

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky



Česká společnost pro osvětlování
Regionální skupina Ostrava



Kurz osvětlovací techniky XXXIV

Část 1

8. října – 10. října 2018

HOTEL DLOUHÉ STRÁNĚ
Loučná nad Desnou

ISBN 978-80-248-4221-9

Sborník recenzovaných příspěvků Kurz osvětlovací techniky XXXIV

Partneři akce

Slovenská svetelnotechnická spoločnosť

SRVO

PTD Muchová, s.r.o.

časopis „SVĚTLO“, FCC Public

časopis „Elektro a trh“

Děkujeme za dotace, sponzorské dary a pomoc při organizování konference

OSMONT, s.r.o

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

OSTRAVSKÉ KOMUNIKACE, a.s.

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

ČEPS, a.s.

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

OBO BETTERMANN PRAHA, s.r.o.

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

LEDVANCE

U Slavie 1540/2a, 100 00 Praha 10, www.ledvance.cz

INGE Opava, spol. s r.o.

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

ZUMTOBEL LIGHTING s.r.o.

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

HOTEL DLOUHÉ STRÁNĚ, s.r.o.

Rejhotice 72, Loučná nad Desnou, 788 11, www.hotelds.cz

CENTRUM ENET

VŠB – TU Ostrava, 17. listopadu 15/2172, Ostrava Poruba ,708 33, cenet.vsb.cz

Konference Kurz osvětlovací techniky XXXIV, jak je již z názvu patrné, je 34. 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

- změny parametrů osvětlovacích soustav s LED během jejich provozu
- omezení oslnění a jeho vyhodnocování
- retrofitting
- řízení osvětlovacích soustav

Venkovní osvětlení

- optimalizace provozu osvětlovacích soustav pro osvětlování venkovních pracovních prostorů v kombinaci s kamerovými systémy
- problematika rušivého světla nejen na fasádách domů
- změny barevných parametrů osvětlovacích soustav s LED během jejich provozu

Veřejné osvětlení

- Smart city a VO
- VO a jeho zakomponování do bezpečnostních systémů
- problematika přenosu řídicího signálu do VO
- řízení VO v souvislosti s hustotou provozu

Denní osvětlení a hygiena

- vliv denního osvětlení na řízení osvětlovacích soustav
- chování luxmetrů při ověření osvětlovacích soustav osazených LED
- fotobiologické vlivy LED svítidel

Elektro

- dimenzování sítí VO v souvislosti s jejich využitím i pro ostatní spotřebu
- jištění osvětlovacích soustav v kontextu elektronických driverů
- výhody smart meteringu v osvětlovacích soustavách užívaných i pro jiné účely

Workshop:

- světelné znečištění
- smart veřejné osvětlení
- zvýšení bezpečnosti na komunikacích

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

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

Obsah

Autor		Strana
Baleja Richard	Měření venkovního osvětlení se zaměřením na hlídací osvětlení v areálu elektrické stanice TR Čechy střed	1
Benda Milan	Centrální řízení technické infrastruktury	7
Bíl Michal	Časoprostorová analýza dopravních nehod	13
Bíl Michal	Nejrizikovější křižovatky v ČR z pohledu nehod vzniklých v noci	18
Burdová Sabina	Dopravní nehody v intravilánu v noci	21
Černoch Jakub	Vybrané příčiny poruch LED	25
Danys Lukáš	Možnosti využití komunikace viditelným světlem (VLC) pro veřejné osvětlení	33
Darula Stanislav	Význam obvodového pláště a budovy při osvětlování interiérů	36
Demel Martin	Prezentace výsledků porovnávacího měření umělého osvětlení 2018	43
Dolejší Ondřej	Noční dopravní nehody v závislosti na intenzitě dopravy v osvětlení intravilánu měst a obcí na komunikacích I., II., III. tříd, včetně místních komunikací(4)	49
Dvořáček Vladimír	Aktivity Mezinárodní komise pro osvětlení CIE	54
Gašparovský Dionýz	Potenciál úspor energie ve veřejném osvětlení s řízením podle hustoty premávky	57
Hejduk Stanislav	Možnosti využití veřejného osvětlení pro komunikaci ve viditelném spektru	69
Kaňka Jan	Medián ve stavební světelné technice	76
Keřt Pavel	Řízení veřejného osvětlení, adaptivní osvětlení, teorie, praxe, užití, konkrétní instalace, zkušenosti	81
Kómar Ladislav	Miera svetelného znečistenia vo vybraných lokalitách s prihliadnutím na odraz žiarenia od terénu	88
Kómar Ladislav	Účinnosť zalomených svetlovodov za polooblačných podmienok	93
Kozlok Michal	Modernizace goniofometru na ČVUT FEL v Praze	99
Křemánková Dana	Autonomní systémy liniového osvitu	106

Kunc Josef	Řízení nejen osvětlení v chytrých budovách	113
Kvarčák Miloš	Hašení elektrických vedení ke svítidlům	118
Lepší Jana	Člověk - vliv světla a prostředí	123
Lipnický Lukáš	Elektrické parametre smievateľných LED svetidiel	128
Maixner Tomáš	Nejistota výsledků	133
Maixner Tomáš	Volba výšky stožáru veřejného osvětlení	138
Maixner Tomáš	Zpráva o stavu nebe 2018	142
Martinek Radek	Zkušební polygon BroadbandLIGHT parkoviště FEI, VŠB-TU Ostrava Využití infrastruktury veřejného osvětlení pro pokrytí intravilánu města SMART technologiemi	147
Mokráň Marek	Zmena elektrických a fotometrických parametrov LED svetidiel s prepínateľnou náhradnou teplotou chromatickosti	152
Muchová Alena	Osvětlení mostu Miloše Sýkory v Ostravě	157
Novotný Pavel	Měření osvětlení v praxi	162
Pelech Marcel	Měření osvětlení na modelu v závislosti na orientaci	165
Polák Eduard	Smart osvětlení pro pěstování rostlin	169
Schulzová Kristýna	Vliv rozšíření lodžii na denní osvětlení a proslunění bytů panelové soustavy VVÚ ETA	177
Skála Jiří	Kde končí legislativní podpora kvalitního osvětlení dopravního prostoru	182
Sousedík Tomáš	Měření komunikací jasovou kamerou	185
Sousedík Tomáš	Měření oslnění v osvětlovacích soustavách	188
Staněk Pavel	Porovnání výpočtu denního osvětlení s měřeními	190
Stratil Tomáš	Širokopásmové komunikace ve viditelné oblasti světla	194
Stupka Pavel	Co vše lze zažít při měření denního osvětlení v mateřské školce	200
Štěpánek Jaroslav	Vliv ustalování světelných parametrů na hodnoty fotobiologické bezpečnosti	201

Měření venkovního osvětlení se zaměřením na hlídací osvětlení v areálu elektrické stanice TR Čechy střed

Richard Baleja, Ing., Petr Běčák, Ing., Petr Bos, Ing.,
Tomáš Novák, doc., Ing., Ph.D., Karel Sokanský, prof., Ing., CSc.,
VŠB TU Ostrava, bal0034@vsb.cz, www.vsb.feio.cz

Abstrakt: Použití kamerových a bezpečnostních systémů se v poslední době stává standardní součástí vybavení objektů. Firmy si chrání svůj majetek proti případným škodám a krádežím a také chtějí mít informaci o tom, kdo, kdy a kde se nacházel. Tyto systémy se zejména používají pro chránění strategických objektů, jejichž ohrožení nebo zničení by mělo zřejmý dopad na společnost. Do této skupiny objektů jednoznačně patří i elektrické rozvodny u kterých by případné odstavení nebo zničení mělo za následek výpadek elektrické energie v regionech případně také totální blackout celé republiky. Proto při návrhu bezpečnostních a kamerových hlídacích systémů je nutno zvážit všechny možnosti narušení prostoru a systém navrhnout tak, aby případného narušitele včas detekoval a odhalil. V tomto příspěvku se podrobněji budeme věnovat hlídacímu osvětlení elektrické stanice, které pracuje v součinnosti s kamerovými systémy. Na samém začátku je důležitý správný výběr hlídacích kamer, které by měli mít dostatečnou citlivost a rozlišení pro správné detekování objektů jak v denních tak i v nočních hodinách. Aby hlídací kamerový systém mohl spolehlivě pracovat a poskytovat očekávané informace, je nutný návrh hlídacího osvětlení. Hlídací osvětlení se navrhuje s ohledem na pozici a výšku hlídacích kamer a jeho výpočtem se určí výška svítidel, jejich rozteč a vhodný typ a příkon svítidla. V současné době se většina hlídacích osvětlení realizuje LED svítidly, které oproti používaným svítidlům s vysokotlakými sodíkovými výbojkami přinášejí mnoho výhod, a to hlavně v širokém rozpětí charakteristik křivek svítivosti. Předmětem tohoto článku je měření hlídacího osvětlení v areálu elektrické stanice TR Čechy střed, která pro hlídací osvětlení využívá svítidla s vysokotlakými sodíkovými výbojkami a návrh optimalizace této osvětlovací soustavy pomocí LED svítidel, které jsou schopny distribuovat kamerovou složku osvětlení v celém rozsahu sledované oblasti mezi jednotlivými sloupy.

1 Úvod

Kvalitní návrh osvětlovacích soustav v areálu elektrických stanic je důležitý hlavně z důvodu bezpečnosti. Jedná se o bezpečnost celkové elektrické stanice, která by měla být chráněna proti případným narušitelům, jako i o bezpečnost zaměstnanců, kteří se musí pohybovat v místech s výskytem vysokého napětí. Nejedná se tedy jen o návrh hlídacího osvětlení, který má zabezpečit správné fungování hlídacích kamer, ale i o návrh osvětlovacích soustav, jehož úlohou je osvětlit jednotlivé prostory v areálu stanice. Jsou to například vstupní brány do areálu, komunikace, transformátory a různé měřící přístroje, které je nutno pravidelně kontrolovat. Požadavky na osvětlení jsou častokrát velmi specifické, a proto při návrhu osvětlení je nutno respektovat kromě Českých technických norem i technické normy, které podrobněji rozebírají danou problematiku. Firma ČEPS, a.s. v spolupráci s VŠB TU – Ostrava zpracovala technickou normu, která se zabývá právě problematikou osvětlení v prostorách elektrických stanic. Tato norma je dostupná pod označením TN/59/2016 revize

č.3 Venkovní a vnitřní osvětlení v objekt elektrických stanic PS a je platná od 1.5.2016. Dle této normy se venkovní osvětlení v elektrických stanicích rozděluje na tři typy, a to na hlídací osvětlení, osvětlení komunikací a provozní osvětlení. Tato norma definuje požadavky pro jednotlivé typy osvětlovacích soustav a také popisuje jejich správný návrh. Popsaná je také i problematika rušivého světla, která se v poslední době stává čím dál víc aktuální. Doporučuje se používat svítidla s rovným krycím sklem, aby byl podíl vyzařovaného světelného toku ze svítidla do horního poloprostoru co nejmenší, ideálně rovný 0.

2 Hlídací osvětlení a požadavky na osvětlení

Pro hlídací osvětlení se používají svítidla pro osvětlení komunikací, a to buď s vysokotlakými sodíkovými výbojkami nebo s LED zdroji. Hlídací osvětlení slouží k osvětlení perimetru areálu elektrické stanice tak, aby byla zajištěna funkčnost kamerových systémů dálkového dohledu ostrahy objektu. Hlídací osvětlení je instalováno podél celého venkovního oplocení transformovny včetně vchodů do domků a do centrálního domku, dále vjezdů a podél provozního oplocení, které odděluje cizí právní subjekt od objektu ČEPS. Hlídací osvětlení je provedeno pomocí svítidel s vyzařovací charakteristikou pro osvětlení komunikací tak, aby byl nasvětlen pruh podél oplocení. Stožáry jsou umístěny uvnitř stanice 2,5 m až 4 m od plotu. Svítidla jsou směřována směrem k plotu.

Požadavky pro hlídací osvětlení jsou dle technické normy TN/59/2016 revize č.3 definovány následovně: průměrná udržovaná vertikální osvětlenost musí být minimálně 10 lx. Osvětlenost se hodnotí z pohledu hlídací kamery ve výšce 1 m nad terénem. Průměrná udržovaná horizontální osvětlenost referenčního úseku mezi dvěma světelnými body musí být minimálně 10 lx. Požadavky na rovnoměrnost jsou pro oba případy $U_o=0,4$. Mezní hodnota činitele oslnění GRL nesmí být větší než 45. Index podání barev použitých světelných zdrojů musí být minimálně 20. Při návrhu hlídacího osvětlení se doporučuje, aby byla svítidla umístěna do vyšší vertikální hladiny jako hlídací kamery. Svítidla se musí umístit tak, aby nezpůsobovala oslnění kamery a nezpůsobovala přechod kamery do saturovaného stavu.

Funkčnost hlídacích kamer spočívá v tom, že snímá jasy osvětlovaných předmětů. Největšího jasu je dosaženo v případě, že světelný tok dopadá na osvětlovaný objekt ze směru pohledu kamery. Standardně používané kamery dosahují minimální citlivosti pro barevné snímání $E = 0,4$ lx a pro černobílé snímání $E = 0,05$ lx. Jedná se o osvětlenost na čipu hlídací kamery. Dle specialistů jsou však tyto hodnoty velmi nízké a jejich zevšeobecnění může zapříčinit nesprávné fungování kamer. Například přechod z barevného režimu kamery do černobílého režimu. Pro zajištění optimální a správné funkce kamery a kontrastu je nutné, aby hodnota osvětlenosti pro barevný režim byla minimálně 15 lx a pro černobílý 10 lx, přičemž tato osvětlenost musí být dosažena minimálně na 70 % plochy zabírané scénou. Aby nedošlo k přesvětlení a tím snížení rozlišitelnosti obrazu je nutné, aby vyváženost osvětlení, tj. poměr maximální intenzity osvětlení k minimální intenzitě byl v poměru 6:1, u míst snímaných detailem (zoomem) v poměru 4:1.

3 Měření hlídacího osvětlení

Za účelem ověření kvality navržených osvětlovacích soustav se provádí měření světelných parametrů. Měření se provádí vždy až po zatmění, aby se zabránilo příspěvkem denního světla. Součástí měření jsou prakticky všechny prostory a místa, která se v elektrické stanici

Kurz osvětlovací techniky XXXIV

nacházejí. Jedná se o prostory transformátorů, měřících přístrojů, komunikací a podobně. Pro hlídací osvětlení je měřeno několik světelných parametrů, a to kamerová osvětlenost (z pohledu kamery), horizontální osvětlenost v úrovni terénu a měření jasových parametrů hlídacího osvětlení z pohledu hlídací kamery. Hodnoty osvětleností se zaznamenávají pomocí luxmetru pro měření vertikální osvětlenosti a směřování fotonky na hlídací kameru se používá stativ. Jasy jsou měřeny pomocí jasového analyzátoru, který je umístěn co nejbližší k hlídací kameře. Z této pozice jsou pak vyhotovené snímky pro různé vzdálenosti figurantů od hlídací kamery.



Obr.1 Areál TR ČECHY STŘED (ohraňeny rozvodny ČEPS, a. s.)

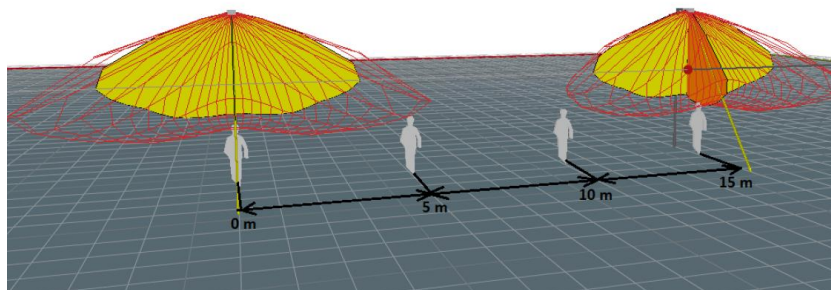
Měření světelných parametrů bylo provedeno v elektrické stanici TR Čechy střed. Půdorys elektrické stanice je znázorněn na obrázku č. 1. Červenou barvou jsou znázorněny úseky hlídacího osvětlení, žlutou barvou jsou označeny plochy polí rozvodní, transformátorů a komunikací, kde se hodnotila horizontální osvětlenost. Osvětlovací soustava pro hlídací osvětlení je v areálu elektrické stanice realizována pomocí svítidel s vysokotlakými sodíkovými výbojkami s příkonem 70 W. Svítidla jsou umístěna ve výšce 6 m v rozteči 15 m.



Obr.2 Pohled na hlídací osvětlení v areály elektrické stanice TR Čechy střed vlevo (HPS), a v areály TR Nošovice vpravo (LED)

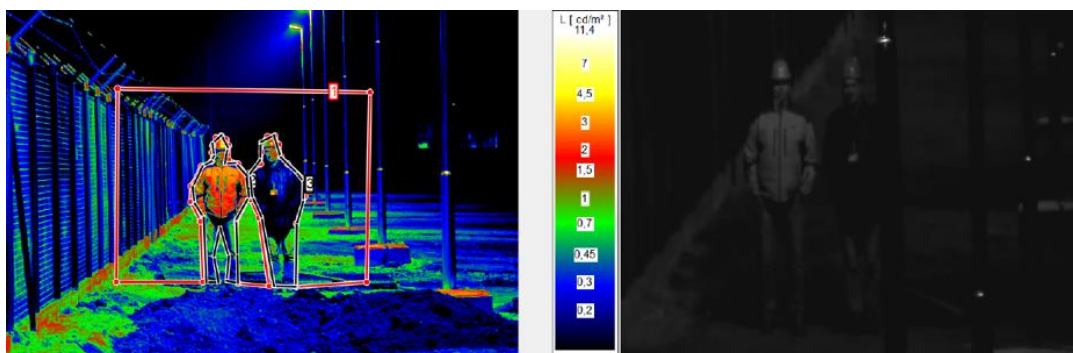
Kurz osvětlovací techniky XXXIV

Z důvodu stejné výšky svítidel a jejich roztečí byly pro měření vybrány jenom vyznačené referenční úseky. Pozice referenčních úseků jsou zaznačeny na obrázku č.1 (úseky 2A, 2B a 2C). Jak už bylo zmíněno, správná funkce hlídacích kamer závisí na jasech osvětlovaných předmětů. Z tohoto důvodu byla kvalita hlídacímho osvětlení ověřena i pomocí jasového analyzátoru. Jasový analyzátor byl umístěn do přibližné pozice hlídací kamery tak, aby pozorovací podmínky jasového analyzátoru odpovídaly podmínkám snímání hlídací kamery.



Obr.3 Schematický náčrt pozic figuranta pro měření jasové analýzy (4 pozice)

Pohledy jasového analyzátoru odpovídají možným pohledům bezpečnostních kamer. Tyto pohledy jsou voleny jako nejkritičtější možné pohledy bezpečnostních kamer, jejichž úlohou je hlídání areálu rozvodny. Pro vyhodnocení jasové analýzy byli použiti figuranti s různými odraznostmi oděvů, kteří postupně měnili své pozice v rozteči přibližně 5 m. Pro každý referenční úsek hlídacímho osvětlení byla jasová analýza zhotovena pro 4 pozice figuranta. Příklad jasové analýzy figurantů je znázorněn na obrázku č. 4. vlevo. Figurant se světlejším oblečením je umístěný vlevo, figurant s tmavým oděvem je umístěný vpravo. Na obrázku č. 4. vpravo je pak zobrazený záznam z hlídací kamery.



Obr.4 Jasová analýza figurantů (vlevo) a záznam hlídací kamery (vpravo) v úseku hlídací osvětlení podél plotu elektrické stanice

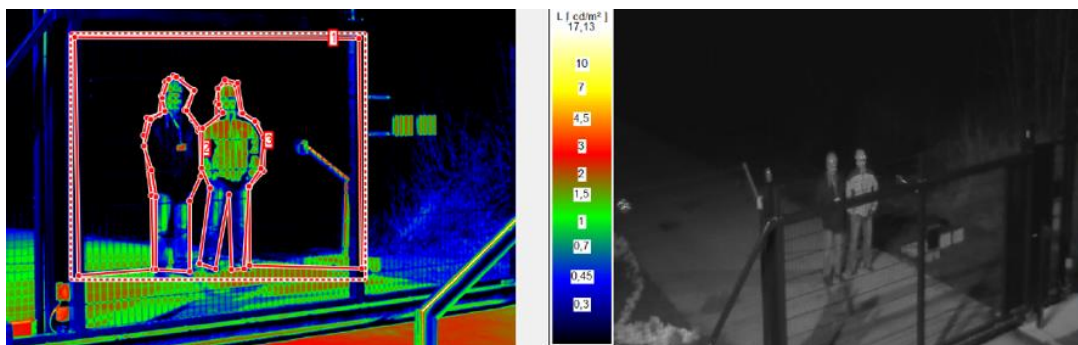
	Průměrný jas figuranta vlevo (cd/m^2)	Průměrný jas figuranta vpravo (cd/m^2)	Průměrný jas pozadí (cd/m^2)	Kontrast figurant vlevo/pozadí	Kontrast figurant vpravo/pozadí
Pozice 2	1,14	0,31	0,33	2,45	0,06

Tab.1 Vypočtené hodnoty z jasové analýzy figurantů

Jasová analýza je také pořizována i v prostoru vstupní brány do elektrické stanice, kde je kromě požadavku na kontrast mezi figurantem a pozadím nutné rozpoznat i obličej osob

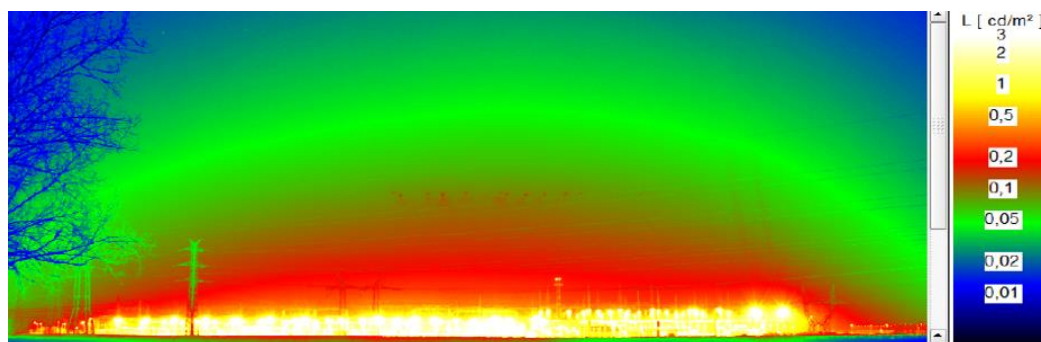
Kurz osvětlovací techniky XXXIV

případně SPZ automobilu. Příklad jasové analýzy v prostoru vstupní brány je zobrazen na obrázku č. 5.

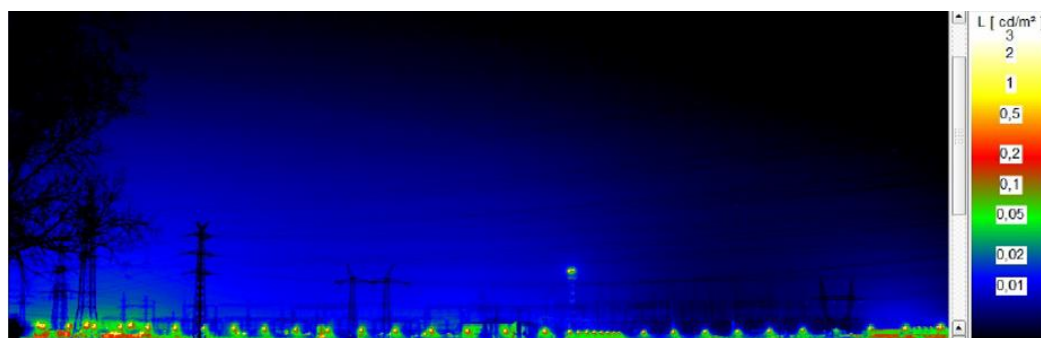


Obr.5 Jasová analýza figurantů (vlevo) a záznam hlídací kamery (vpravo) v prostoru vstupní brány

Součástí světelných měření v areály elektrických stanic je také i měření světelného znečištění neboli rušivého světla. To je způsobené buď přímým vyzařováním svítidel anebo pomocí odraženého světelného toku do horního poloprostoru. Osvětlení areálu elektrických stanic je nejčastěji realizované pomocí starších výbojkových reflektorů, které je nutné pro dosažení požadovaných parametrů osvětlení naklápět do horního poloprostoru. Tudíž starší osvětlovací soustavy jsou nejen výrazným zdrojem rušivého světla, ale také zdrojem oslnění, které může mít negativní vliv jednak na zaměstnance elektrických stanic, ale i na obyvatelstvo žijící v jejich blízkosti.



Obr.6 Rušivé světlo generováno umělými světelnými zdroji při pohledu na rozvodnu (zapnutá rozvodna a hlídací osvětlení)



Obr.7 Rušivé světlo generováno umělými světelnými zdroji při pohledu na rozvodnu (vypnutá rozvodna – zapnuto pouze hlídací osvětlení)

Kurz osvětlovací techniky XXXIV

Pomocí jasové analýzy provedené z dostatečné vzdálenosti je možné určit míru světelného znečištění, které je generované do horního poloprostoru z jednotlivých osvětlovacích soustav. Na obrázcích č. 6 a č. 7 jsou pro představu uvedeny dva případy rušivého znečištění, a to případ, když jsou rozsvícené všechny osvětlovací soustavy v elektrické stanici (obr. č. 6) a když je v provozu jenom hlídací osvětlení (obr. č. 7). Po případné výměně starých svítidel za nové, bude možné na základě těchto údajů určit, zda nová osvětlovací sousta distribuci rušivého světla eliminovala nebo ne.

4 Závěr

Z naměřených jasových analýz figurantů v zorném poli hlídací kamery byly vypočtené kontrasty mezi pozadím a figurantem. Vypočtené kontrasty mezi figurantem a pozadím nabývají poměrně nízkých hodnot, a proto v některých případech může být zaznamenání a rozeznání chodce v zorném poli hlídací kamery obtížné. Z měření jasových poměrů a na základě naměřených vertikálních osvětleností figurantů v případě měření na referenčním úseku 2A, 2B a 2C je zřejmé, že nejvyšších hodnot jasů, kontrastů a rovněž i vertikálních osvětleností nabývají figuranti na pozici 2 (dle obrázku č. 3). Naopak nejnižších hodnot nabývají figuranti na pozici 3 (dle obrázku č. 3). Tato skutečnost je zapříčiněna distribucí světelného toku (křivek vyzařování) svítidel hlídacího osvětlení, jak je patrné z ilustračního obrázku č. 3. Pro návrh hlídacího osvětlení je vhodnější používat LED svítidla a to z důvodu lepšího směřování světla optikou. V současné době je na trhu dostupné velké množství svítidel s různými křivkami svítivosti, které jsou schopny distribuovat světelný tok tak, aby byl využit s co nejvyšší účinností.

Literatura a odkazy

- [1] Technická norma ČEPS a.s., TN/59/2016, úprava 3, Venkovní a vnitřní osvětlení v objektu elektrických stanic PS, platná od 1.5.2016.
- [2] I. Ullman, P. Bos, J. Ullman, "New outdoor lighting-Operation and maintenance," 17th International Scientific Conference on Electric Power Engineering, 2016, art. no. 7521823, ISBN 978-150900907-7.
- [3] P. Bos, R. Baleja, K. Sokansky, T. Novak, I. Ullman, "Outdoor lighting versus surveillance camera systems in electrical substations CEPS," 16th International Scientific Conference on Electric Power Engineering, 2015, pp. 464-467.
- [4] K. Sokansky, T. Novak, I. Ullman, Z. Medvec, Lighting of outdoor electrical stations philosophy: 10th International Scientific Conference Electric Power Engineering, Kouty nad Desnou, 2009, pp 202-206, ISBN 978-80-248-1947-1.

Centrální řízení technické infrastruktury (Statutární město Liberec)

Milan Benda, specialista VO a SSZ, benda.milan@magistrat.liberec.cz

CENTRÁLNÍ ŘÍZENÉ TECHNICKÉ INFRASTRUKTURY STATUTÁRNÍHO MĚSTA LIBEREC



- 1) **Centrální řízení technické infrastruktury Statutárního Města Liberce** (dále jen CŘTI), je naše aplikace, která umožňuje celkový přehled o technické infrastruktuře na pozemních komunikacích.
 - a) Systém CŘTI používá více modulů a technologií, které jsou integrovány na expertní úrovni.
 - b) Celkový přehled všech současných modulů:
 - i) – Veřejné osvětlení
 - ii) – SSZ (řízené křižovatky)
 - iii) – Meteosenzory (ovzduší a komunikace)
 - iv) – Parkování (jednotlivá parkovací místa)
 - v) – Pasporty
 - vi) – SAVO (servisní aplikace VO a SSZ)
 - vii) – SAKOM (servisní aplikace komunikací a dešťové kanalizace)

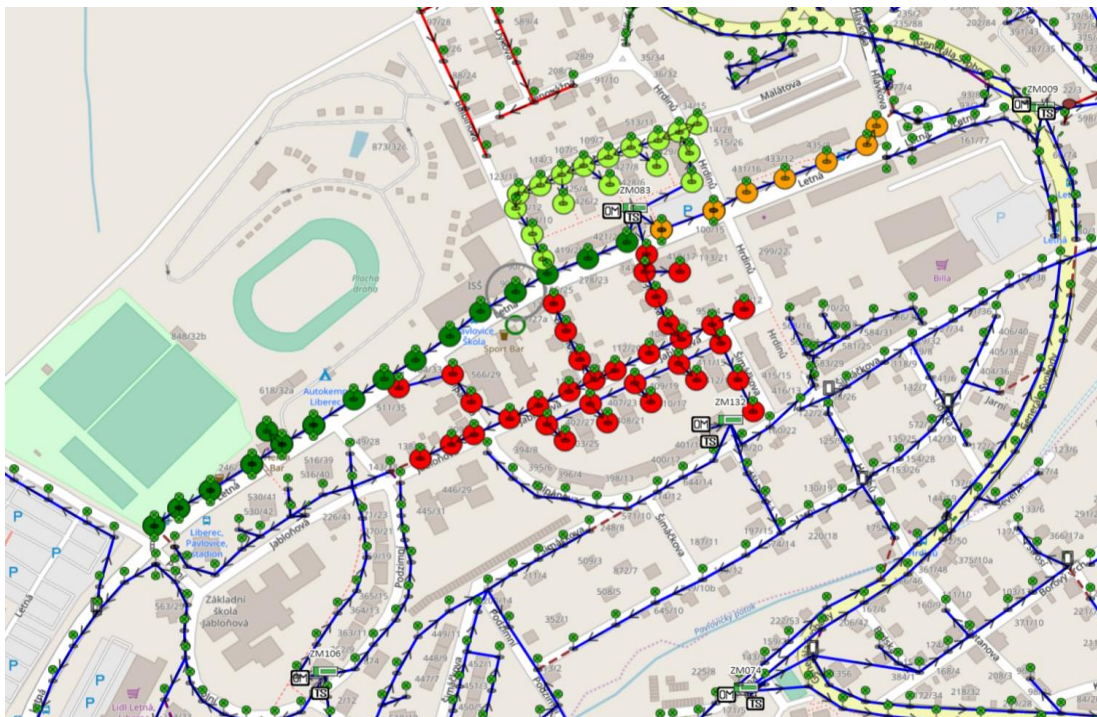
- 2) **Historie**
 - a) Počátky: SMS dohled o stavu křižovatek, rok 2003, Technické služby města Liberce
 - b) Další rozvoj:
 - i) Meteorologické senzory
 - ii) Počátky řízení veřejného osvětlení
 - iii) Spolupráce s magistrátem města Liberce od roku 2012 – postupné rozšiřování o jednotlivé moduly
 - iv) V roce 2016 přejmenováno na Centrální řízení technické infrastruktury

3) Popis jednotlivých modulů

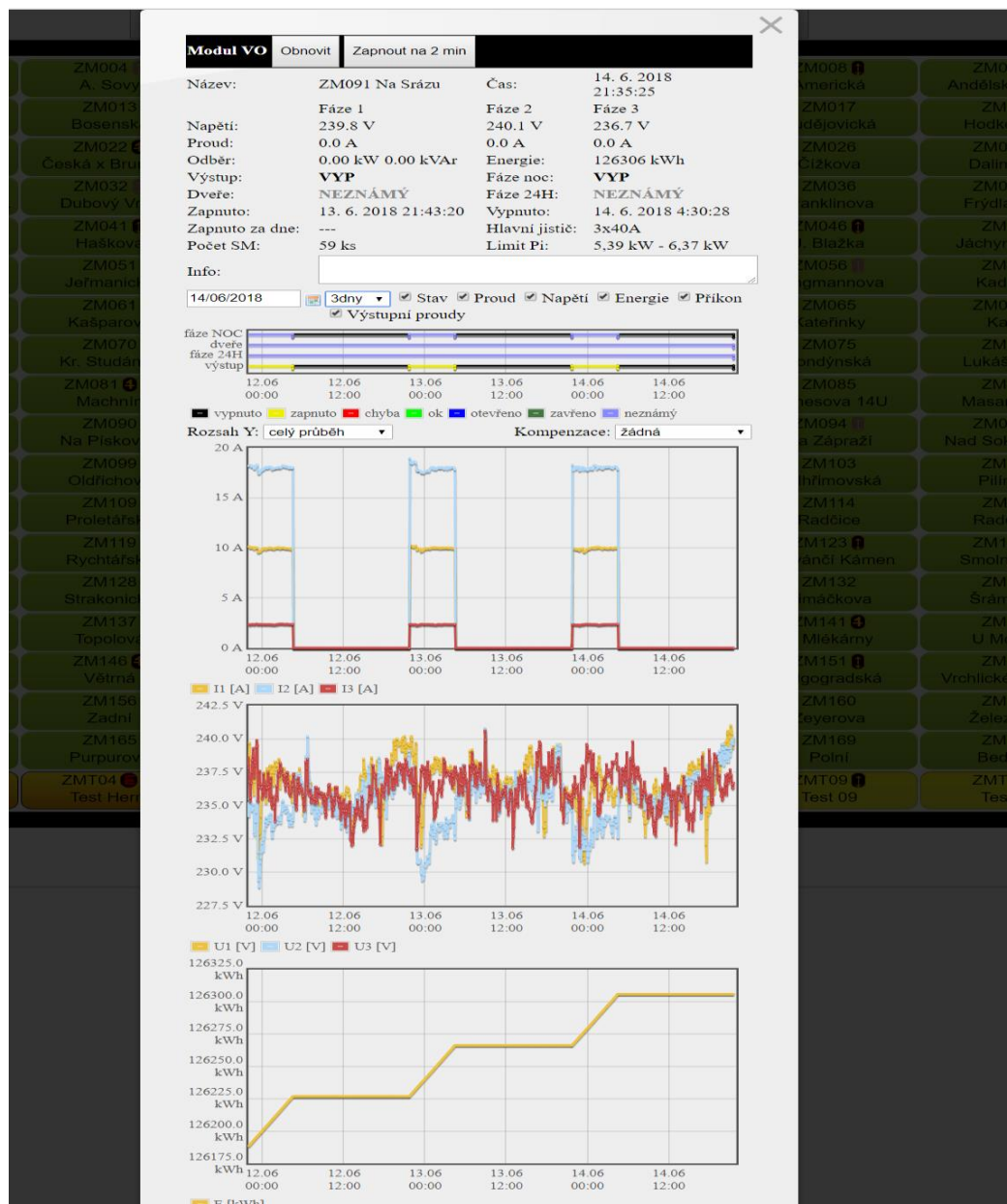
a) **ČRTI veřejné osvětlení** - Tabulkový přehled věch zapínacích stanic veřejného osvětlení v Liberci ve vypnutém stavu se základními symboly

Veřejné osvětlení								
ZM001	ZM003	ZM004	ZM005	ZM006	ZM007	ZM008	ZM009	ZM010
1.Máje-Imperial	1.Máje - Likov	A. Sovy	Aloisina Výšina	Al. Výšina - Ječná	Alšova	Americká	Andělská Cesta	Bedřichovka
ZM011	ZM012	ZM013	ZM014	ZM015	ZM016	ZM017	ZM018	ZM019
Benešovo n. divadlo	Borový vrch	Bosenská	Brigádnická	Broumovská	Březový vrch	Budějovická	Hodkovická	Bukovského
ZM020	ZM021	ZM022	ZM023	ZM024	ZM025	ZM026	ZM027	ZM029
Cytila a Metoděje	Čerchovská	Česká x Brunclík	Česká hlavní	Č. Mládeže ČSAD	Č.Mládeže Kavkazská	Čížkova	Dalimilova	Dobiášova
ZM030	ZM031	ZM032	ZM033	ZM034	ZM035	ZM036	ZM037	ZM038
Dobrovského	Doubská u k.objezd.	Dubový Vrch	Dukelská	Dvorská 388U	E.Krásnohorské	Franklinova	Frydantská	Gagarinova
ZM039	ZM040	ZM041	ZM042	ZM044	ZM045	ZM046	ZM047	ZM048
Halašova	Hanychovská	Hašková	Horní Suchá	Husova	Husova škola	J. Blažka	Jáchymovská	Janáčkova
ZM049	ZM050	ZM051	ZM053	ZM054	ZM055	ZM056	ZM057	ZM058
Javorová	Jeronýmova	Jeřmanická	Jeřt. spáleniště	Jeřt.ská Vápenka	Jeřt.ská N.domov	Jungmannova	Kadická	Kaplického
ZM059	ZM060	ZM061	ZM062	ZM063	ZM064	ZM065	ZM066	ZM067
Karlinky	Karlov	Kašparova	U Lesního Divadla	Kateřinky PS	Pastelová	Kateřinky	Kavčí	Klášterní
ZM068	ZM069	ZM070	ZM071	ZM072	ZM074	ZM075	ZM076	ZM077
Kopeckého	Krásná Studánka	Kr. Studánka	Krakonošova	Janovská	Libušina	Londýnská	Lukášovská	M. Horákové ep.1
ZM078	ZM079	ZM081	ZM082	ZM083	ZM084	ZM085	ZM086	ZM087
Šlikova	Horákové u Kaufl.	Machnin	Máchova 2U	Malátova	Malý cíp	Mánesova 14U	Masarykova	Na Bidě
ZM088	ZM089	ZM090	ZM091	ZM092	ZM093	ZM094	ZM095	ZM096
Na Bojišti	Na Okruhu	Na Pískovně	Na Srázu	Na Výběžku	Na Výšinách	Na Zápraží	Nad Sokolovnou	Nezvalova
ZM097	ZM098	ZM099	ZM100	ZM101	ZM102	ZM104	ZM103	ZM106
Průtah na Děčín	Olbrachtova	Oldřichova	Ostravská	Ostřížová Krajiná	Papírová	Pelhřimovská	Pilinkov	Podzemní
ZM107	ZM108	ZM110	ZM111	ZM112	ZM113	ZM114	ZM115	ZM116
Poštovní nám.	Proboštská	Proletářská	Puškinoва	Raspenavská U Lípy	Hejnická	Radčice	Radčická	Nastouplova
ZM117	ZM118	ZM119	ZM120	ZM121	ZM122	ZM123	ZM124	ZM125
Rudolfov	Ruprechtická	Rychtářská	Rychtářská Hlávková	Sametová II	Sametová I.	Skriváncí Kámen	Smolný Vrch	Sněhurčina
ZM126	ZM127	ZM128	ZM129	ZM130	ZM131	ZM132	ZM133	ZM134
Stáškova	Strakonická	Strakonická	Studánecká	Sukovo nám.	Svatoplukova	Šimáčkova	Šramkova	Štefánikovo nám.
ZM135	ZM136	ZM137	ZM138	ZM139	ZM140	ZM141	ZM142	ZM143
Šumavská	Táborská	Topolová	Tržní nám.	Tř. Svobody	U Krematoria	U Mlékárny	U Močálu	U Opatrovny
ZM144	ZM145	ZM146	ZM147	ZM149	ZM150	ZM151	ZM152	ZM153
U Potůčku	V Háji	Větrná	Hanácká,Vizovická	Vinařská	Vojanova	Volgogradská	Vrchlického u MŠ	Vrchlického u Tesca
ZM154	ZM155	ZM156	ZM157	ZM158	ZM159	ZM160	ZM161	ZM162
Vyhliďková	Za Domovem	Zadní	Zámečnická	Zborovská	Zelené Údolí	Zeyerova	Železniční	Sousedská
ZM163	ZM164	ZM165	ZM166	ZM167	ZM168	ZM169	ZM170	ZM200
Vesec-areál	U Koupaliště	Purpurová	Blatouchová	Skokanská	Hedvábná	Polní	Bedřov	Test EC

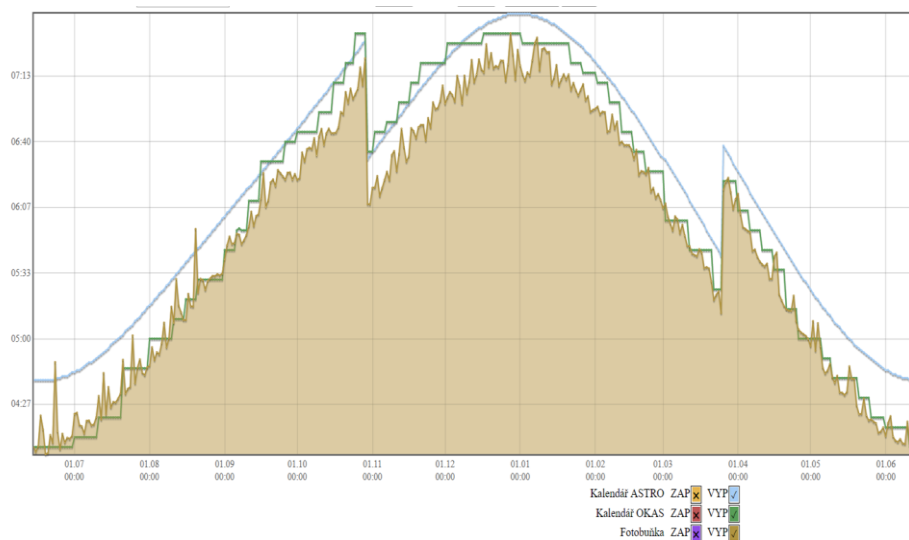
b) **ČRTI veřejné osvětlení** - Grafický přehled jednoho zapínacího bodu včetně schématu zapojení jednotlivých světelných míst do různých vývodů



c) ČRTI veřejné osvětlení Tabulkový přehled o stavu jednotlivého zapínacího místa veřejného osvětlení



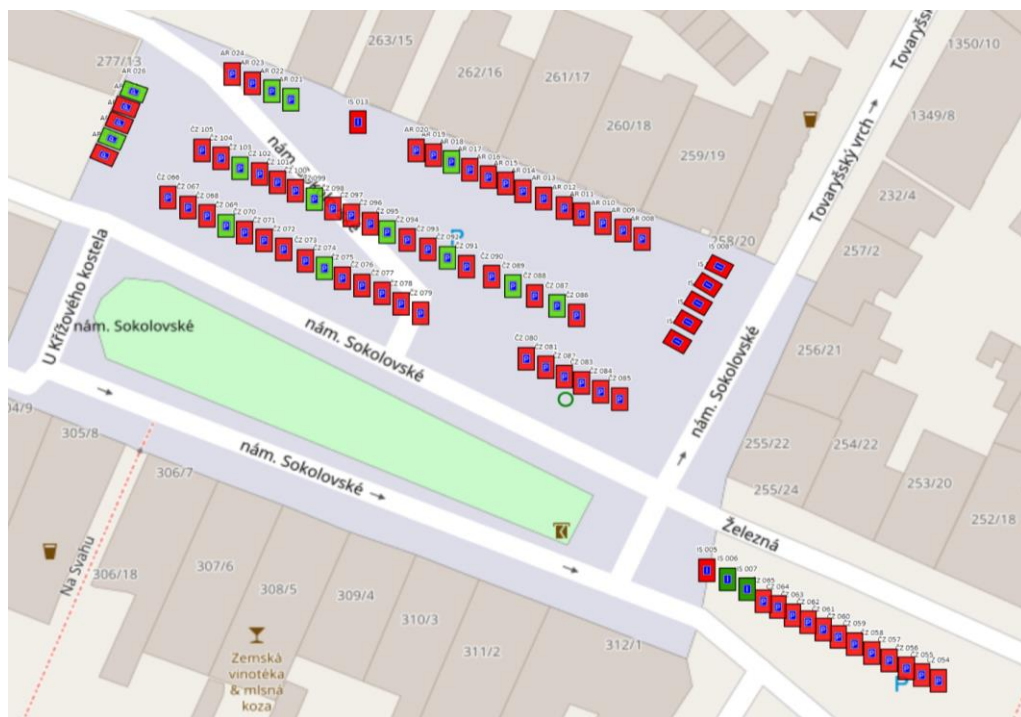
d) ČRTI veřejné osvětlení Komfortní řízení VO, nastavujeme požadované hodnoty spínání a vypínání veřejného osvětlení



e) ČRTI SSZ Přehled o stavu řízených křižovatek

Název		Stav	Displej	Program	Dveře	Čas
LB.01	Košická	OK				
LB.16	Kunratická	OK				
LB.22	Náchodská	OK				
LB.29	Nisacentrum	OK				
LB.31	Klicperova	OK				
LB.33	Nákladní	OK				
LB.39	Jablonecká - areál	OK				
LB.40	Jablonecká - Školní	OK				
LB.41	Pod Skalkou	OK				
LB.42	Ještědská, Dubice	OK				
Řadiče MTC						
LB.02	Poštovní	OK	DATUM UHRZEIT MODE F PROG. PHASE	29	ZAVRENY	18.06.14 21:01:00
3676			14.06.18 21:47:00 UHR 00 29/005 000/000			
LB.03	Jablonecká	OK	DATUM UHRZEIT MODE F PROG. PHASE	29	ZAVRENY	18.06.14 21:01:28
2610			14.06.18 21:42:55 UHR 00 29/005 000/000			
LB.04	Kubelíkova	OK	DATUM UHRZEIT MODE F PROG. PHASE	1	OTEVRENY	18.06.13 16:02:13
4390			13.06.18 15:19:45 UHR 00 01/041 031/008			
LB.06	Letná	OK	DATUM UHRZEIT MODE F PROG. PHASE	4	ZAVRENY	18.06.14 21:00:02
4172			14.06.18 21:46:47 UHR 00 04/000 003/006			
LB.07	Klášteří	OK	DATUM UHRZEIT MODE F PROG. PHASE	29	ZAVRENY	18.06.14 21:01:22
5088			14.06.18 21:42:33 UHR 00 29/005 000/000			
LB.08	Londýnská	OK	DATUM UHRZEIT MODE F PROG. PHASE	29	ZAVRENY	18.06.14 21:00:38
900			14.06.18 21:47:31 UHR 00 29/005 000/000			
LB.10	Zhořelecká	OK	DATUM UHRZEIT MODE F PROG. PHASE	29	ZAVRENY	18.06.14 21:00:43
900			14.06.18 21:43:14 UHR 00 29/005 000/000			
LB.11	Sokolská	OK	DATUM UHRZEIT MODE F PROG. PHASE	29	ZAVRENY	18.06.14 21:00:13
5260			14.06.18 21:41:49 UHR 00 29/005 000/000			
LB.12	České mládeže	OK	DATUM UHRZEIT MODE F PROG. PHASE	29	ZAVRENY	18.06.14 21:00:58
5474			14.06.18 21:46:43 UHR 00 29/005 000/000			
LB.13	Švermova	OK	DATUM UHRZEIT MODE F PROG. PHASE	4	ZAVRENY	18.06.14 21:00:05
4114			14.06.18 21:42:26 UHR 00 04/005 031/005			
LB.14	Truhlářská	OK	DATUM UHRZEIT MODE F PROG. PHASE	4	OTEVRENY	18.06.14 21:00:06
5202			14.06.18 21:46:39 UHR 00 04/000 003/055			
LB.15	Felberova	OK	DATUM UHRZEIT MODE F PROG. PHASE	10	ZAVRENY	18.06.14 18:00:56
3674			14.06.18 21:46:56 HAND 00 10/024 000/000			
LB.18	Mařanova	OK	DATUM UHRZEIT MODE F PROG. PHASE	29	ZAVRENY	18.06.14 21:00:49
5926			14.06.18 21:46:54 UHR 00 29/005 000/000			
LB.21	Nám.Dr.E.Beneše	OK	DATUM UHRZEIT MODE F PROG. PHASE	1	OTEVRENY	18.06.14 20:00:43
3578			14.06.18 21:46:29 UHR 00 01/009 002/000			
LB.25	Dr. M. Horákové	OK	DATUM UHRZEIT MODE F PROG. PHASE	29	ZAVRENY	18.06.14 17:46:41
8304			14.06.18 21:42:31 HAND 00 29/005 000/000			
LB.26	Jungmannova	OK	DATUM UHRZEIT MODE F PROG. PHASE	29	ZAVRENY	18.06.14 21:00:36
2579			14.06.18 21:42:45 DCF 00 29/005 000/000			
LB.27	Švermova	OK	DATUM UHRZEIT MODE F PROG. PHASE	29	ZAVRENY	18.06.14 21:00:37
6030			14.06.18 21:42:48 DCF 00 29/005 000/000			
LB.28	Mydlářská	OK	DATUM UHRZEIT MODE F PROG. PHASE	29	ZAVRENY	18.06.14 21:00:18
5379			14.06.18 21:42:47 UHR 00 29/005 000/000			
LB.34	Polní	OK	DATUM UHRZEIT MODE F PROG. PHASE	29	ZAVRENY	18.06.14 21:00:22
6129			14.06.18 21:42:28 UHR 00 29/005 000/000			

f) ČRTI parkování Přehled o stavu parkovacích míst

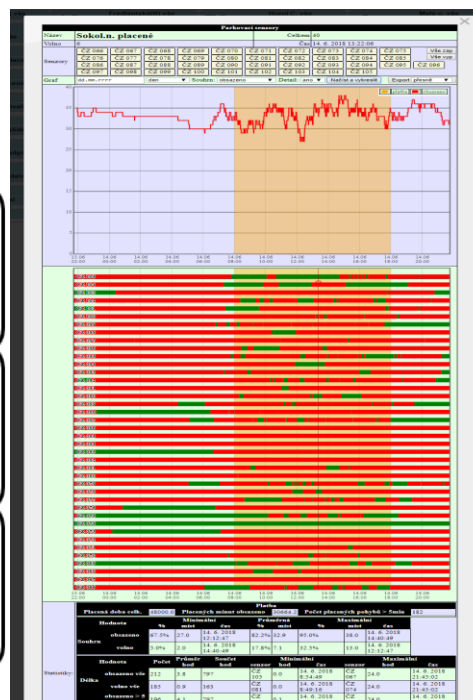


Naváděcí tabule

Tabulkový přehled využití parkoviště

VIT 003 nám. Dr. E. Beneše

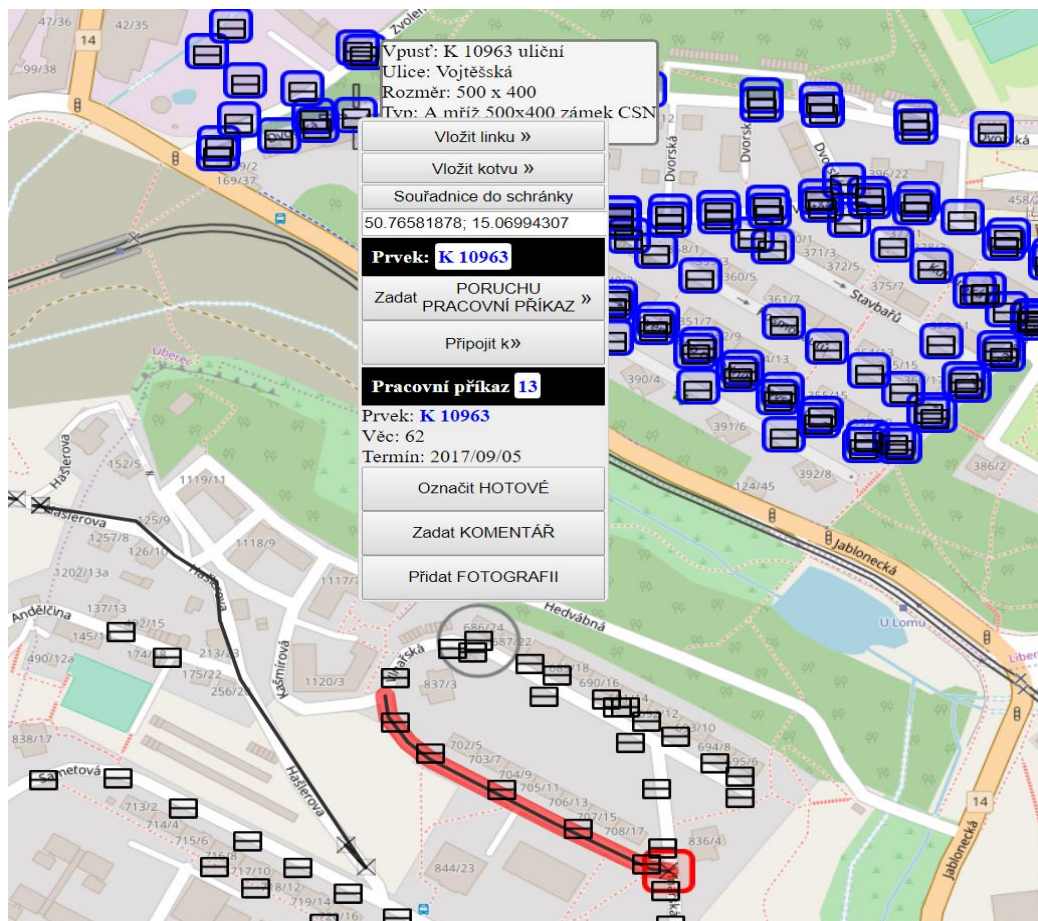
P ↑	HORNÍ CENTRUM
	11 z 64
P →	VAVŘINCŮV VRCH
	11 z 30
P ←	BENEŠOVO NÁM.
	5 z 24



g) SAVO Servisní aplikace pro VO a SSZ

ID	Stav	Termín	Zadáno	Prvek	Událost	Místo	Zadal	Přiřazeno	Ovládání	
9080	vyřešeno	1	2018/06/14 17:40	80165	MAPA	Neodpovídá ZM	Purpurová	DISP	Misar	-
Přehled			Historie			Akce				
Zadáno: 2018/06/14 17:40			Čas			Kdo		Akce		Co
Termín: 2018/06/15 17:40			2018/06/14 18:06			Misar		Označil		VYŘEŠENO
Přiřazeno: ---			X			2018/06/14 18:06		Misar		Zadal úkon
Provedeno: 2018/06/14 18:06										oprava jištění
Potvrzeno: ---										Nahozeni hl. Jistice
										-- vyberte --
										Provést
9077	vyřešeno	5	2018/06/14 14:02	07681	MAPA	Rozbité/poškozené svítidlo Sokolovská	SERV	Pomeisl	-	
Přehled			Historie			Akce				
Zadáno: 2018/06/14 14:02			Čas			Kdo		Akce		Co
Termín: 2018/06/19 14:02			2018/06/14 14:03			Pomeisl		Označil		VYŘEŠENO
Přiřazeno: ---			X			2018/06/14 14:03		Pomeisl		Zadal materiál
Provedeno: 2018/06/14 14:03										1x ATOS 100W
Potvrzeno: ---										výměna svítidla
										-- vyberte --
										Provést
9076	vyřešeno	5	2018/06/14 14:02	07680	MAPA	Rozbité/poškozené svítidlo Sokolovská	SERV	Pomeisl	-	
Přehled			Historie			Akce				
Zadáno: 2018/06/14 14:02			Čas			Kdo		Akce		Co
Termín: 2018/06/19 14:02			2018/06/14 14:03			Pomeisl		Označil		VYŘEŠENO
Přiřazeno: ---			X			2018/06/14 14:03		Pomeisl		Zadal úkon
Provedeno: 2018/06/14 14:03										výměna svítidla
Potvrzeno: ---										1x ATOS 100W
										-- vyberte --
										Provést
9074	vyřešeno	5	2018/06/14 12:39	10935	MAPA	Nesvíti svítidlo	SERV	Pomeisl	+	

h) SAKOM servisní aplikace pro komunikace a dešťovou kanalizaci



Časoprostorová analýza dopravních nehod

Michal Bíl, doc., RNDr. PhD.

Jiří Sedoník, Mgr.

Richard Andrášik, RNDr.

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., gis.cdvinfo.cz, michal.bil@cdv.cz

Výzkum okolností dopravních nehod vzniklých na síti pozemních komunikací ČR za snížené viditelnosti je předmětem projektu „Analýza viditelnosti účastníků silničního provozu za účelem zvýšení jejich bezpečnosti za soumraku a v noci“, který řeší FEI-VŠB a Centrum dopravního výzkumu, v. v. i. (CDV). V tomto příspěvku jsme se zaměřili na analýzu časoprostorového rozložení nehod vzniklých na mezikřižovatkových extravilánových úsecích.

1 Data

Předmětem analýzy bylo 13 407 úseků silniční sítě Česka, na kterých se stala aspoň jedna nehoda v noci nebo za svítání či soumraku v letech 2007 – 2017. Data o dopravních nehodách pochází z databáze Služby dopravní policie. Jednalo se celkem o 41 224 nehod v noci a 5 582 nehod za svítání nebo soumraku. Všechny tyto dopravní nehody se udály na mezikřižovatkových úsecích v extravilánu.

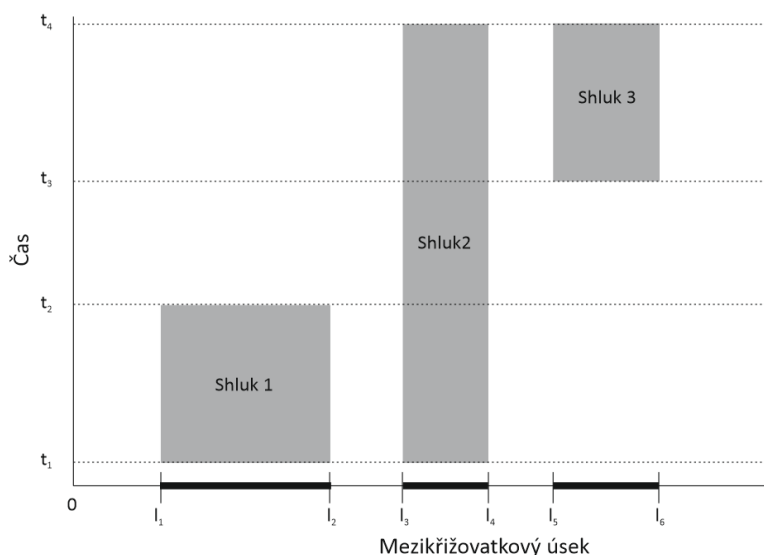
2 Metody

Ústřední myšlenkou příspěvku je skutečnost, že se dopravní nehody na silniční síti shlukují. Ke shlukové analýze používáme metodu KDE+ (www.kdeplus.cz), kterou vyvinulo CDV [1]. Metoda analyzuje prostorový vzor dopravních nehod po jednotlivých mezikřižovatkových úsecích. Jestliže na daném úseku dojde ke shlukování nehod, metoda identifikuje tzv. shluk (cluster). Shluky lze následně třídit podle bezrozměrné veličiny tzv. síly shluku. Metoda KDE+ se aktuálně využívá ve více než 20 státech světa pro prostorovou analýzu vzoru dopravních nehod.

V tomto příspěvku jsme se zaměřili na rozložení nehod na úsecích nejenom v prostoru, ale zároveň i v čase. Vzhledem k tomu, že databáze dopravních nehod již nyní obsahuje více než desetiletou časovou řadu, je možné sledovat vývoj vzoru nehod po jednotlivých letech či dnech, resp. s posuvným časovým oknem. Z principu lze na každém úseku rozlišit několik vzorů:

- úseky bez shluku,
- úseky, na nichž jsou časově stabilní shluky, tj. po celé období (Obrázek 1, Shluk 2),
- úseky se shluky, které začínají (Obrázek 1, Shluk 3) anebo
- končí (Obrázek 1, Shluk 1) v nějakém čase.

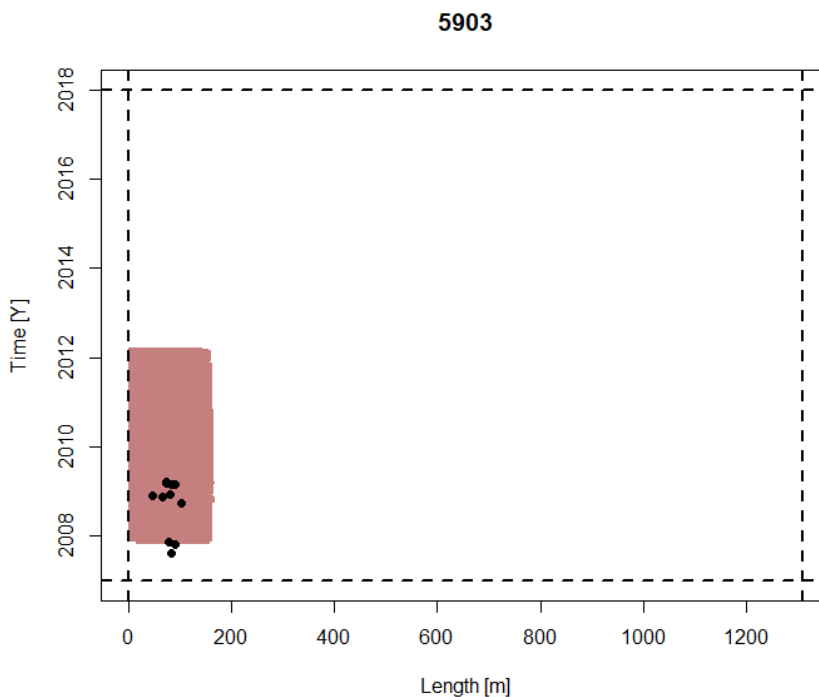
Stabilní shluky ukazují na místa, která jsou dlouhodobě nebezpečná. Pokud se shluk objeví v průběhu zkoumaného období, znamená to, že došlo ke zhoršení bezpečnostní situace na daném úseku. Úspěšná sanace by se měla projevit zmizením shluku. Obrázek 1 názorně ukazuje výše popsanou myšlenku.



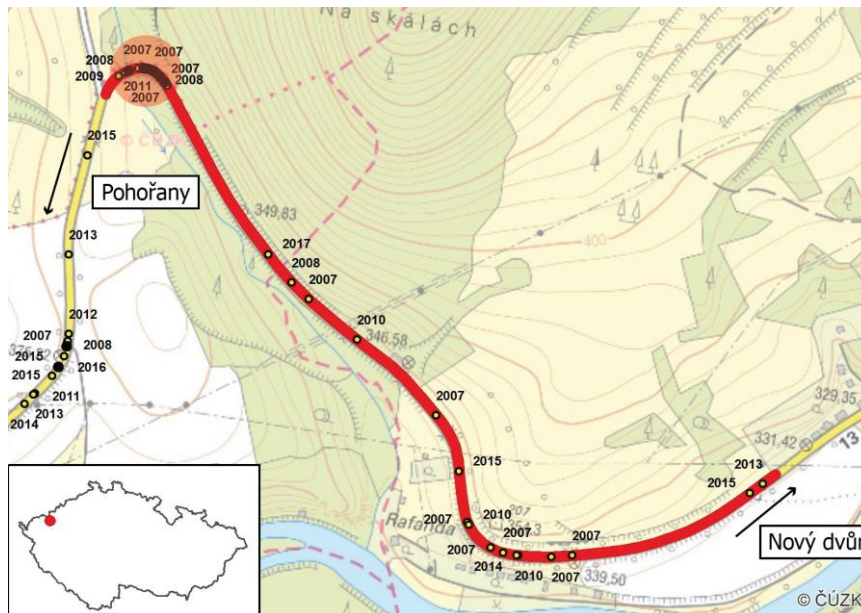
Obr.1 Princip časové změny nehodového vzoru na ukázkovém úseku. Shluk 1 vymizel v čase t_2 , jelikož došlo ke zlepšení situace, shluk 3 se naopak objevil v čase t_3 , protože se bezpečnostní situace zhoršila, shluk 2 je stabilní po celou dobu. Prostorové vymezení bylo pro názornost drženo stabilní, nicméně i změna v poloze shluků je možná.

3 Výsledky

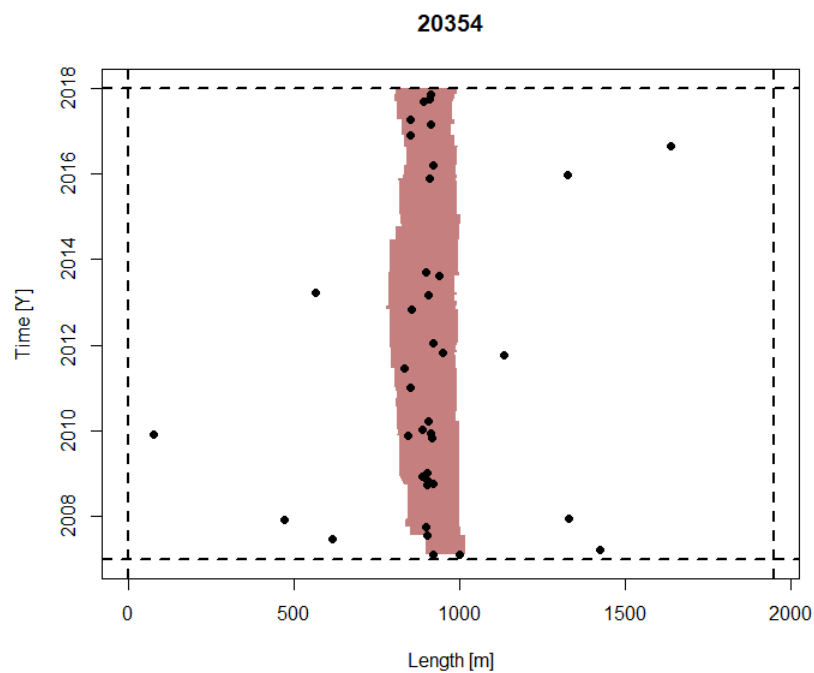
Vzhledem k tomu, že pro každý z 13 407 úseků lze vykreslit časoprostorový graf, uvádíme pouze nejzajímavější příklady, které zastupují každou ze tří hlavních kategorií. Spolu s výsledky lze vidět i konkrétní situaci z přiložených map.



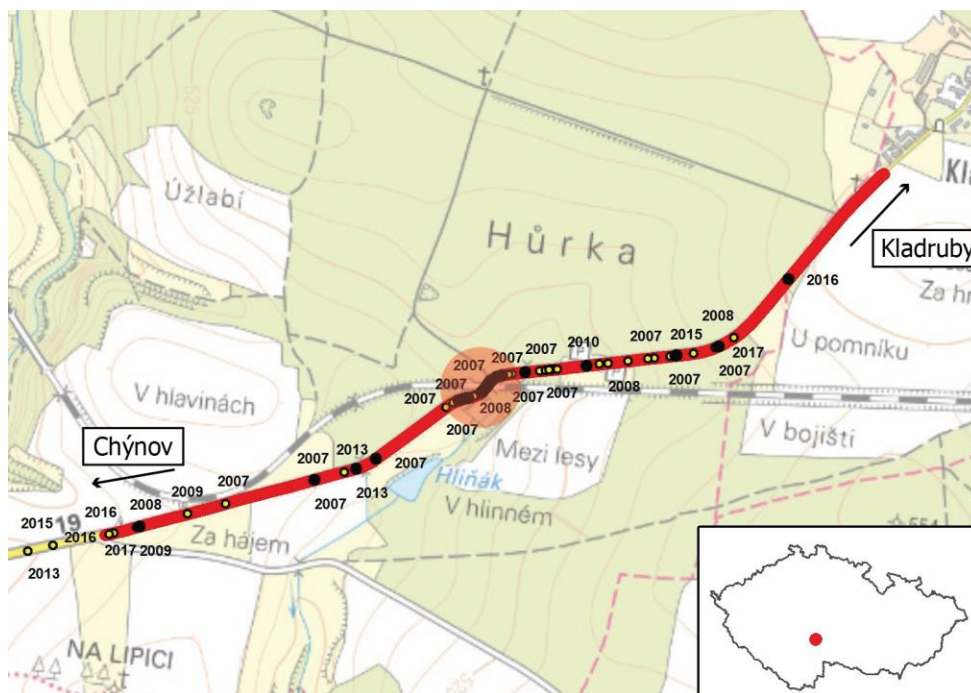
Obr.2 Příklad shluku, který po čase zanikl. Na vodorovné ose je délka úseku, na svislé časová řada, za kterou jsou dostupná data o dopravních nehodách



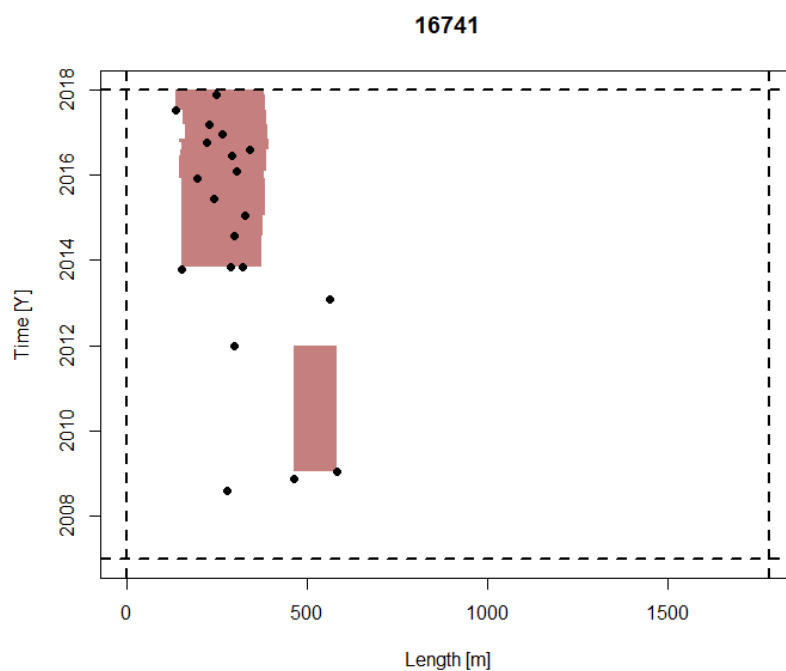
Obr.3 Lokalizace zaniklého shluku z Obrázku 2.



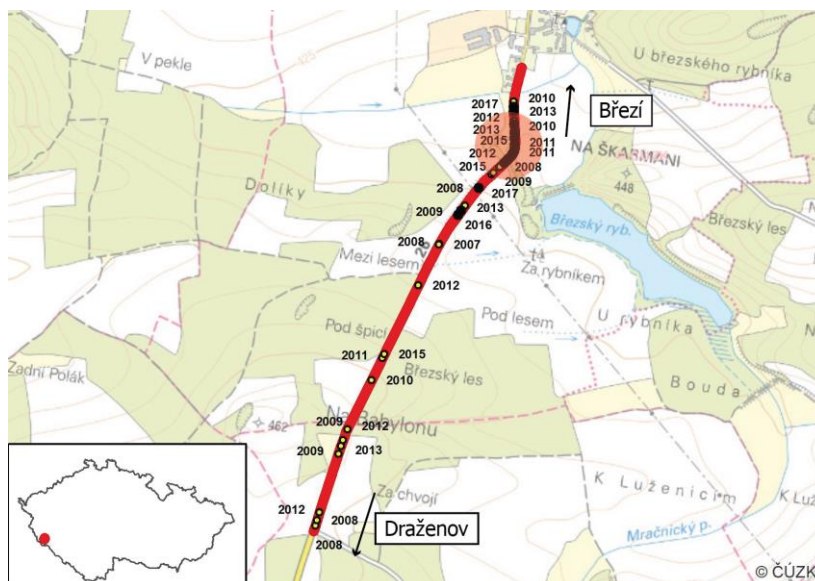
Obr.4 Příklad shluku, který je stabilní po celou délku časové řady dopravních nehod.



Obr.5 Lokalizace shluku z Obrázku 4, který byl stabilní po celou dobu dostupnosti dat. Jedná se podjezd pod železniční trať.



Obr.6 Shluk, který vznikl v roce 2014 a trvá do současnosti.



Obr.7 Lokalizace shluku z obrázku 6.

4 Závěr

Vybrané úseky mohou být následně prozkoumány experty na osvětlení za účelem zjištění příčin vzniku shluků dopravních nehod v noci. Rovněž je možné analyzovat libovolný úsek silniční sítě a ověřit tak zpětně vliv bezpečnostních opatření. Na rozdíl od dříve aplikovaných metod a přístupů, využívá tato metoda skutečnosti, že dopravní nehody jsou časově lokalizovány s přesností minimálně na dny a je tedy možné sledovat účinky opatření bezprostředně po jejich instalaci. Doposud se totiž pracovalo s mnohem hrubší škálou, obvykle s ročním krokem.

Poděkování

Příspěvek byl zpracován za laskavé podpory projektu VI20172019071 „Analýza viditelnosti účastníků silničního provozu za účelem zvýšení jejich bezpečnosti za soumraku a v noci“, poskytnutého v rámci Programu bezpečnostního výzkumu České republiky.

Literatura a odkazy

- [1] Bíl, M., Andrášik, R., Janoška, Z., 2013. Identification of Hazardous Road Locations of Traffic Accidents by means of Kernel Density Estimation and Cluster Significance Evaluation. *Accident Analysis and Prevention* 55, 265–273.

Nejrizikovější křižovatky v ČR z pohledu nehod vzniklých v noci

Michal Bíl, doc., RNDr. PhD., Richard Andrášik, RNDr., Jan Kubeček, Mgr., Jiří Sedoník, Mgr.

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., gis.cdvinfos.cz, michal.bil@cdv.cz

Výzkum okolností dopravních nehod vzniklých na síti pozemních komunikací ČR za snížené viditelnosti je předmětem projektu „Analýza viditelnosti účastníků silničního provozu za účelem zvýšení jejich bezpečnosti za soumraku a v noci“, který řeší FEI-VŠB a Centru dopravního výzkumu, v. v. i. V tomto příspěvku jsme se zaměřili na nehody vzniklé na křižovatkách.

1 Data

Pro účel analýzy rizikovosti křižovatek, jejímž základem je známá hodnota intenzity dopravy na všech ramenech křižovatky, jsme vycházeli z dat Celostátního sčítání dopravy 2016 (CSD 2016). Výsledky sčítání mimo jiné obsahují údaje o roční průměrné denní intenzitě dopravy (RPDI) na sčítacích úsecích I., II. třídy a vybraných sčítacích úsecích III. třídy. Z liniových geometrií těchto sčítacích úseků bylo vygenerováno 2353 křižovatek, které nebyly mimoúrovňové, nekřížily směrově dělenou komunikaci, a neústila do nich jiná nesčítaná komunikace (uliční síť či jiná silnice lokálního významu). Jednalo se tedy o výběr trojramenných, čtyřramenných křižovatek a kruhových objezdů.

K dispozici jsme měli databázi dopravních nehod za období 2007 – 2017, kterou spravuje Služba dopravní policie ČR. Celkem bylo za uvedené období na námi vybraných křižovatkách registrováno 15532 dopravních nehod, z toho se 3671 událo v noci. Mimoto jsme využili údajů ze 143 automatických sčítačů, které evidují intenzity dopravy každých 5 minut. Tato data jsme použili pro sestavení průběhu denní křivky intenzity dopravy a k odvození průměrného podílu hodinových intenzit v závislosti na AADT daného úseku.

2 Metody

Nejprve jsme pro jednotlivé křižovatky zjistili počet vozidel, které jimi projedou průměrně za den a každou hodinu. Poté jsme stanovili expozici, tj. celkový počet vozidel, která projedou danou křižovatkou za rok během noci, kdy noc definujeme na základě výšky slunce pro danou lokalitu. Pro každou křižovatkou jsme rozčlenili dopravní nehody ve dne a v noci.

