovat energetický audit pokud celková spotřeba elektrické energie je vyšší než 1 500 GJ/rok (417 MWh/rok) pro jednotlivé budovy nebo energetická hospodářství jejichž spotřeba je vyšší než 700 GJ/rok (194 MWh/rok).

Obsah energetického auditu je následující :

- a) titulní list,
- b) identifikační údaje,
- c) popis stávajícího stavu předmětu energetického auditu,
- d) vyhodnocení stávajícího stavu předmětu energetického auditu,
- e) návrhy opatření ke zvýšení účinnosti užití energie,
- f) varianty z návrhu jednotlivých opatření,
- g) výběr optimální varianty,
- h) doporučení energetického specialisty oprávněného zpracovat energetický audit,
- i) evidenční list energetického auditu, jehož vzor je uveden v příloze č. 1 k této vyhlášce, a
- j) kopii dokladu o vydání oprávnění podle § 10b zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon“) nebo kopii oprávnění osoby pro vykonávání této činnosti podle právního předpisu jiného členského státu Evropské unie.

Popis stávajícího stavu obsahuje údaje o předmětu energetického auditu, součástí kterého je popis charakteristiky hlavních činností a popis technických zařízení, systémů a budov a situační plán. Dalšími údaji jsou energetické vstupy za předcházející 3 roky, údaje o vlastních zdrojích, o rozvodech energie o významných spotřebičích, tepelně technických vlastnostech budov a systému managementu hospodaření energií. Vyhodnocení stávajícího stavu obsahuje vyhodnocení účinnosti užití energie, vyhodnocení tepelně technických vlastností stavebních konstrukcí, vyhodnocení úrovně managementu hospodaření energií a celkovou energetickou bilanci.

U osvětlovacích soustav se skutečný stav světelně technických parametrů, zejména osvětlenosti, rovnoměrnosti osvětlení, jasových poměrů, zjišťuje převážně na základě informativního měření osvětlovaných prostorů. Na základě takto ověřené skutečnosti se provádí hodnocení provozu osvětlovací soustavy z hlediska hygienických požadavků, navrhnou se opatření k úspornému nakládání s energií pro osvětlování a posoudí se energetická náročnost osvětlovací soustavy.

Energetický audit v návaznosti na zjištěnou výši dosažitelných energetických úspor obsahuje konkrétní opatření vedoucí k jejich využití. U jednotlivých opatření se stanoví výše úspory energie v technických jednotkách s jejich finančním ohodnocením, výše investičních a provozních nákladů a prostá návratnost. Následně se opatření uspořádají do minimálně 2 variant, není-li touto vyhláškou stanoveno jinak, pro komplexní vyhodnocení.

4 Energetická náročnost budov

Na zákon navazuje vyhláška 78/2013 Sb. Tato vyhláška zpracovává směrnici Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU ze dne 19. května 2010 o energetické náročnosti budov a stanoví:

- a) nákladově optimální úroveň požadavků na energetickou náročnost budovy pro nové budovy, větší změny dokončených budov, jiné než větší změny dokončených budov a pro budovy s téměř nulovou spotřebou energie,
- b) metodu výpočtu energetické náročnosti budovy,
- c) vzor posouzení technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie,

- d) vzor stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy,
- e) vzor a obsah průkazu a způsob jeho zpracování,
- f) umístění průkazu v budově.

4.1 Základní pojmy

Referenční budova - výpočtově definovaná budova téhož druhu, stejného geometrického tvaru a velikosti včetně prosklených ploch a částí, stejné orientace ke světovým stranám, stínění okolní zástavbou a přírodními překážkami, stejného vnitřního uspořádání a se stejným typickým užíváním a stejnými uvažovanými klimatickými údaji jako hodnocená budova, avšak s referenčními hodnotami vlastností budovy, jejich konstrukcí a technických systémů budovy,

Typické užívání budovy - obvyklý způsob užívání budovy v souladu s podmínkami vnitřního a venkovního prostředí a provozu stanovený pro účely výpočtu energetické náročnosti budovy,

Vnitřní prostředí - prostředí uvnitř zóny, které je definováno návrhovými hodnotami teploty, relativní vlhkosti vzduchu a objemového toku výměny vzduchu, případně rychlostí proudění vnitřního vzduchu a požadované intenzity osvětlení uvnitř zóny,

Vypočtená spotřeba energie - energie, která se stanoví z potřeby energie pro zajištění typického užívání budovy se zahrnutím účinností technických systémů, v případě spotřeby paliv je spotřeba energie vztažena k výhřevnosti paliva,

Pomocná energie - energie potřebná pro provoz technických systémů,

4.2 Ukazatele energetické náročnosti

Při stanovování energetické náročnosti osvětlení v budově podle vyhlášky 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov se srovnává konkrétní budova s referenční tvarově obdobnou budovou, která má pro dané parametry budovy stanoveny referenční hodnoty. Při tomto hodnocení se tedy nezohledňuje skutečný provozní režim objektu. Základními ukazateli energetické náročnosti budovy, které ovlivňuje osvětlení jsou:

- celková primární energie za rok,
- neobnovitelná primární energie za rok,
- celková dodaná energie za rok,
- dílčí dodaná energie pro technické systémy osvětlení za rok,
- účinnost technických systémů,

Hodnoty ukazatelů energetické náročnosti osvětlení v hodnocené a referenční budově se stanovují výpočtem na základě dokumentace. V případě dokončených budov musí být vstupní údaje pro výpočet v souladu se současným stavem budovy. Pro výpočet hodnot ukazatelů energetické náročnosti osvětlení v referenční budově se použijí hodnoty parametrů budovy, stavebních prvků a konstrukcí a technických systémů budovy uvedené v příloze č. 1 k této vyhlášce a parametry typického užívání budovy.

Výpočet dílčí dodané energie na osvětlení se provede výpočtovou metodou s intervalem výpočtu nejvýše jednoho měsíce a po jednotlivých zónách. Stanoví se jako součet vypočtené energie na osvětlení a pomocné energie na provoz technického systému pro osvětlení podle české technické normy pro energetické hodnocení budov upravující energetické požadavky na osvětlení s využitím hodnot typického užívání budovy. Pro zóny, kde o energetické náročnosti osvětlení rozhoduje uživatel, se použijí hodnoty plané pro referenční budovu.

Primární energie a neobnovitelná primární energie pro osvětlení v hodnocené budově se stanoví jako součin dodané energie a faktoru celkové primární energie a faktoru neobnovitelné primární energie. Pro elektřinu jsou tyto faktory následující:

- faktor celkové primární energie: 3,2
- faktor neobnovitelné primární energie: 3,0

Pro referenční budovu jsou pro osvětlení uvedeny následující parametry a jejich hodnoty:

Průměrný měrný příkon osvětlení pro rodinné a bytové domy vztažený k osvětlenosti zóny	$p_{L,ix,R} = 0,0,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{lx}$
Průměrný měrný příkon osvětlení pro ostatní budovy vztažený k osvětlenosti zóny	$p_{L,ix,R} = 0,1 \text{ W/m}^2 \cdot \text{lx}$
Činitel závislosti na denním světle	$F_{D,R} = 1$

Požadavky na snižování energetické náročnosti u nových a rekonstruovaných budov jsou uvedeny v §7 zákona 406/2000Sb. Požadavky na energetickou náročnost budov nemusí splňovat:

- budovy s celkovou energeticky vztáznou plochou menší než 50 m²,
- budovy, které jsou kulturní památkou, anebo nejsou kulturní památkou, ale nacházejí se v památkové rezervaci nebo památkové zóně, pokud by s ohledem na zájmy státní památkové péče splnění některých požadavků na energetickou náročnost těchto budov výrazně změnilo jejich charakter nebo vzhled; tuto skutečnost stavebník, vlastník budovy nebo společenství vlastníků jednotek doloží závazným stanoviskem orgánu státní památkové péče,
- budovy navrhované a obvykle užívané jako místa bohoslužeb a pro náboženské účely,
- stavby pro rodinnou rekreaci,
- průmyslové a výrobní provozy, dílenské provozovny a zemědělské budovy se spotřebou energie do 700 GJ za rok,
- při větší změně dokončené budovy v případě, že stavebník, vlastník budovy nebo společenství vlastníků jednotek prokáže energetickým auditem, že to není technicky nebo ekonomicky vhodné s ohledem na životnost budovy a její provozní účely.

6 Závěr

Hodnocení energetické náročnosti v souladu s vyhláškou 78/2013 Sb. je určeno ke vzájemnému porovnání budov podobného typu a vychází z normových vstupních údajů, jako jsou např. doba provozu, využití denního světla apod. Tento způsob hodnocení vypovídá hlavně o tom, jak energeticky účinně je daný objekt navržen.

Hodnocení energetické náročnosti pomocí energetického auditu (EA) dle vyhlášky 480/2012 Sb. slouží ke stanovení skutečné energetické náročnosti budov a k hledání možných úspor elektrické energie.

LITERATURA

- [1] Zákon 406/2000 Sb., o hospodaření energií v platném znění,
- [2] Vyhláška č. 480/2012 Sb., o energetickém auditu a energetickém posudku v platném znění,
- [3] Vyhláška 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov (nahrazující vyhlášku 148/2007 Sb., téhož názvu,
- [4] ČSN EN 15193: Energetická náročnost budov - Energetické požadavky na osvětlení,
- [5] TNI 73 0327: Energetická náročnost budov – Energetické požadavky na osvětlení,
- [6] TNI 73 0331: Energetická náročnost budov - Typické hodnoty pro výpočet,
- [7] ČSN EN 12464-1:2012 Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory,
- [8] ČSN EN 12464-2:2008 Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 2: Venkovní pracovní prostory.

Příklady úspor vzniklých využitím denního osvětlení

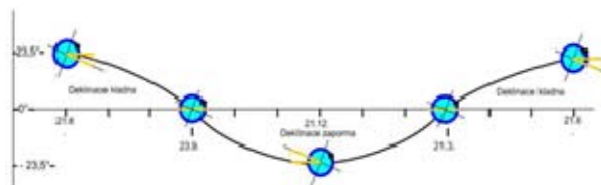
Jan Šumpich, Tomáš Novák, Karel Sokanský

VŠB – TU Ostrava, Katedra elektroenergetiky, 17. listopadu 15, 708 33 Ostrava,

Pro možný odhad úspor elektrické energie v oblasti osvětlení byly použity pro řízení osvětlovací soustavy komponenty sběrnicevého systému KNX. Ve spolupráci s firmou Trimr s.r.o. Ostrava bylo pomocí komponent sběrnicevého systému KNX realizováno ovládání osvětlení v místnosti na konstantní hodnotu. Tento článek popisuje návrh software pro modelování a výpočet možných úspor v osvětlovacích systémech umělého osvětlení v kombinaci s denním světlem. Dále je v článku popsáno porovnání rozdílu dosažených úspor mezi spotřebovanou elektrickou energií v případě ovládání umělého osvětlení (stmívání) na konstantní hodnotu a v případě, kdy hladina osvětlení v místnosti není ovládána. Tato modifikace software nám umožňuje zvážit vhodnost použití osvětlovací soustavy s možností regulování a potřebný odhad pro návrat investic pro tuto soustavu.

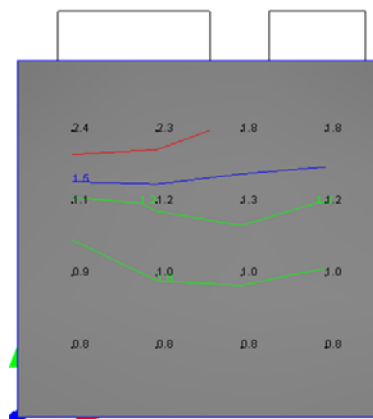
Postup pro výpočty

Tato část příspěvku znázorňuje dynamické modelování denního světla jako podklad pro výpočet regulace umělých osvětlovacích soustav a následné vyčíslení energetických úspor. Při dynamickém modelování vzniká celá řada aspektů, které je zapotřebí brát v úvahu. Základem pro dynamické modelování příspěvků denní osvětlenosti je výše zmíněné využití rovnoměrně zatažené oblohy. Díky tomuto lze při výpočtu eliminovat vliv světových stran na umístění osvětlovacích otvorů. Do výpočtu nevstupuje pouze model rovnoměrně zatažené oblohy, ale také vliv deklinace slunce, měnící se v průběhu celého roku (obr. 1). Celkový postup výpočtů je uveden v dřívějších publikacích z Kurzů osvětlovací techniky.



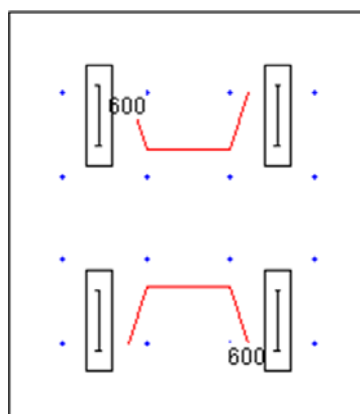
Obr. 1 Deklinace slunce v průběhu roku.

Pro ukázkou výpočtu činitele denní osvětlenosti byla vybrána modelová místnost, která se nachází ve 3. patře (pro samotný výpočet jsou zohledněny stínící okolní budovy a stromy), rozměry prostoru jsou 4300x5000 mm a světlé výšce 2670 mm. Na kratší stěně se nachází okna. První trojkno o rozměrech 1400x1800 mm ve výšce 1030 mm nad podlahou od stěny 480 mm. Druhé dvojkno o rozměrech 1400x1140 mm ve výšce 1030mm nad podlahou od stěny 180 mm. Okna jsou mezi sebou vzdálena 700 mm. Při výpočtech prováděných v modelové místnosti je třeba zjistit činitel denní osvětlenosti, pro jehož výpočet byl použit software WDLS (obr. 2).



Obr. 2 Výpočet činitele denní osvětlenosti v modelové místnosti.

Pro další postup při výpočtu úspor elektrické energie je třeba provést návrh umělé osvětlovací soustavy pro monitorovaný prostor. Jedná se o běžnou kancelář, ve které je normou (ČSN EN 12464 – 1) stanoven požadavek na udržovanou osvětlenost 500 lx. Protože ve zvolené místnosti není stanoveno konkrétní místo zrakového úkolu, byl výpočet proveden tak, aby byl požadavek na hodnotu 500 lx splněn v každém výpočetním bodě. Návrh umělé osvětlovací soustavy byl proveden v programu WILS dle přesných rozměrů daného prostoru (obr. 3).



Obr. 3 Návrh umělého osvětlení.

Na základě znalosti činitele denní osvětlenosti a umělého osvětlení v řešené místnosti lze přejít k výpočtům kombinace denního a umělého osvětlení. Příklad výpočtu kombinace denního a umělého osvětlení je proveden pro jeden konkrétní čas v roce. Po základním výpočtu osvětlovacích soustav (denní a umělé osvětlení), je možné v upravené verzi programu WILS přejít k výpočtu potenciálu regulace jednotlivých zadaných soustav umělého osvětlení. Regulace osvětlovacích soustav při vlastních výpočtech probíhá v krocích po 10 % a to od 0 % do 100 %. Pro tento příklad byla zvolena lineární závislost mezi světelným tokem a příkonem. Při požadavcích na světelný tok jdoucí z osvětlovací soustavy menších než 10% program tuto soustavu virtuálně odpojí. Pro praktické výpočty úspor osvětlovacích soustav je vhodné použít maximálně 4 nezávisle řízených řad svítidel. Při použití více regulovaných osvětlovacích soustav dochází k výraznému nárůstu délky samotného výpočtu.

V tabulce 1 je uveden způsob míry regulace dvou osvětlovacích soustav R1 a R2 při různých intenzitách osvětlení na venkovní nezastíněné rovině. Například při hodnotě horizontální osvětlenosti na venkovní nezastíněné rovině 20 klx bude první řada osvětlovací soustavy umělého osvětlení svítit na 70% a druhá řada bude svítit na 60%.

Modelová místnost		
E [lx]	R1 [-]	R2 [-]
1000	1.00	1.00
5000	0.90	0.90
7000	0.90	0.90
10000	0.80	0.90
20000	0.70	0.60
25000	0.60	0.40

Tabulka 1 Regulace osvětlovacích soustav.

V tabulce 2 jsou porovnány hodnoty, které byly vypočteny pomocí navrženého software s naměřenými hodnotami. Hodnoty jsou v časovém rozmezí od 7:00 do 15:30 hodin a v intervalu od prosince do dubna 2013. Z tabulky 2 je patrné, že první sloupec patří celkovému příkonu umělé osvětlovací soustavy což je 2,59 kWh/pracovní doba. Druhý sloupec patří hodnotám našeho výpočtu pro rovnoměrně zataženou oblohu. Třetí sloupec jsou naměřené reálné hodnoty v průběhu od 1. 12. do 15. 4. 2013 pro veškeré počasí. V tabulce je jen část dat pro ukázkou.

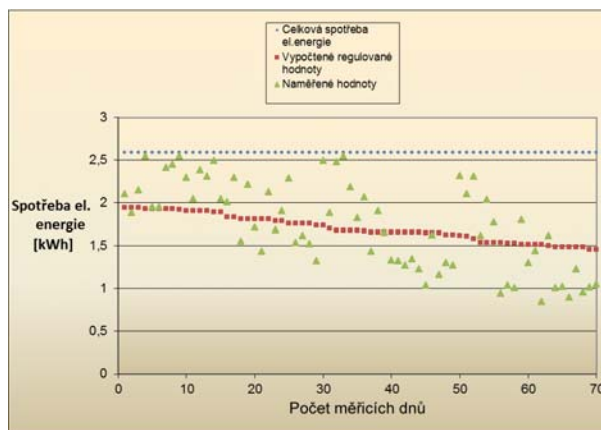
Měření	Celkový příkon el. energie	Regulované hodnoty dle sw	Naměřené hodnoty
1	2,59	1,92	2,27
10	2,59	1,94	2,35
15	2,59	1,94	1,9
20	2,59	1,81	1,71
25	2,59	1,76	2,28
30	2,59	1,74	2,49
35	2,59	1,68	1,82
40	2,59	1,66	1,33
45	2,59	1,66	1,03
50	2,59	1,61	2,31
55	2,59	1,54	1,77
60	2,59	1,52	1,3
65	2,59	1,49	1,02
70	2,59	1,46	1,05

Tabulka 1 Ukázka části dat pro porovnání naměřených a vypočtených hodnot.