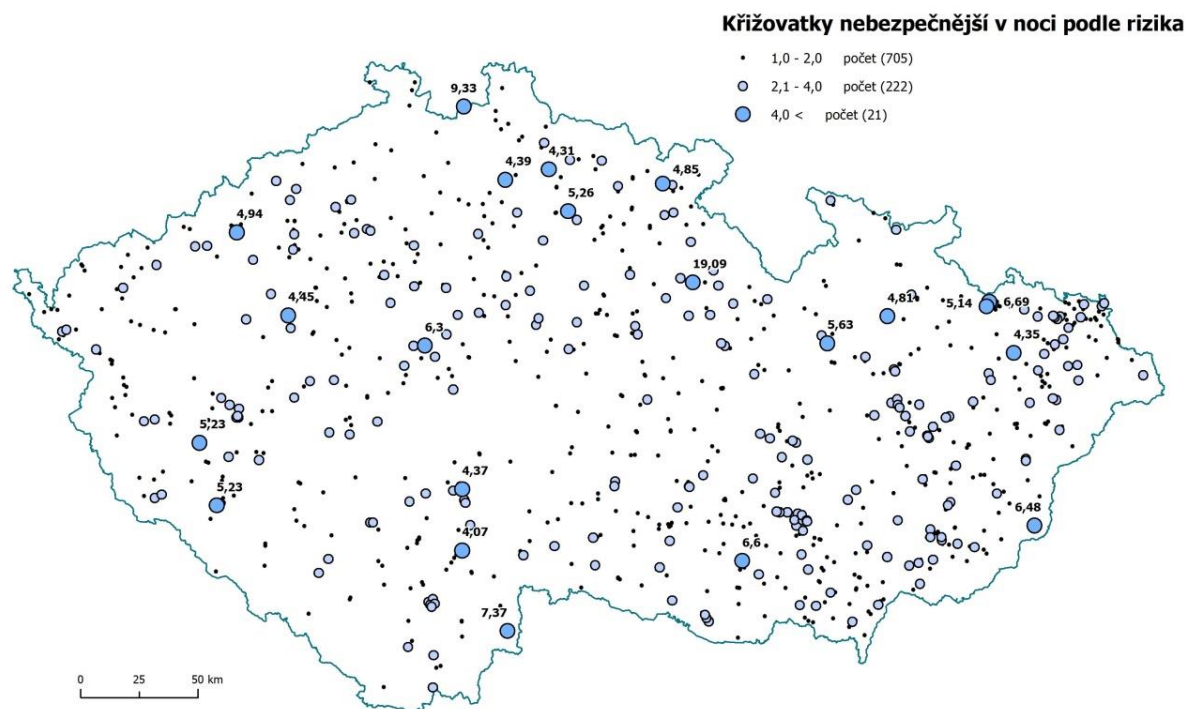
Pomocí Empirické Bayesovy (EB) metody [1] jsme odhadli očekávaný počet nehod zvlášť pro den a zvlášť pro noc. Při výpočtu bylo zohledněno, zda se jedná o tříramennou nebo čtyřramennou křižovatkou či kruhový objezd. Zároveň do výpočtu vstoupily hodnoty RPDI jednotlivých ramen a také pozorované počty dopravních nehod. Pomocí očekávaného počtu nehod v noci lze křižovatky seřadit podle jejich absolutní nebezpečnosti.

Ve druhém kroku jsme srovnávali nebezpečí na křižovatkách ve dne a v noci. Za tímto účelem jsme nejdříve ze 143 automatických sčítačů odvodili, že expozice (objem dopravy) ve dne je přibližně 2.75 krát vyšší než expozice v noci. Díky této informaci jsme pro každou křižovatkou mohli spočítat relativní riziko (RR) v noci následovně:

$$RR = \frac{\frac{EB_{noc}}{\text{expozice v noci}}}{\frac{EB_{den}}{\text{expozice ve dne}}} = 2.75 \frac{EB_{noc}}{EB_{den}},$$

kde EB_{noc} a EB_{den} jsou očekávané počty nehod v noci a ve dne. Výsledkem je mapa ČR s vybranými křižovatkami, které jsou rizikovější v noci než ve dne.

3 Výsledky



Obr.1 Lokalizace křižovatek, u nichž bylo zjištěno vyšší nebezpečí dopravní nehody v noci než ve dne. Velikost znaku ukazuje na rizikovost v noci vzhledem ke dni, číslo skutečnou hodnotu rizika u prvních 21 křižovatek

Obec	Kraj	Komunikace	Odhad počtu DN v noci / rok	Riziko (noc/den)
Ústí nad Labem	Ústecký	I/62 a I/30	3,10	1,28
Uherské Hradiště	Zlínský	I/55 a II/497	2,87	2,02
Pardubice	Pardubický	I/36 a II/355	2,62	1,57
Olomouc	Olomoucký	I/35, I/46 a I/55	2,60	2,14
Litoměřice	Ústecký	I/15 a II/261	1,46	2,08

Tab.1 Seznam pěti nejnebezpečnějších křižovatek v ČR z pohledu očekávaného počtu nehod v noci.

Obec	Kraj	Komunikace	Riziko (noc/den)	Odhad očekávaného počtu DN za rok / rok
Čestice	Královehradecký	I/11 a I/36	19,09	1,18
Hrádek nad Nisou	Liberecký	Kruhový objezd I/35, III/2719	9,33	0,28
Dvory nad Lužnicí	Jihočeský	II/103 a III/1505	7,37	0,16
Opava	Moravskoslezský	I/11 a III/4641	6,69	0,23
Moravský Krumlov	Jihomoravský	II/413 a III/4131	6,60	0,17

Tab.2 Seznam pěti křižovatek v ČR s nejvyšším relativním rizikem v noci.

Nejhorší křižovatkou je, z pohledu odhadu očekávaného počtu nehod, křižovatka v Ústí nad Labem v křížení silnice I/62 a I/30. Naopak nejvyšší riziko v noci, tj. vzhledem ke dni (slunce je nad obzorem), bylo identifikováno u křižovatky silnic I/11 a I/36 v obci Čestice v okrese Rychnov nad Kněžnou.

4 Závěr

Analýzou dopravních nehod vzniklých v noci a ve dne v silniční síti Česka jsme identifikovali 948 (40%) křižovatek, které měly v průměru vyšší riziko nehody během noci než ve dne. Tento postup, kde se naráz zpracovává velký objem dat je vysoce efektivní pro rychlou identifikaci nebezpečných křižovatek. V dalším kroku bude potřeba, aby předmětné křižovatky posoudili odborníci na osvětlení, ale též dopravní inženýrství.

Uvedený postup v sobě ale zahrnuje několik omezení. Předně je závislý na homogenitě databáze dopravních nehod. V případě nehod motorových vozidel a nehod s účastí chodců nebo cyklistů, u nichž došlo ke zranění, se dá očekávat, že databáze bude obsahovat naprostou většinu těchto událostí. Limitujícím faktorem, v případě motorových vozidel, je výše celkové škody, u zranitelných účastníků jsou to potom následky. Jak bylo již dříve ukázáno, obě skupiny nehod nemusejí být zcela zastoupeny v oficiálních datech.

Údaje o AADT vyjadřují pouze odhad průměrného počtu vozidel a v případě některých křižovatek nemusejí být všechna data k dispozici, jelikož sčítání dopravy neprobíhá na celé síti. To se především týká křižovatek, kdy jedno z ramen je místní komunikace a nejsou tedy pro něj údaje o intenzitě. Další oblastí, které bychom se chtěli do budoucna věnovat, jsou složité mimoúrovňové křižovatky, pro které bude zřejmě třeba stanovit jiný způsob výpočtu rizika.

Poděkování

Příspěvek byl zpracován za laskavé podpory projektu VI20172019071 „Analýza viditelnosti účastníků silničního provozu za účelem zvýšení jejich bezpečnosti za soumraku a v noci“, poskytnutého v rámci Programu bezpečnostního výzkumu České republiky.

Literatura a odkazy

- [1] Miaou, S. P., Lord, D. Modeling Traffic Crash-Flow Relationships for Intersections: Dispersion Parameter, Functional Form, and Bayes Versus Empirical Bayes Methods. Transportation Research Record 1840, Paper No. 03-3363, 31 – 40.

Dopravní nehody v intravilánu v noci s účastí chodce

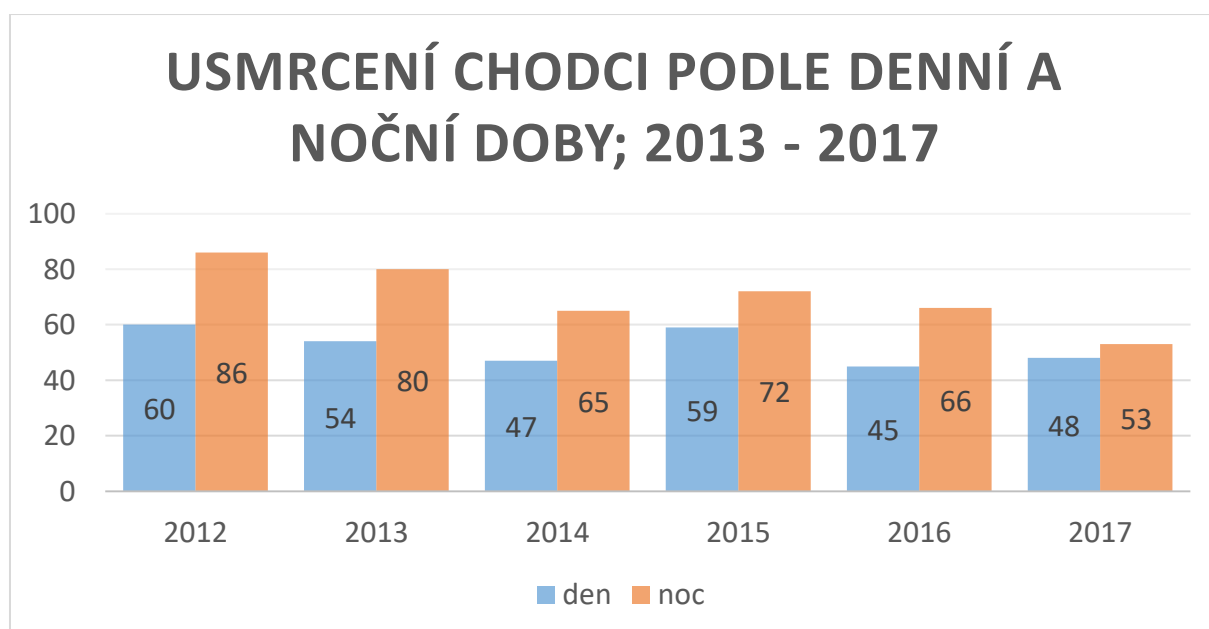
Sabina Burdová, JUDr., pplk.

Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia České republiky

www.policie.cz/clanek/reditelstvi-sluzby-dopravni-policie-o-nas-reditelstvi-sluzby-dopravni-policie.aspx,
pp.rsdp@pcr.cz

1 Porovnání základních ukazatelů

V roce 2012 bylo při dopravních nehodách v noci s účastí chodce usmrceno celkem 86 chodců. Jejich počet se postupně snižoval, kdy v roce 2017 jich bylo 53. I když má jejich počet dlouhodobě klesající tendenci (viz Tab. 1), v porovnání s chodci usmrcenými ve dne, jsou tato čísla stále vysoká. Je nutné totiž brát v potaz, že intenzita provozu na pozemních komunikacích v noci je podstatně nižší a to i u chodců.

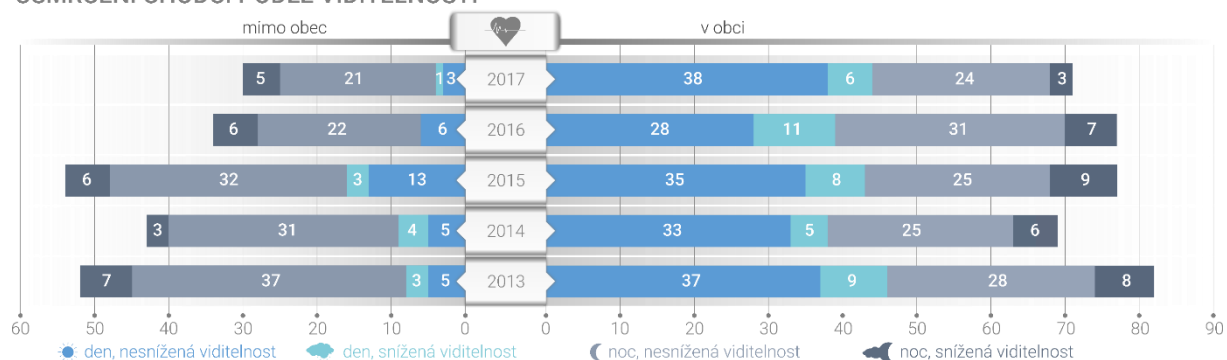


Tab.1

1.1 Usmrcení chodci podle viditelnosti

V porovnání následků dopravních nehod s účastí chodce, nejvíce chodců je usmrceno v obci. V roce 2017 bylo při těchto nehodách usmrceno 71 chodců, tj. o 6 chodců méně proti roku 2016. Z hlediska viditelnosti to v roce 2017 bylo v noci 27 chodců, což je oproti roku 2016 o 11 chodců méně.

USMRČENÍ CHODCI PODLE VIDITELNOSTI



Tab.2

1.2 Usmrcení chodci podle doby a komunikace

Nejvíce usmrcených chodců máme v roce 2017 z hlediska druhu pozemní komunikace, na které k dopravní nehodě s účastí chodce došlo (intravilán i extravilán), na silnicích I. tříd, následují sil. II. tříd. Právě na těchto komunikacích je také nejvyšší intenzita provozu a z hlediska intravilánových komunikací se jedná o průjezdní úseky – průtahové komunikace.

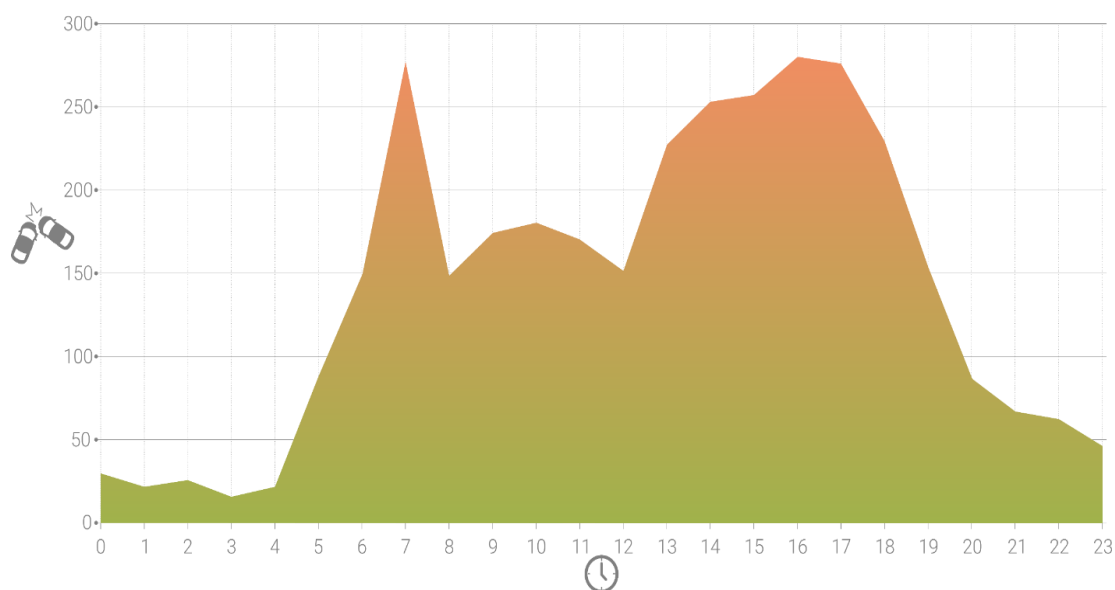
Průtahové komunikace obcemi, které jsou zpravidla i hlavními komunikacemi, plní několik funkcí najednou. Tedy nejen funkci dopravní (zejména pro tranzitní dopravu), ale také i obslužnou, pobytovou a společenskou, neboť kolem těchto komunikací se nacházejí různé instituce, jako jsou radnice, školy, pošty, obchody, služby, zastávky veřejné dopravy atd., což samo o sobě znamená zdroj nebezpečí, konfliktů a dopravní problémy. Nejčastějšími nedostatky, kterými tyto komunikace trpí, jsou zejména stejné šířkové uspořádání komunikace jako v extravilánu s důrazem na plynulou a rychlou jízdu motorových vozidel, předimenzované šířky jízdních pruhů pro motorovou dopravu na úkor potřeb nemotorizovaných účastníků dopravy a dalších funkcí sídelního útvaru, absence stavebních prvků pro usnadnění přecházení (např. lávky, podchody, střední dělicí ostrůvky a vysazené chodníkové plochy), úzké nebo chybějící chodníky, nedostatečné, nekvalitní nebo chybějící veřejné osvětlení, překážky v chodnicích znesnadňující chůzi a vyhýbání, podél průtahů nejsou vybudovány stezky (resp. pruhy) pro cyklisty, velký bariérový účinek komunikace zhoršující podmínky pohybu pěších a zvyšující rizika při přecházení. Z toho poté plyne nízký pocit subjektivní bezpečnosti nemotorizovaných účastníků silničního provozu.

Z hlediska času se nejvíce dopravních nehod s účastí chodce odehrává v ranních hodinách, tedy v době, kdy děti chodí do školy či lidé dochází do zaměstnání a pak v odpoledních hodinách, kdy se vrací zpět.

	Σ	 ve dne	 v noci
dálnice	2	1	1
silnice I. třídy	29	9	20
silnice II. třídy	24	10	14
silnice III. třídy	8	3	5
sledovaná křižovatka	4	3	1
sledovaná komunikace	15	8	7
místní komunikace	18	13	5
účelová komunikace	1	1	0
CELKEM	101	48	53

Tab.3

NEHODY S ÚČASTÍ CHODCE PO HODINÁCH



Tab.4

2 Nejčastější příčiny dopravních nehod v intravilánu v noci s účastí chodce

Mezi nejčastější příčiny těchto dopravních nehod patří přehlédnutí chodce přecházejícího vozovku a to, ať už přes vyznačený přechod pro chodce nebo i mimo něj. Řidiči také snadněji přehlédnou chodce jdoucího po vozovce.

3 Závěr

Chodec je jeden z nejzranitelnějších účastníků silničního provozu. Kolize s vozidlem pro něj často mívá fatální následky. Bohužel i v dnešní době se najde řada obcí, která se snaží

uspořít na úkor osvětlenosti pozemních komunikací, přestože nové technologie dnes dokáží výrazně snížit náklady na provoz. Kvalitní osvětlení poskytuje prevenci vážných či dokonce smrtelných nehod a výrazně snižuje míru úrazů chodců. Pomáhá lidem cítit se v noci na ulicích bezpečně, protože mohou jednodušeji rozlišovat předměty, barvy, tvary a jiné detaily.

Vidět a být viděn je základní pravidlo bezpečnosti na silnicích a za snížené viditelnosti platí dvojnásob. Zákon č. 48/2016 Sb., kterým se mění zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu), ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 247/2000 Sb., o získávání a zdokonalování odborné způsobilosti k řízení motorových vozidel a o změnách některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a zákon č. 200/1990 Sb., o přestupcích, ve znění pozdějších předpisů, stanovil nově povinnost chodci, pohybuje-li se mimo obec za snížené viditelnosti po krajnici nebo po okraji vozovky v místě, které není osvětleno veřejným osvětlením, je povinen mít na sobě prvky z retroreflexního materiálu umístěné tak, aby byly viditelné pro ostatní účastníky provozu na pozemních komunikacích. Zavedení této povinnosti do zákona o silničním provozu bylo iniciováno ředitelstvím služby dopravní policie Policejního prezidia ČR s cílem snížit počet smrtelných dopravních nehod chodců. Povinnost se však týká pouze úseků pozemních komunikací mimo obec. V poslední době se tak stále častěji otvírá diskuze nad možným rozšířením této povinnosti i do intravilánu obce tak, aby se povinnost mít na sobě prvky z retroreflexního materiálu vztahovala na všechny úseky pozemních komunikací, které nejsou osvětleny veřejným osvětlením či nejsou vybaveny chodníky. Smyslem tohoto návrhu není jen zavedení další povinnosti pro účastníky silničního provozu, ale zejména vytvoření většího tlaku na uvědomování si vlastní bezpečnosti s cílem zviditelnění se v silničním provozu. I přes veškeré snahy a přijatá opatření zůstává však nadále největší hrozbou na našich komunikacích nepozornost ze strany všech účastníků silničního provozu a to jak těch motorizovaných, tak nemotorizovaných.

Vybrané příčiny poruch LED

Jakub Černoch. Ing.

Osvětlení Černoch s.r.o., www.cernoch.cz, jakub@cernoch.cz

1 Rozdělení příčin poruch LED

Poruchy LED můžeme rozdělit do těchto základních skupin dle příčiny jejich vzniku:

- mechanické namáhání
- chemická kompatibilita
- silné UV záření
- elektrické namáhání

2 Mechanické namáhání

Čip LED je nutné připevnit na izolační podložku, kterou je možné připojit nejčastěji pájením na plošný spoj. U výkonových LED používaných pro osvětlování je tato podložka tvořena pro nižší výkony plastem, u vyšších výkonů pak destičkou z tepelně vodivé keramiky. Poslední novinkou je u COB (Chip-On-Board) měděná podložka, která je z hlediska odolnosti proti mechanickému namáhání i z hlediska odvodu tepla ideálním řešením. Plošný spoj, na kterém je LED umístěna, má obvykle tloušťku 1,5 mm a nevyznačuje se vysokou tuhostí. Tu musí zajistit chladič, na který je plošný spoj připevněn. Když se na takovou sestavu podíváme z hlediska mechanického namáhání, můžeme najít tři hlavní příčiny vytvoření mechanického napětí, působícího na pouzdro LED:

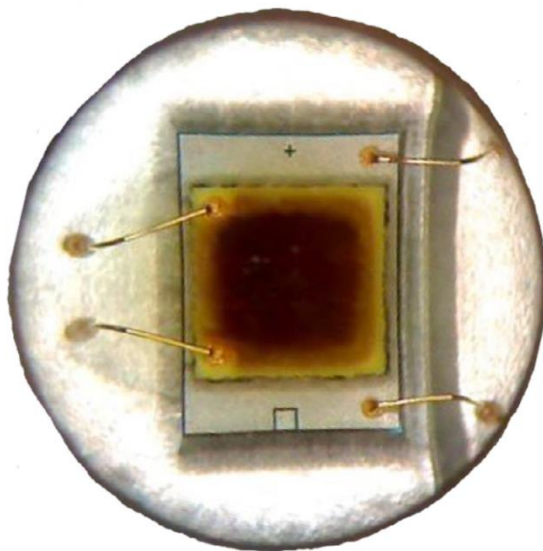
- Deformace ne zcela pevného chladiče především u svítidel ohýbaných z plechu.
- Napětí vniklé nevhodným složením pájky nebo nebo nedodržením technologického postupu při pájení
- Napětí vzniklé odlišnou tepelnou roztažností nosného materiálu plošného spoje a chladiče.

Takto vzniklá napětí, případně i jejich kombinace, pak mohou vést k lomům keramické podložky nebo utržení zlatých drátků, propojujících čip s pájenými přívody. Poruchy mechanickým namáháním lze omezit vhodnou volbou použitých materiálů a technologickou kázní při pájení.

3 Chemická kompatibilita

Tento mechanismus poruch LED je vlastně nazván nesprávně, přesnější označení by bylo chemická nekompatibilita. Porucha se projevuje zhnědnutím až zčernáním čipu, po podrobném zkoumání zjistíme, že se jedná o změnu nikoliv na čipu, ale o degradaci silikonového materiálu kryjícího čip. Silikony jsou obecně chemicky velmi stabilní sloučeniny, ale reagují s některými volnými organickými sloučeninami za přítomnosti silného světla a tepla. Materiálů, které mohou svou přítomností způsobit degradaci LED, je celá řada. Každý

výrobce by měl mít k dispozici seznam materiálů, které jsou nekompatibilní a které naopak byly úspěšně otestovány jako kompatibilní. Velkým rizikem chemické nekompatibility je skutečnost, že její působení se může projevit až po poměrně dlouhé době, kdy už je pozdě na nějaká nápravná opatření. Pokud z okolí LED odstraníme látku, která uvolňuje volné organické sloučeniny, a necháme jí delší dobu svítit s možností odvětrání, může se krycí silikon vrátit téměř do původního stavu. Tento mechanismus můžeme využít pro ověření, zda se jedná o tuto nebo jinou příčinu poruchy.



Obr.1 Výsledek chemické (ne)kompatibility [1]

Pokud nenajdeme některé látky v seznamu kompatibilních materiálů, můžeme je otestovat. Každý výrobce LED má svůj postup testování chemické kompatibility. Protože jsme tento mechanismus poruchy LED pocítili na vlastní kůži již v začátcích aplikace LED, vyvinuli jsme si vlastní zrychlenou metodu testování. LED provozujeme při tomto testu blízko maximálního příkonu s utěsněným skleněným krytem, uvnitř něhož umístíme vedle LED testovaný materiál. Celou sestavu umístíme do vytápěné komory a díky takto tvrdým podmínkám máme poměrně spolehlivé výsledky již po týdnu zkoušek.

Jen pro představu materiál firmy Cree k chemické kompatibilitě [1] má 28 stran, z nichž 14 stran je jen seznam testovaných látek s údaji o jejich (ne)kompatibilitě.

Problematika chemické kompatibility se zdánlivě týká jen svítidel s vyšším krytím, kde je LED v těsně uzavřeném prostoru. Domnívám se ale, že problémy způsobené tímto procesem mohou nastat i u interiérových svítidel v místech, kde se pracuje s organickými rozpouštědly. Mám silné podezření, že někdy stačí pro vyvolání tohoto jevu i časté používání parfémů v místnosti s LED osvětlením. O podceňování tohoto mechanismu poruchy svědčí nedávný případ renomovaného výrobce optických prvků, který použil k lepení nedostatečně otestovanou oboustrannou pěnovou pásku.

4 Vliv silného UV záření

Vlivem silného UV záření ze svářeček nebo laserů může dojít k zhnědnutí až zčernání krycího silikonu a pravděpodobně i poškození vrstvy fosforu. Výsledek je podobný působení chemické nekompatibility. Tento jev ale na rozdíl od problému s chemickou kompatibilitou

není ani částečně vratný. Mechanismus vzniku tohoto jevu není přesně znám, máme s ním ale praktické zkušenosti z aplikací v průmyslovém prostředí. .

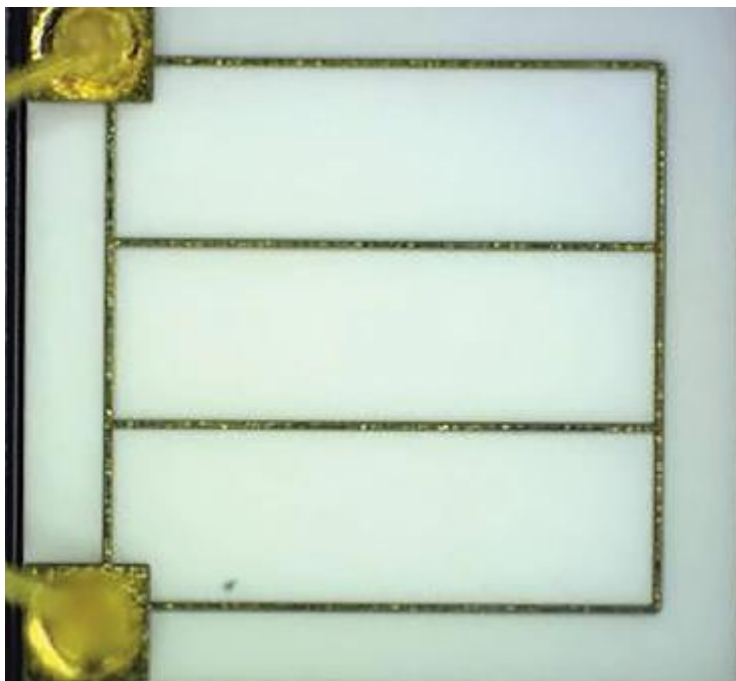
5 Elektrické namáhání

Tato příčina poruch LED je určitě nejčastější a zvláště zpočátku vedla k nedůvěře v proklamované doby života svítidel. Nebezpečnost tohoto typu poruch je o to vyšší, že následky zvýšeného elektrického namáhání se nemusí projevit hned, ale až po uplynutí různě dlouhé doby.

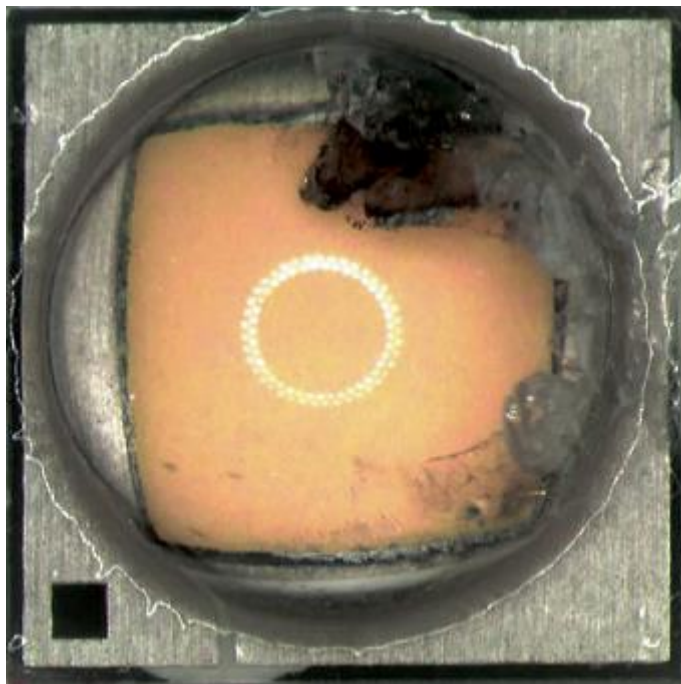
Přímá příčina vzniku této poruchy je jednoduchá– napětí nebo proud LED po určitou dobu překročí její maximální hodnoty. Překročení mezních hodnot může být způsobeno několika důvody:

- Vnější zdroje (statická elektřina, elektrické výboje, nesprávné testování nebo chyba obsluhy)
- Vnitřní zdroje (nesprávná funkce napájecích obvodů, špatný návrh plošných spojů, nevhodná volba součástek).

U elektrického namáhání je pro vznik poruchy nejdůležitějším parametrem celková energie poruchového jevu. Elektrické namáhání s nízkou energií způsobí nepodstatné nebo žádné poškození. Střední úroveň energie poruchového jevu způsobí poruchy, které se neprojeví okamžitě, ale vedou ke zkrácení doby života LED (obrázek 2). Poruchové jevy s vysokou energií způsobí přetavení zlatých přívodních drátků nebo zničení čipu a tím okamžité zničení LED (obrázek 3).



Obr.2 LED s mikroporuchami ^[1]



Obr.3 LED zničená poruchou s vysokou energií

Typy elektrického namáhání LED můžeme rozdělit dle příčiny jejich vzniku takto:

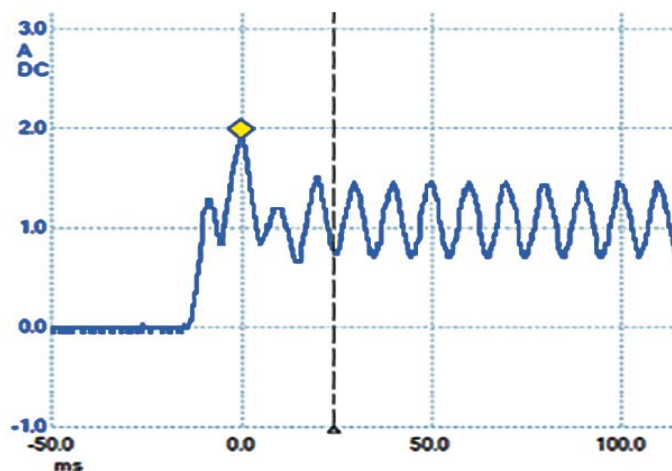
- Elektrostatický výboj
- Nesprávná funkce napájecího zdroje
- Nesprávné testovací postupy
- Chyby při připojování svítidel se zdrojem pod napětím nebo s velmi dlouhými přívody
- Chybný návrh plošného spoje
- Souhlasné a rozdílové rázy

6 Elektrostatický výboj

Tento typ namáhání vzniká při manipulaci s LED nebo s osazenou deskou plošných spojů na pracovištích, která nejsou vybavena ochranou proti vzniku statické elektřiny. Většina současných výkonových LED je vybavena již na čipu ochranou proti statické elektřině, výjimkou jsou některé miniaturní LED, kde je vynechána ochrana z rozměrových důvodů. V těchto případech pak je nutné co nejbližší k LED umístit přepěťovou ochranu. V současnosti je poškození LED statickou elektřinou poměrně vzácné.

7 Nesprávná funkce napájecího zdroje

Napájecí zdroj je velmi častou příčinou poruch LED. Jako nesprávnou funkci můžeme označit jeho výstupní tolerance, zvlnění výstupního proudu, přechodovou špičku při zapnutí a proud při připojení LED ke zdroji pod napětím. Typický oscilogram výstupního proudu běžného napájecího zdroje 1050 mA je na obrázku 3:



Obr.4 Oscilogram proudu z napájecího zdroje po zapnutí

Z oscilogramu je patrná špička proudu při zapnutí, která dosahuje 2A. Pokud je LED dimenzovaná na tento proud, je vše v pořádku, ale v případě LED dimenzované na nižší proud dochází při každém zapnutí k jejímu přetěžování. To samé pak platí pro zvlnění napájecího proudu, které v tomto případě činí téměř 40%. Pokud budeme s tímto zdrojem provozovat LED s maximálním proudem např. 1,2A, bude přetěžována a její doba života se radikálně zkrátí.

Podobně je nutné respektovat toleranci výstupního proudu napájecího zdroje, která je běžně 5-7%. Napájet například LED s mezním proudem 1A z proudového zdroje 1A s tolerancí +-7% může vést k přetěžování LED a zkrácení její doby života. Přesto se s takovými případy v praxi poměrně často setkáme. Zde je jedinou možností osvěta mezi konstruktéry a důsledná kontrola parametrů zvolených napájecích zdrojů.

8 Nesprávné testovací postupy

Poměrně častou příčinou poruchy LED je přiložení testovacího napětí obrácené polarizace, kdy jsou LED spolehlivě zničeny. Ochranou je na vstupu řetězce LED zapojená polovodičová dioda, která při obrácené polarizaci funguje jako zkrat.

Podobně vede k destrukci LED jejich testování nesprávně nastaveným laboratorním zdrojem. Laboratorní zdroje obvykle umožňují nastavení do režimu konstantního napětí nebo konstantního proudu. Pokud nastavíme na laboratorním zdroji testovací napětí vyšší než je napětí testovaných LED a pak nastavením konstantního proudu omezíme maximální proud skrz LED, můžeme LED spolehlivě zničit. Problém je totiž skryt v tom, že výstupní filtrační kondenzátor laboratorního zdroje je obvykle zapojen až za svorkami snímače proudu. Po připojení LED se kondenzátor vybije bez dalšího omezení z nastaveného napětí na napětí LED v propustném směru, což může být při kapacitách výstupních filtračních kondenzátorů pořádné množství energie. Vhodný postup tedy je nastavit testovací napětí o něco nižší než je předpokládané napětí LED v propustném směru a pak jej postupně zvyšovat až dosáhneme nastavené hodnoty konstantního proudu. Tento postup je nutno použít i u automatizovaného testování.

9 Chyby při připojování svítidel

U LED a jejich sestav určených pro napájení konstantním proudem (velká většina) je nutné dbát na správný postup zapojování. To znamená, že nejdříve je nutné k vypnutému napájecímu obvodu připojit LED a teprve pak zapnout napájecí obvod. Stejně tak při odpínání LED je nutné nejdříve vypnout napájecí obvod a poté odpojit LED. Nikdy nelze vřadit do obvodu konstantního proudu vypínač! Zdroj konstantního proudu má při odpojení zátěží snahu „protlačit“ rozpojeným obvodem nastavený konstantní proud stůj co stůj a za tím účelem zvýší své výstupní napětí až na jeho horní mez. Po připojení LED k takovému zdroji opět dojde k vybití výstupního filtračního kondenzátoru zdroje přes připojené LED bez jakéhokoliv dalšího omezení a velmi často je to jejich poslední bliknutí.

Z výše popsaného také vyplývá, že pro připojení LED k napájecímu zdroji je nutné použít co nejkvalitnější konektory s mimořádně spolehlivým kontaktem. Přerušování kontaktu by totiž vedlo ke stejnému mechanismu jako při nesprávném postupu zapojení.

Popsaný jev (hot-plug) není možné jednoduše omezit ani použitím paralelně zapojených ochranných transilů. Bohužel tolerance otevíracího napětí transilů je příliš velká a při běžném výběru součástek tato ochrana může fungovat jen v některých případech a v některých naopak bude celá energie poruchové špičky procházet výhradně přes LED.

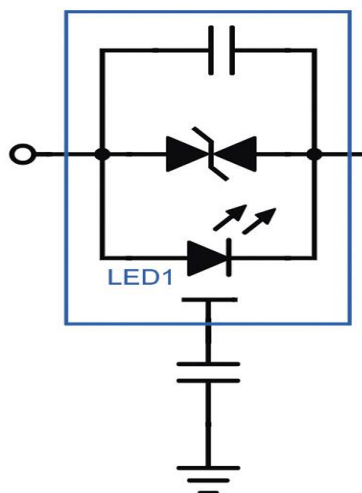
Poměrně spolehlivou metodou, jak se vyhnout popsaným problémům, je umístění napájecího zdroje a LED na jednu společnou desku plošných spojů, což dnešní integrované obvody běžně umožňují.

Poměrně zásadní chybou při připojování svítidel jsou dlouhé vodiče mezi napájecím zdrojem a LED. Do nich se v případě poruch mohou indukovat napětí s energií schopnou LED spolehlivě zničit. Pokud není možné umístit LED v blízkosti napájecího zdroje, je vhodné delší přívody stínit.

10 Chybný návrh plošného spoje

Při návrhu plošného spoje je nutné dbát na dostatečné vzdálenosti spojů od krajů desky a od připevňovacích šroubů. Další důležitou podmínkou při spojování většího množství LED je minimalizace plochy smyčky LED. Při pokusech v EGÚ jsme na běžné smyčce s 12 ks LED naměřili během výboje testovacího blesku ve vzdálenosti cca 5 m napětí přes 100V se špičkou až 2A. Při správném návrhu plošného spoje s minimální vzdáleností mezi vodivými cestami lze toto nebezpečí dobře potlačit.

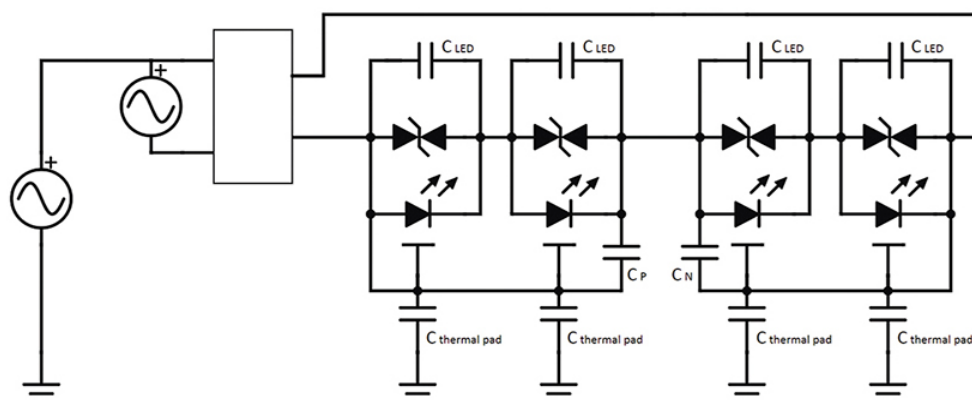
LED středních a vyšších výkonů mají obvykle kromě přívodu ke katodě a anodě ještě vývod, který slouží k odvodu tepla z čipu a není elektricky spojen s anodou ani katodou. Tento obvod se připojuje na co největší plochu plošného spoje tak, aby byl zajištěn dobrý přenos tepla do základního materiálu desky plošných spojů a následně do tělesa chladiče. U standardně uspořádaných plošných spojů s kovovým nosičem je mezi vrstvou mědi a nosičem tenká izolační vrstva. Dvě vodivé vrstvy, oddělené izolantem, pak logicky tvoří kondenzátor nezanedbatelné kapacity mezi čipem LED a zemí. Obvykle se na desce plošných spojů plošky k odvodu tepla z čipu nechávají oddělené a nespojené s žádným potenciálem, ale pro lepší odolnost proti elektrickému namáhání je vhodné se věnovat i jejich pospojování a připojení. Zjednodušený model LED s vestavěnou přepětovou ochranou proti statické elektřině je na obrázku 5.



Obr.5 Náhradní schéma výkonové LED ^[2]

Pokud necháme chladicí plošky na plošném spoji plovoucí (nespojené s žádným potenciálem), je při přepětí mezi jedním z přívodů LED a zemí (nesymetrické rušivé napětí - common mode voltage) namáhána mezera anoda-chladicí ploška a katoda-chladicí ploška. Jakmile dojde k překonání jedné z těchto mezer, bude LED nevratně poškozena. Pokud spojíme plošku s referenčním potenciálem, svede parazitní kapacita chladicí plošky část elektrického namáhání na zem a odolnost LED proti poškození bude vyšší.

Při rušivém napětí mezi přívody k sestavě LED (symetrickém rušivém napětí – differential mode voltage) je nutné rozlišit zda se bude jednat o kladné nebo záporné přepětí. Při kladném impulzu a chladicí plošce spojené s anodou se rušivé napětí rozdělí mezi průchod skrz LED a skrz parazitní kapacitu chladicí plošky. Pokud na tuto kombinaci přijde záporný impulz, dojde k poškození LED, Obráceně při záporném impulzu a chladicí plošce spojené s katodou je sestava částečně ochráněna, pro kladný impulz nikoliv. U každé následující LED v sériovém řetězci bude vždy vliv rušivého přepětí menší. Proto se jeví jako výhodné provést zrcadlové symetrické pospojování LED – polovinu chladicích plošek v řetězci spojit s anodou a polovinu plošek spojit s katodou. Výsledné uspořádání je na obrázku 6.



Obr.6 Výsledné uspořádání pospojování chladicích plošek LED ^[2]

Toto uspořádání vykazuje nejvyšší odolnost proti namáhání přepětím, kterou lze ještě dále vylepšit přidáním kondenzátorů C_p a C_n – pozor, musí to být kondenzátory odpovídající propojení nízkonapěťové části svítidla se zemí!

11 Závěr

Příspěvek shrnuje nejčastější příčiny poruch LED na základě dlouholetých zkušeností s vývojem a výrobou LED svítidel, případně s jejich posuzováním. Přestože některé z příčin poruch se zdají být až banální, bohužel se stále objevují na trhu svítidla, v nich můžeme tyto nedostatky nalézt. Pokud tento příspěvek pomůže vyvarovat se některých příčin poruch LED a vyvíjet lepší a především spolehlivější svítidla, budu potěšen.

Literatura

- [1] Cree : Cree Xlamp LEDs Chemical Compatibility
- [2] LED professional Review No. 66

Možnosti využití komunikace viditelným světlem (VLC) pro veřejné osvětlení

Lukáš Danys, Ing., VŠB-TUO, Fakulta elektrotechniky a informatiky, dan0091@vsb.cz, <https://www.fe.i.vsb.cz/>

Abstrakt: V rámci výzkumu v laboratoři spadající pod zkušební polygon BroadbandLIGHT, proběhlo několik rozličných experimentů, které měly za úkol otestovat možnosti komunikace viditelným spektrem světla, včetně implementace pomocí různých zdrojů světla.

1 Úvod

Samotná vize optických bezdrátových komunikací začala již v roce 1979, kdy Gfeller a Bapst provedli svůj první experiment [1]. První vlnou byla implementace přenosového řetězce, založeného na IR komunikaci, který tým realizoval ve své laboratoři. Nicméně již tehdy bylo zřejmé, že velice podobný systém bude možné jednou použít i v případě venkovní implementace.

Dalším obrovským skokem byl vynález LED diody. Ta nabízí hned několik obrovských výhod, jako je dlouhá životnost, nízká energetická náročnost, vysoká tolerance vůči vzdušné vlhkosti, vysoká účinnost a také rychlost spínání, což je klíčová vlastnost, na které lze systémy komunikace viditelným světlem založit. Právě z těchto důvodů se komunikace pomocí LED vnímá jako doplněk, či přímo nástupce IR systémů. Primární funkcí LED je osvětlení, což moderní řešení, založené na více stavových digitálních modulacích ani v nejmenším nenarušují. Datovou komunikaci viditelným spektrem světla lze tedy považovat za pomyslný subsystém anebo též přímé vylepšení konvenčních svítidel.

2 VLC komunikace – přínosy a úskalí

Komunikace viditelným spektrem světla přináší oproti tradiční RF technice několik výhod. Za prvé je celé VLC spektrum nelicencované a momentálně prakticky nepoužívané. Nabízí se tedy možnost využít volné pásmo jakožto formu částečné náhrady za dnes již často přeplněné 2,4/5 GHz ISM pásmo. Viditelné světlo též neprochází skrz budovy či infrastrukturu a lze tedy počítat s častým opakováním frekvenčního přidělu přenosových kanálů anebo zvýšením bezpečnosti samotného přenosu. Součástí samotného komunikačního řetězce jsou též často finančně nenáročné, a v případě užití jednodušších digitálních modulací i relativně jednoduché, front-end komponenty.

Systém má i několik nevýhod, jako je například relativně krátký dosah, závislý hlavně na kvalitě a intenzitě světelného zdroje. VLC je též oproti RF technice nekoherentní formou komunikace, a tak je mnohem více závislá na přenosovém prostředí a útlumu. Přenosová rychlost je též často ovlivněna Poissonovým šumem, který je zapříčiněn saturací přijímače přímým slunečním svitem. Navíc je taktéž nezbytně nutné, aby byl vysílač, tedy zdroj světla, po celou dobu komunikace zapnutý, což je také jedním z důvodů, proč je nepravděpodobný plný přechod z RF komunikací na VLC komunikace. Nicméně oba systémy se mohou navzájem velice dobře doplňovat.

VLC komunikace byla v roce 2011 standardizována organizací IEEE jakožto 802.15.2.7-2011 nebo též Short-Range Optical Communication Using Visible Light (komunikace viditelným světlem na krátké vzdálenosti) [2]. Tento standard dělí zařízení do tří tříd dle

dostupnosti napájení, velikosti a intenzity světelného zdroje, nároků na přenosovou rychlost anebo též dosahu systému. Kromě automobilů či přenosných zařízení se počítá též s implementací v infrastruktuře měst, do níž taktéž patří veřejné osvětlení anebo semaforey. Standard počítá s třemi variantami topologií – p2p, hvězda a broadcast, přičemž právě poslední dvě dle svého fungování předběžně nejlépe vystihuje stacionární nasazení veřejného osvětlení.

3 VLC implementace a prozatímní problémy

Široké spektrum univerzit po celém světě se snaží o vlastní implementace komunikace viditelným spektrem světla. Již nyní však můžeme vyzdvihnout několik problémů, s kterým se prakticky každý tým setkává. Ať už jde o automobilová světla, či veřejné osvětlení, osazené LED bývají často nižší kvality. Výrobci hledají ideální střed mezi výrobní a prodejní cenou se zaměřením na co nejvyšší marži. Tým z USA pod vedením dr. Shena a dr. Tsaie dosáhl o 30 % lepších výsledků výměnou LED v testovaném automobilovém světle, čímž se taktéž zvýšila výrobní cena o přibližně 8 % [3]. Značným problémem je nelinearita LED, kdy vztah mezi vstupním proudem a výstupní intenzitou záření není lineární. Obvyklým řešením bývá snížení proudu na mez, kde je charakteristika co nejlineárnější. Právě dražší LED mívají charakteristiky lineárnější a lze je tedy provozovat na vyšších hodnotách vstupního proudu. Mezi časté problémy řadíme i zpětný kanál, který se také týká veřejného osvětlení. Zatímco downlink komunikace mezi zdrojem světla a fotodetektořem či kamerou, může probíhat pomocí světla, je potřeba také implementovat funkční uplink komunikaci. Proto týmy často používají RF techniku pro synchronizaci obou stran přenosového řetězce a také jakožto opačný směr přenosu. Zde je třeba myslet na energetickou náročnost přenosu, protože hlavně v případě veřejného osvětlení jsou koncové zařízení často omezeny baterií. Nicméně pokud pohlédneme do statistik mobilních operátorů, jsou nároky na downlink rychlost mnohem vyšší než v případě uplinku. Je tedy možné zvolit například nízkoenergetickou variantu Bluetooth anebo také WiFi. Pokud však uvažujeme situaci, kdy by vysílač, v našem případě lampa, periodicky broadcastem vysílala pouze jízdní řád anebo dopravní situaci, odpadá naprosto nutnost duplexního provozu. Také by nebylo nutné řešit další, často opomíjený, problém, což je handover uživatelů. Jestliže se uživatel nachází pod lampou v pomyslném kónickém prostoru, kde je intenzita záření dostatečná, nemá problémy s přijímáním dat. Přejde-li však pod jinou lampu, bude třeba inteligentně předat informace a provést rychlý handover. To by se dalo řešit podobně jako u WiFi, kdy komerčně dostupné řešení od Mikrotiku (capsman) anebo též Ubiquiti (Unifi) umožňují pomocí centralizované databáze a controlleru vhodně předávat uživatele mezi přístupovými body. Částí k diskuzi je též modulace. Na VŠB bylo realizováno v rámci diplomových prací několik experimentů, kde se testovalo spektrum modulací, od jednoduché OOK až po QAM či OFDM. Budoucností je jednoznačně OFDM, ke kterému se přechází v případě mikrovlnných spojů, kde QAM modulace s obrovským množstvím stavů (QAM2048/QAM4096) bývá častou limitací. I mobilní sítě 5. generace budou používat s největší pravděpodobností novou a upravenou variantu OFDM. Pro VLC bylo vyvinuto též několik variant OFDM s rozličnými nároky na energetický zdroj, složitost elektroniky a spektrální účinnost [4]. Tou správnou cestou je dle mého názoru varianta OFDM s adaptivní šířkou pásma a modulací pro sub nosné. Přírodní podmínky jsou variabilní a je třeba myslet na to, že světlo bude ke koncovému zařízení dosahovat s jinou intenzitou, pokud bude pršet anebo bude město v mlze. Vhodnou úpravou těchto parametrů sice snížíme rychlost, avšak můžeme zachovat hlavní funkce systému funkční bez přílišného omezení. OFDM je také náročné na precizní synchronizaci, kterou je

nutné řešit pomocí pilotních nosných. Dobrých výsledků dosahuje i několikanásobné vysílání stejného symbolu, díky kterému můžeme opravit možné chyby, které nastávají během přenosu a také výrazně vylepšit hodnoty SNR.

Cílem výzkumu je implementace jak na hardwarové, tak softwarové úrovni. Dle předběžných výsledků experimentů, které byly již na VŠB realizovány, je schopen velice brzký prototyp dosáhnout rychlosti 18 Mb/s při šířce pásma 6MHz, nosné frekvenci 4 MHz a modulaci 64QAM pro subnosné. Prototyp funguje až do maximální vzdálenosti 6,5 metrů od zdroje světla. Tento systém byl založen na softwarově definovaném rádiu, stropním světlu značky Phillips, fotodetektoru Thorlabs pro vláknovou optiku a sadě dostupných zesilovačů. Po konzultaci s kolegy je jasné, že prvním krokem je odstranit limitace fotodetektoru a levných nelineárních zesilovačů. Následovat bude zdokonalení a testování rozličných světelných zdrojů, mezi které patří i veřejné osvětlení. Je jen otázkou času, kdy dojde k nasazení systému mimo laboratorní podmínky, což v našem případě znamená v rámci testovacího polygonu BroadbandLIGHT.

4 Závěr

Komunikace viditelným spektrem světla je technologií, která má budoucnost a veřejné osvětlení bude jeho nedílnou součástí. Ať už uvažujeme již existující standard anebo probíhající výzkum na širokém množství univerzit po celém světě, každých několik měsíců vychází nové články, které přinášejí novinky a poznatky právě z této oblasti. Mnoho počátečních problémů je jich vyřešených a týmy sdílejí informace mezi sebou. Inteligentní veřejné osvětlení, komunikace mezi vozidly a SMART city je s rozšiřující se technologií LED osvětlení stále blíže.

Literatura a odkazy

- [1] F. R. Gfeller and U. Bapst, "Wireless in-house data communication via diffuse infrared radiation," *Proceedings of the IEEE*, vol. 67, pp. 1474-1486, 1979.
- [2] IEEE Std 802.15.7, IEEE Standard for Local and metropolitan area networks-Part 15.7:Short-Range Wireless Optical Communication Using Visible Light, IEEE, Piscataway, N.J., 2011.
- [3] SHEN, Wen-Hsuan a Hsin-Mu TSAI. Testing vehicle-to-vehicle visible light communications in real-world driving scenarios. In: *2017 IEEE Vehicular Networking Conference (VNC)* [online]. IEEE, 2017, 2017, s. 187-194 [cit. 2018-09-09]. DOI: 10.1109/VNC.2017.8275596. ISBN 978-1-5386-0986-6. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/8275596/>
- [4] WANG, Zhaocheng, Tianqi MAO a Qi WANG. Optical OFDM for visible light communications. In: *2017 13th International Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC)* [online]. IEEE, 2017, 2017, s. 1190-1194 [cit. 2018-09-09]. DOI: 10.1109/IWCMC.2017.7986454. ISBN 978-1-5090-4372-9. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7986454/>

Význam obvodového pláště a budovy při osvětlování interiérů

Stanislav Darula, Marta Malíková,
 Ústav stavebnictva a architektury Slovenskej akadémie vied, v.v.i. Bratislava
usarsdar@savba.sk, malikova.marta@savba.sk

Abstrakt: Budova je jeden organický celok, spájajúci rad funkcií, ako sú ochrana interiérův proti poveternostným vplyvom, bezpečný a zdravý pobyt človeka, spoľahlivá a ekonomicky prijateľná prevádzka. To všetko inžinieri skladajú do jedného objemu hmôt a vzťahov, ktorý zvonku prekrýva obvodový plášť. Tým, že sa nachádzame na zemi, v zastavanom priestore a stavby vytvárame pre potreby človeka a jeho činností, obvodové plášte budov zohrávajú významnú úlohu pri tvorbe ich vnútorného prostredia. Typ, materiálóvá skladba, konštrukčné riešenie obvodových plášťův a systémy osvetľovacích otvorův musia zabezpečovať celý rad požiadaviek, medzi ktoré môžeme zaradiť aj požiadavky na vnútorné svetelné prostredie.

Príspevok diskutuje o typoch obvodových plášťův v budovách, ich funkcii a ich význame pre kvalitu osvetlenia interiérův prírodným svetlom a tiež pre prostredie v budovách.

1 Úvod

V prírode sú tri živly, ku ktorým už od nepamäti mali ľudia úctu a uctievali ich: Slnko, vietor/vzduch a voda, [1]. Pri spätnom pohľade sa výstavba príbytkův pre ľudí podriaďovala vplyvu týchto živlův s prísny m prispôsobovaním sa klimatickým podmienkam lokality a spoločenským a technickým podmienkam danej doby. Pokiaľ v minulosti budovy ľudí chránili pred nepriazňou počasia a za ich múrmi vytvárali priestor bezpečia, dnes sa pohľad na využívanie budov posúva aj do roviny pracovnej a oddychovej. Kvalita vnútorného prostredia a statická bezpečnosť (nie iba voči votrelcom) sú hlavné atribúty vnútorného prostredia. Už [2] popisuje kvalitu prostredia na základe agencie – zložky, ktorou je človek bezprostredne exponovaný, ktorá ovplyvňuje zdravie, pohodu, pracovný výkon a psychiku človeka. Rozlišuje agencie hmotnostné a energetické ako hlavné zložky životného prostredia, Tab. 1.

Agencie	Typ zdroja	Mikroklíma	Agencie	Typ zdroja	Mikroklíma
Hmotnostné	Aerosoly	Aerosolová	Energetické	Svetlo	Svetelná
	Mikróby	Mikrobiálna		Žiarenie	Elektrodynamická
	Odéry	Odérová		Ióny vo vzduchu	Elektroiónová
	Vzduch	Vzduchová		Statická elektrina	Elektrostatická
	Vodná para	Tepelno- vlhkostná		Zvuk, vibrácie	Akustická
	Teplo				

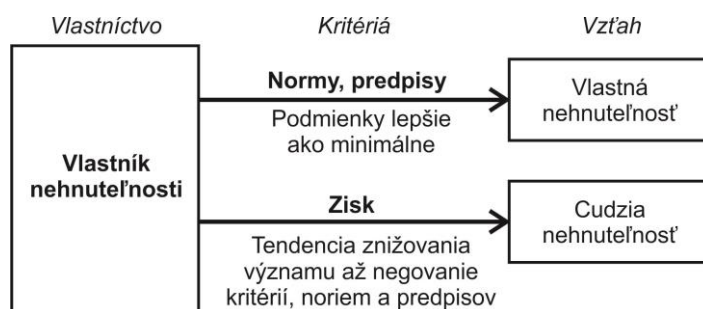
Tab.1 Zložky mikroklímy vnútorného prostredia budov, podľa [2]

Burt [3] uvádza, že ľudia stavajú príbytky a potrebujú svetlo. Beisetzer [4] rozširuje vnímanie životného prostredia o architektonické prvky a upozorňuje na práva a povinnosti človeka v procese jeho tvorby a ochrany.

V Českej republike a na Slovensku má osvetlenie budov a preslnenie bytov veľkú tradíciu a je obyvateľmi citlivo vnímané a požadované. V zmysle platnej legislatívy a noriem sa pre každého obyvateľa zabezpečuje v minimálnej miere, minimálnymi požiadavkami. Osterhaus v [5] píše: „Komfort človeka je viac, ako zabezpečovanie práve akceptovateľných hodnôt pre merateľné veličiny“. Tu sa otvára otázka na adresu svetelných technikov, ktorí zodpovedajú za kvalitu svetelného prostredia: „Mám svoje vedomosti, skúsenosti a schopnosti pracovne využívať pre zabezpečenie potrieb človeka a rozvoj svetelnej techniky, alebo mám pracovne nekriticky plniť želania určitých skupín?“ Aj prvom aj v druhom prípade sa pracuje za peniaze, ale s rôznou nominálnou hodnotou.

Možno pritom postrehnúť paradox bývania: „Majiteľ nehnuteľnosti požaduje mať svoj byt osvetlený a preslnený a je ochotný si aj priplatiť, aby toho mal dostatok. Ak je tento majiteľ developer, a k tomu ešte ekonóm alebo právnik, požaduje mať čo najvyšší zisk, osvetlenie a preslnenie cudzích bytov je na okraji jeho záujmu a je ochotný aj priplatiť, aby mu zisk rástol“. Pri tvorbe stavebného diela sa stretávame s dvojakým chápaním požiadaviek, Obr. 1. Tá istá osoba v prípade vlastných záujmov si vytvára nadštandardné podmienky, ale v prípade podnikania to platí málokedy.

Od experta sa očakáva plnenie predpisov a tvorba kvalitného stavebného diela s kvalitným vnútorným prostredím, pričom je málo investorov, ktorí sú ochotní profitovať z dobre postavených budov [6]. K tomu je potrebné na každom stupni vývoja formulovať kritéria pre tvorbu stavebných konštrukcií a vnútorného prostredia. Od ich kvality sa odvíjajú aj zabudované vlastnosti prvkov a ich parametre.



Obr.1 Kritériá a ich dvojaká interpretácia

2 Prvky vnútorného prostredia

Obvodové plášte sú organickou súčasťou stavby, tvoria jej obálku vo vertikálnom i horizontálnom smere. Pokiaľ v minulosti stačilo postaviť múry a vložiť do nich okná, dnes obvodový plášť musí spĺňať požiadavky na svetelné prostredie, tepelnú a zvukovú ochranu, ochranu proti prenikaniu dažďa, vetra a nadmerného slnečného žiarenia v kombinácii s technickými zariadeniami regulujúcimi prírodné a umelé osvetlenie, kúrenie, vetranie a klimatizáciu. Pokiaľ v minulosti sa energie spotrebovali jedine na kúrenie v chladných a zimných mesiacoch, v súčasnosti sa pokročilými technológiami zabezpečuje plnenie všetkých spomínaných požiadaviek. Zatiaľ nie je vyvinutý masovo aplikovateľný systém

s nulovou spotrebou energie. Cieľom by mal byť vývoj bezodpadových technológií podľa vzoru prírody, ktorá odpady neprodukuje.

3 Svetelné prostredie

V závislosti od typu budovy a jej prevádzky možno očakávať i potrebu využívania denného a umelého osvetlenia. Pri regulovaní obidvoch spôsobov osvetľovania možno dosiahnuť značné úspory elektrickej energie, Tab. 2, ako uvádza práca [7] opierajúca sa o výsledky štúdie [8]. Je viac spôsobov pre klasifikáciu hľadísk ovplyvňujúcich tvorbu svetelného prostredia. V Tab. 3 IEA [7] odporúča požívať tri skupiny hľadísk, a to energetická efektívnosť, zrakový komfort a zraková pohoda, vo väzbe na tepelnú klímu vnútorného prostredia.

Spôsob regulácie osvetlenia	Kancelárie	Obchodné domy	Bývanie	Školy	Maloobchod	Zdravotná starostlivosť	Verejné priestory
Manuálna regulácia	35			6			
Riadenie umelého osvetlenia podľa denného osvetlenia	27	28		29	29		36
Pohybový senzor	22	31	45	18		23	36
Stmievanie	36				60		

Tab.2 Úspory elektrickej energie na svietenie, podľa [8]

Energetická efektívnosť	Zrakový komfort	Zraková pohoda	Tepelno-technické hľadiská	Náklady
Potenciál energetických úspor	Ochrana proti oslneniu, obloha zamračená	Výhľad, obloha zamračená	Minimálna hodnota g činiteľa	Náročnosť riešenia
Dobrá hospodárnosť osvetlenia difúznym svetlom oblohy	Ochrana proti oslneniu, priame slnečné svetlo	Výhľad, priame slnečné svetlo	Zmeny maximálnej hodnoty g činiteľa	Investičné náklady
Dobrá hospodárnosť osvetlenia priamym slnečným svetlom		Priepustnosť svetla, obloha zamračená	Pomer svetlo ku teplo (LSG)	Prevádzkové náklady
		Priepustnosť svetla, priame slnečné svetlo	Pomer povrchovej teploty k sekundárnemu prenosu tepla	Sledovanie, automatické riadenie snímačov
		Farebné skreslenie / vernosť podania		Náklady na údržbu
		Dobré rozloženie svetla		

Tab.3 Hľadiská pre riešenia denného osvetlenia, podľa [7]

V prípade obvodových plášťov budov sa problém zužuje na štúdium vzťahu človek v interiéri ←----→ konštrukcia, materiál, technológie ←----→ exteriér a hľadísk, ktoré je možné popísať kvantitatívnymi alebo kvalitatívnymi charakteristikami v relatívnej alebo absolútnej hodnote. Výhodou relatívnych vyjadrení je ich jednoduchá porovnateľnosť.

Komfort užívateľov budov je priamo viazaný na ich potreby v podmienkach miestnej klímy a premenlivých prírodných a urbanistických vplyvov. Kvalitu obálky budovy význame ovplyvňujú vlastnosti zabudovaných materiálov a konštrukčné riešenie. Pri klasických obvodových plášťoch sa pracuje s fyzikálnymi vlastnosťami celej skladby obvodového plášťa, pri integrovaných riešeniach pribúdajú zostavy pasívnych alebo aktívnych manuálne alebo počítačom ovládaných/riadených prvkov a zariadení zabezpečujúcich dostatok denného svetla, čerstvého vzduchu a tepelný komfort.

4 Klasifikácia obvodových plášťov

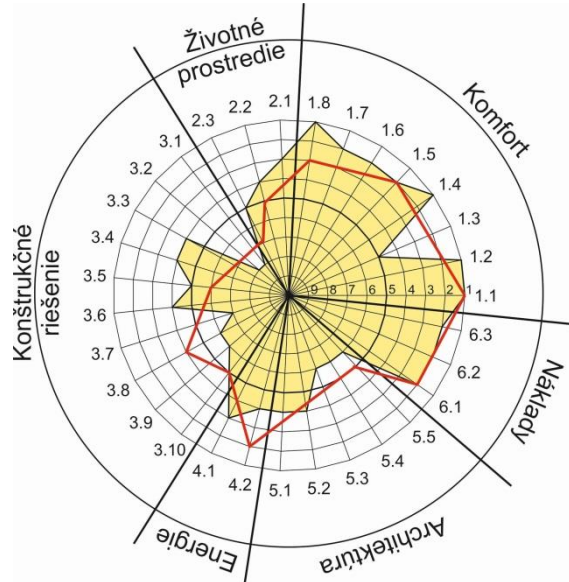
Ukazuje sa možnosť použiť nasledovné kategórie pre klasifikáciu obvodových plášťov: komfort, životné prostredie, konštrukčné riešenie, energie, architektúra a náklady **Tab. 4**, čo dokumentuje zložitosť návrhu obvodových plášťov, potrebu interdisciplinarity viacerých inžinierskych profesií. Nie všetky hľadiská majú význam na kvalitu osvetľovaných priestorov. Tie najvýznamnejšie sú: denné osvetlenie, insolácia, umelé osvetlenie, výhľad a oslnenie, ktoré priamo určujú podmienky pre výkon zrakových prác a svetelný komfort.

1.	Komfort	3.	Konštrukčné riešenie	4.	Energie
1.1	Denné osvetlenie	3.1	Typ	4.1	Náročnosť prevádzky
1.2	Insolácia	3.2	Prvky, ich materiál a funkcia	4.2	Zásobovanie energiami
1.3	Umelé osvetlenie	3.3	Optické vlastnosti	5.	Architektúra
1.4	Hluk a vibrácie	3.4	Tepelná izolácia	5.1	Vzhľad
1.5	Výhľad	3.5	Prievzdušnosť	5.2	Priestorové riešenie
1.6	Oslnenie	3.6	Zvuková izolácia	5.3	Členenie fasády
1.7	Kvalita vzduchu	3.7	Prenikanie dažďa	5.4	Farba
1.8	Teplo	3.8	Tieniace prvky	5.5	Tvar
2.	Životné prostredie	3.9	Technické vybavenie	6.	Náklady
2.1	Produkcia odpadov	3.10	Management regulovateľných prvkov	6.1	Náročnosť riešenia
2.2	Environmentálna záťaž			6.2	Investičné náklady
2.3	Účinky na okolie			6.3	Prevádzkové náklady

Tab.4 Hľadiská pre riešenie obvodových plášťov

Uvedené hľadiská možno študovať pomocou radarových diagramov [5], ktorý rozlišuje tri hľadiská: komfort (denné osvetlenie, tepelnú vnútornú klímu a kvalitu vnútorného vzduchu), energia a prostredie. Metodický príklad použitia radarového diagramu pre tvorbu a

hodnotenie obvodových plášťov je zobrazený na **Obr. 2**. Názorne zobrazuje porovnanie význam jednotlivých hľadísk kvantifikovaných teoretickými rozbormi - žltá plocha a experimentálne zistenými charakteristikami – červená čiara. Sústredné kružnice v diagrame prezentujú významnosť sledovaného hľadiska, pričom hodnota 1 udáva najväčší význam a hodnota 10 (v strede) najmenší.

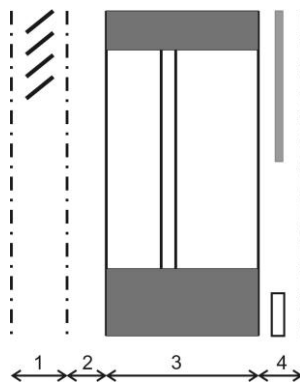


Obr.2 Radarový diagram významnosti hodnotiacich hľadísk obvodových plášťov

Skladba a materiálové riešenie obvodového plášťa, hlavne transparentných a tieniacich prvkov, ich optické vlastnosti, veľkosť a umiestnenie v osvetľovacích otvoroch významne určujú mieru využitia denného svetla a potrebu svietenia umelým svetlom.

5 Integrované obvodové plášte

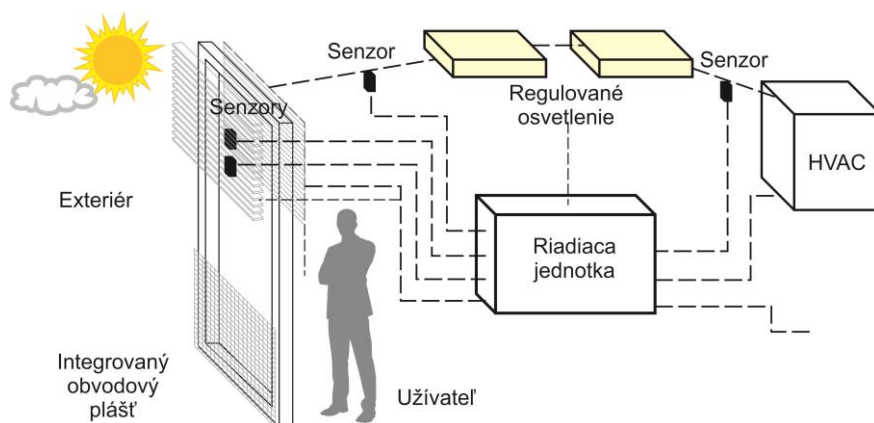
Najjednoduchšia konštrukcia obvodovej steny je murovaná, masívna s vloženými osvetľovacími otvormi, zóna 3 na **Obr. 3**.



Obr.3 Obvodový plášť a jeho funkčné zóny

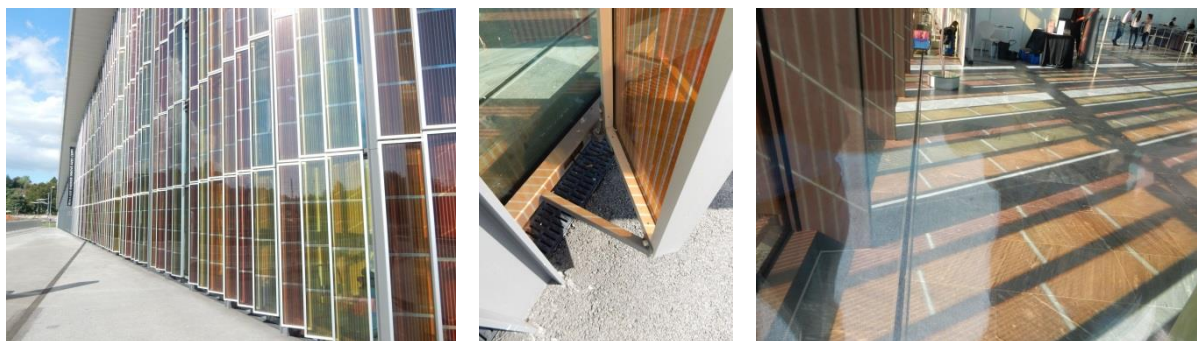
Zóna 1 – energetická (energetické zisky, svetlo a teplo, ochrana proti hluku a oslneniu slnečným svetlom a prehrievaniu, poloha senzorov), Zóna 2 – prechodná (výmena vzduchu, chladenie, vetranie, technické rozvody, údržba), Zóna 3 – konštrukčná (nosná funkcia, ochrana proti poveternostným vplyvom, materiálová skladba a prvky plnej a transparentnej časti), Zóna 4 – vnútorná (regulácia denného a umelého osvetlenia, oslnenia, vetrania, kúrenie)

Okrem masívnej formy sa realizujú aj ľahké a celosklenené obvodové plášte. S novými požiadavkami, hlavne energetickými, dochádza k zdokonaľovaniu funkcií konštrukcií a pribúdajú v nej ďalšie zóny. V exteriéri je to zóna energetická a prechodná a v interiéri zóna vnútorná. Týmto sa obvodové konštrukcie menia na integrované plášte, ktoré organicky združujú viacej funkcií, Obr. 4, alebo adaptívne systémy, ktoré sa dokážu prispôbovať vonkajším podmienkam a požiadavkám obyvateľov.



Obr.4 Funkčná schéma integrovaného obvodového plášťa, podľa [9]

Zariadenia, ktoré sú umiestnené na exteriérovej strane, sa väčšinou schovávajú do parapetných konštrukcií, aby nedochádzalo k ich poškodeniu poveternostnými vplyvmi. Prvky solárnej techniky musia byť dobre ukotvené a nesmú spôsobovať zatekanie dažďovej vody do interiéru. Príklad umiestnenia transparentných fovoltaických článkov v obvodovom plášti The SwissTech Convention Center v Lausanne je zobrazený na Obr. 5. Záber na pravej strane dokumentuje priehľadnosť použitých panelov a presklenú halu kongresového centra.



Obr.5 Predsadená transparentná fovoltaická stena

6 Záver

V poslednom období sa veľa rozpráva o dôležitosti denného svetla na ľudský organizmus, ako ho navrhovať v budovách a tiež posudzovať. Nie všade a nie vo všetkých profesiách je význam denného svetla v budovách rešpektovaný [9].

Obvodové plášte, tieniaca technika a integrované funkcie obvodových plášťov umožňujú projektantovi efektívne vytvárať zdravé prostredie a efektívne narábať s energiami, čo vyžaduje dnešná doba.

S tými, ktorí veria rozvoju svetelnej techniky, možno diskutovať, ako interiéry budov osvetliť čo najlepšie a čo najefektívnejšie. Diskusia s tými ďalšími sa môže pohnúť dopredu pri dobrej argumentácii a môže pomôcť sa vyhnúť škodám. Ak sme tým "Svetlom", potom platí výrok "Svetlo zostáva svetlom aj vtedy, keď ho slepý nevidí".

PodĎakovanie

Príspevok vznikol za podpory projektu VEGA 2/0042/17 a medzinárodnej spolupráce IEA SHC Task 61.

Literatúra a odkazy

- [1] Vitruvius, M. P. The Ten Books on Architecture. (Anglický preklad Morgan, M.H.), New York: Dover Public., 1914, 1960.
- [2] Jokl, M., Kočí, J. Výstavba jako faktor tvorby životního prostředí. Praha: SNTL 1986.
- [3] Burt, W., Button, D.A., Foulkes, P., Lynes, J.A., Markus, T.A., Owens, P.G.T., Parkin, P.H. Window and environment. Pilkington Brothers Ltd., 1969.
- [4] Beizetzer, L. Architektúra ako umenie a veda. Bratislava: Tatran, 1980.
- [5] Osterhaus, W. Natural light – versatile benefits. The Building of Tomorrow. Today. Model home 2020, Velux, 2015, p. 43-47.
- [6] Kaňka, J. Rušení požadavků na proslunění bytů je krátkozraké a k jeho prosazení se používají nepravdivé argumenty. Světlo, 2018, 4, p. 22-23.
- [7] Knoop, M. Editor. Daylighting and Electric Lighting Retrofit solutions. A source book of IEA SHC Task50 'Advanced lighting for retrofit buildings'. Berlin: Universitätsverlag der TU Berlin, 2016.
- [8] Williams, A. A., Atkinson, B. A., Garbesi, K., Rubinstein, F. M., Page, E. A Meta-Analysis of Energy Savings from Lighting Controls in Commercial Buildings LBNL-5095E, 2011. Prístupné na: http://eetd.lbl.gov/sites/all/files/a_meta-analysis_of_energy_savings_from_lighting_controls_in_commercial_buildings_lbnl-5095e.pdf.
- [9] Selkowitz, S. Integrated Building Envelope, Daylighting, and Lighting. Prístupné na: <https://sites.google.com/a/lbl.gov/green-clean-mean/key-strategies/envelope-lighting>.

Prezentace výsledků porovnávacího měření umělého osvětlení 2018

Ing. Martin Demel

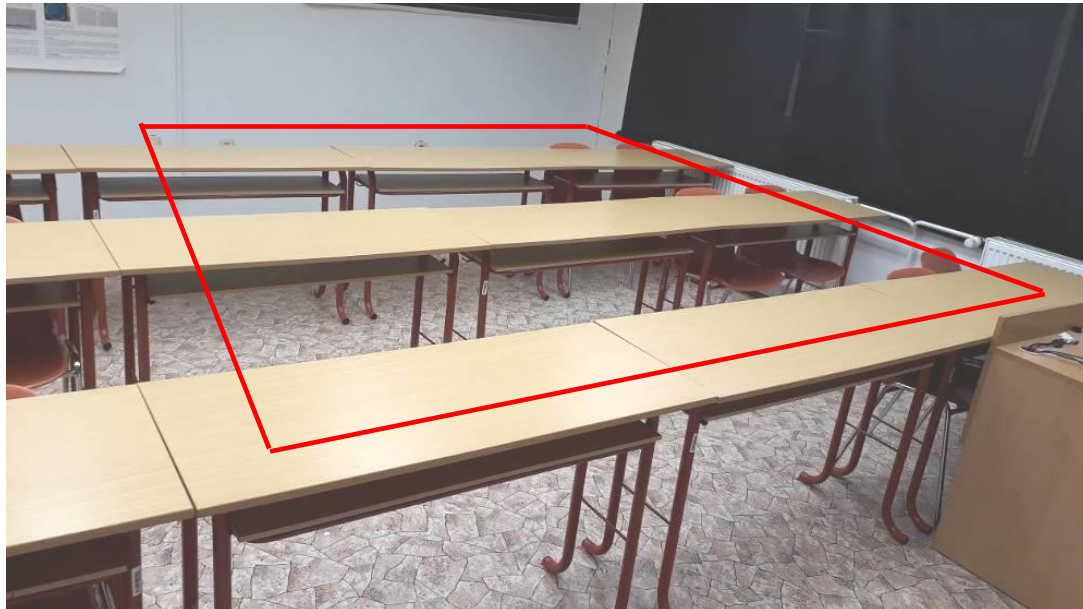
Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě
martin.demel@zuova.cz, www.zuova.cz

Letošní ročník porovnávacího měření umělého osvětlení se konal 20. a 21. 3. 2018 v učebně L101 budovy TL (těžké laboratoře) Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava za účasti 19 měřících skupin (1 skupina nedodala výsledky a tudíž nebyla hodnocena). V předmětné učebně byla pravidelně rozmístěna přisazená mřížková svítidla, která byla osazena dvěma LED trubicema 16W/840.

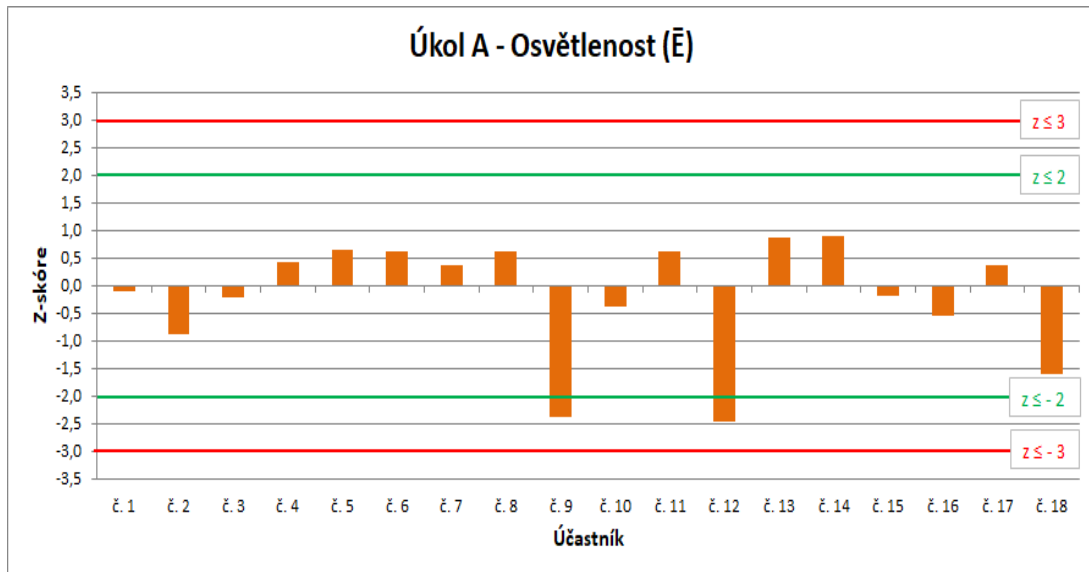
Nutno podotknout, že každá měřící skupina měla na splnění předem daných úkolů 60 minut. Osvědčení o účasti obdržela pouze ta skupina, která dosáhla v daném úkole hodnot z-skóre $|z| \leq 2,0$. Zadání úkolů a jejich výsledky byly následující:

1 Úkol A

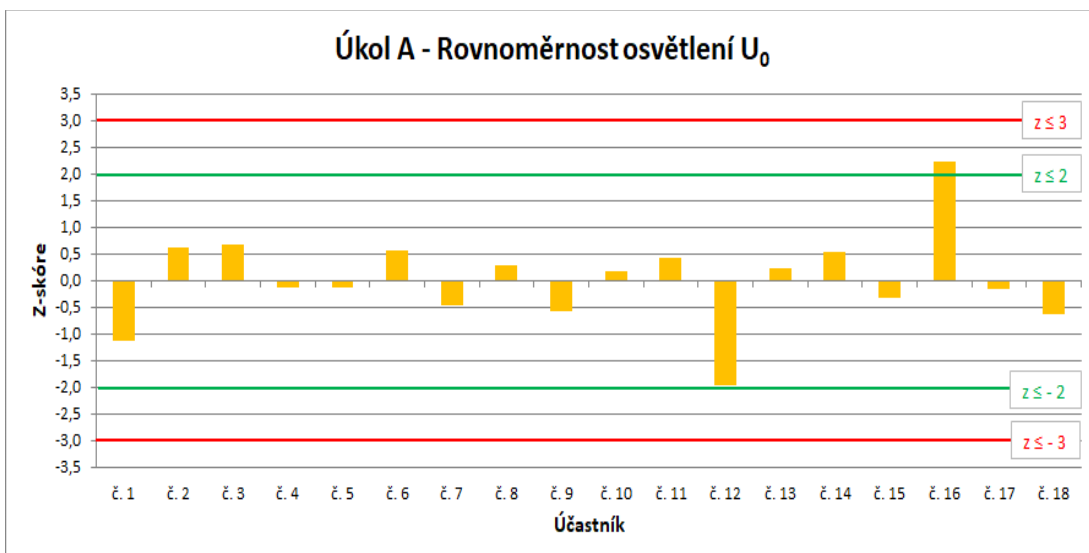
Změřte horizontální osvětlenost a vypočítejte rovnoměrnost osvětlení vymezeného prostoru učebny L101. Vycházejte z tabulky 5.36 normy ČSN EN 12464-1, 5.36.1: učebny, konzultační místnosti.



Obr.1 Měřený prostor v učebně – 3 řady lavic pro horizontální osvětlenost



Obr.2 Kritérium vyhovující výkonnosti ($|z| \leq 2$) nesplnili účastníci č. 9 a 12.



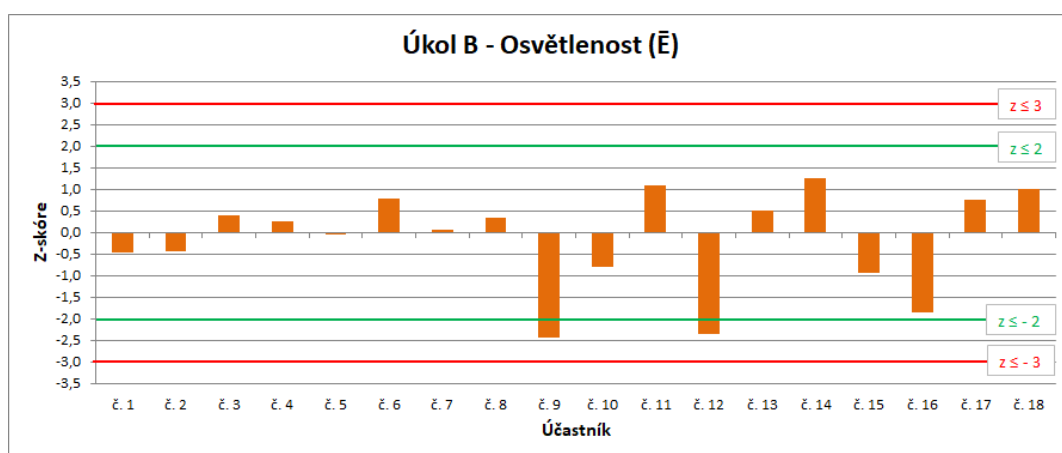
Obr.3 Kritérium vyhovující výkonnosti ($|z| \leq 2$) nesplnil účastník č. 16.

2 Úkol B

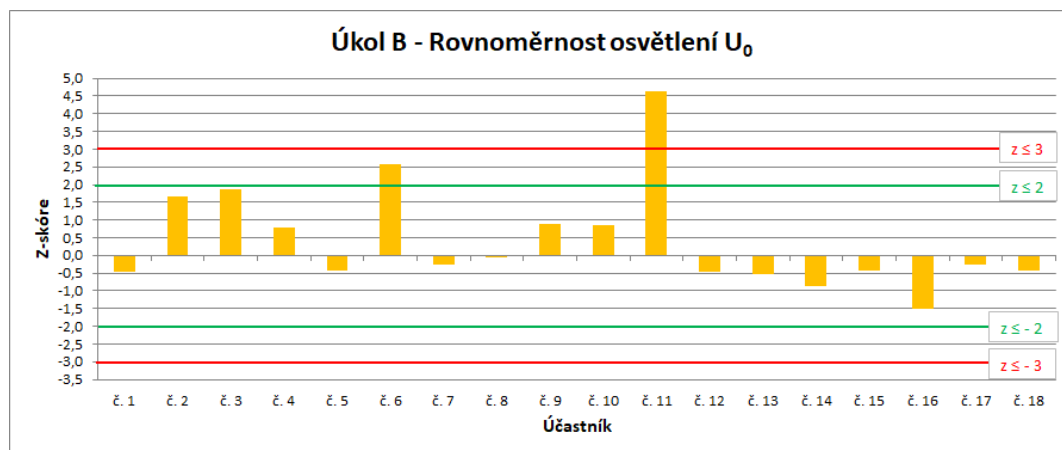
Změřte vertikální osvětlenost a vypočítejte rovnoměrnost osvětlení vymezeného prostoru stěny. Vycházejte z tabulky 4.2.3 normy ČSN EN 12464-1.



Obr.4 Měřený prostor v učebně – stěna



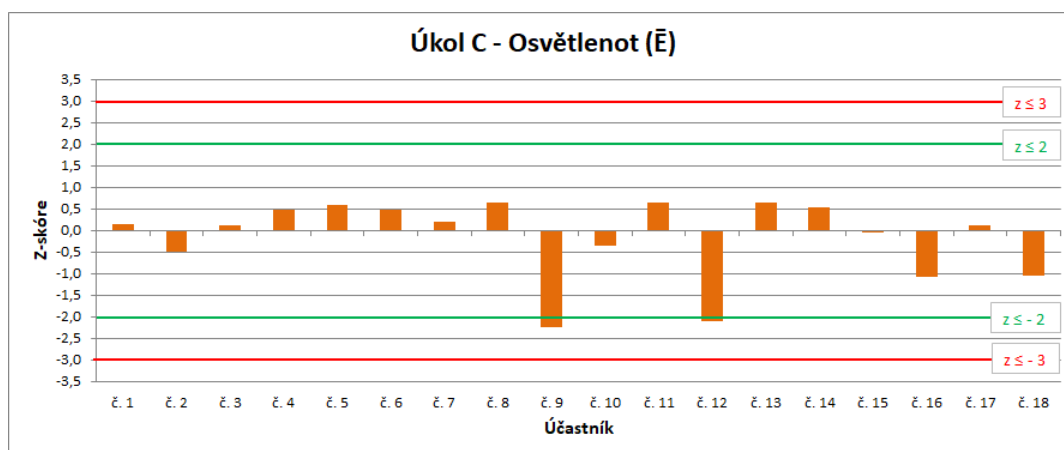
Obr.5 Kritérium vyhovující výkonnosti ($|z| \leq 2$) nesplnili účastníci č. 9 a 12.



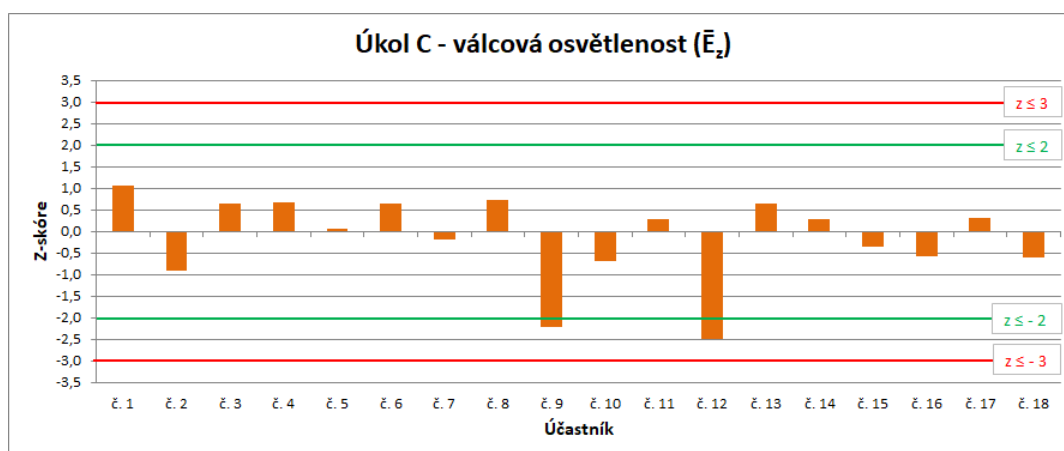
Obr.6 Kritérium vyhovující výkonnosti ($|z| \leq 2$) nesplnili účastníci č. 6 a 11.

3 Úkol C

Změřte horizontální osvětlenost na vyznačeném kontrolním bodě (KB) ve výšce 0,75 m od podlahy a válcovou osvětlenost v tomtéž bodě ve výšce podle normy ČSN EN 12464-1 pro sedící osobu ve výšce 1,2 m.



Obr.7 Kritérium vyhovující výkonnosti ($|z| \leq 2$) nesplnili účastníci č. 9 a 12.



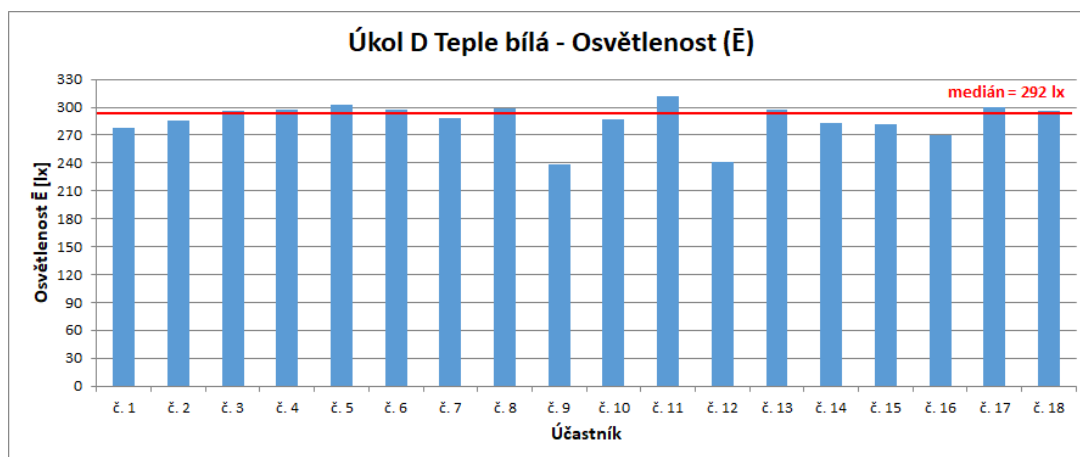
Obr.8 Kritérium vyhovující výkonnosti ($|z| \leq 2$) nesplnili účastníci č. 9 a 12.

4 Úkol D

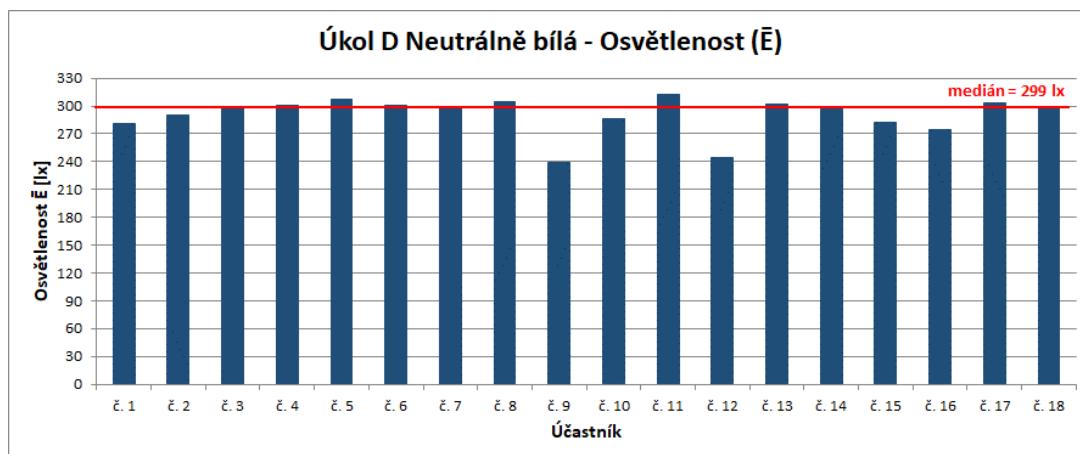
Součástí měření bude i laboratorní ověření chování luxmetrů při jejich přímém osvětlení LED světelnými zdroji s různou náhradní teplotou chromatičnosti (od teplé barvy světla, přes neutrální, po denní barvu světla). Toto měření budou provádět organizátoři a bude prováděno po měření úkolů A – C, po 60 minutové lhůtě. Tento úkol je doplňkový a nebude figurovat v osvědčení.

Tab.1 Naměřené hodnoty:

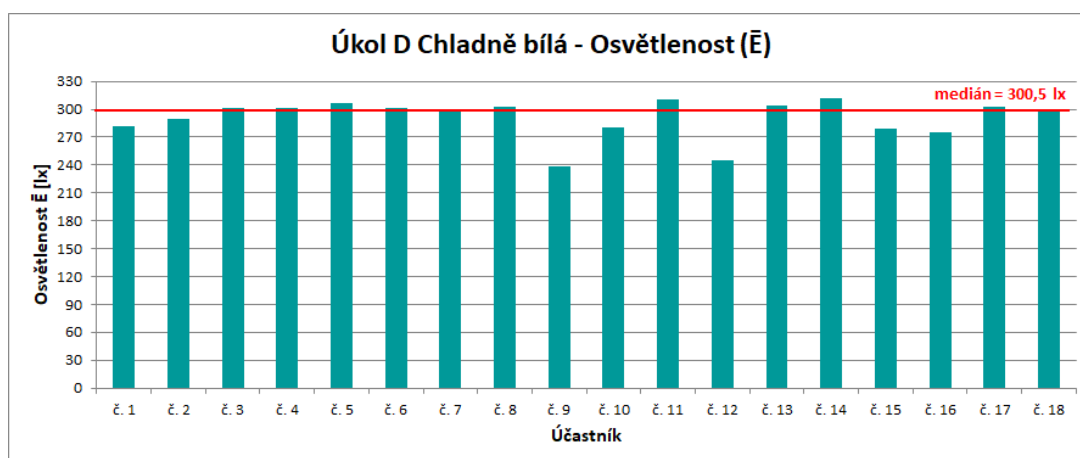
Účastník (kód)	Naměřená hodnota osvětlenosti \bar{E} [lx]		
	Teple bílá	Neutrálně bílá	Chladně bílá
1	278	281	282
2	285	290	290
3	296	300	301
4	297	301	301
5	303	307	307
6	297	301	301
7	288	299	300
8	299	305	302
9	238	239	239
10	287	286	280
11	312	313	311
12	241	245	245
13	298	302	304
14	283	297	312
15	282	282	279
16	270	275	275
17	300	303	302
18	296	299	299



Obr.9 Grafické znázornění naměřených hodnot osvětlenosti \bar{E} – Teple bílá



Obr.10 rafické znázornění naměřených hodnot osvětlenosti \bar{E} – Neutrálně bílá



Obr.11 Grafické znázornění naměřených hodnot osvětlenosti \bar{E} – Chladně bílá

Závěr: Nutno připomenout, že luxmetr **je stanovené měřidlo**. Účastníci č. 9 a 12 nedodali platný ověřovací list a bylo jim doporučeno tento nedostatek napravit. Může se ukázat, že mají vadný měřicí přístroj nebo že musí pracovat s příslušnou korekcí na LED světelné zdroje.

Noční dopravní nehody v závislosti na intenzitě dopravy v osvětlení intravilánu měst a obcí na komunikacích I., II., III. tříd, včetně místních komunikací

Ondřej Dolejší Ing., Jiří Tesaf, Karel Sokanský, prof., Ing., CSc., Tomáš Novák, Doc., Ing., Ph.D.,

VŠB TU Ostrava, ondrej.dolejsi.st@vsb.cz, www.vsb-fei.cz

Abstrakt: V příspěvku bylo představeno hodnocení úseků intravilánu na komunikacích I., II., III. tříd, na kterých je významně vysoký výskyt dopravních nehod. Soubor dat byl získán z aplikace AVISON z období 2014 – 2016 a obsahoval celkem 162 úseků, na kterých se stalo 671 dopravních nehod. Hodnocení úseků a následné sestavení seznamu nejrizikovějších úseků bylo provedeno pomocí relativní četnosti výskytu dopravních nehod. Seznam seřazených úseků dle uvedené metody bude použit při výběru lokalit, na kterých bude provedeno místní šetření.

1 Úvod

Důležitým úkolem veřejného osvětlení je vytvoření světelných podmínek pro zrakovou činnost účastníků silničního provozu. Výskyt dopravních nehod v intravilánu lze eliminovat vhodně zvoleným osvětlením, kterým bude zajištěna dobrá orientace v prostoru, rozeznání překážek a viditelnost chodců. Pro zvýšení bezpečnosti je třeba vyhledat úseky se zvýšeným rizikem vzniku dopravní nehody, provést inspekci dané lokality, vyhodnotit rizika a navrhnout nápravná řešení.

Cílem je seřadit vybrané úseky podle jejich rizika výskytu dopravní nehody. Dle seznamu seřazených úseků bude proveden výběr lokalit, na kterých bude provedeno místní šetření. Tento výběr je důležitý, jelikož místní příčiny koncentrací dopravních nehod budou studovány na významných úsecích komunikací.

2 Vybrané úseky

Data úseků s častým výskytem dopravních nehod byla získána z webové mapové aplikace avison.cdvinfo.cz. Tyto úseky byly identifikovány pomocí metody KDE+ (vyvinutá Centrem dopravního výzkumu, v. v. i.). Tato metoda je určena pro mezikřížovatkové úseky. Hlavním zdrojem dat pro analýzu dopravních nehod ve webové aplikaci je databáze dopravních nehod, která je spravována službou dopravní policie. Rozsah sledovaných úseků byl zvolen v intravilánu měst a obcí na komunikacích I., II., III. třídy, včetně místních komunikací v období 2014 – 2016. V tomto období bylo označeno 162 rizikových úseků. Již v základním souboru dat, získaném přímo z aplikace, nastaly všechny dopravní nehody v noci, za soumraku či svítání a byly odfiltrovány nehody se zvěří. Dále byly odfiltrovány nehody, u kterých byl přítomen alkohol. Všechny tyto údaje je možné získat z protokolu o dopravní nehodě, jenž je uveden u každé dopravní nehody.

3 Metoda výběru rizikových úseků

Pro objektivní stanovení hladiny významnosti v aplikaci ADVISON využívá metoda KDE+ metodu Monte Carlo. Významné shluky jsou ohodnoceny dle jejich nebezpečnosti – sílou shluku a kolektivním rizikem.

V této práci bude prezentováno sestavení seznamu nebezpečných úseků v závislosti na intenzitě dopravy. Interval intenzity dopravy byly rozděleny po jednotlivých hodinách (od 19:01 do 20:00 atd.) do tzv. hodinových intenzit. Hodinovou intenzitu dopravy lze určit z tabulek denní intenzity dopravy pomocí denní variace dopravy, která je uvedena v dokumentu Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích. Dalším způsobem je vytvořit tabulky pro konkrétní sledovanou lokalitu z dat získaných přímým sledováním intenzity dopravy na komunikacích. Rozdělením intenzity dopravy na hodinové intervaly bude zohledněna proměnlivost intenzity dopravy v průběhu noci. Nicméně v informacích o shluku dopravních nehod nebývá vždy uveden údaj celkového denního průměru zatížení motorové dopravy (dále RPDI). Pro určení údaje RPDI byla použita data z měření intenzit dopravy přímo na komunikacích v intravilánu měst. Tato data byla poskytnuta Policií ČR. Měření probíhalo v dvoutýdenních intervalech na komunikacích I., II. III. tříd a místních komunikacích. Získaná data obsahovala informace RPDI pro jednotlivé dny v týdnu a grafy intenzit dopravy v intervalu 24 hodin. Z RPDI všech dní v týdnu byl vypočten modus denní intenzity dopravy (modus byl zvolen z důvodu odolnosti vůči odlehlým pozorováním).

Den v týdnu	Intenzita dopravy
-	vozidlo/den
Pondělí	6208
úterý	6042
středa	6500
čtvrtek	6250
pátek	6625
sobota	5083
neděle	4500
Modus	6417

Tab. 1Příklad denních intenzit dopravy v průběhu týdne na komunikaci I. třídy v intravilánu

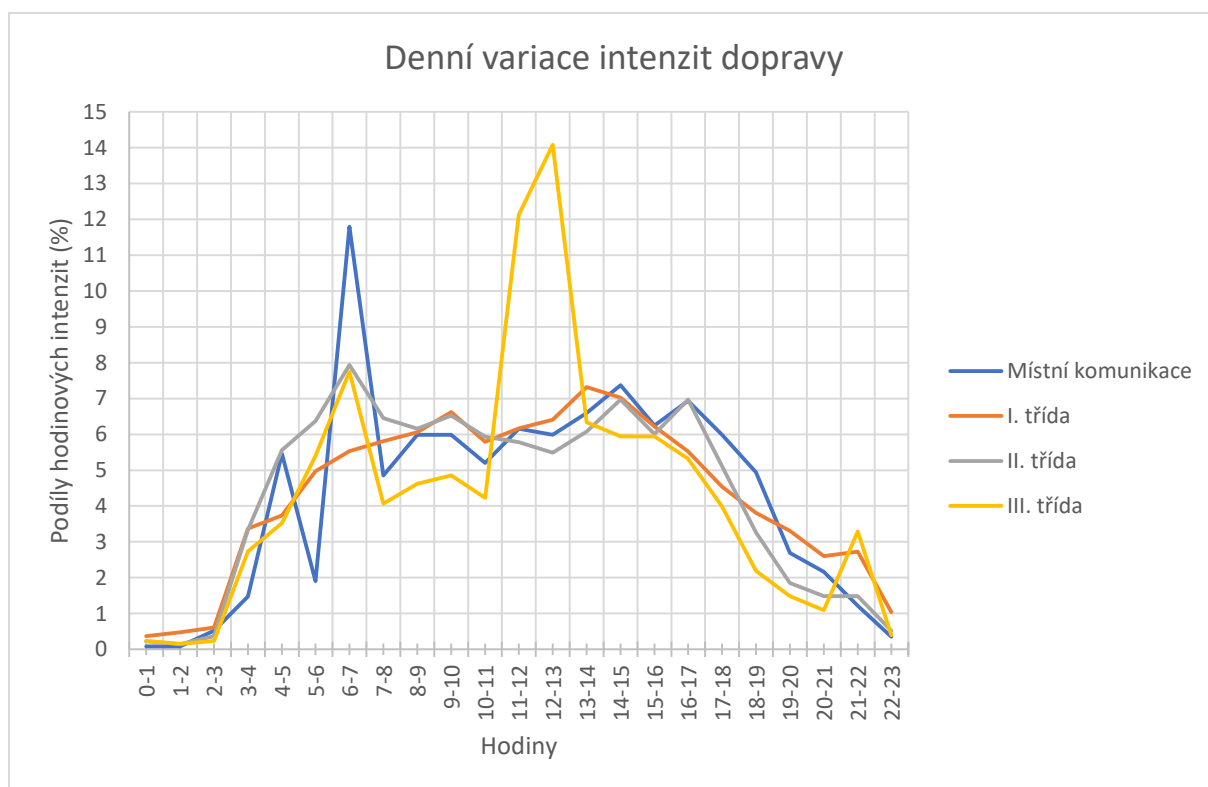
Pro vypočtenou hodnotu RPDI byly pomocí grafu intenzity dopravy, který byl získán měřením intenzity dopravy, v intervalu 24 hodin určeny intenzity dopravy pro jednotlivé hodinové intervaly. Ty byly následně rozříděny podle třídy komunikace.

$$p_h^i = \frac{D_h}{D_d} * 100 \quad (1)$$

, kde

- p_h^i Podíl intenzity dané hodiny na denní intenzitě dopravy [%]
- D_h Intenzita dopravy zvoleného hodinového intervalu
- D_d Denní intenzita dopravy na zvolené komunikaci

Rozříděné hodinové intervaly byly zprůměrovány a následně byl sestaven graf znázorňující závislost podílů hodinových intenzit v průběhu 24 hodin. Tento graf je uveden níže, viz. Graf vypočtené denní variace intenzit dopravy(Karviná, červenec – prosinec 2017). Tímto byla pro všechny sledované komunikace stanovena funkce, kterou bylo možné určit hodinovou intenzitu pomocí RPDI konkrétní komunikace. V případě chybějícího údaje RPDI u daného úseku byl tomuto údaji přidělen modus denní intenzity dopravy, který byl získán z měřených dat pro určitou třídu komunikace.



Graf 1 Graf vypočtené denní variace intenzit dopravy (Karviná, červenec – prosinec 2017)

Hodiny	I. třída	II. třída	III. třída	Místní kom.
	%	%	%	%
0-1	0,37	0,22	0,23	0,09
1-2	0,47	0,15	0,16	0,09
2-3	0,61	0,37	0,23	0,52
3-4	3,37	3,34	2,74	1,47
4-5	3,74	5,56	3,52	5,46
5-6	4,96	6,38	5,40	1,91
6-7	5,54	7,93	7,75	11,80
7-8	5,81	6,45	4,07	4,86
8-9	6,06	6,15	4,62	5,98
9-10	6,62	6,52	4,85	5,98
10-11	5,79	5,93	4,23	5,20
11-12	6,16	5,78	12,13	6,16
12-13	6,40	5,49	14,08	5,98
13-14	7,31	6,08	6,34	6,59
14-15	7,02	6,97	5,95	7,37
15-16	6,22	6,00	5,95	6,24
16-17	5,52	6,97	5,32	6,94
17-18	4,54	5,11	3,99	5,98
18-19	3,81	3,26	2,19	4,94
19-20	3,31	1,85	1,49	2,69
20-21	2,60	1,48	1,10	2,17
21-22	2,72	1,48	3,29	1,21
22-23	1,03	0,52	0,39	0,35

Tab. 2 Tabulka podílů intenzit dané hodiny na denní intenzitě dopravy dle třídy komunikace

V následujícím kroku byla stanovena hodinová intenzita pro všechny sledované úseky shluků dopravních nehod. Na základě této informace bylo možné stanovit počet vozidel, které projely úsekem v hodinovém intervalu vzniku dopravní nehody v rámci celého sledovaného období (2014 - 2016).

Z údaje o projetých vozidlech v hodinách vzniků dopravních nehod a počtu vzniklých nehod daného období (2014 - 2016) je možné vypočítat relativní četnost vzniku dopravní nehody.

4 Výsledky

Dle hodnoty relativní četnosti určené pro všechny sledované úseky lze vytvořit seznam nejvíce nebezpečných lokalit. Dále lze porovnat relativní četnosti nehodovosti jednotlivých hodinových intervalů a následně se při místním šetření zaměřit na studium podmínek v rizikových časových intervalech daného úseku. Výsledný seznam lokalit je dále rozdělený dle třídy komunikace. Seznam tří nejnebezpečnějších shluků komunikací I., II. III. třídy a místních komunikací je uveden v Tab. 3. Výsledný seznam tří nejrizikovějších úseků dle třídy komunikace.

Třída komunikace	ID SHLUKU	CELKOVÝ PRŮMĚR ZATÍŽENÍ MOTOROVÉ DOPRAVY	CELKOVÝ PRŮMĚR ZATÍŽENÍ MOTOROVÉ DOPRAVY SOUMRAK - SVÍTÁNÍ	CELKOVÝ PRŮMĚR ZATÍŽENÍ MOTOROVÉ DOPRAVY - DEN	POČET DN VE SHLUKU	KOLEKTIVNÍ RIZIKO %	Celkový počet projetých vozidel ve sledovaných hodinách 2014-2016	RELATIVNÍ ČETNOST DOPRAVNÍ NEHODY	INTENZITA DOPRAVY NA JEDNU DOPRAVNÍ NEHODU
	ID	PRŮJEZDNOST 24/HOD	PRŮJEZDNOST 24/HOD	PRŮJEZDNOST 24/HOD	POČET	(%)	POČET	%	POČET
I. třída	553	6043	2241	3803	19	50,14	872350	2,2E-03	45913
	658	6043	2241	3803	15	5,92	762120	2,0E-03	50808
	611	4203	1558	2645	6	1,73	448950	1,3E-03	74825
II. třída	127	1314	450	864	3	2,23	18250	1,6E-02	6083
	88	1294	443	851	4	3,58	67890	5,9E-03	16973
	551	1314	450	864	9	14,91	173010	5,2E-03	19223
III. třída	173	1314	450	864	4	1,81	45260	8,8E-03	11315
	164	1314	450	864	3	1,67	35770	8,4E-03	11923
	206	1137	389	748	3	2,05	53290	5,6E-03	17763
Místní kom.	881	1153	426	727	3	8,66	730	4,1E-01	243
	896	1153	426	727	1	20,92	730	1,4E-01	730
	912	1153	426	727	3	8,41	13140	2,3E-02	4380

Tab. 3. Výsledný seznam tří nejrizikovějších úseků dle třídy komunikace

5 Závěr

V uvedeném příspěvku bylo popsáno jakým způsobem proběhl výběr z velkého počtu úseků komunikací pro místní šetření. Dle popsaného postupu lze vyseparovat podezřelé úseky s častým výskytem dopravních nehod. Lze se tedy při realizaci místního šetření zaměřit na úseky s vyšší mírou rizika vzniku dopravní nehody. V tabulce Výsledný seznam tří nejrizikovějších úseků dle třídy komunikace lze pozorovat, že řazení podle hodnoty kolektivního rizika není shodné s řazením podle relativní četnosti nehody. To je způsobeno odlišným přístupem k řešení problematiky.

V navazující práci by bylo vhodné intenzitu dopravy hodinového intervalu při vzniku dopravní nehody určit se zohledněním kalendářního dne vzniku dopravní nehody – rozlišit dopravu dle ročního období, pracovního dne či víkendu.

Literatura

- [1] BÍL, Michal, Jiří SEDONÍK a Richard ANDRÁŠIK. *Dopravní nehody v noci, za svítání a za soumraku v České republice: prostorová analýza*. Ostrava, 2017. ISBN 978 - 80 - 248 - 4104 - 5.
- [2] *Technické podmínky TP č. 189II: STANOVENÍ INTENZIT DOPRAVY NA POZEMNÍCH KOMUNIKACÍCH*. 2. Plzeň: EDIP s.r.o., 2012.

Aktivity Mezinárodní komise pro osvětlení CIE

Vladimír Dvořáček, Ing., ČNK CIE, dvoracek2@seznam.cz

Abstrakt: V přednášce jsou stručně připomenuty hlavní oblasti činnosti mezinárodní komise pro osvětlení CIE i její hlavní přínosy pro odbornou světelnětechnickou veřejnost všeobecně i v rámci ČR.

Mezinárodní komise pro osvětlení patří k mezinárodním vědeckotechnickým uskupením s dlouholetou tradicí a je nejvýznamnější v oblasti světelné techniky. Byla založena již v r. 1913 a jejími členy se postupně staly všechny vyspělé průmyslové země na světě. Je příjemné konstatovat, že Československo se stalo členem již v r. 1929 a patřilo tak do první desítky členských zemí. Představitelem byl Československý poradní sbor pro osvětlování, jehož reorganizací vznikl v r. 1960 Československý národní komitét, který i přes řadu problematických období si zachoval kontinuitu až do r. 1992 a kterou i nadále udržuje Český národní komitét CIE až do současnosti. Současně vznikl a je aktivní i Slovenský národní komitét CIE. Ústředí CIE se nachází ve Vídni.

V souladu se svým statutem se CIE věnuje mezinárodní spolupráci a výměně informací mezi svými členskými zeměmi ve všech aspektech vědy a umění v oblasti světelné techniky. Je to autonomní organizace, která nebyla založena žádnými politickými nebo jinými institucemi, ale vznikla ze zájmu jednotlivců v oblasti osvětlení. Od svého založení byla přijímána a považována za nejvyšší autoritu v dané oblasti a je uznávána rovněž mezinárodními normalizačními organizacemi CIE nebo ISO. Jejím posláním je vytvoření mezinárodního diskusního fóra ve všech záležitostech týkajících se vědy, techniky a umění v oblasti světla a osvětlení, přípravy norem na měření a využití světla a ve spolupráci s ostatními institucemi (ISO, CIE) vydávání norem a publikací v oblasti světelné techniky.

Náplň činnosti zasahuje do všech oblastí světelné techniky a je soustředěna do 7 aktivních divizí s následujícím zaměřením:

Divize 1 - vidění a barva

Divize 2 - fyzikální měření světla a záření

Divize 3 - vnitřní osvětlení a návrh osvětlení

Divize 4 - osvětlení a signalizace v dopravě

Divize 5 - venkovní osvětlení a jiné aplikace

Divize 6 - fotobiologie a fotochemie

Divize 7 - zobrazovací technika

Hlavním výsledkem činnosti CIE - vedle pořádání odborných zasedání, konferencí a seminářů, v jejichž rámci jsou prezentovány nejnovější výsledky ze všech oblastí působnosti - je systematická a průběžná publikační činnost. Lze ji rozdělit do několika skupin (Publikace CIE, Normy CIE, Sborníky CIE a v posledním období i Technické zprávy CIE). Autory všech těchto prací jsou špičkoví odborníci členských zemí. Obvykle se na výsledných dokumentech podílejí mezinárodní týmy složené z 5 až 10 odborníků. Výsledné zprávy jsou publikovány

vesměš v angličtině s doplněním o stručný obsah v němčině a francouzštině. Tyto informace pouze v anglické verzi jsou pravidelně uváděny i na webových stránkách CIE.

K současnému datu vyšlo již 230 Publikací CIE, v poslední dekádě jich bylo průměrně vydáváno 4 – 5 ročně. Některé z nich byly ÚNMZ přeloženy i do češtiny a vyšly jako Technické normalizační informace, např. TNI 360450 (Rušivé oslnění při osvětlení vnitřních prostorů) jako překlad Publikace CIE 117 z r. 1995 nebo TNI 360451 (Údržba vnitřních osvětlovacích soustav) jako překlad Publikace CIE 97 z r. 2005. I když tyto dokumenty nemají normativní, ale pouze informativní charakter a byly v době jejich vydání deklarovány jen jako pomocné materiály k využití při perspektivním normalizačním zpracování souvisejících úloh, lze s odstupem času konstatovat, že patří k nejprodávanějším publikacím ÚNMZ.

Norem CIE bylo vydáno celkem 19, z toho 5 z nich je věnováno kolorimetrii. Praxe při vydávání norem je taková, že nejdříve je publikován finální návrh, který již prošel oponenturou v rámci dané divize a teprve následně vychází definitivní verze. Tyto normy rovněž nejsou závazné, ale přesto se stávají významnými materiály, na něž se následně odvolávají dokumenty připravované dalšími normotvornými organizacemi (IEC, ISO apod.). V předstihu vydávané návrhy norem CIE přinášejí cenné informace o nových směrech, kterými se světelná technika ubírá. Současná racionální praxe ÚNMZ při zavádění mezinárodních norem do tuzemské legislativy, spočívá převážně v převzetí normy v anglickém originálu s tím, že se do češtiny překládají pouze kapitoly věnované názvosloví. Právě v této části se uplatňují další materiály CIE obsahující termíny a definice, přičemž u starších pojmů se sice využívají již existující výklady, ale ve značně míře s poznámkou, že jsou modifikovány podle novějších poznatků. A tyto jsou specifikovány v dalších materiálech CIE.

Sborníky začaly být vydávány v samostatně číslované řadě teprve od r. 2004 a vyšlo jich celkem 25, předchozí (celkem dalších 9) vyšly jako Publikace CIE. Sborníky obsahují přednášky a poster v plném znění ze všech generálních konferencí CIE pořádaných v čtyřletých intervalech a dále z dalších odborných akcí pořádaných jednotlivými divizemi v mezidobích mezi generálními konferencemi, jejichž náplň je zaměřena na podstatně užší problematiku. Jejich autory jsou významní vědci a inženýři z institucí nejvyspělejších zemí (tzv. pozvané přednášky), ale své místo dostávají i mladí odborníci v rámci prezentace svých posterů, kteří tak získávají především cenné zkušenosti i cenné kontakty z oboru.

V posledních letech přikročila CIE k vydávání Technických zpráv, k dnešnímu dni jich bylo vydáno již osm. Jedná se o informace o nejnovějším stavu vědy a techniky v některých poměrně velmi úzce zaměřených tématech např. v oblasti měření světla a záření nebo vlivu optického záření na biologické systémy, zavedení soustavy CIE pro mezopickou fotometrii nebo specifikaci parametrů světelnotechnických výrobků pro aplikace v podmínkách mezopického vidění.

Velmi významná je činnost CIE v oblasti technického názvosloví, o jehož významu není třeba diskutovat. Ostatně tato problematika je pravidelně na programu v časopise Světlo, ale i na našich setkáních. Příkladem je Mezinárodní elektrotechnický slovník – kapitola 845 Osvětlení, vydaný jako ČSN IEC 50(845) již v r. 1995, který obsahuje více než 900 hesel. Je významným pomocníkem nejen při technických překladech, ale je i zdrojem cenných informací, protože obsahuje přesné české definice nejdůležitějších světelnotechnických termínů, včetně užitečných rejstříků v dalších 10 nejdůležitějších evropských jazycích. Bylo by velmi potřebné stejným způsobem reagovat i na aktuální a značně rozšířené vydání nového Mezinárodního světelnotechnického slovníku CIE, zpracovaného jako CIE Standard

S 017 již z r. 2011, který obsahuje téměř 1500 termínů na 200 stránkách, včetně termínů souvisejících s mohutně se prosazujícími světelnými diodami ve světelnětechnické praxi, s novými metodami měření jejich základních světelnětechnických, elektrických a provozních parametrů atd.

V rámci ČNK CIE jsou stručné obsahy všech uveřejněných výše uvedených materiálů CIE překládány do češtiny, jsou pravidelně publikovány v časopise Světlo v rubrice Činnost odborných organizací pod názvem Co je nového v CIE. Jednou ročně je aktualizovaný souhrn všech dosud přeložených stručných obsahů těchto materiálů zasílán všem členům ČNK. Rád bych na tomto místě zdůraznil, že veškeré dokumenty CIE jsou financovány z příspěvků členských zemí CIE, které jsou převáděny do ústředí do Vídně, stejně jako prakticky všechny členské příspěvky českých členů CIE putují na stejný účet ústředí CIE. Výhody našich členů CIE spočívají v možnosti nakupovat prostřednictvím ČNK všechny publikace s významnou slevou, stejně jako se zúčastňovat veškerých konferencí, seminářů a tvůrčích dílen CIE v zahraničí za významně nižší poplatky. Je to velmi vhodná příležitost pro mladé a jazykově vybavené pracovníky z vysokoškolských nebo výzkumných pracovišť, stejně jako je lákavé podílet se na činnosti v rámci některého z technických komitétů jednotlivých divizí při řešení konkrétních úloh příbuzných pracovní náplni na jejich pracovištích.

Potenciál úspor energie vo verejnom osvetlení s riadením podľa hustoty premávky

Dionýz Gašparovský, Doc. Ing. PhD., STU FEI v Bratislave, dionyz.gasparovsky@stuba.sk

Peter Janiga, Ing. PhD., STU FEI v Bratislave, peter.janiga@stuba.sk

Tomáš Novák, Doc. Ing. Ph.D., VŠB-TU Ostrava, tomas.novak1@vsb.cz

Abstrakt: Jednou zo základných pohnútok pre riadenie verejného osvetlenia sú úspory energie. Úroveň osvetlenia sa dá znížiť v závislosti od rôznych okolností, vrátane rýchlosti jazdy a hustoty premávky. Snímače inštalované v osvetľovacích stožiaroch slúžia na monitorovanie toku dopravy a poskytujú užitočné informácie tak pre riadenie osvetlenia v reálnom čase, ako aj pre následné analýzy potrebné na pochopenie správania sa premávky, na nastavenie štandardizovaných riadiacich profilov osvetlenia a na odhad potenciálu možných úspor energie. Tento príspevok sa zaoberá spôsobom určenia úspor energie na hlavných uliciach pri nasadení vhodného riadiaceho profilu. Analyzovali sa údaje z vybraných lokalít v troch mestách na Slovensku a v Česku. Zdefinovali sa časové intervaly pre režimy zníženej úrovne osvetlenia a udržiavanej minimálnej úrovne osvetlenia, určili sa redukčné koeficienty na základe požiadaviek pre príslušné triedy osvetlenia a odhadli sa pravdepodobnosti detekcie pre každú úroveň osvetlenia a pre každý prípad. Potenciál úspor energie je vyjadrený prostredníctvom koeficientu prevádzky osvetlenia, ktorý v sebe zahŕňa všetky z uvedených faktorov.

1 Úvod

Verejné osvetlenie je neplatenou službou obyvateľom a návštevníkom našich miest a obcí. Okrem bezpečnosti je verejné (vo všeobecnosti mestské) osvetlenie dôležité na vytvorenie príjemnej atmosféry počas nočných hodín a na skrášlenie nočného prostredia. Pozemné komunikácie, ulice, bulváry, chodníky, námestia, parky, centrálné zóny, priemyselné zóny, parkoviská a obytné štvrte sa osvetľujú rôznym spôsobom. V súčasnosti sa rozvoj mestského osvetlenia do značnej miery spolieha na LED technológiu a zámerom je budovať systémy chytrého „smart“ osvetlenia so širokými možnosťami riadenia ako významnú súčasť inteligentných miest (*smart cities*). Osvetlenie už prestáva byť nezávislé od iných subsystémov infraštruktúry, čoraz viac sa integruje s dopravou, telekomunikáciami, inžinierskymi sieťami a pod. Zvlášť dôležité sú také interakcie, ktoré majú priamy vplyv na nastavenie cieľových parametrov osvetlenia: poveternostné podmienky, viditeľnosť, dopravné podmienky (hustota premávky, intenzita premávky, rýchlosť jazdy), prítomnosť užívateľov, ich pohyb, smerovanie, štruktúra, požiadavky atď. Tok dopravy patrí nepochybne k tým faktorom, ktoré si zaslúžia osobitnú pozornosť.

LED technológia priniesla do verejného osvetlenia celý rad výhod: vysoký merný výkon, precíznu optiku so želaným rozložením svetelného toku, možnosť voľby spektra, dynamické riadenie. Klasické svetelné zdroje mali značne obmedzené možnosti riadenia – typické bolo zníženie úrovne osvetlenia (zvyčajne na polovicu) v nočných časoch pri zníženej intenzite premávky. Stmievanie zabezpečovali centrálny regulátory umiestnené v rozvádzačoch verejného osvetlenia. LED svietidlá ponúkajú takmer neobmedzené možnosti riadenia osvetlenia: spínanie a stmievanie sa vyznačuje okamžitou odozvou a nemá negatívny vplyv na životnosť svetelného zdroja. Namiesto centrálného stmievania sa vďaka bezdrôtovým systémom jednotlivé svietidlá dajú ovládať priamo. Tak sa dá poskytovať

„osvetlenie na požiadavku“ (*lighting on demand*) – svietiť tam, kde treba, vtedy a toľko, ako je potrebné. Napriek dostupnosti technických riešení však stále postrádame metodiku na definovanie aktuálnych zrakových potrieb vodičov, cyklistov, chodcov a ostatných užívateľov komunikácií a spôsob, ako pre nich určiť a nastaviť tie správne parametre osvetlenia.

V dôsledku chýbajúcej metodiky, svietidiel bez „smart“ alebo „smart-ready“ funkcie a najmä kvôli dedičstvu starých sietí verejného osvetlenia s pripojenými rôznymi typmi svetelných zdrojov, svietidiel a osvetľovacích sústav sa nedá zabezpečiť optimálne riadenie osvetlenia a stále je bežnou praxou prevádzkovať osvetlenie na plnú úroveň počas celej noci. Je zrejmé, že ak porovnáme súčasný stav osvetlenia s optimálne navrhnutou osvetľovacou sústavou (vrátane riadenia), môžeme očakávať značný rozdiel energetickej náročnosti. Tento príspevok sa zameriava na riadenie osvetlenia prostredníctvom detekcie dopravného toku a na zníženie energetickej náročnosti takéhoto osvetlenia.

2 Motivácia a výskumné ciele

Spotreba energie na verejné osvetlenie závisí od inštalovaného príkonu, času prevádzky a spôsobu riadenia osvetlenia, ktorý predstavuje zmenu príkonu v čase z krátkodobého aj dlhodobého hľadiska. K dlhodobým zmenám patrí napríklad vplyv riadenia na konštantný svetelný tok CLO (*Constant Light Output*) alebo vplyv režimu údržby svietidla. Zmeny príkonu v čase sa dajú vyjadriť pomocou riadiacich profilov osvetlenia. Štandardné riadiace profily sa potom používajú na výpočet odhadu spotreby energie na osvetlenie. Väčšina parametrov sa dá predpovedať, avšak v sústavách so snímačmi musíme uvažovať aj o pravdepodobnostných funkciách a energetickej náročnosti osvetľovacej sústavy tak musíme určovať odhadom.

Na druhej strane detekcia pohybujúcich sa vozidiel alebo prítomných (stojacich alebo pomaly sa pohybujúcich) osôb musí byť naviazaná na oblasť svietidiel, ktorá by mala reagovať napr. zvýšením úrovne osvetlenia a musí tiež zohľadňovať smerovanie účastníkov premávky vrátane ich zatáčania vľavo či vpravo na križovatkách. Tu je potrebné prijať ďalšie príslušné predpoklady ako napr. relevantnú dĺžku komunikácie, čas na prejazd príslušného úseku komunikácie, úroveň osvetlenia a čas potrebný na jej udržanie a pod. Treba zohľadniť a odhadnúť aj pravdepodobnosť prekryvu osvetlených oblastí.

Cieľom tohto príspevku je uviesť súbor údajov získaných z dopravných snímačov umiestnených v rôznych miestach vybraných úsekov miestnych komunikácií v stožiaroch dopravnej signalizácie. Zámerom príspevku je získať informácie o dopravných tokoch v rôznych časoch a získať tak predstavu o pravdepodobnostiach detekcie a hustote dopravy, ktoré sú potrebné na určenie patričnej triedy osvetlenia v súlade s technickou správou CIE 115.

3 Metodika výskumu

3.1 Ukazovatele energetickej hospodárnosti osvetlenia

Ak vo verejnom osvetlení uvažujeme len s určitým počtom diskretných úrovní osvetlenia, ročná spotreba energie na osvetlenie sa dá vypočítať pomocou vzťahu

$$W = \sum_{i=1}^{365} \sum_{j=1}^M (P_{ij} \cdot t_{ij}) \quad (1)$$

kde

P_{ij} je príkon osvetľovacej sústavy, ktorý zodpovedá danej úrovni osvetlenia (W);

t_{ij} je denný prevádzkový čas danej úrovne osvetlenia (h);

j, M je index a počet rôznych preddefinovaných úrovní osvetlenia.

V súlade s európskou normou EN 13201-5:2015 sa energetická hospodárnosť verejného osvetlenia vyjadruje prostredníctvom dvoch kompaundných číselných ukazovateľov – ukazovateľa príkonovej hustoty PDI (*Power Density Indicator*) a ukazovateľa ročnej spotreby energie AECI (*Annual Energy Consumption Indicator*). Kým PDI indikuje hospodárnosť osvetľovacej sústavy v ustálenom stave, AECI zahŕňa aj riadenie osvetlenia, a preto sa dá použiť na vyjadrenie hospodárnosti osvetľovacej sústavy v dynamickom prevádzkovom režime. Ukazovateľ ročnej spotreby energie na osvetlenie AECI sa vypočíta pomocou vzťahu

$$D_E = \frac{\sum_{j=1}^m P_j \cdot t_j}{A} \quad (2)$$

kde

D_E je ukazovateľ ročnej spotreby energie pre sústavu verejného osvetlenia ($\text{Wh} \cdot \text{m}^{-2}$);

P_j je prevádzkový príkon osvetľovacej sústavy príslušný j -temu časovému úseku (W);

t_j je trvanie j -teho časového úseku prevádzkového profilu pri spotrebe P_j , za rok (h);

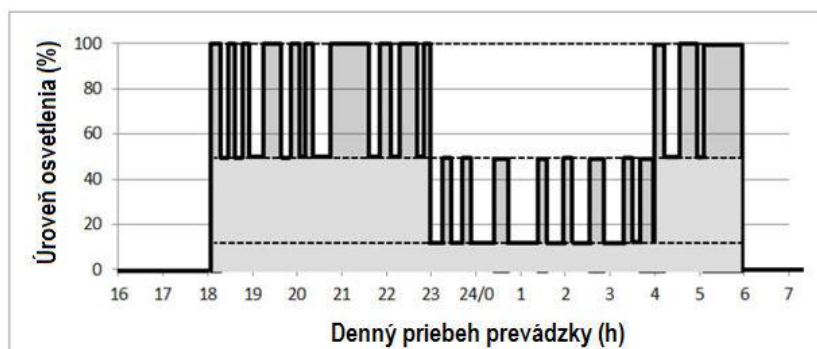
A je veľkosť plochy osvetlenej tou istou osvetľovacou sústavou (m^2);

m je počet časových úsekov s rôznym prevádzkovým príkonom P_j .

Na výpočet AECI je potrebné uvažovať o určitom radiacom profile osvetlenia. Prevádzkový čas sústav verejného osvetlenia sa rieši napr. v [3]. Plný prevádzkový režim je typický pre mnohé existujúce osvetľovacie sústavy s jednoduchými spínacími prvkami ako sú manuálne spínače alebo fotobunky, kde sa svietidlá prevádzkujú konštantne pri plnom príkone počas celej noci každý deň. V regulovaných systémoch so snímačmi sa môže použiť snímačom riadený trojúrovňový radiaci profil, ktorého príklad je znázornený na obr. 1 (denný priebeh). Úrovně osvetlenia musia byť v súlade s triedou osvetlenia stanovenou pre danú pozemnú komunikáciu a dané podmienky (podľa CIE 115). V čase mimo dopravnej špičky pri nižšej intenzite premávky sa môže použiť jeden alebo niekoľko znížených úrovní osvetlenia. Odporúča sa, aby aj v čase bez prítomnej premávky sa udržiavala aspoň minimálna úroveň osvetlenia počas celej noci. Okrem toho ak sa na riadenie osvetlenia použijú detektory vozidiel a/alebo prítomnosti osôb, aktuálne úrovně osvetlenia sa „vyrezávajú“ v čase, keď príslušnými snímačmi nie je detekovaná žiadna premávka a svietidlá sa prepnú na nižšiu úroveň osvetlenia.

Pri výpočte AECI v sústavách so snímačmi je potrebné uvažovať o pravdepodobnostnej funkcii so samostatnou hodnotou pre každú úroveň osvetlenia. S pomocou smart sietí so

snímačmi a v kombinácii s ľahko regulovateľnými svetelnými zdrojmi ako sú LED je veľmi efektívne zabezpečovať patričné úrovne osvetlenia v čase, keď je to skutočne potrebné. Pre plný prevádzkový režim osvetlenia je obvyklé uvažovať o ročnom prevádzkovom čase 4 000 hodín [6]. Pri inom prevádzkovom profile potom stačí skombinovať ročný prevádzkový čas jednotlivých úrovní osvetlenia s príslušným systémovým príkonom a s pravdepodobnosťou detekcie (v sústavách so snímačmi) do jedného koeficienta prevádzky osvetlenia c_{op} . Ak sa týmto koeficientom vynásobí ukazovateľ AECI pre plný prevádzkový režim, dostaneme hodnotu AECI pre iný prevádzkový profil. c_{op} sa môže použiť aj samostatne ako ukazovateľ potenciálu úspor energie pre riadiaci systém osvetlenia.



Obr.1 Príklad trojúrovňového riadiaceho profilu s detektormi

3.2 Zber údajov o toku dopravy

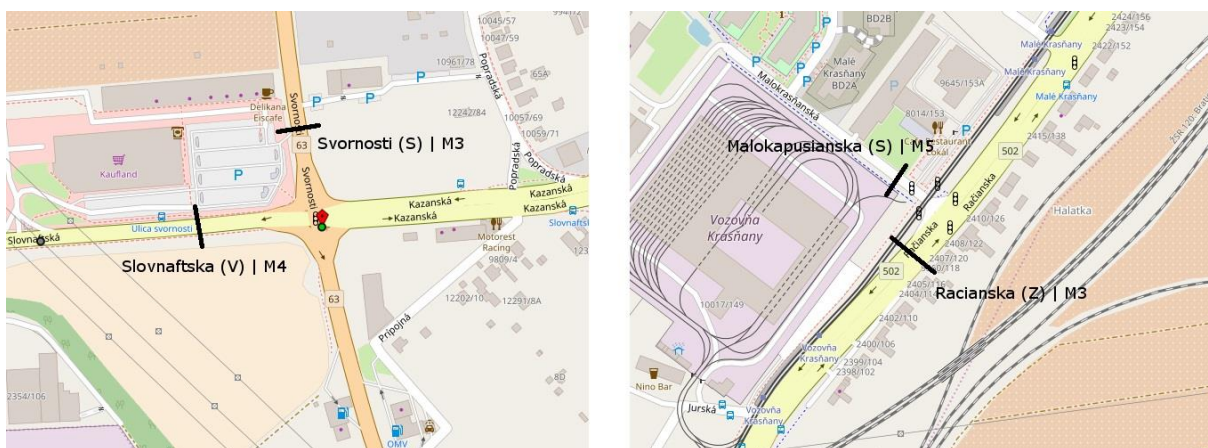
Pre účely tohto príspevku boli zozbierané, analyzované a spracované údaje z troch miest. Všetky údaje boli získané nedávno a striktné rozlišujú medzi pracovnými dňami, sobotou a nedeľou. V súčasnosti sú k dispozícii údaje pre hlavné ulice s inštalovanými snímačmi dopravy. Údaje sú dostupné za najmenej dvojročné obdobie, ide však o veľký objem surových dát. Tie doteraz neboli využívané na účely osvetlenia a ich extrahovanie z nespracovanej databázy je časovo náročné a technicky komplikované.

Na účely výskumu boli zvolené tieto lokality:

- **Bratislava:** Hlavné mesto Slovenska s 413 192 obyvateľmi má inštalovaných približne 48 000 svetelných miest. V predmestských oblastiach boli vytypované štyri úseky (obr. 2). Ulica Svornosti (trieda osvetlenia M3) privádza dopravu do mesta z juhu a patrí k dopravne najvyťaženejším komunikáciám v meste, s výraznými dopravnými zápchami v časoch špičky. Na križovatke znázornenej na obrázku 2 sa časť dopravného prúdu vetví na Slovnaftskú ul. (trieda osvetlenia M4). Račianska (trieda osvetlenia M3) poskytuje prístup do mesta od severu. Napriek tomu, že tu zatiaľ nie je priame napojenie na diaľničnú sieť, táto komunikácia patrí k najdôležitejším dopravným tepnám s vysokou intenzitou premávky v pracovnom čase. Malokapušíanska ul. (trieda osvetlenia M5) vyúsťuje na Račiansku ul. T-križovatkou. Úseky miestnych komunikácií boli zvolené tak, aby pokrývali triedy osvetlenia M5, M4 a M3. Dopravné údaje boli získané z počítadiel a boli poskytnuté prevádzkovateľom sústavy verejného osvetlenia a dopravnej signalizácie na území Bratislavy.
- **Ostrava:** Počet obyvateľov tohto tretieho najväčšieho mesta v Českej republike je 1,164 miliónov. Prevádzkovateľ pozemných komunikácií v Ostrave poskytol ako

podklad mapu siete hlavných úsekov komunikácií (obr. 3) s údajmi o dennej priemernej intenzite premávky. Detail fragmentu centrálnej časti mesta je znázornený na obr. 4. Prvé číslo predstavuje celkový počet vozidiel, druhé číslo znamená počet nákladných automobilov a autobusov. Okrem uvedených údajov bolo prevádzkovateľom komunikácií poskytnuté aj percentuálne rozloženie intenzity premávky na hodinovom základe.

- **Poprad:** Mesto okresného typu v severovýchodnej časti Slovenska má počet obyvateľov 52 316 a cez 5 000 svetelných miest. V tomto meste bol zvolený úsek Športovej ul. (trieda osvetlenia M5) ako príklad. Táto ulica vedie k viacerým športoviskám nachádzajúcim sa v meste.



Obr.2 Štyri úseky s monitorovaním toku dopravy na predmestiach Bratislavy



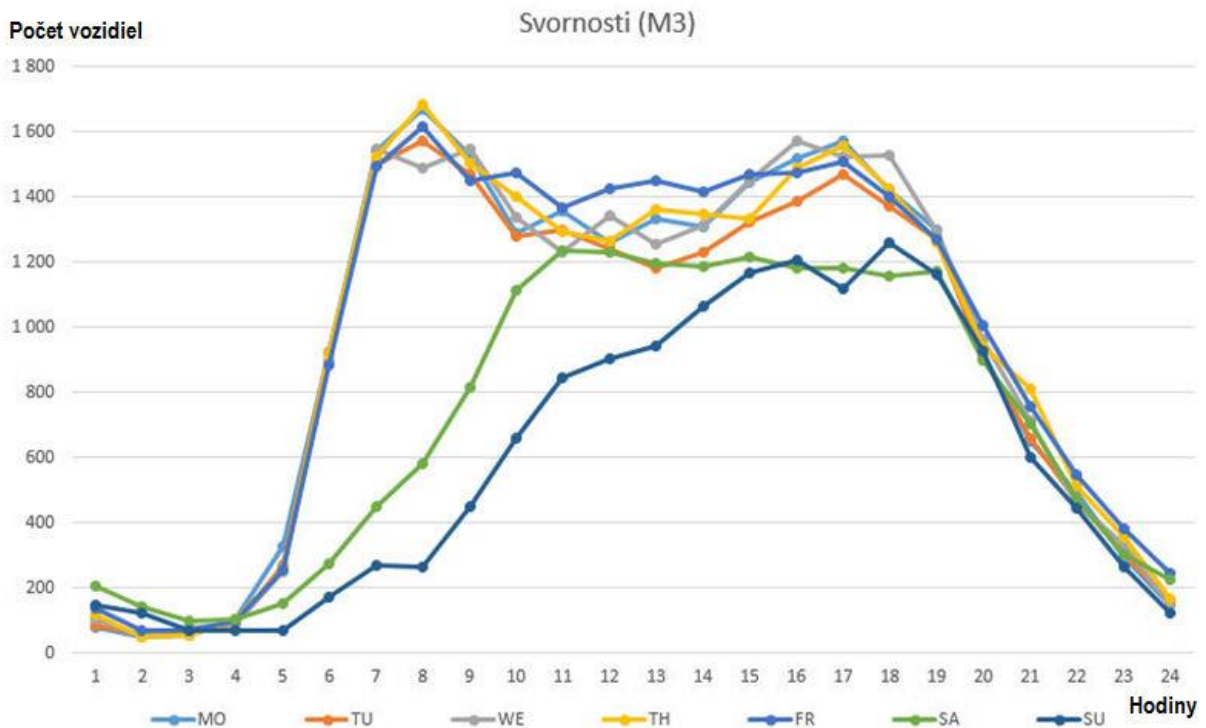
Obr.3 Sieť úsekov hlavných ulíc s monitorovaním roku dopravy v Ostrave

4 Výsledky a diskusia

Hodinové rozloženie intenzity dopravy v Bratislave je znázornené na obr. 5 až 8 pre týždeň začínajúci od 19.2.2018 do 25.2.2018. Údaje sú k dispozícii pre 15-minútové intervaly, v tejto štúdii sa však pracuje s hodinovými súhrnnými údajmi. Priebhy sú veľmi podobné pre pracovné dni a v ranných a večerných hodinách sú krivky takmer identické. Ranná špička o 8:00 a poobedňajšia špička okolo 16:00 sa dajú v grafoch jednoznačne identifikovať. Priebhy pre sobotu a nedeľu sa od pracovných dní značne líšia a líšia sa aj medzi sebou. Ktorá časť týchto kriviek je dôležitá pre verejné osvetlenie závisí od zemepisnej šírky a od obdobia roka.



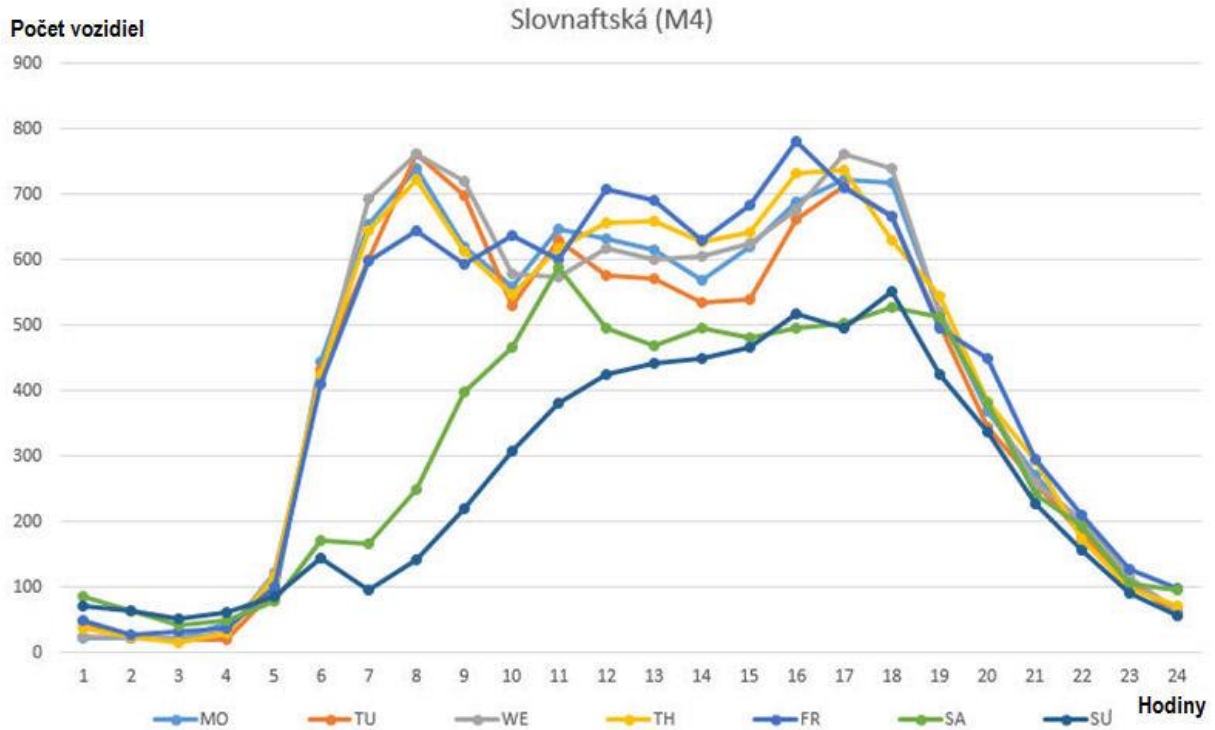
Obr.4 Detail fragmentu hlavných ulíc v centre Ostravy s uvedenými údajmi o dennej intenzite premávky



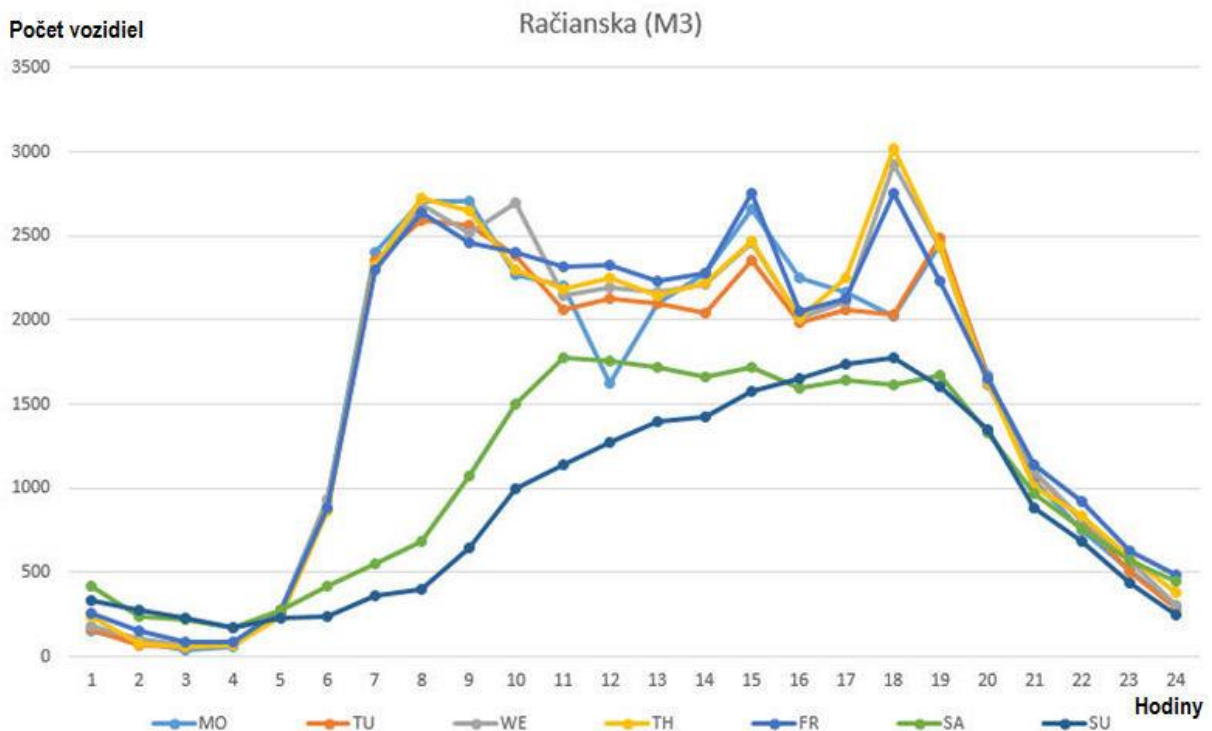
Obr.5 Priebhy intenzity premávky na ul. Svornosti v Bratislave

Priebhy pre všetky dni vykazujú po 18:00 strmý pokles intenzity premávky. Minimálna hodnota na úrovni 12 – 16 % denného maxima sa dosiahne po 23:00. Tento stav trvá až do

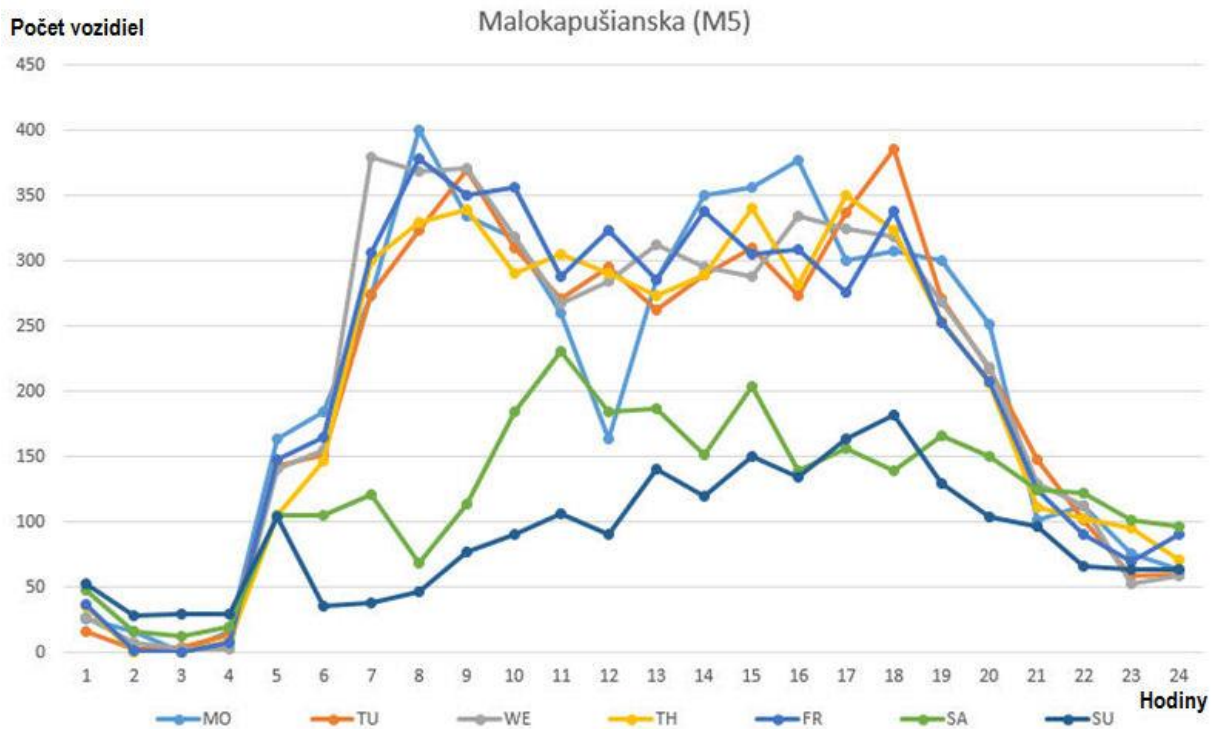
5:00 rána, keď sa premávka náhle „prebudí“. Kludový čas teda trvá 6 hodín, čo je významne dlhý čas, počas ktorého sa úroveň osvetlenia môže udržiavať na minimálnej úrovni. Bežný mimošpičkový čas sa dá identifikovať v rozmedzí 5:00 – 6:00 ráno a 20:00 – 23:00 večer, čo súhrnne predstavuje 4 hodiny.



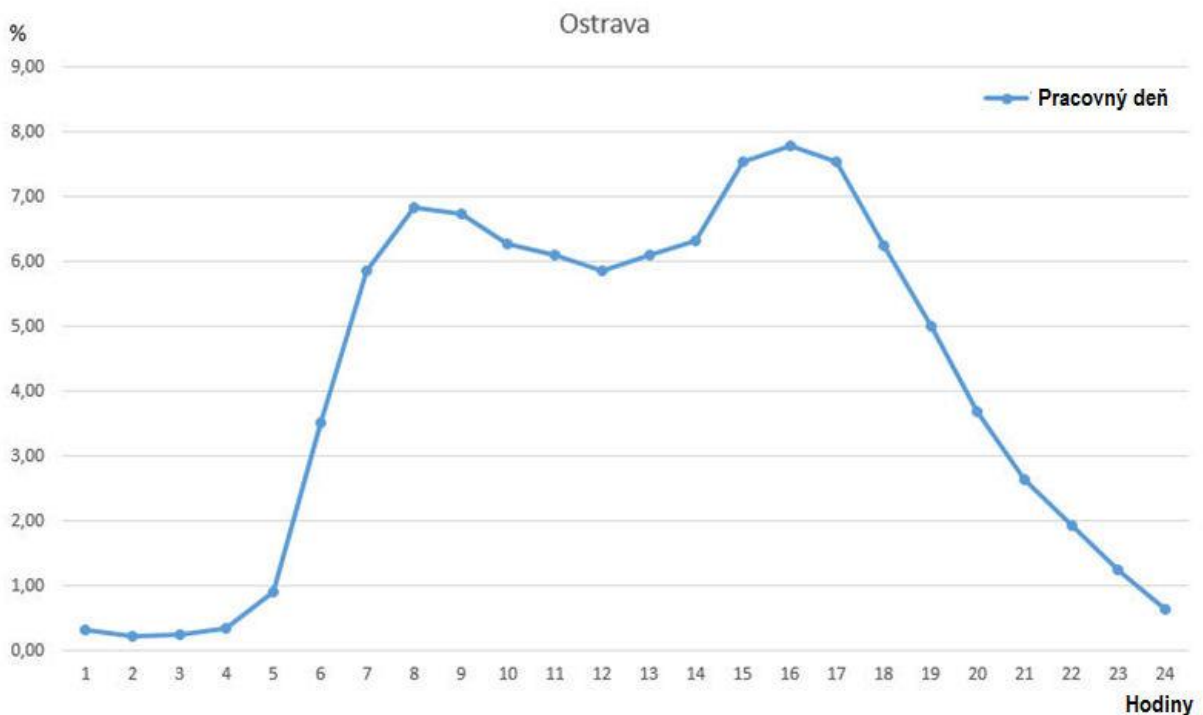
Obr.6 Priebeh intenzity premávky na Slovnaftskej ul. v Bratislave



Obr.7 Priebeh intenzity premávky na Račianskej ul. v Bratislave



Obr.8 Priebeh intenzity premávky na Malokapušíanskej ul. v Bratislave



Obr.9 Typická krivka intenzity premávky v Ostrave

Typický priebeh rozloženia intenzity premávky v Ostrave je na obr. 9. Táto krivka je veľmi podobná krivkám pre vyšetované úseky komunikácií v Bratislave, čo potvrdzuje charakter správania sa premávky na hlavných uliciach. Podobné výsledky sa dajú vidieť aj v prípade Popradu (obr. 10 a 11). Krivky pre Poprad sa vyznačujú väčšou mierou cik-cakových skokov, čo má dva dôvody: 1) premávka na uliciach triedy M5 je menej plynulá ako na dopravných

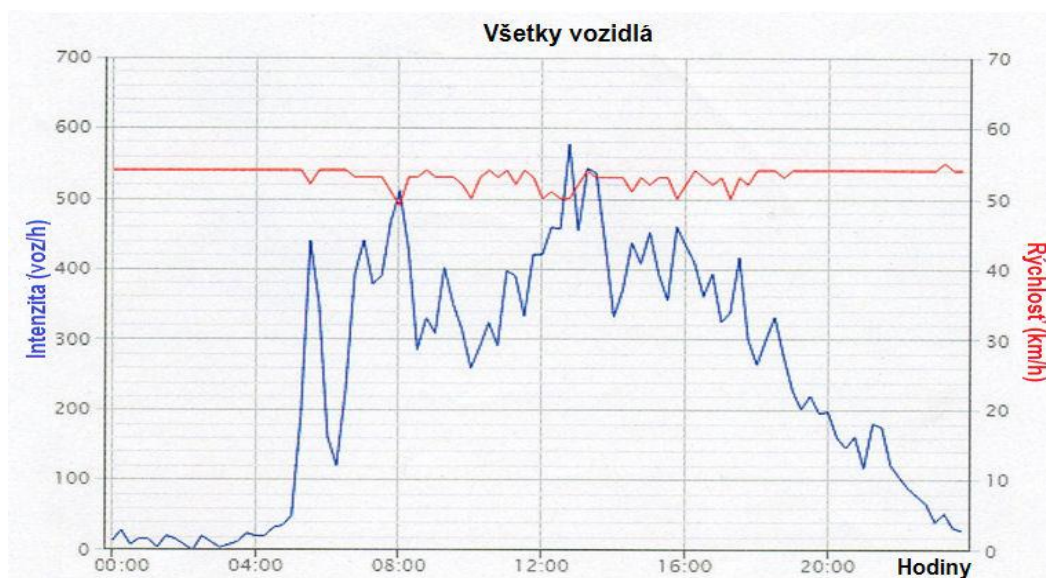
tepniach (porovnaj aj s obr. 8) a 2) časová základňa pre tento graf je 15 minút, kým pre Bratislavu a Ostravu to je 1 hodina.