Rozdíl mezi naměřenými příkony osvětlovací soustavy bez regulace a s regulací jsou zobrazeny v grafu na obrázku 7. Jsou zde zobrazeny hodnoty spotřebované elektrické energie:

- pro osvětlovací soustavu, která nebyla regulovaná – stmívaná, konstantní hodnota osvětlení místnosti (modrá, tečkovaná),
- pro osvětlovací soustavu, která byla optimálně regulovaná – stmívaná, hodnoty spotřebované energie jsou vypočítány pomocí navrženého software (červená křivka),
- pro osvětlovací soustavu, která byla regulovaná – stmívaná na konstantní hodnotu osvětlení pomocí sběrníkového systému KNX (body jsou vyneseny zeleně).

Při použití čtyř svítidel bez regulace (provoz při celé pracovní době) byla spotřeba elektrické energie cca 2,6 kWh za pracovní dobu (obr. 4). V případě regulace osvětlení na konstantní hodnotu se z naměřených výsledků projevil vliv polohy a výšky slunce během dne v zimních měsících Z naměřených hodnot je rovněž názorně vidět, že počasí bylo v jednotlivých dnech rozdílné, což má vliv i na celkovou spotřebu elektrické energie.



Obr. 4 Spotřeba elektrické energie regulovatelné a neregulovatelné a skutečné osvětlovací soustavy v jednotlivých měřicích dnech.

Průměrné hodnoty vypočítané pomocí navrženého software jsou 1,7 kWh/den a celková spotřeba je 120,5 kWh za 72 měřicích dnů výpočtů se srovnáním spotřeby naměřených reálných dat 1,74 kWh/den a celkové spotřebě 123,4 kWh za 72 měřicích dnů. Z výsledků lze tedy říci, že naše výpočty jsou téměř shodné s reálnými naměřenými daty.

Závěr

Pro modelování možných úspor v osvětlovacích systémech byl navržen software pro určení potenciálních úspor v inteligentních budovách v kombinaci s regulací umělého osvětlení v místnosti na konstantní hodnotu. Navržený modelový software lze využívat při výpočtech spotřeby elektrické energie v budovách, při rekonstrukcích osvětlovacích soustav nebo při auditech budov. Ve výše uvedené oblasti byla navázána spolupráce mezi VŠB TU Ostrava a firmou Trimr s.r.o. Ostrava

Poděkování

Tento článek podpořen z projektu SP2013/88 "Výzkum využití LED a OLED světelných zdrojů ve speciálních aplikacích".

Literatura

- [1] RYBÁR, P. a kol.: Denní osvětlení a oslunění budov, ERA 2001. ISBN 80-86517-33-0
- [2] DARULA, S. a kol.: Osvětlování světlovody, Grada Publishing 2009, ISBN 978-80-247-2459-1
- [3] Software WDLS a WILS (<http://www.astrasw.cz>)
- [4] ČSN 73 0580-1 Denní osvětlení budov, ČSN 73 0580-2 Denní osvětlení obytných budov
- [5] ČSN EN 12464-1 Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 1: Vnitřní pracovní prostory
- [6] Gasparovsky, D., Smola, A., Janiga, P.: Assessment of lighting systems for energy certification of buildings, PRZEGLAD ELEKTROTECHNICZNY, Volume: 84, Issue: 8, Pages: 29-33, 2008, ISSN: 0033-2097
- [7] ŠUMPICH, J., SOKANSKÝ, K., NOVÁK, T., CARBOL, Z.: Stanovení denní osvětlenosti pod rovnoměrně zataženou oblohou za účelem snížení energetické náročnosti v budovách. In: Světlo 2011. VŠB-TU Ostrava, 2011, s. 207-209. ISBN: 978-80-248-2480-2.
- [8] Škoda, J., Baxant, P.: The reduction in electricity consumption through proper lighting, Electric power engineering, Kouty nad Desnou, 2009, s.300 - 303. ISBN 978-80-248-1947-1

Ovládání a řízení osvětlovacích soustav pomocí řídicího systému PAC v elektrických stanicích PS

Ing. Ivo Ullman, Ph.D.

ČEPS, a.s., Elektrárenská 774/2, 101 52 Praha, www.ceps.cz, ullman@ceps.cz

Úvod

Venkovní osvětlení v elektrických stanicích bylo již řešeno jak po stránce světleného výpočtu, tak i z hlediska realizace zakončené měření osvětlení. Nyní je projekt osvětlovacích soustav zpracován podle technické normy ČEPS, a.s. TN 59 Venkovní osvětlení v elektrických stanicích PS a jsou v projektu rovněž zahrnuty zkušenosti z předchozích měření osvětlení.

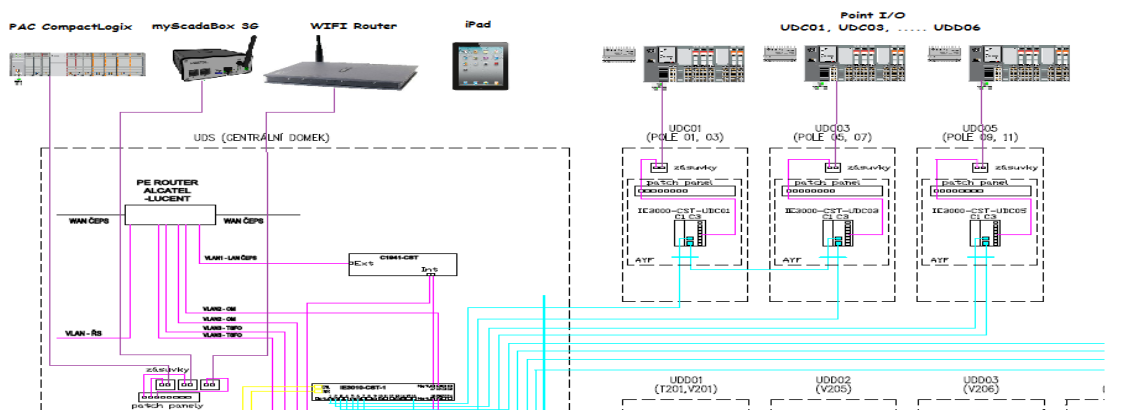
Vyskytl se ještě jeden aspekt při projektování osvětlení, a to ovládání a řízení osvětlovacích soustav. Venkovní osvětlení je spínáno jak místně ve stanici, tak dálkově ze stálé služby (dálkový dohled elektrických stanic) a také je zapínáno při poplachu ze zabezpečovacího systému TSFO. Řešení ovládání pomocí relé vytváří v rozlehlých stanicích složité reléové skříně, kde případné řešení poruchy může být zdlouhavá záležitost.

S ohledem na možnosti moderní řídicí techniky bylo zvažováno použití programovatelných automatů PLC, ve kterých je možno podmínky ovládání vytvořit softwarově. Při volbě této techniky byl zvolen řídicí systém kategorie PAC (Programmable Automation Controller), který umožňuje vzdálený přístup pomocí WAN a další možnosti dálkového ovládání.

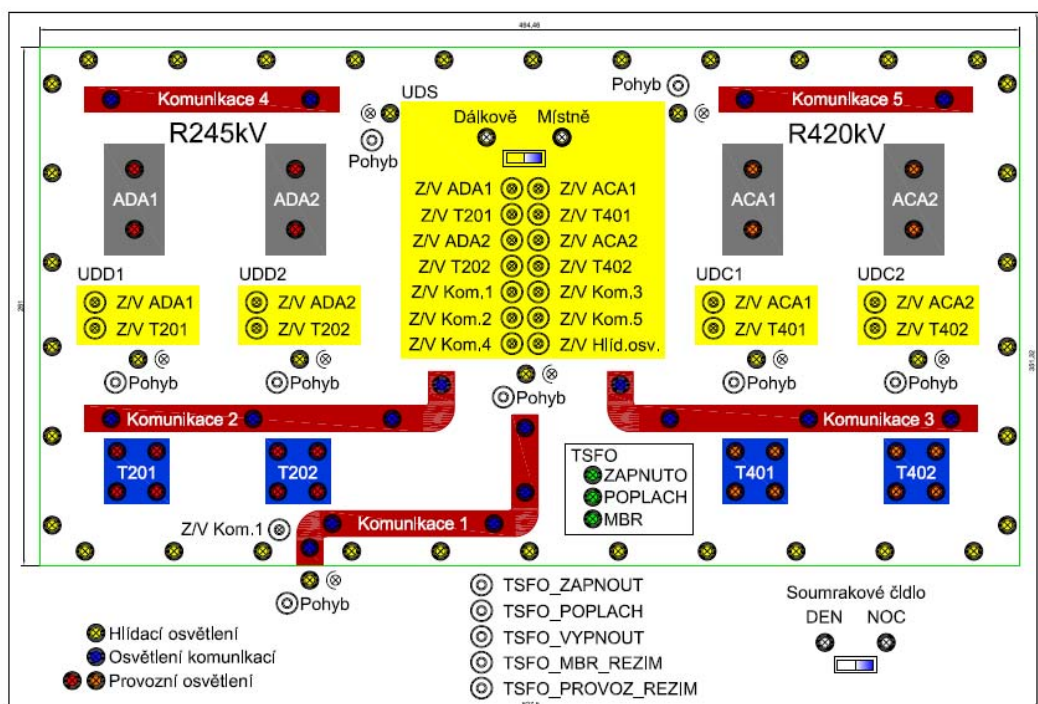
Ovládání osvětlovací soustavy pomocí řídicího systému PAC

Použití řídicího systému kategorie PAC poskytuje další možnosti ve zjednodušení projektu ovládání. Sady relátok jsou nahrazeny základní řídicí jednotkou v centrálním domku, která je s podružnými jednotkami v domcích spojena pomocí optické sítě v el. stanici. Dochází tím k úspoře dlouhých vícežilových kabelů. Další úspora je v napájecích kabelech, kdy lze napojit z větve osvětlení přímo z nejbližšího domku ochran, kde je podružná jednotka řídicího systému PAC.

Řídicí systém PAC umožňuje dále variabilitu při zkoušení celého systému ovládání elektrické stanice. Při změně podmínek ovládání jednotlivých částí osvětlení je možno v programovacím jazyce RSLogix provést požadovanou změnu na místě, přičemž v reléových systémech to znamená složité montážní práce v přepojování vodičů a doplňování nových relé. Pro názornou ukázkou celého ovládání venkovního osvětlení elektrické stanice byl vytvořen funkční vzorek s PAC na VŠB – TU Ostrava, Katedra elektrotechniky. Ve zmenšeném rozsahu elektrické stanice byl zapojen řídicí systém PAC se čtyřmi podružnými jednotkami, včetně ovládání pomocí tabletu.



Obr. 1: Schéma řídicího systému PAC CompactLogix pro řízení osvětlovací soustavy elektrické stanice pomocí iPad přes WIFI Router



Obr.2: Zkušební panel ovládání osvětlení elektrické stanice PS

V elektrické stanici přenosové soustavy (PS) jsou tři druhy osvětlení:

- hlídací osvětlení (kolem oplocení a osvětlení vstupů do domků a brány)
- osvětlení komunikací (příjezdni komunikace v centrálnímu domku UDS a komunikace k domkům UDC a UDD v rozvodnách R 420 kV a R 245 kV)
- provozní osvětlení v rozvodnách R 420 kV a R 245 kV a osvětlení stanovišť transformátorů (T401, T201 atd.)

Nové způsoby řízení osvětlovacích soustav elektrických stanic PS

Řídicí systém osvětlení pozemních komunikací lze také využít k monitorování a diagnostice osvětlovací soustavy. [8]

Tato myšlenka nás vedla k použití řídicího systému PAC k monitorování provozu jednotlivých druhů osvětlení (hlídací, komunikací a provozní). V programu RSLogix je zavedena funkce sledování počtu provozních hodin pro jednotlivé větve osvětlení. Další možností řídicího systému je optimalizace spotřeby elektrické energie tak, aby potřebné světelné podmínky (např. kamerová osvětlenost) byly zajištěny energeticky nejúčinnějším způsobem.

Diagnostické funkce některých řídicích systémů umožňují indikovat poruchové stavy v osvětlovací soustavě, např. vadný předřadný přístroj nebo světelný zdroj. Tyto informace umožňují rychle a účinně odstraňovat poruchy v osvětlovací soustavě. Řídicí systémy také umožňují shromažďovat informace o počtu provozních hodin. Tyto informace lze pak využít k optimalizaci údržby osvětlovací soustavy. [8]

Tyto diagnostické funkce jsou vloženy do řídicího systému venkovního osvětlení v elektrické stanici. Jsou sledovány provozní hodiny a počet sepnutí svítidel. Podle světelného výpočtu pak lze prodloužit časové termíny údržby svítidel podle zvoleného koeficientu údržby a koeficientu stárnutí svítidel.

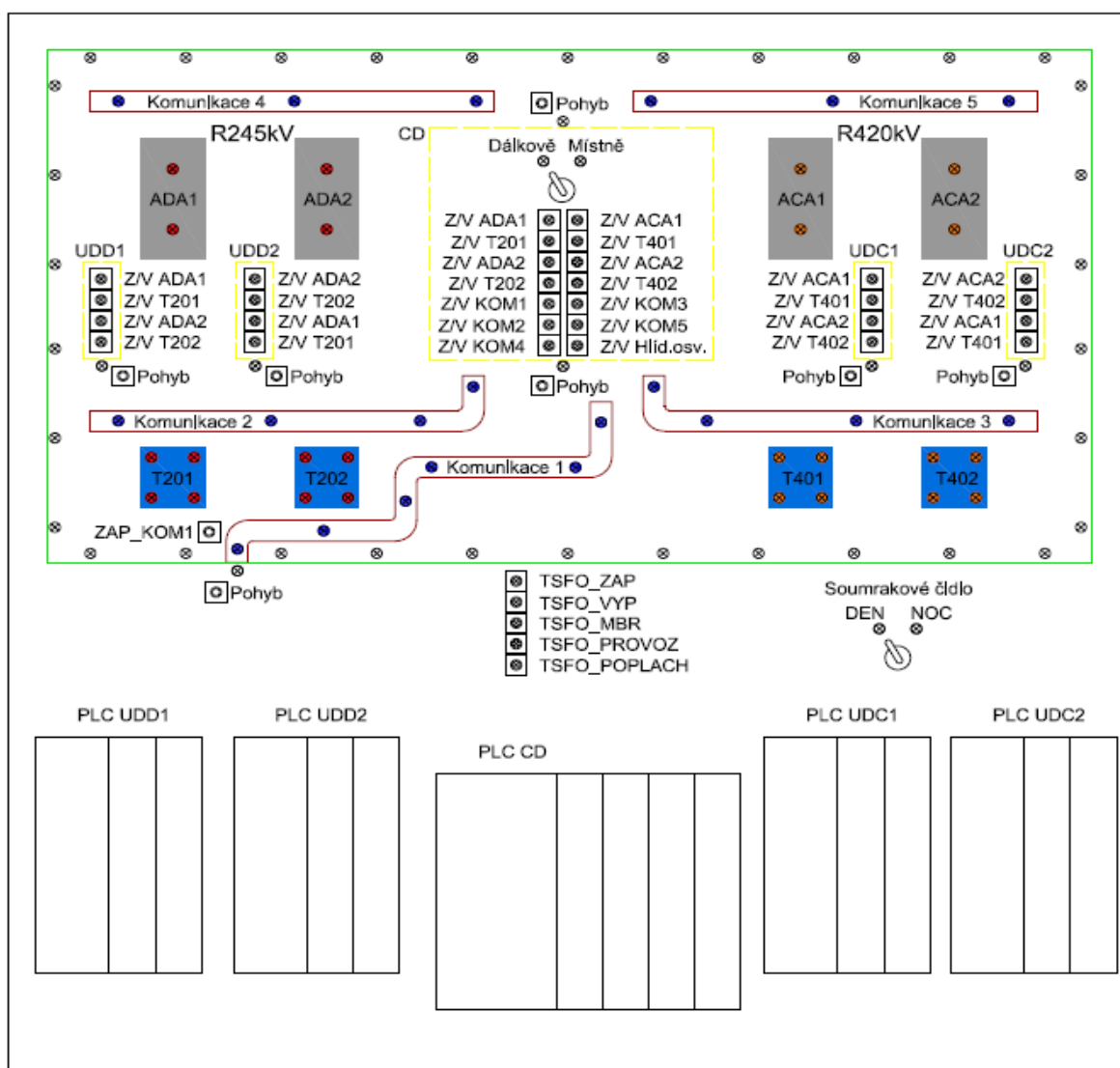
Vyhodnocení diagnostiky a monitorování osvětlovacích soustav lze provádět dálkově, protože řídicí systém PAC typu CompactLogix umožňuje vzdálený přístup pomocí EtherNetu po síti WAN ČEPS, a.s. Rovněž ovládání osvětlení pomocí tabletu iPad pomocí zařízení myScada Box 3G umožňuje nejen ovládání osvětlení pomocí WiFi a GSM, ale taky umí vyhodnocovat diagnostiku svítidel.

Nové technologie – vyšší stupeň ovládání osvětlení dálkově ovládaných stanic

Modernizované a nové elektrické stanice přenosové soustavy jsou dálkově ovládané z dispečinku přenosové soustavy. Spolehlivý provoz je zajišťován rovněž kamerovým systémem, který vyžaduje rovnoměrné osvětlení. Ovládání osvětlení pomocí řídicího systému kategorie PAC splňuje podmínky pro spínání a zapínání osvětlení stanice v místním i dálkovém režimu. Systém PAC umožňuje vzdálený dohled pomocí optické sítě WAN a umožní specialistům v ČEPS, a.s. rychleji dohledat případnou závadu v osvětlovací soustavě.

Funkční vzorek – předváděcí panel ovládání venkovního osvětlení elektrických stanic

Pro odzkoušení nového systému ovládání a řízení osvětlovací soustavy v elektrické stanici ČEPS, a.s. byl vyroben a odzkoušen na VŠB – TU Ostrava funkční vzorek s předváděcím panelem pro tento způsob ovládání osvětlení. Pro zhotovení funkčního vzorku byl použit aktuálně dokončený projekt modernizace elektrické stanice se změnou ovládání venkovního osvětlení.