Obrázky 9 a 10 okrem toho uvádzajú aj priemernú rýchlosť, čo je ďalší dôležitý parameter. Dovoľená rýchlosť na uvedených úsekoch je 50 km/h, nameraná priemerná hodnota je 54 km/h s veľmi malými osciláciami okolo tejto hodnoty. Prepoklad, že počas nočných hodín, keď prázdne ulice nabádajú vodičov zvýšiť rýchlosť, sa v tomto konkrétnom prípade nepotvrdili.

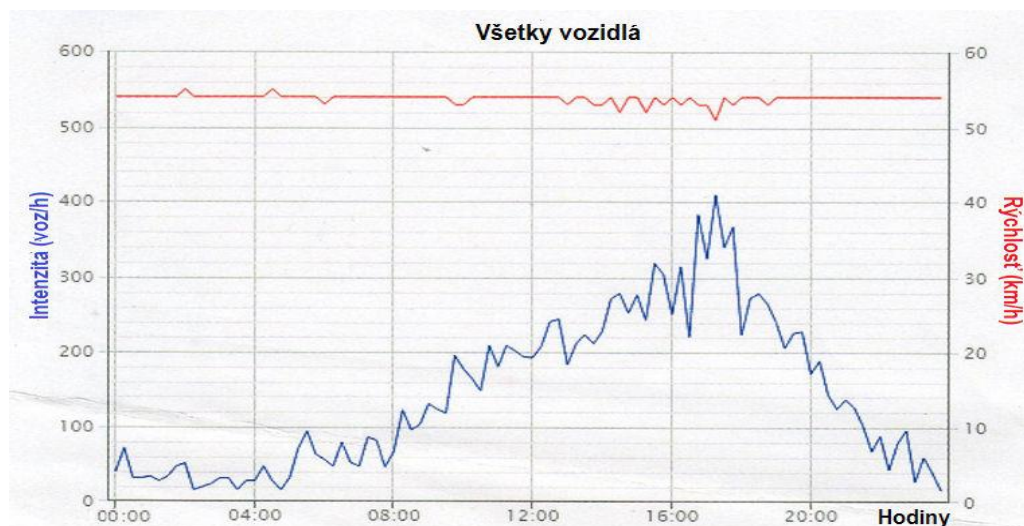
Tabuľka 1 uvádza priemerné hodinové rozloženie intenzity premávky (v %) pre Bratislavu a Ostravu na základe údajov uvedených vyššie.

0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
0,47	0,21	0,18	0,29	1,42	3,50	6,41	7,23	6,84	6,19	5,90	5,86
12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
5,94	6,05	6,52	6,49	6,64	6,71	5,69	4,23	2,83	2,11	1,38	0,94

Tab.1 Priemerná intenzita premávky v hodinovom rozdelení (%)



Obr.10 Priebeh intenzity premávky a priemerná rýchlosť vozidiel počas pracovného dňa (utorok 7.2.2018) na Športovej ul. v Poprade



Obr.11 Priebeh intenzity premávky a priemerná rýchlosť vozidiel počas nedele (5.2.2018) na Športovej ul. v Poprade

Na základe údajov pre vybrané hlavné ulice v Bratislave a Ostrave sa dá vykonať odhad potenciálu úspor energie pre riadenie osvetlenia so snímačmi dopravného toku prostredníctvom c_{op} . Pritom sa predpokladá, že okrem individuálnej detekcie vozidiel v reálnom čase určitý počet vozidiel súčasne prechádza daným úsekom, zaznamenáva sa a vyhodnocuje, takže úrovne osvetlenia sa dajú patrične určiť z dopravného toku. Časové intervaly sa dajú uvažovať takto:

- Minimálna úroveň: 23:00 – 05:00, 6 hodín/deň, 2 190 hodín/rok
- Znížená úroveň: 05:00 – 06:00 a 20:00 – 23:00, 4 hodín/deň, 1 460 hodín/rok
- Plná úroveň: zvyšok času, 350 hodín/rok

Na hlavných uliciach (triedy osvetlenia M4, M3 a čiastočne M5) sa pravdepodobnosť detekcie pri plnej a zníženej úrovni osvetlenia uvažuje 100 %, keďže premávka je v týchto časoch plynulá. Počas minimálnej úrovne osvetlenia sa pravdepodobnosť detekcie dá odhadnúť podľa priemerného počtu vozidiel, avšak medzi jednotlivými triedami osvetlenia sú tu značné rozdiely. Odhad sa dá vykonať s ohľadom na čas prejazdu, prekryv detekcie a ďalšie okolnosti. Hodnoty zvolené pre túto prípadovú štúdiu sú uvedené v tabuľke 2.

Zníženie sa uvažuje zhodné s rozdielom dvoch po sebe nasledujúcich tried osvetlenia, pričom sa súčasne uvažuje lineárna závislosť medzi príkonom a svetelným tokom (jasom osvetlenej komunikácie). V tejto štúdii sa aplikujú normatívne požiadavky v zmysle EN 13201-2, ale v prípade reálnych osvetľovacích sústav je potrebné použiť skutočné hodnoty. Navyše pri triede osvetlenia M3 (a vyšších triedach) je možné zníženie aj o dva stupne (triedy), čím sa znížená úroveň rozdelí na dve podúrovne. Minimálna úroveň sa udržiava na 10 % plnej úrovne, prakticky sa dá nastaviť na minimálnu triedu P6 pre chodcov. Vstupné údaje a výsledky sú uvedené v tabuľke 2.

Trieda osvetlenia	M3	M4	M5
Plná úroveň			
Ročný prevádzkový čas (h)	350	350	350

Redukčný koeficient	0 %	0 %	0 %
Pravdepodobnosť detekcie	100 %	100 %	100 %
Znížená úroveň 1			
Ročný prevádzkový čas (h)	810	1 460	1 460
Redukčný koeficient	25 %	33 %	40 %
Pravdepodobnosť detekcie	100 %	100 %	100 %
Znížená úroveň 2			
Ročný prevádzkový čas (h)	650		
Redukčný koeficient	50 %		
Pravdepodobnosť detekcie	100 %		
Najnižšia úroveň			
Ročný prevádzkový čas (h)	2 190	2 190	2 190
Redukčný koeficient	90 %	90 %	90 %
Pravdepodobnosť detekcie	80 %	25 %	10 %
Koeficient prevádzky osvetlenia c_{op}	55 %	46 %	39 %

Tab.2 Príklad určenia potenciálu úspor energie

5 Záver

Pomocou snímačov toku dopravy sa dá skúmať správanie sa premávky v rôznych časových obdobiach a dá sa odhadnúť potenciál úspor energie vďaka riadeniu osvetlenia na základe toku dopravy. Snímače sa bežne inštalujú len na hlavných uliciach, čo predurčilo aj rámec tejto štúdie. Analýzou údajov bolo zistené, že denný priebeh toku dopravy je veľmi podobný pre rôzne úseky komunikácií a rôzne triedy osvetlenia. Priebeh vykazuje dve špičky – rannú špičku o 8:00 a poobedňajšiu špičku okolo 16:00. Medzi 23:00 a 5:00 je premávka upokojená. Ráno dochádza k prudkému nárastu intenzity premávky a večer premávka ustáva počas cca 3 hodín. Dopravný tok sa mierne líši pre sobotu a nedeľu a jeho priebeh sa tiež dá ľahko vysvetliť.

Riadenie osvetlenia snímačmi má v reálnom čase zmysel iba vtedy, ak sa dá predpokladať, že dlhší čas sa nedetekuje žiadne vozidlo. Ináč ide o trvalú prevádzku a zosúladiť treba úroveň osvetlenia s dopravným tokom, t. j. počtom vozidiel v čase. Počet vozidiel je preto dôležitejší ako množstvo vozidiel v percentuálnom vyjadrení. Treba tiež zohľadniť všetky ostatné dôležité skutočnosti, ktoré môžu mať vplyv na dobrý odhad pravdepodobnosti detekcie. V tejto štúdii bol vykonaný odhad pre rôzne triedy osvetlenia M3, M4 a M5. Výsledky ukázali, že pre triedu osvetlenia M3 sa môže dosiahnuť koeficient prevádzky osvetlenia 55 % (zodpovedá potenciálu úspor energie 45 %), pre triedu M4 to môže byť 46 % (úspory energie 54 %) a pre komunikáciu triedy M5 dokonca až 39 % (úspory energie 61 %). Uvedené hodnoty sú prekvapivo vysoké dokonca aj pre triedu M3, premávka je väčšinou plynulá a aj v nočných hodinách je pravdepodobnosť detekcie stále vysoká. Energetické úspory sa dosahujú vďaka možnosti zníženia úrovne osvetlenia – čo sa prakticky rieši použitím automatických riadiacich systémov so snímačmi toku dopravy.

6 Perspektívy

Táto úvodná štúdia sa dá považovať za východiskový bod pre hodnotenie výhod jednej z hlavných motivačných nástrojov pre nasadenie riadenia osvetlenia – úspor energie. Na potvrdenie predbežných výsledkov bude potrebné analyzovať väčší objem údajov. Ďalšie štúdie sa môžu zamerať na rozdiely medzi rôznymi triedami osvetlenia, rôznym funkčným využitím komunikácií, víkendové režimy atď. Skúmanie dopravného toku v kratších časových intervaloch počas noci môže zlepšiť odhad pravdepodobnosti detekcie.

Značný potenciál pre zníženie úrovne osvetlenia sa dá predpokladať na sídliskách a na zosieťovaných komunikáciách v obytných štvrtiach. Pre tieto prostredia však zatiaľ nie sú k dispozícii dostatočné údaje. Na získanie potrebných údajov sa uvažuje s nasadením pokrokových monitorovacích systémov s obrazovou analýzou. Nové prístupy s využitím anonymizovaných údajov z mobilných sietí sa tiež ukazujú ako sľubné. Tieto metódy a výsledky získané týmito metódami budú publikované v ďalších príspevkoch a článkoch.

PodĎakovanie

Tento príspevok vznikol s podporou agentúry VEGA MŠVVaŠ SR pod číslom grantu VEGA 1/0640/17 „Sebestačné inteligentné siete a regióny a ich začlenenie do existujúcej elektrizačnej sústavy“.

Údaje o intenzite dopravy pre Bratislavu a Poprad sú použité so súhlasom Siemens s.r.o. Údaje o intenzite dopravy pre Ostravu sú použité so súhlasom Ostravské komunikace, a.s. Autori týmto vyslovujú poďakovanie spoločnostiam Siemens a Ostravské komunikace za poskytnutie údajov o intenzite premávky a za technickú podporu pri vypracovaní tohoto príspevku.

Literatúra a odkazy

- [1] ŠKODA, J. – BAXANT, P. The reduction in electricity consumption through proper lighting. In proc.: EPE 2009. Brno University of Technology: Brno, pp. 1-4
- [2] SOKANSKÝ, K. – NOVÁK, T.: Energy savings in public lighting. *Przeglad Elektrotechniczny*, 84(8), pp. 72-74, 2008
- [3] GAŠPAROVSKÝ, D.: Calculation of the Operation Time of Road Lighting. In proc.: CIE Centenary Conference "Towards a New Century of Light": Paris, France, 15-16 April 2013, Vienna: CIE, 2013, ISBN 978-3-902842-44-2, pp. 999-1008
- [4] GAŠPAROVSKÝ, D.: Energy Performance Numerical Indicators of Public Lighting. In proc.: „Svetlo - Light 2013“, Bratislava: KONGRES Management s.r.o., 2013, ISBN 978-80-89275-35-9, pp. 291-301
- [5] PRACKI, P.: A proposal to evaluate road lighting energy efficiency. In proc.: "Lumen V4", Bratislava: KONGRES Management s.r.o., 2012, ISBN 978-80-89275-32-8, pp. 28-39
- [6] CIE 115:2010. Lighting of roads for motor and pedestrian traffic. Vienna: CIE, 2010
- [7] CEN/TR 13201-1. Road lighting. Guidelines on selection of lighting classes. Brussels: CEN, 2014
- [8] EN 13201-2. Road lighting. Performance requirements. Brussels: CEN, 2015
- [9] EN 13201-5. Energy performance indicators. Brussels: CEN, 2015

Možnosti využití veřejného osvětlení pro komunikaci ve viditelném spektru

Ing. Stanislav Hejduk, Ph.D., Ing. Lukáš Hájek, Ing. Jan Látal, Ph.D., Ing. Tomáš Stratil, Ing. Aleš Vanderka, Ing. Jan Vításek, Ph.D., stanislav.hejduk@vsb.cz, lukas.hajek@vsb.cz, jan.latal@vsb.cz, tomas.stratil@vsb.cz, ales.vanderka@vsb.cz, jan.vitasek@vsb.cz.

Fakulta Elektrotechniky a Informatiky, Katedra telekomunikační techniky, VŠB – TU Ostrava, 17. listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava-Poruba.

Tento článek pojednává o možnostech využití LED svítidel veřejného osvětlení v podobě bifunkcí - osvětlování a komunikaci ve viditelném spektru. Jsou popsány možnosti využití této technologie v rámci komunikace mezi infrastrukturou a vozidlem (I2V) pro přenos informací o provozu a také možnosti komunikace směrem od vozidla k infrastruktuře (V2I). Zejména je pak studováno chování této komunikace v reálném provozu, kdy se jednotlivé zdroje záření, v podobě veřejného osvětlení, vzájemně ruší a v některých místech pak znemožňují bezchybný přenos dat.

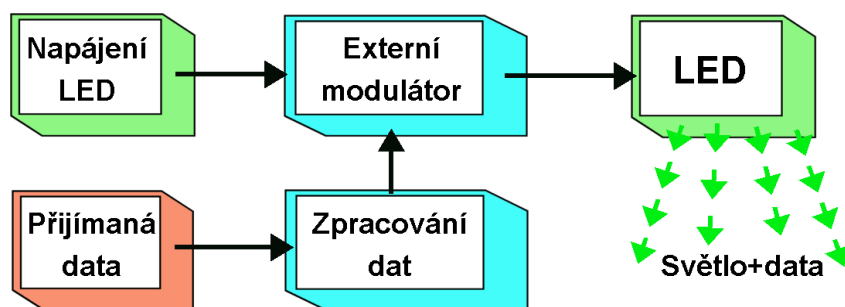
1 Úvod

V dnešní době jsou LED svítidla v oblasti dopravní infrastruktury stále více používány. Jejich funkce ale spočívá výhradně v osvětlování. To vede k tomu, že není plně využit plný potenciál možností LED a VO. LED diody lze totiž snadno použít například pro přenos dat. LED svítidlo dokáže ve stejné chvíli zároveň osvětlovat požadovanou plochu a teoreticky i stejnou plochu nepozorovaně pokrýt komunikačním signálem. Vzhledem k náročnosti komunikace ve viditelném spektru, (obzvláště za přítomnosti přímého slunečního světla během dne) v blízké době pravděpodobně nepůjde o připojení k internetu a podobné vysokorychlostní přenosy dat. Nicméně pro přenos telemetrie mezi účastníky silničního provozu a infrastrukturou postačí i rychlosti v desítkách kb/s. I výrobci automobilů v dnešní době přichází s masivním nasazením LED technologií do jejich výrobků. Řízení těchto systémů pak má na starosti spíše řídicí jednotka, než dřívější mechanické spínače na palubní desce. Pokud jde o přenos dat mezi vozidly a infrastrukturou, tak zůstává pouze otázka, kdy se tato technologie objeví ve vozidlech jako základní výbava a jakou bude mít podobu. V posledních letech se tato oblast neustále zkoumá [1, 2, 3] a pozadu zde nezůstává ani rádiová komunikace [4]. Komunikací ve viditelném spektru VLC (Visible Light Communication) se již delší dobu zabývá také standard IEEE 802.15.7 [5].

2 Princip funkce

Funkce systému spočívá v ukrytí komunikačního signálu do budícího proudu LED diod. Jakékoliv LED svítidlo potom může nepozorovaně přenášet data. Blokové schéma systému je na Obr. 1.

V optimálním případě se pro integraci systému pouze přeruší vedení mezi stávajícím zdrojem napájení a LED diodami. Do trasy se poté umístí modulátor, který se bude starat o přidávání komunikačního signálu.



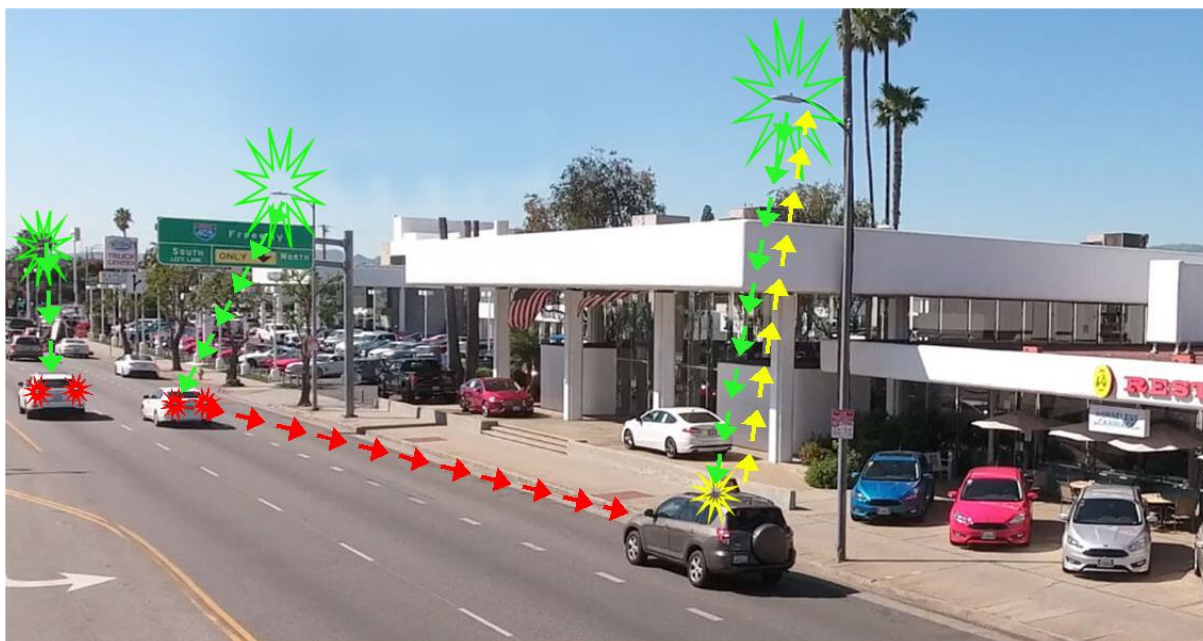
Obr.1 Blokové schéma vysílače pro LED osvětlení

Komunikace bude probíhat ve viditelné části spektra, takže jeho úkolem je provádět tuto činnost nepozorovaně pro lidský zrak:

- Komunikační signál musí být rychlejší, než odezva lidského zrakového ústrojí (v tomto případě není problém, protože lidský zrak spolehlivě nezpozoruje frekvence nad 1kHz).
- V závislosti na odesílaných datech se nesmí měnit intenzita osvětlení. Signál si musí udržovat konstantní střední hodnotu, bez ohledu na přenášená data. Toho je docíleno např. vhodným kódováním (Manchester, PPM...).

Obrázek 2 ukazuje možné konfigurace systému:

- I2V (zelená šipka) ukazuje komunikaci směrem od infrastruktury k vozidlu.
- V2I (žlutá šipka) ukazuje komunikaci od vozidla směrem k infrastruktuře.
- V2V (červená šipka) ukazuje příklad komunikace mezi vozidly.



Obr.2 Příklad komunikace I2V a V2x

Za povšimnutí stojí, že systém nutně nepočítá s obousměrnou komunikací. Systém tak lze upravovat dle potřeby a v závislosti na tom, jaká data je potřeba přenášet.

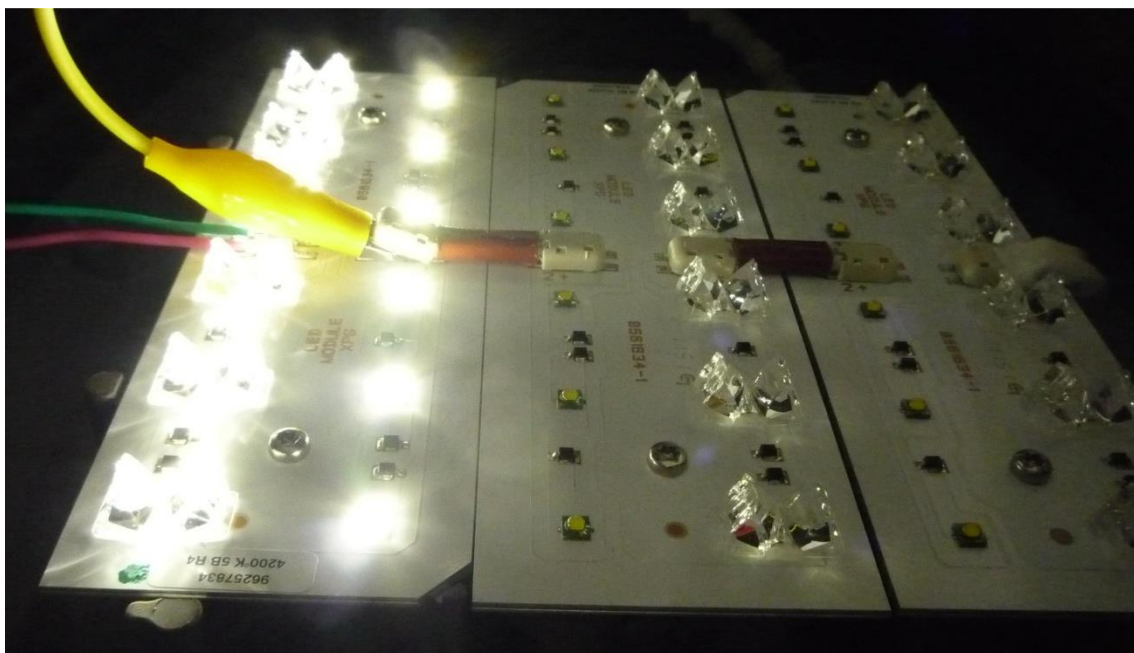
Uvažujme například jednoduchou přenosnou informační tabuli, která bude projíždějící automobily upozorňovat na uzavření silnice a poskytovat navigaci automobilu data o objízdné trase. V tomto případě bude stačit, aby tabule plnila pouze funkci vysílače a neustále odesílala stejnou sekvenci dat.

Z obrázku 2 je rovněž patrné, že v případě nasazení této technologie v masovém měřítku, bude bezpochyby docházet k nemalému rušení. Při návrhu systému je potřeba toto rušení brát v úvahu a vhodně zvolit především zorné pole fotodetektoru/ů na přijímací straně.

3 Testovací zapojení

Pro testování byl interní zdroj proudu nahrazen laboratorním zdrojem, protože originální zdroj používá PWM modulaci pro podporu stmívání. To znamená, že pro použití stávajícího zdroje bude potřeba dodatečná filtrace napájení, aby proud pro modulátor zůstal konstantní.

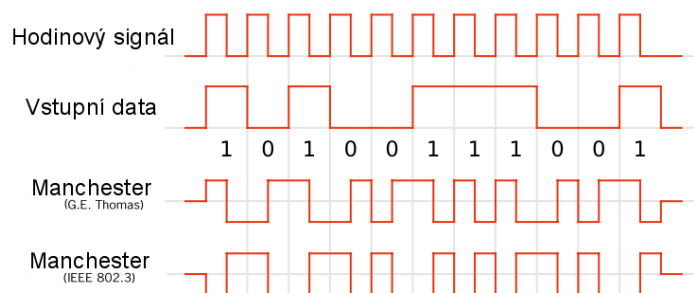
Většina svítidel VO je dnes řešena poměrně modulárně. Skládají se z několika bloků LED, které se zapojují s ohledem na maximální napětí a minimální proud. LED diody tak jsou zapojovány do sérií a v případě potřeby se řadí další bloky paralelně. Toto zapojení má své výhody i nevýhody. Nevýhodou je nižší životnost LED diod. Výhoda je zde z pohledu zdrojů, protože pro komunikaci teoreticky není potřeba modulovat celé svítidlo, ale například jen vyčlenit jeden blok. Zbytek svítidla by pak zůstal nezměněn a komunikační modul by byl na zbytku svítidla nezávislý.



Obr.3 Příklad modulárního uspořádání LED panelů ve svítidle

Pro externí modulaci byl použit výkonový tranzistor s proudovým zdrojem [6], který se stará o vysílání dat a udržuje výstupní výkon svítidla konstantní.

Zpracování dat se provádí do kódovacího formátu Manchester. Signál si tak zachovává stabilní střední hodnotu a pro lidské zrakové ústrojí je nepozorovatelný.



Obr.4 Kódování dat

Přijímaná, resp. vysílaná data mají následující formát (viz. Obr. 5):

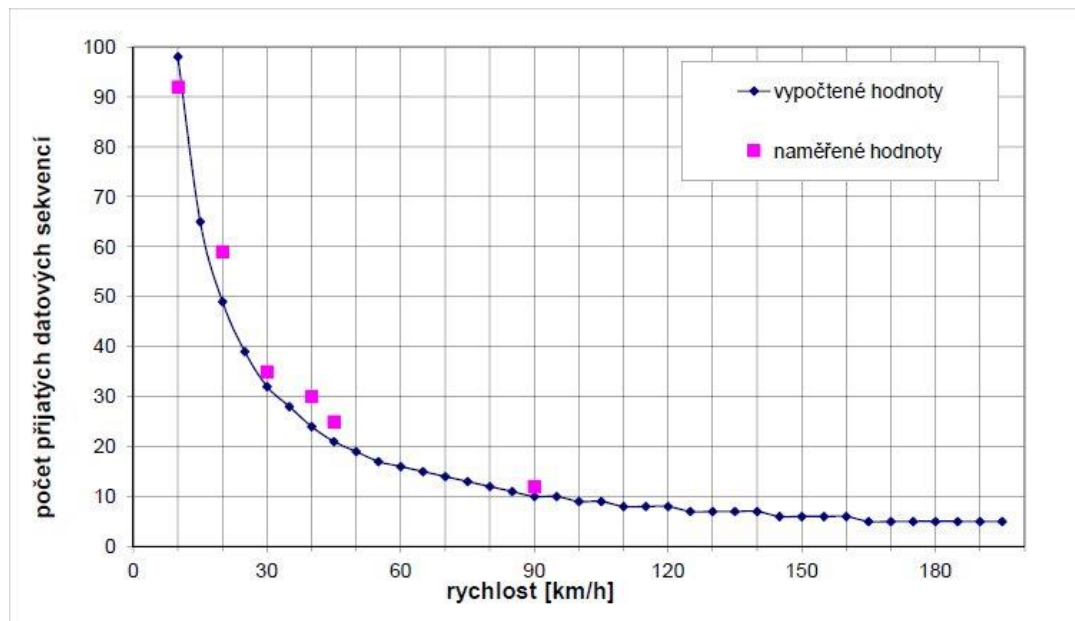
- Hlavička se synchronizací (přijímací jednotka detekuje přenos dat).
- Data (užitečná data přenášená k přijímači).
- Adresa (systém umožňuje rozlišit, komu jsou data určena, takže může odlišit například nákladní a osobní dopravní prostředky...).
- Kontrolní součet (je zkontrolováno, zda při přenosu nedošlo k chybě. V případě chyby se data nezobrazí, aby nedošlo k nedorozumění.).
- Ukončení přenosu.

Preamble	Sync1	Sync2	Data A	Data B	Address	Checksum	Postamble
11001100	10111111	11110010	01101001	00001010	00010010	10000101	0000

Obr.5 Formát testovacích dat

Tato datová sekvence se při aktivaci vysílání neustále opakuje, aby byla maximalizována pravděpodobnost úspěšného příjmu projíždějícími vozidly. V našem případě se opakování provádělo každých 11 milisekund. V praxi se pak počet úspěšně přijatých sekvencí odvíjí také od rychlosti automobilu. Navíc při průjezdu musí auto zachytit celou sekvenci bez chyby, protože sekvence zachycené jen z části se automaticky zahodí. Tím pádem pak dochází k nedoručení požadovaných informací. Tato vlastnost je rozhodující pro samotný návrh systému, protože z hlediska bezpečnosti je výhodnější posílat menší objemy dat v krátkých sekvencích.

Na následujícím grafu (Obr. 6) je příklad, jak se projeví rychlost projíždějícího automobilu na počet úspěšně přijatých sekvencí. V případě městského provozu při rychlosti 50km/h je schopen testovací systém během průjezdu předat přibližně 20 datových sekvencí. Nicméně při rychlostech mezi 90 – 130 km/h klesne počet těchto sekvencí pod 10. Pozitivní ale je, že i přes zmenšený objem přenesených dat, komunikace zůstává zachována i při mnohem vyšších rychlostech.



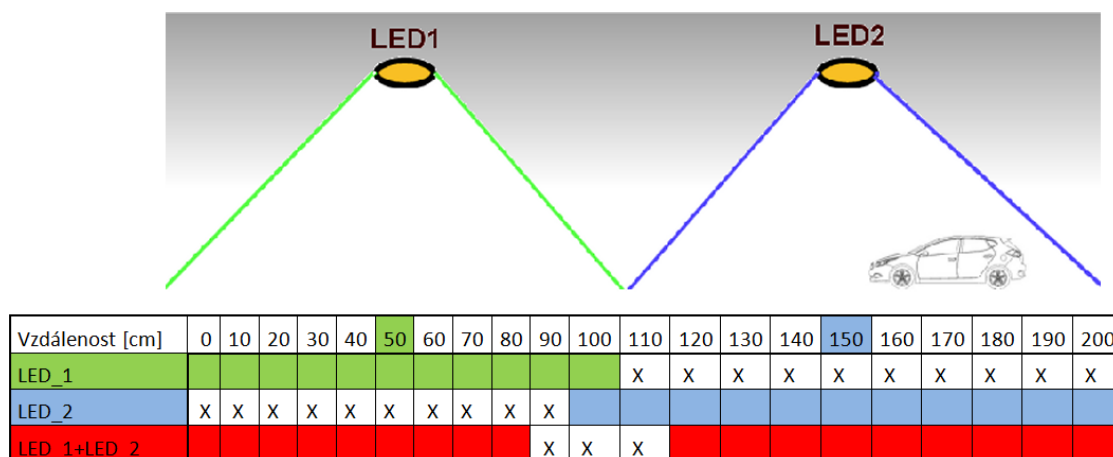
Obr.6 Počet přijatých sekvencí v závislosti na rychlosti vozidla

4 Pokrytí prostoru a interferenční zóny

Pokrytí prostoru signálem je při použití viditelného spektra problematické. Na přenosový řetězec zde v případě veřejného osvětlení hraje roli hned několik faktorů:

- Denní světlo
 - Světlo bude v případě vysílání dat svítit i ve dne
 - Okolní světlo (především slunce) je obrovský zdroj rušení, který nelze snadno kompenzovat
- Intenzita osvětlení (vysílací výkon)
 - Výkon potřebný pro osvětlení cesty v noci je relativně malý (přes den se tak komunikační dosah sníží)
 - S klesajícím výkonem klesá i použitelná přenosová rychlost
- Vzájemné rušení
 - Jednotlivá svítidla v podstatě komunikují ve stejném spektru (a na stejných frekvencích).
 - Pokud budou svítidla vysílat identická data, tak bude komunikace probíhat v celém prostoru s dostatečným výkonem
 - Pokud budou svítidla vysílat různá data (nebo nebudou synchronizovány), tak se budou v místech překryvu signálu vzájemně rušit

Na obrázku 7 je příklad vzájemného rušení. Obě svítidla zde nejprve vysílají stejná data. Tam, kde již LED_1 nemá dostatečný výkon (X) je již pokrytí LED_2 a obě oblasti se mohou vzájemně překrývat. V případě LED_1+LED_2 ale svítidla vysílají různá data a 30% prostoru mezi svítidly je natolik zarušeno, že přijímací elektronika nedokázala data vždy bezpečně rozlišit. V tomto případě zafungovala kontrola chyb, která poškozená data automaticky zahodila. Vzniklá zarušená oblast pak zůstává stejná i při vyšším vysílacím výkonu obou LED svítidel.



Obr.7 Interference mezi svítidly

5 K čemu lze V2x komunikace použít?

V zásadě k čemukoliv, kde se hodí přenášení telemetrie v jakémkoliv ze zmíněných směrů.

- Bezpečnostní upozornění
 - Autonehoda
 - Nouzové brzdění
 - Červená na semaforu
 - Volání SOS...
- Data z provozu
 - Informace o objížďkách
 - Měření rychlosti projíždějících vozidel
 - Lokalizace vozidel/navigace
 - Podpora autonomního řízení
- Řízení osvětlení

Co třeba systém, který v nočních hodinách sníží intenzitu osvětlení. Když rozpozná „známý“ projíždějící automobil, tak podle jeho posledních 10 cest zesílí intenzitu osvětlení pouze na nejpravděpodobnější trase. Ve většině případů tak povede cesta přímo k jeho domu a po projetí se světla opět utlumí, aby šetřila energii, životnost LED atd....

6 Závěr

Komunikace mezi automobilem a silniční infrastrukturou je nejen možná, ale v budoucnu bude i nezbytná. Počet aut na silnicích každým rokem roste a s tím i potřeba lepší koordinace a organizace silničního provozu. Přesun z laboratorních podmínek do reálného provozu bude samozřejmě trvat mnoho let, protože bude potřeba zakomponovat tuto technologii především do samotného automobilového průmyslu a poté i do předpisů/vyhlášek a norem.

Další otázkou pak zůstává, jaká data posílat a jak rychle by je měl systém vlastně přenášet. Je jisté, že připojení na sociální sítě zobrazující se na head-up displeji řidiče nejspíš k bezpečnosti na silnici nepřispěje, ale i otázka přístupu na internet není do budoucna zapovězena. V začátcích lze ale předpokládat spíše telemetrická data na nízkých přenosových rychlostech.

Poděkování:

Tento článek vznikl díky projektu MVČR VI20172019071. Dále byl článek podpořen projekty SP2018/117, SP2018/184, VI20152020008, TA04021263 a CZ.1.07 / 2.3.00 / 20.0217.

Literatura a odkazy

- [1] YAMAZATO, T., M. KINOSHITA, S. ARAI, E. SOUKE, T. YENDO, T. FUJII, K. KAMAKURA a H. OKADA. Vehicle Motion and Pixel Illumination Modeling for Image Sensor Based Visible Light Communication. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*. 2014, vol. 33, iss. 9, s. 332-335. ISSN 1558-0008. DOI: 10.1109/JSAC.2015.2432511.
- [2] MATUS, V., N. MATURANA, C. A. AZURDIA-MEZA, S. M. SANCHEZ a J. ROJAS. Hardware design of a prototyping platform for vehicular VLC using SDR and exploiting vehicles CAN bus. *First South American Colloquium on Visible Light Communications (SACVLC)*. Santiago, Chile, 2017. ISBN: 978-1-5386-1782-3. DOI: 10.1109/SACVLC.2017.8267606.
- [3] S. LEE a S JUNG. A SNR analysis of the visible light channel environment for visible light communication. *18th Asia-Pacific Conference on Communications (APCC)*. Jeju Island, South Korea: IEEE, 2012, s. 709-712. ISBN 978-1-4673-4728-0. DOI: 10.1109/APCC.2012.6388286.
- [4] HUANG, W., Z. YU, F. ZHU, L. YANG a F. WANG. Applicability of short range wireless networks in V2I applications. *IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Proceedings, ITSC. Hague, Netherlands: IEEE, 2013, s. 231-236*. ISBN 978-1-4799-2914-6. DOI: 10.1109/ITSC.2013.6728238.
- [5] IEEE 802.15.7. Short-Range Wireless Optical Communication Using Visible Light. New York, USA: IEEE Computer Society, 2011. Dostupné z: <https://standards.ieee.org/develop/project/802.15.7.html>.
- [6] HEJDUK, S., K. WITAS, J. LATAL, J. VITASEK, J. BOCHEZA a V. VASINEK. Simple and Universal Current Modulator Circuit for Indoor Mobile Free-Space-Optical Communications Testing. *Advances in Electrical and Electronic Engineering, 2014. Vol. 12, No. 1*. pp. 66-74. ISSN 1804-3119. DOI: 10.15598/aeec.v12i1.845.

Medián ve stavební světelné technice

doc. Ing. Jan Kaňka, Ph.D. Institut pro rozvoj měst a obcí

Abstrakt: Hodnocení osvětlení denním světlem metodou minimální osvětlenosti a metodou osvětlenosti mediánové. Význam difúzního zasklení. Medián jasu stínících překážek.

1 Úvod

Medián je hodnota, která dělí řadu vzestupně seřazených hodnot na dvě stejně početné poloviny. Vyjadřuje typickou hodnotu v souboru.

Aritmetický průměr rovněž vyjadřuje typickou hodnotu v souboru. Jedná se o součet všech hodnot dělený jejich počtem.

Největším problémem stavební světelné techniky je nestálost oblohy jako zdroje denního světla. Stav oblohy se neustále mění v závislosti na roční a denní době a podle aktuálních atmosférických podmínek. Tyto změny probíhají velmi rychle a s velkou dynamikou. Jejich předpověď ani na několik příštích minut není možná. V současné době existují dvě metody, jak se s touto nepříjemnou skutečností částečně vyrovnat. Adverbium *částečně* je použito proto, že ani jedna z obou metod není dokonalá.

2 Metoda minimální osvětlenosti

Metoda používá kritérium *činitel denní osvětlenosti D (%)* stanovený při modelovém stavu *zatažené oblohy v zimě* [1]. Tento model neuvažuje s polohou slunce na obloze a vyznačuje se nezávislostí na světových stranách. Jas tohoto modelu oblohy se mění jen v závislosti na výškovém úhlu nad terénem způsobem definovaným normou. Činitel denní osvětlenosti je definován jako podíl osvětlenosti E (lx) ve sledovaném místě v interiéru a současné *horizontální exteriérové osvětlenosti* E_h (lx) t.j. osvětlenosti vodorovné roviny celou oblohou.

$$D = \frac{E}{E_h} \cdot 100 \% \quad (1)$$

Užitečnou vlastností zatažené oblohy v zimě je skutečnost, že

$$E_h = \pi L_m \quad (2)$$

kde L_m ($\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$) je průměrný jas oblohy. To umožňuje definovat *činitele jasu* k_m (-) [1] (například průčelí stínícího objektu) jako podíl jasu L ($\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$) povrchu k průměrnému jasů oblohy resp. jako součin činitele odrazu světla ρ (-) a činitele denní osvětlenosti D (%) daného povrchu.

$$k_m = \frac{L}{L_m} = \frac{\rho \cdot E}{\pi \cdot L_m} = \frac{\rho \cdot E}{E_h} = \frac{\rho \cdot D}{100} \quad (3)$$

Oprávněnost metody minimální osvětlenosti se odůvodňuje následující logickou úvahou:

Zatažená obloha v zimě se považuje za nejméně příznivou situaci osvětlení denním světlem. Vyhoví-li osvětlení požadavkům při těchto podmínkách, pak bude dostatek světla vždy.

3 Metoda mediánové*) osvětlenosti

Moderní výpočetní technika umožňuje zpracovat údaje o osvětlenosti během celého roku (nebo jiného dlouhého období) a z těchto údajů vycházet při hodnocení. Příslušná metoda je obsažena v evropské normě EN 17037 *Daylight of building* [2], kterou závazně převezme do systému technické normalizace i Česká republika. Kritériem osvětlenosti nebyl zvolen průměr, ale právě *medián*.



Obr.1 Přímé sluneční záření v interiéru



Obr.2 Hala osvětlená difúzně zasklenými světlíky

Přítomnost přímého slunečního světla je v řadě vnitřních prostor budovy žádoucí, ale je příčinou příliš jasných a kontrastně ohraničených ploch uvnitř interiéru a tím zpravidla nepřispívá ke zvýšení zrakové pohody (viz obrázek 1). Při stanovení mediánu osvětlenosti proto není s přímým slunečním zářením počítáno. Výjimkou jsou prostory s horizontálními osvětlovacími otvory zasklenými materiálem, který propouští světlo difúzně (například světlíky zasklené komůrkovým polykarbonátem). Difúzním zasklením je přímé sluneční světlo rozptýleno. V takovém případě ohraničené jasné plochy v interiéru nevytváří a podílí se spolu s oblohovým světlem na denním osvětlení (viz obrázek 2). Proto EN 17037 [2] stanoví

Poznámka *)

Název *mediánová osvětlenost* je navržen jako překlad anglického originálu „*median illuminance*“. Termín osvětlenost *mediánní* či *mediální* by totiž budil nevhodná spojení směrem ke sdělovacím prostředkům.

dvě výchozí hodnoty pro výpočet. Pro posuzování svislých oken je stanoven *medián horizontální difúzní oblohové osvětlenosti* $E_{v,d,med}$ (lx) a pro posuzování vodorovných osvětlovacích otvorů (světlíků) s difúzním zasklením je stanoven *medián horizontální globální oblohové osvětlenosti* $E_{v,g,med}$ (lx). Rozdíl mezi oběma veličinami spočívá v tom, že jen druhá z nich (ta globální) uvažuje účast přímého slunečního záření na osvětlení. Evropská norma [2] stanovila hodnoty těchto dvou veličin na základě klimatických údajů odděleně pro každé hlavní město Evropské unie. Praze (a tedy i celé České republice) byly evropskou normou přiděleny tyto hodnoty:

$$E_{v,d,med} = 14900 \text{ lx}, E_{v,g,med} = 17400 \text{ lx}. \quad (4)$$

Vlivem působení přímého slunečního záření se tak medián horizontální oblohové osvětlenosti zvyšuje o cca 17 %. Uvedené dvě veličiny lze použít pro stanovení *cílových faktorů denního osvětlení*. Požadovaná osvětlenost $E_{pož}$ (lx) srovnávací roviny v interiéru se při tom volí v závislosti na typu osvětlovacího systému a na náročnosti zrakové práce. V následujících příkladech, vztazích (5) a (6), je pro boční osvětlení uvažováno s požadovanou hodnotou $E_{pož} = 300$ lx a pro osvětlení horní s hodnotou $E_{pož} = 700$ lx. Pro svislá okna se použije *cílový faktor denního světla* D_T (%).

$$D_T = \frac{E_{pož}}{E_{v,d,med}} \cdot 100 \% = \frac{300}{14900} \cdot 100 \% = 2,0 \% \quad (5)$$

Pro vodorovné osvětlovací otvory zasklené difúzním materiálem se použije *cílový faktor denního světla* D_{TM} (%).

$$D_{TM} = \frac{E_{pož}}{E_{v,g,med}} \cdot 100 \% = \frac{700}{17400} \cdot 100 \% = 4,0 \% \quad (6)$$

Podrobnější informace o této metodě a o jejích výhodách jistě poskytnou české technické veřejnosti naši zástupci v pracovní skupině WG 11, ve které se tato metoda tvořila. Bude to potřebné, protože významná část naší technické veřejnosti se staví k jakýmkoli požadavkům na denní osvětlení budov spíše odmítavě a i k metodě mediánové osvětlenosti bude přistupovat s nedůvěrou. Podstatné a zcela nové je, že se v této metodě už nejedná o posuzování minimální osvětlenosti během roku (t.j. při zatažené obloze v zimě), ale o posouzení osvětlenosti typické pro danou lokalitu a pro dané uspořádání budovy a jejího okolí *během celého roku*. V porovnání s metodou obsaženou v dosud platné normě [1] se jedná o podrobnější popis světelných podmínek probíhajících v čase. Výhodou této metody je její užší vztah k systému posuzování umělého osvětlení (vstupy jsou osvětlenosti v luxech) a také možnost jejího použití v různých zemích Evropské unie. Po pravdě řečeno, lze si jen těžko představit, že by WG 11 mohla udělat více pro sjednocení pohledu na problémy denního osvětlení budov v tak různorodých klimatických, geografických a kulturně historických podmínkách, jaké jsou v Evropě. Metoda relativně úspěšně zvládá problém nepravidelně proměnných vlastností oblohy jako plošného zdroje světla a navíc poskytuje příležitost pomocí mediánu nově řešit také některé další okolnosti světelně technického posuzování. Jako každá nová věc, i tato metoda bude během příštích měsíců a let doplňována a laděna. Autor tohoto příspěvku se domnívá, že je potřeba zaměřit se na spravedlivé započtení jasu stínících překážek do hodnocení.

4 Jas stínících překážek

Za stínící překážky považujeme všechny objekty, které brání přístupu denního světla do interiéru. Jedná se nejčastěji o budovy. Jejich jas je množné charakterizovat pomocí činitele jasu k_m (-) (3). V dosud platné české technické normě [1] je pro výpočty doporučena hodnota činitele jasu stínících překážek $k_m = 0,1$. Nedávno provedená šetření [3] naznačují, že tato hodnota dobře odpovídá běžné situaci domů stojících naproti sobě v ulici, zatímco v uzavřených dvorech by bylo spíše vhodné uvažovat s hodnotou nižší.

Automatizovanými výpočty na PC lze jasové poměry sledovat podrobněji. Dochází totiž ke vzájemné světelné interakci mezi povrchy stavebních objektů a povrchem terénu. K modelování tohoto jevu se používá *radiační metoda*, při které se povrch terénu a průčelí objektů rozdělí na konečný počet dílčích ploch, které se navzájem svým odraženým světlem ovlivňují. Do výpočtu vstupuje činitel odrazu světla ρ (-) stínících překážek a terénu. Hodnoty tohoto činitele závisí na barevném odstínu povrchu. Výsledkem je soustava n rovnic o n neznámých hodnotách činitelů jasu, kde $n \approx 1000$ je počet ploch, na které byly povrchy rozděleny. Absolutní členy těchto rovnic závisí na vlastnostech oblohy jako plošného zdroje světla. Řešením soustavy rovnic se získají hodnoty činitele jasu povrchů jednotlivých ploch. Nevýhodou radiační metody je často obtížné a málo průkazné stanovení činitelů odrazu světla povrchu terénu a stínících překážek [4].



Obr.3 Průčelí vesnického domu, které je zčásti osvětlené přímým slunečním zářením.

Osluněná část průčelí se jeví oproti jasné obloze jako světlejší ($k_m > 1,0$) a zároveň je vidět rozdíl mezi jasně osluněnou a neosluněnou částí průčelí.

5 Medián jasu stínících překážek?

Zejména v nižších podlažích, která jsou nejvíce stíněna a proto nejčastěji posuzována, se světlo odražené od stínících překážek podílí na denním osvětlení interiéru rozhodujícím způsobem. Metoda, která má ambici do hodnocení zahrnout všechny stavy jasu oblohy v průběhu roku, bude kompletní a věrohodná jen tehdy, jestliže bude respektovat i všechny stavy jasu stínících překážek vyskytující se během tohoto intervalu. Na rozdíl od metody minimální osvětlenosti, která pracuje jen se zataženou oblohou, je ale nutno započítat i jas

překážek osvětlených přímým slunečním světlem. Povrchy stínících překážek (např. omítka) mají vlastnosti kosinového zářiče. Přímé sluneční světlo odražené od takových povrchů je dostatečně difúzní k tomu, aby se uplatnilo v denním osvětlení interiéru stejně, jako se uplatňuje světlo difúzně zasklených světlíků. Příspěvek takto odraženého slunečního záření by měl být v hodnocení započten. Výpočet světelné interakce mezi objekty radiační metodou v podmínkách zatažené oblohy v zimě by proto měl být doplněn výpočtem pro nespočet dalších stavů oblačnosti včetně uvažování vlivu přímého slunečního záření. To by ale znamenalo počítat i s měnící se polohou slunce na obloze během dne i v průběhu roku. Pro každý uvažovaný stav oblohy by tak bylo nutno opakovaně řešit výše popsanou soustavu n rovnic. Složitost a doba zpracování takového výpočtu by s počtem zpracovaných obloh narůstala geometrickou řadou.

Oproti radiační metodě má v provozních výpočtech větší naději na uplatnění činitel jasu k_m (-). V kontextu metody mediánové osvětlenosti by ale nemohlo jít o dosud používanou minimální hodnotu $k_m = 0,1$, ale o hodnotu k_{med} (-) stanovenou (obdobně jak je tomu u osvětlenosti) jako medián z hodnot tohoto činitele tak, jak se vyskytují během celého roku včetně vlivu přímého slunečního záření. S jistotou je možno odhadnout, že by se jednalo o hodnotu vyšší, než 0,1 a také to, že tato hodnota bude záviset na orientaci průčelí stínící překážky ke světovým stranám, kde průčelí objektů, která jsou obrácená na jih, budou mít k_{med} (-) nejvyšší. Jako inspiraci povolanejším světelným technikům autor tohoto příspěvku nabízí řešení, které vychází z podílu $E_{v,g,med} / E_{v,d,med}$.

$$k_{med} = 0,1084 + 0,0084 \cdot \cos \Delta A_{jih} \quad (7)$$

kde ΔA_{jih} ($^\circ$) je azimutální odklon normály průčelí stínící překážky od jižního směru. Pro jižní orientaci vztah (7) poskytuje o 17% tj. o jednu šestinu více odraženého světla v porovnání s dosud používanou praxí. U orientace severní zatím zůstává hodnota $k_{med} = 0,1$.

Řádným započtením jasu stínících překážek se metoda mediánové osvětlenosti více přiblíží realitě (bude „přesnější“) a architektům dovolí lépe využívat denní světlo při návrhu budov. Ať už s tímto doplněním nebo i bez něho, praxe v nejbližší době jistě prověří schopnost metody meridiánové osvětlenosti smysluplně regulovat výstavbu našich měst.

Literatura

- [1] ČSN 730580-1 Denní osvětlení budov – základní požadavky (2007)
- [2] EN 17037 Daylight of building (2018)
- [3] Kaňka, J. Mohelníková, J. Ullmannová, K. Vychytil, J: Influence of facade luminance on daylight factor simulations, in conference Central Europe towards Sustainable Building 2016 - CESB 16, Prague 22-24.6.2016
- [4] Kaňka, J: Co je stálé a co je proměnné v denním osvětlení, Světlo 2/2018, str.42-44

Řízení veřejného osvětlení, adaptivní osvětlení, teorie, praxe, užití, konkrétní instalace, zkušenosti

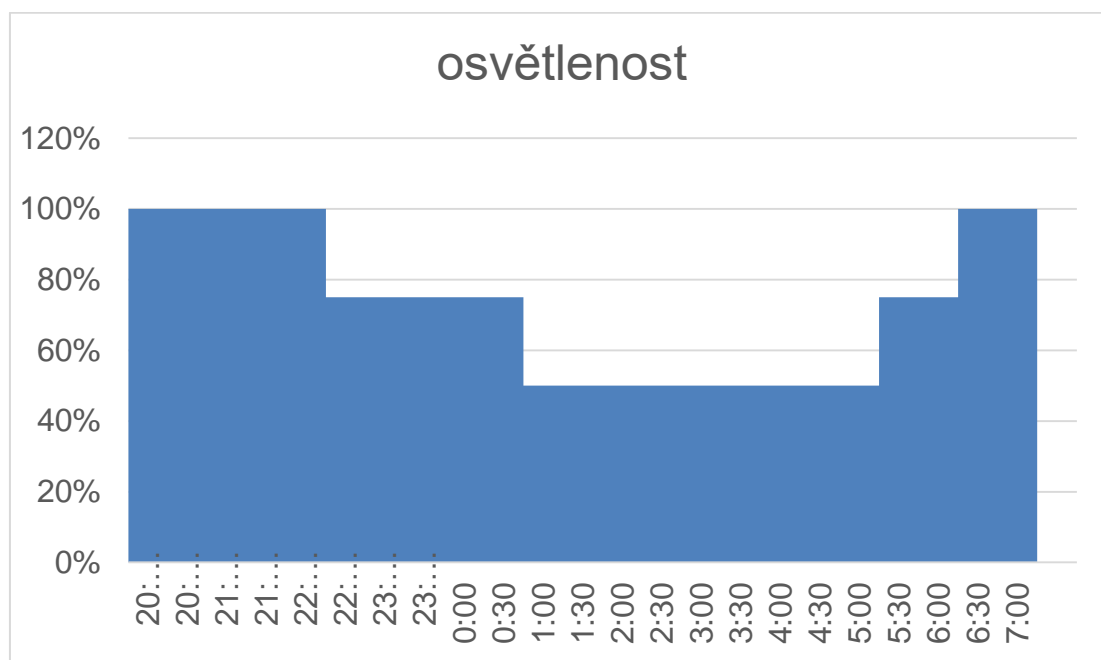
Paolo DiLecce, Reverberi Enetec, www.reverberi.it Pavel Keřt, AKTÉ PK s.r.o., www.akte.cz

Tento krátký příspěvek má za cíl představit praktické provedení adaptivního osvětlení a zkušenosti z praxe skutečných větších instalací v Itálii (smart city instalace).

1 Adaptivní osvětlení – jako součást Smart City

1.1 Jednoduché řízení (stmívání) osvětlení, jak ho používáme dnes nejčastěji Italské národní normy UNI 10439 a UNI 11248 jako i naše a evropská ČSN EN 13201 specifikují že je možné snížit úroveň osvětlení až 2 stupně v případě snížení hustoty dopravy případně okolních jasových poměrů, samozřejmě při zachování určitých kvalitativních .

V menších městech a obcích je pak možné řídit osvětlení (stmívat) na základě historických dat pouze časově. Viz. obr. č. 1.



Obr.1 Průběh osvětlenosti v závislosti na čase, respektující úroveň hustoty dopravy

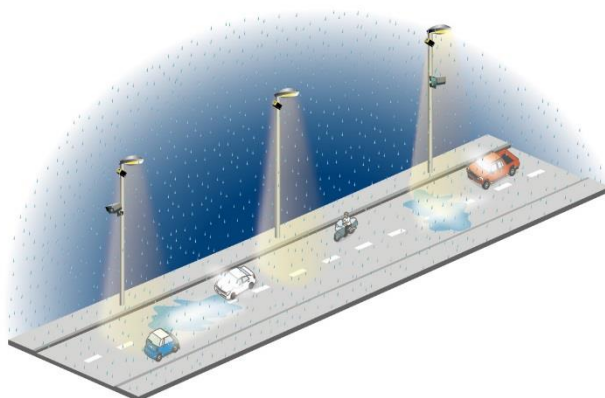
1.2 Adaptivní řízení (stmívání), ale i spínání a vypínání osvětlení

Adaptivní osvětlení (ČSN EN 13201) – plynulá změna úrovně jasů a intenzity osvětlení v závislosti na hustotě provozu, času, povětrnostním podmínkám (počasí) a dalších parametřů.

Nejdůležitější parametry:

- Hustota provozu
- Povětrnostní podmínky

Samotné spínání a vypínání osvětlení pomocí fotočidel, příp. jiných jednoduchých senzorů není plně v souladu s požadavky norem. "



Obr.2 Řízení osvětlení i na základě počasí

Povětrnostní podmínky jsou zásadní faktor pro řízení osvětlení z hlediska bezpečnosti.. Během deště se snižuje světelná pohoda. Během deště NENÍ doporučena regulace, stmívání.

Dalšími důležitými parametry, které by měly ovlivňovat způsob řízení osvětlení jsou např. práce na silnici, nehody, kolony, zhoršená viditelnost, změna povrchu vozovky apod.

V roce 2016 byla provedena revize italské národní normy UNI 11248 tak, aby byla v souladu s CEN 13201 a i do této normy byl přidán pojem ADAPTIVNÍ OSVĚTLENÍ.

Adaptivní osvětlení je řízení jasů, či osvětlenosti v reálném čase plynule na základě aktuálních parametrů o hustotě provozu, typu provozu – dopravy, tzn. rychlosti vozidel, počtu vozidel a atmosférických podmínek. Často i dalších např. externích parametrů.

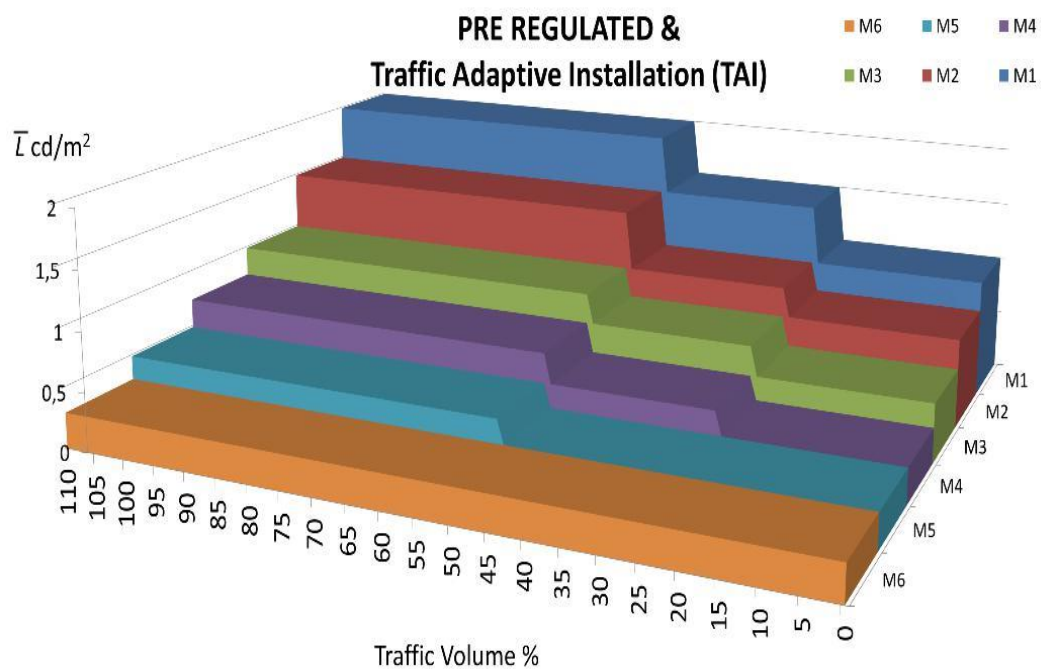
Jsou 2 základní typy adaptivního řízení osvětlení:

TAI (Traffic adaptive installations) – řízení v závislosti pouze na měření hustoty dopravy – provozu. Variantně je i možné řídit osvětlení i skokově v případě dosažených určitých parametrů snížení dopravy

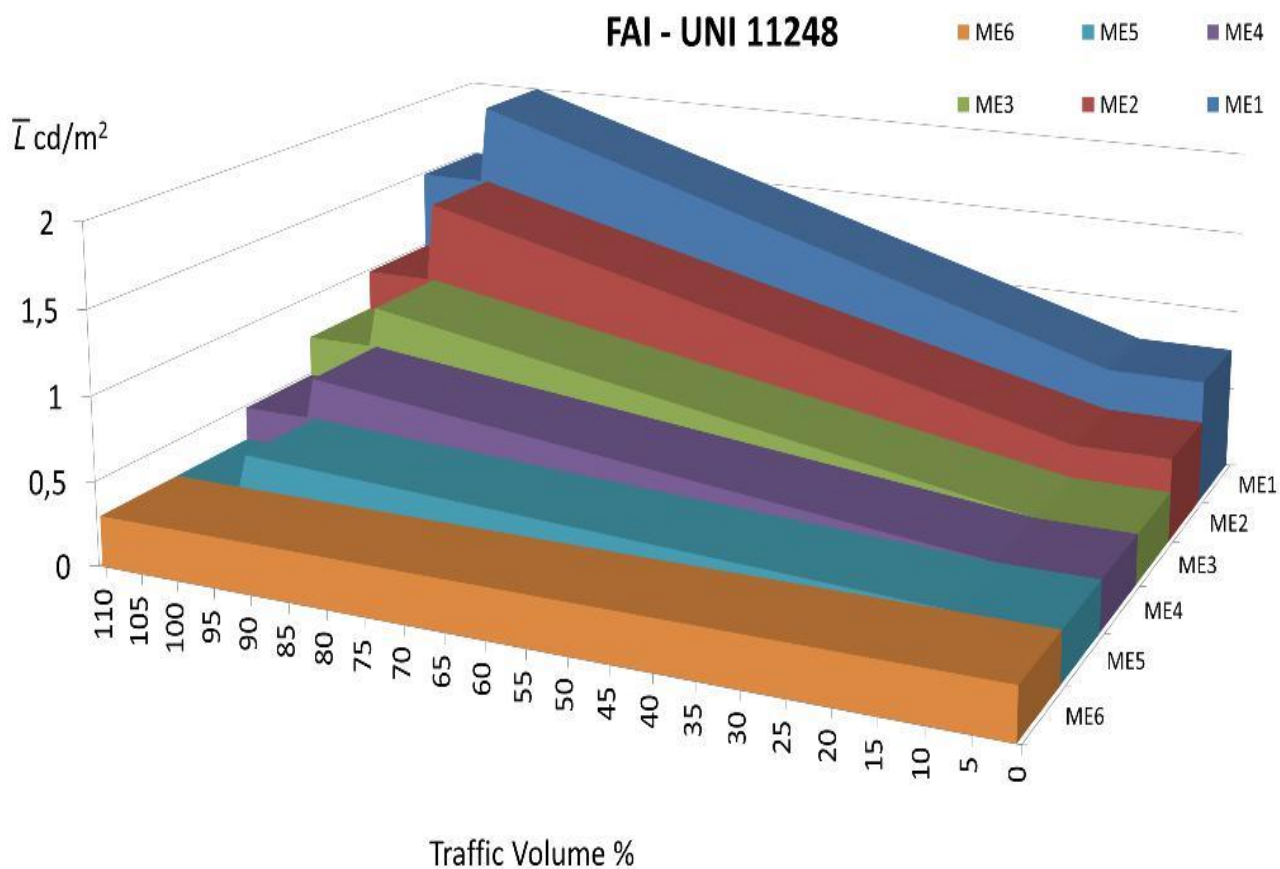
FAI (Full Adaptive Instalations) – Všechny parametry, jako jsou hustota dopravy, osvětlenost, příp. jas a počasí (příp. některé další, dým apod.) jsou neustále monitorovány a řízení osvětlení (stmívání, regulace) je plynulá na základě všech těchto parametrů.

Snižovat osvětlení je možné v závislosti na třídě osvětlení max. o 3 stupně (třídy osvětlení)

1.3 Porovnání předchozích způsobů řízení osvětlení



Obr.3 TAI jednoduché řízení (stmívání) osvětlení



Obr.4 FAI řízení (stmívání) osvětlení



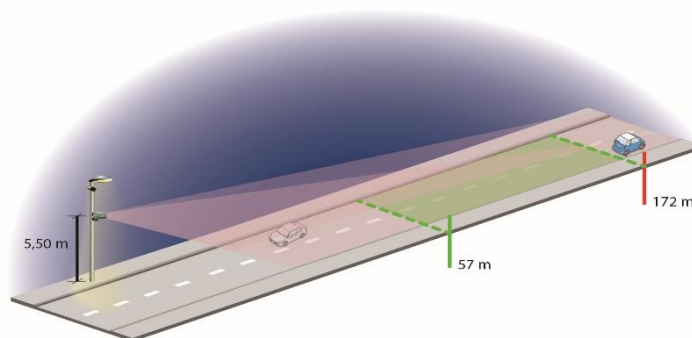
Obr.5 Porovnání předchozích 2 způsobů FAI a TAI

1.4 LTM Senzor

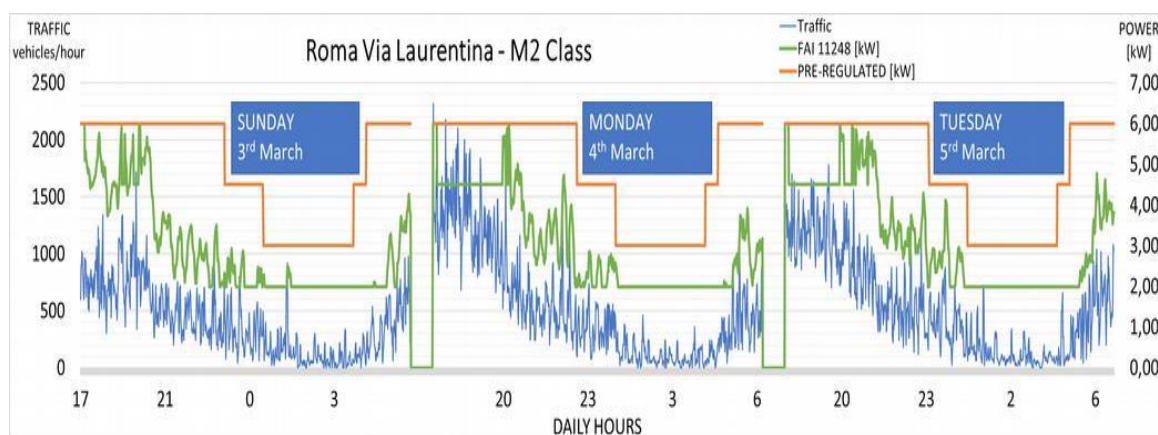
- LTM (Light Traffic Measure) je inteligentní kamera, která prostřednictvím sofistikovaného SW je schopna v reálném čase měřit i počítat současně jas, osvětlenost, hustotu dopravy, počty jednotlivých typů vozidel, kompletní údaje o atmosférických podmínkách, vč. deště, mlhy apod.
- Výška instalace 5,5m, rozsah záběru 200m komunikace
- Sofistikovaný algoritmus schválen metrologickým ústavem I.N.Ri.M



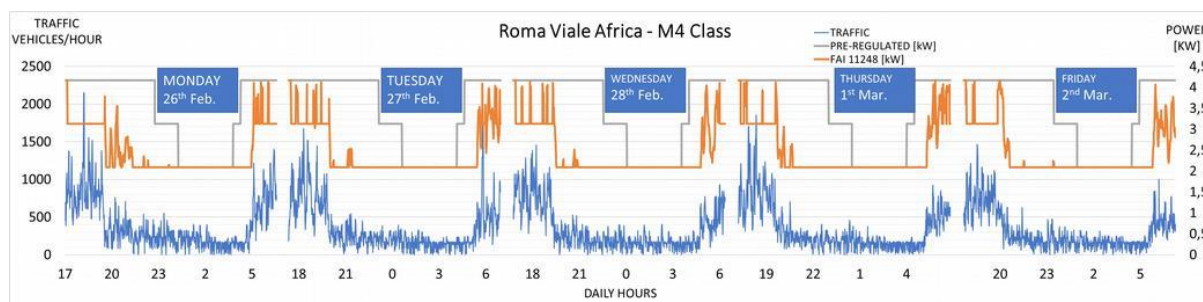
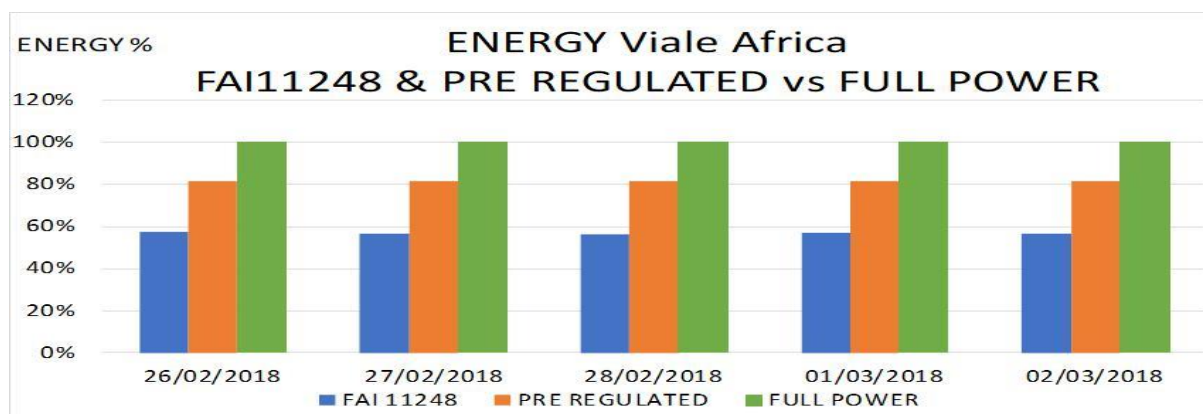
Obr.6 LTM kamera



Obr.7 Příklad snímání LTM senzoru



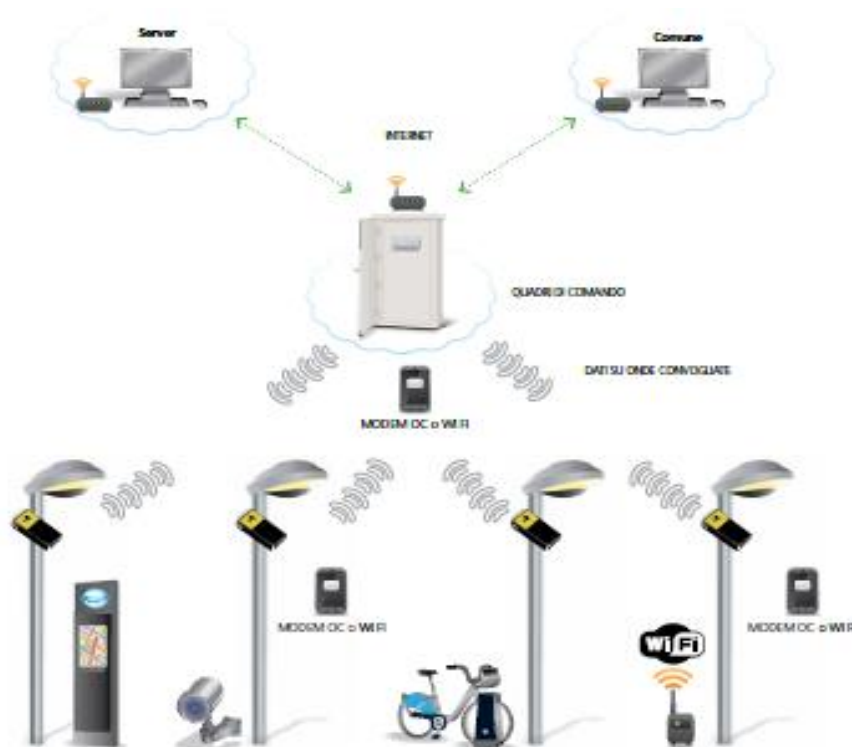
Obr.8 Skutečné data 04-2018 Řím – ul. Laurentina



Obr.9 Porovnání FAI (modrá) , jednoduchý způsob regulace (oranžová), celkový příkon (zelená)

2 Smart City – Lonato, Itálie

Lonato je malebné historické městečko na severu Itálie (Brescia) v bezprostřední blízkosti jezera Lago Di Garda. Ve městě byla provedena kompletní obnova světelných bodů a nasazen kompletní systém, smart city.



- 3000 světelných bodů původně HPS bylo vyměněno za svítidla s LED technologií
- Všechna tato svítidla jsou řízena a centrálně regulována
- Cca 550 světelných bodů jsou monitorována a řízena individuálně – Point to point systém
 - o Power Line Carrier (125 kHz signál po silovém vedení) více než 100ks světelných bodů
 - o Radio Frequency (radiový signál voných pásem 2,4GHz, 868MHz, 915 MHz) – 450ks světelných bodů

V rámci projektu byly instalovány následující komponenty smart city:

- LTM senzory (kamery)
- Point to point systémy (radiový a PWL power line carrier, tzn. Po silovém vedení VO)
- Adaptivní osvětlení hlavních průjezdních komunikací
- Adaptivní osvětlení přechodů pro chodce (kombinace tlačítek + adaptivní řízení na základě informací příslušných LTM)
- Adaptivní osvětlení některých parků, prostranství, náměstí.
- Adaptivní osvětlení některých parkovišť
- Snímače kvality okolního prostředí (CO, NO, O3, NO2, °C, vlhkost, tlak)
- Přítomnostní detektory, senzory a tlačítka pro ovládání skupin osvětlení

Kurz osvětlovací techniky XXXIV

- Chytré parkování pomocí smart kamerového systému a příslušného SW, aplikace pro chytré telefony, tablety, přístup přes internet. Informace o parkování v celém městečku
- WiFi hotspoty
- Velké informační panely (komunikující prostřednictvím point to point systému VO) Informace o dopravě, o ovzduší, čas, datum, městské informace, informace o znečištění, kolony, informace o parkování, statistika apod.
- Ke všem datům (z informačních panelů, smart parkingu apod.) je možný přístup pomocí aplikací smartphone, tabletů, prostřednictvím internetu

Literatura a odkazy

- [1] Prezentace Paolo Di Lece, Reverberi enetec, Enetec Smart Solutions
- [2] Youtube kanál ReverberiEnetec

Miera svetelného znečistenia vo vybraných lokalitách s prihliadnutím na odraz žiarenia od terénu

RNDr. Ladislav Kómar, PhD., Ústav stavebníctva a architektúry SAV, Bratislava, Slovensko, usarlako@savba.sk
Miroslav Kocifaj, Mgr., PhD. Ústav stavebníctva a architektúry SAV, Bratislava, Slovensko, kocifaj@savba.sk
www.skyglow.sav.sk

Abstrakt: V posledných rokoch sa kladie dôraz na systematické merania svetelného znečistenia, ako aj na teoretické modelovanie, ktoré môže prispieť k efektívnejším a lacnejším riešeniam pri výmene verejného osvetlenia v mestách. Práve systematické merania sú dôležité pre overenie teoretických modelov a následnej predikcii miery svetelného smogu po inštalácii nových svietidiel vo verejnom osvetlení. Existujúce teoretické modely emisnej funkcie mesta sú založené na dvoch faktoroch: svietenie svietidlami priamo do horného polpriestoru, tzv. uplight a odraz umelého svetla od terénu a okolitých budov. Príspevok sa venuje zisťovaniu celkového uplight-u mesta pri teoreticky známej odrazivosti povrchu v mestskom prostredí s využitím experimentálne získaných pomerov zenitného jasu k horizontálnej osvetlenosti.