Obr.3: Funkční vzorek ovládání osvětlení v elektrické stanici PS

Je zde předvedeno ovládání osvětlení hlídačích, provozních a osvětlení komunikací v režimu místního i dálkového ovládání. Funkční vzorek umožňuje ovládání pomocí tabletu iPad, kde je naprogramována vizualizace osvětlení elektrické stanice. Systém má zahrnutou v sobě diagnostiku jednotlivých druhů osvětlení, sleduje počet provozních hodin jednotlivých větví venkovního osvětlení.

Řízení osvětlovacích soustav se svítidly LED a jejich nasazení v ČEPS, a.s.

Na venkovní osvětlení elektrických stanic jsou kladeny nároky na snížení energetické náročnosti jak z pohledu spotřeby elektrické energie, tak z hlediska instalovaného výkonu. Možnou variantou je použití svítidel LED pro hlídací osvětlení podél oplocení, případně jejich instalace na osvětlení komunikací.

Pro výběr vhodného typu LED svítidla byla zpracována technická specifikace pro tento typ svítidel použitých v elektrických stanicích přenosové soustavy ČEPS, a.s. Svítidla musí mít požadovanou životnost, budou vhodné pro kamerovou osvětlenost důležitých míst, musí mít odolnost vůči spínacím i atmosférickým přepětím. Předpokládáme, že navržené svítidlo LED prošlo vývojem ve výrobním závodě, je to typ vhodný pro veřejné osvětlení s křivkou svítivosti, které bude zajišťovat osvětlenost a rovnoměrnost dle technické normy ČEPS TN 59/2010 pro hlídací osvětlení.

Závěr

Nový způsob ovládání a řízení venkovního osvětlení v elektrických stanicích ČEPS, a.s. vychází ze zkušeností již projektovaných a realizovaných staveb v přenosové soustavě. Jsou vhodně osvětleny místa pracovního úkonu ve stanicích s ohledem na prováděné činnosti a dále s ohledem na kamerovou osvětlenost pro vzdálený dohled na elektrická zařízení a celý areál elektrické stanice. Ovládání pomocí řídicího systému PAC umožňuje požadovaný způsob ovládání jednotlivých druhů osvětlení v místním i dálkovém režimu, dále zajišťuje i diagnostiku a monitorování provozu osvětlovací soustavy elektrické stanice.

Poděkování

Za dosažené výsledky v nasazení nových technologií bych chtěl poděkovat pracovníkům VŠB – TU Ostrava, a to kolektivu prof. Ing. Karla Sokanského, CSc. a ing. Tomáše Nováka, Ph.D. Katedry elektroenergetiky a dále kolektivu Katedry elektrotechniky, zejména ing. Tomáši Mlčákovi, Ph.D. za spolupráci při vývoji nového způsobu ovládání osvětlení.

Literatura a odkazy

- [1] TN 59 Venkovní osvětlení elektrických stanic PS – Technická norma ČEPS, a.s. 06/2009, aktualizace 12/2010
- [2] Sokanský, K., Novák, T., Ullman, I., Medvec, Z.: Osvětlování venkovních elektrických stanic. Světlo 2/2009, FCC Public, Praha 2009, str. 42-44, ISSN 1212-0812
- [3] Sokanský, K., a kol.: Lighting of outdoor electrical stations philosophy, EPE 2009, VŠB-TU, Ostrava, 2009
- [4] Novák, T., Ullman, I., Sokanský, K.: Osvětlování venkovních pracovních prostor v kombinaci s kamerovými systémy, Kurz osvětlovací techniky XXVII, Kouty nad Desnou, 29.9.-1.10.2009, str. 316-322, ISBN 978-80-248-2087-3
- [5] Ullman, I.: Osvětlování venkovních rozveden v elektrických stanicích ČEPS, a.s.; Kurz osvětlovací techniky XXVIII, Kouty nad Desnou, 11.10.- 13.10.2010, str. 192-197, ISBN 978-80-248-2307-2
- [6] Ullman, I.: Venkovní osvětlení ve stanicích PS výpočty a měření. 12. celostátní seminář Vysoké napětí, Malenovice, 11.11.- 12.11.2010
- [7] Ullman, I., Fiala, K.: Technické normy ČEPS pro projektování. Konference Projektanti 2011 Hrotovice, 9.5. - 12.5.2011
- [8] Habel, J., Dvořáček, K., Dvořáček, V., Žák, P.: Světlo a osvětlování. FCC Public, Praha 2013, str. 429-431, ISBN 978-80-86534-21-3

Rekonstrukce osvětlení atletického stadionu v Ostravě

Zdeněk, Bláha, Ing.

Thorn Lighting CS, spol. s r.o., <http://www.thornlighting.cz>, zdenek.blaha@thornlighting.com

V červnu 2013 se slavnostně otevřely brány zrekonstruovaného Městského stadionu v Ostravě-Vítkovicích. Stavební práce zde započali již v září 2012. Za tuto dobu došlo k výstavbě nové kryté východní tribuny pro přibližně 5000 diváků. Součástí této první etapy rekonstrukce za necelé půl miliardy korun českých je i nový tartanový povrch, nový trávník na hrací ploše fotbalového hřiště, vybudování vstupní brány a dalších objektů a v neposlední řadě také nová osvětlovací soustava.



• obrázek 1 - Pohled z osvětlovací věže

V etapě druhé budou dokončeny severní a jižní oblouky a celý stadion se tak celkově tribunami uzavře. Stadion je projektován pro fotbalová utkání a atletické sporty. Celá osvětlovací soustava je projektována dle ČSN EN 12193 Světlo a osvětlení - Osvětlení sportovišť a požadavků IAAF a UEFA. Požadavky na osvětlovací soustavu jsou popsány v tabulce 1

UEFA	Požadovaná hodnota	IAAF	Požadovaná hodnota
Ev (lx)	1400	Ev ave (lx)	1000
Emin/Emax	0,4	U1 Emin/Emax	0,4
Emin/Eave	0,6	U2 Emin/Eave	0,6
Eh (lx)	-	Ev ave Finish cam	2000
Emin/Emax	0,6	U2 Emin/Eave	0,9
Emin/Eave	0,7	Eh (lx)	-
		Eh ave / Ev ave	>0.5 ; <2
Tk (K)	4000-6000	Tk (K)	4000-6500
Ra	90	Ra	80
GR	<50	GR	<50

• Tabulka1 : Požadované hodnoty

Osvětlovací soustava

Osvětlovací soustava je tvořena svítidly společnosti Thorn Lighting. Svítidla Mundial jsou umístěna na čtyřech věžích ve výšce až 50m. Další svítidla s typovým označením Champion jsou umístěna na a pod střechou západní a východní tribuny. Všechna svítidla jsou osazena halogenidovými výbojkami společnosti Osram a komponenty pro předřadné přístroje jsou použity od výrobce Tridonic.

Svítidlo Mundial:

Pro osvětlování z vysokých věží bylo využito svítidlo Mundial o výkonu 2000W. Toto svítidlo je vybaveno rotačně symetrickou optikou s velmi intenzivní vyzařovací charakteristikou. Tímto bylo zamezeno vyzařování světelného toku do horního poloprostoru.

Svítidlo Champion

Všechna svítidla na tribunách jsou svítidla Champion. Tato svítidla jsou vybrána záměrně z důvodu snížení oslnění sportovců, diváků i televizních kamer. Svítidla o výkonu 2000W jsou použita na střechách a svítidla o výkonu 1000W jsou použita pod střechami tribun. Vždy po jednom kuse svítidla je použito na každé z věží. Toto svítidlo je využíváno pro úklidové osvětlení. Jde o svítidlo s extrémní asymetrií vyzařování světelného toku bez nutnosti vyklápění světlometu. Distribuce světelného toku se řídí pouze změnou polohy světelného zdroje ve svítidle.



• obrázek 2 – Svítidlo Mundial a Champion

Počty svítidel a výkonová bilance:

Počet svítidel na stožárech – 4 x 59 ks x 2000 W.

Počet svítidel na tribunách – 53 ks x 2000 W a 76 ks x 1000W

Celkový příkon svítidel se započítáním ztrát na předřadných přístrojích

Všechna svítidla 289 ks x 2075 W + 76 ks x 1051W = 679,6 kW.

Atletika IAAF 213 ks x 2075 W + 76 ks x 1051 W = 521,9 kW

Fotbal UEFA 222 ks x 2075 W = 460,7 kW

První etapa

V první etapě je počítáno pouze s provizorním osvětlením pro atletické sporty. Provizorním proto, že nejsou dostavěny oblouky, na kterých je počítáno s dalšími svítidly. Tato svítidla nahradila světlometry na osvětlovacích věžích. Jelikož nejsou osvětlovací věže umístěny až za vrcholem atletického oválu, není technicky možné docílit rovnoměrnosti v bodě, neboť z pohledu ze severního a jižního oblouku zde nejsou příspěvky osvětlenosti. Další požadované parametry jsou již splněny.

Měření umělého osvětlení

Hodnoty osvětleností E a rovnoměrností U vypočtené z naměřených hodnot vyhovují požadavkům předpisu IAAF: Naměřené a vypočtené hodnoty kamerové osvětlenosti jsou popsány v tabulce 2. Udržovací činitel byl stanoven dle předpisu IAAF na hodnotu 0,8.

	Počáteční	Udržovaná
Ev ave (lx)	1603	1283
Ev min (lx)	1150	920
Ev max (lx)	2300	1840
U1 Emin/Emax	0,50	0,50
U2 Emin/Eave	0,72	0,72

- Tabulka2 : Požadované hodnoty



* obrázek 3 – Noční pohled na stadion

Literatura a odkazy

- [1] IAAF TRACK AND FIELD FACILITIES MANUAL
- [2] ČSN EN 12193 Světlo a osvětlení - Osvětlení sportovišť

Generátor elektrické energie z rozdílu teplot 0,1°C složený z termobaterie a speciálního měniče.

Petr Hawliczek, Tomáš Novák, Karel Sokanský

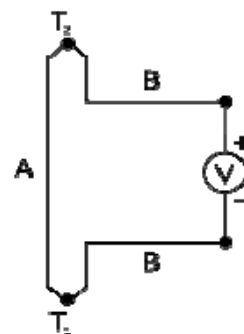
VŠB – TU Ostrava, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Katedra elektroenergetiky,
17. listopadu 15, 708 33 Ostrava,

V poslední době má měřicí a řídicí, ale i vysílací technika čím dále menší elektrický odběr. Na odlehlých místech bez přístupu k elektrické síti není jednoduché zajistit napájení elektrického zařízení. Jsou zde možnosti napájení pomocí solárního panelu nebo větrné elektrárny, avšak kvůli nestálosti je třeba takovéto napájení doplnit akumulátorem, který má omezenou životnost. Jedním z řešení je využít rozdíl teplot, například mezi zemí a vzduchem pomocí termobaterie. Díky nově vyvinutým měničům je možno napájet elektrické zařízení již od rozdílu teplot nižším než 0,1°C a to bez potřeby akumulátoru.

Termoelektrický jev

Peltier-Seebeckův jev, čili termoelektrický jev, je přímou přeměnou dvou rozdílných teplot na elektrické napětí a naopak, přeměnou elektrické energie na rozdíl teplot. Peltierův jev a Seebeckův jev jsou v podstatě opaky sebe navzájem. Mezi související jevy patří Thomsonův jev a ohřev Jouleovým teplem. Peltier-Seebeckův jev i Thomsonův jev jsou vratné.

Tento jev se používá k měření teploty, ke generování elektřiny, nebo k chlazení objektů. Řízení výkonu ohřevu a chlazení je určeno velikostí použitého napětí. Proto zařízení pracující na termoelektrickém jevu jsou vhodné tam, kde je požadována vysoká přesnost řízení teploty.



Obr.1 Schéma termoelektrického jevu

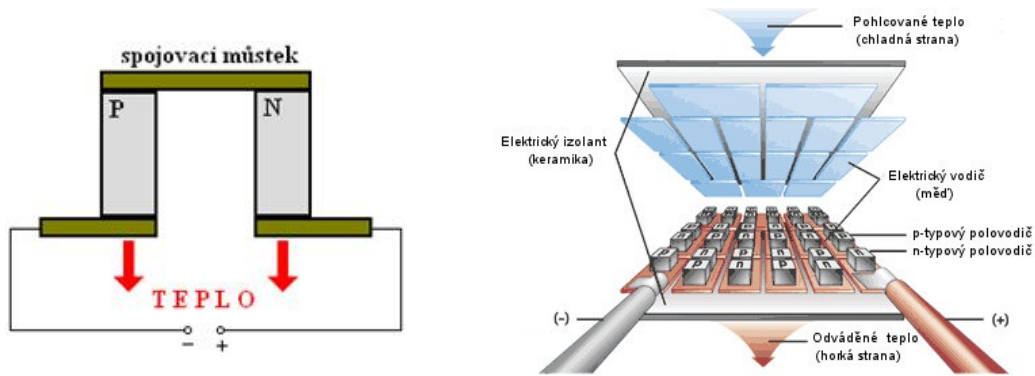
Termočlánek a termobaterie

Termočlánek je jednoduché zařízení složené spojením dvou různých kovů, které při rozdílu teplot na spojích generuje elektrickou energii. V dnešní době je jeho největší využití jako vysokým teplotám odolné teplotní čidlo. Funguje však i reverzibilně, tedy po připojení napětí na termočlánek se začne jeden spoj kovů ochlazovat a druhý ohřívat, tzv. termočlánek typu TEC. Takto se používá nejčastěji jako zdroj chladu v malých přenosných ledničkách. Další jeho využití, na které se ve svém výzkumu zaměřuji, je využití jako spolehlivý zdroj elektrické energie. Tedy zahříváním jedné strany termočlánu a ochlazováním strany druhé se generuje elektrická energie.

Fyzické uspořádání termobaterie

Fyzicky se termobaterie skládá ze samotných jednotlivých termočláneků, které jsou realizovány jednotlivými P a N sloupky, které můžete vidět připojené na spojovacím měděném můstku.

Všechny sloupky jsou zapojeny do série a to kvůli malému generovanému napětí jednotlivých sloupeků. Na začátku a konci sériově zařazených sloupeků je jeden sloupek vynechán a to kvůli místu pro připojení vodiče, kterým se přivádí a odvádí elektrický proud. Celá termobaterie je vložena mezi keramické desky, které elektricky izolují a zároveň tepelně vodí.

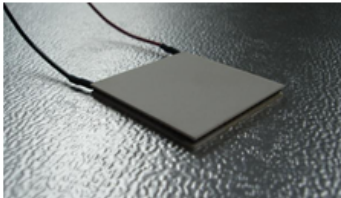


Obr.2 Fyzické uspořádání termobaterie

Rozdělení termobaterií na TEG, TEC a dle jejich fyzického tvaru

Termobaterie se rozdělují na TEG, pro generování elektrické energie z rozdílu teplot a TEC, které naopak vytvářejí rozdíl teplot z elektrické energie. TEG a TEC termobaterie se liší pouze materiálem polovodičových sloupců, jejich celkový tvar může být však libovolný, viz výběr několika tvarů TEG termobaterií dostupných na trhu.

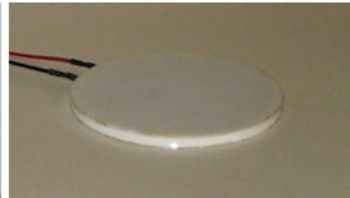
Klasická termobaterie:



Kaskádní termobaterie:



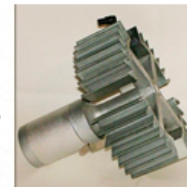
Válcovitá termobaterie:



Miniaturní termobaterie:



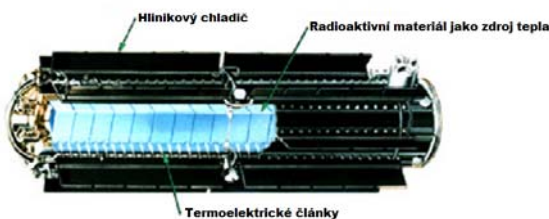
Vysokoteplotní termobaterie:



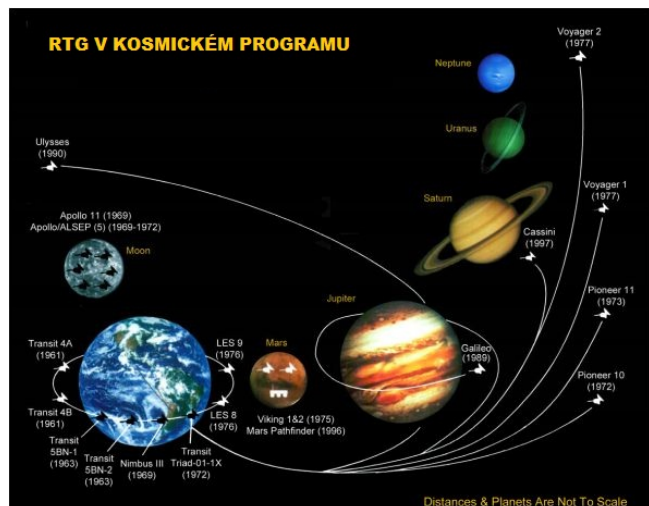
Obr.3 Rozdělení termobaterií dle jejich fyzického tvaru

Použití termobaterieového generátoru v kosmickém programu

Termoelektrické baterie neobsahují žádné pohyblivé části, jsou extrémně odolné a jejich životnost je desítky let, prakticky nestárnou. Ve vesmíru se používá jako zdroj tepla rozpadající se radioaktivní materiál.



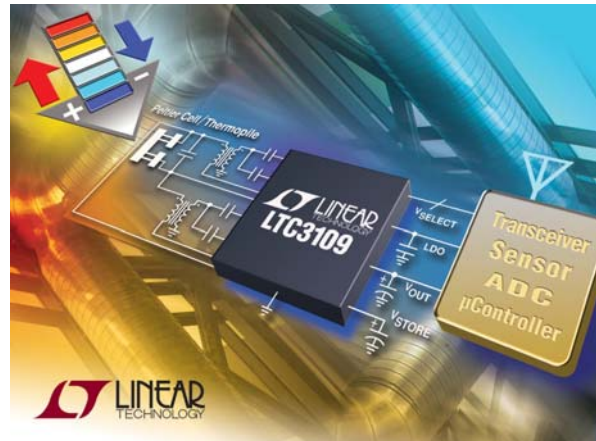
Obr.4 Radioizotopový termobateriový generátor



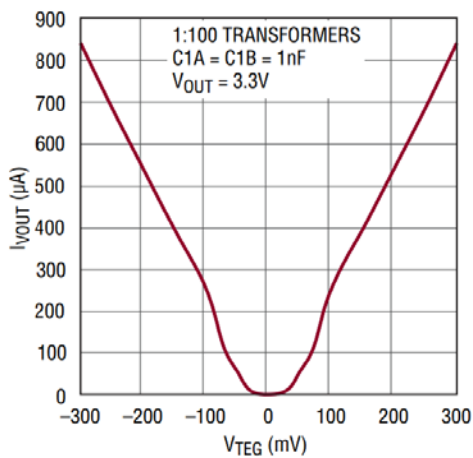
Měniče pracující od extrémně nízkých napětí kolem 20 mV

Step-up měniče LTC3108 a LTC 3109 jsou určeny právě pro termobaterie anebo jediný fotovoltaický článek.

Měnič s LTC3108 pracuje pouze v jedné polaritě při startovacím napětí 20 mV, LTC3109 pracuje v obou polaritách při startovacím napětí 30 mV (oba obvody pracují bez jakýchkoli pomocných napájecích obvodů). Díky těmto měničům můžeme dostat výstupní napětí 5 V při vstupním napětí pouhých 20 mV, které odpovídá rozdílu teplot na jediné termobaterii 0,1°C.

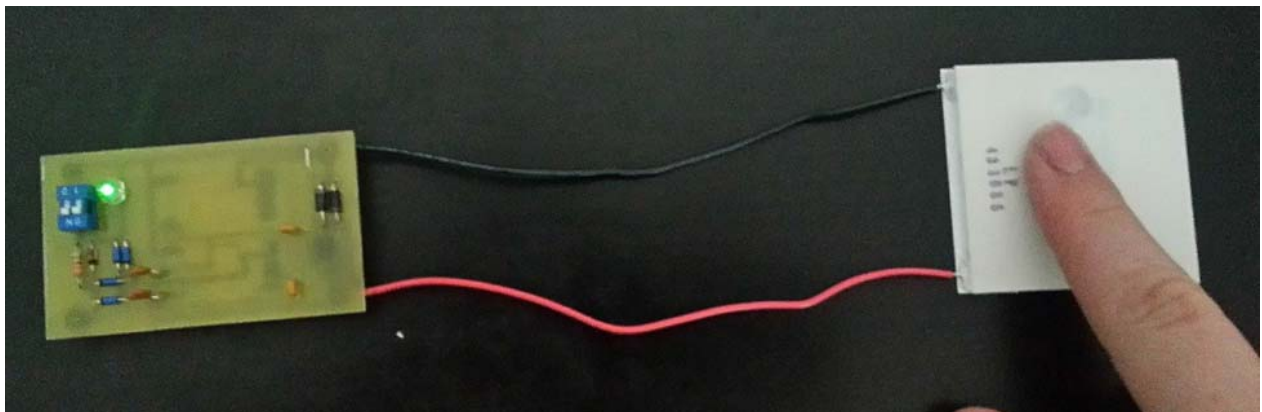


Obr. 5 Základní schéma zapojení měniče LTC3109



Obr. 6 VA charakteristika měniče LTC3109

Vlevo je umístěná voltampérová charakteristika obvodu LTC3109 se standardním zapojením dle datasheetu. Z voltampérové charakteristiky je vidět, že obvod LTC3109 pracuje jak v kladné tak záporné polaritě, nezáleží tedy kterou stranu termobaterie zahříváme a kterou ochlazujeme. Dále je vidět, že start měniče s LTC3109 proběhne u napětí asi 30 mV a například při napájení 60 mV je možno dostat na výstupu proud 100 µA při výstupním napětí 3,3 V, což již dostačuje pro napájení mikrokontrolérů.



Obr. 7 Měnič vytvořený s LTC3109 napájený termobaterií, která je zahřívána teplem jednoho prstu

Závěr

Termobaterie se speciálním měničem pracujícím již od napětí nižších než 20 mV jsou schopny napájet zařízení pro měření, řízení nebo komunikaci. Celkově byly vytvořeny dva prototypy měničů, první pracující pouze s kladným vstupním napětím (LTC3108) a druhý pracující s kladným i záporným vstupním napětím (LTC3109). U prvního měniče byl použit čip LTC3108 se speciálním J-FET tranzistorem a prakticky pracuje již od napětí 6 mV a startuje u 20 mV. Druhý měnič obsahuje čip LTC3109, který v podstatě obsahuje dva LTC3108, avšak má navíc inteligentní připínání země podle polarity na vstupu tak, aby se výstupní napětí neodečítalo. Druhý měnič pracuje asi od 10 mV a startuje u 30 mV. Při použití jediné kvalitní termobaterie to znamená, že měniče mohou pracovat už od rozdílu teplot na termobaterii 0,1 °C. Takto nízkých rozdílů teplot v praxi je velmi jednoduché dosáhnout. Je tedy možno takto vytvořit zdroj energie s téměř neomezenou životností, který může napájet z takto nízkého rozdílu teplot například měřicí, řídicí nebo komunikační elektroniku.

Poděkování

Tento článek podpořen z projektu SP2013/88 "Výzkum využití LED a OLED světelných zdrojů ve speciálních aplikacích".

Literatura a odkazy

- [1] GOLAB, František, KAMENČÁK, František. Termoelektrické jevy a jejich užití. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, Vydání 1. 1975. 83 s, ISBN 14-655-75.
- [2] ZORIN, I.V., ZORINA, Z. Ja. Termoelektričeskije choolidilniki i generatory. Energia: Leningradskoje otdelenie izdatelstva, Vydání 1. 1973. 136 s, UDK 621.362.
- [3] Hi-Z Thermoelectric Modules [online]. Dostupné z WWW: <http://www.hi-z.com/products.php>
- [4] Thermogeneratoren [online]. Dostupné z WWW: <http://www.thermalforce.de/>
- [5] Radioisotope thermoelectric generator [online]. Dostupné z WWW: http://en.wikipedia.org/wiki/Radioisotope_thermoelectric_generator
- [5] HAWLICZEK, Petr, Využití světelných diod ve veřejném osvětlení [online]. Dostupné z WWW: http://hawelson.ic.cz/svetlo/Diplomova_prace.php
- [5] HAWLICZEK, Petr, Využití Peltierových termočlánků jako alternativního zdroje energie [online]. Dostupné z WWW: http://hawelson.ic.cz/tepelny_generator/bakalarska_prace.php

Udržovací činitel svítidel se světelnými diodami

Doc. Ing. Jiří Pleh, CSc.,

Úvod

Je všeobecným jevem současnosti, že celá řada menších měst a obcí se potýká s nedostatkem finančních prostředků, vybudované osvětlení „přesluhuje“ a navíc bývá energeticky velmi náročné. To se zákonitě projevuje na objemu finančních prostředků, které jsou každoročně z jejich rozpočtů odčerpány na úhradu za odebranou elektrickou energii.

Jsou hledány cesty, jak tento problém řešit, přitom je jasné, že na zcela novou rekonstrukci a modernizaci veřejného osvětlení finanční prostředky nebudou volí se často cesta nejspokojnější, kterou je oprava stávajícího veřejného osvětlení. I v tomto případě je nutné vycházet z některých skutečností, které jsou často zatlačovány do pozadí, přitom hrají klíčovou roli – náklady na provoz a údržbu. Představa o tom, že se budou čistit svítidla jednou za dva až tři roky je tak zcela nereálná. Je proto zcela na místě hledat taková řešení, které pomohou tuto situaci řešit na odpovídající technické úrovni.

MF - udržovací činitel OS

Udržovací činitel osvětlovací soustavy se zásadním způsobem podílí na ročních provozních nákladech. I když se budou aplikovat světelné zdroje s vysokým měrným výkonem, technickým životem, budou se aplikovat svítidla, které mají světelně technickou část ve vysokém stupni krytí, alespoň IP65, přesto nemusí být dosaženo odpovídajících výsledků.

Musíme vycházet ze skutečnosti, že určujícím způsobem stanovuje udržovací činitel osvětlovací soustavy výslednou ekonomii provozu.

V technické praxi se souhrnné působení negativních vlivů vyjadřuje tzv. udržovacím činitelem – MF a je uváděn jako podíl hladin osvětlení v době, kdy je nezbytný zásah údržby, k hladině osvětlení dosaženou novou osvětlovací soustavou, jak je zřejmé z následujícího vztahu

$$MF = \frac{E_{pk}}{E_p} \quad (1)$$

Tato formulace není zcela přesná, ač je tak uváděna v literatuře, protože neukazuje na skutkovou podstatu problému. Již na úrovni projektu je nutné stanovit výchozí hladinu osvětlení pro daný prostor. Tato úroveň by měla být zajištěna až do doby, než se bude provádět údržba v definovaném časovém horizontu. Zákonitě, potom u nové OS bude nutné navýšit udržovanou hladinu osvětlení s využitím udržovacího činitele soustavy.

Hodnota udržovacího činitele ve výsledné podobě se stanoví podle následujícího vztahu a pro venkovní prostory lze vycházet jenom ze tří součinitelů, jak ukazuje následující vztah

$$MF = LLMF \times LSF \times LMF \quad (2)$$

V tabulce I. jsou uvedeny hodnoty udržovacího činitele osvětlovací soustavy pro hodnoty 0,9 – 0,5 a tomu odpovídající navýšení výchozí hladiny osvětlení tak, aby po stanovenou dobu se zajišťovala udržovaná hladina osvětlení.

Pořadové číslo	Činitel údržby MF	Výchozí hladina osvětlení	Poznámka
1	0,9	111%	
2	0,8	125%	
3	0,7	143%	
4	0,6	167%	
5	0,5	200%	

TAB. I. – Činitel údržby MF a výchozí hladina osvětlení OS

Je tedy evidentní o kolik je nutné zvýšit udržovanou hladinu osvětlení a to v souhrnu představuje zvýšené finanční náklady nejen investičního charakteru, ale i nákladů provozních.

Svoji, nezanedbatelnou roli potom hraje složka LMF - udržovací činitel svítidel a proto tomuto činiteli budeme věnovat jistou pozornost.

LMF - udržovací činitel svítidel

Udržovací činitel svítidel lze považovat za větší problém v celém kontextu provozu OS. Má na prokazatelné úrovni stanovit, jakým způsobem se projevuje provoz svítidla s určeným světelným zdrojem na degradaci odrazných vlastností ploch způsobenou světelným zdrojem a dále znečištěním vnitřního prostoru svítidla včetně změny vlastností difuzorů.

Udržovací činitel svítidel (činitel znečištění svítidel) je popisován v různých materiálech. Poslední pohled je uveden v Z1, změny normy ČSN EN 13 201-2 a tam je uvedena tabulka s hodnotami pro různé stupně krytí optické části svítidla, přičemž pro stupeň IP 6x jsou uvedeny následující hodnoty.

Stupeň krytí	Stupeň znečištění ovzduší	Interval čištění					Poznámka
		1,0 · 10 ³	1,5	2	2,5	3	
IP 6x	Provoz	1,0 · 10 ³	1,5	2	2,5	3	(h)
	malé	0,93	0,92	0,91	0,9	0,9	
	střední	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87	
	velké	0,91	0,9	0,88	0,85	0,83	

TAB.II. – Udržovací činitel svítidel pro stupeň krytí IP 6x

Stupeň krytí IP 6x má zajistit, že svítidla jsou prachotěsná! Přesto dochází u svítidel s tímto stupněm krytí k tomu, že do vnitřního prostoru optické části se dostávají prachové částice a jejich změny jsou odvislé od toho, jaká je provozní teplota uvnitř této části svítidla, i přes deklarovaný stupeň krytí. Ten problém ve většině případů u svítidel pro venkovní osvětlování že během provozu „dýchají“ je v provozní teplotě vnitřního prostoru a že stupeň degradace odrazných povrchů je vyšší je závislý na radiačním účinku světelného zdroje na odraznou plochu. Tuto závislost lze vyjádřit vztahem

$$LMF = f_c (IP, \vartheta_p, T_r, t_p) \quad (3)$$

kde IP je odpovídající stupeň krytí optické části svítidla,

ϑ_p ustálená provozní teplota optické části,

T_r radiační úroveň zdroje na odraznou plochu

t_p doba provozu svítidla do jeho opětovného vyčištění

Lze konstatovat, že svítidla, která mají světelný zdroj s nižší produkcí tepla mají i nižší teplotní úrovně uvnitř svítidla. Znečišťují se podstatně méně, než svítidla s vysokou provozní teplotou (vysokotlaké sodíkové výbojky a pod) či nižší (světelné diody a indukční výbojky) provozní teplotou. Pro srovnání, jsou některé hodnoty provozních teplot optických částí uvedeny v následující tabulce.

Typ		Vysokotlaká sodíková výbojka	Indukční výbojka	Světelné diody	Poznámka
Vnitřní prostor	(°C) /(K)	310 / 583 *	120 / 393	95 / 368	* 50 -100W
Zdroj IR	(K)	5 000	0	0	

TAB.III. – Provozní teploty ve vnitřním prostoru optické části svítidla

Důsledky radiačních účinků průmětu obloukového výboje vysokotlaké sodíkové výbojky jsou vyobrazeny na obrázku 1a (bez radiačního účinku), 1b (s radiačním účinkem).



Obr.1a , 1b – Negativní dopady IR záření oblouku na odraznou plochu svítidla

Udržovací činitel svítidel se světelnými diodami

V rámci vývoje svítidel ZEUS 72 jsou pravidelně testovány a hodnoceny svítidla se světelnými diodami. Na obrázku 2 je vyobrazeno svítidlo, které bylo v provozu přes 36 měsíců.



Obr. 2. – Hodnocené a posuzované svítidlo ZEUS 72

Levá část vyobrazeného svítidla má vyčištěné krycí sklo z 1/2. Vnitřní prostor je potom vyobrazen na obrázku 3.



Obr. 3 – Optická část svítidla se světelnými diodami

Poznámka :

Do redakční uzávěrky sborníku se nepodařilo vyhodnotit všechna měření.

Výsledky ukazují, že bude nutné uvedené skutečnosti vzít v úvahu a potom zákonitě musí dojít ke změnám hodnot udržovacího činitele svítidel se světelnými diodami v závislosti na době provozu. Je však jisté, že za reálnou dobu provozu svítidel se světelnými diodami bude možné považovat v intervalu do 5 roků.

Závěr

Je zřejmé, že stanovení udržovacího činitele obecně, musí být věnována daleko větší pozornost, tak aby byly zohledněny všechny podmiňující skutečnosti. Okrajové zohlednění podmiňujících skutečností může vést k tomu, že budou získány zcela nerelevantní hodnoty udržovacího činitele. Je to potencionální zdroj úspor.

Jednou z možností, jak snížit celkové náklady na provoz OS je v aplikaci moderních svítidel se světelnými diodami, které umožní posunout hranici intervalu údržby až na 5 roků, jak prokazují dosahované výsledky z prvních měření v reálném provozu a stanou se tak významným zdrojem celkových úspor.

Literatura

- [1] Plch,J.: Světelná technika v praxi IN EL Praha, 2000, 256 stran IBSN: 80-86230-09-0
- [2] Plch,J.: Konstrukce svítidel a provoz osvětlovacích soustav
- [3] Sylaby přednášek kurzu oboru Elektroenergetika FEI VUT v Brně, Brno 2001
- [4] Sokanský, K., a kol. :Světelná technika ČVUT Praha 2011, 256 stran ISBN 978-80-01-04941-9
- [5] Habel,J. a kol.:Světlo a osvětlování FCC Public Praha, 2013, 624 stran,ISBN 978-80-86534-21-3
- [6] Posuzování shody výrobků, část B – Elektrická zařízení Plch,J.: Posuzování shody svítidel-část I Verlag DASHÖFER Praha, 2008, ISBN
- [7] ČSN 33 2000-7-714, ed 2 Elektrické instalace nízkého napětí – Část 7-714 : Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Venkovní světelné instalace : (2012)

Výpočtové modely dráhy slunce v kontextu nové evropské normy

Marcel Pelech, Ing., A.W.A.L. s.r.o.
Jan Kaňka, Doc. Ing. Ph.D., ČVUT fakulta stavební

Tento příspěvek vznikl na základě prezentace konané v rámci setkání CEN/TC 169/WG 11 v Kodani v květnu roku 2013. V rámci nově připravované evropské normy na denní osvětlení se připravuje část, která řeší proslunění. V rámci této přípravy se rozvinula diskuse, zda a jak je nutné stanovovat jednotnou výpočetní metodu. Na začátku této diskuse se někteří účastníci klonili k názoru, že vzhledem k rozdílům slunečních drah v čase je vlastně jedno, která metoda se bude používat.

Takto nastavená libovůle, by mohla fungovat pouze za předpokladu, že všechny metody dávají stejný nebo téměř stejný výsledek.

Pro výpočet zdánlivé dráhy slunce po obloze je nejdůležitějším parametrem deklinace.

Deklinace je úhel mezi rovinou rovníku a dopadajícím slunečním paprskem. Protože je Zemská osa skloněna o $23^{\circ}27'$ vůči ose, kolmé na rovinu dráhy oběhu Země kolem Slunce, tak se hodnota deklinace během roku neustále mění, v každém okamžiku je jiná a pohybuje se přibližně od $+23^{\circ}27'$ do $-23^{\circ}27'$

Existuje řada modelů pro výpočet deklinace, které jsou v Evropě v technické praxi užívány. Pro příklad uvádím alespoň tři z nich:

$$\delta = 23,45^{\circ} \sin(0,98^{\circ} D + 29,7^{\circ} M - 109)$$

kde D je číslo dne, a M je číslo měsíce, v den výpočtu.

Tato metoda je používána ČSN 73 0581. Výhoda této metody spočívá v jednoduchém vztahu a jednoduchém vstupním parametru, tj datum výpočtu.