1 Úvod

Výskum vplyvov nočného svietenia v mestách aj mimo nich má neoceniteľný význam ako pre astronómov a biológov, tak aj pre inžinierov, ktorí sa venujú zefektívneniu verejného osvetlenia s prihliadnutím na komfort človeka počas nočných hodín. Monitorovanie svetelného smogu hrá kľúčovú úlohu pri ochrane biodiverzity v ekosystémoch s nočnými živočíchmi a v neposlednom rade sú tiež potrebné presné merania pre verifikáciu existujúcich ale aj budúcich fyzikálnych alebo empirických modelov na simuláciu svetelného znečistenia. Meranie svetelného smogu je stále fundamentálnym zdrojom informácií o tomto nežiaducom jave. Pre účely meraní bolo zkonštruovaných niekoľko zariadení, ktoré viac či menej presne dokumentujú mieru svetelného znečistenia v rôznych lokalitách. Medzi najpoužívanejšie patria SQM [1], optická reflexná kamera [2] a prenosný spektrálny oblohový skener [3, 4]. Za posledné desaťročia sa urobili týmito prístrojmi systematické merania zenitného jasu a horizontálnej osvetlenosti na rôznych miestach vo svete a v rozličných vzdialenostiach od miest [5]. Pomer medzi týmito veličinami je dobrým kvantifikátorom množstva umelého svetla rozptýleného v atmosfére. Na teoretickej úrovni boli odvodené rôzne vzťahy medzi týmito veličinami, pričom niektoré z nich majú čisto aproximatívny charakter, kým iné vychádzajú z fyzikálnych zákonov rozptylu elektromagnetického žiarenia v atmosfére [6]. Keďže fyzika rozptylu žiarenia je dobre známa a odrazivosť terénu v mestských lokalitách je dobre merateľná, dá sa z týchto veličín určiť celkový uplight, ktorý je svetelnými zdrojmi vyžiarený z mesta do hornej hemisféry. Určenie uplightu je dôležité predovšetkým pre overenie správnosti navrhutej vyžarovacej funkcie mesta a následne pri určení množstva emitovaného žiarenia po výmene svietidiel vo verejnom osvetlení. Príspevok sa venuje spracovaniu meraní zenitného jasu a horizontálnej osvetlenosti z dostupných dát z okolia amerických miest. Tieto dáta boli následne použité pre zisťovanie uplightu metódou minimalizácie strednej geometrickej odchýlky medzi meraniami a troma modelmi, ktoré využívajú metódu pomeru zenitného jasu a horizontálnej osvetlenosti na

určenie celkového vyžarovania mesta do horného polpriestoru. Odrazivosti povrchov v mestách sú brané ako teoretické priemerné hodnoty vhodné na testovacie výpočty.

2 Teória

Emisná funkcia mesta je najčastejšie charakterizovaná tzv. Garstangovou funkciou, ktorá popisuje celkový svetelný tok z mesta a je daná vzťahom [7]:

$$I_{\text{up}}(z) = \frac{LP}{2\pi} [2G(1 - F) \cos z + 0.554Fz^4] \quad (1)$$

pričom z je zeitný uhol oblohového elementu LP je celkový uplight mesta a F , G sú Garstangove parametre. Tri skúmané modely prezentované tiež v práci [6] majú nasledovné vlastnosti:

Model 1 – tzv. dvojtoková aproximácia predpokladá Lambertovský model homogénnej atmosféry bez oslabenia svetla v atmosfére. Pre pomer horizontálnej osvetlenosti ku zenitnému jasú môžeme písať:

$$\frac{D}{B(0)} \approx \frac{\int_{4\pi} I_{\text{up}}(z) d\Omega}{I_{\text{up}}(0)} \quad (2)$$

V príspevku sa venujem opačnému pomeru týchto veličín, čo ale nijako neuberá na použiteľnosti modelu (stačí urobiť prevrátenú hodnotu).

Model 2 – predpokladá homogénnu atmosféru no s oslabením svetla pri prechode atmosférou a ako zdroj pozemného žiarenia predpokladá, že mestá sú bodové svetelné zdroje. Model je idealistický, avšak o trochu zložitejší ako predošlý. Pre vstupujúce veličiny môžeme písať:

$$B(z) \propto \frac{P(\pi)}{8\pi} I_{\text{up}}(z)$$

$$D = 2\pi \int_{z=0}^{\pi/2} B(z) \cos z \sin z dz \quad (3)$$

kde $P(\pi)$ je fázová funkcia rozptylu v uhle 180° a pre získanie zenitného jasú $B(0)$ je potrebné za zenitný uhol dosadiť hodnotu $z = 0$.

Model 3 – predpokladá nehomogénnu, vertikálne vrstvenú atmosféru, kde koncentrácia molekúl vzduchu a aerosolov s výškou exponenciálne klesajú. Pre výstupné veličiny našej štúdie môžeme písať:

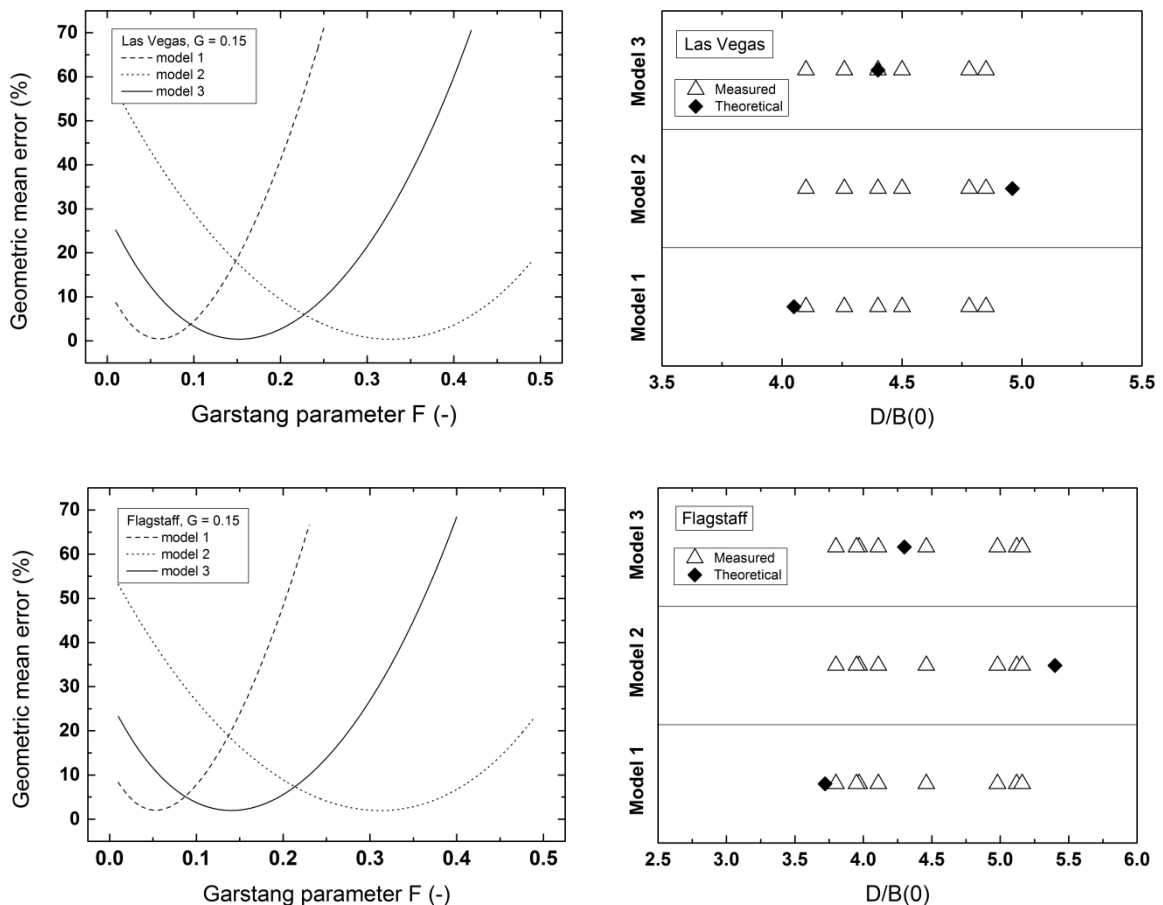
$$B(z) \propto \frac{P(\pi)}{8\pi} I_{\text{up}}(z) (1 - \exp\{-2M\tau_0\})$$

$$D = \frac{P(\pi)}{6} \{G(1 - F) [1 - \eta(\tau_0)] + F [0.35 - \rho(\tau_0)]\}, \quad (4)$$

kde člen $M\tau_0$ je optická hrúbka atmosféry a členy $\eta(\tau_0)$ a $\rho(\tau_0)$ sú dané vzťahmi (16) – (17) v práci [6]. Numerické výsledky prezentovaných modelov su v nasledujúcej kapitole verifikované pomocou meraní získaných z Night Sky Quality Monitoring Report [8].

3 Numerické výsledky

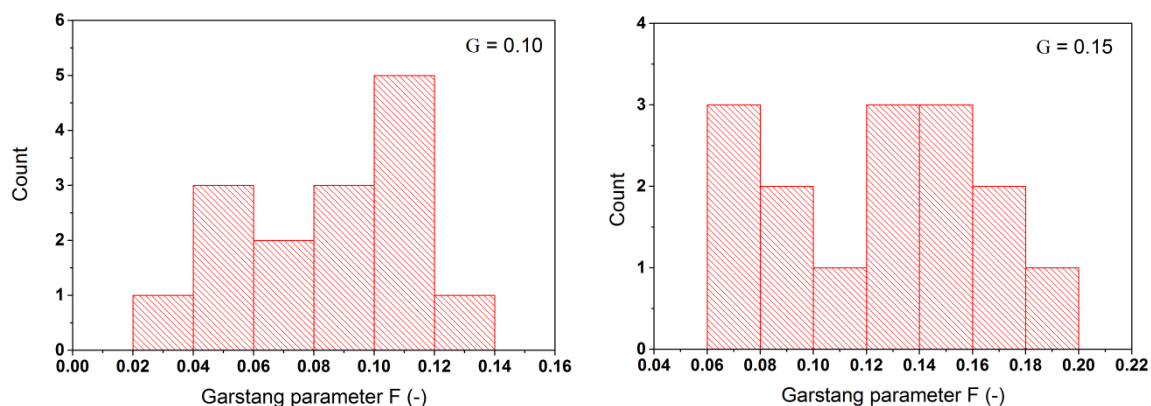
V prvom kroku sme technikou minimalizácie strednej geometrickej odchýlky zisťovali, akú hodnotu nadobudne Garstangov parameter F pre tri prezentované modely. Odrazivosť povrchu, ktorý zároveň kopíruje Garstangov parameter G sme kvôli testovaniu modelu nastavili na tri rôzne hodnoty (0.05, 0.1 a 0.15), pričom najreálnejšia hodnota je $G = 0.15$. Ukázalo sa, že Model 3 vykazuje pre hodnotu F vždy veľmi blízku hodnote G , čo je v súlade s Garstangovou emisnou funkciou mesta. Model 1 dával podhodnotenú a Model 2 zas nadhodnotenú výsledky. Pri minimalizácii dosahovala stredná geometrická odchýlka pri Modely 3 najnižšiu hodnotu blízku 0% (vid'. Obr. 1 vľavo). V ďalšom kroku boli výsledky vyplývajúce z modelov konfrontované priamo s nameranými pomermi zenitného jasu k horizontálnej osvetlenosti, ktoré boli získané v blízkosti niektorých amerických miest..



Obr.1 Minimalizácia strednej geometrickej chyby (vľavo) a porovnanie pomerov D/B(0) (vpravo) pre tri modely a dve mestá.

Porovnanie teoretických výpočtov pre tri modely ukázalo, že Model 3 najlepšie zapadá do škály meraných pomerov (vid'. Obr. 2 vpravo), kým Model 1 dával podľa očakávania nižšiu hodnotu pomeru a Model 2 zas vyššiu, čo bolo v niektorých prípadoch mierne mimo rozsah

meraných pomerov. Dovedna sa spracovalo 84 meraní z blízkosti 15 amerických miest. Obr. 1 predstavuje iba ukážky minimalizácie a porovnanie s meraniami pre 2 mestá.



Obr.2 Histogram rozloženia počtu miest s daným Garstangovým parametrom F pre dva rôzne parametre G.

V ďalšom kroku sme sa pozreli na to, aké hodnoty vypočítaných Garstangových parametrov F podľa Modelu 3 pripadajú jednotlivým skúmaným mestám. Pre ilustráciu sme zvolili dva rôzne parametre G (0.1 a 0.15). Z histogramov na Obr.2 je vidieť, že pre G = 0.15 je rozloženie počtu miest v závislosti na F rovnomernejšie a hodnota parametra F je v rozmedzí <0.06; 0.20> s koncentráciou okolo hodnoty 0.14. Pri menšej hodnote parametra G = 0.10 vidieť výrazný pík okolo hodnoty F = 0.10 (do intervalu <0.08; 0.12> spadá viac ako 50% prípadov), čo indikuje, že pre výpočty je vhodnejšie použiť nižšiu hodnotu parametra G. Niektorí odborníci sa prikláňajú k hodnote až G = 0.05, čo však nemusí zodpovedať reálnej odrazivosti povrchov v mestskom prostredí.

4 Záver

Svetelné znečistenie produkované svietidlami verejného osvetlenia ako aj svietením v budovách a na reklamných pútačoch má závažné dôsledky na ekosystém a tiež na pohodlný spánok človeka počas noci. Dôsledky tohoto javu dodnes nie sú uspokojivo preskúmané, avšak potreba zníženia svetelného smogu je už v dnešnej dobe zrejmalá. Jednak pri vývoji efektívnejších svietidiel, ktoré však nie sú založené na modrej zložke LED (modrá farba sa v atmosfére rozptyľuje najviac) a jednak pri úspore elektrickej energie vynaloženej na svietenie. Preto niet pochýb o tom, že teoretický a experimentálny výskum svetelného znečistenia bude mať v budúcnosti enormný význam. Tento príspevok sa venuje kvantitatívnemu skúmaniu tohoto javu na teoretickej báze, pričom prezentované modely sú verifikované za pomoci experimentálnych dát získaných v blízkosti miest v Spojených štátoch amerických. Lokality boli dôsledne vybrané pre dostupnosť a kvalitu dát. Z prezentovaných modelov má najlepšiu zhodu s experimentálnymi dátami Model 3, ktorý okrem uváženia vertikálne vrstvenej atmosféry pracuje aj s optickou hrúbkou atmosféry a je teda fyzikálne najrelevantnejší. Ako ukazujú štatistické výpočty, asi polovica zo skúmaných amerických miest má hodnoty uplightu (Garstangov koeficient F) blízko hodnoty priemernej odrazivosti terénu (Garstangov parameter G). Avšak zo štatistiky dát vyplýva, že je vhodnejšie používať nižšie hodnoty parametra G v Garstangovej funkcii (<0.1), čo ale nezodpovedá odrazivosti povrchov v mestskom prostredí. Preto bude do budúca potrebné

teoretické modely ako je Garstangova emisná funkcia mesta revidovať a nové modely následne verifikovať za pomoci dlhodobých meraní.

PodĎakovanie

Príspevok vznikol za podpory grantového projektu APVV-14-0017. Numerické výpočty vznikli za podpory grantu VEGA 2/0016/16.

Literatura a odkazy

- [1] Cinzano P., (2005) Night sky photometry with sky quality meter. ISTIL Int. Rep, Istituto di Scienza e Tecnologia dell'Inquinamento Luminoso, Thiene, Italy, 9.
- [2] Solano Lamphar H. A, Kundracik F, (2014) A microcontroller-based system for automated and continuous sky glow measurements with the use of digital single-lens reflex cameras. Light. Res. and Technol., 46: 20-30
- [3] Kocifaj M, Kómar L, Kundracik F, (2018) PePSS - A portable sky scanner for measuring extremely low night-sky brightness. J. Quant. Spectrosc. Radiative Transfer, 210: 74-81
- [4] Kómar L. (2017) Monitorovanie svetelného znečistenia celooblohovým skenerom. Kurz osvětlovací techniky XXXIII, 2.-4.10 2017, Loučná nad Desnou, Česká společnost pro osvětlování, Regionální skupina Ostrava
- [5] Duriscoe D M (2013). Measuring Anthropogenic Sky Glow using a Natural Sky Brightness Model. Publications of the Astronomical Society of the Pacific 125:1370-1382.
- [6] Kocifaj M, Posch Th, Solano Lamphar H.A (2015) On the relation between zenith sky brightness and horizontal illuminance. Mon Not R Astron Soc 446: 2895-2901
- [7] Garstang R. H., (1989) Night-sky brightness at observatories and sites. PASP, 101, 306.
- [8] www.sierranights.com/nightsky

Účinnosť zalomených svetlovodov za polooblačných podmienok

Ladislav Kómar, RNDr., PhD. Ústav stavebníctva a architektúry SAV, Bratislava, Slovensko, usarlako@savba.sk
Miroslav Kocifaj, Mgr., PhD. Ústav stavebníctva a architektúry SAV, Bratislava, Slovensko, kocifaj@savba.sk

Abstrakt: Svetlovody ako pasívne osvetľovacie systavy slúžia na transport denného svetla do interiérov budov, kde nie je možné štandardné osadenie okien. Využitie rovných vertikálnych svetlovodov bolo študované za posledné desaťročia dostatočne s prihliadnutím na meniace sa vonkajšie podmienky. V prípade zalomených svetlovodov však doposiaľ chýba komplexnejšia štúdia ich efektívnosti a to predovšetkým za polooblačných podmienok. Exteriérové podmienky je v súčasnosti už možné simulovať na reálnejšom základe za pomoci programu Unisky, ktorý dokáže modelovať aj polooblačné podmienky s rozličným pokrytím oblohy oblakmi a rôznymi parametrami atmosféry. Sú teda zalomené svetlovody efektívne a rentabilné za polooblačných podmienok v našich zemepisných šírkach?

1 Úvod

Svetlovody majú primárny cieľ prenášať denné svetlo do interiérov bez okien a zvyšovať tak komfort človeka. V nemalej miere je to aj úspora elektrickej energie, ktorá by sa spotrebovala na svietenie v takomto priestore. Rentabilnosť svetlovodov je však stále otáznou z dôvodu vysokých prvotných investícií do zariadenia a následnej údržby. Navyše účinnosť svetlovodu závisí na vonkajších podmienkach, takže v mnohých prípadoch je používanie umelého svetla na dosvecovanie nevyhnutné [1]. V niektorých prípadoch je inštalovanie rovných vertikálnych svetlovodov problematické z dôvodu sklonu strechy domu a preto je nutné využiť zalomený svetlovod s kíbom, ktorý však taktiež znižuje jeho účinnosť. Navyše, zalomený svetlovod má fixnú orientáciu, preto zbiera svetlo len z vybranej časti oblohy. Ak k tomu pridáme aj prevládajúce polooblačné dni v danej geografickej lokalite, je oprávnené sa pýtať, či je takéto zariadenie rentabilné, alebo si radšej kúpime úsporné svietidlo.

Kíb zalomeného svetlovodu mení smer lúčov a tým aj celkový tok, ktorý svetlovodom prechádza zo sklonenej do vertikálnej časti svetlovodu [2, 3]. V súčasnosti existujú rôzne empirické metódy pre výpočet prechodu lúča svetlovodom a tiež na určenie výstupného toku, resp. osvetlenia pracovnej roviny [4, 5]. Analytické riešenie pre fyzikálny princíp sledovania lúča, tzv. ray-tracing bol pre priamy svetlovod publikovaný už dávnejšie [6] a prezentovaný ako software Holigilm. V súčasnosti existuje jeho verzia aj pre zalomený svetlovod, ktorý je založený taktiež na analytickom riešení a umožňuje rovnako výpočet pre účinnosť a výstupný tok, ako aj pre osvetlenie pracovnej roviny [6, 7]. Na výpočet však až doposiaľ používal model 15 CIE oblôh [8], čo nebolo dostačujúce pre analýzu správania sa svetlovodu za polooblačných podmienok s potrhanou oblačnosťou, nakoľko CIE norma počíta s tzv. homogénnymi oblohami (neberie do úvahy oblačné pole s izolovanými oblakmi). Pre účely reálnejšieho modelovania širokej škály oblohových stavov bol na SAV a FMFI UK vytvorený program Unisky Simulator [9], ktorý poskytol reálnejšie rozloženie jasů na ohlohe pre následné výpočty správania sa zalomeného svetlovodu pre program Holigilm. Príspevok prezentuje spojenie dvoch simulačných programov Unisky a Holigilm pre zalomený svetlovod. Uvedené numerické ukážky ukazujú správanie sa svetlovodu s rôznym uhlom zalomenia pod oblohami s rôznym pokrytím oblakmi a vyhodnocuje výstupné toky, čo môže

vela napovedať o efektívnosti takéhoto zariadenia pre použitie na našich zemepisných šírkach.

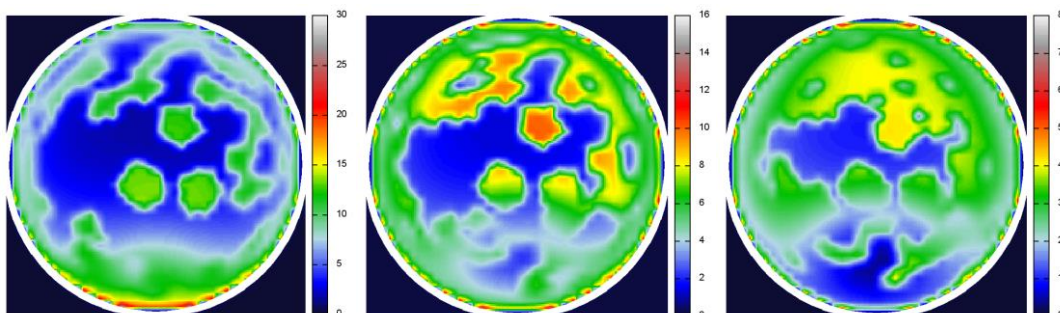
2 Teória

Modelovanie širokej škály meteorologických podmienok je kľúčové pre predikciu množstva svetla dopadajúceho na zemský povrch a teda aj na kupolu zalomeného svetlovodu. Špeciálnu pozornosť si vyžaduje oblačné pole, ktoré sa v čase rýchlo mení a mení tým aj vstupné hodnoty toku do rúry svetlovodu. Oblaky sú v našom modeli charakterizované polomerom základne r_C , výškou nad zemským povrchom h_C , odrazivosťou ρ_C a celkovým pokrytím oblohy C_F . Pre jednoduchosť považujeme oblaky za sférické a ich rozloženie na oblohe je generované náhodne, čo sa dá považovať za stochastický systém, akým reálne oblačné pole skutočne je. Počas jedného výpočtu je oblačné pole stacionárne, avšak program umožňuje nastaviť aj preferovaný smer, odkiaľ oblaky prichádzajú a tiež množstvo oblakov, ktoré z daného smeru prichádza. Tým sa dá simulovať po serií výpočtov pohyb oblačného poľa a teda aj zmena množstva dopadajúceho svetla na hornú hranicu svetlovodu. Atmosferické podmienky sú ďalej definované vlastnosťami molekúl vzduchu a predovšetkým vlastnosťami aerosolov. Celková optická hrúbka atmosféry τ_0 pozostáva z Mieho (pre molekuly vzduchu) a Rayleigha (pre aerosoly) optickej hrúbky. Ďalej sú aerosol charakterizované faktorom asymetrie g a albedom samostaného rozptylu ω_0 , čo sú vstupné parametre pre rozptyl žiarenia v bezoblačnej atmosfére. V našich simuláciách budeme predpokladať typické hodnoty týchto veličín pre región Bratislavy, teda $\tau_0 = 0.3$, $g = 0.5$ a $\omega_0 = 0.85$. Tieto vstupné veličiny sú dostupné a pravidelne aktualizované na stránke Aerosol Robotic Network [10] s dostatočným pokrytím celého zemského povrchu. Údaje o oblačnosti, ako sú pokrytie oblohy, výška a typ oblakov (z neho sa dá odhadnúť veľkosť a odrazivosť oblakov) sa dajú vyžiadať z meteorologických staníc. Máme teda všetky vstupy potrebné na modelovanie rozloženia jasů na oblohe.

Cieľom 3D modelovania šírenia svetla zalomeným svetlovodom je získať informáciu o jeho optickej účinnosti, výstupnom svetelnom toku a rozložení jasů na pracovnej rovine. Analytický model je prezentovaný v práci [6]. Základným predpokladom je, že osvetlenie na dolnom rozhraní svetlovodu je úmerné osvetleniu na hornom rozhraní, akurát je redukované z dôvodu mnohonásobných odrazov na vnútornej vysokoreflexnej vrstve ako vertikálnej, tak aj naklonenej časti svetlovodu. Uvažujeme tiež prítomnosť hemisferickej kupoly na hornom rozhraní, kým pre lepšie pochopenie správania sa zalomeného svetlovodu budeme uvažovať plne priehľadný difúzor na spodnom rozhraní. Vstupné parametre pre program Holigilm, ktoré charakterizujú svetlovod sú: dĺžka vertikálnej časti L_1 , dĺžka zalomenej časti L_2 , zenitový uhol zalomenia φ , polomer R , azimutálna orientácia vrchnej časti A_T a vnútorná odrazivosť ρ a priepustnosť kupoly t_C . Program Holigilm tiež vyžaduje zadefinovanie rozmerov testovacej miestnosti x , y , kde sa bude počítať rozloženie jasů a pozíciu svetlovodu vzhľadom na testovaciu miestnosť x' , y' . V našich simuláciách sme si zvolili vstupné parametre nasledovne: $L_1 = 0.5$ m, $L_2 = 1.0$ m, $R = 0.26$ m, $\rho = 0.934$, $t_C = 0.92$, $x = 6$ m a $y = 4$ m. Pozícia svetlovodu vzhľadom na testovaciu miestnosť bola zadaná nasledovne: $x' = 3.0$ m, $y' = 2.0$ m, čiže v jej strede vo výške stropu, teda $z' = 2.6$ m nad úrovňou podlahy. Orientáciu vrchnej časti svetlovodu sme pre ukážky testovacích výpočtov zvolili $A_T = 180^\circ$, keďže sa zalomené svetlovody štandardne orientujú na juh, pokiaľ im vo výhľade nebráni prekážka.

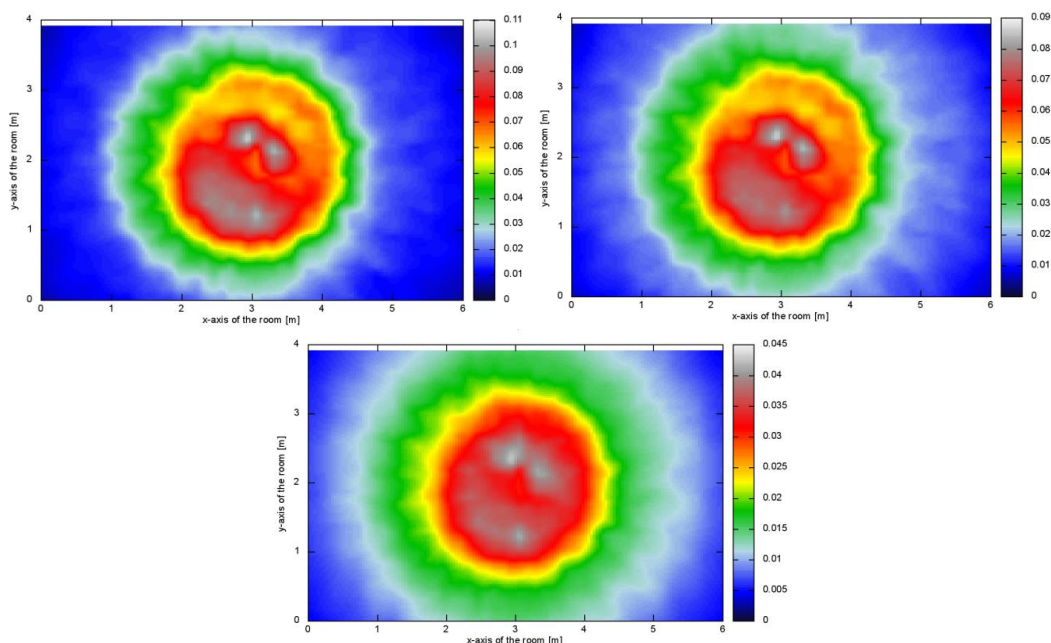
3 Ukázky numerických výsledkov

Teoretický náčrt, ktorý bol prezentovaný v predošlej kapitole, demonštrujeme teraz na niekoľkých príkladoch. V prvom príklade sa sústredíme na rozloženie jasu na oblohe, ktorý sa modeluje pomocou programu Unisky Simulator. Do úvahy sme brali tri rôzne pokrytia oblohy oblakmi. Do program Unisky vstupuje tzv. nadir-view cloud fraction, čo je pokrytie oblohy oblakmi, ako by ho videl pozorovateľ ležiaci pod oblohou. To ale nezodpovedá hemisferickému pokrytiu, keďže pozorovateľ vníma nebeskú klenbu ako rovinu, pričom na hemisfére sú oblaky rozmiestnené v priestore. Hemisferické pokrytie sa teda nerovná pokrytiu pri pohľade z nadiru, ale závisí od rozmeru oblakov a ich výške nad zemou. V tejto práci budem držať výlučne hemisferického pokrytia, ktoré nadobúda hodnoty $<0; 1>$.



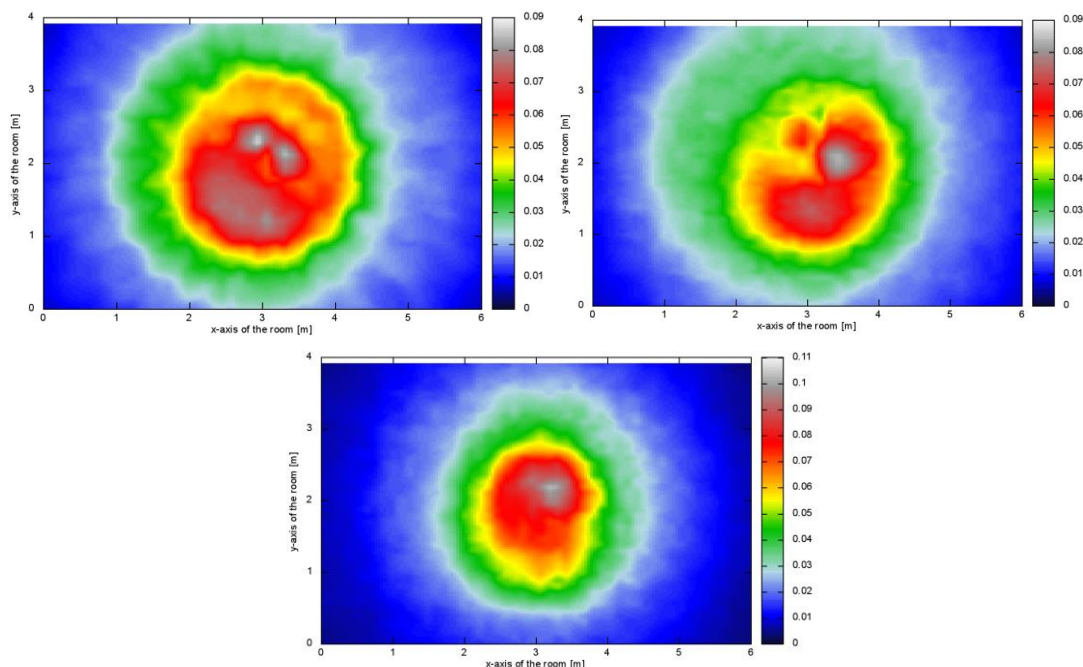
Obr.1 Ukážka rozloženia oblohového jasu pre rôzne pokrytia oblohy oblakmi: 0.25 (vľavo), 0.50 (stred) a 0.75 (vpravo). Hodnoty sú v kcd/m^2 .

Na Obr. 1 sú vyobrazené rozloženia jasu pre tri rôzne pokrytia oblohy oblakmi. Pri malej výške Slnka na obzore môže dochádzať k zaujímavému javu, kedy sú oblaky na opačnej strane od Slnka osvetľované akoby zdola a sú jasnejšie, ako oblaky, ktoré sa nachádzajú pri Slnku (viď. Obrázok 1 stred a vpravo).



Obr.2 Ukážka rozloženie osvetlenosti na pracovnej rovine pod svetlovodom pri rôznom pokrytí oblohy oblakmi: 0.25 (vľavo), 0.50 (vpravo) a 0.75 (dolu). Uhol zalomenia svetlovodu je $A_T = 0^\circ$ a zenitný uhol Slnka $Z_S = 60^\circ$. Hodnoty sú v klx .

Rozloženie osvetlenosti na pracovnej rovine v závislosti na pokrytí oblohy oblakmi je znázornené na Obr. 2. Je zrejmé, že väčšie pokrytie oblohy redukuje množstvo dopadajúceho svetla na horné rozhranie svetlovodu a tým sa znižuje aj tok na spodnom rozhraní. Je tiež zjavné, že prítomnosť väčšieho množstva oblakov spôsobuje väčší rozptyl svetla do strán na pracovnej rovine.



Obr.3 Ukážka rozloženia osvetlenosti na pracovnej rovine pod svetlovodom pre rôzne uhly zalomenia vrchnej časti svetlovodu: 0° (vľavo), 20° (vpravo) a 40° (dolu). Pokrytie oblohy oblakmi je $C_F = 0.50$ a zenitový uhol Slnka $Z_S = 60^\circ$. Hodnoty sú v klx.

Zväčšovanie uhla zalomenia pôsobí práve opačne, a síce koncentruje svetelné lúče po prechode svetlovodom viac do stredu pracovnej roviny, pričom uhol zalomenia nemá výraznejší vplyv na maximálnu hodnotu osvetlenosti na pracovnej rovine. Uhol zalomenia však môže výrazne meniť výstupný tok podľa toho, ako blízko je zenitný uhol zalomenia zenitnému uhlu slnečného disku v prípade bezoblačných podmienok. Vtedy sa tok zvyšuje s

Pokrytie oblakmi	$C_F = 0.25$			$C_F = 0.50$			$C_F = 0.75$		
	0°	20°	40°	0°	20°	40°	0°	20°	40°
Jarná rovnodennosť	11,844	11,010	6,323	7,576	7,105	4,236	3,284	3,084	1,928
Letný slnovrat	13,688	12,726	7,172	10,251	9,619	5,547	6,654	6,234	3,543
Jesenná rovnodennosť	11,844	11,010	6,323	7,576	7,105	4,236	3,284	3,084	1,928
Zimný slnovrat	4,985	4,629	2,943	1,590	1,489	1,303	0,940	0,891	0,775

Tab.1 Výstupný tok zo svetlovodu pri rôznom uhle zalomenia vrchnej časti a rôznom pokrytí oblohy oblakmi. Výpočty sú pre poludnie jarnej a jesennej rovnodennosti, letného a zimného slnovratu. Hodnoty sú v klm.

približovaním uhla zalomenia k zenitnému uhlu Slnka. V prípade prítomnosti oblakov, kedy oblaky slnko zatienujú je však situácia opačná. Vtedy uvažujeme iba difúznu zložku žiarenia z potrhanej oblačnosti a tmavšieho oblohového pozadia (za predpokladu, že je odrazivosť oblakov dostatočne vysoká). Vtedy je výstupný tok klesajúcou funkciou uhla zalomenia, keďže na svetlovod dopadá svetlo z menšieho výseku hemisféry. Ako ukazuje Tab. 1, nie je veľký rozdiel medzi tokom pri uhle zalomenia 20° a vertikálnym svetlovodom. Avšak pri uhle 40° je už tok takmer o 50% nižší. To je zaujímavé zistenie, keďže v prípade, ak slnko nie je zatienené oblakmi, môže byť priamy tok vyšší ako pri nezalomenom svetlovode, pričom difúzny tok by sa prakticky nemenil. Táto teória si však vyžaduje ešte ďalšiu analýzu.

Pokrytie oblakmi	$C_F = 0.25$			$C_F = 0.50$			$C_F = 0.75$		
	0°	20°	40°	0°	20°	40°	0°	20°	40°
Jarná rovnodennosť	0,69	0,65	0,37	0,68	0,64	0,38	0,69	0,64	0,40
Letný slnovrat	0,70	0,65	0,37	0,69	0,65	0,38	0,70	0,66	0,37
Jesenná rovnodennosť	0,69	0,65	0,37	0,68	0,64	0,38	0,69	0,64	0,40
Zimný slnovrat	0,68	0,63	0,40	0,61	0,57	0,50	0,61	0,58	0,51

Tab.2 Účinnosť svetlovodu pri rôznom uhle zalomenia vrchnej časti a rôznom pokrytí oblohy oblakmi. Výpočty sú pre poludnie jarnej a jesennej rovnodennosti, letného a zimného slnovratu. Hodnoty sú v %/100.

Tab. 2 je analogická s Tab. 1, akurát uvádza hodnoty účinností. Trend v poklese je tu prakticky rovnaký, ako v prípade výstupných tokov a hodnoty účinností uvádzam len pre lepšiu predstavu, keďže účinnosť je základným parametrom, podľa ktorého sa rozhoduje, či je svetlovod výhodný, alebo nie.

4 Záver

Príspevok sa venuje optickým charakteristikám zalomeného svetlovodu s jedným kĺbom za polooblačných podmienok. Spojením softvérových riešení pre modelovanie rozloženia oblohového jasu pri potrhanej oblačnosti programom Unisky Simulator a programu Holigilm pre výpočet vlastností zalomených svetlovodov sme získali unikátny nástroj na analýzu efektívnosti svetlovodov vôbec, za reálnych meteorologických podmienok. Niet pochýb o tom, že skúmanie optických charakteristík svetlovodov je ptoebné za reálnejších podmienok, teda aj simulovaním oblačnosti, čo empirické modely zatiaľ nedokážu a experimentálny prístup je taktiež nevhodný pre rýchlo sa meniace exteriérové podmienky a neopakovateľnosť meraní. Príspevok poskytuje stručný náhľad na riešenie daného problému a otvára tak možnosti pre podrobnejšiu analýzu rentabilnosti svetlovodov v našich zemepisných šírkach a klimatických lokalitách. Nateraz sa zdá, že svetlovody majú svoje opodstatnenie pri dizajnovaní zelených budov a možno vďaka podrobnejšiemu teoretickému skúmaniu môžu byť v budúcnosti omnoho viac využívané. Alebo naopak, upadnú do zabudnutia.

PodĎakovanie

Príspevok vznikol za podpory grantového projektu APVV-14-0017. Numerické výpočty vznikli za podpory grantu VEGA 2/0016/16.

Literatura a odkazy

- [1] M.S. Mayhoub, D.J. Carter (2010) The costs and benefits of using daylight guidance to light office buildings, *Building and Environment* 46, 698-710.
- [2] I. R. Edmonds, G. I. Moore, G. B. Smith, P. D. Swift (1995) Daylighting enhancement with light pipes coupled to laser-cut light-deflecting panels. *Lighting Res. Technol.* 27, 27–35.
- [3] J. Mohelníková, (2009) Tubular light guide evaluation. *Building Environ.* 44, 2193–2200.
- [4] D. Jenkins, T. Muneer, (2006) Modelling light pipe performances – a natural daylighting solution. *Building Environ.* 38, 965–972.
- [5] X. Zhang, T. Muneer, (2002) Daylighting performance of tubular solar light pipes: measurement, modelling and validation. *Lighting Res. Technol.* 32, 40–52.
- [6] S. Darula, R. Kittler, M. Kocifaj, (2010) Luminous effectiveness of tubular light guides in tropics. *Appl. Energy* 87, 346–356.
- [7] M. Kocifaj, F. Kundracik, S. Darula, R. Kittler, (2010) Illumination of interior spaces by bend hollow light guides: a theoretical solution. *Sol. Energy* 84, 1422–1432.
- [8] ISO 15469:2004(E)/CIE S 011/E:2003 Spatial Distribution of Daylight –CIE Standard General Sky. ISO Geneva 2004/CIE Central Bureau, Vienna 2003.
- [9] M. Kocifaj, (2012) Angular distribution of scattered radiation under broken cloud arrays: an approximation of successive orders of scattering. *Sol Energy* 86, 3575–86.
- [10] <https://aeronet.gsfc.nasa.gov/>

Modernizace goniofometru na ČVUT FEL v Praze

Michal Kozlok, Ing., - Marek Bálský, Ph.D. Ing., ČVUT v Praze, FEL, kozlomi1@fel.cvut.cz, balskmar@fel.cvut.cz,
<http://light.feld.cvut.cz>

Abstrakt: Článek popisuje modernizaci goniofometru v laboratoři světelné techniky na katedře elektroenergetiky Elektrotechnické fakulty ČVUT v Praze. Primárním cílem úprav měřicího systému bylo zjednodušení časově náročného procesu měření za pomoci nového řídicího software, který by umožnil jednak řídit periferie goniofometru a současně exportovat měřené hodnoty přímo elektronického formátu Eulumdat. Sekundárním cílem vzniklého řídicího software byla snaha o vytvoření platformy, která by umožnila budoucí změny řídicího hardware a nebo luxmetru.

1 Úvod

Goniofotometr je laboratorní přístroj, který je využíván pro měření rozložení svítivosti svítidel, které se graficky vyjadřuje v podobě čar (křivek) svítivosti. Pro měření svítivosti svítidel lze v praxi využít jeden ze dvou základních principů. Prvním je zákon fotometrické vzdálenosti (fotometrie vzdáleného pole), druhým je integrace jasu (fotometrie blízkého pole). Podle toho, jaká část goniofometru se pohybuje (zdroj světla, fotometrická hlavice) se rozlišují 4 typy goniofotometrů [1].

Goniofotometr v laboratoři světelné techniky na ČVUT FEL v Praze pracuje na principu fotometrické vzdálenosti a jeho konstrukce odpovídá typu 2 – otočný zdroj světla okolo svislé osy s pohyblivou fotometrickou hlavicí, která je upevněna na konci pohyblivého ramene [1]. Měření probíhá v soustavě fotometrických rovin C- γ . Svítidlo je zavěšeno ve fotometrickém středu, nastavování C-polorovin se provádí manuální otáčením. Automatickým otáčením ramene goniofometru se pak nastavují úhly γ .

Princip fotometrické vzdálenosti, na kterém je goniofotometr v laboratoři světelné techniky založen, vychází z předpokladu, že vzdálenost mezi fotometrickou hlavicí a měřením svítidlem je v porovnání s největším rozměrem svítící plochy svítidla tak velká, že lze svítidlo považovat za bodové. Fotometrická hlavice luxmetru upevněná na rameni měří osvětlenost E_p (lx). Ze známé fotometrické vzdálenosti mezi fotočlánkem luxmetru a fotometrickým středem svítidla l je možné pro bodový zdroj světla vypočítat svítivost I podle vztahu:

$$I_{\gamma} = \frac{E_p \cdot l^2}{\cos \beta} \quad (\text{lx; cd, m, -}) \quad (1)$$

Konstrukce goniofometru zajišťuje, že normála fotočlátku směřuje vždy přímo do fotometrického středu svítidla, tedy úhel β je nula a $\cos(\beta) = 1$. Tím se eliminuje směrová chyba fotometrické hlavice. Výsledná hodnota svítivosti se přepočítává na hodnotu 1000 lm světelného toku světelného zdroje a uvádí se v cd/klm (relativní fotometrie). Relativní fotometrie je výhodná u svítidel konstruovaných na světelné zdroje jednotného konstrukčního uspořádání s různými světelnými toky, kdy pro každý typ světelného zdroje není třeba měřit rozložení svítivosti (např. zářivková svítidla). S nástupem světelných diod se v dnešní době přechází na absolutní fotometrii, u které se rozložení svítivosti uvádí v cd [5]. Délka l v případě goniofometru v laboratoři světelné techniky je 2000 mm. Proto, aby bylo možné aplikovat fotometrii vzdáleného pole, musí být fotometrická vzdálenost minimálně 5x

větší než je největší rozměr D svítící plochy svítidla. Z tohoto důvodu je možné měřit rozložení svítivosti pro svítidla s maximálním rozměrem vyzařovací plochy 400 mm [1][2]. Pro LED svítidla se požadavky na minimální fotometrickou vzdálenost rozšířily [5] v závislosti na velikosti úhlu poloviční svítivosti $\gamma_{10/2}$.

LED svítidla s téměř kosinusovým rozložením svítivosti ($\gamma_{10/2} \geq 90^\circ$) ve všech C-polorovinách: $l \geq 5 \times D$

LED svítidla se širokým rozložením svítivosti odlišným od kosinusového rozložení ($\gamma_{10/2} \geq 60^\circ$) v některých C-polorovinách: $l \geq 10 \times D$

LED svítidla s úzkým rozložením svítivosti, ostrými přechody v rozložení svítivosti, nebo pokud je důležitá kontrola omezení oslnění: $l \geq 15 \times D$

LED s velkými nesvítícími mezerami mezi svítícími částmi: $l \geq 15 \times (D+S)$

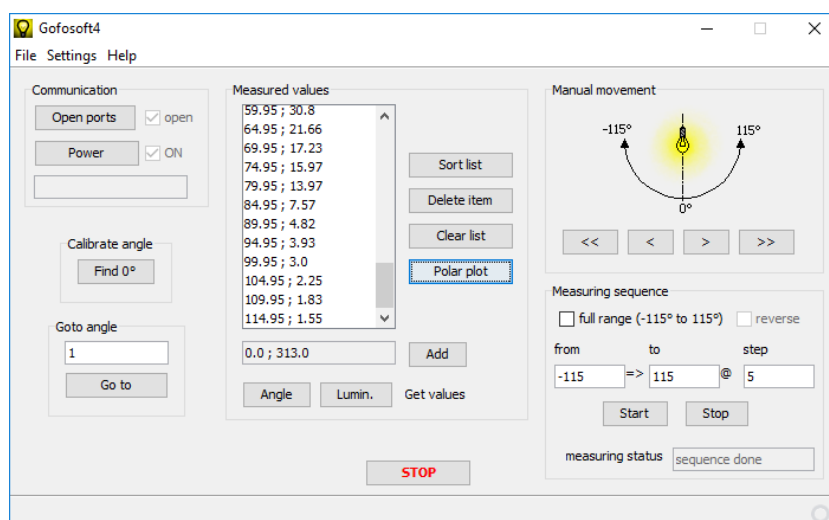
kde D je maximální rozměr svítící LED svítidla a S je největší vzdálenost mezi dvěma sousedícími svítícími částmi.

2 Původní stav

Goniofotometr je součástí přístrojového vybavení laboratoře světelné techniky již několik desítek let. Za tuto dobu bylo provedeno několik úprav, jejichž cílem bylo původně manuální ovládání částečně automatizovat. Původní verze goniofotometru byla ovládána pomocí asynchronního motoru s kotvou na krátko za pomoci reverzačních tlačítek. Aktuální poloha ramene byla odečítána taktéž manuálně na ciferníkovém ukazateli aktuálního úhlu otočení. Svítidlo bylo zavěšeno na hrazdě a orientace do C-rovin byla nastavována manuálně.

Poslední modernizace goniofotometru proběhla v roce 2009. Původní pohon byl nahrazen krokovým motorem a lankový převod převodem řetězovým s poměrem 1:16. Řízení pohonu je realizováno přes řídicí základní desku (Mainboard) a motorový ovladač. Aktuální úhel otočení ramene a jeho kalibrace je zajištěna inkrementálním senzorem otáček s průchodem nulovým bodem s rozlišením 3600 impulsů na plnou otáčku. Na základě software EMLux se autorovi modernizace podařilo navázat komunikaci s luxmetrem Minolta a díky tomu bylo možné automaticky načítat hodnoty přímo do ovládací aplikace GoFoSoft. Díky zmíněným změnám je goniofotometr v současném stavu schopen automaticky měřit křivky svítivosti, vždy pouze v jedné C-rovině. [3]

Řídicí software GoFoSoft zajišťuje komunikaci s periferiemi zařízení, zasílá příkazy základní desce a zároveň zajišťuje čtení osvětlenosti z fotometrické hlavice. Komunikace je v obou případech zajištěna za pomoci proprietárních protokolů po sériové lince. Řídicí deska disponuje sadou komunikačních příkazů, které umožňují provést nejen kalibraci nulového úhlu ramene, ale i absolutní nebo relativní posun do daného směru.



Obr.1 Hlavní okno řídicí aplikace GoFosoft

Měření pomocí tohoto software je možné provádět pouze v jedné C-rovině v čase. To znamená, že pokud je měřeno například lineární zářivkové svítidlo s požadovaným výstupem do Eulumdat (symetrie podle příčné i podélné roviny, iSym = 4), je při kroku C-rovin 15° nutné provést celkem 7 samostatných měření pro každou rovinu a pokaždé změřené C-rovině svítidlem manuálně pootočit. Výstupem z programu je pak CSV soubor s aktuálními úhly a odpovídajícími hodnotami osvětlenosti. V programu je také možné přímo generovat polární diagram, ovšem pouze v jednotkách svítivosti. Pro export Eulumdat souboru je nutné data přepočítat, zahrnout korekční činitele a přes externí software soubor vygenerovat.

Shrnutí nevýhod:

- současné řešení umožňuje automatické měření pouze v jedné C-rovině
- export do Eulumdat souboru pouze po manuální editaci několika měření
- nemožnost automatického otáčení svítidla – absence řízení dalšího pohonu stávající deskou

3 Navržené řešení

Navrhované úpravy pro odstranění nedostatků je možné rozdělit do rovin hardware a software. Vzhledem k tomu, že stávající řídicí deska neumožňuje rozšíření o sekundární pohon, který by umožnil otáčení svítidla, bylo nejprve přistoupeno k úpravám ovládacího software. Cílem je umožnit přímý export měření do formátu Eulumdat, ale také vytvoření softwarové platformy, která by v budoucnu umožnila změnu řídicího hardware. Pro účely vývoje a testování software byl vytvořen funkční model goniofotometru, díky kterému bylo možné otestovat reálné chování prostředí před nasazením do laboratoře.

Součástí modernizace goniofotometru bylo také zajistit podporu nového luxmetru PRC Krochmann Radiolux 111, ke kterému výrobce nezveřejňuje komunikační protokol a specifikaci sériového rozhraní. Luxmetr odpovídá v řetězcích ASCII a komunikace není tak komplikovaná jako v případě dosavadního luxmetru Minolta. Výstupní řetězec obsahuje naměřenou hodnotu osvětlenosti, její jednotky a teplotu fotočlánku. Tyto hodnoty je již možné separovat a dále zpracovat logikou programu.

Jako platforma pro vytvoření nového uživatelského rozhraní řídicího programu byl vybrán programovací jazyk Java s grafickou nadstavbou Java FX. Podpora komunikace s perifériemi po sériové lince je zajištěna externí knihovnou jssc, která je šířena pod licencí LGPL. Nový řídicí program bude mít dva provozní režimy. První režim bude pro laboratorní měření odbornou obsluhou s výstupem do Eulumdat, druhý pro studenty pro měření laboratorní úlohy ve zjednodušeném režimu.

Při prvním spuštění programu je uživatel vyzván k vytvoření projektu v režimu Eulumdat nebo Student. Při vytvoření projektu měření v režimu Eulumdat jsou uživatelem zadány parametry rozsahu a kroku gamma úhlu, kroku C-rovin, typu svítidla (Eulumdat 2. ltyp) a indikátoru symetrie (Eulumdat 3. Isym). Pro každý projekt je zadáván typ světelného zdroje, který je propojen s tabulkou korekčních činitelů v nastavení programu. Symetrie je zadávána v době zakládání projektu na základě odhadu ve snaze snížit časovou náročnost měření a následně je ověřována v příčné a podélné rovině. Po založení projektu a vyplnění parametrů následuje okno měření, ve kterém je připravena tabulka měření s nulovými hodnotami. Její dimenze odpovídá prostoru v systému fotometrických rovin C- γ , v řádcích jsou zobrazovány hodnoty pro gamma úhly, ve sloupcích pak C-roviny. Uspořádání (datový formát) odpovídá budoucímu exportovanému Eulumdat souboru.

Před začátkem měření je na základě uživatelského vstupu generován scénář měření. Ten se skládá z příkazů pro periferie v závislosti na zvoleném režimu. Systém pro odesílání příkazů kontroluje, zdali byla na odeslaný příkaz obdržena očekávaná odpověď (např. číslo). V případě, že nikoliv, dojde k indikaci chybového stavu a k notifikaci obsluhy. Předpokladem pro spuštění měření je zahájené spojení s luxmetrem i základní deskou ovládající pohyb ramene. Po spuštění měření je nejprve provedena sekvence kalibrace, během které je ramenem otáčeno pro určení nulového úhlu inkrementálního senzoru. Poté se již rameno pohybuje automaticky až do doby, než je indikován příkaz pro otočení svítidla do požadované C-roviny. Za současného stavu toto nelze uskutečnit automaticky a obsluha je tak notifikována vyskakovacím oknem. Proces měření je pozastaven do doby, než je změna otočení svítidla potvrzena.

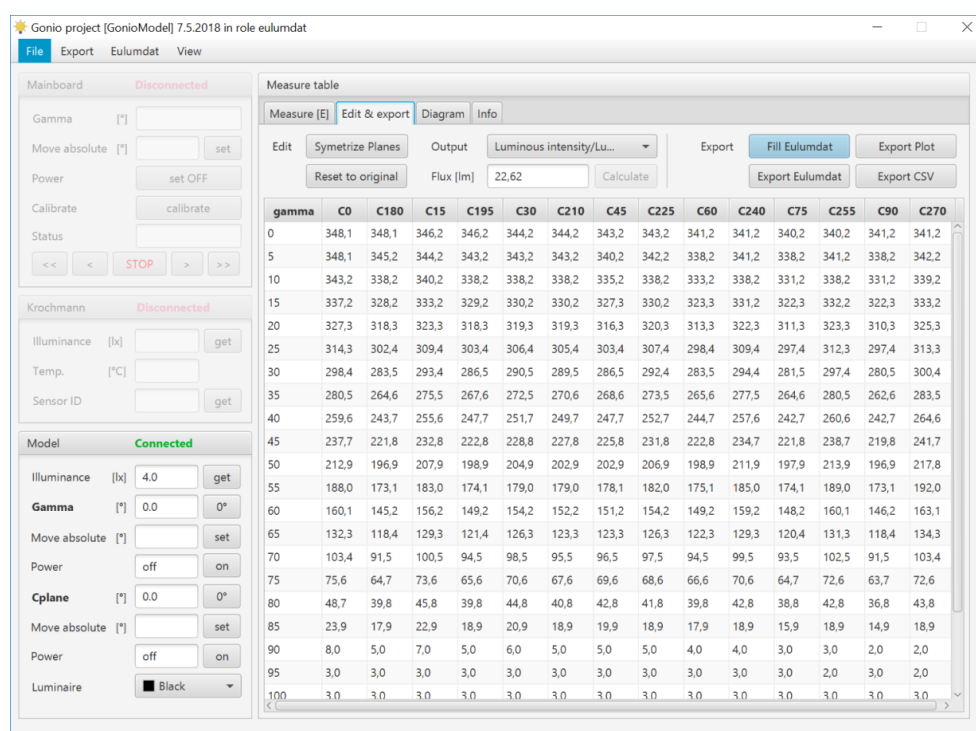
Okno nastavení soustřeďuje na jedno místo všechny nastavitelné hodnoty, které je možné v rámci programu zadat, uložit a znovu načíst při dalším startu. Jedná se například o zadání portů periferií, hodnotu fotometrické vzdálenosti nebo o možnost vložit všechny korekční činitele pro rozsah a typ světelného zdroje, které jsou vydávány metrologickou autoritou. Ty jsou pak automaticky aplikovány na naměřená data při přepočtech z osvětlenosti na svítivost.

Již během měření je možné v reálném čase vykreslovat polární diagramy ve všech rovinách a následně provést export do grafického souboru PNG. Po dokončení měření je možné naměřené hodnoty přímo exportovat do tabulkového souboru CSV (čárkou oddělené hodnoty) nebo hodnoty přepočítat z osvětlenosti na svítivost dle vztahu:

$$I_{\gamma} = (k_{aj} \cdot k_{2856i} \cdot E_{\gamma}) \cdot l^2 \quad (\text{cd; -, -, lx, m}) \quad (2)$$

Kalkulovaná svítivost pro daný úhel gamma I_{γ} je rovna součinu korekčního činitele pro typ světelného zdroje k_{aj} , korekčnímu činiteli pro rozsah k_{2856i} , naměřené hodnoty osvětlenosti E_{γ} a kvadrátu fotometrické vzdálenosti l [2].

Pokud se jedná o svítidlo s neoddělitelným světelným zdrojem, je přímo v programu možné uskutečnit výpočet světelného toku Φ za pomoci implementované metody pásmových toků. V případě svítidla s oddělitelným světelným zdrojem je možné vložit hodnotu světelného toku zdroje naměřenou pomocí kulového integrátoru během separátního měření. Následně je možné uskutečnit přepočítání do jednotek relativní fotometrie (cd/klm) (obr. 2). Část údajů budoucího Eulumdat souboru je zadána již při vytvoření projektu, ostatní lze během měření nebo po jeho skončení vyplnit přes vyhrazené okno. Po doplnění údajů je možné EULUMDAT soubor exportovat a uložit.



Obr.2 Okno měření vzniklé aplikace Gonio

4 Model goniofotometru

Pro účely vývoje a testování nového řídicího programu byl navržen a sestaven model goniofotometru (obr. 3). Cílem bylo zjednodušit vývoj software mimo laboratoř a zároveň odzkoušet nový komunikační protokol, který by v budoucnosti umožnil ovládání více pohonů pro otáčení ramene a svítidla. Vývoj modelu goniofotometru zahrnoval mimo konstrukce také jeho hardware v podobě tištěného spoje a firmware pro mikroprocesor. Tělo modelu i další konstrukční díly byly navrženy a následně zhotoveny za pomoci 3D tisku.

Pohon ramene a modelového svítidla je realizován dvojicí krokových motorů s motorovými ovladači Trinamic tmc 2208. Pro účely určení absolutního úhlu natočení jsou oba motory opatřeny magnetickým senzorem úhlu AMS 5048B, jejich osy pak magnetem s polarizací kolmo na osu otáčení. Na ose prvního motoru je pevně připevněno rameno, které nese digitální senzor osvětlenosti BH1750FVI ve fotometrické vzdálenosti 150mm. Rameno se může pohybovat do úhlu $\gamma_{max} = 140^\circ$ s nejmenším krokem pohybu $0,1125^\circ$. K ose druhého motoru je pevně připevněno LED modelové svítidlo, které je umístěno ve fotometrickém středu a je sestaveno pomocí hliníkového profilu s plastovým difusorem. LED modul obsahuje osm programovatelných RGB diod WS2812b s délkou aktivní plochy 75mm.

Využití těchto LED modulů umožňuje spínání libovolných diod a řízení intenzit po datové sběrnici. Délka modelového svítidla nesplňuje podmínku zákona vzdáleného pole, pro účely demonstrace principu nebo testování software je však hodnota orientačního měření dostačující.

Základní deska je postavena na platformě Atmel Atmega 328P a vychází z platformy Arduino, komunikace s počítačem je zajištěna externím převodníkem CP2104, který dovoluje přístroj přímo připojit k USB a vytvořit tzv. virtuální sériový port. Ten pak slouží nejen pro komunikaci ale také jako programovací port. Napájení logiky je realizováno přímo z napěťové větve USB portu a napájení krokových motorů z externího napájecího zdroje 12 V (1A).



Obr.3 Model goniometru

5 Závěr

Během modernizace goniometru bylo vytvořeno řídicí prostředí, které oproti dosavadnímu stavu umožňuje měřit svítidla automaticky ve více C-rovinách se zásahem uživatele. Ve spojení s přímým exportem měření do souboru Eulumdat bylo umožněno snížení časové náročnosti procesu měření a následného zpracování měřených dat. Prototyp budoucí řídicí desky a její protokol byl otestován za pomoci vytvořeného modelu goniometru. Původně byl model vytvořen jako pomůcka pro testování software, jeho další využití ale může být v oblasti demonstrace principu goniometru při výuce předmětů světelné techniky. V budoucnu by na dosavadní práci mohlo být navázáno realizací nové řídicí desky a rozšířením o systém automatického otáčení svítidel do C-rovin.

Literatura a odkazy

- [1] ČSN EN 13032-1+A1 Světlo a osvětlení – Měření a uvádění fotometrických údajů světelných zdrojů a svítidel – Část 1: Měření a formát souboru údajů. 1. Praha: ÚNMZ, 2012.
- [2] HABEL, Jiří, et al. Světlo a osvětlování. 1. Praha: FCC Public, 2013, 624 s. ISBN 978-80-86534-21-3.
- [3] BÁLSKÝ, Marek, Jiří HABEL. Modernizace Goniofotometru. Světlo: časopis pro světlo a osvětlování. Praha: FCC public, 2009, 12(4). ISSN 1212-0812
- [4] KOZLOK, Michal. Řídící software goniofotometru s možností exportu Eulumdat. Praha, 2018. Diplomová práce. ČVUT FEL. Vedoucí práce Ing. Marek Bálský Ph.D.
- [5] ČSN EN 13032-4 Světlo a osvětlení – Měření a uvádění fotometrických údajů světelných zdrojů a svítidel – Část 4: LED zdroje s patičí, moduly a svítidla. 1. Praha: ÚNMZ, 2017.

Autonomní systémy liniového osvětlení

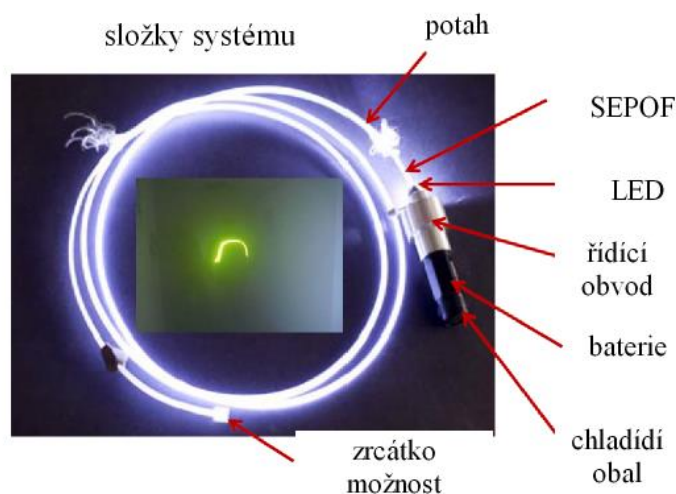
Dana Křemenáková, Doc. Dr. Ing. a Jiří Militký, Prof. Ing. CSc. EURING, Katedra materiálového inženýrství, Textilní fakulta, Technická univerzita v Liberci, 46117 Liberec, dana.kremenakova@tul.cz

Abstrakt: Autonomní liniové systémy osvětlení (ALSO) jsou standardně konstruovány jako pole LED spojených (kovovými) vodiči. Toto řešení má řadu nevýhod jako je lokální ohřev, vyšší spotřeba energie omezující dobu fungování a citlivost na mechanické namáhání. V tomto příspěvku je popsána konstrukce autonomních systémů liniového osvětlení založeného na stranově vyzařujících optických vláknech. Tyto systémy eliminují nebo alespoň silně omezují nevýhody předchozích řešení. Jsou uvedeny také základní oblasti možného použití ALSO pro aktivně vyzařující oděvní součásti a lokální osvětlení v místech, kde není přístup k elektrické energii ze sítě.

1 Úvod

Obecné nároky společnosti na osvětlování rychle rostou a energetické úspory při zachování potřebné úrovně osvětlení budou stále více preferovány. Potřeba liniových systémů osvětlení je také spjata s růstem požadavků lidské společnosti na osvětlení v nejrůznějších aplikacích, kdy jsou standardní bodové zdroje méně výhodné nebo nepoužitelné. Nahrazení běžně užívaných bodových zdrojů světla autonomními liniovými systémy osvětlení (ALSO) je výhodné pro zabezpečení rovnoměrnějšího osvětlení tvarově složitých oblastí, zvýšení flexibility umístění, zamezení lokálních „přesvětlení“ resp. oslnění, zajištění dlouhodobé životnosti, jednoduchost aplikace v interiérech a exteriérech a zejména velmi nízkou energetickou náročnost.

Cílem našich aktivit v oblasti autonomních liniových systémů osvětlení je vývoj úsporných systémů složených ze stranově vyzařujícího optického vlákna (SEPOF) obaleného speciální textilí [1, 2, 5], zdroje napájení, a LED zdroje světla (obr. 1).

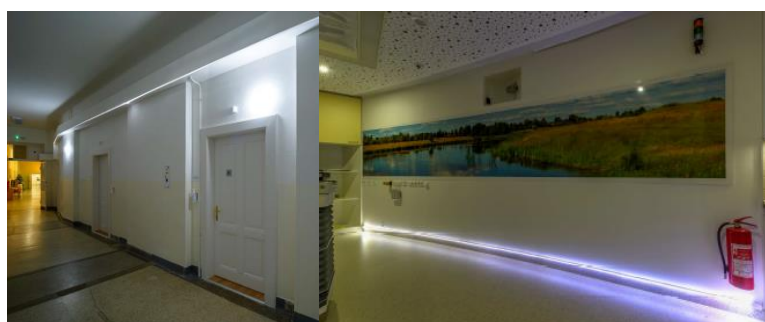


Obr.1 Systémy ALSO využívající SEPOF [2]

Tyto systémy mají dobrou homogenitu vyzářeného světla, mohou variantně převádět část UV záření do viditelné oblasti, zajišťují vysokou odolnost proti externím vlivům atd. Všechny části ALSO je možno optimalizovat s ohledem na potřeby dané oblastí použití. První oblast je konstrukce ALSO složených z LED zdrojů a optimalizovaného, téměř libovolně tvarovaného, systému liniových světlovodů ze SEPOF dostatečného průměru pro zvýraznění předmětů (obr. 2). Lze realizovat také skokové změny intenzity osvětlení podle potřeb uživatele. Druhou oblastí je konstrukce nouzových, energeticky úsporných, osvětlovacích systémů např. pro nemocnice a hotely zahrnující i zvýraznění lůžek (obr. 3). Třetí oblastí je konstrukce ALSO pro oděvní, dekorativní a reklamní účely (obr. 4).



Obr.2 Systémy ALSO pro zvýraznění předmětů [2]



Obr.3 Systémy ALSO pro nouzový osvit v nemocnicích [1]



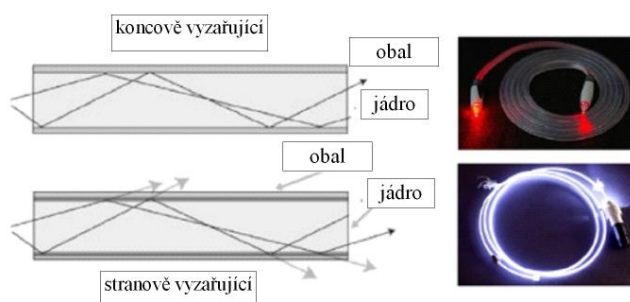
Obr.4 Systémy ALSO pro oděvní aplikace [2]

Jako hybridní konstrukce liniového přenosu světla v ALSO používáme SEPOF a speciální textilní obal, který byl vyvinut v rámci řešení projektu FR-TI1/242, TIP – MPO VaV 2009 a je patentován [5]. V tomto příspěvku jsou popsány jednotlivé složky ALSO včetně měření intenzity stranového vyzařování, výběru LED a systému napájení. Systém je navržen zejména pro oděvní aplikace, ale lze ho snadno adaptovat i pro ostatní oblasti liniového osvětlení.

2 POLYMERNÍ OPTICKÁ VLÁKNA

Polymerní optická vlákna (POF) byla vyvinuta firmou Du Pont teprve v roce 1964. Jde o velmi pružné vlnovody z téměř průhledných dielektrických materiálů. Komerční produkt byl uveden na trh poprvé firmou Mitsubishi Rayon. Klasická polymerní optická vlákna jsou vyrobena z polymethylmetakrylátu, polykarbonátu nebo polystyrenu. Moderní polymerní optická vlákna na bázi „perfluorovaných“ polymerů se využívají jako náhrada klasických anorganických optických vláken zejména pro přenos informace. Pro výrobu jednoduchých „světlovodů“ pro přenos dat se používá extruze polymerů s následným dloužením. Klasické „světlovody“ mají jádro-plášťovou strukturu. Jádro tvoří polymer s vysokým indexem lomu a plášť je tvořen polymerní vrstvou s nízkým indexem lomu, čímž je zajištěno vedení světla uvnitř vlákna a minimální ztráty vyzařováním z boku (viz. obr. 5). Polymerní optická vlákna našla uplatnění jako vysoce kapacitní přenosové médium teprve nedávno, díky zlepšení jejich transparentnosti a šířky pásma [3].

Polymerní stranově vyzařující optická vlákna SEPOF (viz. obr. 5) jsou známá delší dobu, ale jejich praktické použití je zatím spíše sporadické.



Obr.5 Rozdíly mezi koncově vyzařujícími a stranově vyzařujícími optickými vlákny

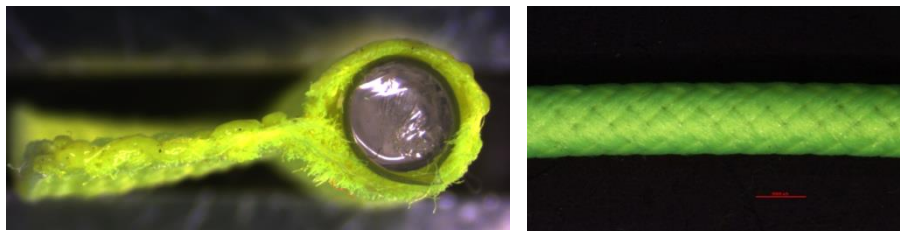
Nabízené systémy využívající POF a SEPOF jsou obvykle složeny z kroucených svazků optických vláken potažených běžně PVC obalem nebo pouze optických vláken bez speciálního oddělitelného obalu. Výsledky jsou v obou případech nepřilíš vhodné (nerovnoměrnost vyzařování zejména v nenapřímeném stavu, nízká odolnost vůči negativní externím vlivům, nepříjemný omak a rušivý vzhled atd.).

Jedno řešení jak omezit tyto nevýhody SEPOF je použití lineárních kompozit (LK) složených z jádra SEPOF a pláště tvořeného textilní strukturou [4 - 6]. Tato textilní struktura může být připravena tkaním, pletením nebo ovíjením. Hlavní výhody LK jsou:

Zvýšení intenzity stranového vyzařování výběrem materiálu, konstrukce a barevného dopantu.

- Ochrana proti působení okolí včetně UV záření a zvýšené teploty/vlhkosti.
- Umožnění standardní údržby praním a chemickým čištěním.
- Potlačení mechanického poškození oděrem a opakovaným víceosým namáháním.
- Snadné upevnění do textilních resp jiných substrátů např. šitím, lepením atd.

Typická struktura LK je na obr. 6.



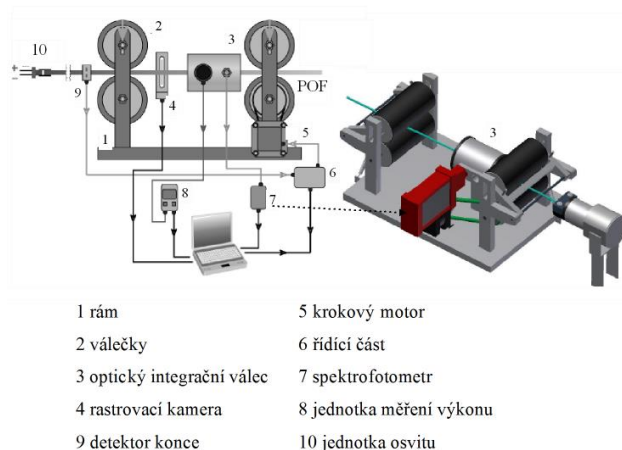
Obr.6 Struktura typického LK

Je patrné, že kromě obalu je vytvořena také páska umožňující snadné upevnění. Porovnání vyzařování SEPOF a LK je znázorněno na obr. 7.



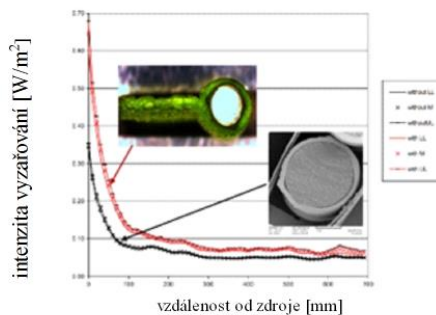
Obr.7 Stranové vyzařování SEPOF a LK

Pro kvantitativní porovnání intenzity vyzařování byl sestaven přístroj umožňující konstrukci profilu stranového útlumu (závislosti intenzity stranového vyzařování na vzdálenosti od zdroje). Schéma přístroje je na obr. 8.



Obr.8 Příklad pro konstrukci profilů stranového útlumu [4, 6]

Pro kvantifikaci rozdílů mezi SEPOF a LK byly měřeny jejich profily stranového útlumu (obr. 9).



Obr.9 Profily stranového útlumu SEPOF (černé čáry) a LK (červené čáry)

Je patrná zvýšená intenzita stranivého vyzařování LK při všech vzdálenostech od zdroje světla.

3 LED A SYSTÉMY NAPÁJENÍ

Jako optimální systémy osvětlu byly vybrány zdroje světla napájené baterií, dodané firmou Lumisafe a zdroje světla napájené přes power-banku firmy Lediscon.



a) Lumisafe



b) power-bank

Obr. 10 Systém napájení Lumisafe a power bank

K měření zahřívání zdrojů světla vlivem LED bylo vyvinuto zařízení pro měření tepelného pole zdrojů pomocí platinových teplotních odporových čidel, ovládané softwarem Labview s využitím modulu NI 9226. Proběhl zkušební provoz, byla vytvořena metodika měření a hodnocení a proměřeny systémy Lumisafe a Lediscon. Byla hodnocena počáteční rychlost ohřevu a rovnovážný přírůstek teploty vzhledem k teplotě okolí. Počáteční rychlost ohřevu byla definována jako směrnice regresní přímky určené z dat odečtených od počátku měření do doby 4 minut. Rovnovážený přírůstek teploty byl definován jako úsek regresní přímky v ustáleném stavu (teplota odečtená po 30 minutách měření). Počáteční rychlost ohřevu je u prototypů Lumisafe maximálně 1°C/min a u prototypu Lediscon 2 až 5°C/min. Časový přírůstek teploty vzhledem k teplotě okolí je u prototypů Lumisafe 2 až 5° a u prototypu Lediscon 16 až 36°C. U zdrojů Lumisafe je tedy lépe vyřešeno odvádění tepla než u zdrojů Lediscon. Při módu pomalého blikání dochází k významnému snížení zahřívání zdrojů.

Bylo prokázáno, že při využití módu blikání, byla počáteční rychlost nárůstu teploty i rovnovážný přírůstek teploty vzhledem k okolní teplotě významně nižší než při módu stálého svícení.

S ohledem na barevné vnímání a optimální upevnění ve funkčních vzorcích byly vybrány LED Cree typu XTE, XPG-3 a XML-2. Byla testována sada LED simulujících bílé světlo (dále bílé LED) s různou chromatičností, sada barevných LED a UV LED. Vybrané LED byly podrobeny simulovanému suchému stárnutí (105 °C, 144 h) a vlhkému stárnutí (80 °C, 65% vlhkosti, 144 h, 288 h, 432 h). K napájení LED byl vyvinut panel s chladiči a drivery s říditelným výkonem od 350 do 700 mA. Intenzita vyzařování LK s rostoucí chromatičností mírně narůstá. Po suchém i mokřém stárnutí došlo k poklesu intenzity vyzařování LK, avšak intenzita vyzařování s použitím bílých i barevných LED je pro vybrané funkční vzorky dostatečný (z hlediska viditelnosti zdálky). Distribuce vlnových délek popsaná spektrálními výkonovými charakteristikami u LK osvětlených vybranými LED podrobenými simulovanému stárnutí odpovídá přibližně relativním spektrálním výkonovým charakteristikám LED uváděnými výrobcem.

Pro systémy Lediscon byla testována a z hlediska intenzity vyzařování lineárního kompozitu (LK tj. SEPOF s textilním obalem) vybrána jako optimální LED XPG-3 s chromatičností 5900 K s výkonem 350 mA – 400 mA (obr. 11). Pro ALSO je výkon s ohledem na viditelnost LK (vzdálenost cca 1 km) dostatečný.



Obr. 11 LED CREE XPG-3 - mikro-optika je implementována přímo na čip

4 ZÁVĚR

V poslední době se technologie POF a SEPOF rychle vyvíjejí a jejich aplikace jsou stále výhodnější. LK jsou stále v první fázi průmyslové realizace a bude nutné optimalizovat jejich složení a funkčnost pro různé cílené aplikace včetně povrchových efektů, dopování pro zlepšení stranového vyzařování a použití speciálních barviv. Systém konstrukce profilů stranového útlumu je jednoduchým prostředkem pro vyhodnocení nových efektů a optimalizaci systémů založených na LK. Pravděpodobně nejdůležitějším prvkem účinného nízkonákladového systému ALSO jsou nyní systémy napájení, které musí být miniaturní, mít dostatečný výkon a nízkou cenu.