Další je uvedena v německé DIN 5034 část 2

$$\delta (J) = \{0,3948 - 23,2559 \cdot \cos (J' + 9,1^{\circ}) - 0,3915 \cdot \cos (2J' + 5,4^{\circ}) - 0,1764 \cdot \cos (3 \cdot J' + 26,0^{\circ})\}^{\circ}$$

kde

$$J' = 360^{\circ} \cdot J/365$$

J je pořadové číslo dne od 1 od 365.

A jako poslední je možné uvést metodu z britské BS 8206

$$\delta_s = 0.006918 - 0.399912 \cos \tau_d + 0.070257 \sin \tau_d - 0.006758 \cos 2 \tau_d + 0.000907 \sin 2 \tau_d - 0.002697 \cos 3 \tau_d + 0.001480 \sin 3 \tau_d$$

kde

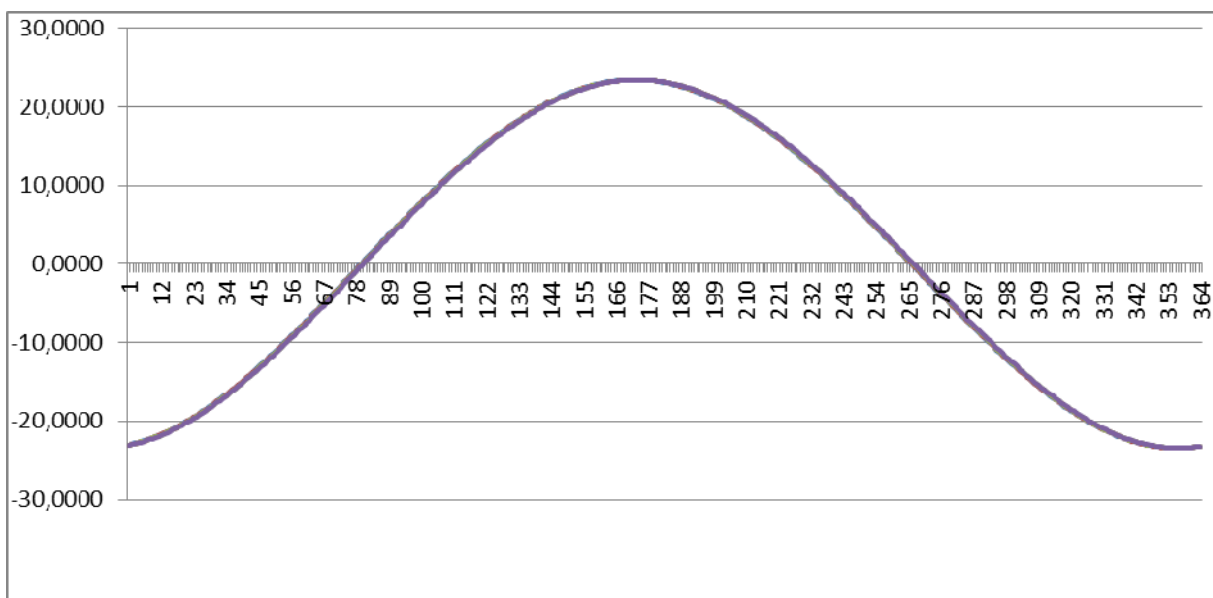
$$\tau_d = \frac{2\pi (J - 1)}{365}$$

J je pořadové číslo dne od 1 od 365.

Tyto obě metody jsou na rozdíl od předchozí založeny na pořadovém čísle dne.

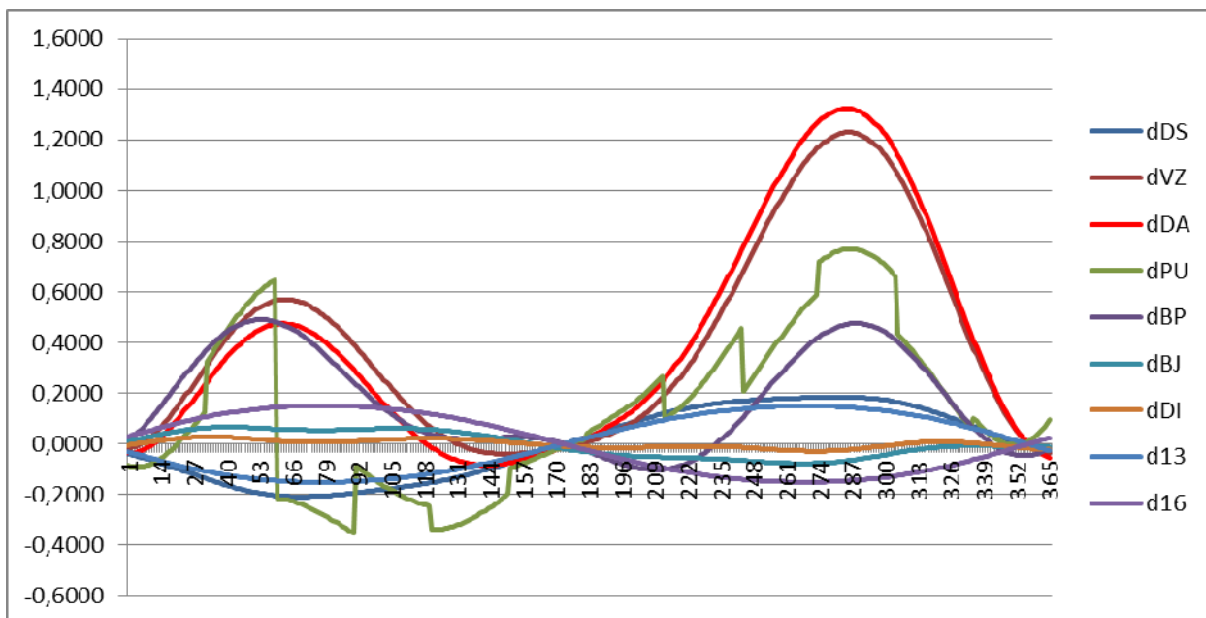
Existuje i řada dalších metod tu více či méně složitých vztahů popisujících tuto „sínusovou“ závislost deklinace v čase během roku.

Při porovnání jednotlivých metod, se z vypočtených hodnot zdálo, že skutečně velké rozdíly nejsou. Přesto ale nějaké rozdíly jsou a tedy potřeba zvolit jiný způsob vyhodnocení.



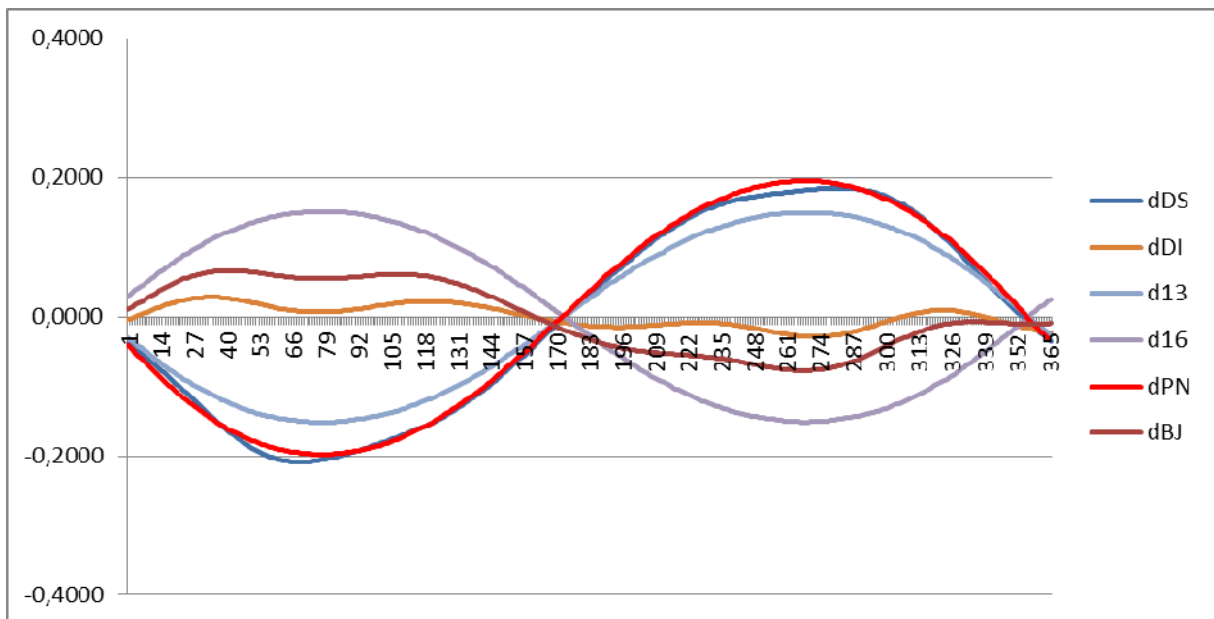
• Obr. 1 „Rozptyl“ průběhu deklinací několika zvolených výpočtových modelů

Jiným možným vyhodnocením je zobrazení rozdílů mezi jednotlivým průběhem a smlouvenou základní hodnotou. Za základ byla zvolena hodnota deklinace vypočtená jako průměrná deklinace za období let 2013 až 2016 převzatá z databáze systému JPL HORIZONS.



• Obr. 2 Zobrazení rozdílů pro jednotlivé modely včetně deklinací dle JPL HORIZONS

Výsledné hodnoty se tedy od té smluvní zvolené jako průměr z let 2013 až 2016 liší a některé modely jsou i v průběhu roku dost nevyvážené. Z průběhů uvedených v obr. 2 již lze některé modely vyloučit a je možné se zaměřit na ty, které se nejvíce blíží skutečné závislosti deklinace na čase.



Obr.3. Průběhy vybraných modelů včetně přepočtu na deklinaci pro poledne v Praze.

Na základě této prezentace bylo ještě na setkání v Kodani téměř jednohlasně přijato rozhodnutí, že není možné výpočty provádět dle libovolného modelu a druhým rozhodnutím bylo zvolení metody z DIN (průběh označen dDI). Pro nás by ale možná byl zajímavější průběh deklinace s označení dDS, který se nejvíce přibližuje deklinaci pro poledne středoevropského času (dPN).

Literatura a odkazy

- [1] ČSN 73 0581 Oslunění budov a venkovních prostor - Metoda stanovení hodnot.
- [2] DIN 5034 Teil 2 Tageslicht in Innenräumen — Teil 2 Grundlagen
- [3] BS 8206 Lighting for buildings – Part 2 Code of practice for daylighting
- [4] JPL Solar System Dynamics, NASA

Legislativa a praxe pravidelných kontrol nouzového osvětlení

Ing. Lukasz Franek, Ing. Jaroslav Šnobl
ENVIspot a.s., www.envispot.cz, info@envispot.cz

Nouzové osvětlení na základě vyhlášky č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru je požárně bezpečnostním zařízením (PBZ), a proto se na něho vztahují stejné požadavky jako na ostatní PBZ. Tato vyhláška stanovuje, že minimálně jednou za rok je nutno provádět kontroly provozuschopnosti všech PBZ. Pokud však výrobce, projektová dokumentace nebo posouzení požárního nebezpečí určí kratší lhůty, je potřeba kontroly provádět častěji.

Častým problémem, především u nouzových svítidel s vlastními zdroji, je krátká životnost akumulátorových baterií. Příčinou mohou být nekvalitní akumulátory, které delší dobu ležely na skladě prodejce, aniž by byly pravidelně dobíjeny, nedodržení předepsaného postupu během instalace, provozování těchto akumulátorů ve vysokých teplotách uzavřených svítidel nebo v podhledech bez výměny vzduchu. Pro případ reklamace pak výrobce požaduje předložení provozního deníku vedeného na základě požadavků normy ČSN EN 50172 Systémy nouzového únikového osvětlení. Tato norma mezi jinými stanovuje požadavky na kontrolu systémů nouzového osvětlení, předepisuje způsob a četnost pravidelných testů a zavádí povinnost vést provozní deník.

Pravidelné prohlídky a zkoušky nouzového osvětlení:

- denně – kontrola ukazatelů činnosti centrálního napájení
- jednou za měsíc – zkouška funkčnosti všech nouzových svítidel
- jednou za rok – zkouška funkčnosti celého systému po předepsanou plnou jmenovitou dobu provozu; po zkoušce funkčnosti následuje kontrola nabíjení.

Denní kontroly je nutno provádět pouze u systémů s centrálním napájením nouzových svítidel. Jedná se pouze o vizuální kontrolu indikátorů stavu zařízení, to znamená např. kontrola signalizačních LED, stavového řádku LCD atp. Těmito kontrolami se zjišťuje, zda je zařízení v provozu a zda na něm nebyla detekována žádná porucha. Výsledky kontrol není nutné zapisovat do provozního deníku.

Během pravidelných měsíčních funkčních zkoušek se provádí test jednotlivých svítidel, zda opravdu svítí. U systémů s centrální baterií funkčnost svítidel dokáže otestovat řídicí jednotka, ať už komunikací s adresnými moduly v individuálních svítidlech nebo porovnáváním odběru na jednotlivých okruzích s referenčními hodnotami. Obdobná situace je i u systému nouzových svítidel s vlastními bateriemi propojenými sběrníci ke společné řídicí jednotce. Složitější situace nastává ve velkých objektech, kde jsou použita nejlevnější autonomní nouzová svítidla bez funkce autotestu. Obsluha v tomto případě musí na jednotlivých svítidlech spouštět test zmáčknutím tlačítka nebo odpojením spínacího obvodu. Navíc je potřeba jednou měsíčně zkontrolovat, zda všechna nouzová svítidla jsou čistá a na svých pozicích. Výsledky funkčních zkoušek se zapisují do provozního deníku.

Jednou za rok je třeba provést kontrolu provozuschopnosti. Jedná se o funkční zkoušku, která trvá po předepsanou plnou jmenovitou dobu provozu. Po této kontrole následuje kontrola nabíjení. V případě systému s centrální baterií je kontrola velmi jednoduchá, jelikož obsluha provádí všechny potřebné úkony z jednoho místa. U autonomních svítidel bez centrálního nebo automatického testování je potřeba u každého svítidla stát a kontrolovat čas stopkami. Rovněž výsledky kontrol provozuschopnosti je nutno zapisovat do provozního deníku.

Do provozního deníku nouzového osvětlení se zapisují tyto údaje:

- datum uvedení systému do provozu včetně všech dokladů týkajících se jeho změn a úprav
- datum každé pravidelné prohlídky a zkoušky (testu)
- datum a stručný popis každé provedené údržby (servisního úkonu), prohlídky a zkoušky (testu)

- data a stručné popisy každé závady a její nápravy
- datum a stručný popis každé úpravy instalace nouzového osvětlení
- pokud lze použít jakýkoliv automatický zkušební přístroj, musí být popsány jeho hlavní charakteristiky a způsob jeho činnosti

Při provádění pravidelných kontrol provozuschopnosti často chybí nebo není dostupná průvodní dokumentace k nouzovému osvětlení (výkresová dokumentace, bloková schémata, provozní deníky) a pokud k dispozici je, tak se nejedná o dokumentaci skutečného stavu. Již od kolaudace by měly být k dispozici dostupné tyto doklady:

- prohlášení zodpovědného projektanta požárně bezpečnostního zařízení
- prohlášení o montáži nouzového osvětlení a ostatního požárně bezpečnostního zařízení
- protokol o funkční zkoušce nouzového osvětlení a ostatního požárně bezpečnostního zařízení
- protokol o kontrole provozuschopnosti nouzového osvětlení a ostatního požárně bezpečnostního zařízení
- výkresová dokumentace nouzového osvětlení

Bez této dokumentace je provedení kvalifikované funkční zkoušky nebo kontroly provozuschopnosti, obzvláště ve velkých objektech nemožné. Ať se jedná o nouzová svítidla s vlastní baterií bez vzdáleného monitoringu nebo se sběrníkovou komunikací, ale i o systémy centrální baterie s okruhovým monitoringem i adresným monitoringem jednotlivých svítidel, vždy je potřeba minimálně jednou měsíčně zkontrolovat nejen, že tato svítidla svítí, ale i zda jsou opravdu na předepsaných místech a jsou čistá. Je potřeba vědět, kde jsou jističe nebo jiné spínací prvky, které zajišťují rozsvěcení nebo přepínání zdroje napájení nouzových svítidel. I v případě existence podrobné výkresové dokumentace je vhodné, aby obzvláště kombinovaná nouzová svítidla byla viditelně označená, například zelenou tečkou pro lepší rozlišení svítidel, která jsou používána pouze pro běžný provoz a která i pro provoz v případě nouze.

Prováděním předepsaných kontrol je možné odhalit poruchy na systémech nouzového osvětlení a tím zamezit škodám na zdraví v případě evakuace, ale také nemalým ekonomickým ztrátám. V případě autonomních systémů je možné v době záruky odhalit např. vadné akumulátory. Pravidelné kontroly systémů s centrální baterií dokážou odhalit banální závady, které, pokud nebudou řešeny, mohou mít za následek zničení akumulátorů v hodnotě desítek až stovek tisíc korun.



• Obrázek: nafouknuté akumulátory zničené v důsledku vadného nabíječe

Literatura

ČSN EN 1838: Světlo a osvětlení – nouzové osvětlení Stanovuje světelně-technické požadavky na soustavy nouzového osvětlení. Doporučuje umístění nouzových a nouzových únikových svítidel.

ČSN EN 50172: Systémy nouzového únikového osvětlení Stanovuje požadavky na kontrolu systémů nouzového osvětlení, předepisuje způsob a četnost pravidelných testů a zavádí povinnost vést provozní deník.

ČSN EN 50171: Centrální napájecí systémy Předepisuje požadavky na centrálně napájené systémy nouzového osvětlení, jejich technické parametry a stanovuje minimální požadavky na konstrukci těchto systémů.

ČSN EN 60598-2-22 - Svítidla - Část 2-22: Zvláštní požadavky - Svítidla pro nouzové osvětlení Stanovuje požadavky na nouzová svítidla

ČSN EN 50272-2: Bezpečnostní požadavky pro akumulátorové baterie a akumulátorové instalace – část 2: Staniční baterie Stanovuje požadavky na bezpečnost bateriových systémů. Jejich instalaci, provozní podmínky, kontrolu, servis a výměnu baterií.

ČSN EN 12193: Světlo a osvětlení – Osvětlení sportovišť Stanovuje světelně-technické požadavky na bezpečnostní osvětlení sportovišť.

ČSN 73 7507: Projektování tunelů pozemních komunikací a TP 98: Technologické vybavení tunelů pozemních komunikací Předepisuje požadavky na nouzové a náhradní osvětlení v tunelech pozemních komunikací.

ČSN 73 0831: Požární bezpečnost staveb - Shromažďovací prostory Předepisuje, ve kterých prostorech se používají trvalé svítící nouzová svítidla.

ČSN 33 2420 ed.2: Elektrické instalace nízkého napětí - Elektrická zařízení v divadlech a jiných objektech pro kulturní účely Stanovuje požadavky na nouzové osvětlení a jeho napájení v divadlech a jiných objektech pro kulturní účely.

Vyhláška č. 246/2001 Sb. o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci) Označuje nouzové osvětlení jako požárně bezpečnostní zařízení

Vyhláška č. 23/2008 Sb. o technických podmínkách požární ochrany staveb Předepisuje ve kterých objektech je nutné používat nouzové osvětlení

Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci Předepisuje používání nouzového osvětlení na pracovištích

...ostatní národní předpisy (stavební, požární, elektroinstalační)

Veřejné osvětlení a obec pod lupou zákona

JUDr. Tomáš Sequens, JUDr. Petra Nováková, Ph.D., JUDr. Richard Hamran,
Kocián Šolc Balaščík, advokátní kancelář, s.r.o.,
www.ksb.cz, tsequens@ksb.cz, pnovakova@ksb.cz, rhamran@ksb.cz

Jak název napovídá, klíčovými hesly předmětného příspěvku[1] jsou veřejné osvětlení, obec a zákon (v širším smyslu [2]). Pokusíme se přiblížit, jak dané pojmy spolu souvisí a jaký závěr nám z jejich vztahu vyplývá.

Není obec jako obec

Není nutno v obecné rovině objasňovat hesla „veřejné osvětlení“ či „obec“. Ať laik nebo profesionál, bez větších potíží dokáže tyto srozumitelně vysvětlit či popsat, liší se jen úhel pohledu. Zákon však dává předmětným pojmům specifický – tzv. normativní význam. Zákon totiž obecně říká, jak se kdo smí, musí, resp. nesmí chovat. Z pohledu onoho subjektu, na který zákon míří, tedy adresáta práva, jde o jeho práva a povinnosti. A to v závislosti na tom kterém společenském (právním) vztahu, v němž se nachází. Tento účel samozřejmě naplňují i jiné než právní normy (např. morální, etické či náboženské), avšak zákon je výjimečný tím, že jeho respektování si dokáže vynutit pomocí veřejné moci, jejímiž nositeli jsou např. správní orgány, soudy či exekutoři.

Z hlediska zákona se tedy budeme dívat na obec jako na subjekt práv a povinností, jež mu náleží ve vztahu k veřejnému osvětlení nacházejícího se na jeho území. Pokud jde o obsah předmětného právního vztahu, tedy o výčet konkrétních práv a povinností, předmětem zájmu širší veřejnosti v poslední době je zejména problematika osvětlování dálnic a silnic v zastavěném území obce, jak ji pojednává prováděcí vyhláška k zákonu o pozemních komunikacích [3]. Stranou zájmu naopak zůstává veřejné osvětlení místních a účelových komunikací.

Pro lepší pochopení právního vztahu obce k veřejnému osvětlení obecně a k povinnosti osvětlovat dálnice a silnice v zastavěném území obce zvláště, je nejdříve vhodné přiblížit si – očima zákona – jak samotný pojem veřejného osvětlení, tak další související pojmy jako pozemní komunikace či zastavěné území, o jejichž (ne)právním významu platí stejně to, co jsme si výše uvedli k obci.

K povaze veřejného osvětlení

Zákon o pozemních komunikacích[4] vymezuje veřejné osvětlení obecně jako příslušenství pozemní komunikace, a to konkrétně dálnice, silnice a místní komunikace (to však neplatí bezvýjimečně – viz dále). Pozemní komunikací se podle tohoto zákona rozumí dopravní cesta určená k užití silničními a jinými vozidly a chodci [5]. Pokud jde o kategorie pozemních komunikací, zákon rozlišuje čtyři: (i) dálnice, coby pozemní komunikace určená pro rychlou dálkovou a mezistátní dopravu silničními motorovými vozidly [6], (ii) silnice, což je veřejně přístupná pozemní komunikace určená k užití silničními a jinými vozidly a chodci [7], která se podle svého určení a dopravního významu dále rozděluje do tří tříd [8], (iii) místní komunikace, jakožto veřejně přístupná pozemní komunikace, která slouží převážně místní dopravě na území obce [9]; místní komunikace se rovněž rozděluje podle dopravního významu, určení a stavebně technického vybavení do čtyř tříd [10], a konečně, (iv) účelová komunikace, kterou se rozumí pozemní komunikace sloužící ke spojení jednotlivých nemovitostí pro potřeby vlastníků těchto nemovitostí nebo ke spojení těchto nemovitostí s ostatními pozemními komunikacemi nebo k obhospodařování zemědělských a lesních pozemků [11]. O zařazení pozemní komunikace do kategorie dálnice, silnice nebo místní komunikace rozhoduje příslušný silniční správní úřad, a to na základě jejího určení, dopravního významu a stavebně technického vybavení [12].

Z hlediska obce je významný úsek dálnice a silnice, který vede jejím územím; zákon takovou část pozemní komunikace označuje jako „průjezdni úsek dálnice nebo silnice“ coby území zastavěné nebo zastavitelné, pokud se tím převádí převážně průjezdná doprava tímto územím [13]. A jak poznat hranice takového zastavěného území? Jistě nelze bez dalšího spoléhat jen na umístění dopravních

značek „Obec“ a „Konec obce“. Hranici zastavěného území nalezneme obsaženou buď ve schválené územně plánovací dokumentaci anebo u stavebního úřadu, který ji určil, a to v případě, že ji neobsahovala schválená územně plánovací dokumentace [14].

Pokud jde o otázku určení vlastnictví k pozemním komunikacím, odpověď nalezneme v zákoně o pozemních komunikacích. Ten konkrétně stanoví, že vlastníkem dálnic a silnic I. třídy je stát a vlastníkem silnic II. a III. třídy je kraj, na jehož území se silnice nacházejí. Vlastníkem místních komunikací je pak obec, na jejímž území se místní komunikace nacházejí, a konečně, vlastníkem účelových komunikací je právnická nebo fyzická osoba [15]. Z daného vyplývá nejen to, že vlastníkem pozemních komunikací mohou být jen zmíněné subjekty, ale rovněž to, že pro určení vlastnictví je rozhodná kategorie pozemní komunikace a nikoli její poloha; to znamená, že vlastníkem dálnice a silnice I. třídy, resp. vlastníkem silnice II. a III. třídy je stát, resp. kraj, a to bez ohledu na to, zda se tato pozemní komunikace nachází v zastavitelném území obce nebo mimo něj. Z hlediska pozemních komunikací (nepočítaje účelové komunikace) tedy platí na území obce zpravidla dvojí vlastnický režim: místní komunikace patří obci, a silnice/dálnice, resp. její průjezdní úsek vedoucí zastavěným územím obce, patří buď příslušnému kraji či státu.

Bylo zmíněno, že v obecné rovině je veřejné osvětlení ve vztahu k dálnici, silnici a místní komunikaci jejich příslušenstvím. O příslušenství přitom z hlediska práva obecně platí, že jde o věc, která náleží vlastníku věci hlavní a je jí určena k tomu, aby byla s hlavní věcí trvale užívána [16]. Příslušenství a hlavní věc tedy musí mít vždy téhož vlastníka. Pokud tedy jde o vlastnictví ve vztahu k pozemním komunikacím, pak v zásadě platí, že vlastníkem veřejného osvětlení je vlastník té které pozemní komunikace. Avšak pozor! Z daného pravidla platí zákonná výjimka, která je pro účely řešené problematiky stěžejní.

Zákon o pozemních komunikacích výslovně uvádí, že veřejné osvětlení nacházející se v průjezdním úseku dálnice a silnice, resp. v zastavěném území obce, není příslušenstvím takové pozemní komunikace [17]. Jinými slovy, v tomto úseku obce tedy automaticky neplatí, že silnice a veřejné osvětlení mají téhož vlastníka. Zda tedy veřejné osvětlení náleží kraji, obci nebo třetí osobě, záleží na konkrétních okolnostech (vlastnických vztazích) každé jednotlivé obce.

Povinnost osvětlovat pozemní komunikace vs. péče o veřejné osvětlení

Skutečnost, že veřejné osvětlení není příslušenstvím dálnice/silnice v zastavěném území obce, resp. že může patřit jinému subjektu než vlastníkovi těchto komunikací, má zásadní význam pro přičitatelnost povinnosti péče o pozemní komunikace (včetně povinnosti zajišťovat osvětlování dálnic a silnic v zastavěném území obce).

Tato povinnost, jejíž podrobnosti stanoví prováděcí vyhláška k zákonu o pozemních komunikacích [18], tíží z povahy věci zásadně vlastníka pozemních komunikací. Problémy v tomto ohledu zřejmě nečiní situace, kdy vlastník pozemní komunikace současně vlastní i veřejné osvětlení. **Jiná situace však nastává, když vlastník takové komunikace současně nevlastní přiléhající veřejné osvětlení. Pokud tedy například přes obec vede silnice II. třídy, její osvětlení musí zajistit primárně kraj, byť veřejné osvětlení vlastní dotyčná obec.**

V situacích s odlišným vlastnictvím komunikací a veřejného osvětlení se však mohou snadno objevit praktické problémy, a to např. v otázce hrazení a náhrady nákladů souvisejících s osvětlováním či údržbou veřejného osvětlení.

V tomto ohledu je podstatné vymezení předmětné povinnosti, jak ji stanoví § 25 prováděcí vyhlášky k zákonu o pozemních komunikacích: „Dálnice a silnice se vždy osvětlují v zastavěném území obcí“. Z dané formulace této povinnosti, která tíží vlastníka komunikací, lze dovozovat, že směřuje „pouze“ k dosažení stanoveného výsledku – tedy jinými slovy k zajištění toho, aby pozemní komunikace byly osvětleny – přičemž způsob, jakým vlastník tohoto výsledku dosáhne, již zákonodárce (resp. „vyhláškodárce“) neurčuje.

Je tedy v zásadě na uvážení povinného subjektu (tj. kraje/státu), jakými prostředky osvětlování daných komunikací zajistí. V úvahu přitom přichází několik možností: od zřízení (stavby) vlastního veřejného osvětlení, přes jeho odkoupení nebo pronajmutí od stávajícího vlastníka (např. obce), až k dohodě o spolupráci se stávajícím vlastníkem, který pro něj za náhradu bude zajišťovat danou povinnost. Ať už bude povinný subjekt danou povinnost plnit sám nebo prostřednictvím třetí osoby, měl by to být on,

kdo bude nést náklady s tím související (zejména dodávky elektřiny a provoz, údržba a opravy veřejného osvětlení).

V rámci diskuse širší veřejnosti na dané téma zaznívá v této souvislosti dotaz, jak se stavět k (zřejmě nikoli ojedinělé) situaci, kdy obec sice fakticky, ale bez jakéhokoli právního rámce, zabezpečuje na vlastní náklady osvětlení silnic namísto jejich vlastníka – kraje/státu. Mnohé obce tak navíc činí dlouhou dobu a v domněnání, že jsou k tomu samy povinny. Na tento problém lze nahlížet ze dvou rovin.

První rovina se týká otázky, zda lze po kraji/státu nárokovat náklady, které za něj obec již vynaložila. Na situaci, kdy za povinného poskytnutí plnění někdo jiný, ač tak učinit nemusí, nahlíží zákon primárně jako na bezdůvodné obohacení [19]; zákon v tomto případě příkazuje tomu, za koho se plnilo (tedy kraji/státu), poskytnout peněžitou náhradu tomu, kdo za něj plnil (tedy obci)[20]. Teoreticky tedy nelze bez dalšího vyloučit, že obec by měla nárok na náhradu alespoň části nákladů, které již vynaložila namísto kraje/státu v souvislosti s osvětlováním silnic na svém území [21].

Teoreticky rovněž nelze vyloučit aplikaci tzv. jednatelství bez příkazu [22], které spočívá v obstarání cizí záležitosti bez právního důvodu (ujednání/souhlasu) za účelem buď odvracení hrozící škody (tzv. nutné jednatelství), nebo k prospěchu jiného (tzv. účelné jednatelství) [23]. Pokud by byly podmínky jednatelství bez příkazu splněny, nelze vyloučit, že by obec měla vůči kraji/státu nárok na náhradu nutně vynaložených nákladů k odvracení hrozící škody, resp. toho, oč se kraj/stát obohatily. Bylo-li by však jednání obce považováno za jednatelství za účelem prospěchu kraje/státu (a nikoli k odvracení hrozící škody), odpovídala by obec za škodu, která při takovém jednání vznikla, a to i tehdy, vznikla-li by škoda náhodně [24].

Druhá rovina nastíněného problému se týká uspořádání vztahů mezi obcí a krajem/státem do budoucna tak, aby odpovídala tomu, co předpokládá prováděcí vyhláška k zákonu o pozemních komunikacích. Tedy dostat se ze stavu, kdy obec plní povinnost a nese náklady za kraj/stát, do stavu, kdy tuto povinnost včetně nákladů bude plnit kraj/stát. V ideálním případě by to měl být kraj/stát coby vlastník pozemních komunikací, jehož tíží předmětná povinnost, kdo vyvolá iniciativu s cílem domluvit se s vlastníkem veřejného osvětlení (obcí) na jejím „převzetí“. Jak už bylo výše zmíněno, způsobů, jak daný vztah upravit, je několik, a bude tedy záležet na konkrétní dohodě obou stran. Praxe se od ideálu samozřejmě lišit může a v některých případech nelze vyloučit spíše zdrženlivý postoj ze strany krajů/států. V těchto případech tak rovněž nelze vyloučit, že obce za účelem zvýšení motivace státu/krajů k vyjednávání zvažují i uplatnění nároků, jak jsme se o nich zmínili výše. Zájem na vzájemném vyřešení dané situace by tak mohl být na obou stranách.

Shora nastíněné samozřejmě neznamená, že do doby, než se obec a kraj/stát domluví na řádném zajišťování povinnosti osvětlovat silnice, má být obci stav dálnic/silnic vedoucích přes její území zcela lhostejný, příp. že má své veřejné osvětlení osvětlující tyto pozemní komunikace bez dalšího vypnout a ponechat svému osudu.

V prvé řadě je třeba poukázat na rozdíl mezi povinnostmi zajišťovat osvětlení dálnic/silnic v průjezdním úseku obce, která tíží vlastníka těchto komunikací (kraj/stát), a povinnostmi ve vztahu k veřejnému osvětlení coby věci jako takové, která z principu tíží jeho vlastníka (obec). Není nutno blíže vysvětlovat zásadu, že vlastnictví je nejen chráněno, ale i zavazuje. V tomto ohledu lze na obec jako vlastníka veřejného osvětlení ve vztahu k třetím osobám hledět podobně jako na vlastníka jakékoli jiné stavby. A jako vlastník stavby pak obec má určité povinnosti bez ohledu na to, že to není obec, kdo má plnit povinnost kraje/státu osvětlovat pozemní komunikace. Vlastníkovi veřejného osvětlení přinejmenším plynou povinnosti ze stavebního zákona příkazující o něj řádně pečovat [25]; rovněž nelze opomíjet ani obecnou prevenční povinnost, podle níž je každý povinen si počínat tak, aby nedocházelo ke škodám na životě, zdraví osob, majetku a životním prostředí [26].

I plnění některých povinností vlastníka lze samozřejmě smluvně přenést na jiný subjekt. Není rovněž vyloučeno, aby se v rámci dohody o uspořádání vztahů mezi obcí a krajem/státem ohledně osvětlování silnic kraj/stát rovněž zavázal zajistit řádnou péči o veřejné osvětlení. Do té doby však veškeré následky za neplnění „vlastnických povinností“ jdou za obcí.

Prevenční povinnosti by zřejmě neodpovídal ani případ, kdy by obec, s odkazem na to, resp. s vědomím toho, že silnice osvětlovat „nemusí“, bez varování „z jednoho dne na druhý“ veřejné osvětlení vypnula. Neočekávaná absence osvětlení silnic by totiž mohla ztížit, příp. až znemožnit předvídatelnost nebezpečných situací na rizikových místech komunikací.

V tomto ohledu lze poukázat i na zákonnou[27] objektivní odpovědnost obce za škodu vzniklou následkem závady ve schůdnosti průjezdního úseku silnice, která spočívá v jejích nepředvídatelných změnách[28]. Zatímco totiž u závady ve sjízdnosti[29] se uplatní pravidlo, že za škodu odpovídá vlastník dané komunikace [30], v případě závady ve schůdnosti odpovídá obec i za škodu vzniklou na silnicích vedoucích přes její území, tzv. na pozemních komunikacích, které jí nepatří. Nelze bez dalšího vyloučit, že (ne)existence či nedostatečná kvalita veřejného osvětlení může v konkrétním případě ovlivnit schůdnost např. přechodu pro chodce na průjezdních úsecích silnic.

Samozřejmě, jak to už (nejenom v právu) chodí, svět není černobílý a nelze proto poskytnout paušalizovanou odpověď řešící veškeré možné situace. Naopak, konkrétní rozsah povinností obce či jiného subjektu ve vztahu k veřejnému osvětlení i z toho plynoucí rizika či jiné důsledky, ale i možnosti, lze posoudit až v návaznosti na konkrétní okolnosti každého jednotlivého případu. Platí to tím spíše v případě veřejného osvětlení, coby problematiky z právního hlediska komplexní a v praxi málo probádané.