PODĚKOVÁNÍ

Tato práce byla podpořena projektem FV10356 HYBRID Hybridní bezpečnostní prostředky Program FV – TRIO, Technologická agentura České republiky

Literatura

- [1] Dana Křemenáková, Jiří Militky, Jana Šašková, Zdena Ledrová, Jan Vydra, Blanka Bubelová a Milan Baxa : *Testing of Emergency Line Light System in Radiation Therapy Rooms*, Proc 18 th World Textile Conference , Istambul 2018
- [2] Jiří Militký, Dana Křemenáková a Jana Šašková : *Optical Attenuation of Linear Composites Containing SEPOF*, Proc 18 th World Textile Conference , Istambul 2018
- [3] Bunge Ch. A., et al. eds. : *Polymer Optical Fibres Fibre Types, Materials, Fabrication, Characterisation and Applications*, Elsevier Amsterdam 2017
- [4] Dana Křemenáková a spol. *Characterization of Side Emitting Polymeric Optical Fibers*, *Journal of Fiber Bioengineering & Informatics*, 5(4) p. 423-431, (2012)
- [5] Dana Křemenáková. a spol: CZ Patent No. 306943 (2017)
- [6] Dana Křemenáková, Jiří Militký, Barbora Meryová a Vít Lédl : *Testing and characterization of side emitting polymer optical fibers*, International Symposium TBIS, Shinshu University, Ueda Japan August 2012

Řízení nejen osvětlení v chytrých budovách

Josef Kunc, Ing., KNX národní skupina České republiky, z. s., info@knxcz.cz, www.knxcz.cz

Abstrakt: Řízení osvětlení je jedním z velmi důležitých úkolů řešených v každé vnitřní i venkovní elektrické instalaci. A to nejen pro to, že je vnímáno zrakem, ale také pro navození jeho správné úrovně podle okamžitých potřeb. Je-li osvětlení ovládáno jako ucelená součást systémové instalace v chytře budově, bude v provozu vždy podle aktuálních požadavků, a navíc ve vazbě na řízení dalších funkcí, což v důsledcích vede k optimalizaci spotřeby energie. Při využití KNX Secure budou zajištěny zabezpečené vzdálené přístupy znemožňující jakékoli zásahy nežádoucími osobami. To vše umožňuje začlenění chytrých domů do internetu věcí a také jako nezbytných součástí chytrých měst.

1 Úvod

S přibližováním termínu, od kdy všechny nové stavby budou muset být budovány jako objekty energeticky úsporné, ne-li dokonce jako domy pasivní, nabývají na stále větším významu systémové elektrické instalace, a mezi nimi také jediná celosvětově normalizovaná soustava KNX. Bez systémových instalací si snad ani nelze představit komplexní řízení provozu energeticky úsporného domu, v němž musí spolehlivě spolupracovat všechny použité funkce, od osvětlení, přes dokonalou vzduchotechniku, přes výborně fungující stínění a celou řadu dalších funkcí v objektu použitých pro řízení nebo pro zábavu, až ke sledování a řízení spotřeby energií dodávaných zvenčí i z vlastní produkce.

Současnou snahou je také přechod na tzv. chytrá města, přičemž důraz je kladen na řízení dopravy, na veřejné osvětlení. Ovšemže pro skutečně chytré město je toto velice důležité, ale zdaleka ne postačující. Za základ chytrého města bychom měli považovat chytrý dům. Protože teprve tehdy, až dokážeme, aby většina domů ve městě byla schopna se podílet na efektivním řízení spotřeby energií, budeme moci hovořit o nefalšovaném chytrém městě.

2 Proč používat KNX instalace

Jednoduchá odpověď by mohla znít: Proč ne! To ovšem není vlastně žádná odpověď. My technici si vždy představujeme logickou, technicky zdůvodněnou odpověď.

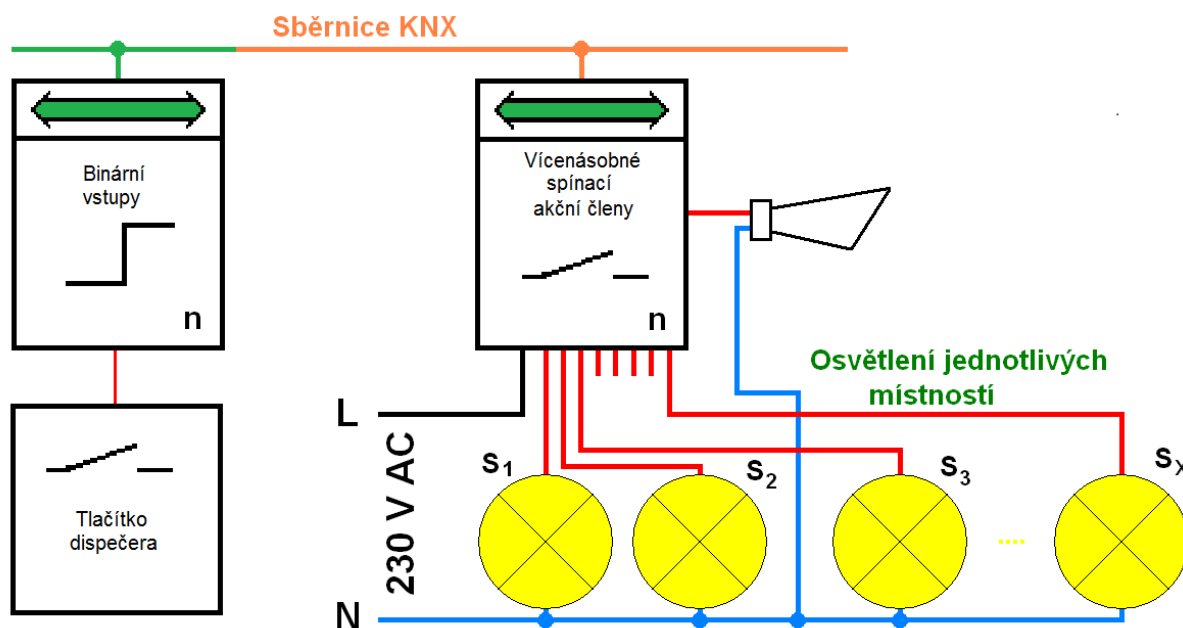
Takže jak to vlastně je? V 80. letech minulého století, kdy na trh začala přicházet řada různých, vzájemně nekomunikujících firemních systémů, vybavovaných uzavřenými komunikačními protokoly, bylo nemožné využívat systémové přístroje různých výrobců ve společných instalacích a dosáhnout tím možnosti řízení všech funkcí souvisejících s provozem budov. Tento nedostatek bylo potřebné napravit vytvořením univerzálního sběrnicevého systému, dovolujícímu využití prvků i od vzájemně si konkurujících výrobců. Proto z iniciativy firmy SIEMENS byl zahájen a za spolupráce dalších firem později dokončen vývoj elektroinstalačního systému s otevřeným protokolem a s decentralizovaným uspořádáním, který umožní každému výrobcovi zapojit se svými výrobky do tohoto KNX systému. Obrovskou výhodou KNX je možnost využívat i vzájemně nahrazovat přístroje různých výrobců. Kromě toho, KNX spolupracuje s jakýmikoli jinými systémy a zařízeními s otevřeným protokolem anebo takovými technologickými celky, které umí předávat a přijímat informace z některého otevřeného protokolu vlastním rozhraním.

System KNX byl do prodeje zaveden na přelomu let 1992/1993 a je neustále zdokonalován. Přitom veškeré změny, kterými prochází nebrání využívání i těch nejstarších KNX přístrojů společně s těmi nejnovějšími ve společných instalacích. Znamená to tedy i bezproblémovou možnost kdykoli upravovat či rozšiřovat KNX instalace, byť by byly i např. z roku 1993. Jediný rozdíl ve starých a nových KNX přístrojích téhož typu je v tom, že čím je přístroj „mladší“, tím vyšší počty funkcí „umí“. Pro názornost lze zmínit takovéto rozdíly u vícenásobných spínacích akčních členů.

Spínací akční člen vyrobený v polovině 90. let mohl být parametrizován (ovšem shodně ve všech kanálech) pro prosté spínání, pro spínání s časovými zpožděními nebo pro časově zpožděné samočinné vypnutí. V každém kanále ovšem mohly být časové parametry nastaveny individuálně, kromě toho mohlo být spínání svázáno s logickou funkcí AND nebo OR.

Později dodávané spínací akční členy již dovolovaly parametrizovat každý kanál individuálně, přibyla i možnost spínání topení (chlazení) ve vazbě na povely přicházející z regulátoru topení (chlazení). V každém kanále také postupně přibývaly další dílčí funkce, mezi nimiž je např. vazba na mezní hodnoty, předem nastavené hodnoty stavů výstupních kontaktů pro určité okolnosti (např. pro úklid), možnosti účasti ve světelných scénách, hodnoty stavů s vazbou na zabezpečení, měření protékajícího proudu (i s případnými mezními hodnotami). Rozšířil se také počet logických funkcí, které mohou podmiňovat činnost kteréhokoli ze spínaných kanálů. Kromě AND a OR přibývaly funkce XOR a hradlo s možností negace výsledku i dvou logických vazeb.

Umíme-li správně využívat programovacích možností, můžeme lehce vyřešit i mnohé na první pohled obtížné úkoly. Např. schéma na obr. 1. Na první pohled na něm není nic zvláštního. Ono totiž samotné schéma zapojení ještě nedokáže říci, jak bude celé zapojení fungovat.



Obr.1 Řízení osvětlení v objektech záchranných složek

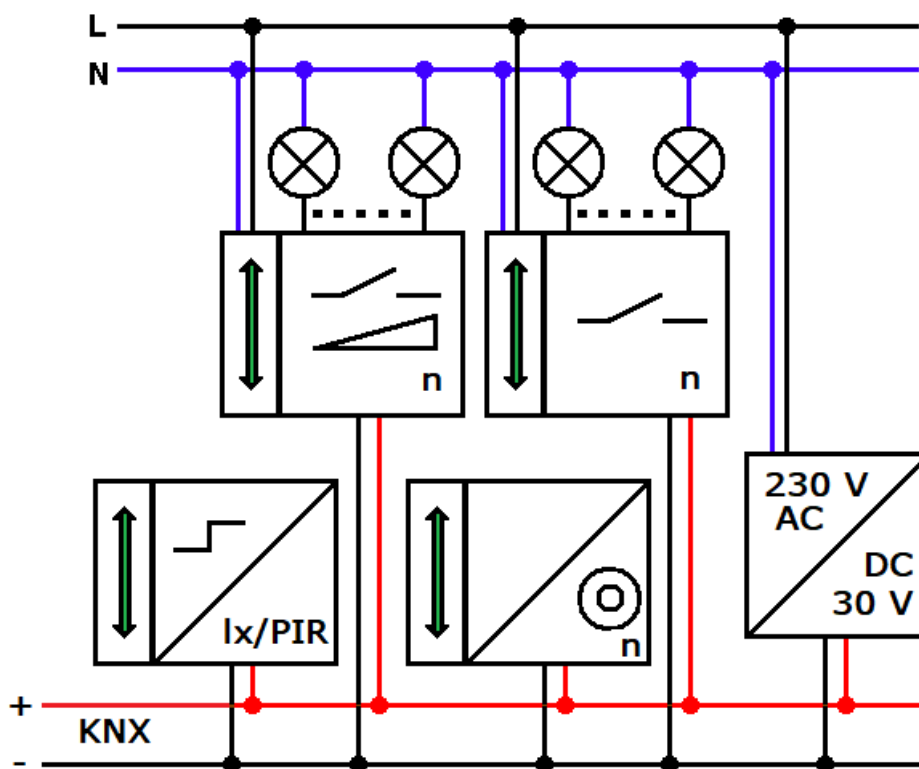
Jaký byl požadavek na funkci? Při vyhlášení poplachu stiskem tlačítka dispečera se musí rozsvítit veškeré osvětlení v objektu. Po výjezdu se poplach odvolává a osvětlení v jednotlivých místnostech se vrací do pracovního stavu před poplachem. Využitím funkčních možností akčních členů lze toto zadání splnit dokonce dvěma způsoby. První z nich je využití předem nastavených hodnot, druhé řešení využívá logickou funkci hradla. Obě varianty nastavení parametrů byly prakticky odzkoušeny se 100 % výsledkem. Využití KNX instalace samozřejmě připouští toto řešení doplnit o další činnosti – např. ve zcela opuštěných místnostech se již osvětlení nevrátí do předchozího zapnutého stavu.

Pozdějším dotazem o využití tohoto návrhu bylo zjištěno, že naše záchranné složky mají nadbytek finančních prostředků, protože i nadále se budují dva na sobě nezávislé osvětlovací systémy – jeden pro běžný provoz, druhý pro krizové situace.

Obdobně je tomu i při výstavbě objektů, v nichž musí být požární osvětlení – i zde lze provozovat pouze jediný osvětlovací systém při správném využití časově nastavených akčních členů se samočinným vypínáním – při požáru budou určená svítidla v trvalém provozu.

3 Příklady řízení osvětlení v KNX instalacích

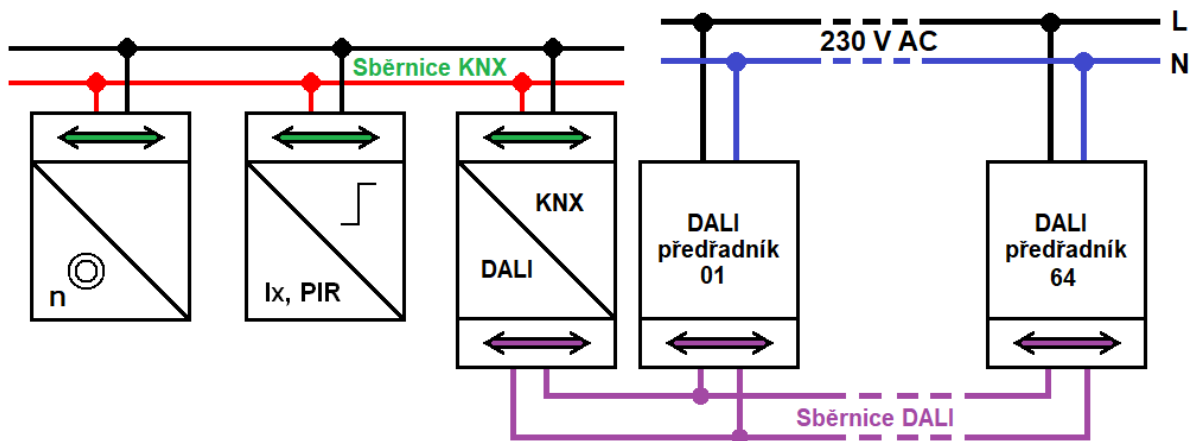
Osvětlení v menších KNX instalacích, v nichž značná část svítidel bývá spínána, zatímco jen jejich menší počet vyžaduje stmívání, je schematicky naznačeno na obr. 2. Pro spínání jsou k dispozici např. až šestnáctinásobné spínací akční členy. Běžně k dispozici jsou i např. až šestinásobné univerzální stmívací akční členy. Pro řízení osvětlení tedy postačí jen nepatrný počet akčních členů a s nimi spolupracující přiměřený počet ovládacích prvků – tlačítkových snímačů a snímačů pohybu.



Obr.2 Řízení osvětlení v menších KNX instalacích

Ovšem v rozsáhlejších instalacích by k řízení osvětlení již byl potřebný značný počet akčních členů, zpravidla umísťovaných do rozvaděčů, a tedy s nutností vést samostatně silové vodiče k jednotlivým svítidlům. Výrazného zjednodušení silových světelných rozvodů (a také snížení nákladů) se dosáhne spoluprací sběrnic KNX a DALI. Každé svítidlo je vybaveno odpovídajícím DALI předřadníkem připojeným jak ke společnému silovému vedení 230 V AC (s možným rozdělením na několik samostatně jištěných okruhů) tak i ke sběrnici DALI (obr. 2). K propojení obou sběrnic slouží rozhraní KNX/DALI. K ovládání budou opět použity obdobné KNX přístroje, jako v menších instalacích. Ve velkých instalacích se běžně využívá i vyšších počtů KNX/DALI rozhraní – celkový počet připojených svítidel je tedy prakticky libovolný. Výhodou je snížení počtu přístrojů na sběrnici KNX a možnost odesílání takových dat ze sběrnic DALI, která při ovládání svítidel přímo na KNX nelze vůbec získávat. Jsou to především údaje odesílané DALI předřadníky, týkající se provozních stavů k nim připojených světelných zdrojů. V centrální vizualizaci může být poté k dispozici i přehled provozních hodin jednotlivých svítidel, což je dobrý podklad pro údržbu – pro včasnou výměnu světelných zdrojů.

Každé svítidlo na DALI sběrnici může být nejen spínáno, ale také stmíváno.



Obr.3 Spolupráce KNX a DALI při řízení osvětlení

4 Řízení dalších funkcí v KNX instalacích

Na sběrnici KNX běžně nejsou jako ovládací přístroje pouze tlačítkové snímače, ale celá škála dalších typů snímačů, jejichž úkolem je odesílání příkazů k vykonávání stanovených činností. Bez nároků na úplnost výčtu lze uvést typy těchto snímačů a jejich úkoly, přičemž snímače mohou být jen jednoho z uvedených typů, ale často se ale jedná o kombinace těchto typů:

- Tlačítkové snímače (spínání a stmívání osvětlení, řízení provozu stínících prostředků, ovládání různých spotřebičů, spouštění scén atd.).
- Snímače pohybu a přítomnosti (řízení osvětlení, spínání ventilace, spínání režimů vytápění a chlazení, spouštění scén, zabezpečení atd. – vše též s vazbou na intenzitu osvětlení).
- Snímače vnitřní teploty (zpravidla vybavené regulátory pro řízení topení a chlazení).

- Snímače kvality vnitřního ovzduší (měření relativní vlhkosti vzduchu, obsahu CO₂ apod.).
- Povětrnostní snímače (měření teploty, intenzity osvětlení, dešťových srážek, rychlosti a směru větru, atmosférického tlaku atd.).
- GPS přijímače času (datum, čas, zeměpisná poloha apod.).
- Snímače zabezpečovací (tříštění skla, okenní, dveřní a jiné speciální kontakty, únik vody, zplodiny hoření atd.).
- Binární a analogové vstupy pro připojení libovolných dalších snímačů.
- Elektroměry a další měřidla.

Máme-li k dispozici prakticky libovolná data předávaná na sběrnici KNX, můžeme je využívat pro řízení těch funkcí v budovách, jakými jsou objekty vybaveny, můžeme je zobrazovat ve vizualizačních prostředcích. Měřené hodnoty lze využívat také pro sledování a řízení spotřeby ve vazbě na možnosti dodávek energií.

Údaje povětrnostních snímačů jsou důležité pro samočinné řízení provozu markýz a žaluzií, ale také motoricky ovládaných oken. Lamely žaluzií budou natáčeny tak, aby bez oslnění bylo v místnosti dostatečné množství přirozeného světla, ovšem při zatažené obloze budou okna zcela odstíněna apod. Při otevřených oknech zabrání okenní kontakty plýtvání tepelnou energií zablokováním provozu topení a chlazení, ale nedovolí také např. spuštění vnitřních rolet. Při nepřítomnosti osob v místnosti zaznamenané snímači pohybu či přítomnosti bude topení a chlazení uvedeno do úsporného režimu činnosti.

Tyto příklady naznačují, že využití snímačů různých fyzikálních veličin, často v kombinaci s jednoduchými logickými operacemi nebo s vazbou na reálný čas, dovolí v KNX instalacích vytvářet libovolně proměnné podmínky činnosti třeba i všech použitých funkcí.

5 Bezpečnost komunikace

Pokud byla KNX systémová instalace vytvořena podle všech zásad, s nimiž jsou seznamováni projektanti i pracovníci montážních firem v průběhu základních certifikačních kursů, je zajištěn také dostatečně zabezpečený přenos dat po sběrnici. Při využití kódovaných přenosů zpráv systémem KNX Secure lze úplně předejít jakýmkoli hackerským útokům.

6 A jaká je budoucnost systémových instalací?

S tím, jak poroste počet budovaných energeticky úsporných či pasivních budov, nutně se musí zvyšovat i požadavky na automatizaci řízení vnitřního prostředí. Kromě toho uživatelé vyžadují a budou vyžadovat stále širší vzdálené přístupy k mnohým funkcím, jimiž jsou jejich objekty vybaveny. A navíc, potřeba začlenění do sítě společně řízených domů v chytrém městě se neobejde bez kvalitní systémové instalace s bezpečnou komunikací.

Literatura a odkazy

- [1] www.knxcz.cz, www.knx.org

Hašení elektrických vedení ke svítidlům

Miloš, Kvarčák, Doc. Dr. Ing.

Martin, Trčka, Ing. PhD.

VŠB TU Ostrava, milos.kvarcak@vsb.cz, martin.trcka@vsb.cz

Abstrakt

Příspěvek se zabývá poznatky získanými při měření elektrického proudu, jenž prochází přes vodní proud při zásazích s použitím požárních proudnic. Měření se provádělo při aplikaci vody na zařízení pod napětím až 400 kV, při různých tlacích a průtocích. Pro různé proudnice byly stanoveny svodové proudy v závislosti na vzdálenosti od zdroje napětí.

Klíčová slova

hašení, zvláště vysoké napětí, přenosová soustava

1 Úvod

El. zařízení jsou při svém užití napájena elektrickým proudem pod různým napětím. V případě požáru a jeho likvidaci může nastat situace, kdy zasahující hasiči aplikují hasivo na elektrické vedení (na svítidlo a jiné koncové zařízení).

Při hašení požáru hrozí nebezpečí úrazu elektrickým proudem, které spočívá v jeho průchodu lidským tělem. To může mít za následek zastavení srdečního svalů, jeho ochrnutí a přerušení krevního oběhu. Dalším účinkem elektrického proudu může dojít k popálení těla elektrickým obloukem, k poškození tkání nebo k ochrnutí částí těla. Z hlediska taktiky zásahu jednotek požární ochrany při zásahu spočívá ochrana životů a zdraví hasičů před nebezpečím úrazu elektrickým proudem v:

- 1) vypnutí elektrického proudu v elektrických zařízeních a vedení při zásahu jednotky v místech, kde vzniká nebezpečí úrazu elektrickým proudem pro hasiče a jiným způsobem nelze zaručit jejich bezpečnost, včetně zajištění proti novému nekontrolovanému zapnutí nebo indukci elektrického napětí,
- 2) omezení vstupu do prostoru ochranného pásma a ve volbě bezpečné vzdálenosti od zařízení a vedení pod elektrickým napětím,
- 3) použití vhodného hasiva na hašení zařízení a vedení pod elektrickým napětím.

Vypnutí elektrického proudu nízkého napětí vypínačem může provádět pracovník bez odborné způsobilosti, prokazatelně seznámený s možným nebezpečím, tedy i hasič. Vypnutí vysokého napětí a velmi vysokého napětí elektrického proudu a zajištění vedení musí provést odborný pracovník, nejlépe pracovník provozovatele. Hasič bez odpovídající elektrotechnické kvalifikace pro práci pod napětím nesmí zahájit práci dříve, než mu bude odborným pracovníkem provozovatele elektrického zařízení předáno vypnuté a zajištěné pracoviště, jehož beznapěťový stav musí být prokázán tím, že jej pracovník zajišťující beznapěťový stav přesvědčí dotknutím se vypnutých částí holou rukou. Tento pracovník také vykonává bezpečnostní dozor nad hasiči provádějícími záchranné práce a hašení.

2 Hašení elektrických zařízení a vedení pod napětím vodou

Hašení elektrických zařízení a vedení pod napětím do 400 V vodou je postupem výjimečným, kdy s ohledem na situaci u zásahu nelze využít jiné obecně známé postupy. Takové postupy jsou popsány v metodických listech Bojového řádu. Hasit vodou elektrické zařízení a vedení pod napětím do 400 V lze pouze po nezbytně nutnou dobu a po vyčerpání možnosti bezpečného odpojení elektrického zařízení, a to v případě bezprostředního ohrožení životů osob, zvířat a velkých materiálních hodnot požárem. Hašením vodou elektrických zařízení a vedení pod napětím se rozumí dodávka vody za předepsaných podmínek, které jsou formulovány v Bojovém řádu jednotek požární ochrany:

- a) používat pouze kombinované nebo vysokotlaké proudnice,
- b) dodržet bezpečnou vzdálenost za předepsaného minimálního tlaku vody na proudnici,
- c) používat k hašení viditelně neznečištěnou vodu,
- d) zásah může být prováděn za použití standardních ochranných prostředků hasiče,
- e) hasiči nesmí být v přímém kontaktu s vodou (kaluže, odtékající a odstříkující voda) nebo vodivými předměty spojenými s elektrickým zařízením nebo vedením, ve kterém se předpokládá elektrické napětí (vodiče, rozvodné skříně),
- f) v místě zásahu musí být viditelnost taková, aby bylo možno dodržet bezpečnou vzdálenost a umožnit přesnou aplikaci hasiva.

Za určitých a předem definovaných podmínek lze hasit vodou elektrická zařízení a vedení. Při hašení lze používat kombinované nebo vysokotlaké proudnice. Před jejich použitím bylo nezbytné provést potřebné zkoušky a cvičení.

3 Zkoušky hašení elektrických zařízení a vedení pod napětím vodou

Proud vody jsou specifickou formou dopravy hasicí látky na větší vzdálenosti. V proudnici, která zakončuje hadicové vedení, dochází na zúženém průřezu ke zvýšení rychlosti proudící vody jako důsledek přeměny hydrodynamického přetlaku na kinetickou energii vodního proudu. Při běžných pracovních tlacích v hadicovém vedení cca 0,2 – 0,8 MPa dochází ve vzduchu v relativně krátké vzdálenosti za proudnicí k rozpadu kompaktního proudu na vodní kapky různých rozměrů. To má za následek, že možný přenos elektrického proudu přes vodní proud do uzemnění není závislý pouze na elektrické vodivosti použité vody, ale také na velikosti a hustotě vodních kapek rozpadajícího se vodního proudu.

Vedení elektrického proudu přes soustavu uzemněné proudnice a vodní proud dopadající na elektrické zařízení nebo vedení pod různým napětím již bylo zkoumáno různými studiemi. Ve starší literatuře (Schreiber H. M., Porst, P. 1972) bylo stanoveno, že bezpečná vzdálenost od elektrického zařízení je dána průměrem hasební trysky v metrech, tj. pro trysku 12 mm je bezpečná vzdálenost 12 m. Pro toto pravidlo ovšem není znám rozsah platnosti zejména z hlediska napětí na hašeném elektrickém zařízení.

Na základě studia dostupné literatury bylo navrženo experimentální měření pro ověření přenosu elektrického náboje přes vodní proud při napětí na zdroji do 400 kV, kde cílem bylo nalézt závislost mezi svodovým proudem a vzdáleností od zdroje napětí.

4 Materiály a metody

4.1 Měřící zařízení

Měřeny byly tyto požární proudnice:

- AWG CM 52 - 3 vzorky (měřena hubice 9 mm i 12 mm)
- AWG TN 2400 (dříve TS 2000/2) - 3 vzorky (měřeno při všech nastaveních průtoků)
- Leader Ultimatic FO6 - 2 vzorky (měřen 1 vzorek)
- POK Galaxie Automatik - 1 vzorek
- Leader Quadrafog 150 - 1 vzorek
- AWG TN 2130 C - 1 vzorek

Proudnice byly umístěny na zkušebním zařízení, nastaveny proti mřížce o rozměru 1 x 2 m pod úhlem přibližně 15° v horizontální rovině a v požadované vzdálenosti od zkušební mřížky. Tato mřížka se sestávala ze dvou vrstev pletiva a byla umístěná na třech izolátorech. Pro nastavení a pohyb s lafetovou proudnicí byl použit vysokozdvizný vozík. Hubice proudnice se v závislosti na dostřiku pohybovala ve výšce 3,5 – 5,0 m nad terénem. Všechny proudnice byly nastaveny v režimu plného (kompaktního) vodního proudu.



Obr.1 pohled na zařízení

Při zkouškách byl nastaven požadovaný tlak vody a na mřížku se přivedlo zkušební napětí. Tlak vody byl měřen tlakovým čidlem a průtok byl měřen a zaznamenáván ultrazvukovým průtokoměrem. Proudnice byly vodivě propojeny se záznamovým zařízením, kterým byl měřen svodový proud. Vodivost vody byla měřena při každé změně vzorku pomocí konduktometru a pohybovala se v rozmezí 256 – 412 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Voda byla čerpána z vodovodní sítě.

Při měřeních byl nastaven tlak vody na proudnici 300 kPa a proudnice umístěna 10 m od zdroje napětí. Poté se v intervalech 1 m přibližovala až do vzdálenosti 4 m a v každém intervalu byly zapsány naměřené hodnoty všech měřených veličin. Následně se zvýšil tlak

vody na proudnici a proudnice se vzdalovala až na 10 m, nebo více pokud svodový proud přesahoval hodnotu 0,5 mA. Tato hodnota je považována za bezpečnou hodnotu proudu pro lidský organismus. Měření se opakovalo až do tlaku 800 kPa. U každé měřené trysky nebo nastavení průtoku proudnice bylo naměřeno nejméně 28 hodnot jednotlivých veličin s výjimkou automatických proudnic, kde byl počet měření redukován z důvodu příliš mnoha proměnných, které tyto proudnice vzhledem k principu činnosti zahrnují (průtok je ovlivňován jak tlakem a nastavením tak v závislosti na automatice proudnice).

Na závěr byla na základě zjištěných hodnot provedena ruční aplikace vodního proudu proudnicí AWC CM 52 (hubice 9 mm), AWC TN2400 (nastavení průtoku 400 l/min a 235 l/min) a AWG TN2130 (nastavení průtoku 130 l/min) na zkušební zařízení z vodorovné vzdálenosti 10 a 11 m.

5 Výsledky a diskuze

Naměřené průběhy hodnot svodového proudu se liší zejména v závislosti na typu proudnice. Proudnic plnoproudové dle ČSN EN 12 182-3 s klasickou kruhovou tryskou vykazují opakující se závislost svodového proudu na vzdálenosti s minimálními odchylkami. V případě kombinovaných proudnic s dutým prstencem vody (turbo) dle ČSN EN 12 182-2 vstupuje do závislosti mimo průtok a tlaku také proměnný tvar vodního proudu. Tento se oproti proudu z plnoproudé proudnice nejprve chová jako dutý prstenec, který se v určité vzdálenosti od trysky spojuje v proud kompaktní, který se dále rozpadá na proud kapek většího rozměru. Celá charakteristika vodního proudu se tak mění v závislosti na tlaku a průtoku. Tyto proudnice tak vykazují značné odchylky v naměřených hodnotách i při přibližně stejných průtocích a tlacích. Jedním z možných vysvětlení také může být stupeň roztržení vodních kapek v prstenci vodního proudu. U použité vody naměřené hodnoty vodivosti odpovídaly hodnotám obvyklým pro pitnou vodu.

Při ruční aplikaci vodního proudu na zkušební zařízení ve vzdálenosti 10 m nebyly dotýcnými osobami pozorovány žádné fyziologické příznaky průchodu svodového proudu. Ze získaných hodnot měření je zřejmé, že svodové proudy v této vzdálenosti jsou na hranici fyziologického vnímání elektrického proudu.

6 Závěr

Na základě naměřených hodnot svodového proudu je možné konstatovat, že u všech typů proudnic je výrazným faktorem změny svodového proudu vzdálenost proudnic od zdroje napětí. Dále je možné konstatovat, že dalšími faktory ovlivňující velikost svodového proudu je průtok vody v závislosti na tlaku vody. Bez ohledu na tlak vody je však možné říci, že nejvyšší svodový proud vykazují proudnice s největším nominálním průtokem vody např. 400 l/min. Svodové proudy u proudnic s nižším nominálním průtokem vody (130 l/min) dosahovaly zhruba polovičních hodnot. Závislost průtoku na tlaku není pro různé druhy proudnic stejná. Velký vliv má také geometrie vodního proudu, a to platí zejména u proudnic s dutým prstencem vody, která se v určité vzdálenosti spojuje v kompaktní vodní proud a po určité vzdálenosti se rozpadá na samostatné kapky.



Obr.2 Ruční aplikace vodního proudu na zkušební zařízení pod napětím 400 kV

Literatura

- [1] MV GŘ HZS ČR. Bojový řád jednotek požární ochrany – taktické postupy zásahu. Praha, 2017.
- [2] Trčka Martin, Thomitzek Adam, Ondruch Jan, Baudišová Barbora, Raška Zdeněk. Poznatky ze zkoušek přenosu elektrického náboje přes vodní proud, Požární ochrana 2017: Sborník příspěvků z mezinárodní konference: Ostrava, VŠB-TU v Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2014, str. 349-351. ISBN 978-80-7385-148-4. ISSN 1803-1803.
- [3] SCHREIBER, H. M. PORST, P. Hasební látky, chemicko fyzikální pochody při hoření a hašení. Praha ČSPO, 1972
- [4] ČSN EN 15182-2+A1. Ručně ovládané požární proudnice - Část 2: Kombinované proudnice PN 16, ÚNMZ: 2010
- [5] ČSN EN 15182-3+A1. Ručně ovládané požární proudnice - Část 3: Plinoproudové a/nebo sprchové proudnice s jedním pevným úhlem výstřiku PN 16, ÚNMZ: 2010

Člověk - vliv světla a prostředí

Jana Lepší Ing., Zdravotní ústav se sídlem v Ústí nad Labem, jana.lepsi@zuusti.cz, www.zuusti.cz
Anna Lepší studentka LF Plzeň KU

Abstrakt: Cílem přednášky je upozornit na problémy, se kterými se setkáváme dnes a denně. Prezentace obohatí téma množstvím názorných fotografií.

V čem žijeme

Zrak je jedním z nejdůležitějších smyslů člověka. Prostřednictvím zraku přijímáme až 80 % informací o svém okolí. Pomocí zraku vidíme tváře, barvy, orientujeme se v prostoru, pracujeme.

Lidstvo nikdy netrávilo v interiérech tolik času jako dnes. Podle některých zdrojů trávíme v interiérech až 90% času. Není to příliš?

Náš (ne)kontakt s denním světlem

Ne každý má to štěstí, že pracuje na místě s přístupem denního světla. Ti méně šťastní sice jdou o polední přestávce do místnosti s denním světlem, ale je to maximálně ½ hodiny. O kratších pauzách někteří kouří venku, zatímco nekuřáci většinou za chladných dnů raději ani nevychází.

Po práci většina z nás jde nakupovat. Kde se dnes dají nakoupit potraviny? Přeci v hyper/supermarketech. Ty jsou ale také převážně bez denního světla. V těch „lepších“ (kde byl moudrý majitel, či ho k tomu přiměl osvětlený hygienik) mají prodavačky světlík. V ostatních na tom nejsou lépe než v „bezokenních“ halách. Po nákupu nastoupíme opět do nějakého dopravního prostředku – někdo do automobilu s tónovanými skly (dobrovolná volba), někdo do veřejné dopravy vylepšené nalepenými reklamami. Cesta domů s nákupem nebývá co do množství expozice denním světlem časově významná. Kdo je sportovec či má psa, vyrazí ven, zbytek je opět uzavřen v budovách. Někteří se vrací domů za světla, avšak někteří vlivem dlouhé směny opět za šera.

I naše děti jsou v převážně uvnitř v budovách - ve škole, na kroužcích, doma u počítačů, či tabletů. A co důchodci v bytech? Dojdou k lékaři, na nákup, někteří s pejskem, pak je převážně již venku nepotkáte.

V zimních měsících nemáme dostatek přirozeného denního světla. To ovlivňuje naši náladu, pracovní výkon, soustředěnost,... Nedostatek denního světla zároveň může podmiňovat i vznik tzv. sezónních depresí.

Velkou část roku lidé ráno vstávají za tmy. Cestují různou dobu do práce, děti do školy. Nad tmou v metru (myšleno bez denního světla) se nikdo nepozastaví, ale už i v tramvajích a autobusech to začíná být velmi časté. Jsou polepené reklamami, či předvolebními kampaněmi. To všechno na úkor denního světla.

Velká část lidí pracuje v halách **bez denního světla**, v lepším případě se sdruženým osvětlením. Tráví tam 8-12 hodin denně, často i více než 5 dní v týdnu. Střídání na pracovištích bez denního světla sice má probíhat po 4 hodinách, ale velmi často k němu nedochází, protože není s kým se střídat – jako je tomu například v jednotkách obchodních center. Mnozí dokonce pracují na směny.

Práce na směny však neprospívá biorytmům. 12 hodinové směny jsou nezdravé a neefektivní. Výhodnější jsou snad jen z hlediska dojíždění do zaměstnání a menším počtu směn.

V roce 2014 zhruba každý 6. Čech pracoval v noci. Český statistický úřad zveřejnil, že je to až 16,2 %. Češi pracují mezi 23. a 6. hodinou častěji než Slováci, Poláci a Rakušané. Ženy se na této hodnotě podílejí z 13,3 %.

Nejčastější potíže způsobené pracovním zatížením dlouhých směn je zhoršení zraku, bolesti kyčlí, kolen, nohou, zad, hlavy,... a to zejména v druhé polovině směny. Aby ne, vždyť posadit se mnozí smí jen o přestávce k jídlu, případně u cigarety. Zároveň je v druhé polovině noci i nejhorší koncentrace na práci a tudíž i riziko chybovosti a vzniku poranění. Uvádí se, že riziko poranění je v průměru o 6 % vyšší při druhé noční směně, o 17 % při třetí a až 36% při čtvrté. V dlouhodobém horizontu mohou přicházet i poruchy spánku či občasná deprese. Mladí lidé jsou sice odolnější proti účinkům dlouhých pracovních směn, ale i u nich se 24 hodin bez spánku rovná stavu opilosti, kdy se v krvi nachází 0,1 % alkoholu.

Jak jsou na tom naše byty? Byty většinou byly projektovány s vyhovujícím denním osvětlením – činitel denní osvětlenosti 1,5 %. Po výměně oken za plastová se činitel denní osvětlenosti sníží, již není splněno ani 1,5 %. Ještě horší je to v případě, pokud se dům zateplí. Někteří majitelé domů však chtějí na domu vydělávat a tak si přes okna nechají pověsit látkovou reklamu. V takové místnosti je trvale šero.

Na webu najdete ukázky, jak si šikulové rekonstruují **sklepní prostory** na byt. Jeden je v článku dokonce popisován, jako plnohodnotný byt. Je to pro člověka vůbec zdravé bydlení? Není zde v dostatečné míře denní světlo a pravděpodobně není zajištěna ani výměna vzduchu. Určitě by se našlo mnoho dalších nevyhovujících aspektů jako například vlhké zdivo, které jen podpoří růst zdraví ohrožujících plísní,...

A co na to říkají naše oči?

Čím vyspělejší je společnost, tím horší má zrak. Umělé osvětlení proměnilo noc v den.

Statistiky za posledních 50 let ukazují strmý nárůst očních vad. Přibývá krátkozrakých dětí.

Podle výzkumů trpí téměř polovina Britů ve věku 25-29 let **krátkozrakostí** V celoevropském měřítku postihuje každého 4. v tomto věku. V čem můžeme hledat příčinu? Dlouhodobé koukání do monitorů a obrazovek, namáhání očí čtením na mobilech a tabletech, psaní esemesek,... Odborníci v 15 nezávislých studiích zjistili mnohem vyšší pravděpodobnost krátkozrakosti u vysokoškoláků oproti těm, co ukončili studium střední školou. Důvodem je doba strávená u počítače a tabletu. Od počátku 20. století se zvýšil počet krátkozrakých celkově, ve všech věkových skupinách. Lidé již méně pracují manuálně, ale více na počítačích.

Únava očí může mít více příčin: nedostatek světla, nevhodně zvolené světlo, oslnění, nadměrná zátěž očí při práci, dlouhodobé akomodační úsilí při práci u počítače. Oči zatěžuje i prašné prostředí měst, pracovišť, klimatizace, ale i displeje PC, tabletů a telefonů, od kterých se nedokážeme odtrhnout.

V případě oslňující osvětlovací soustavy odcházíme z práce s unavenýma očima. Kdo má nevhodně umístěný monitor **PC**, může na tom být i hůř. Příčinou může být i nevhodné

nastavení jasu monitoru. Ten by měl korespondovat s osvětlením okolního prostředí. Nevhodné je pracovat na PC s nastaveným vysokým jasem monitoru při nízké osvětlenosti – vede to ke zvýšené únavě očí. Nastavování jasu je nejlepší na bílé stránce – pokud je jas moc vysoký, je potřeba jas stáhnout. Pokud se stránka jeví šedá, jas přidáme.

Při práci na počítačích se naše soustředěnost projevuje tím, že méně mrkáme. To má za následek nesouvislost a nestabilitu slzného filmu, který se výrazně podílí na ochraně a částečně i na výživě rohovky. Při nedostatečné tvorbě nebo při nadměrném odpařování slz dochází k vysychání očí, které se projevuje pocitem pálení, řezání, ale i zhoršeným viděním nebo bolestmi hlavy. Nejedná se však jen o diskomfort. V dlouhodobém horizontu, kdy problém není řešen, dochází k poškození povrchu očí a vidění. Na „suché oko“ pomohou oční kapky tzv. umělé slzy. Někdy může pomoci snížit namáhání očí i jen větší písmo na monitoru. Dále je taky velmi důležité dopřát očím „akomodační“ přestávky, které spočívají v zaostření na vzdálené předměty nejlépe pohledem z okna, do zeleně. Dnes se v některých kancelářích zřizují (nejen z estetických důvodů) koutky s vertikální zelenou stěnou osázenou rostlinami.

Většina lidí po 40. roce věku musí nosit brýle, což je dnes způsobeno nejen fyziologickým stárnutím. Zkontrolovat svůj **zrak** není těžké. Dejte si tištěný text před oči a vzdalujte jej od sebe, dokud jej nevidíte ostře. 20letý zaostří asi na 9 cm, 40letý asi na 25 cm, s dále postupujícím věkem už ruce nestačí. Tomuto stavu, kdy se pozvolna s věkem vzdaluje blízký bod, se říká vetchozrakost. Postihuje velkou část populace po čtyřicítce, ve vyšším věku se to týká až 90 % z nás. Nezbyvá než navštívit očního lékaře, aby nám předepsal brýle na čtení. Pravidelnou oční jógou prý lze nutnost nošení brýlí oddálit až o několik let. Tak proč to nezkusit, třeba budete úspěšní.

Klimatizace kromě teplotního šoku, nachlazení, bolestí hlavy a zatuhlého krku je významným faktorem, který zhoršuje syndrom suchého oka. Dochází ke zvýšenému vysychání očí vlivem proudícího vzduchu a nízké vzdušné vlhkosti. Suché oko se však někdy může paradoxně projevat i zvýšeným slzením očí. Jednotlivé složky slzného filmu jsou ale v nerovnováze, s přebytkem vodní složky, kdy je nižší viskozita. Tyto slzy rychle oschnou, a tudíž neplní svou přirozenou funkci. Ještě hůře než klimatizace mohou působit různé ventilátory. Klimatizace na rozdíl od ventilátorů upravuje vzdušnou vlhkost. Avšak je velmi důležité klimatizaci držet v čistotě. V opačném případě se může být zdrojem alergenů a infekce, protože uvnitř se mohou vyskytovat prach, roztoči, bakterie a plísně. Astmatici by je neměly používat vůbec. I při používání klimatizace by se mělo občas větrat. A zároveň by klimatizace neměla foukat přímo na nás.

Nekvalitní spánek

Nejčastěji je způsobován všudypřítomným stresem. Poruchami spánku a nespavostí trpí údajně až 45 % populace. Stres společně s nedostatkem spánku ovlivňuje kapacitu našeho mozku.

Podle výzkumů v současnosti spí dospělí o hodinu a půl méně než jejich předkové před 100 lety. Takové spánkové deficity mohou na našem těle i duši napáchat nenapravitelné škody. Nekvalitní či nedostatečný spánek má vliv na regeneraci těla (včetně očí). Negativně ovlivňuje paměť. Při dlouhodobém deficitu postupně může vzniknout úzkost a deprese. Dle výzkumu univerzity v Tel Avivu v roce 2016 nedostatek spánku výrazně snižuje schopnost rozlišit, co je důležité a co ne. Nedostatek spánku může zhoršit i např. atopický ekzém.

Vyčerpaný organismus požaduje větší množství tekutin, dále slaná a mastná jídla, případně konzumaci cukrů. Spánkový deficit se projeví i zvýšenou hladinou hormonu ghrelinu, který dává mozku zprávu o pocitu hladu, a snižuje hladinu hormonu leptinu, který podává zprávu o nasycení. To se později projeví i na rovnováze mezi příjmem/výdejem energie. Časem se naruší metabolismus glukózy, což může dojít až ke vzniku cukrovky. Tělo zároveň ve zvýšené míře produkuje stresový hormon kortizol. S tím souvisí zvýšení rizika infarktu, mrtvice, snižená je i obranyschopnost – snižuje se schopnost bojovat s běžným nachlazením a virovými infekcemi. Nedostatek spánku vede k vyšší produkci adrenalinu. S méně než 7 hodinami pravidelného spánku se zvyšuje úmrtnost.

Lidová moudrost říká, že spánek léčí. Pro kvalitní **spánek** je důležitá **tma**. Za tmy se v šišince začne tvořit spánkový hormon melatonin. Ovlivňuje nejen spánek, ale i jiné fyziologické funkce jako je krevní tlak, tělesnou teplotu, hladiny hormonů, metabolismus cukrů, tuků a bílkovin. Hladina melatoninu s přibývajícím věkem značně klesá. Vědci v Seattlu zjistili, že nižší hladiny melatoninu mohou mít vliv i na nádorové bujení.

Modré světlo potlačuje tvorbu melatoninu, proto je lepší vypnout asi 90 minut před spánkem televizi, PC, tablety a mobilní telefony. Z tohoto důvodu jsou na večerní svícení vhodné světelné zdroje bez modré složky.

Do odpočinkových prostor – našich domovů – bytů, hotelových pokojů je vhodné spíše teple bílé světlo. Studené světlo s teplotou chromatičnosti se nad 5 000 Kelvin se do bytu nehodí. Působí studeně, zkresluje odstíny barev. Důvodem je i to, že v bytech se převážně jedná o nízké osvětlenosti pod 500 luxů.

Stejně jako v létě tak i v zimě oči ohrožuje **UV záření**. Rohovka, která absorbuje většinu UV záření (UV-B), neregeneruje. Účinek UV záření se u ní kumuluje v průběhu života. Zvyšuje se riziko poškození očí především u mladých lidí. Vystavení se UV záření odraženému od sněhu po 1 hodinu nebo pohybovat se na světle odraženého od světlého písku či vody během poledne může vyvolat „sněžnou slepotu“. Čočka absorbuje UV-A i UV-B. UV záření bývá nejčastěji spojováno především s melanomem. Velké množství UV záření však může vést ke vzniku či urychlení šedého zákalu, proto je potřeba chránit své oči kvalitními brýlemi s UV filtrem. Dnes často používané oční čočky se vyrábějí také s UV filtrem. Čočka však chrání pouze rohovku a oční čočku. Zbytek oka je potřeba chránit opět brýlemi s UV filtrem.

Nejvyšší expozice UV nastává pod úhlem dopadajícího světla okolo 40 stupňů. Největší riziko pro oči je dopoledne a v pozdním odpoledni.

Melanom je zhoubný nádor vycházející z melanocytů - pigmentových buněk kůže a očí, kde všude může i primárně vzniknout. Před 30 lety byl melanom oka velmi vzácný. Dnes výskyt dramaticky narůstá. Ročně u nás onemocní kolem 700 lidí. V časných stádiích nebolí, na první pohled nemusí být vidět (může růst i uvnitř oka – ze sítnice) a je pak objeven téměř náhodně, když člověk navštíví svého očního lékaře. To může trvat i roky. Za viníky je považována slabá ochrana proti UV záření a nedostatek přirozeného světla, kdy **v obličejích a v očích tak chybí přirozená pigmentace, která tkáň chrání**. Svoji roli má i životní styl současné populace. **Stále více času trávíme v budovách**, do přírody vyrážíme nejčastěji jen na dovolenou (moře, hory,...), odkud se chceme vrátit krásně opálení,...

Literatura a odkazy

- [1] https://www.wikiskripta.eu/w/Syndrom_suchého_oka
- [2] https://is.muni.cz/th/qv8hf/Zmeny_akomodacni_sire_v_zavislosti_na_veku_a_refrakcnich_vadach1.pdf
- [3] <http://www.drstuchla.cz/sluzby/suche-oko/suche-oko.html>
- [4] <https://www.novinky.cz/zena/zdravi/414025-melanom-oka-neboli-ale-patri-mezi-nejagresivnejsi-nadory.html>
- [5] <https://www.velux.cz/indoorgeneration>
- [6] články z odborných i běžných časopisů a novin, internetu posledních let
- [7] <https://www.kontaktnicocka.cz/clanky-vliv-uv-zareni-na-oko.html>

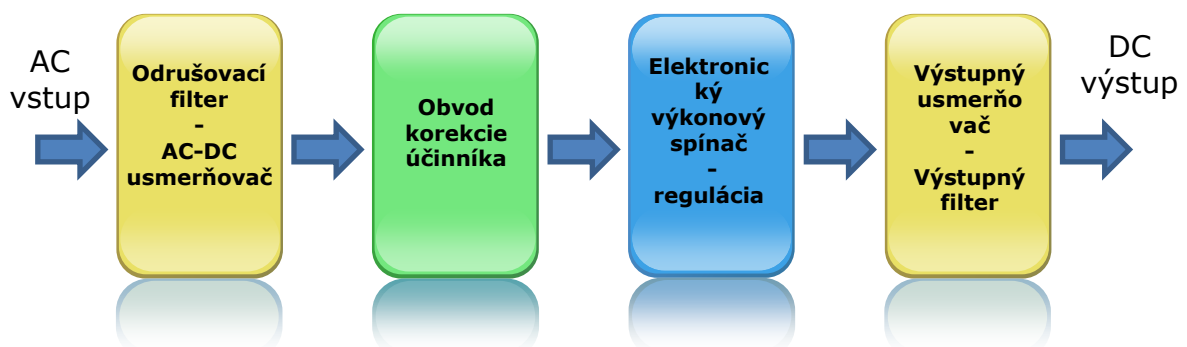
Elektrické parametre stmievateľných LED svietidiel

Lukáš Lipnický, Ing., Peter Janiga, Ing., PhD., Roman Dubnička, Mgr., PhD.,
Slovenská technická univerzita v Bratislave, lukas.lipnický@stuba.sk

Abstrakt: Osvetľovacie systémy sú v súčasnosti jednou z hlavných častí spotreby elektrickej energie. Jednou z hlavných možností znižovania energetickej náročnosti osvetľovacích sústav je stmievanie. Stmievanie je typ regulácie pomocou ktorej je možné regulovať svetelný tok svetelných zdrojov a svietidiel. Táto regulácia sa používa vo verejnom osvetlení, priemysle ale aj domácnostiach. Stmievanie umožňuje prispôbenie osvetľovacej sústavy rôznym špecifickým požiadavkám a okolitým podmienkam ako sú hustota premávky, dostupnosť denného svetla a podobne. Regulácia svetelného toku môže v závislosti od typu vplývať na elektrické parametre svietidiel medzi ktoré patrí aj účinník.

1 Úvod

LED svietidlá v posledných rokoch dominujú na trhu s osvetlením. Medzi ich najdôležitejšie výhody patrí dlhá životnosť, index podania farieb a vysoký merný výkon, čo vedie k úsporám elektrickej energie. LED svietidlá pozostávajú z hlavného telesa v ktorom sú umiestnené LED svetelné zdroje spolu s optickým systémom a predradníkov ktoré zabezpečujú napájanie LED svetelných zdrojov. Predradník v LED svietidlách predstavuje nelineárne zaťaženie. Návrh predradných prístrojov je pre výrobcov náročná úloha pri ktorej je potrebné vyriešiť mnoho problémov. V súčasnosti patrí medzi najčastejšie riešené problémy znižovanie harmonického skreslenia a korekcia skutočného účinníka (PFC). Predradníky bez korekcie účinníka majú neharmonický priebeh prúdu vplyvom čoho môže dochádzať k interferencii s inými zariadeniami a zhoršeniu kvality elektrickej siete [1]. Príliš veľký obsah harmonických zložiek môže spôsobiť nefunkčnosť citlivých elektronických zariadení a taktiež môže poškodiť nechránené kompenzačné stanice. Bloková schéma predradníka pre LED svietidlá ktorý obsahuje obvod korekcie účinníka je znázornená na obrázku 1. LED predradníky taktiež môžu obsahujú rôzne ochrany ktoré nie sú uvedené v blokovej schéme. Medzi takéto ochrany patria najmä: ochrana proti prepätiu (OVP), ochrana proti podpätiu (UVP), nadprúdová ochrana (OCP), výkonová ochrana (OPP), ochrana proti preťaženiu (OLP), ochrana proti prehriatiu (OTP) a ochrana proti prevádzke bez záťaže (NLO).



Obr.1 Bloková schéma LED predradníka s obvodom korekcie účinníka

Skutočný účinník je definovaný ako pomer činného výkonu k zdanlivému výkonu.

$$PF = \frac{P[W]}{S[VA]} \quad (1)$$

Celkové harmonické skreslenie prúdu predstavuje pomer efektívnych hodnôt vyšších harmonických prúdov k efektívnej hodnote prúdu základnej harmonickej [2].

$$THD_i[\%] = 100 \times \sqrt{\sum_{p=2}^{\infty} \frac{I_p^2}{I_1^2}} \quad (2)$$

Elektrické zariadenia v Európe musia spĺňať požiadavky EN 61000-3-2 "Elektromagnetická kompatibilita (EMC). Časť 3-2: Medze. Medze vyžarovania harmonických zložiek prúdu (zariadenia so vstupným fázovým prúdom ≤ 16 A)" [3]. V EN 61000-3-2 sú elektrické zariadenia rozdelené do štyroch tried (A, B, C, D), pričom každá trieda má definované vlastné limitné hodnoty vyšších harmonických prúdov. Uvedená norma definuje hodnoty pre jednotlivé harmonické (od 2 do 40). Limity pre celkové harmonické skreslenie prúdu (THDi) nie sú v danej norme uvedené. Osvetľovacie zariadenia s príkonom väčším ako 25W sú zaradené do triedy C. Osvetľovacie zariadenia s príkonom menším ako 25W musia spĺňať požiadavky triedy D.[3].

2 Korekcia skutočného účinníka (PFC)

Korekcia skutočného účinníka LED predradníkov je odlišná od korekcie účinníka odberu ktorého charakteristika je sínusová. LED predradník má charakter nelineárnej záťaže, obsahuje vyššie harmonické a preto je pri ňom potrebné uvažovať aj deformačný výkon. Pre korekciu skutočného účinníka sa využívajú obvody s označením PFC (Power factor correction). V praxi sa používajú obvody s aktívnou a pasívnou korekciou skutočného účinníka. Pasívna korekcia je lacnejšia a je založená na použití Pi a T dolno-priepustných filtrov. Aktívna korekcia je drahšia no na druhej strane efektívnejšia a je možné pomocou nej dosiahnuť hodnoty skutočného účinníka približne 0,98 a vyššie. Aktívna korekcia dokáže korigovať hodnoty v širšom výkonovom rozsahu čo je vhodné najmä pri stmievaní.

3 Meranie elektrických parametrov

Pre meranie boli zvolené tri svietidlá s rôznymi predradnými prístrojmi a príkonmi. Svietidlo 1 obsahuje predradník s menovitým príkonom 18 W, svietidlo 2 má predradník 2 s menovitým príkonom 35 W a svietidlo 3 ktoré má predradník 3 s menovitým príkonom 100W. Predradníky 1 a 2 majú deklarovaný skutočný účinník 0,95, predradník 3 má deklarovaný skutočný účinník $> 0,96$ pri menovitom príkone. V Predradníkoch svietidiel 1 a 2 je použitá pasívna korekcia účinníka, v predradníku vo svietidle 3 je použitá aktívna korekcia účinníka. Zaťaženie LED predradníka v svietidle 1 je 44% menovitého príkonu, vo svietidle 2 je zaťaženie 85% menovitého príkonu. Zaťaženie predradníka vo svietidle 3 je 97% menovitého príkonu. Elektrické parametre boli merané v rozsahu stmievania 10 až 100% svetelného toku. Počas merania boli svietidlá napájané stabilizovaným striedavým zdrojom s menovitým napätím 230 V. Na každej úrovni stmievania boli vzorky stabilizované 15 minút. Namerané hodnoty činného, zdanlivého, jalového výkonu, skutočného účinníka a celkového harmonického skreslenia prúdu pri jednotlivých úrovniach stmievania sú uvedené v tabuľkách 1 - 3. Na obrázkoch 2 - 4 sú znázornené hodnoty činného výkonu, skutočného účinníka a celkového harmonického skreslenia prúdu závislosti od rozsahu stmievania.

Svietidlo 1					
Dimm [%]	S [VA]	P [W]	Q [Var]	PF [-]	THDi [%]
10	-	-	-	-	-
20	6.32	1.60	6.12	0.250	16.56
30	7.40	2.43	6.98	0.328	21.06
40	7.99	3.14	7.35	0.390	21.57
50	8.55	3.91	7.61	0.456	18.49
60	8.95	4.58	7.68	0.513	15.86
70	9.46	5.52	7.67	0.584	13.91
80	9.85	6.43	7.59	0.654	12.15
90	10.56	7.25	7.43	0.693	10.81
100	10.90	8.04	7.35	0.737	10.09

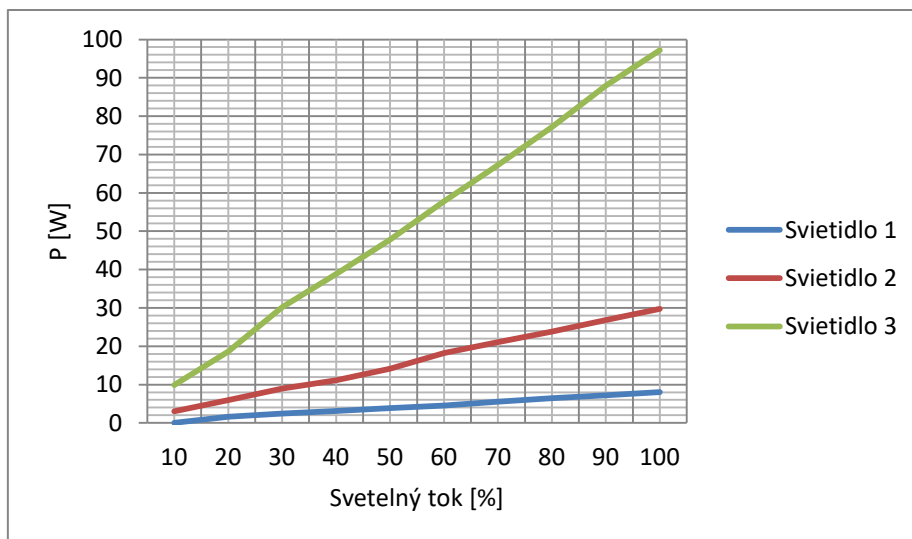
Tab. 1 Namerané elektrické parametre svietidlo 1

Svietidlo 2					
Dimm [%]	S [VA]	P [W]	Q [Var]	PF [-]	THDi [%]
10	11.14	3.05	10.70	0.271	15.42
20	12.21	5.94	10.67	0.483	16.27
30	15.14	8.95	12.31	0.597	17.53
40	15.14	11.10	10.23	0.734	10.70
50	17.25	14.11	9.92	0.817	9.73
60	20.69	18.20	9.77	0.881	8.68
70	23.12	21.09	9.46	0.907	8.12
80	25.57	23.79	9.34	0.930	7.55
90	28.42	26.86	9.15	0.944	7.31
100	31.07	29.76	8.94	0.957	7.11

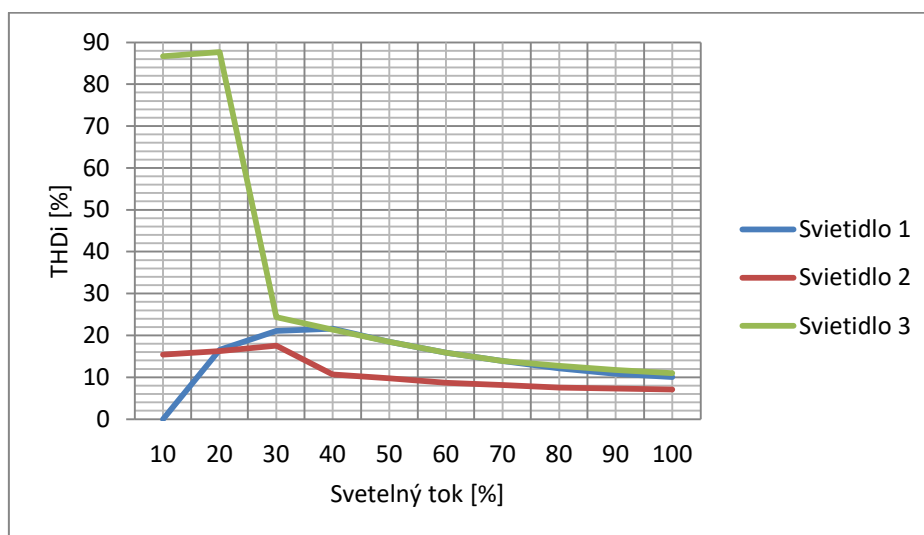
Tab. 2 Namerané elektrické parametre svietidlo 2

Svietidlo 3					
Dimm [%]	S [VA]	P [W]	Q [Var]	PF [-]	THDi [%]
10	23.98	9.88	21.76	0.413	86.70
20	41.15	18.63	36.64	0.453	87.65
30	32.85	30.14	13.06	0.917	24.35
40	41.06	38.82	13.47	0.945	21.35
50	49.86	47.82	13.91	0.960	18.44
60	59.56	57.80	14.37	0.970	15.86
70	68.86	67.22	14.83	0.977	13.86
80	78.70	77.14	15.59	0.980	12.77
90	89.44	87.92	16.42	0.983	11.75
100	98.69	97.19	17.10	0.985	10.98

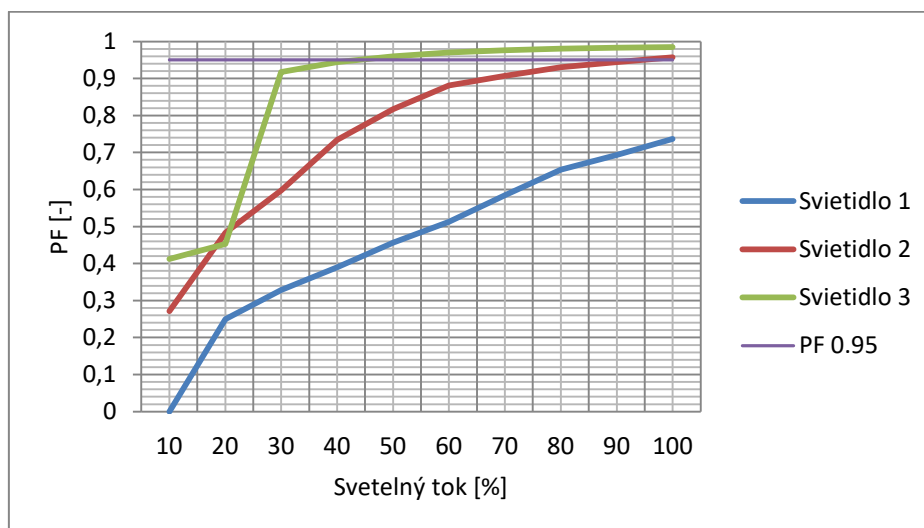
Tab. 3 Namerané elektrické parametre svietidlo 3



Obr.2 Závislosť činného výkonu od úrovne stmievania



Obr.3 Závislosť celkového harmonického skreslenia prúdu od úrovne stmievania



Obr.4 Závislosť skutočného účinníka od úrovne stmievania

Z nameraných hodnôt je vidieť že hodnota skutočného účinníka sa vplyvom stmievania znižuje. Pri svietidle 1 bola maximálna nameraná hodnota skutočného účinníka 0,737 čo bolo spôsobené menším zaťažením (44% menovitého príkonu). Svietidlo 1 bolo stmievané v rozsahu 20 - 100% pretože použitý predradník neumožňoval nastaviť menší príkon ako 1,6 W. Pri úrovni stmievania 90% bola pri svietidle 2 hodnota skutočného účinníka 0,944, čo je spôsobené opäť menším zaťažením použitého predradníka. Predradník 3 má udávaný skutočný účinník > 0,96 pri menovitom príkone. Z nameraných hodnôt je zrejmé že použitie obvodov korekcie účinníka v danom LED predradníku dokáže korigovať hodnoty skutočného účinníka v širšom rozsahu stmievania 50 - 100% nad úroveň 0,95.

4 Záver

Stmievanie umožňuje prispôbienie osvetľovacích sústav podľa rôznych špecifických požiadaviek a okolitých podmienok. Vďaka nemu je možné znížiť spotrebu elektrickej energie osvetľovacích sústav verejného osvetlenia v noci keď je nízka premávka, taktiež umožňuje aj riadenie vnútorných osvetľovacích systémov v závislosti od dostupnosti denného svetla. Počas stmievania sa ale menia elektrické parametre jednotlivých svietidiel ktoré vplyvajú na kvalitu elektrickej siete a môžu ovplyvňovať funkciu iných zariadení. Jedným z parametrov, ktoré sa významne menia, je aj skutočný účinník. V Slovenskej republike sa pre odberné miesta vyhodnocuje priemerná mesačná hodnota účinníka. Pokiaľ odberateľ nedodrží tolerované hodnoty 0,95 až 1 platí špeciálne prirážky ktoré sú uvedené na faktúre. Stmievané osvetľovacie sústavy s ohľadom na ich prevádzkový čas a stmievací profil môžu negatívne ovplyvniť hodnotu účinníku. Z meraní je zrejmé že LED predradníky s aktívnou korekciou účinníka dokážu korigovať hodnotu skutočného účinníka v širšom rozsahu, preto sú do stmievaných osvetľovacích sústav vhodnejšie ako predradníky s pasívnou korekciou účinníka. Pri malých osvetľovacích sústavách môže byť vplyv na výsledný účinník v rámci celkovej elektrickej inštalácie zanedbateľný, čo však nemusí platiť pri veľkých osvetľovacích sústavách kde sa ich prípadný vplyv musí korigovať inštaláciou vhodného kompenzačného zariadenia.

PodĎakovanie

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

VEGA 1/0640/17 „Sebestačné inteligentné siete a regióny a ich začlenenie do existujúcej elektrizačnej sústavy“

Literatura a odkazy

- [1] T.A. Kneschke, "Distortion and Power Factor of Nonlinear Loads", IEEE Power Engineering Society Summer Meeting, 1999, pp. 457-462.
- [2] ON Semiconductor, Power Factor Correction (PFC) Handbook, HBD853/D Rev.5, 2014
- [3] K IEC 61000-3-2, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current $\leq 16\text{A}$ per phase), 2018.

Nejistota výsledků

Tomáš Maixner, Ing., dql@dql.cz, www.dql.cz

Abstrakt: V textu polemizuji s představami projektantů, stavebních úřadů nebo hygieniků. S představami, že výpočet je přesnou záležitostí a není možné, aby se mylil. Neporovnávám různé výpočetní programy (s jednou výjimkou), porovnávám toliko výstupy z jednoho programu. Není jmenován, aby nebyla zpochybněna jeho věrohodnost. Rozhodně je totiž stejně věrohodný, jako mnohé jiné programy.

1 Úvod

Podle řady norem ČSN 36 0011 je nutné měření korigovat s ohledem na řadu vlivů..., napětí v síti, teplotu, korekci přístroje... a s ohledem na nejistotu měření. Nejistota měření se obvykle pohybuje kolem 10 %.

Dopady jsou poměrně závažné. Například v kanceláři je naměřena hodnota (průměrná, udržovaná) 550 lx. Po zahrnutí uvedené nejistoty měření je nutné prohlásit, že uvedená veličina nabývá hodnoty 495 až 605 lx. Nelze tedy rozhodnout, zda je osvětlovací soustava vyhovující, protože předepsaná hodnota 500 lx leží v uvedeném pásmu.

V tomto případě měření je takové rozhodnutí přísné. A nejen v tomto případě. Už taková „drobnost“, jako je velikost udržovacího činitele a stavu osvětlovací soustavy v okamžiku měření. První hodnotu určí na základě hypotetických předpokladů projektant, druhou, ještě více hypoteticky zpracovatel měření. Dejme tomu, že poměr stavu v době měření a návrhový je 0,75. Pokud by byl 0,76, tak naměřená hodnota z příkladu nebude 550, ale 557 lx ($550/0,75 \times 0,76$), spodní mez bude 501 lx a soustava se stane vyhovující. Poněkud nesmyslné, ale rozumný zpracovatel měření a hodnotitel se „přehmatu“ ve stanovení udržovacího činitele dopustí.

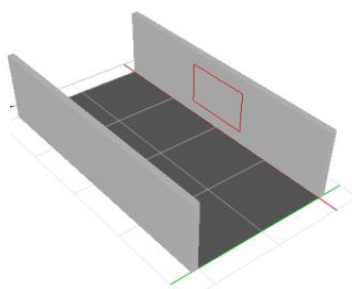
Nebudu se však zabývat nejistotami měření. Pokusím se zabírat se nejistotou výpočtů.

2 Odišnost výsledků výpočtů

V minulosti byly již několikrát publikovány zprávy o porovnání výpočtů s měřením nebo porovnání výsledků výpočtů různými programy. Zmíněné práce ukazovaly na to, že se výsledky jednotlivých programů více nebo méně navzájem liší. Dokonce se někdy liší výsledky různých verzí téhož programu.

Nadalo mi to, a provedl jsem výpočet pro jednoduché zadání. Dvě stěny dlouhé 40 m, vysoké 10 m a navzájem vzdálené 20 m. Činitel odrazu pro obě plochy 0,50 a pro terén 0,10. Uprostřed jedné z nich je kontrolní plocha dlouhá 10 m a vysoká 6 metrů. Viz obr. 1. Výpočet denního osvětlení jsem provedl v kontrolních bodech umístěných s roztečí 2 m, první kontrolní bod leží v levém horním rohu, není tedy vzdálen obvyklou polovinu rozteče od hrany výpočtové roviny. (Úmyslně popisuji podrobně, aby byla zajištěna opakovatelnost. A nebudu se zlobit, když mi někdo zašle výsledky zpracované jeho oblíbeným programem.)

První pozoruhodností byl fakt, že výsledek přísně symetrického zadání byl nesymetrický (Tabulka 1). Vesměs jednalo o setiny, v jednom bodě však dokonce dvě desetiny (přesněji, 0,19).



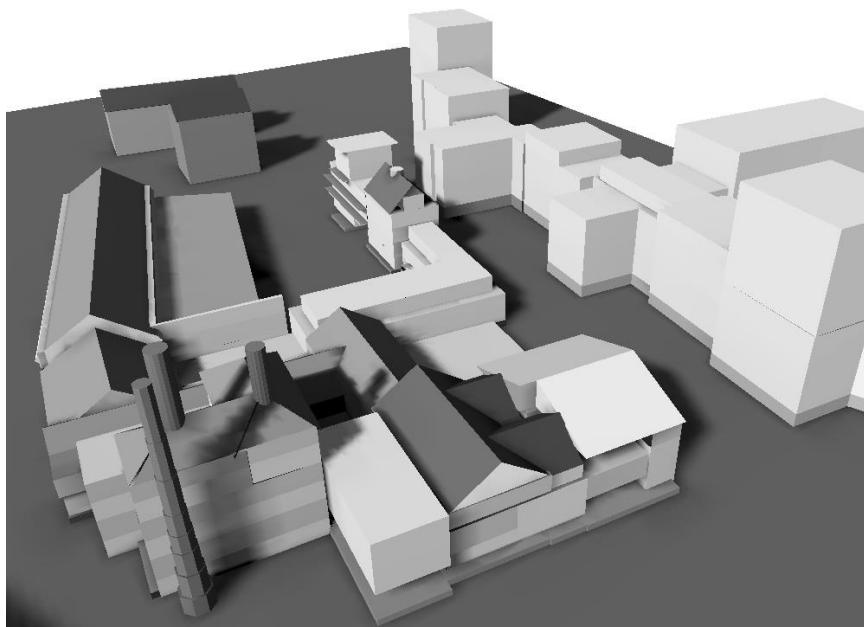
Obr.1 příklad výpočtu

Připočtu lidský faktor. Při výpočtu pro totéž zadání, avšak v jiném výpočetním programu, jsem se dopustil drobného přehlédnutí. Posunul jsem kontrolní plochu o několik centimetrů (opravdu jednotek). Výsledek byl až neuvěřitelně nesymetrický – rozdíl 1,98 %. Což k velikosti vypočtené hodnoty je $1,98/43,16 = 0,05$ – chyba 5 %.

Tab.1 Výsledky – symetrické body s nesymetrickým výsledkem jsou podbarveny

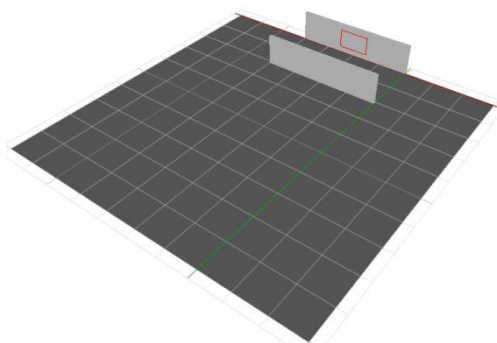
	0	2	4	6	8	10
6	42,21	42,07	42,10	42,10	42,09	42,02
4	40,73	40,58	40,59	40,59	40,59	40,73
2	39,49	39,34	39,34	39,34	39,34	39,49
0	37,00	36,59	36,58	36,58	36,83	36,99

Je až překvapivé, že drobná chyba v zadání může způsobit tak významnou chybu. Kolik chyb se dá „nasekat“ v případě složitější situace. Třeba takové, jaká je na obr. 2. Potěšilo mne, že kontrolující architekt našel pouze čtyři nedostatky. Chybějící sedlová střecha, nadbytečné podlaží. Pochopitelně nemohl zkontrolovat, zda se liší výška podlaží nebo domu o nějaký centimetr (decimetr, snad ne metr). Kolika odchylek oproti skutečnosti jsem se dopustil, ani nechci domyslet.



Obr.2 Nevysychající zdroj nepřesností a chyb výpočtu

Další zajímavost. V programu (znalci ví, o kterém hovořím) se zadává velikost plochy na které se modeluje posuzovaný prostor. Na obr. 2 je totéž zadání jako v příkladě, avšak s několikanásobně větší základní plochou.

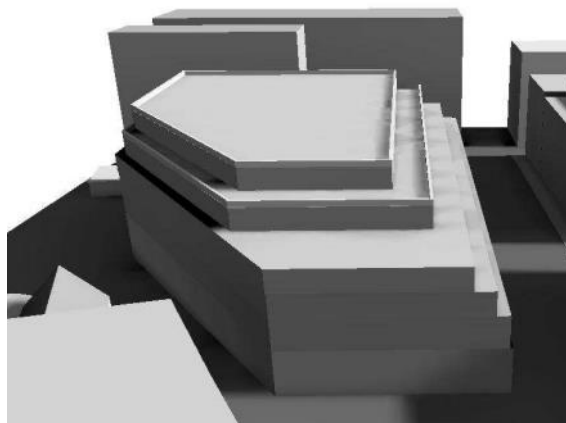


Obr.3 příklad výpočtu

Takové zadání je naprosto korektní, výsledky by se neměly lišit. Přesto se liší. Někdy až významně. Pro původní zadání z obr. 1 je průměrná hodnota 39,7 % a pro „velkou“ plochu z obrázku 3 to je 40,5 %. Minimální hodnoty jsou 37,3 a 36,6 %.

3 Interpretace výsledků

Z dosud uvedeného je zřejmé, že věřit v přesnost programů je bláhové. Není až tak vzácný případ, zůstanu u denního osvětlení, že činitel denní osvětlenosti na průčelí bude 31,94 %, po zaokrouhlení 31,9 %. Po vyčerpání všech korektních možností úpravy zadání. Norma však požaduje hodnotu 32,0 %. V okamžiku, kdy se narazí na neoblomný kontrolní orgán, který většinou dané problematice ani nerozumí, nastává problém. Navrhovaná stavba nadměrně ovlivňuje své okolí. Existují řešení – snížení navrhované budovy, posunout je o něco dál (pokud nezačne zastiňovat jiný objekt), změnit dispozici posledního podlaží, nebo i několika...



Obr.4 ustupující podlaží – z části proto, aby se omezilo nadměrné zastínění okolí

Žádné z oněch omezení není investorem vítáno. S vědomím nepřesnosti zadání, nepřesnosti výpočetních programů, nelze než s ním souhlasit a považovat zlovůli moci za nesmyslnou. Desetinu procenta nikdo nemůže postřehnout, ani korektně změřit. Vždyť při nejistotě měření jen 5 % (kde by se vzala?) to je pro normovou hodnotu 32 % nejistota více než jedno procento... 1,6 %.