- [1]. Který tematicky navazuje na článek „Normy ve veřejném osvětlení z pohledu práva“ uveřejněný na konferenci Kurz osvětlovací techniky XIX. Dlouhé Stráně (Loučná nad Desnou) v září 2012
- [2]. Čímž myslíme obecně právní předpisy, mezi něž, kromě zákonů, patří např. i vyhlášky ministerstev.
- [3]. Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů č. 104/1997 Sb., kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „prováděcí vyhláška k zákonu o pozemních komunikacích“), v ustanovení § 25 konkrétně stanoví, že dálnice a silnice se vždy osvětlují v zastavěném území obcí. Podrobnosti obsahují doporučené české technické normy, a to mimo jiné normy ČSN EN 13201-1 až 4 Osvětlování pozemních komunikací, které nahradily normu ČSN 36 0400 Veřejné osvětlení.
- [4]. Celým názvem zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon o pozemních komunikacích“).
- [5]. Viz ustanovení § 2 odst. 1 zákona o pozemních komunikacích.
- [6]. Viz ustanovení § 4 odst. 1 zákona o pozemních komunikacích.
- [7]. Viz ustanovení § 5 odst. 1 zákona o pozemních komunikacích.
- [8]. A to na (a) silnice I. třídy, která je určena zejména pro dálkovou a mezistátní dopravu, (b) silnice II. třídy, která je určena pro dopravu mezi okresy a (c) silnice III. třídy, která je určena k vzájemnému spojení obcí nebo jejich napojení na ostatní pozemní komunikace. Silnice I. třídy vystavěná jako rychlostní silnice je určena pro rychlou dopravu a je přístupná pouze vymezeným silničním motorovým vozidlům. Rychlostní silnice má obdobné stavebně technické vybavení jako dálnice. K tomu viz § 5 odst. 2 a 3 zákona o pozemních komunikacích.
- [9]. Viz ustanovení § 6 odst. 1 zákona o pozemních komunikacích.
- [10]. A to na (a) místní komunikace I. třídy, kterou je zejména rychlostní místní komunikace, (b) místní komunikace II. třídy, kterou je dopravně významná sběrná komunikace s omezením přímého připojení sousedních nemovitostí, (c) místní komunikace III. třídy, kterou je obslužná komunikace a (d) místní komunikace IV. třídy, kterou je komunikace nepřístupná provozu silničních motorových vozidel nebo na které je umožněn smíšený provoz. K tomu viz § 6 odst. 3 zákona o pozemních komunikacích.
- [11]. Viz ustanovení § 7 odst. 1 zákona o pozemních komunikacích.
- [12]. Viz ustanovení § 3 odst. 1 zákona o pozemních komunikacích.
- [13]. Viz ustanovení § 8 zákona o pozemních komunikacích.
- [14]. Stavební úřad tak činí na návrh příslušného silničního správního úřadu a po předchozím projednání s obcí, o jejíž území jde. Viz ustanovení § 8 zákona o pozemních komunikacích.
- [15]. Viz ustanovení § 9 odst. 1 zákona o pozemních komunikacích.
- [16]. Viz ustanovení § 121 odst. 1 zákona č. 40/1964 Sb., občanského zákoníku, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „občanský zákoník“).
- [17]. Viz ustanovení § 14 odst. 1 písm. b) zákona o pozemních komunikacích.
- [18]. Viz ustanovení § 9 odst. 4 zákona o pozemních komunikacích.
- [19]. Viz ustanovení § 454 občanského zákoníku.
- [20]. Viz ustanovení § 458 odst. 1 občanského zákoníku.
- [21]. Je tu však několik ale. Předně, bezdůvodné obohacení z podstaty věci předpokládá existenci určitého věřitele, kterému bylo plněno třetí stranou namísto dlužníka. V případě veřejného osvětlení však žádný konkrétní věřitel není, nýbrž jde o povinnost stanovenou ve veřejném zájmu ve prospěch neurčeného počtu uživatelů silnic. Podle právní teorie i soudní praxe se také k naplnění tohoto typu bezdůvodného obohacení (tj. plnění za jiného) předpokládá, že ten, kdo plnil za dlužníka, tak činil vědomě (dokonce se lze setkat i s názorem, že je navíc nutný i souhlas samotného dlužníka, že místo

něj plní třetí osoba); jinými slovy, bylo mezi ním a věřitelem zřejmé, že plní za dlužníka. To v daném případě zřejmě většinou platit nebude. Důležité přitom je, že pokud ten, co plní za dlužníka, jedná v domnění, že plní svoji povinnost, šlo by o jiný typ bezdůvodného obohacení – tzv. plnění bez právního důvodu (viz § 451 odst. 2 občanského zákoníku); v takovém případě by však teoreticky měl povinnost k vrácení bezdůvodného obohacení nikoli dlužník (kraj/stát), ale věřitel (který je však, jak výše uvedeno, mnohočetný a neurčený). Řečené může mít negativní dopad zejména na případy těch obcí, které doposud osvětlují silnice v domnění, že je to jejich povinnost. Je nutno brát na vědomí i plynutí času, které má vliv na uplatnění případného nároku z bezdůvodného obohacení, resp. na jeho rozsah. Právo na vydání bezdůvodného obohacení nijak nevybočuje z obecně platných principů, a stejně jako jiné pohledávky, i toto podléhá promlčení (viz § 107 občanského zákoníku).

- [22]. Tento institut, který je v teorii rovněž označován jako nepřikázané jednatelství nebo kvazikontrakt, je upraven v ustanoveních § 742 až 746 občanského zákoníku.
- [23]. Jednou z podmínek nepřikázaného jednatelství je však existence vůle jednatele zasáhnout do záležitosti jiné osoby. Jinými slovy by se o tento případ jednalo pouze tehdy, pokud by si obec byla vědoma toho, že plní povinnost namísto kraje, a činila tak ze své vůle za účelem odvrácení škody/ke prospěchu kraje.
- [24]. Viz ustanovení § 744 občanského zákoníku.
- [25]. Dle § 154 zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů, je vlastník stavby nebo zařízení např. povinen je udržovat v řádném stavu po celou dobu její existence či neprodleně ohlásit stavebnímu úřadu závady na stavbě/zařízení, které ohrožují životy či zdraví osob nebo zvířat.
- [26]. Jak to plyne z ustanovení § 415 občanského zákoníku.
- [27]. K tomu viz § 27 odst. 3 zákona o pozemních komunikacích, podle něhož vlastník místní komunikace nebo chodníku odpovídá za škody, jejichž příčinou byla závada ve schůdnosti chodníku, místní komunikace nebo průjezdního úseku silnice, pokud neprokáže, že nebylo v mezích jeho možností tuto závadu odstranit, u závady způsobené povětrnostními situacemi a jejich důsledky takovou závadu zmírnit, ani na ni předepsaným způsobem upozornit.
- [28]. V zastavěném území obce jsou místní komunikace a průjezdní úsek silnice schůdné, jestliže umožňují bezpečný pohyb chodců, kterým je pohyb přizpůsobený stavebnímu stavu a dopravně technickému stavu těchto komunikací a povětrnostním situacím a jejich důsledkům (viz § 26 odst. 2 zákona o pozemních komunikacích). Zavadou ve schůdnosti se rozumí taková změna ve schůdnosti pozemní komunikace, kterou nemůže chodec předvídat při pohybu přizpůsobeném stavebnímu stavu a dopravně technickému stavu a povětrnostním situacím a jejich důsledkům (viz § 26 odst. 6 a 7 zákona o pozemních komunikacích).
- [29]. Dálnice, silnice a místní komunikace jsou sjízdné, jestliže umožňují bezpečný pohyb silničních a jiných vozidel přizpůsobený stavebnímu stavu a dopravně technickému stavu těchto pozemních komunikací a povětrnostním situacím a jejich důsledkům (viz § 26 odst. 1 zákona o pozemních komunikacích).
- [30]. Dle ustanovení § 27 zákona o pozemních komunikacích odpovídá vlastník dálnice, silnice, místní komunikace nebo chodníku za škody vzniklé uživatelům těchto pozemních komunikací, jejichž příčinou byla závada ve sjízdnosti, pokud neprokáže, že nebylo v mezích jeho možností tuto závadu odstranit, u závady způsobené povětrnostními situacemi a jejich důsledky takovou závadu zmírnit, ani na ni předepsaným způsobem upozornit.

Rozlišování barev při nízkých osvětlenostech, aneb Purkyňův jev z hlediska současné kolorimetrie

Michal Vik, Doc. Ing. Ph.D.; Martina Viková, Ing. Ph.D. a Lukáš Vik
LCAM DMS TF TU Liberec, www.tul.cz, michal.vik@tul.cz

Práce diskutuje možnosti měření rozlišování barev při různých hladinách osvětlení oproti změnám poměrné spektrální účinnosti. Pro hodnocení rozlišování barev byl použit Farnsworth-Munsellův 100Hue test a koloristická skříň doplněná o sadu neutrálně šedých filtrů. S ohledem na rozdílnou optickou hustotu dostupných neutrálních filtrů byla osvětlenost měněna po krocích 1310lx, 682lx, 236lx, 31lx a 2,8lx. Vizualního experimentu se zúčastnilo 24 osob ve věkovém rozmezí 20-45 let s bez defektním rozlišováním barev a jeden pozorovatel s protanoanomalií vadou barvocitu. Dosažené výsledky ukázaly signifikantní změnu barvocitu směrem k tritanopické vadě barvocitu, kdy dochází k primárním záměnám oranžových a tyrkysových odstínů. Byla tak potvrzena tritanopická konstanta u mezopického vidění.

Úvod

Jako Purkyňův jev je dnes v kolorimetrii obecně chápán posun citlivosti vnímání jednotlivých barev okem; při adaptaci na tmou se citlivost posunuje ke kratším vlnovým délkám, při adaptaci na světlo k delším vlnovým délkám světla. Purkyňův jev byl diskutován českým přírodovědcem Janem E. Purkyňem v jeho disertaci z r. 1818 a publikován v němčině r. 1825. Sítnice lidského oka sestává ze dvou typů detektorů: čípků pro barevné (fotopické) vidění a tyčinek pro noční (skotopické) vidění. Zatímco čípků jsou nejcitlivější pro žlutozelenou část spektra, tyčinky mají toto maximum citlivosti posunuto do pásma zelenomodrého. Máme-li tedy vedle sebe dva stejně světlé (nebo stejně tmavé) obrazce, jeden v tónu modrém a druhý v červeném, bude se nám skotopických osvětlenostech zdát jako světlejší obrazec modrý, zatímco při fotopických osvětlenostech obrazec červený.

Posuv poměrné spektrální citlivosti nejlépe dokumentují křivky mezopického vidění, kdy se předpokládá omezení platnosti zákona o aditivitě příspěvků jednotlivých receptorů [1] a jejich příspěvek se řídí tzv. kombinačním faktorem x , který má nelineární průběh [1]:

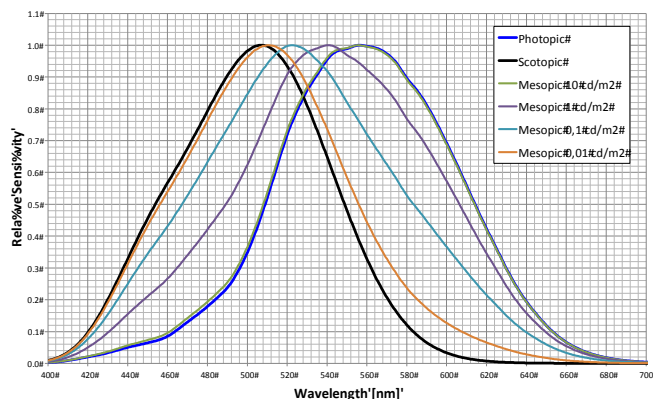
$$V_m(\lambda) = k[(1-x) \cdot V'(\lambda) + x \cdot V(\lambda)] \quad (-) \quad (1)$$

kde $V_m(\lambda)$ je poměrná spektrální citlivost v mezopické oblasti vidění
 k je adjustační koeficient
 x je kombinační faktor, který je závislý na adaptačním jasu a náhradní teplotě chromatičnosti.
 $V'(\lambda)$ je poměrná spektrální citlivost ve skotopické oblasti vidění
 $V(\lambda)$ je poměrná spektrální citlivost ve fotopické oblasti vidění

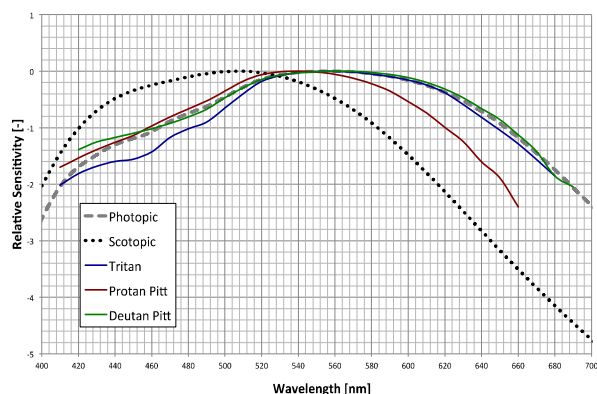
Kombinační faktor x nabývá hodnot od 0 do 1, přičemž mezopická oblast se pohybuje jasovém rozmezí 0.001 to 3 $\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$. V grafu na obrázku 1 je vidět zřetelný posun poměrné spektrální citlivosti k nižším vlnovým délkám. Jinými slovy rovnice (1) je jednou z možností matematického popisu Purkyňova jevu.

Pokud uvažujeme rozlišování barev v oblastech nižších adaptačních jasů je nutné brát v úvahu nejen posuv citlivosti vůči jasovým změnám, ale i vliv citlivosti jednotlivých čípků. Klasická trichromatická teorie vychází z předpokladu, že výsledný barevný vjem je tvořen zpracováním signálů z čípků o různých spektrálních citlivostech. Dnes rozlišujeme čípků typu **L**, **M** a **S**. Čípků **L** jsou citlivé na tzv. dlouhovlnnou oblast spektra a dříve byly označovány jako **R**, což nebylo příliš přesné, neboť maximální citlivost tohoto čípků leží na 570 nm v oranžovožluté oblasti. Čípků **M** jsou maximálně citlivé ve středně vlnné – zelené oblasti světla na 545 nm. **S** čípků jsou maximálně citlivé ve fialovomodré oblasti na vlnové délce 445 nm. Zastoupení jednotlivých čípků není rovnoměrné, jak by se dalo předpokládat, ale v poměru 40L:20M:3S. Zároveň bylo zjištěno, že v oblasti fovea centralis (oblast nejostřejšího vidění), které odpovídá zorný úhel 1.6° se vyskytují pouze **L** a **M** čípků. Čípků typu **S** se následně vyskytují až v oblasti macula lutea a jsou příčinou posuvu maximálních citlivostí hodnot trichromatických členitelů doplňkového (10°) pozorovatele CIE k nižším vlnovým délkám oproti hodnotám trichromatických členitelů standardního (2°) pozorovatele dle CIE. Adekvátně tomu dochází i k posuvu křivky poměrné spektrální citlivosti ve fotopické oblasti pokud porovnááme data pro $V_{10}(\lambda)$, která je definována pro 10° pozorovatele oproti s tandardnímu

průběhu poměrná spektrální citlivosti ve fotopické oblasti vidění $V(\lambda)$. Vliv citlivosti, respektive absence jednotlivých čípků na změnu poměrné spektrální citlivosti můžeme vidět v grafu na obrázku 2:



obrázek 1 Křivky poměrné spektrální citlivosti pro různé adaptační jasy



• obrázek 2 Porovnání křivek poměrné spektrální citlivosti v log měřítku pro skotopické, fotopické vidění a jednotlivé vady barvocitu

Je zřetelně vidět, že nejmenší změny vykazuje křivka poměrné spektrální citlivosti u deuteranopické vady barvocitu, kdy se v sítnici buď nevyskytují **M** čípky, nebo je signál z těchto čípků blokován. V případě absence **L** čípků – protanopická vada, je poměrná spektrální citlivosti logicky snížena v oranžovočervené oblasti a u tritanopické vady (absence **S** čípků) v modrofialové oblasti.

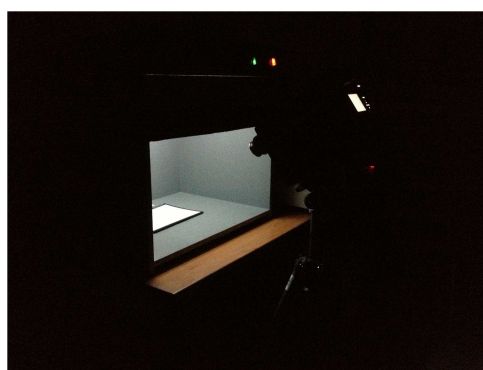
V roce 2003 publikovali Foster, Amano a Nascimento práci [1], ve které ukazují na podezření, že vlivem poklesu adaptačních jasů do oblasti blízké mezopickému adaptačnímu jasu ($41 - 59 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$) dochází ke vzniku zdánlivé tritanopické vady barvocitu. Experiment byl proveden pomocí CRT monitoru na skupině 20 pozorovatelů ve věkovém rozmezí 21-36 let (9 mužů a 11 žen) a srovnávací skupině dvou mužů ve věku 52 a 56 let s tritanopickou vadou barvocitu. Bylo ukázáno, že existuje signifikantní shoda v rozlišování barev při výše uvedených adaptačních jasech mezi skupinou s bez defektním rozlišováním a skupinou s tritanopickou, resp. že dochází ke 6-ti násobnému snížení příspěvku **S** čípků oproti standardnímu poměru. S ohledem na skutečnost, že bylo dosaženo tohoto výsledku při rozmezí, které je někdy označováno jako saturační oblast příspěvku tyčinek do procesu vnímání, bylo rozhodnuto provést v Laboratoři Měření Barevnosti a Vzhledu (LCAM DMS TF TU Liberec) pilotní studii měření rozlišování barev u barevných povrchů při různých úrovních adaptačních jasů.

Materiál a metody

Pro testování vlivu osvětlenosti na rozlišování barev byl použit Farnsworth-Munsell 100Hue test, který umožňuje testování barvocitu na principu zařazování barev do logického sledu podle příslušných odstínů. Velikosti a výskyt odchylek od správného pořadí určují rozlišovací schopnost pozorovatele, včetně potenciálních vad barvocitu.