Podobné případy mohou nastat i pro umělé osvětlení. Zejména v menších prostorech jsou běžné případy, kdy nepostačí k zajištění osvětlení „celý“ počet svítidel. Dejme tomu, že by vystačila 4,1 svítidla. Musí se však použít pět kousků. Pak je udržovaná osvětlenost téměř o čtvrtinu vyšší, než je zapotřebí. Ne, že by to vadilo, ale z pohledu investičních i provozních

prostředků jde o plýtvání. Ale to je celkem řešitelná situace. Použitím odstupňované nebo kombinované soustavy lze zajistit splnění požadavků norem na pracovním místě.

Jinak tomu však je v dalších případech.

Třeba nesmyslný požadavek na splnění rovnoměrnosti osvětlení v rohu místnosti za zády žáků v učebně. Nekompromisní kontrolor nevezme v potaz nepřesnost výpočtu, v rohu může být tmavší nebo světlejší kus nábytku a realita je někde zcela jinde.

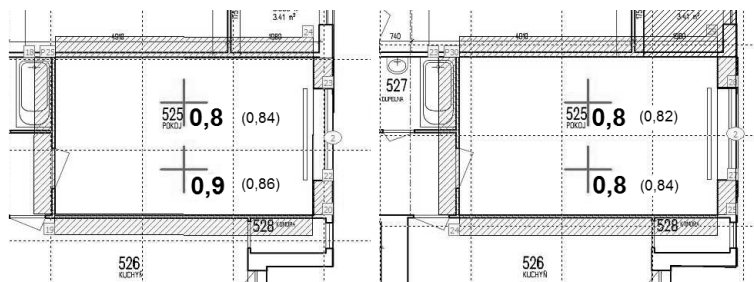
Ještě pozoruhodnější je tvrdošíjný požadavek na splnění omezení míry oslnění (UGR_L). Vyšlo 19,2 – dozorce takový výsledek nepřipustí. Marno mu vykládat, že jde o experimentálně stanovenou hodnotu. Marno mu vykládat, že záleží především na vlastnostech zraku osob, které budou prostor obývat. Že mohou posuzovat prostor za vyhovující i v případě, kdy bude míra oslnění třeba 22. Naopak, mohou jej označit za nevyhovující, i když výsledek výpočtu bude 18,1.

4 Referenční a jiné objekty

Vrátím se ještě k výpočtům v oblasti denního osvětlení. Velmi často se srovnává současný stav s budoucím. Pominu případy, kdy se realita nahrazuje „referenčním“ objektem na místě proluky. To by vydalo na samostatný příspěvek. Nekorektnosti se to tam jen hemží.

Časté jsou také případy, kdy se sedlová střecha nahradí pultovou, aby se získal vyhovující prostor pro zobytnění podkroví. Pak pravděpodobně dojde ke snížení osvětlení protilehlé fasády větším zacloněním oblohy. Pokud přitom dojde k tomu, že nová hodnota bude nižší než předepsaná, tak nastává problém.

Jeden z konkrétních příkladů je na obr. 5



Obr.5 Vlevo současný, vpravo navrhovaný stav

V původním stavu je stav vyhovující, protože $(0,8+0,9)/2 = 0,9$ %, což je požadavek normy, která navíc požaduje zaokrouhlení výsledků na jednu desetinu. V navrhovaném stavu norma splněna není. Hodnoty jsou sice obě vyšší, než norma (ČSN 73 0580-2) požaduje, avšak průměrná hodnota je 0,8 %, tedy nepřipustná. Přitom došlo ke zhoršení v každém z kontrolních bodů o 0,02 % (hodnoty v závorce). Neměřitelné, nepostřehnutelné.

Není pak celkem divu, že se výpočtáři uchylují k úskokům. Prozradím ten nejobvyklejší (doufám, že je obecně známý) – prohlásí se, že nový objekt bude mít velmi světlou fasádu, tedy odražená složka bude vyšší a celková hodnota činitele denní osvětlenosti nejen, že neklesne, ale dokonce vzroste. Postižení sousedé! Nelkejte, jásejte!

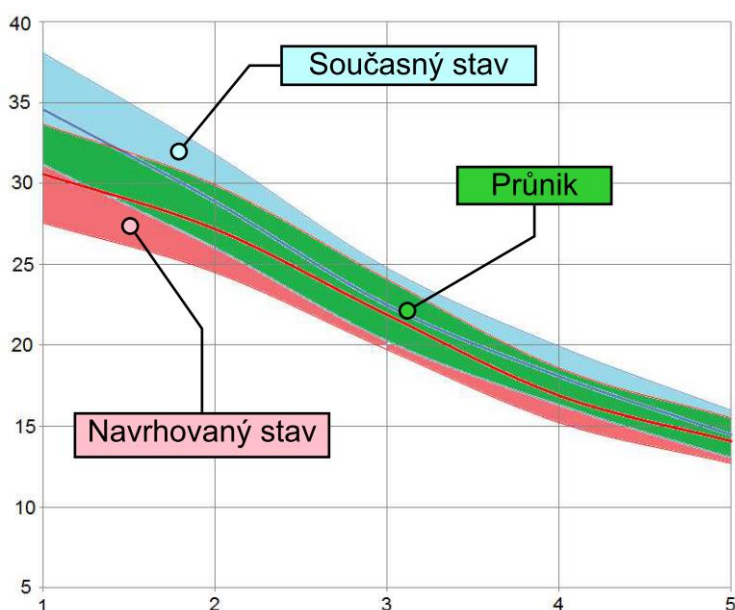
Pokud by se tímto způsobem postupovalo v případě podobně zanedbatelných odchylek jako v příkladu na obr. 5, tak je to do určité míry omluvitelné. Oč serioznější by však bylo, kdyby se připustila určitá odchylka, nejistota. Kolik poctivých autorů studií osvětlení by přibylo ☺.

Žel, podobným způsobem postupují někteří počtáři i v případě pozorovatelných a měřitelných odchylek. Doufají v to, že nikdo nebude realitu ověřovat měřením. Často je to ostatně i nemožné. Často jim to projde. Prakticky vždy.

5 Co s tím?

Popsané případy lze „řešit“. Například „úpravou“ zadání. Není problém dosáhnout hodnoty činitele denní osvětlenosti 32,2 %, potřebného počtu čtyř svítidel, rovnoměrnosti osvětlení 0,63 nebo UGR = 18,7. Nepoctivce zklamu – nehodlám se podělit o postupy vedoucí ke kýženému výsledku. Některé jsou velice důvtipné a musel jsem vynaložit poměrně značné úsilí, abych je odhalil.

Podobně v případě porovnávání stavů by bylo řešením zavedení tolerance (nejistoty). Pokud by se připustila například 15 % vypočtených hodnot, tak by bylo možné interpretovat výsledky tak, jak je uvedeno na obr. 6 (tam je to na jen 10 %). Rozptyl hodnot pro navrhovaný a současný stav se prolíná. Nelze, jako při obdobné situaci při měření, rozhodnout, zda se stav zlepšil nebo zhoršil. Při takových změnách pak navrhuji prohlásit, že navrhovaný stav je přípustný.



Obr.6 Rozptyl vypočtených hodnot pro $\Delta 10\%$

Mám za to, že by se měla připustit nejistota, či tolerance, výpočtu. Na označení celkem nezáleží. Záleží na tom, že se výsledky skutečně liší podle použitého programu, nepřesností v zadání (mám na mysli neúmyslné) v interpretaci výsledků.

Nejistotě výpočtu by se mělo přiznat právo na existenci, vždyť fakticky existuje. Jak velká by měla být, záleží na typu počítané veličiny. Netroufnu si předložit návrh, k tomu by se mělo vyjádřit širší odborné společenství.

Volba výšky stožáru veřejného osvětlení

Tomáš Maixner, Ing., dql@dql.cz, www.dql.cz

Abstrakt:

Gruntorád: Všecko se bude zkracovat a konce tomu zatím není.

Bohumil Hrabal, Postřižiny [1].



1 Úvod

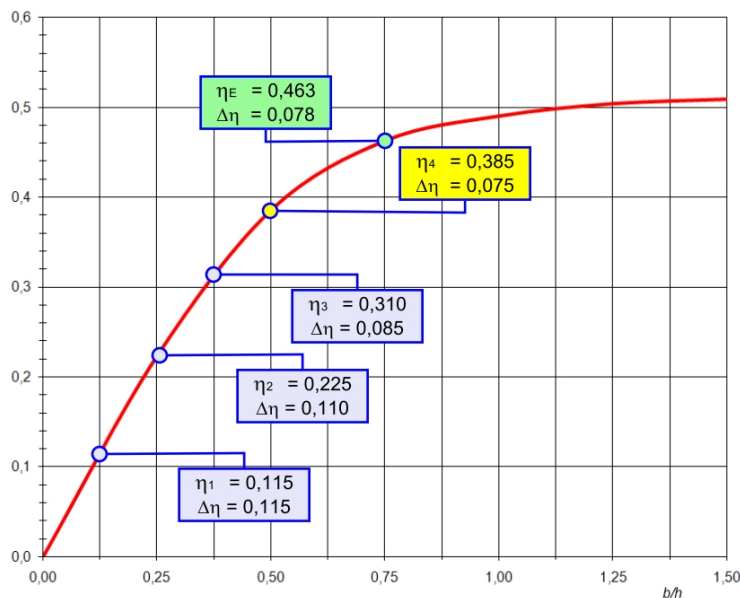
V poslední době jsem poměrně často dotazován na optimální výšku svítidla nad vozovkou. S odůvodněním, že lze stožár zkrátit, o metr, o dva. Proč vyhazovat peníze za vyšší stožár? Na to mám chuť odpovídat otázkou – A nejsou dva metry málo, Antone Pavloviči? [2].

Proč by se měla při výměně starých stožárů dávat svítidla dávat nehorázně vysoko? Nižší stožáry jsou levnější, soustava se snadněji udržuje, postačí malá plošina.

Samozřejmě, že to není tak jednoduché. Zůstanu věren znovuobjeveným b/h křivkám o kterých jsem psal v [3]. Nebudu se vracet k popisu jejich principu, zkusím dále rozebrat, co z nich lze vyčíst.

2 Průměrná osvětlenost

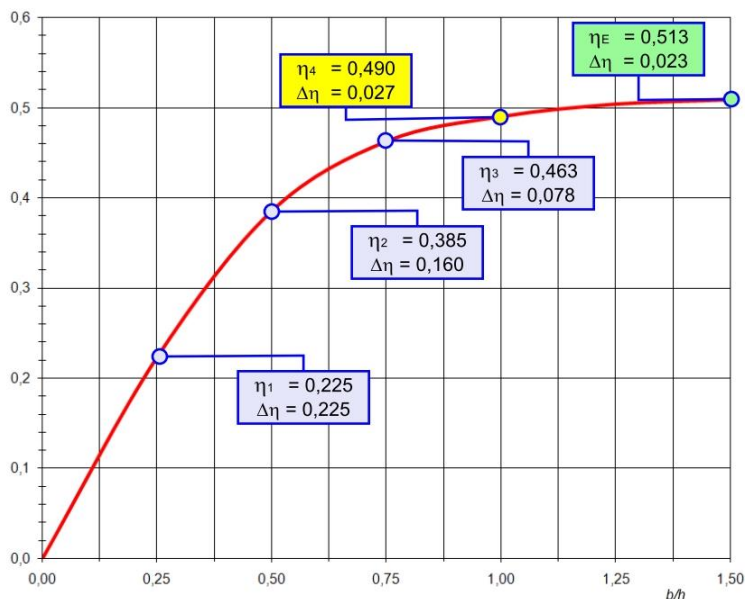
Nic z toho, co bude dále řečeno, nelze zevšeobecnit. Principy se sice nemění, ale každé svítidlo má jiné fotometrické vlastnosti a bude se chovat odlišně.



Obr.1 b/h křivky vyhodnocené pro svítidlo ve výšce 2b

Budu porovnávat změny, které nastanou, když se svítidlo umístí do různých výšek. Pro názornost bude v prvním případě ve výšce dvojnásobné oproti druhému případu. Pokud bude svítidlo ve výšce rovné dvojnásobku šířky vozovky, tak b/h bude 0,5. Pro svítidlo s b/h křivkou podle obr. 1 bude činitel využití $\eta_4 = 0,385$ (žlutě vyplněný popisek). Z každého tisíce lumen dopadne na osvětlovaný povrch 385 lm.

Pro osvěžení paměti – bude-li vozovka široká 6 m a svítidla na stožárech vzdálených 20 m, tak bude její průměrná osvětlenost $0,385 \times 1000 / (6 \times 20) = 3,21 \text{ lx}$ (pro jednoduchost se nebudu věnovat poklesu osvětlenosti vlivem činitele údržby).



Obr.2 b/h křivky vyhodnocené pro svítidlo ve výšce b

Na obr. 2 je pro tutéž vozovku a pro totéž svítidlo, avšak umístěné v poloviční výšce, poměr $b/h = 1$ a činitel využití $\eta_4 = 0,490$. Průměrná osvětlenost bude $0,490 \times 1000 / (6 \times 20) = 4,08 \text{ lx}$.

Zelené srdéčko aktivisty jásá, při přemístění svítidla na poloviční výšce se zvýší využití světelného toku. To znamená, že je možné dosáhnout stejné intenzity osvětlení se světelným tokem, patrně i příkonem přibližně o pětinu nižším: $0,385 / 0,490 = 0,79$. Jásat bude i srdce světelného technika, avšak jen tehdy, pokud svítidlo umístěné v poloviční výšce bude splňovat i další požadavky na kvalitu osvětlení, tedy rovnoměrnost osvětlení, přijatelné oslnění, dostatečné osvětlení okolí komunikace... To však pro nízko umístěné svítidlo již nemusí platit.

Připomínám, pro jiné svítidlo to může být trochu jinak, někdy zcela jinak.

3 Rovnoměrnost osvětlení

Z úžasných b/h křivek lze usuzovat i na průběh rovnoměrnosti osvětlení v závislosti na výšce svítidla nad osvětlovanou cestou. Rozdělil jsem si vozovku podélnými pásy na čtvrtiny. Pak je možné stanovit, kolik světla dopadne na jednotlivé pásy, jaká bude jejich průměrná osvětlenost. Na obrázcích jsou hodnoty činitele využití pro jednotlivé pruhy vyplněny modře. Diference $\Delta\eta$ udává využití světla pro vlastní pruh, tedy rozdíl mezi činitelem využití pro daný pruh a pruh předešlý.

Pro vysoko umístěné svítidlo to je pro pás nejbližší svítidlu činitel využití 0,115 a průměrná osvětlenost tohoto pruhu je (stále stejný příklad šestimetrové komunikace) $0,115 \times 1000 / (6/4 \times 20) = 3,83 \text{ lx}$. Pro druhý je činitel využití 0,225 snížený o činitel prvního pásu, tedy $\Delta\eta = 0,225 - 0,115 = 0,110$ a osvětlenost druhého pásu bude 3,67 lx. Pro třetí pruh to bude 2,83 lx a pro poslední 2,50 lx. Stále pro světelný tok svítidla 1 000 lm (toho se držím i nadále).

Pro svítidlo umístěné ve výšce odpovídající šířce komunikace (obr. 2) budou osvětlenosti jednotlivých pruhů 7,50; 5,33; 2,6 a 0,9 lx.

Celková rovnoměrnost osvětlení bude v nejlepším případě rovna podílu osvětlenosti posledního pruhu a průměrné osvětlenosti vozovky. Z uvedených čísel lze usuzovat na to, že pro níže umístěné svítidlo to bude $0,9/4,08 = 0,22$ – nevyhovující. Pro svítidlo v dvojnásobné výšce $2,50/3,21 = 0,78$. To je velice dobrá hodnota a je možné s téměř naprostou jistotou předpokládat, že celková rovnoměrnost osvětlení stanovená bodovým výpočtem bude v pořádku.

Nikterak překvapivý závěr zní – čím výše je umístěné svítidlo, tím lepší je i celková rovnoměrnost.

Z b/h křivek se již nedá odhadnout, jaká bude podélná rovnoměrnost. Ale lze oprávněně předpokládat, že i ta bude vyšší s rostoucí výškou umístění svítidla.

4 Osvětlení okolí

Podle normy ČSN EN 13201-2 je činitel osvětlení okolí definován jako poměr průměrné osvětlenosti vnějšího pásu šířky jízdního pruhu a osvětlenosti vnitřního pruhu přiléhajícího k téže krajnici. Vyhodnocuje se pro obě krajnice, ani na jedné straně nesmí být horší než 0,35 pro komunikace třídy M1 a M2, resp. 0,30 pro ostatní komunikace.

„Příkladnou“ komunikaci považuji za dvoupruhovou, takže jízdní pruh i vnější pás je široký 3 m. Pro vnější je činitel využití pro „vysokou“ soustavu 0,463 (popisek podbarvený zeleně). Pro vlastní pás je diference činitelů využití 0,078 a jeho průměrná osvětlenost bude $0,078 \times 1000 / (3 \times 20) = 1,30$ lx. Vnitřní jízdní pruh je vymezen poměrnými šířkami 0,25 a 0,50, diference činitelů využití je $(0,385 - 0,225) = 0,160$. Průměrná intenzita osvětlení bude 2,67 lx. Osvětlení okolí je $1,30 / 2,67 = 0,49$. Vyhovuje pro komunikace libovolné třídy osvětlení (pokud by vyhovělo i pro druhou krajnici).

Nebudu vypisovat výpočet téhož pro „nízkou“ soustavu. Osvětlení okolí je 0,22. Nevyhovující. Nedůvěřivý čtenář může kontrolu mého tvrzení pojmout jako domácí cvičení.

Ukazuje se, že osvětlovací soustava s nízko umístěnými svítidly nezvládá zajistit dostatečné osvětlení okolí. Samozřejmě to pro jiné svítidlo nemusí platit. Stejně tak nemusí jiné svítidlo zajistit osvětlení okolí ani v případě „vysoké“ osvětlovací soustavy. Vše záleží na průběhu činitele využití pro větší poměrné šířky. Tam je nárůst obvykle jen pozvolný nebo dokonce žádný. V důsledku toho jsou vzdálenější plochy osvětlené jen málo, případně vůbec.

Zde je možná na místě vzpomenout svítidla se světelnými diodami. Mnozí jejich prodejci prohlašují, že jsou sto vyzařovat na obdélníkovou plochu bez jakéhokoliv přesahu a to s „excelentní uniformitou“ (neví, že existuje termín rovnoměrnost osvětlení, podélnou a celkovou už vůbec nezaregistrovali). Současná LED svítidla to však naštěstí příliš nezvládají, jde především o marketingový tah. Pokud by to však opravdu zvládala, pak by se musela pro určitou rozteč a výšku svítidel a pro určitou šířku vozovky volit odpovídající optika. To je nemyslitelné; výrobce by musel disponovat nepřeborným množstvím optických systémů. Smysl by to mělo v případě jasně definovaných úloh. Třeba pro přisvětlení chodce na přechodu.

V souvislosti s LED si dovolím připomenout [4]. Je nutné velice obezřetně porovnávat b/h křivky výbojkových a LED svítidel. V případě LED jsou totiž v drtivém množství případů nehorázně nadhodnoceny.

5 Závěr

V případě rekonstrukce soustavy veřejného osvětlení, při které se budou měnit i sloupy, mohou nastat dvě základní situace. Ta častější je, že se zachovají stávající místa světelných bodů. Nejsem přesvědčen, že je to vždy dobře. Mnohdy se vyplatí je posunout do optimálních vzdáleností – a samozřejmě výšek.

I v prvním případě stojí za úvahu zvážit výšku stožárů. Budou patrně použita moderní svítidla s lepšími fotometrickými parametry. Může se ukázat, že je opravdu možné je umístit do menší výšky. V každém případě tak lze učinit jen na základě kvalifikovaného rozboru.

Případ druhý – je možné změnit pozici světelných míst. Ať už při rekonstrukci veřejného osvětlení, nebo v případě budování nové soustavy s možností optimalizovat vzdálenosti a výšky svítidel. To vše samozřejmě s podmínkou, že optimalizované soustavy budou splňovat všechny požadavky norem. Jak kvantitativní, tak i kvalitativní.

Volba je pak již spíše ekonomickou záležitostí. Je nutné porovnat investiční i provozní náklady. Soustava s nižšími stožáry bude sestávat z více světelných míst. I když jednotlivá místa budou levnější, tak jich bude víc a celková investice může být vyšší. Naopak, „nižší“ soustava bude mít pravděpodobně nižší příkon, takže obec vydá méně prostředků na nákup energie. Na druhou stranu bude třeba udržovat více prvků, takže vzrostou náklady na opravu a údržbu.

Snížením stožárů lze snížit příkon soustavy a ukojit tak nesmyslné požadavky dotačního úředníka. Je však možné, že nedojde k návratnosti investic. Ale koho by to zajímalo, když to nejde z peněz obce? Jakoby dotační peníze padaly z nebe a ne z daní. Dotuje-li se toto, pak nebudou peníze na ono, byť by ono bylo možná mnohem prospěšnější než zanedbatelné snížení noční spotřeby. Také je pravděpodobné zhoršení kvality osvětlení (být stále na hraně přijatelnosti) a z toho plynoucí zvýšení rizika nehody a kriminality.

Literatura a odkazy

- [1] Hrabal, B., Postřižiny, Čs. spisovatel 1976
- [2] Smoljak, L., Svěrák, Z., Jára Cimrman ležící, spící, Filmové studio Barrandov 1983
- [3] Maixner, T., K výběru svítidel pro osvětlení komunikací, Světlo 2/2009
- [4] Maixner, T., Perpetuum mobile – svítidla pro veřejné osvětlení, Světlo 2/2016

Zpráva o stavu nebe 2018

Tomáš Maixner, Ing., dql@dql.cz, www.dql.cz

Abstrakt: Zpráva o nežádoucích zásazích a vlivech do různých oblastí oboru osvětlování. Denní osvětlení, osvětlení veřejné, osvětlování architektonické, ale i neblahých vlivech stran dotací nebo normalizace.

1 Úvod

V poslední době se zdálo, že snahy o ovlivnění pravidel pro osvětlování ze strany neznalých osob ustaly. Žel, byl to jen klid před bouří. Naopak, poslední dva roky jsou plné změn. Změn neblahých. Stručně pojednám o jednotlivých událostech

2 Pr/oslunění

Celá Evropa (pardon jen EU ☺) přijala normu (ČSN) EN 17037 [1], která zavádí požadavek na oslunění. Lze říci, že dokonce přísnější, než požaduje naše norma ČSN 73 4301 [2]. Náš standard devadesáti minut je chápán jako minimum – tab. 1

Tab.1 Doba oslunění podle [1]

Doporučená úroveň	Doba oslunění (hodiny)
nízká	1,5
střední	3,0
vysoká	4,0

Přesto byla na pražském Magistrátu přijata novela Pražských stavebních předpisů [3]. Na třetí pokus v době dovolených zastánců zdravého rozumu. Novela pr/oslunění zrušila. Byty v Praze nemusí být prosluněny. Dokonce se ignoruje skutečnost, že se o slunce připraví i stávající byty. Argumentace je založena na nepravdivých tvrzeních – oslunění bude nahrazeno předpisem o denním osvětlení ([3] se jím zabývá i v současné podobě), oslunění se posuzuje jen u nás a na Slovensku (nebyla to pravda ani v době před schválením [1]), splnění požadavků na oslunění nutí architekty k navrhování patvarovitých budov (50 let tak tomu nebylo, najednou ano? Proč to nevádí zbytku republiky a Evropě?). Zdůvodnění staví na dalších nepravdivých tvrzeních. Ale to by tento text byl příliš rozsáhlý, odkazuji zvědavé na článek kolegy Kaňky [4].

Hloupost podpořená mamonem vyhrává.

3 Osvětlení venkovních prostorů

Zastánci temného nebe získali silnou a bezvýhradnou podporu Ministerstva životního prostředí. Vznikla mezirezortní komise, která chystá legislativní změny, které budou potlačovat kvalitní venkovní osvětlení. I zde budeme prakticky jediní na světě. Pokud jde o strašáka modrého světla, tak dokonce jediní. Kam se hrabou Pražáci, ti mají primát jen v Evropě.

Jistě nikoho nepřekvapí, že v komisi nejsou zastoupeni odborníci z oboru osvětlování. Mám na mysli skutečné odborníky, nikoli samozvané „experty“. Ale to už je dnes pravidlem, že za

odborníka se může prohlásit kdekdo. Nabídky ke spolupráci z řad světelných techniků byly ignorovány, v lepším případě zamítnuty. Vždyť by mohli uvést požadavky aktivistů na pravou míru. A nedej bůh, mohli by třeba prosadit řešení, které by bylo skutečně ohleduplné k nočnímu prostředí.

Své požadavky aktivisté shrnuli do příručky [5]. Stručné uvedení na pravou míru je například v pojednání [6]. Zde jen několik poznámek.

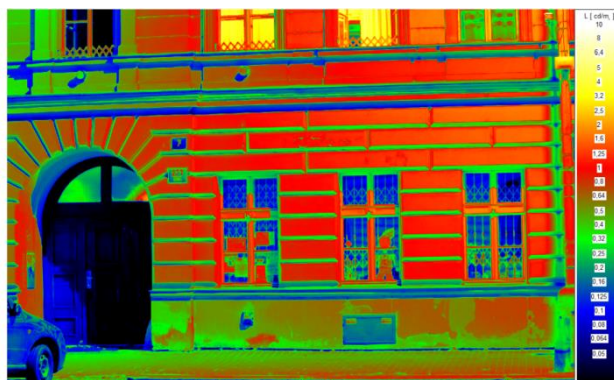
„Příručka“ opět vyžaduje „svítit jen dolů“. Zpátečnická Evropa připouští v těch nejcitlivějších oblastech jako nejtvrdší požadavek horní účinnosti svítidla v návrhové poloze o velikosti 1 %. Aktivisté trpně připouští tuto hodnotu jako maximálně přípustnou ve zcela výjimečných případech, obecně požadují 0 %. Evropa své požadavky zmiňuje až ke 20 %. Ostatně tato rozumná omezení jsou převzata do ČSN P 36 0455 [7] viz tab. 2.

Tab.2 Maximální přípustná horní účinnost svítidla v návrhové poloze (ULOR)

Třída osvětlení	Světelný tok zdroje Φ (klm)	ULOR (%)
M1 až M6	libovolný	3
C0 až C5 P1 až P6	$12 \leq \Phi$	5
	$8,5 \leq \Phi < 12$	10
	$3,3 \leq \Phi < 8,5$	15
	$\Phi < 3,3$	20

Další nesmyslný požadavek je na omezení světla dopadajícího do oken na 2 luxy, v době nočního klidu jeden – to znamená zatlumení osvětlení na polovinu, bez ohledu na bezpečnost. Dosáhnout takových hodnot je ve městech prakticky nemožné. Při nedavném měření celkem běžných osvětlovacích soustav byly hodnoty osvětlenosti v přízemí budov kolem deseti luxů.

Stejně hloupé je omezení jasů architektonického osvětlení na 1 cd.m^{-2} . Mnohé komunikace mají vyšší jas (třídy M1, M2) nebo stejný (M3). Vedle nich osvětlovaný objekt nevynikne, spíše zanikne. Jen v centrech měst aktivisté připouští, aby jas fasády byl shodný s osvětlením (přilehlé) komunikace třídy M1. Nebylo by od věci, kdyby si aktivisté vzali do ruky jasoměr a prošli se večerním městem (obr. 1).



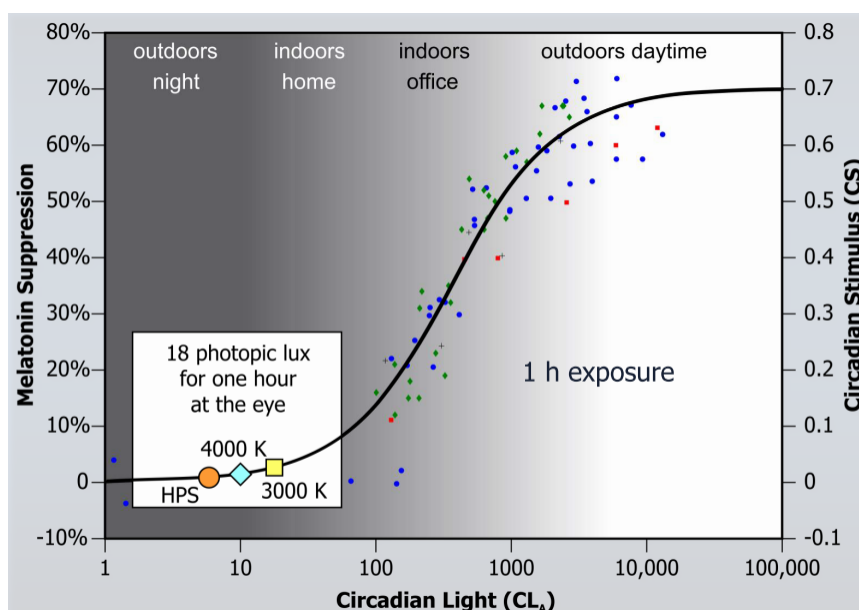
Obr.1 Běžná fasáda městského domu, který není úmyslně osvětlován. Jeho jas je vyvolán obvyklým veřejným osvětlením. Červená barva odpovídá jasů $1 \div 1,6 \text{ cd.m}^{-2}$

Je tu ještě modré světlo – to si zaslouží samostatnou kapitolku.

4 Modré světlo

Vrcholným číslem je omezení podílu záření pro vlnové délky pod 500 nm. Aktivisté ještě neochotně připustí světelné zdroje s náhradní teplotou chromatičnosti nejvýše 3 000 K.

Toto „ekologické“ opatření se provádí na základě nepodložených požadavků aktivistů. Ano, existují práce, které vliv modré složky prokazují, nehodlám to nikterak zpochybňovat. Léta jsem se dožadoval informací o minimální nutné expozici, která člověka (nebo faunu) ovlivní. Žádný z aktivistů mi nikdy neuměl odpovědět. Pochopitelně. Hodnoty osvětlenosti jsou totiž jiné, než jaké se objevují ve venkovním osvětlení (obr. 2) [8]. Doba působení také není krátká. Experti (skuteční) se touto problematikou zabývali a dospěli k tomu, že je modrá složka ve venkovním osvětlování neškodná. Přesto se požadavek na omezení modré složky objevuje i v dotačních titulech (viz dále).



Obr.2 Vliv na cirkadiální rytmy a tvorbu melatoninu – pro „outdoors“ žádný

Osobně bych proti omezení náhradní teploty chromatičnosti na 3 000 K nic neměl, mám raději teplé barvy. Ovšem z ekologického pohledu je tento požadavek škodlivý. Měrný výkon svítidla LED 3 000 K se pohybuje kolem 93 lm/W, pro 4 000 K to je 112 lm/W a pro 5 000 K (doporučené maximum – viz [7]) to je ještě o málo víc – 115 lm/W. Čísla platí pro současná svítidla pro veřejné osvětlení převzaté namátkou z katalogu seriózního výrobce. Samozřejmě, jiná svítidla (téhož nebo jiného výrobce) mohou dosahovat hodnot vyšších. Avšak poměr bude přibližně zachován.

Z předešlého plyne, že pro dosažení stejné úrovně osvětlení je zapotřebí nejméně o pětinu větší příkon svítidel. Důsledky jsou zřejmé – musí se vyrobit více elektrické energie, dodat svítidla s větším příkonem (mnohdy výrobně náročnější) nebo zvětšit jejich počet, atd. atd.

Dopad nesmyslného a nepodloženého požadavku poškozuje životní prostředí.

Pravý důvod omezení modré složky není v jejím „zhoubném“ vlivu. Ve venkovním osvětlení se neprojeví. Důvody jsou zcela jinde – modrá složka se mnohem více rozptýluje v ovzduší (modrá obloha), takže více omezuje hvězdáře než jiná. Pokud modrou nezastaví, tak budou muset za hvězdami putovat z center měst někam do kraje.

Opět jsme jediní. Nejen v Evropě, ale na celém světě.

Poznámka pro nepamětníky – před mnoha lety se šířila laickou komunitou poplašná zpráva, že pod zářivkami ztrácejí muži vlasy a potenci. Samozřejmě je to nesmysl. Dnes nastupuje modré světlo. V expozicích, které nastávají pod svítidly veřejného osvětlení, je to stejný nesmysl.

Ale chápejte. Ve světě chemtrails, iluminátů nebo léčby rakoviny vykaděním se uchytí i modré světlo.

5 Dotace

Pravidla pro získání dotací na veřejné osvětlení z programu Efekt a MŽP jdou ještě dál. Neomezují barevnou teplotu na 3 000 K, ale dokonce na 2 700 K – svítidel, nikoliv světelných zdrojů. Opravují, nikoliv svítidel, ale „pouličních lamp“, není nad správnou terminologii použitou v prezentaci dotačního titulu.

Pochopitelně taková svítidla budou mít ještě menší měrný výkon než svítidla 3 000 K nebo optimálních 4 000 K. Příkon osvětlovacích soustav vzroste více než o zmíněnou pětinu, řekl bych, že až o čtvrtinu. Jak ekologické!

Kromě toho taková svítidla již nejsou běžně ve výrobním programu světlových výrobců. Otevírá se cesta pro nekvalitní asijské výrobky a úpravy garážových firem.

Samozřejmě, že dalším z kritérií dotací je úspora elektrické energie. Protichůdný požadavek k modrému omezení.

Pochopitelně, jako v minulých letech, dotace se neposkytuje na stožáry a výložníky. Jak se má dobře osvětlit ulice, když na ní jsou stožáry s roztečí mnoha desítek metrů?

Je vidět, že vsunovači žlutých fólií do svítidel mají schopnější lobbisty než výrobci osvětlovacích stožárů.

Inu, hloupost vítězí na všech frontách.

6 Nebe normalizační

Poslední, ovšem nikoli významem, je poznámka k technické normalizační komisi normalizačního úřadu. Už i do technické normalizace pronikla politika.

Aktivní MŽP vyzvalo komisi k přijetí svého zástupce. Členové komise byli vyzváni k elektronickému hlasování o přijetí. Byť se výsledky tajily, tak byl výsledek jasný: nepřijímat. To se ovšem nevyhovělo přání vrchnosti. Následovala schůze, na které se kandidát představil. Na místě mu byla prokázána neznalost oboru. Zcela jednoznačně bylo jeho členství odmítnuto (jeden hlas pro, devět proti, zbytek se zdržel). V té chvíli se členové komise dozvěděli, že mají jen poradní hlas, který nemusí být vyslyšen. Nebyl. Dotyčný se stal členem týmu.

Nastává čas, kdy technické normy budou „tvořit“ ekologičtí aktivisté bez znalosti oboru.

V té souvislosti je pozoruhodné, že nebyl přijat jiný zájemce o členství. Přestože v jeho případě dopadlo hlasování naopak, To proto, že se jedná o člověka vzdělaného, který by byl přínosem pro práci komise. Jeho členství však nebylo vyžadováno žádným ministrem.

Připomíná to normalizaci, která nastoupila před padesáti lety. Nevěřil jsem, že sotva třicet let po jejím konci budou o odbornosti opět rozhodovat vedoucí síly. Ostatně, když mohou poroučet větru a dešti, co by nemohli rozhodovat o takové titěrnosti jako je technická norma.

Inu, hloupost vítězí na všech frontách.

Literatura a odkazy

- [1] (ČSN) EN 73 4301 – Denní osvětlení budov, bude platit v EU na sklonku roku 2018, v ČR od pololetí roku následujícího
- [2] ČSN 73 4301 – Obytné budovy, 2014
- [3] Nařízení 11/2014 Sb. hl. města Prahy
- [4] Kaňka, J. Rušení požadavků na proslunění bytů je krátkozraké a k jeho prosazení se používají nepravdivé argumenty, Světlo 2018/4
- [5] Jednoduchá osvětlovací příručka pro obce, MŽP a SMO 2017
- [6] Maixner, T. Jednoduchá osvětlovací příručka pro obce, Elektroinstalatér 4/2018
- [7] ČSN P 36 0455 - Osvětlení pozemních komunikací – Doplňující informace, 2017
- [8] Response to the American Medical Association (AMA) report, Human and Environmental Effects of Light Emitting Diode Community Lighting, Lighting Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute, Partner-Alliance Event, March 15, 2017

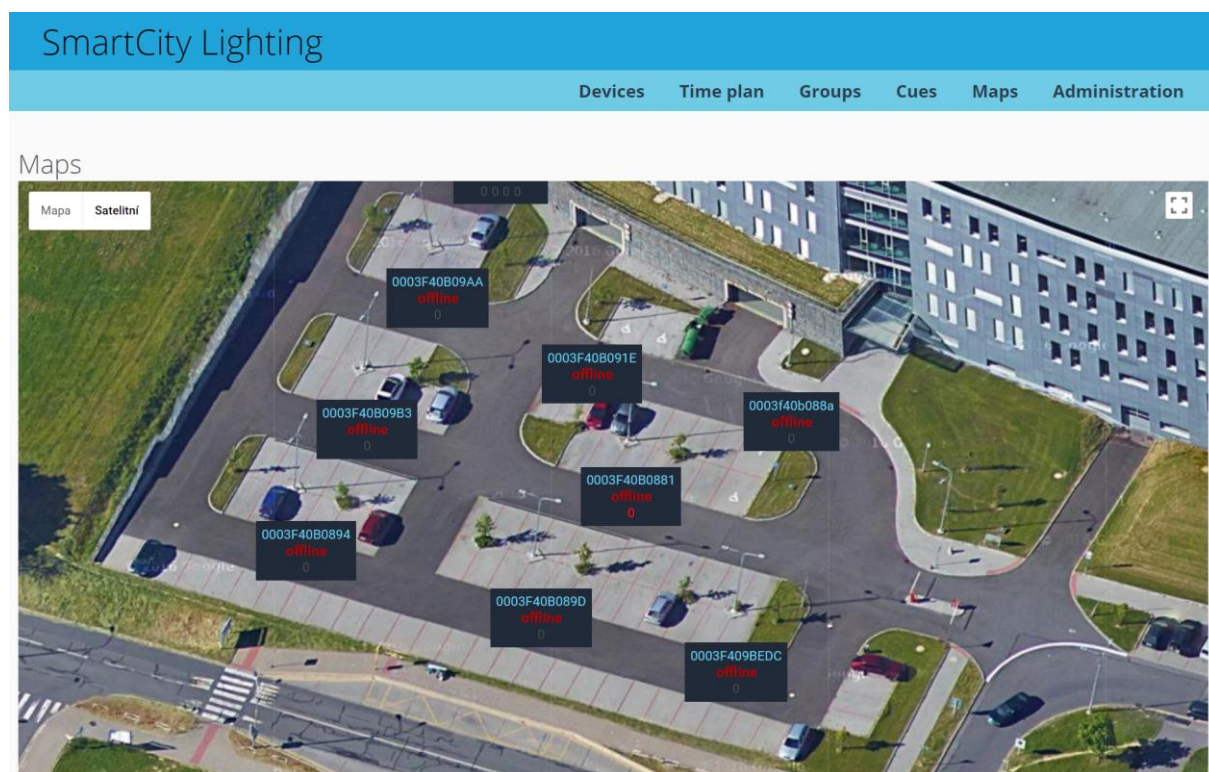
Zkušební polygon BroadbandLIGHT parkoviště FEI, VŠB-TU Ostrava: Využití infrastruktury veřejného osvětlení pro pokrytí intravilánu města SMART technologiemi

Radek Martinek, Ing., Ph.D., doc. Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství, Fakulta elektrotechniky a informatiky, VŠB-TU Ostrava, radek.martinek@vsb.cz

Abstrakt: Zkušební polygon Broadband^{LIGHT} představuje unikátní testovací platformu technologie Broadband^{LIGHT} pro venkovní i pro vnitřní nasazení. Testovací polygon je situován v lokalitě parkoviště FEI, VŠB-TU Ostrava. Disponuje 20 svítidly, centrální řízení je umístěno v unikátní „Laboratoři technologie Broadband^{LIGHT} pro koncept SMART City a Průmysl 4.0“. Jedná se o jedinečný polygon v evropském měřítku, který je orientován na potencionální zájemce, ukázky, demonstrace funkčnosti a jedinečnosti, dlouhodobé měření. Polygon umožňuje ověření možnosti začlenit osvětlení do konceptu Smart technologií (Smart City, IoT, Industry 4.0 a Car2Car/Infrastructure Communications) v reálném provozu pro vnitřní prostory i pro venkovní prostory (veřejné osvětlení).

1 Zkušební polygon BroadbandLIGHT

Zkušební polygon je situován v lokalitě parkoviště u nové budovy Fakulty elektroniky a informatiky FEI (70 parkovacích míst, dislokace u Fakultní nemocnice Ostrava, autobusová zastávka Poruba, U Nemocnice). Disponuje počet 17 testovacích pozic (10 stožárů, 7 pozic se 2 svítidly kvůli referenci, 3 svítidla samostatně), viz Obr. 1.



Obr.1 Zkušební polygon BroadbandLIGHT parkoviště FEI, VŠB-TU Ostrava.

V rámci zkušební polygonu jsou využity všech typů technologií pro zajištění datové konektivity (optické sítě, mobilní síť, powerline komunikace). Řídicí, komunikační a monitorovací systém centralizovaný v „Laboratoři technologie Broadband^{LIGHT} pro koncept SMART City a Průmysl 4.0“ [1], [2], viz Obr. 2.



Obr.2 Pohled na pracoviště velínu pro obsluhu zkušební polygonu.

Na realizaci se podílí 5 ze 7 kateder fakulty FEI, VŠB-TUO. Technická podpora z řad průmyslových partnerů napříč všemi technologickými celky (svítidla VO na bázi LED, komunikační systémy, metrologie, kamerové systémy).

2 Využití infrastruktury veřejného osvětlení pro pokrytí intravilánu města SMART technologiemi

Cílem projektu je ověření využitelnosti infrastruktury VO v reálném provozu testovacího polygonu Broadband^{LIGHT} pro pokrytí města SMART technologiemi. Primárně se jedná o tyto technologie:

- nabíjecí stanice pro drobnou elektroniku (mobily, notebooky, apod.), elektrokola, elektrokoloběžky, elektromobily, včetně zabezpečení a tarifkace:
- jednofázové (samotné lampy veřejného osvětlení),
- třífázové (rozvaděče veřejného osvětlení, v intravilánu statutárního města Ostrava více než 500 pozic).
- integrace kamerových systémů přímo do lamp veřejného osvětlení:
- dynamickou regulaci dopravy a zvýšení bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích včetně snížení kriminality, apod.
- inteligentní senzory (SMART Sensory)
- environmentální senzory (měření teploty, srážek, znečištění ovzduší včetně salinity povrchu vozovky v zimním období, uniky nebezpečných plynů, apod.)
- dopravní senzory (vážení vozidel, měření rychlosti, hluk, vibrace, apod.)
- cloudové výpočty – ideologie IoT (IIoT) [3], [4], [5] – síť spolupracujících senzorů, predikce s využitím umělé inteligence, apod.

Na Obr. 3 je vidět koncepce SMART veřejného osvětlení, kde je implementována celá řada inteligentních prvků.



Obr.3 Koncepce SMART veřejného osvětlení.

3 Zkušební polygon Broadband^{LIGHT} parkoviště FEI – možnosti

Orientace na potencionální zájemce, ukázky, demonstrace funkčnosti a jedinečnosti, dlouhodobé měření.

- a) Základní měření celého testovacího polygonu v rámci rozvaděče:
 - měření činitele harmonického zkreslení dle ČSN 61000-4-7, ČSN EN 50160 [6].
 - měření spotřeby elektrické energie [7],
 - electric power quality.

- b) Testování svítidel:
 - dlouhodobý provoz,
 - měření světlených vlastností,
 - možnosti stmívání na základě řízení nadřizenými systémy – úspora elektrické energie.

- c) Testování technologie komunikace viditelným světlem VLC [8], [9] pro vnitřní i venkovní využití.

- d) Aplikovatelnost SMART technologií:
 - kamerové systémy,
 - senzorické systémy,
 - nabíjecí systémy,
 - obnovitelné zdroje energie, apod.

4 Vlastní technologické řešení Broadband^{LIGHT}

Vlastní řešení „SMART Lighting“ nesoucí stejný název jako polygon Broadband^{LIGHT}. Modulární, technologicky otevřené, řešení na bázi inteligentního driveru:

- využití stávajících LED svítidel (varianta řešení i pro stávající vysokotlaké sodíkové osvětlení),
- nahrazení stávajících driverů za inteligentní drivery:
 - DALI/DALI2, 1-10V, Ethernet,
 - technologicky otevřená datová konektivita (optická síť, mobilní síť a powerline komunikace),
 - integrovaný více-portový switch pro připojení dalších technologií v rámci SMART (free WiFi, kamerové systémy, atd.),
 - možnost připojení externího spotřebiče (vánoční osvětlení, atd.).

Literatura a odkazy

- [1] Mařík, V. (2016). Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku. Management Press.
- [2] Tomek, G., & Vávrová, V. (2017). Průmysl 4.0, aneb, Nikdo sám nevyhraje. Professional Publishing.
- [3] Novák, J. (2018). Průzkum trhu pro aplikace internetu věcí (Bachelor's thesis, České vysoké učení technické v Praze. Vypočetní a informační centrum.).

- [4] Hynek, J. (2018). Monitoring kvality vody v Internetu věcí (Bachelor's thesis, České vysoké učení technické Praze. Vypočetní a informační centrum.).
- [5] Chromec, J. (2017). Řízení výroby prvků internetu věcí.
- [6] Vokál, D. (2017). Harmonické v sítích příměstských sídlišť.
- [7] Augusta, T. (2017). Zpracování dlouhodobých měření spotřeby elektrické energie.
- [8] Mareš, J. (2017). Jak pracuje LiFi? (Bachelor's thesis, České vysoké učení technické v Praze. Vypočetní a informační centrum.).
- [9] Kanděra, J. (2018). Testovací platforma pro VLC (Bachelor's thesis, České vysoké učení technické v Praze. Vypočetní a informační centrum.).

Zmena elektrických a fotometrických parametrov LED svietidiel s prepínateľnou náhradnou teplotou chromatickosti

Marek Mokráň, Ing., Lukáš Lipnický, Ing., marek.mokran@stuba.sk

Abstrakt: V súčasnosti na trhu existujú svetelné zdroje, ktoré sú schopné vyžarovať biele svetlo s nastaviteľnou náhradnou teplotou chromatickosti. Takéto typy svietidiel sa inštalujú tam kde sa v budúcnosti uvažuje s prípadnou zmenou funkcie miestnosti bez nutnosti výmeny svietidiel. Nevýhodou takéhoto spôsobu nastavovania náhradnej teploty chromatickosti je, že toto nastavenie sa vykonáva priamo na svietidle a nie je možné nastaviť náhradnú teplotu chromatickosti pomocou riadiaceho systému. Pri zmene náhradnej teploty chromatickosti je vo väčšine prípadov nežiaduce aby dochádzalo k zmene ostatných fotometrických a elektrických parametrov. V tomto článku sa pozornosť venuje práve zmenám fotometrických a elektrických parametrov spôsobených zmenou náhradnej teploty chromatickosti.

1 Úvod

V minulosti bola teplota farby fixovaná na svetelný zdroj. Nastaviteľné fotometrické parametre bieleho osvetlenia je jedným z najväčších trendov komerčného osvetlenia. Vznikajúce štúdie o zdraví, komforte a produktivite naznačujú, že možnosť meniť parametre zdroja svetla, podľa typu aplikácie, udalosti alebo požiadaviek používateľov, má značné výhody. Pri zmene náhradnej teploty chromatickosti sa očakáva, že ostatné fotometrické parametre sa menia len minimálne. Výrobcovia svietidiel často udávajú fotometrické parametre len pre jednu náhradnú teplotu chromatickosti alebo univerzálne pre celé svietidlo všeobecne. Zmena fotometrických parametrov môže závisieť od použitej technológie nastavovania náhradnej teploty chromatickosti a inštalovaných svetelných zdrojov [1].

2 Spôsoby zmeny náhradnej teploty chromatickosti

Existuje niekoľko spôsobov, ako meniť náhradnú teplotu chromatickosti bieleho svetla. Každá metóda má svoje výhody a nevýhody. Výber svietidla s vhodnou metódou zmeny korelovannej teploty farieb je úloha projektanta a závisí od funkcie miestnosti.

2.1 Zmiešavanie farieb

Štandardné zmiešavanie farieb využíva červené, zelené a modré LED tzv. RGB, ktoré sú spínané tak, aby bolo možné dosiahnuť celú škálu farebného spektra. Nastavenie požadovanej náhradnej teploty chromatickosti zmiešavaním farieb pracuje podobným spôsobom pomocou viacerých ovládateľných RGB LED čipov. LED čipy v tomto systéme vytvárajú biele svetlo, ale s rôznymi náhradnými teplotami chromatickosti, od teplého tónu po chladný tón. [1].

2.2 Použitie dvoch a viac druhov LED čipov

Najzakladenejšie laditeľné systémy používajú LED pásy uložené vedľa seba. Jeden LED pás má náhradnú teplotu chromatickosti blízku 2700 K, pričom druhý LED pás má náhradnú teplotu chromatickosti okolo 6000 K. Nastavenie požadovanej náhradnej teploty

chromatickosti sa dosiahne prepínaním medzi jednotlivými LED pásmi alebo plynulým prelínaním pomocou riadiaceho systému [1].

2.3 Zmiešavanie na úrovni LED čipu

Ďalšie produkty používajú "multi-čipy", v ktorých sa do rovnakého modulu skombinuje niekoľko malých LED čipov. To znamená, že miešanie farieb nastáva, keď svetlo opúšťa modul. Z ich veľmi malej veľkosti vyplýva, že svietidlá s nastaviteľnou náhradnou teplotou chromatickosti môžu byť veľmi kompaktné. [1].

Nastavovanie náhradnej teploty chromatickosti sa vykoná inak na každom svietidle. Niektoré svietidlá sú nastaviteľné pomocou malých prepínačov, ktoré sú umiestnené buď na prednej alebo zadnej strane svietidla. Tiež známe ako CCT (correlated colour temperature) nastaviteľné svietidlá. V rámci jedného svietidla je k dispozícii viac náhradných teplôt chromatickosti, od teplých až po studené biele. Svietidlo s prepínačom je znázornené na obrázkoch 1 a 2. Svietidlá s prepínačom vpredu majú tú výhodu, že koncový používateľ je schopný vykonať zmenu na inštalovaných svietidlách jednoduchým prepnutím. Svietidlá so spínačom umiestneným vzadu môžu mať atraktívnejší dizajn, ale na vykonanie zmeny je potrebné demontovať svietidlo [1] [2].



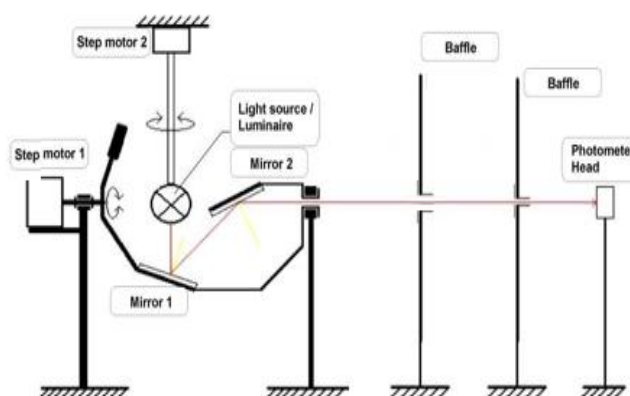
Obr.1 Svietidlo s prepínačom na prednej strane



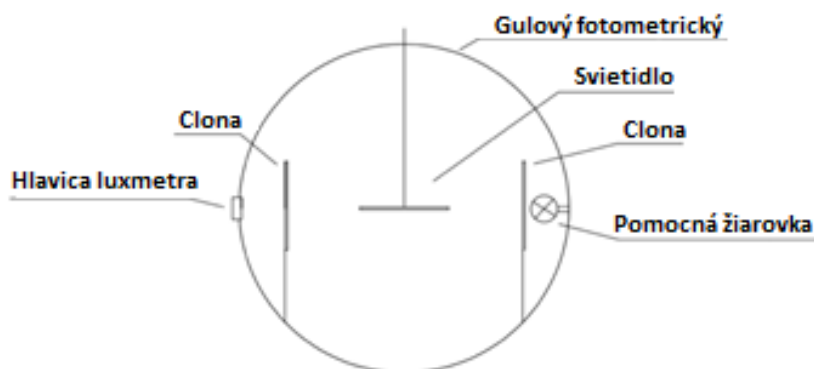
Obr.2 Svietidlo s prepínačom na zadnej strane

3 Meranie

Merané vzorky boli svietidlá s prepínateľnou náhradnou teplotou chromatickosti. Svietidlá používajú tri typy LED čipov s náhradnou teplotou chromatickosti. Nastavovanie jednotlivých režimov svietidla bolo vykonané pomocou prepínača umiestneného na zadnej strane svietidla. Meranie kriviek svietivosti sa meralo na zrkadlovom goniofotometri s ďalekým polom. Goniofotometer použitý na meranie je znázornený na obrázku 3. Svetelný tok bol meraný v guľovom fotometrickom integrátore s priemerom 3 metre. Fotometrický guľový integrátor je znázornený na obrázku 4. Meranie bolo vykonané podľa STN EN 13032-4 - Svetlo a osvetlenie. Meranie a vyhodnotenie fotometrických údajov svetelných zdrojov a svietidiel. Časť 4: Zdroje LED, moduly a svietidlá. Výsledky merania sú uvedené v tabuľke 1 a na obrázku 5.



Obr.3 Zrkadlový goniofotometer s ďalekým polom

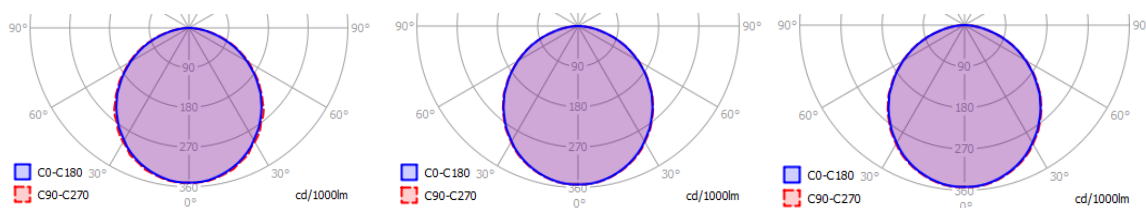


Obr.4 Guľový fotometrický integrátor

Rozšírená neistota merania je uvedená v tabuľke 2. Uvedená rozšírená neistota merania v tabuľke 2 je uvedená ako štandardná neistota merania vynásobená koeficientom pokrytia $k = 2$, ktorá pre normálne rozdelenie zodpovedá pravdepodobnosti približne 95%. Neistota merania bola stanovená v súlade s EA-4/02 [4].

Testované vzorky	Merané parametre						
	Ra [-]	T _{cc} [K]	φ [lm]	Merný výkon [lm/W]	P [W]	λ [-]	I [mA]
LED 1 / 3000K	82	2858	959	58,96	16,27	0,969	74,5
LED 1 / 4000K	88	3905	1223	80,67	15,16	0,964	70
LED 1 / 6000K	87	5937	1104	67,44	16,37	0,97	75,4
Udávané výrobcom LED 1	> 80	-	1200	-	-	-	-
LED 2 / 3000K	83	2796	431	50,68	8,51	0,956	39,5
LED 2 / 4000K	87	3738	521	65,06	8,01	0,956	37,2
LED 2 / 6000K	87	5425	491	58,05	8,46	0,956	39,3
Udávané výrobcom LED 2	> 80	-	600	-	-	-	-
LED 3 / 3000K	83	2889	1663	69,34	23,99	0,985	111,9
LED 3 / 4000K	88	3910	2012	90,72	22,18	0,98	111,8
LED 3 / 6000K	87	6231	1742	72,52	24,02	0,985	103
Udávané výrobcom LED 3	> 80	-	2000	-	-	-	-

Tab.1 Namerané fotometrické a elektrické parametre svietidiel


 Obr.5 Krivky svietivosti svietidla LED 2 pri T_{cc} = 3000K /4000K /6000K

Parameter	Relatívna rozšírená neistota merania U (k=2)
φ [lm]	7,5%
P [W]	1,0%
Ra [-]	2
TCC [K]	200K
Merný výkon [lm/W]	6,6%
I [mA]	0,2%
λ [-]	1,0%

Tab.2 Relatívna rozšírená neistota merania jednotlivých parametrov

4 Záver

Hlavnou výhodou svietidiel, ktorým sa venuje tento článok je, že koncový užívateľ si môže meniť náhradnú teplotou chromatickosti podľa vlastných potrieb alebo funkcie miestnosti. Svietidlá poskytujú flexibilitu na vykonanie zmeny vždy, keď je to potrebné bez nutnosti výmeny svietidiel a bez ďalších finančných nákladov. Pri návrhu osvetľovacieho systému musí projektant vziať do úvahy, že počas prevádzky svietidla bude dochádzať ku zmene nie len náhradnej teploty chromatickosti ale aj ďalších fotometrických a elektrických parametrov. Z tohto dôvodu, ak projektant chce pracovať s takýmto typom svietidla, mal by mať k dispozícii fotometrické parametre pre každú náhradnú teplotu chromatickosti svietidla buď od výrobcu alebo zo svetelno-technického laboratória. Výrobca skúšaných vzoriek poskytol jednotné fotometrické parametre pre všetky prevádzkové režimy svietidla. Výsledky merania v predchádzajúcej kapitole ukazujú, že fotometrické parametre sa líšia pre každú náhradnú teplotu chromatickosti, pričom v niektorých prípadoch bol rozdiel svetelných tokov viac ako 20%. V našom prípade parametre deklarované výrobcom približne zodpovedajú nameraným parametrom len pri prevádzke svietidla nastaveného na 4000K. Tvar kriviek svietivosti sa nemení vďaka použitiu mikroprizmatického optického systému a vhodnej celkovej konštrukcii svietidiel. Fotometrické parametre svietidiel s prepínateľnou náhradnou teplotou chromatickosti sa veľmi často uvádzajú len pre jednu náhradnú teplotu chromatickosti alebo všeobecne pre svietidlo. Príkony svietidiel sa pre jednotlivé prevádzkové režimy zmenili maximálne o 8% čo by pri väčšej osvetľovacej sústave mohlo spôsobiť zvýšenie finančných nákladov na prevádzku takejto sústavy.

Literatúra a odkazy

- [1] Chris. Horridge, "Colour temperature switchable downlights compared." Dostupné na internete: <https://www.downlightsdirect.co.uk/advice/downlights/colour-temperature-switchable-downlights/>, Feb. 1, 2018 [Jún 26, 2018]
- [2] Ishita. Goswami, (2016, Oct.) "Explore and control LED-based tunable-white lighting." LEDs Magazine, [Online]. 13 (8), pp. 45-47. Dostupné na internete: <http://digital.ledsmagazine.com/ledsmagazine/201610?WS1016&pg=49#pg49> [Júl 3, 2018]
- [3] STN EN 13032-4. 2017. Svetlo a osvetlenie. Meranie a vyhodnotenie fotometrických údajov svetelných zdrojov a svietidiel. Časť 4: Zdroje LED, moduly a svietidlá.
- [4] EA-4/02 M. 2013. Evaluation of the uncertainty of measurement in calibration.

Osvětlení mostu Miloše Sýkory v Ostravě

Ing. Alena Muchová, Ing. Petr Gavlovský, Ing. Radim Gřes

PTD Muchová, s.r.o., Ostrava

V letošním roce byla v Ostravě osvětlena další významná památkově chráněná stavba – most Miloše Sýkory. Most byl slavnostně rozsvícen dne 23. 6. 2018 - na závěr Rozmarných slavností řeky Ostravice jako vyvrcholení laserové show.

Klenutý nýtovaný ocelový most přes řeku Ostravici byl vyroben v roce 1913 Mostárnou Vítkovických železáren a dne 9.8.1914 byla stavba nového mostu dokončena. Autorem návrhu mostu byl Ing. B. Hermann z projekční kanceláře Friedricha Bleichera. Nový most nahradil nevyhovující a provizorní ocelový Říšský most z roku 1886, který byl vybudován po zřícení řetězového mostu. Rekonstrukce mostu Miloše Sýkory proběhly v roce 1979 a v roce 2002. Kulturní památkou byl Ministerstvem kultury České republiky prohlášen most Miloše Sýkory (obr. 1) v roce 2009. [1]



Obr.1

Most spojuje městské obvody Moravská Ostrava a Slezská Ostrava. Má ocelový příhradový oblouk o rozpětí 60 m a výšce 7 m, celková délka mostu je 92 m, šířka včetně chodníků je

16 m. Na mostě se nacházejí dva chodníky, každý široký tři metry. Vstupní část mostu – předpolí, je 15 m dlouhá.

Realizaci a projektové dokumentaci předcházela přípravná fáze – vypracování koncepce nasvětlení mostu. V této koncepci byly vypracovány a projednány podmínky a požadavky na osvětlení mostu. Byl zpracován předběžný plán – světelně technická studie, s návrhem několika variant osvětlení. Dle kapacity zapínacího rozváděče veřejného osvětlení byl stanoven maximální přípustný příkon svítidel a ve spolupráci se správou veřejného osvětlení v Ostravě byla s předstihem provedena příprava napojení osvětlovací soustavy mostu na stávající rozvod veřejného osvětlení. Most je kulturní památkou, takže musely být respektovány podmínky oddělení územního plánu a památkové péče Útvaru hlavního architekta a stavebního řádu Magistrátu města Ostravy, který je vypracoval společně s Národním památkovým ústavem v Ostravě. Hlavní podmínkou bylo žádným způsobem nevratně neporušit a nepoškodit povrch ocelové konstrukce mostu a neovlivnit negativně vzhled ocelového mostu. Na základě těchto podmínek bylo možno začít hledat technická řešení upevnění svítidel, rozváděčů a kabelových rozvodů. Obvyklá řešení jako šroubové upevnění do konstrukce mostu, nýty, svařování apod. nepřipadala v úvahu, bylo nutno navrhnout speciální uchycení pomocí svorek a objímek. V rámci koncepce bylo předloženo šest variant možností uchycení svítidel na mostní konstrukci a dotčenými orgány byly následně odsouhlaseny 4 varianty. Náročnost použití tohoto způsobu uchycení vyplývala zejména ze skutečnosti, že konstrukce mostu nemá v celé délce konstantní rozměry, ale velikost nosníků se plynule mění, takže úchyty musely být vyráběny pro velkou část zařízení tzv. „na míru“. Příklady uchycení svítidel viz obr. 2, obr. 3.



Obr.2



Obr.3

V první fázi přípravy osvětlení bylo uvažováno pouze s osvětlením vrchní části mostu, později bylo rozhodnuto, že bude osvětlena i spodní část mostovky. Při návrhu osvětlení bylo kromě specifických požadavků na upevnění zařízení nutno klást velký důraz rovněž na ochranu veškerého zařízení před vandalismem a krádežemi, jejichž riziko bylo navýšeno snadnou přístupností konstrukce mostu a nutností umístění části svítidel a kabelových rozvodů ve výškách dostupných ze země. Součástí návrhu osvětlení byl proto i návrh speciálních krytů, které chrání svítidla nejen před krádežemi a poškozením, ale i před povětrnostními vlivy a také přispívají k tomu, že svítidla nejsou při pohledu příliš nápadná, kryty splývají s konstrukcí a jsou opatřeny nátěry v barevném odstínu odpovídajícím nátěru mostní konstrukce.

Příklad provedení krytů svítidel ve variantě „antivandal“ - viz obr. 4 a obr. 5.



Obr.4



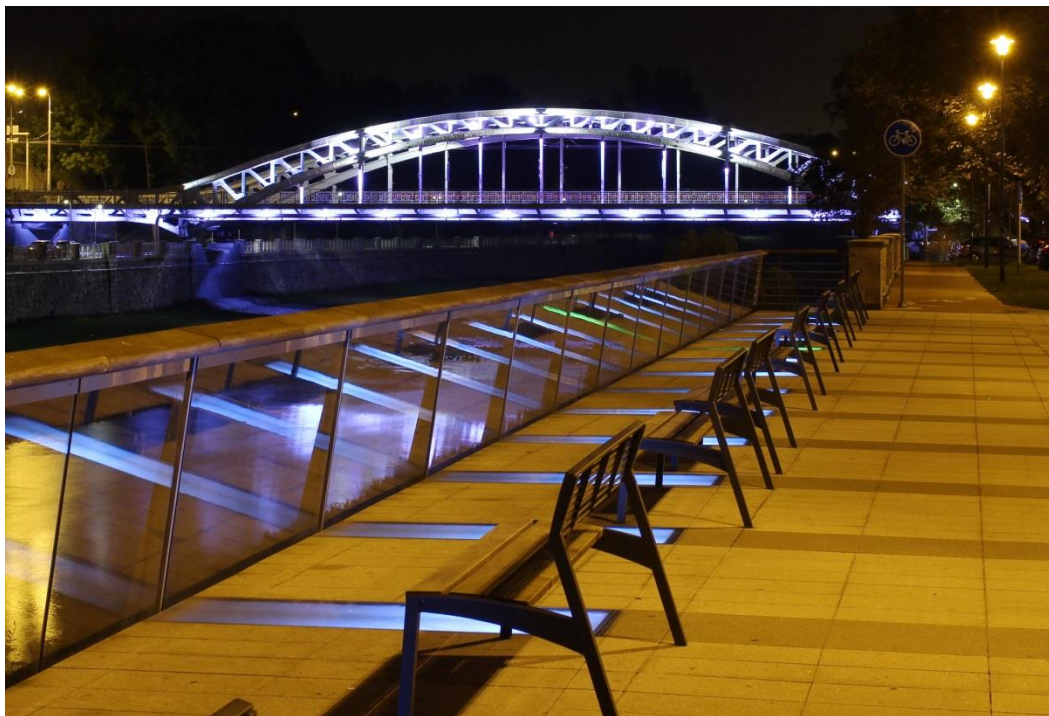
Obr.5

Dokumentace pro provedení stavby již řešila vše konkrétně. Mimo technických a konstrukčních detailů musela být také pro stavbu zajištěna součinnost s Dopravním podnikem Ostrava, po mostě jezdí trolejbusy, a tudíž se zde nachází trolejové vedení, a dále součinnost se správou mostu.

Svítlidla byla rozdělena do 6 světelných skupin. Byla použita lineární LED svítidla s rozšířeným rozsahem barev ColorGraze MX4 Powercore ve dvou variantách, svítidla ColorBurst IntelliHue Powercore ve třech variantách a svítidla ColorBlast IntelliHue Powercore gen4. Na konstrukci se nachází celkem 136 LED svítidel, která osvětlují jak spodní, tak horní části mostu. Celkový maximální příkon svítidel dosahuje 5,782 kW.

Napájení nového zařízení je z nového odbočného rozváděče osazeného na betonové zdi pod mostem. Rozváděč je vybaven ročními programovatelnými spínacími hodinami pro nastavení provozního režimu osvětlení mostu dle požadavku provozovatele. V rozváděči je umístěn řídicí kontroler pro ovládání LED svítidel osvětlení „iPlayer 3“. Dále je rozváděč vybaven vyhřívací jednotkou s termostatem pro zajištění bezchybné funkce kontroleru v zimním období při teplotách nižších než $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. V rozváděči je také umístěna 1f 16 A zásuvka pro připojení servisního PC. Z odbočného rozváděče je vyveden napájecí kabel do skříně umístěné uprostřed spodní části mostu na vybudované nosné konstrukci. Ve skříně je osazeno 11 ks jističů. Na nosné konstrukci je vedle skříně s jističi umístěno 11 ks „Data Enablerů“ přes které jsou napojena svítidla rozčleněna do funkčních skupin, jednotlivé Data Enablery jsou napojeny ze skříně s jističi. Ve skříně je rovněž umístěna 1f 16A zásuvka s jističem pro připojení servisního PC. Jednotlivé „Data Enablery“ jsou ovládány z jednotky „iPlayer 3“ datovým kabelem. Z jednotlivých „Data Enablerů“ jsou napojena LED svítidla umístěná na mostě. Kabelový rozvod pro osvětlení mostu je v celé trase před vandalismem chráněn ocelovými chráničkami. Ochranné trubky v části nad komunikací jsou v maximální možné míře vedeny skrytě uvnitř jednotlivých mostních konstrukcí. Veškeré nosné konstrukce a trubky jsou v ocelovém provedení s povrchovou úpravou pozinkováním a jsou natřeny v barevném odstínu nátěru mostu. Při definitivní montáži ochranných trubek i svítidel byly veškeré upevňovací svorky nebo jiné konstrukce v místech styku s konstrukcí mostu vypodloženy pryžovými podložkami, aby nebyla porušena antikorozi ochrana mostu.

Po montáži a zapojení jednotlivých svítidel byla provedena zkouška osvětlení a následně časově velmi náročné závěrečné směřování za účasti dodavatele svítidel a projektanta. Taktéž oživení osvětlovací soustavy včetně zadání ovládacího softwaru dle požadavku provozovatele do řídicí jednotky bylo provedeno zástupcem dodavatele svítidel. Pohled na jednu z variant výsledného osvětlení mostu po směřování svítidel – viz obr. 6.



Obr.6

Pro program „Rozmarných slavností řeky Ostravice“ dodavatel svítidel připravil efektní barevnou show demonstrující možnosti použité technologie. V běžném každodenním režimu je v současnosti osvětlení mostu provozováno v odstínech bílé barvy světla a ve spolupráci se zástupci města Ostravy nyní probíhá doladování barevných schémat osvětlení, která budou aplikována při významných událostech, státních svátcích, během Vánoc atd.

Závěrem lze konstatovat, že díky velmi dobré spolupráci všech zúčastněných mělo slavnostní zahájení osvětlení mostu u obyvatel Ostravy velký úspěch. Investorem osvětlení mostu Miloše Sýkory bylo Statutární město Ostrava, jehož magistrát spolupracoval s projektanty – PTD Muchová, s.r.o., zhotovitelem stavby – Ostravské komunikace, a.s., zhotovitelem úchytů svítidel, atypických antivandal krytů a ochran kabelových rozvodů – OSSTO-PLUS, s.r.o a dodavatelem svítidel Philips Lighting Czech Republic, s.r.o., který nejen dodal svítidla a technologii ovládání osvětlení, ale i úzce spolupracoval při světelně technickém návrhu a oživení osvětlovací soustavy.

Literatura a odkazy

- [1] Wikipedie, otevřená encyklopedie – Most Miloše Sýkory

Měření osvětlení v praxi

Pavel Novotný, Ing. www.svetlo.cz,

Nebudu Vás zdržovat vyjmenováváním norem, dle kterých provádím měření osvětlení a ani se nebudu zabývat normami, zákony a vyhláškami, které nastavují hodnoty pro vyhodnocení. Tomu se dostatečně věnují příspěvky ostatních přednášejících.

Já si budu klást otázky, na které si budu odpovídat, a tak vlastně začnu diskuzí.

Co měřím?

Měřím denní, nebo umělou složku osvětlení. Sdružené měřit neumím, umí to někdo z Vás?

1 Měření denní složky osvětlení

Měření denní složky osvětlení není moje oblíbená disciplína. Musíte trefit počasí. Ráno je v Liberci vzorově rovnoměrně zatažená obloha, u Mladé Boleslavi se začne trhat a před Prahou otáčíme a jedeme zpět. Na měření je náročnější příprava, je pracnější sběr dat a následné vyhodnocení. Pro zákazníka je měření dražší a tak těžko nese, že musí platit nevyhovující výsledky.

Oprávněnost v požadavcích na měření denní složky osvětlení je u světlovodů. Zejména pokud je ve výpočtu světlovod nahrazen svítidlem s tzv. odpovídajícím světelným tokem. A teď jsme u té praxe – **nefunguje to!**

2 Měření umělého osvětlení

Kde měříme?

Uvnitř: hlavní osvětlení, nouzové osvětlení, speciální měření

Venku: pracovní prostory, komunikace, sportoviště

3 Hlavní osvětlení uvnitř

Ideální stav-prázdná místnost s funkčními svítidly a zdroji známého typu, vymalovaná, s dokončenou podlahou. Před měřením máme k dispozici půdorysy ve formátu DWG, ostraha nás pustí do areálu, v objektu nehraje rádio, venku je tma.

Tento ideál jsem již zažil, ale praxe bývá značně rozdílná. Většinou jsou objekty plné pilně pracujících dělníků různých profesí a národností, kteří nestíhají termín a jsou značně nevrlí.

Jak by mělo a jak v praxi probíhá měření hodnot?

Jak rozměřit místnost?

Měli bychom ověřit hodnoty z návrhu osvětlení a měřit v místech kontrolních bodů výpočtu, ale rozměřovat místnost po 0,865 x 1,012m je nesmysl. Rozměřuji 1x1m nebo 2x2m, v případě měření na pracovním stole s roztečí menší, ale vždy inteligentní.

V jakém oblečení měřit?

Měli bychom měřit v tmavém oblečení, abychom co nejméně ovlivňovali výsledek. Ano, jezdím v tmavém oblečení, ale třeba v bíle vymalované ordinaci si nejsem jist správností tohoto pravidla.

V mnoha organizacích vám z bezpečnostních důvodů nařídí přilbu a reflexní vestu. Zpravidla jim vysvětlím, že ve vestě měřit nelze. Jsou ale provozy, kde si ji rád obleču, protože se nenechám přejet ještěrkářem. Kdo v takovém provozu byl, tak mě chápe.

Sehnout se při odečtu?

Při odečtu hodnoty bychom se měli sehnout pod úroveň čidla. Občas na měření používám krokoměr a v logistických halách nachodím i 6 kilometrů. Pokud bych k tomu přidal ještě 765 dřepů (přesný údaj z běžné haly), tak je to jako Jágrův trénink.

Jak stanovit udržovací činitel?

Ideálně ho převzít z výpočtu, nebo stanovit dle metodiky. Dobrá, ale co u regulovaných soustav a nebo svítidel s CLO (.....)? Nastavit na hodnotu MF určenou pouze pro odrazy? Ale co když je tam čidlo, které měří hodnotu pod sebou? Mohu v tomto případě dát MF=1?

Nalézá se naměřená hodnota v intervalu nejistoty měření?

Stává se to. Měli bychom zjistit, zda je hodnota nad limitem, ale spodní mez intervalu....., a podle zjištění vyhodnotit, že nelze tvrdit, že stav je nevyhovující. Podle ČSN 36 0011-1 bychom se zachovali správně, ale zákazníkovi bychom moc nepomohli. Nemá čas na nějaká opatření, protože protokol potřebuje dnes a kolaudaci má zítra. Pokud mám podezření už při měření, tak zpřesním. Rozhodnout musím já a hned. Konec konců mé rozhodnutí může kdokoliv změnit.

Vyhodnocovat barevné podání?

Rozhodně ano a také to dělám, včetně náhradní teploty chromatičnosti. U renomovaných a stabilních výrobců problémy nenacházím. U „nových“ výrobců často naměřím nízké hodnoty Ra kompenzované vysokými hodnotami Tc.

4 Nouzové osvětlení

Nutná je dokonalá příprava – zpravidla nemáte na vlastní měření více jak hodinu.

Prostor je třeba předem projít, zkontrolovat piktogramy, nalézt všechny bezpečnostní body (hasičáky, hydranty, uzávěry...), měřit dohledové vzdálenosti. Zvolit místa měření a rozměřit si kontrolní body předem.

Je z každého místa objektu vidět na piktogram?

Z každého libovolného místa v objektu – ano i z toho, které je přístupné pouze proškoleným osobám – musí být vidět piktogram označující směr úniku! Piktogramy musí být instalovány kolmo na směr pohledu tak, aby byly vidět.

Je piktogram dostatečně velký?

Dohledová vzdálenost je 100x, resp. 200x výška piktogramu, podle toho zda je obrazec nasvětlený, nebo podsvětlený.

Pokud je použita fluorescenční tabulka a není nasvětlena, tak ji nelze zařadit do systému nouzového osvětlení. Ne, prostě nelze. Prodavači uvádějí mylné, zavádějící a nepravdivé informace. Žádná vyhovující fluorescenční tabulka mi k datu 2.9.2018 není známa.

Umí někdo uvést nouzové osvětlení do provozu?

Rozsvícení nouzáků a zhasnutí hlavního osvětlení považuji za vhodný první krok. Přesto se občas tak nestalo.

Vydrží nouzový systém předepsanou hodinu?

Pokud nouzová svítidla s bateriemi nenamontovali během dne, tak zpravidla ano.

Je dosažena předepsaná intenzita nouzového osvětlení?