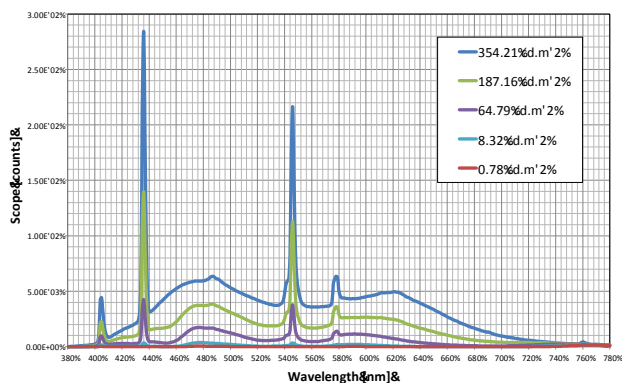


obrázek 3 Ukázka měření při jasové úrovni $354,21 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$

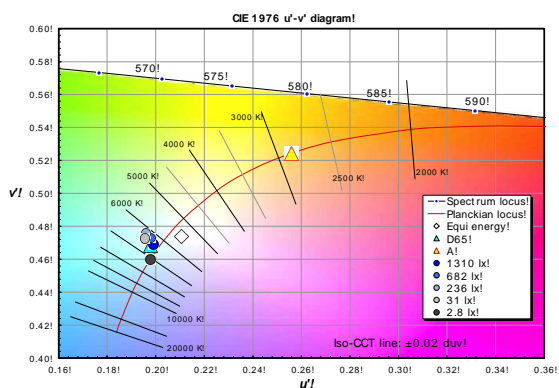


• obrázek 4 Ukázka měření při jasové úrovni $64,79 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$

Obrázky 3 a 4 ukazují měření adaptačních jasů pomocí bílého standardu, spektrometru PhotoResearch PR740 a koloristické skříně AtelierTechnik, která byla osazena zářivkami dle standardu CIE F7 neutrálními filtry.



obrázek 5 Spektrální průběhy osvětlení na různých jasových úrovních



• obrázek 6 Kolorimetrické souřadnice osvětlení na různých jasových úrovních, při různých osvětlenostech

Jako neutrální filtry byly použity transparentní desky z PMMA a neutrálně šedé folie používané pro autoskla. Postupné snižování naměřených jasů tak nebylo zatíženo výraznější změnou spektrálního průběhu jak dokumentují grafy na obrázcích č. 5 a 6. Naměřené náhradní teploty chromatičnosti se pohybovaly v rozmezí 50 K od hodnoty 6300 K, s výjimkou nejnižší jasové úrovně, kdy byla náhradní teplota chromatičnosti 7000 K.

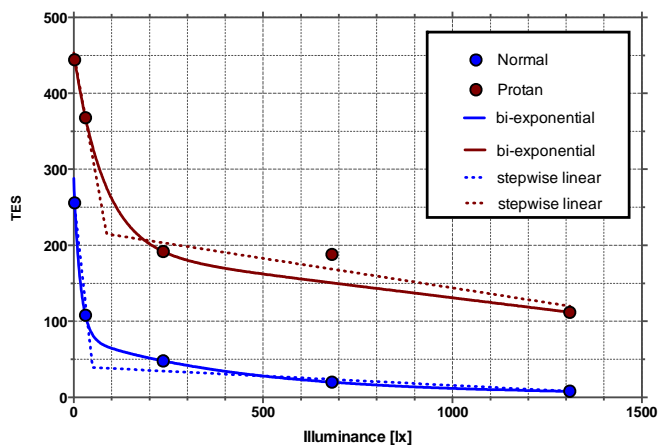
Vizuálního experimentu se zúčastnilo 24 osob ve věkovém rozmezí 20-45 let s bez defektním rozlišováním barev a jeden pozorovatel s protanoanomalickou vadou barvocitu. Celkem bylo provedeno 10125 individuálních posudků, před každým hodnocením probíhala 10-ti minutová adaptace na měřeném adaptačním jasu.

Výsledky a diskuze

Jako první parametr bylo sledováno celkové chybové skóre FM100 testu. Jak ukazuje Tabulka 1 a graf na obrázku 7 do úrovně 100 lx zůstává průměrný pozorovatel s bezdefektním barvocitem na úrovni hodnotitele s vynikající až průměrnou rozlišovací schopností, následně dochází k výraznému nárůstu chybovosti.

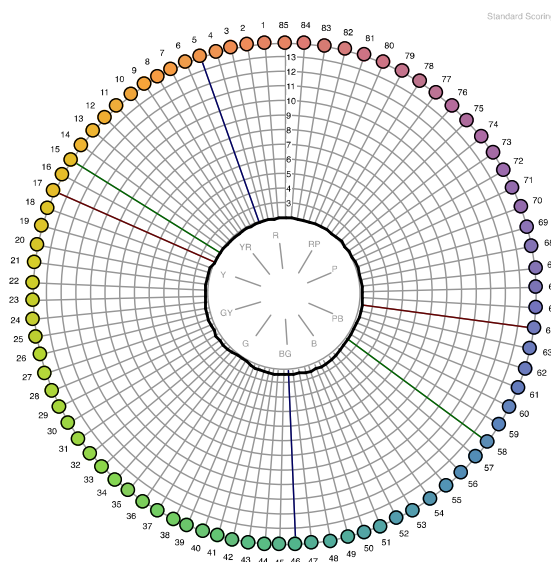
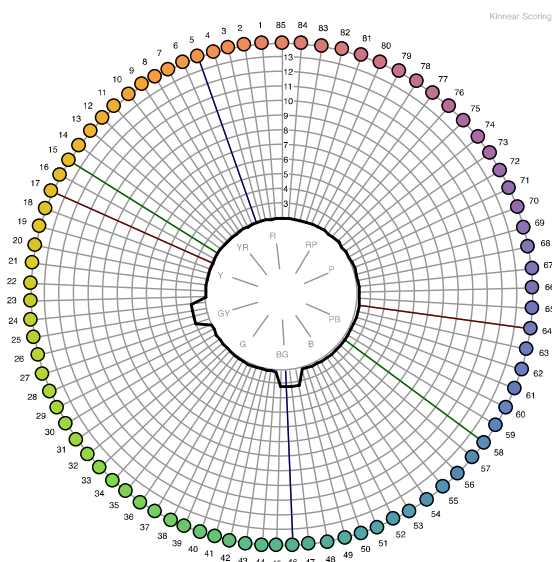
Osvětlenost [lx]	Průměrný pozorovatel	Pozorovatel s Deuteranomálií
1310	8	112
682	20	188
236	48	192
31	108	368
2,8	256	444

Tabulka 1: Celkové chybové skóre TES podle FM 100 testu při různých osvětlenostech



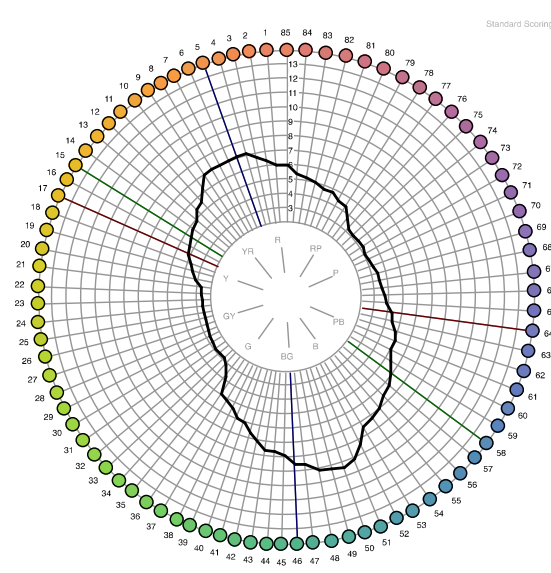
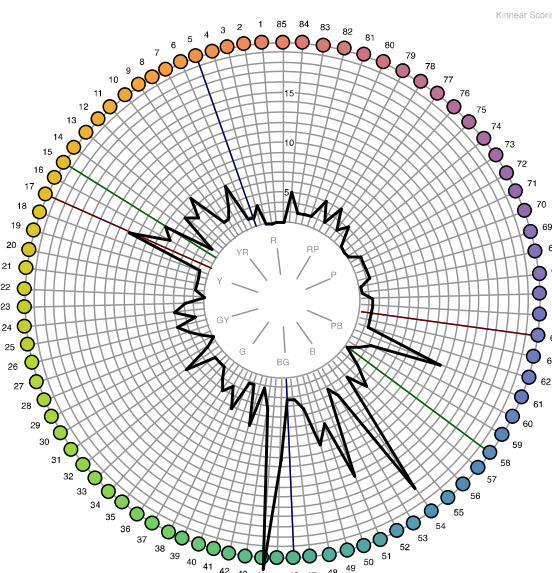
• obrázek 7 Závislost celkového chybového skóre TES na osvětlenosti

U pozorovatele s protanomalickou vadou je trend shodný, celkové chybové skóre je ale posunuto výše. Data v grafu na obrázku 7 jsou proložena dvěma modely násobnou lineární regresí, která ukazuje, že bod zlomu u normálního pozorovatele se nachází na úrovni 49 lx, v případě protanomalického pozorovatele je to na úrovni 87 lx. Obdobný bod zlomu u normálního pozorovatele ukazuje i bi-exponenciální proložení, u protanomalického pozorovatele má bi-exponenciální proložení spíše charakter mono-exponenciálního proložení. Vzhledem malému počtu bodů by bylo vhodnější rozsah měření u protanomalického pozorovatele rozšířit, aby bylo možno učinit obecnější závěr.



• obrázek 8 Nefiltrovaný záznam FM 100 testu pro jednoho pozorovatele s bezdefektním barvocitem – výsledek – TES 8 vynikající rozlišování při 1310lx

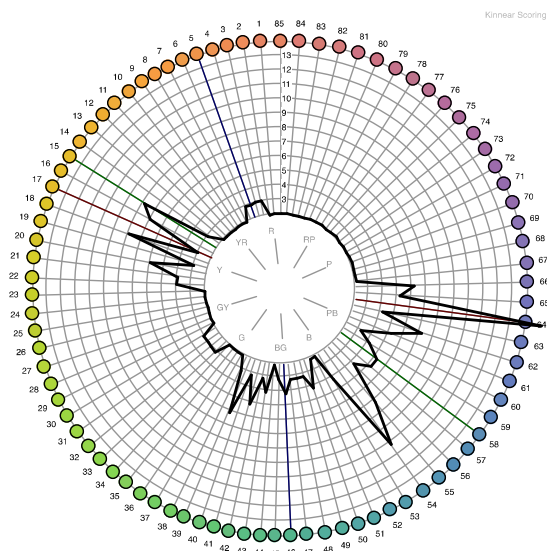
• obrázek 9 Filtrovaný záznam FM 100 testu pro průměrného pozorovatele s bezdefektním barvocitem – výsledek – TES 8 vynikající rozlišování při 1310lx



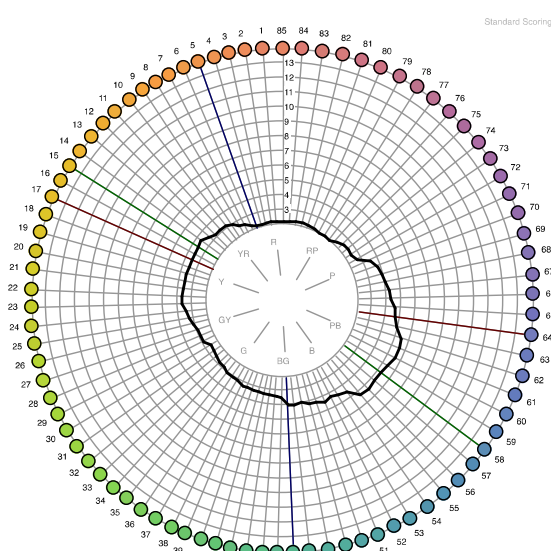
obrázek 10 Nefiltrovaný záznam FM 100 testu pro jednoho pozorovatele s bezdefektním barvocitem – výsledek – TES 220 vynikající rozlišování při 2,8 lx

obrázek 11 Filtrovaný záznam FM 100 testu pro průměrného pozorovatele s bezdefektním barvocitem – výsledek – TES 256 vynikající rozlišování při 2,8 lx

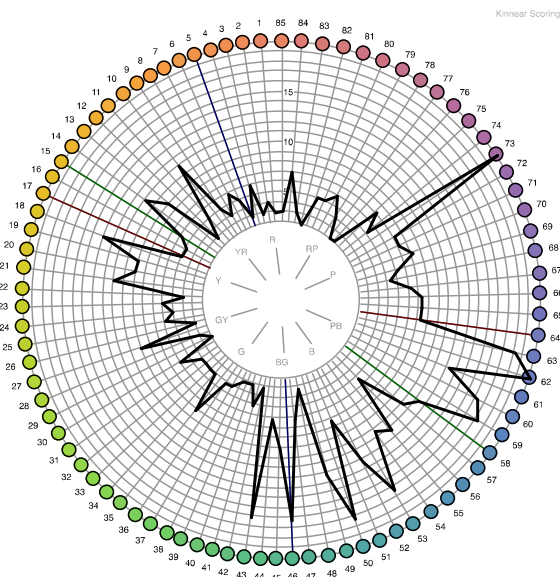
Grafy na obrázcích 8 až 15 pak ukazují filtrované a nefiltrované záznamy výsledků FM100 Hue testu. U jednotlivých pozorovatelů obrázky 8, 10, 12 a 14 je použit klasický záznam ukazující míru záměny polohy vzorku. Jinými slovy, pokud pozorovatel neudělá žádnou záměnu pořadí, výsledek je bezchybný a celkové chybové skóre TES = 0. Naopak, čím dále je vzorek posunut oproti své správné pozici, tím více se křivka vzdaluje od své nulové polohy a vzniká charakteristický pik v záznamu FM100 Hue testu.



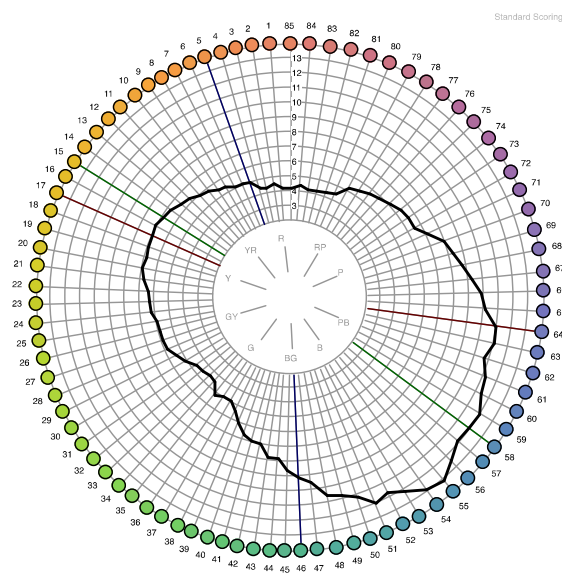
• obrázek 12 Nefiltrovaný záznam FM 100 testu pro pozorovatele s protanomalickou vadou – výsledek – TES 112 rozlišování při 1310 lx



• obrázek 13 Filtrovaný záznam FM 100 testu pro pozorovatele s protanomalickou vadou – výsledek – TES 112 rozlišování při 1310 lx



obrázek 14 Nefiltrovaný záznam FM 100 testu pro pozorovatele s protanomalickou vadou – výsledek – TES 444 vynikající rozlišování při 2,8 lx



obrázek 15 Filtrovaný záznam FM 100 testu pro pozorovatele s protanomalickou vadou – výsledek – TES 444 vynikající rozlišování při 2,8 lx

Vzhledem k tomu, že v případě vyhodnocování výsledků u více pozorovatelů, by klasický záznam FM 100 Hue testu ztratil svou přehlednost, používá se tzv. filtrovaný záznam, který na principu váženého průměru výslednou křivku vyhladí, nicméně v záznamu zůstávají zachovány základní směry odpovídající charakteristickým chybám jednotlivých vad barvocitu. Tuto skutečnost dokumentují grafy na obrázcích 12 a 13, kdy filtrovaný záznam ukazuje preferenci záměn ve směru protanopicko-deutanopických linií (červené a zelené linie v grafech).

V případě, že porovnáme výsledky FM100 Hue testu získané při osvětlenosti 1310 lx a 2,8 lx u průměrného normálního pozorovatele, viz. obrázky 9 a 11, je zde zřetelný trend na preferenci polárního diagramu ve směru tritanopických linií (modré linie v grafech) oproti zbývajícím směřům. Rovněž porovnání grafů na obrázcích 13 a 15 ukazuje vychýlení polárního diagramu směrem k tritanopickým liniím i přesto, že směry na protanopicko-deuteranopické linie zůstávají zachovány.

Závěr

Jak dokumentují dosažené výsledky této pilotní studie změn citlivosti v rozlišování barev za snížených úrovní adaptačních jasů dochází v oblasti mezopického vidění nejen k posuvu citlivosti vůči změnám jasu, jak dokumentoval ve své disertační práci J. E. Purkyně, ale i ke snížení odezvy **S** čípků. Vzniká tak jev, který lze nazvat pseudotritanopie či tritanopická konstanta mezopického vidění. Tento jev je nezávislý na typu barvocitu a postihuje shodně osoby s bezdefektním viděním, tak osoby s protanopickou či deuteranopickou vadou barvocitu. Lze tedy odvodit, že tento jev souvisí s nízkým poměrným počtem **S** čípků v naší sítnici.

Literatura a odkazy

- [1] Stockman, A., Sharpe, L.T.: Into the twilight zone: the complexities of mesopic vision and luminous efficiency, *Ophthalm. Physiol. Opt.* 2006 26: 225–239
- [2] He Y., Rea M., Bierman A., Bullough J. 1997. Evaluating light source efficacy under mesopic conditions using reaction times, *Journal of the Illuminating Engineering Society* Winter 1997: 125-138
- [3] Foster, D.H., Amano, K., Nascimento, S.M. Tritanopic colour constancy under daylight changes?, In *Normal & Defective Colour Vision* (ed. J.D. Mollon, J. Pokorny & K. Knoblauch), pp 218-224 Oxford University Press 2003

Autor:	Kolektiv autorů
Katedra, institut:	Katedra elektroenergetiky
Název:	Sborník odborného semináře Kurz osvětlovací techniky XXX
Místo, rok, vydání:	Ostrava, 2013, 1. vydání
Počet stran:	351
Vydala:	VŠB- TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA 17.listopadu 15/2172 708 33 Ostrava-Poruba
Náklad:	200

Neprodejné

ISBN 978-80-248-3174-9