Měříme v podstatě dvě hodnoty, 1lx v ose únikových tras a 0,5lx v prostorech s požadavkem na antipanické osvětlení. Požadované intenzity musí být dosaženo bez odrazů.

V současnosti používaná nouzová LED svítidla mají velmi dobře přizpůsobené vyzařovací charakteristiky a pokud jsou správně navržena a instalovaná, tak plně vyhovují. Je zde ale i lidský faktor a argumentace typu: „já myslel...“ „jinak to nešlo...“ a nebo „takhle to bylo v projektu...“.

A výsledek? Svítidla jsou nad technologií, koridorové charakteristiky jsou otočeny o 90°, charakteristiky jsou zaměněny, čočky na svítidlech zcela chybí, svítidla jsou umístěna za sloupem, za průvlakem, za rohem.

Je třeba zdroje v nouzových svítidlech nechat zahořet?

Ano je, ale nikdy se tak nestalo. Naštěstí nyní jsou již v drtivé většině NO svítidla s LED technologií a ta svítí dostatečně i bez zahoření.

Je vedena dokumentace?

Norma ČSN EN 50172 vyžaduje pravidelné měsíční a roční kontroly s písemným záznamem. Se splněním této povinnosti se setkávám zcela výjimečně. Ve většině případů se setkávám s argumentací typu: „hasiči po nás vyžadují kontroly hasičáků a ty děláme....“

5 Několik otázek (bez odpovědí) na závěr

Měří se převážně ke kolaudacím. *Nemělo by se měřit opakovaně a pravidelně?* Třeba ve večerkách, tělocvičnách, úřadech a objektech provozovaných i třicet let beze změny osvětlení?

Měří se zpravidla pro zhotovitele a ten i měření osvětlení platí. Pro toho zhotovitele, který občas rozhodne o záměně svítidel a který potřebuje vyhovující posudek aby předal. *Je to správně?*

Těm, kteří dočetli až sem a alespoň u jedné z otázek se zamysleli, děkuji.

Měření osvětlení na modelu v závislosti na orientaci

Ing. Marcel Pelech, A.W.A.L. s.r.o., pelech@awal.cz, www.awal.cz

Abstrakt: Po více než šesti letech páce WG 11 při CEN CT 169 se připravuje vydání nové evropské normy na denní osvětlení. Součástí této normy je zavedení inovativních přístupů ke stanovení kritérií pro denní osvětlení jako požadované osvětlenosti E_T (lx), místo dříve používané hodnoty činitele osvětlenosti D (%). Protože se dá předpokládat, že se budou hodnoty výrazně lišit v závislosti na orientaci, bylo zahájeno experimentální měření závislosti osvětlenosti v místnosti na orientaci vůči světovým stranám.

Úvod

V současné době je schválená nová evropská norma na denní osvětlení pod označením PR EN 17037 Daylight [1] a v prosinci letošního roku by měla vyjít. Následně na to na jaře 2019 bude tato norma převzata do naší soustavy norem. V současnosti je uvedena jako TNI pr EN 17037. Součástí této normy jsou i další obory vztahující se k přirozenému osvětlení interiéru jako je oslunění, výhled a oslnění. Protože se jedná o nový dokument, který chce respektovat nejnovější trendy v dané oblasti, nejsou z našeho tradičního pohledu připravované změny zcela ověřené v praxi.

Denní osvětlení

Základní požadavek je sice stanoven v luxech, ale je ještě udáván i v procentech, přepočtených z požadavků osvětlenosti.

Hodnota D_T požadovaná k dané osvětlenosti je stanovena klasicky dle standardního vztahu pro činitel denní osvětlenosti (1).

$$D_T = \frac{\text{illuminance level}}{E_{v,d,med}} = \frac{300 \text{ lx}}{E_{v,d,med}} \times 100 [\%] \quad (1)$$

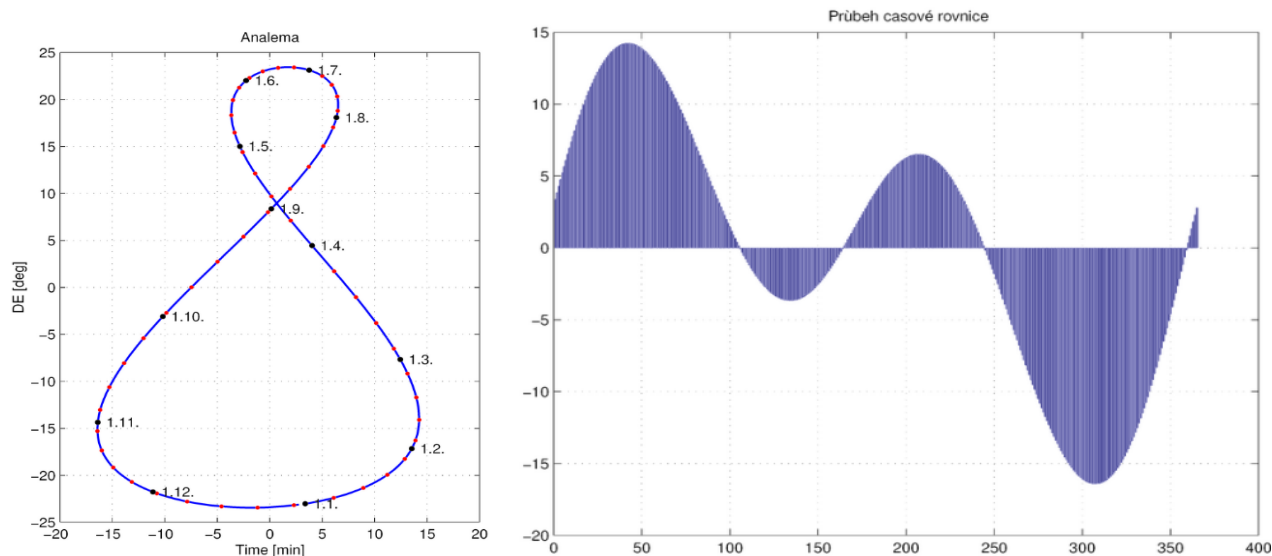
Protože základní horizontální osvětlenost není v tomto případě stanovena jako hodnota pro rovnoměrně zataženou oblohu dle CIE s gradací jasu oblohy 1:3, ale je stanovena experimentálně pomocí měření v jednotlivých lokalitách jako $E_{v,d,med}$ z celoroční osvětlenosti (pro Prahu je to hodnota 14900 lx), není zaručen původní předpoklad, že bude osvětlení nezávislé na orientaci okenních otvorů ke světovým stranám.

Jak moc se může lišit skutečná osvětlenost v reálných podmínkách v závislosti na orientaci vůči světovým stranám a jaká je skutečná osvětlenost denním světlem v interiéru, není příliš známo. Byl proto připraven experiment měření osvětlenosti na modelu. Jedná se o model běžné obytné místnosti o rozměrech 2,65 m x 4 m x 2,55 m s oknem 1,5 m x 1,5 m v měřítku 1:5. Měření probíhá v místě s téměř nezastíněným horizontem.



Obr. 1 Pohled na nainstalovaný měřicí model [2]

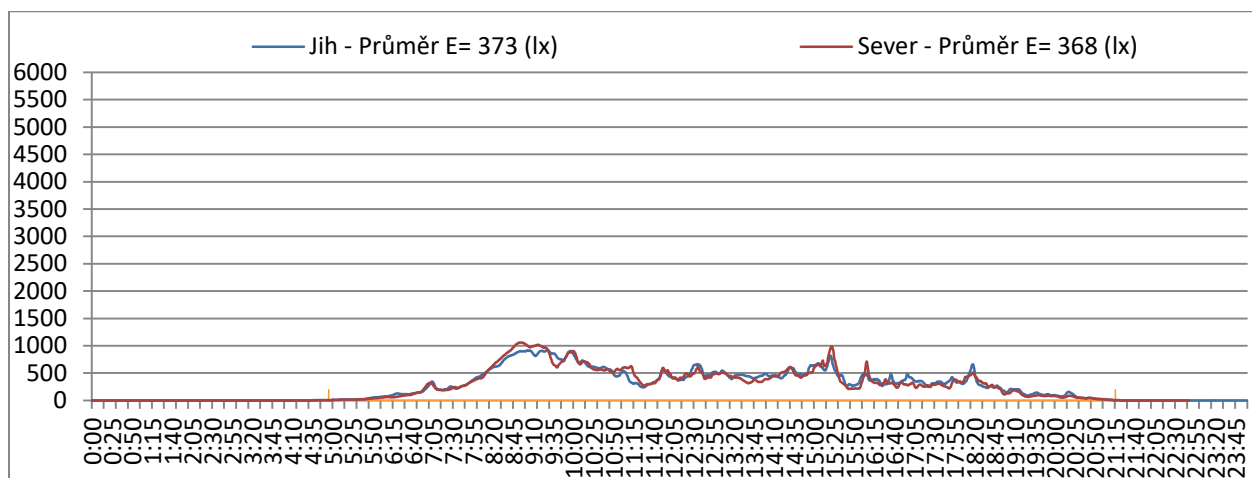
Samostatnou kapitolou bylo rozhodování o správné orientaci modelu. Nabízely se v zásadě dvě možnosti. První byla orientace upraveného severu dle meridiánové konvergence, druhá byla orientace dle kartografického severu. Nakonec byla zvolena orientace dle kartografického severu. Důvodů bylo několik. Hlavním důvodem byla jednodušší možnost zjištění dané polohy z katastrálních map i pro osoby neznalé astronomie. Dalšími podpůrnými důvody byla poloha skutečného místa měření, které je přibližně v polovině rozptylu hodnoty deklinace pro ČR. Hlavním důvodem, proč naopak orientaci nedělat tzv. podle polohy sluníčka, je skutečnost, že poloha slunce se stejně mění a pravý sluneční čas se od toho občanského času v průběhu jednotlivých let mění jak z důvodu přestupných roků, tak i dalšími vlivy, jak je vidět na přiložené analemě a znázorněno na časové rovnici.



Obr. 2. Průběh analemy a časové rovnice [3]

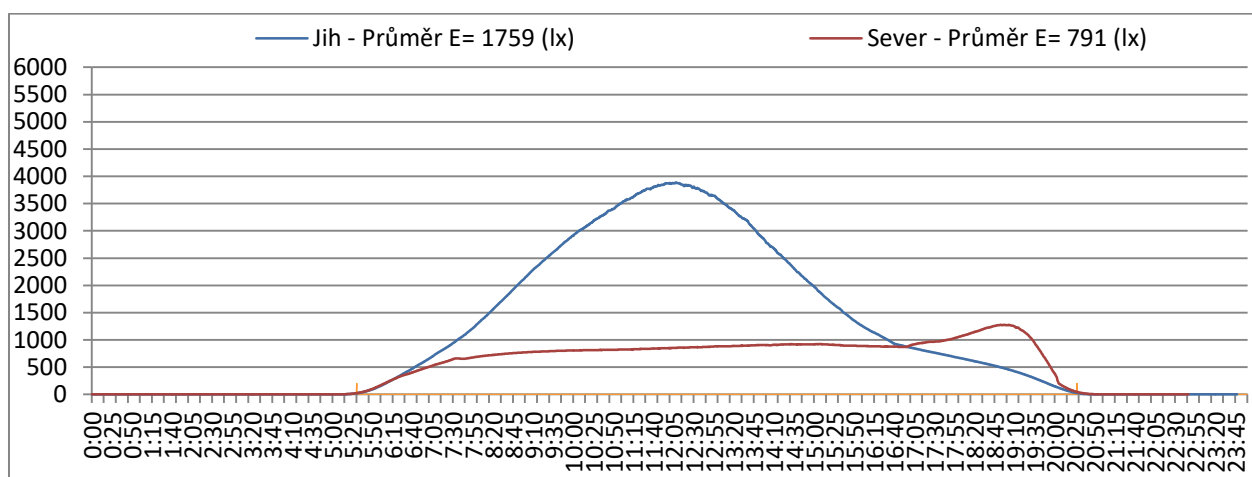
Soustavné měření probíhá teprve od 6. 4. 2018, což je na celkové závěry krátká doba. Je zmapován teprve první půlrok kolem letního slunovratu, navíc je letošní rok poměrně netypický s převahou jasného počasí. Přesto jsou již první výsledky zajímavé a je možné je považovat za základ pro úpravu některých parametrů měření po uzavření prvního roku.

Výsledky nelze kvalifikovat jako nějak zásadně překvapivé. Probíhající měření zatím prokazují, že při zatažené obloze lze očekávat shodné výsledky osvětlenosti bez ohledu na orientaci.

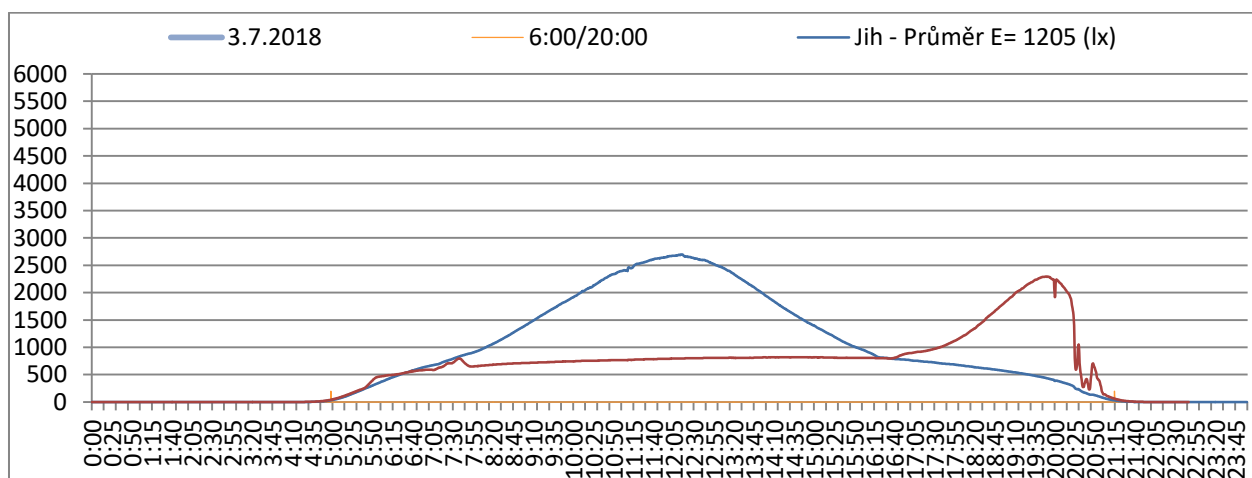


Obr. 3 Výsledky z měření při zatažené obloze

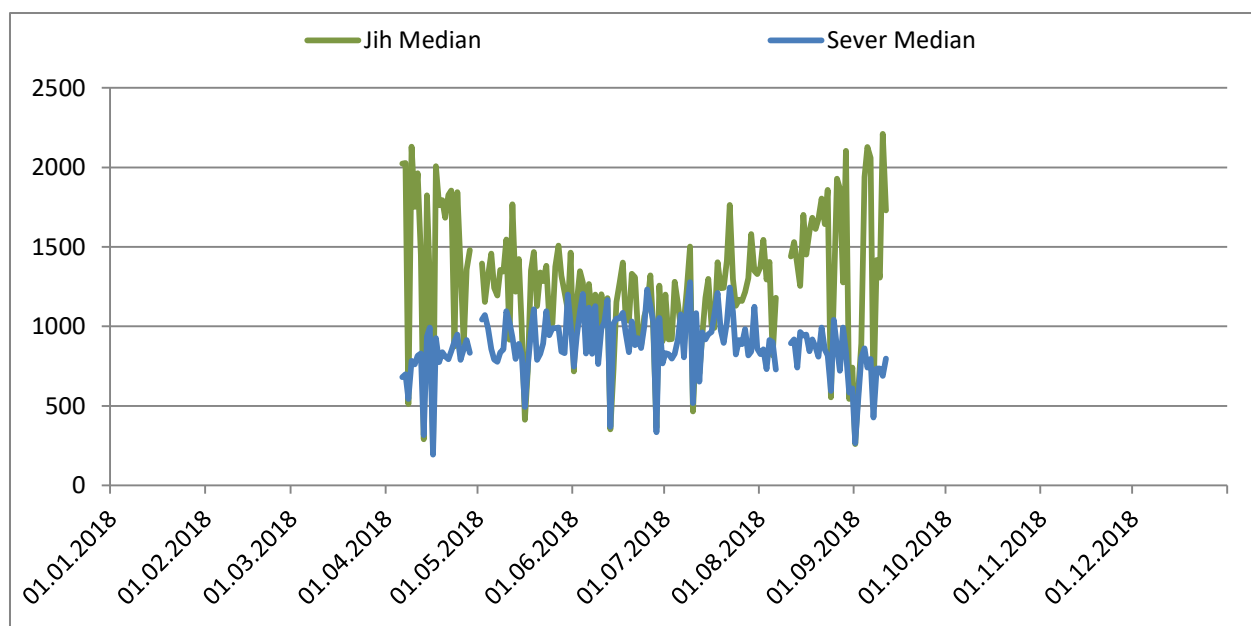
Stejně tak asi není překvapivé zjištění, že osvětlení za jasné oblohy bude výrazně vyšší pro místnost s jižní orientací.



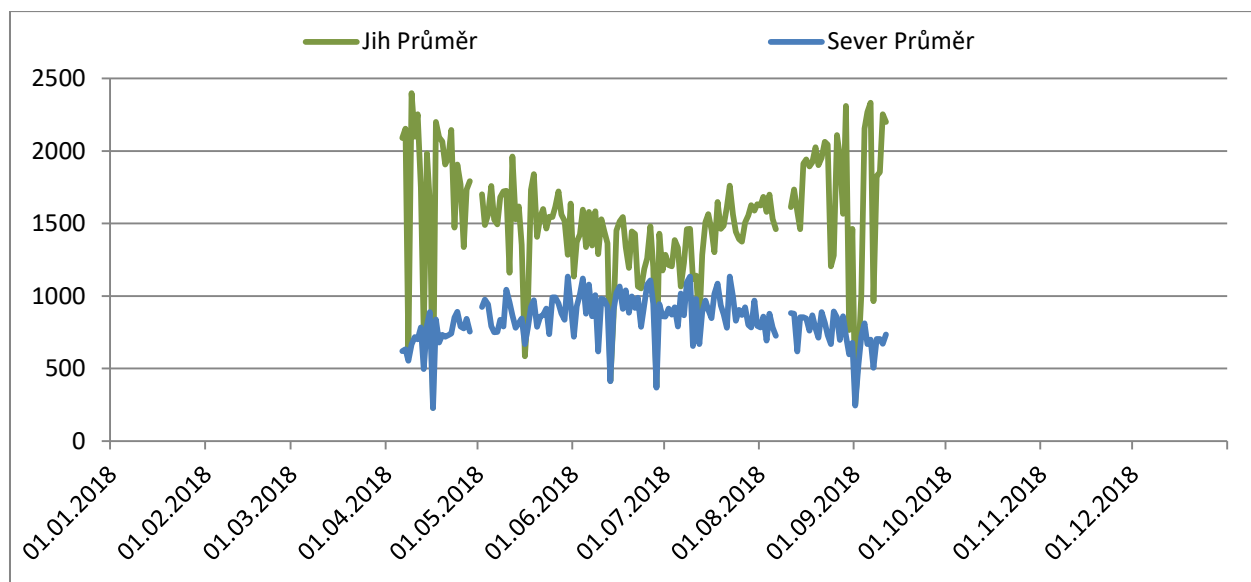
Obr. 4 Výsledky z měření při jasné obloze okolo rovnodennosti



Obr. 5 Výsledky z měření při jasné obloze okolo letního slunovratu



Obr. 6 Výsledky z měření denních mediánů osvětlenosti



Obr. 7 Výsledky z měření denních průměrů osvětlenosti

Jediné výsledky, které lze asi publikovat, jsou hodnoty denních mediánů a průměrů osvětlenosti ve sledovaných dnech v době od východu po západ slunce, které jsou uvedeny na předešlých obrázcích.

Literatura a odkazy

- [1] PR EN 17037 Daylight, CEN/TC 169/WG 11 –Daylight, září 2017
- [2] Měření osvětlení na modelu v závislosti na orientaci a jiné praktické možnosti ověřování výpočtů v praxi, Marcel Pelech, sborník konference Technika osvětlování XXVIII, ČSO regionální skupina Plzeň, 05/2018
- [3] Mgr. Ing. Jakub Šolc, Ph.D., Několik obrázků analemy.
<https://mat.fsv.cvut.cz/solc/wwwpages/analema2/default.html>

Smart osvětlení pro pěstování rostlin

Eduard Polák, Ing.

Lightdrop, s.r.o., polak@lightdrop.cz, www.lightdrop.cz

Abstrakt:

Smart GrowLight 300 je LED osvětlovací systém pro potřeby moderního pěstování rostlin v řízených podmínkách, který vzešel ze spolupráce expertních týmů ostravských univerzit na osvětlování, biofyziku fotosyntézy a specialistů na fotoniku a komunikační technologie. Smart GrowLight 300 je z hlediska spektrálního složení navržen tak, aby byla maximalizována účinnost fotosyntézy a zajištěno efektivní pěstování plodin při zachování jejich výrazných, například chuťových, charakteristik. LED světlo má osm řízených kanálů s plynulou regulací vyzařovaného spektra v programovém nebo ručním režimu. Ručně nebo pomocí spektrometru je možno nastavit intenzitu i barevnost spektra, což dává pěstitelům další specifické možnosti, jak modulovat vývoj a růst plodin. LED světlo je řízeno pomocí USB 2.0, Ethernetu klasického nebo průmyslového.

1 Úvod

Smart GrowLight 300 osvětlovací systém je předurčen pro potřeby moderního pěstování rostlin v řízených podmínkách. Ve spojení s intuitivním ovládáním pomocí dodávaného software je tento systém vhodným zařízením pro:

- Výzkumné instituce
- Zahradnictví, akvaponické farmy, pěstírny zeleniny, bylin a producenty tzv. mikrogreens
- Domácí a komunitní pěstírny

Rostliny absorbují především modrou a červenou složku spektra. Nabízí se tedy jednoduché řešení, jak sestavit světelný zdroj, kombinací modrých a červených LED. Současné znalosti z biofyziky fotosyntézy však poukazují na to, že ostatní složky spektra (UV, zelená, žlutá, vzdálená červená) významně ovlivňují pronikání světla do hlubších vrstev listu nebo porostu a díky alternativním fotosyntetickým pigmentům (případně pigment-proteinovým komplexům) přispívají k intenzivnímu růstu. Smart GrowLight 300 využívá těchto nových vědeckých poznatků, jeho vyzařované spektrum je široké a postihuje tyto opomíjené barevné složky.

2 Projekt Smart GrowLight 300 osvětlení pro pěstování rostlin

V produkčních sklenících se v současné době ve větší míře využívá technologicky zastaralých světelných zdrojů HPS (vysokotlakých sodíkových výbojek) s nízkou účinností přeměny elektrické energie na světlo. Dnešní trh nabízí různé druhy kultivačních světel pro skleníkové aplikace pro vnitřní použití.

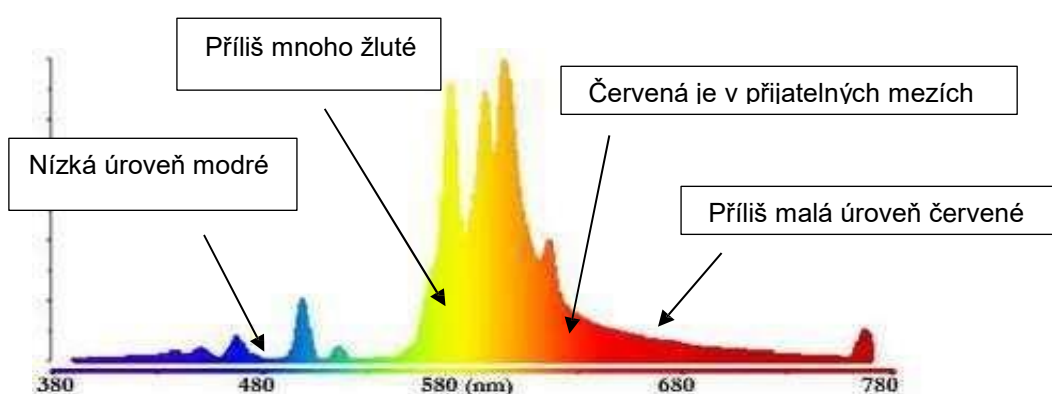
LED spektrální zářiče neboli pěstební LED svítidla (Grow LED) jsou založena na spektru vlnových délek stimulujících fotosyntetické procesy. LED vyzařují takové vlnové délky, které rostliny využijí s maximální efektivností. Především jsou to vlnové délky v oblasti světleného záření od 340nm do 750nm. Osvětlovací systémy jsou zaměřeny na pevné uspořádání jednotlivých vlnových délek v určitých poměrech pro různé pěstební účely.

2.1 Současný stav osvětlování

Konvenční zdroje nedosahují takové efektivity v této oblasti vlnových délek a proto je potřeba k vytvoření požadovaného výkonu více energie. Vzniká tak vysoká hodnota emisního záření a tím i špatná účinnost fotosynteticky aktivního záření.



Obr. 1 Výbojka HPS (High Pressure Sodium)



Obr. 2 Spektrum sodíkové výbojky HPS 600 W [3]

Na obr. 2 je spektrum sodíkové výbojky HPS 600 W. Z obrázku je vidět, že většina výkonu je vyzářena ve žlutozelené až oranžové oblasti světelného spektra. Toto spektrum je mimo absorpční spektrum chlorofylů, které budou zmíněny později. To má za následek vysoké plýtvání energií. Typická životnost vysokotlaké sodíkové výbojky je přibližně 8000 hodin. Trvá až několik minut než dosáhne plného výkonu.

	Blue	Deep blue	True green	Yellow	Amber	Red	Hyper Red	Far Red
Dominantní vlnová délka	464 – 476	449 – 461	513 – 537	583 – 595	612 – 624	620 – 632	646 – 666	730 (peak)

Tab. 1 Vyráběné LED

Z tab. 1 se dá vyčíst, že LED světla dokáží vyzářit energii mnohem efektivněji v celém světelném spektru od 450 do 750 nm, než sodíková výbojka. Je možno zvolit pouze ty barvy nebo části spektra, které nejlépe pokryjí absorpční spektra chlorofylů, jak bude popsáno dále.

2.2 Osvětlování rostlin

Rostliny využívají světlo absorbované listovými pigmenty jako důležitý zdroj energie při fotochemických procesech. Tyto procesy ovlivňují tvorbu květů rostlin, jejich tvar a celkovou stavbu. Nejdůležitějším z těchto procesů je proces zvaný fotosyntéza, který

využívá světelné záření ke konverzi CO₂ a vody na sacharidy a následně na další látky (asimiláty), které společně tvoří stavební kameny rostlinných tkání. Rychlost fotosyntézy charakterizuje intenzitu nárůstu zelené hmoty rostlin a je vyjadřována jako schopnost vstřebávání molekul CO₂ na jednotku plochy listu za sekundu.

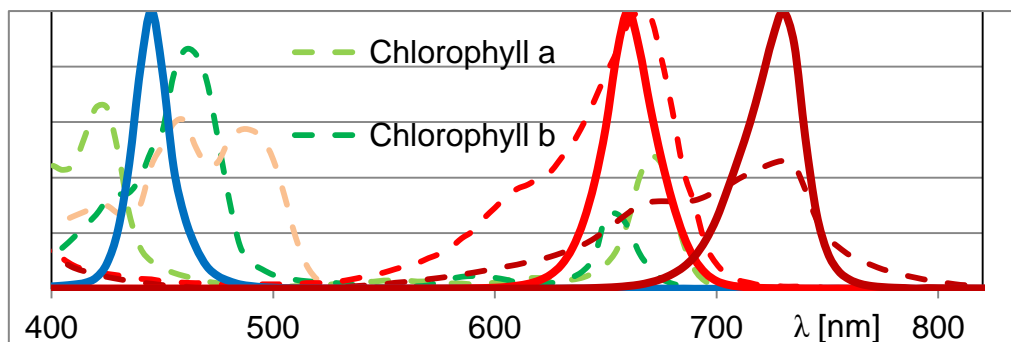
Nejdůležitějšími faktory pro optimální růst rostlin jsou především:

- Světlo, CO₂, teplota, popř. vlhkost vzduchu, teplota půdy
- Obsah vody v půdě a živiny

V praxi jsou všechny tyto faktory pro růst rostlin více méně rovnocenně důležité. Avšak je-li limitujícím faktorem přirozené denní světlo, je velmi omezena i optimalizace ostatních faktorů. Použitím doplňkového osvětlení pro podporu růstu rostlin mohou být tedy optimalizovány i ostatní limitující faktory. Umělé osvětlení lze využít především v zahradnictví k stimulaci růstu rostlin a k tvorbě květů a plodů. Doplňkové umělé osvětlení, které se využívá k prodloužení přirozeného denního osvětlení, se nazývá asimilační. Asimilační osvětlovací soustavy umožňují především:

- zvýšit úrodu, prodloužit dobu produkce plodin
- zlepšit kvalitu, řízení a plánování produkce
- zajistit spolehlivou a pravidelnou dodávku zemědělských produktů

Umělé osvětlení se využívá také jako úplná náhrada přirozeného denního osvětlení v růstových komorách, zde jde o tzv. kultivační osvětlení. Značně rozšířeno je i fotoperiodické osvětlování rostlin, které reguluje dobu kvetení a umožňuje indukci květů dlouhodobých rostlin (např. karafiátů) i v zimním období. U některých rostlin není třeba k vytvoření fotoperiodického efektu ani plynulé několikahodinové přisvětlování, ale postačuje jen krátkodobé přerušování tmy v noční době.



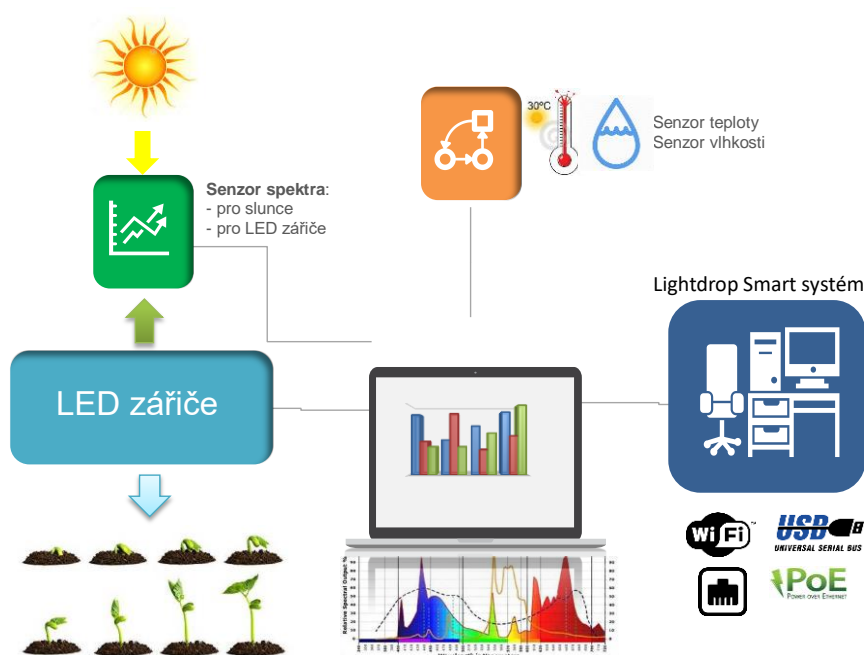
Obr. 3 LED červené a modré barvy, které se podílí na vytvoření spektra

Na obr. 3 je vidět adsorbční spektra *chlorofylu a* a *chlorofylu b* v pásmu kolem od 400 po 550 nm, pak neabsorbují skoro nic a druhý píky mají kolem 675 nm. Z těchto údajů vyplývá, že třeba světlo s vysokým výkonem v oblastech modré, červené až infračervené.

3 Návrh Smart GrowLight 300 osvětlení pro pěstování rostlin

Systém, který je vyobrazen na obr. 4, má modulární řešení, tzv. LEGO model. Jednotlivé komponenty se do systému přidávají nebo odebírají. Základní část systému tvoří inteligentní osvětlovací těleso, které je umístěno nad pěstební plochou (záhonem) v potřebné vzdálenosti, která je dána jako kompromis mezi intenzitou záření a velikosti

ozářené plochy. Další modul měří dopadající sluneční záření i záření z LED zářiče. Výsledky měření posílá po síti ethernet do řídicího systému (průmyslový počítač), který rozhoduje podle softwaru (řídicí a výpočtový software pro průmyslová PC) o vyzařovaném spektru tak, aby bylo optimální spektrální složení (barevnost) světla pro fotosyntézu, produkci, růst a vývoj rostlin. Doplňkové funkce tvoří senzory teploty a vlhkosti (nejsou součástí LED světla), které plní pomocnou funkci a monitorují vzdušnou vlhkost a teplotu ve skleníku. Další část software rozhoduje o zavlažování a odvětrávání, popřípadě stínění pěstebního záhonu. Obsluha bude moci monitorovat prostředí skleníku a měnit kultivační podmínky přímo ve skleníku, z kanceláře nebo pomocí software na notebooku, tabletu eventuálně na stolním počítači přes internetové připojení z domova.



Obr. 4 Blokové schéma systému pro pěstování rostlin

3.1 Požadavky na stupeň krytí a chlazení

Pro použití ve skleníku je volba stupně krytí velice důležitá, protože ve sklenících bývá často vysoká relativní vlhkost a někdy dokonce i stříkající voda, jejíž potenciál k poškození elektroniky je vysoký. Proto je nutné rozhodnout o použití krytí alespoň IP56, což představuje problém pro chlazení. Jako hlavní chladicí element je použit hliníkový profil navržený tak, aby co nejefektivněji odváděl teplo od zářičů a napájecích zdrojů.

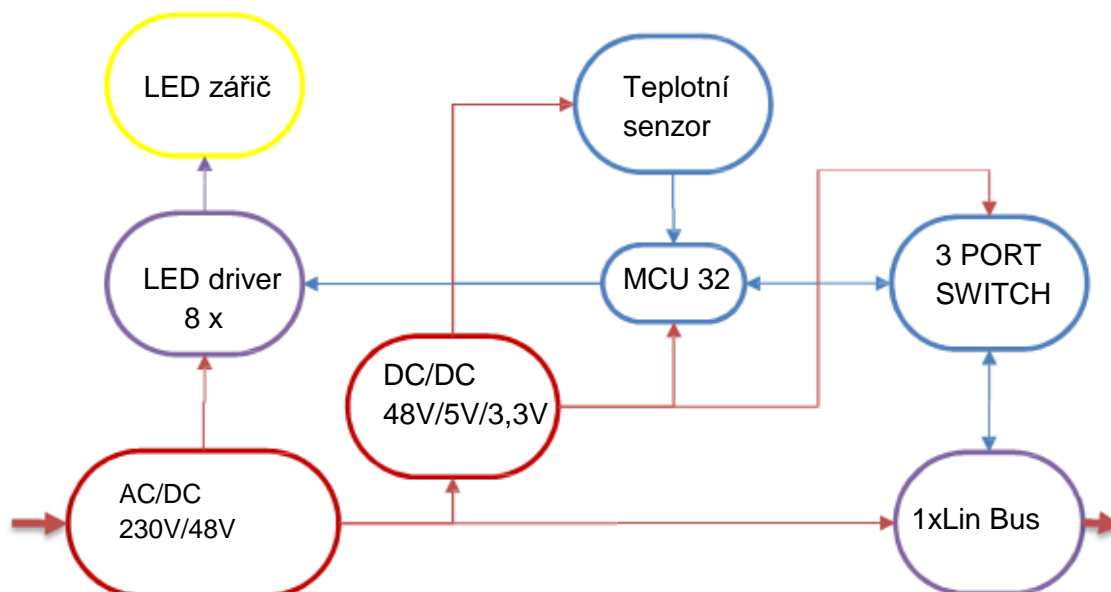
3.2 Životnost Smart GrowLight 300 osvětlení pro pěstování rostlin

Životnost ventilátorů je udávána jako průměrný čas do poruchy a je větší, než 60 tisíc hodin. Životnost LED zářičů je přibližně stejná, jako životnost jednotlivých LED. Tato životnost je udávána jako doba, po kterou výrobce LED garantuje, že nedojde k poklesu světelného výkonu o více než deset procent.

3.3 Volba LED pro zářiče

Byl zvolen výrobce LED a to firma Osram AG, která je na trhu přes 110 let od roku 1919, kdy začali prodávat své první osmio-wolframové žárovky. Hlavními barvami LED jsou modrá, červená, vzdálená červená a bílá.

3.4 Hardware Smart GrowLight 300



Obr. 5 Blokové schéma modulu LED světel

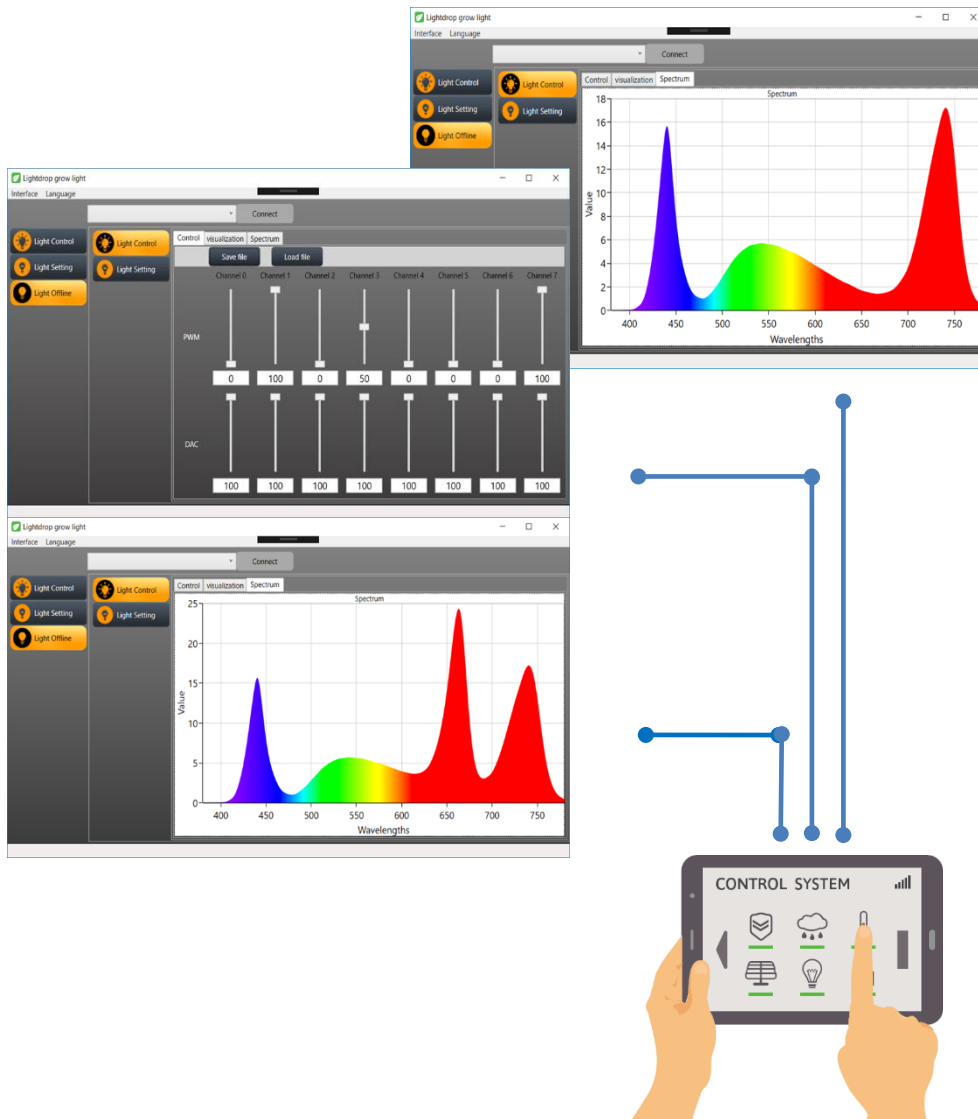
Z blokového schématu na obr. 5 je patrné z barevných šipek rozdělení napájení (značeno červeně) a dat (digitální data modře). Hybridní bloky, které kombinují napájení a digitální data jsou značeny fialovou barvou. Zářič LED je zaznačen žlutou barvou.

Každé světlo je napájeno ze standardní napájecí sítě 230V/50Hz s konverzí napětí na 48V/DC a následně na 5.0V a 3.3V. Napájecí napětí 48 V je použito na napájení driverů LED. Ostatní obvody elektroniky jsou napájeny napětím 3.3V (mikrokontrolér, teplotní senzory a tří portový ethernetový rozbočovač). Ethernetový rozbočovač umožňuje sériové zapojení LED světel. Tím se výrazně sníží náklady na ethernetové kabely. Další úspory je možno promítnout do použití průmyslového ethernetu. Teplotní senzory poskytují mikrokontroléru informace o teplotě v různých částech přístroje.



Obr. 6 Pohled na LED zářič Smart GrowLight 300

4 Základní ovládací software pro Smart GrowLight 300



Obr. 7 Panely ovládacího software Smart GrowLight 300 pro Windows 10



Obr. 8 Nastavení různých spekter zářiče Smart GrowLight 300

5 Základní technické parametry Smart GrowLight 300

SMART GROWLIGHT 300	
Počet LED	112
Rozměry LED světla	180mm x 160mm x 600mm (Š x V x H)
Aktivní plocha zářiče	150mm x 600mm (Š x H)
Vyzařovací úhel	80°
Optika	Vysoce propustný polykarbonát
Spektrální výkon	1000 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ve vzdálenosti 400 mm (měřeno ve spektru 380 až 780 nm)
Počet kanálů	8
Řízení spektrálního výkonu	0 až 100 % pro každý kanál samostatně
Spektra vlnových délek LED OSRAM Opto Semiconductor	*Deep blue, Blue 1, Blue 2, Red, Hyper Red, Far Red, Street White, EQ white/ V_{λ}
Váha	6 Kg
Životnost LED	60 000 hod
Životnost ventilátoru	60 000 hod
Příkon	max. 300W
Napájecí napětí	230AC/50 Hz, max. 2.1A/AC
Pracovní teplota	0 °C ~ +40°C
Skladovací teplota	-20°C ~ +70°C
Chlazení	Aktivní chlazení. Životnost ventilátorů 60 000 hodin při +40 °C, 60% RH
Relativní vlhkost	20 ~ 90% RH nekondenzující
Krytí	Elektronika IP34 LED zářič IP 54
Komunikační rozhraní	MINI USB 2.0, Ethernet RJ-45, 10/100 Mbit IPv4 Ethernet
Uživatelské rozhraní	Nastavování, programování a správa světla přes uživatelsky přívětivé rozhraní (notebook, PC) Možnost volit parametry spekter z růstových (pěstebních)šablon
Hodiny reálného času	Vlastní obvod RTC pro práci bez internetu Řízení času z internetu

Závěr

Tento projekt je realizován ve spolupráci s Ostravskou univerzitou v Ostravě a VŠB Technickou univerzitou v Ostravě v rámci programu „Podpora vědy a výzkumu v Moravskoslezském kraji 2016 (RRC/08/2016)“. Testovací sestava Smart GrowLight 300 je instalována v laboratoři Ostravské univerzity. Zde se testuje optimální spektrální složení světla pro různé druhy rostlin, jejich fáze růstu a různé denní doby. Projekt prokázal, že navržené řešení je funkční a díky tomu může najít uplatnění například v projektu takzvaných „RegenVillages“. Počítá se s tím, že díky nejmodernějším technologiím budou obyvatelé schopni v „RegenVillages“ vypěstovat asi 10krát více surovin než na tradiční farmě se stejnou rozlohou půdy. Další možnosti využití jsou ve výzkumných institucích, zahradnictvích, akvaponických farmách, pěstírnách zeleniny, bylin, u producentů tzv. Microgreens a v neposlední řadě v domácích a komunitních pěstírnách.

Literatura

- [1] Christopher H. Sloper, The LED Grow Book: Better. Easier. Less Watts, CreateSpace Independent Publishing Platform, ISBN: 1482697327
- [2] sRGB [online] Dostupné z <<https://en.wikipedia.org/wiki/SRGB>>
- [3] Sodium-vapor lamp [online] Dostupné z <https://en.wikipedia.org/wiki/Sodium-vapor_lamp>

Vliv rozšíření lodžii na denní osvětlení a proslunění bytů panelové soustavy VVÚ ETA

Kristýna Schulzová, Ing. arch., Fakulta architektury ČVUT v Praze, kristyna.schulzova@fa.cvut.cz

Anna Marie Černá, Ing. arch., Fakulta stavební, ČVUT v Praze anna.marie.cerna@fsv.cvut.cz

Daniela Bošová, PhD doc. Ing. Fakulta architektury, ČVUT v Praze, daniela.bosova@fa.cvut.cz

Abstrakt: Panelová soustava VVÚ ETA je jednou z nejčastěji používaných v České Republice. Při současné hloubce lodžii 1,2 m, která se vnějším zateplením dále snižuje, neposkytují tyto dostatečný prostor pro obytnou funkci. Požadované dodatečné rozšíření lodžii značně zvyšuje uživatelský komfort těchto bytů a velice často bývá požadavkem uživatele při celkové rekonstrukci obalových konstrukcí panelových objektů. V současné době je na českém trhu několik firem, které nabízejí možné rozšíření od 0,2 až do 2,5 metru.

Pro článek byly vybrány tři varianty bytů o dispozici 3+1 v reálné urbanistické situaci sídliště Velká Ohrada v Praze. U nich je prověřen dopad rozšíření lodžie na naplnění požadavků na proslunění a denní osvětlení obytných budov. Hodnocenými faktory jsou, v souvislosti s platnou legislativou v České republice, doba proslunění 1.3. a celkový činitel denní osvětlenosti D.

Klíčová slova: rozšíření lodžie, panelové domy, VVÚ ETA, denní osvětlení, proslunění

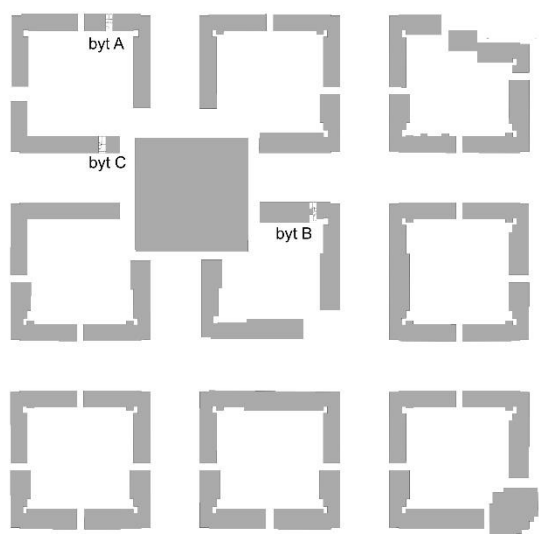
1 Úvod

Panelové domy tvoří značnou část bytového fondu v České republice. V roce 2015 bydlelo v panelových bytech zhruba 2,6 milionů obyvatel [1]. Rekonstrukce a úprava těchto bytů tak, aby z hlediska uživatelského komfortu obstály na současném trhu nemovitostí, je tedy jedním z důležitých témat současné výstavby.

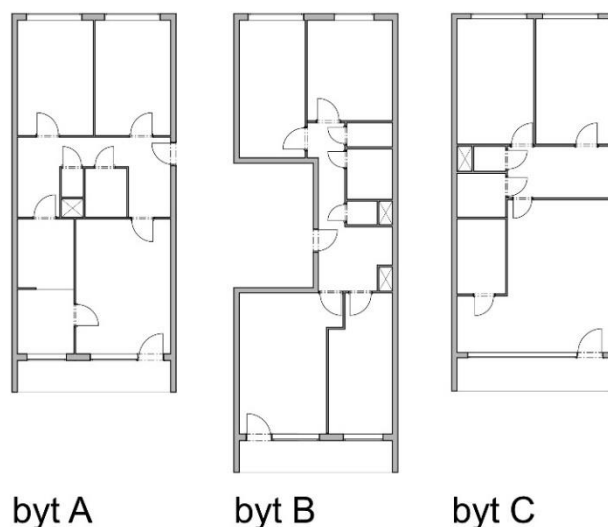
Většina panelových bytů o dispozici 3+1 má balkon či lodžii. Plochy balkonu, potřebná k zajištění obytné funkce, je podle platné normy ČSN 73 4305 Zařiditelnost bytů 1400x2500 mm pro dvě osoby a 1800x2500 pro čtyři osoby [2]. Standartní šířka lodžie panelového domu je však pouze 1200 mm. Tento rozměr se dále snižuje kontaktním zateplením na fasádě domu. Dodatečné rozšíření lodžii značně zvyšuje uživatelský komfort těchto bytů a velice často bývá požadavkem uživatele při celkové rekonstrukci obalových konstrukcí panelových objektů. V současnosti je na českém trhu několik firem, které nabízejí možné rozšíření od 0,2 až do 2,5 metru [3],[4].

Cílem tohoto výzkumu je zjistit vliv rozšíření lodžii na denní osvětlení a proslunění bytů. Jednou z nejčastěji se vyskytujících soustav na českém území je konstrukční soustava VVÚ ETA. V této soustavě je vybudováno také pražské sídliště Velká Ohrada na Jihozápadním městě, realizované v letech 1978 až 1991. Na tomto sídlišti je otevřená bloková zástavba sedmipodlažních panelových domů, kombinující byty o dispozici 3+1 a 2+1.

Pro účely článku byly vybrány tři byty velikosti 3+1 o různé dispozici. Všechny byty jsou umístěny v prvním nadzemním podlaží.



Obr.1 (Velká Ohrada - situace)



Obr.2 (Půdorysy bytů)

V předchozím výzkumu již bylo hledáno limitní rozšíření lodžie u panelové soustavy VVÚ ETA u domu v takřka ideálních podmínkách: bez stínících překážek a s jižní orientací lodžie. Limitujícím faktorem bylo v tomto případě denní osvětlení, které umožňovalo maximální rozšíření o 900 mm (celková šířka lodžie tedy byla 2100 mm). Toto rozšíření ovšem bylo možné pouze za předpokladu změny dispozice; byla vybourána příčka mezi kuchyní a obývacím pokojem a neprůsvitný panel okna byl nahrazen čirým zasklením [5].

V tomto článku je tedy již počítáno s touto dispoziční úpravou u bytů A a B. U bytu C je okno rovněž souvislé, je ale ponechána příčka, oddělující kuchyňský kout od obývacího pokoje.

Tloušťka stěnových panelů soustavy VVÚ ETA je 240 mm (jedná se o variantu panelů obvodového pláště, používanou pro Prahu, po podnikové revizi Průmstavu v roce 1983). [6] Světlá výška prostoru lodžie je 2550 mm. Pro účely tohoto článku je počítáno s dodatečným zateplením o tloušťce 150 mm. Je uvažováno s výměnou oken za plastová eurookna, jejichž rám tvoří 34% plochy okenního otvoru. Rozšířené lodžie jednotlivých bytů jsou od sebe odděleny neprůhlednými přepážkami o tloušťce 50 mm, umístěnými v ose mezibytových stěn.

2 Denní osvětlení

2.1 Požadavky na denní osvětlení

Kritériem pro hodnocení denního osvětlení je celkový činitel denního osvětlení D [%]:

$$D = D_s + D_e + D_i$$

kde: D_s [%]...oblohová složka

De[%]...vnější odražená složka

Di[%]...vnitřní odražená složka [7]

Celkový činitel denního osvětlení je hodnocen na srovnávací rovině o výšce 850 mm nad podlahou za předpokladu CIE rovnoměrně zatažené oblohy a tmavého terénu.

Denní osvětlení je dle požadavků ČSN 730580-2 Denní osvětlení budov - denní osvětlení obytných budov počítáno ve dvou kontrolních bodech v polovině hloubky místnosti, vzdálených 1m od vnitřních povrchů bočních stěn. V nich musí být hodnota činitele denní osvětlenosti nejméně 0,7% nejdále 3m od okna a průměrná hodnota z obou těchto bodů nejméně 0,9% [8].

2.2 Vstupní parametry výpočtu osvětlení

Pro výpočet byly použity následující parametry: Průměrný součinitel odrazu vnitřních ploch v místnosti $p_m = 0,5$, činitel odrazu okolního terénu $p = 0,1$ pro tmavý terén. Okenní otvory jsou zaskleny čirým dvojsklem, činitel prostupu světla v normálovém směru je tedy $\tau_{s,nor} =$

0,846. Okenní rám plastových eurooken zabírá 34% okenního otvoru, tedy $\tau_k = 0,66$. Hodnota činitele znečištění v interiéru je $\tau_{zi} = 0,95$ pro čistý interiér a v exteriéru $\tau_{ze} = 0,9$ pro oblast s průměrným znečištěním. Výpočet denního osvětlení byl proveden v programovém prostředí Building Design za použití výpočetního modulu Wdls 5.0 – Výpočet denního osvětlení[9].

2.3 Výsledky výpočtu denního osvětlení

rozšíření	celková šířka lodžie	Byt A			Byt B			Byt C		
		A1	A2	Průměr	B1	B2	Průměr	C1	C2	Průměr
0, bez zateplení	1200	1,1%	1,0%	1,1%	1,1%	1,0%	1,1%	0,8%	1,3%	1,0%
0	1200	1,1%	1,0%	1,0%	1,1%	1,0%	1,0%	0,7%	1,2%	0,9%
200	1400	1,0%	1,0%	1,0%	0,9%	1,0%	1,0%	0,5%	1,2%	0,8%
300	1500	0,9%	1,0%	1,0%	0,9%	1,0%	1,0%	0,5%	0,8%	0,6%
400	1600	0,9%	1,0%	1,0%	0,9%	1,0%	0,9%	0,5%	0,8%	0,6%
500	1700	0,9%	1,0%	1,0%	0,9%	1,0%	0,9%	0,5%	0,7%	0,6%
600	1800	0,9%	1,0%	0,9%	0,9%	1,0%	0,9%	0,4%	0,7%	0,6%
700	1900	0,9%	1,0%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,4%	0,7%	0,5%
800	2000	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,4%	0,7%	0,5%
900	2100	0,9%	0,9%	0,9%	0,8%	0,8%	0,8%	0,4%	0,7%	0,5%
1000	2200	0,9%	0,9%	0,9%	0,8%	0,8%	0,8%	0,4%	0,6%	0,5%
1100	2300	0,6%	0,7%	0,7%	0,8%	0,8%	0,8%	0,3%	0,6%	0,5%
1200	2400	0,6%	0,7%	0,7%	0,6%	0,7%	0,6%	0,3%	0,6%	0,5%

Tab.1 (Hodnoty celkového činitele denní osvětlenosti)

U dispozice A je možno dosáhnout maximálního rozšíření lodžie o 1000 mm při celkové šířce lodžie 2200 mm. Dispozice B umožňuje rozšíření o 800 mm při celkové šířce lodžie 2000 mm. Dispozice C neumožňuje rozšíření lodžie, limitních hodnot celkového činitele denní osvětlenosti je dosaženo již kontaktním zateplením fasády o tloušťce 150 mm.

3 Proslunění

3.1 Požadavky na proslunění

Kritériem pro hodnocení proslunění obytných budov je doba proslunění. Podle normy ČSN 73 4301 Obytné budovy je obytná místnost prosluněna, je-li doba proslunění dne 1. března minimálně 90 minut. Byt je prosluněn, je-li prosluněna alespoň 1/3 plochy jeho obytných místností [10].

3.2 Vstupní parametry výpočtu proslunění

Ve všech třech příkladech jsou ostatní obytné místnosti orientovány na sever a k proslunění bytu je tedy nezbytné, aby byl prosluněn obývací pokoj, sousedící s lodžii. Kontrolní bod se ve všech případech nachází v rovině zasklení, půdorysně je umístěn ve středu soustavy oken a je ve výšce 300 mm nad parapetem okna, tedy 1200 mm nad podlahou. Byty se nacházejí v Praze, zeměpisná šířka 50,1° s.š., meridiánová konvergence je tedy 7,8°. Výpočet proslunění byl proveden v programu Světlo+ [11].

3.3 Výsledky výpočtu proslunění

			Doba proslunění [hh:mm]		
rozšíření	šířka celkem	lodžie	byt A	byt B	byt C
0		1200	5:57	4:41	7:49
200		1400	5:50	4:36	7:44
300		1500	5:43	4:29	7:37
400		1600	5:36	4:22	7:30
500		1700	5:59	4:22	7:23
600		1800	5:23	4:15	7:17
700		1900	5:17	4:09	7:11
800		2000	5:11	4:02	7:05
900	2100		2:21	3:57	4:21
1000		2200	1:25	1:10	3:23
1100		2300	0:46	0:13	2:23
1200		2400	0:17	0:00	2:13
1300		2500	0:00	0:00	1:51
1400	2600		0:00	0:00	1:32
1500		2700	0:00	0:00	1:17

Tab.2 (Doba proslunění)

Z hlediska proslunění je u bytu A a B možno dosáhnout rozšíření o 900 mm a celkové šířky lodžie 2100 mm. Byt C umožňuje rozšíření lodžie o 1400 mm a celkovou šířku lodžie 2600 mm při naplnění požadavků na proslunění bytu.

4 Závěr

Byt C neumožňuje rozšíření lodžie při současném naplnění normových požadavků na denní osvětlení obytných místností. U bytu A je možno dosáhnout rozšíření lodžie o 900 mm a celkové šířky 2100 mm. Dispozice B umožňuje rozšíření o 800 mm a celkovou šířku 2000 mm. Tento rozměr se dále snižuje o 150 mm kontaktního zateplení na fasádě domu, výsledná šířka 1950 mm (byt A) i 1850 mm (byt B) však umožňuje využití lodžie pro obytnou

funkci (požadovaná plocha 1800x2500 mm). V obou případech však tato úprava vyžaduje změnu dispozice, spočívající v propojení kuchyně a obývacího pokoje.

Rozšíření lodžii panelových domů může vést ke značnému zvýšení uživatelského komfortu, je však nutno konkrétní situaci posoudit z hlediska světelné techniky.

Literatura a odkazy

- [1] HORN, Lukáš. V paneláku žije 2,6 milionu Čechů. Proč jim betonová džungle vyhovuje?. iDNES.cz [online]. 2015-08-01 [cit. 2018-09-10]
- [2] ČSN 73 4305: Zařiditelnost bytů. Praha, ČNI, 1989 (z. Z1 1994)
- [3] Balkon pro rozšíření betonové lodžie | Pekstra, Pekstra.cz [online]. [cit. 2018-07-5]
- [4] Rozšíření stávajících lodžii, fblodzie.cz [online]. [cit. 2018-07-5]
- [5] SCHULZOVÁ, Kristýna, ČERNÁ Anna Marie a BOŠOVÁ, Daniela, The Impact of Extending the Loggia of a Precast Panel Building on Daylight and Insolation of the Apartments, LUMEN V4 2018 (v tisku)
- [6] Česko. Ministerstvo průmyslu a obchodu, J. Witzany, Komplexní regenerace nosné konstrukce panelových domů stavební soustavy VVÚ ETA. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2000.
- [7] ČSN 73 0580-1: Denní osvětlení budov - Část 1: Základní požadavky. Praha, ČNI, 2007 (z. Z1 2011, Z2 2017)
- [8] ČSN 73 0580-2: Denní osvětlení budov - Část 2: Denní osvětlení obytných budov. Praha, ČNI, 2007 (z. O1 2014)
- [9] Autodesk and Astra MS software . Building design, modul Wdls 5.0 (denní osvětlení) [software]., <http://www.astrasw.cz/cs/node/3> [cit. 1.5.2018].
- [10] ČSN 73 4301: Obytné budovy. Praha, ČNI, 2004 (z. Z1 2003, Z2 2009, Z3 2012)
- [11] KAŇKA Jan, POLÁŠEK Jaroslav, SLEZÁK Jiří a VLASÁK, JPSoft s.r.o. Světlo+ verze 1.91a, profi2 (září 2015) [software]., www.svetloplus.cz [cit. 13.4.2018].

Kde končí legislativní podpora kvalitního osvětlení dopravního prostoru?

Jiří Skála, Ing., SRVO, predseda@srvo.cz, www.srvo.cz

Abstrakt: Veřejné osvětlení je součástí bezpečného dopravního prostoru. Požadavky na kvalitu osvětlení (nejen) dopravního prostoru jsou definovány v zákonech, vyhláškách a normách České republiky. Přesto se však stále realizují projekty, které mají ke kvalitě stanovené obecními požadavky na výstavbu hodně daleko. Kde je tedy příčina nekvalitních realizací? Jak lze tento stav změnit? Autor článku se zaměřil na rozbor legislativních ustanovení včetně návrhu možného řešení.

1 Zodpovědnost za kvalitní osvětlení dopravního prostoru

Na toto místo vložit 5 skupin zodpovědných

2 VEŘEJNÉ OSVĚTLENÍ – SOUČÁST BEZPEČNÉHO DOPRAVNÍHO PROSTORU

Česká společnost pro osvětlování a Společnost pro rozvoj veřejného osvětlení ve spolupráci s ředitelstvím služby dopravní policie Policejního prezidia ČR a Ministerstvem dopravy ČR, oddělením BESIP spolupracuje v oblasti zvýšení bezpečnosti silničního provozu v noční obci. Jedná se především o nastavení standardů pro osvětlování chodců na přechodech a dále o prověřování vlivu kvality osvětlení pozemních komunikací na dopravní nehodovost a jejich následky. Důvodem nutnosti zvýšení kvality osvětlení pozemních komunikací jsou **následky dopravní nehodovosti v noční obci, které jen na průjezdních úsecích silnic šplhají každoročně nad 10 miliard!**

V roce 2015 byla prověřena kvalita osvětlení průjezdních úseků silnic s největšími následky dopravních nehod v celkem 37 obcích z celé ČR. **Požadavky norem však splňovaly pouze dva průjezdní úseky.** V 15 obcích byly naměřené hodnoty pouze do 50% normované hodnoty. Rozdělíme-li naměřené hodnoty z pohledu vlastníka pozemních komunikací, pak na silnicích I. třídy byly naměřeny hodnoty odpovídající od 50 do 121 % normovým hodnotám, na silnicích II. a III. třídy pouze od 20 do 75 %.

3 ENERGETICKÉ ÚSPORY

Po nástupu LED svítidel do veřejného osvětlení se otevřela možnost významných energetických úspor, kterým neodolá žádná obec. Zájem posledních let o energetické úspory však v některých obcích zcela degradoval kvalitu osvětlení dopravního prostoru. Požadavky na energetické úspory a nekvalitní návrhy některých dodavatelů LED svítidel bohužel vedly ke skutečnosti, že energetické úspory zvítězily nad kvalitou. Soulad provedených realizací s požadavky norem již téměř **nikdo nekontroloval, a to i přes skutečnost, že je kvalita osvětlení pozemních komunikací požadována legislativou ČR.**

Ke změnám dochází od roku 2016 úzkou spoluprací se zástupci státní správy při definování požadavků dotačních programů. Požadavek na dodržení normových hodnot i povinnost

následného měření kvality osvětlení pozemních komunikací pro prokázání splnění těchto normových hodnot je vloženo do podmínek příslušné výzvy dotačního titulu.

4 NORMY

V zásadě platí, že normy jsou doporučené, pokud však nejsou uvedeny v zákoně nebo prováděcí vyhlášce – pak **se stávají závaznými**. A to je právě i případ osvětlování průjezdních úseků silnic – tedy dopravně nejvytíženějších dopravních tepen ČR. **Požadavky na dodržení norem jsou uvedeny v §25 vyhlášky č.104/1997 Sb.**, kterou zpracovalo ministerstvo dopravy na základě zmocnění definované v § 194, písm. c) zákona 183/2006 Sb. (Stavební zákona).

5 LEGISLATIVA

Z pohledu stávající legislativy se zdá, že je vše nastaveno tak, aby se stavby prováděly v souladu s normativními požadavky definující úroveň kvality.

Zákon č.183/2006 Sb. (Stavební zákon) požaduje dodržování obecných požadavků na výstavbu nejen při překládání žádostí o stavební řízení, ale také kontroluje jejich splnění při uvádění staveb do provozu. Konkrétní požadavky na kvalitu osvětlení pozemních komunikací jsou uvedeny v zákoně č.13/1997 Sb. (Silniční zákon) a provádění vyhlášce č.104/1997 Sb.

Na základě Stavebním zákonem definovaných zvláštních pravomocí může stavební úřad provádět ve veřejném zájmu řadu činností tak, aby stavba neohrožovala život a zdraví osob nebo zvířat, bezpečnost, životní prostředí.

Možnosti a povinnosti případné kontrolní činnosti obecních a speciálních stavebních úřadů jsou však striktně uvedeny v zákoně č.500/2004 Sb. – „Správní orgán postupuje tak, aby nikomu nevznikaly zbytečné náklady, a dotčené osoby co možná nejméně zatěžuje. Podklady od dotčené osoby vyžaduje jen tehdy, stanoví-li tak právní předpis“.

Nebude-li uveden v legislativě striktní požadavek na prověření kvality osvětlení pozemních komunikací, bude i nadále umožněno realizovat nekvalitní stavby a s tím související narůstání dopravní nehodovosti.

6 ZODPOVĚDNOST ZA KVALITNÍ OSVĚTLENÍ POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ

Přestože i zahraniční studie jednoznačně potvrzují vliv kvalitně osvětleného dopravního prostoru na zvýšení bezpečnosti silničního provozu, nejsou názory na zodpovědnost zajištění kvality osvětlení - zejména se jedná o průjezdní úseky silnic - jednomyslné. Popravdě řečeno, tomuto roztržitému názorovému stavu napomáhá i současná legislativa. **Pokud nebude v legislativě uveden požadavek na kontrolu kvality osvětlení pozemních komunikací, nebudou mít obecné či speciální stavební úřady možnost tuto kvalitu prověřovat a kvalita osvětlení pozemních komunikací se bude i nadále zhoršovat!**

7 NÁVRH ZMĚN

Pro budoucí trvalé zajištění kvality osvětlení pozemních komunikací je nutná spolupráce se zástupci veřejné i státní správy, kteří mohou významnou měrou přispět k tvorbě koncepčních

dokumentů pro danou obec a podpořit nutné legislativní změny vedoucí k prokázání kvality osvětlení pozemních komunikací u realizovaných staveb.

7.1 KONCEPČNÍ PŘÍSTUP K OSVĚTLOVÁNÍ POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ

Stanovení obecných požadavků na osvětlení pozemních komunikací dané obce je doporučeno zpracovat a odsouhlasit v tzv. Koncepci veřejného osvětlení. Existence Koncepce veřejného osvětlení zpracovaná pro dané město je dokumentem pro **stanovení světelně-technických požadavků pro osvětlování pozemních komunikací ve městě, tvorbu harmonogramu obnovy a modernizace veřejného osvětlení a nastavení standardů prvků a činností jimiž se bude řídit příprava obnovy veřejného osvětlení, výběr dodavatele na realizaci staveb a přijímací řízení stavby**. Navíc tento dokument umožní postupnou změnu měst a obcí v ucelený koncept nočního města. Tuto skutečnost je nutno i nadále podporovat tím, že požadavky na předložení Koncepce veřejného osvětlení budou zařazeny do přípravných projektových prací, žádostí v různých dotačních programech apod.

7.2 LEGISLATIVNÍ ZMĚNY

7.2.1 VYHLÁŠKA 268/2009 SB.

Prvním návrhem na legislativní změnu je **doplnění povinnosti směřující k prokázání kvality** osvětlení pozemních komunikací do vyhlášky č.268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby, kterou by musel stavebník **doložit příslušným měřením**. Návrh textu nového paragrafu zní:

Na veřejných venkovních prostranstvích musí být umělé osvětlení navrženo v souladu s normovanými hodnotami, a to podle funkčního využití prostranství. Soulad provedené stavby s normovými hodnotami umělého osvětlení se prokazuje protokolem o měření osvětlenosti/jasů pozemní komunikace.

7.2.2 VYHLÁŠKA Č.104/1997 SB.

Druhým návrhem na legislativní změnu je **doplnění povinnosti směřující k prokázání kvality** osvětlení pozemních komunikací do vyhlášky č.104/1997 Sb., kterou se provádí Silniční zákon, kterou by musel stavebník **doložit příslušným měřením**. Návrh na doplnění §25 této vyhlášky zní:

Soulad provedené stavby s normovými hodnotami umělého osvětlení se prokazuje protokolem o měření jasů pozemní komunikace.

8 SYSTÉMOVÉ DOTACE PRO ZVÝŠENÍ KVALITY OSVĚTLENÍ PRŮJEZDNÍCH ÚSEKŮ SILNIC

Za předpokladu podpory státní správy v oblasti legislativních změn vedoucích nejen ke změně přístupu ke kvalitním řešením v oblasti osvětlování pozemních komunikací je vhodné diskutovat i o **případné státní podpoře k rychlejšímu zvýšení kvality osvětlení pozemních komunikací a tím i rychlejšímu dosažení zvýšení bezpečnosti pozemních komunikací**. Jedná se v podstatě o neuspokojivý stávající stav osvětlení pozemních komunikací (zejména průjezdných úseků silnic), jejichž stav lze rychleji zlepšit přípravou **dotačních programů pro třetí programové období**.

Měření komunikací jasovým analyzátozem

Tomáš Sousedík, Ing., METROLUX s.r.o., www.metrolux.cz

Abstrakt: Měření osvětlenosti a jasů komunikací je v rámci dotačního programu EFEKT povinné. Měření jasových tříd komunikací je možné realizovat jasovým analyzátozem LDA.

1 Úvod

Ověření parametrů osvětlení vozovky jasové třídy je možné několika způsoby: měřením jasu jasoměrem, jasovým analyzátozem nebo jasovou kamerou.

1.1 Měření jasů komunikací jasovým analyzátozem

K měření komunikací používáme jasový analyzátoz LDA a software LumiDisp. Oproti měření jasoměrem je zde celá řada výhod. Analyzátozem zachytíme celou měřenou oblast (např. úsek mezi dvěma stožáry VO). Teprve v programu volíme síť měřicích bodů (dle normy ČSN EN 13201), ve kterých vyhodnotíme průměrnou hodnotu jasu a jeho podélnou a celkovou rovnoměrnost. Při měření jasoměrem máme pouze hodnoty jasů naměřené v jednotlivých bodech na povrchu komunikace. Nezískáme celkový přehled o rozložení jasů v zorném poli. Rozmístění kontrolních bodů musíme řešit přímo na místě. Pokud nám měřicí bod „vyjde“ např. na místo s olejovou skvrnou, ovlivní to výsledné hodnoty.

Jasový analyzátoz umístujeme na stativ do výšky 1,5 m nad povrchem vozovky v ose jízdního pruhu 60 metrů před měřeným úsekem. Nejčastěji se k měření volí referenční úsek mezi dvěma stožáry VO. V době měření musíme zajistit, aby soustava byla nastavena na 100% světelného toku (u soustav s regulací). Jas vozovky by neměl v té době být ovlivněn jiným zdrojem světla. Všechna svítidla v úseku před jasovým analyzátozem mají být v provozu.

Zároveň je nutné provádět měření za vhodných klimatických podmínek. Podmínkou je suchá vozovka bez námrazy. Neprovádět měření za mlhy.

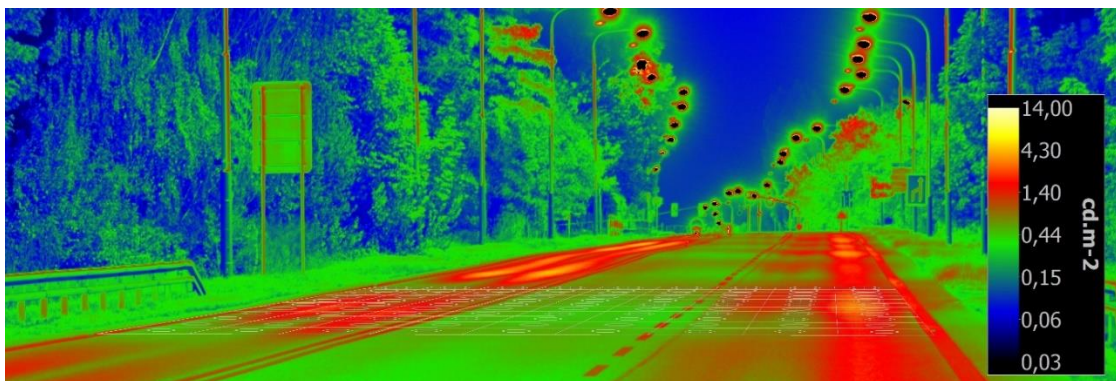
1.2 Výstupy z jasového analyzátozu

Na následujících obrázcích jsou příklady dvou výstupů z měření jasů. Jeden vyhovující a jeden nevyhovující měřicí úsek. Vždy je uvedena fotografie měřeného úseku a na dalším obrázku výstup z jasového analyzátozu.

Na obrázcích níže je zachycen měřený úsek s vyhovujícím osvětlením. Na obr.1 je fotografie měřeného úseku. Na obr.2 je výstup z jasového analyzátozu.



Obr.1 Vyhovující osvětlovací soustava

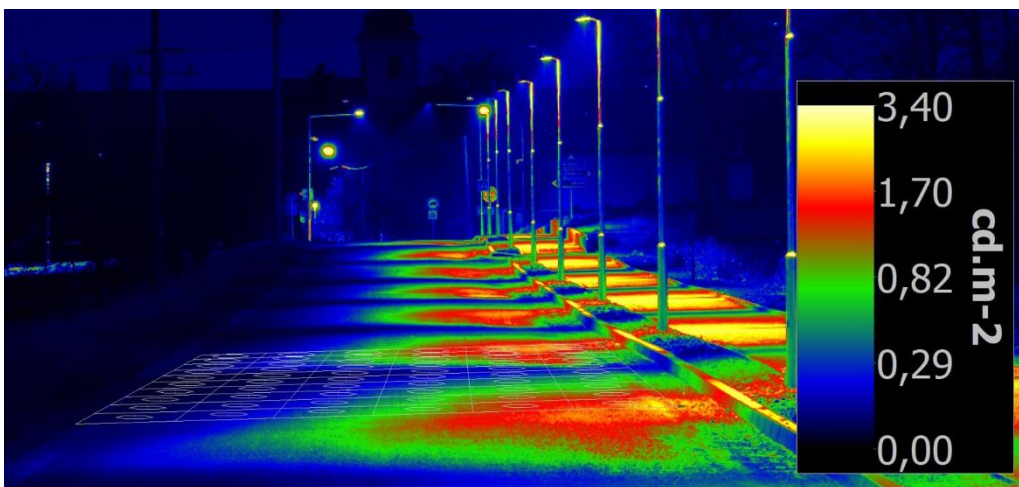


Obr.2 Výstup z jasového analyzátoru

Podmínkou dotačního programu EFEKT je dodržení požadavků norem na osvětlení komunikací ČSN EN 13201, přesto se při měření setkáváme s úseky, které naprosto nespĺňují základní požadavky. Na další straně je ukázka takové osvětlovací soustavy (obr.3 a obr.4). Je pravděpodobné, že v tomto případě se nikdo nezabýval výpočty osvětlení při výběru osvětlovací soustavy.



Obr.3 Soustava VO s nedostatečnou rovnoměrností jasů



Obr.4 Výstup z jasového analyzátoru

Literatura a odkazy

- [1] ČSN EN 13201 Osvětlení pozemních komunikací

Měření oslnění v osvětlovacích soustavách

Tomáš Sousedík, Ing., METROLUX s.r.o., www.metrolux.cz

Abstrakt: Výsledky výpočtů činitele oslnění UGR v osvětlovacích soustavách je možné ověřit měřením jasovým analyzátozem.

1 Úvod

Dle požadavků normy ČSN EN 12464-1 řešíme v osvětlovacích soustavách kromě osvětlenosti a rovnoměrnosti také další světelně – technické parametry. Jedná se především o teplotu chromatičnosti T_c , index barevného podání R_a a činitel oslnění UGR.

1.1 Činitel oslnění UGR

Činitel oslnění UGR se stanovuje podle vzorce uvedeného v normě (obr.1). Při projektování osvětlovacích soustav se posuzuje tabulkovou metodou nebo výpočtem.

$$UGR = 8 \log_{10} \left(\frac{0,25}{L_B} \sum \frac{L^2 \omega}{p^2} \right)$$

kde

L_B je jas pozadí v $\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$ vypočítaný jako E_{ind}/π , kde E_{ind} je svislá nepřímá osvětlenost oka pozorovatele,

L jas svítících částí každého svítidla ve směru oka pozorovatele v $\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$,

ω prostorový úhel (ve steradiánech) svítící části každého svítidla vzhledem k oku pozorovatele,

p činitel polohy podle Gutha pro každé svítidlo podle jeho odklonu od směru pohledu.

Obr.1 Výpočet UGR dle ČSN EN 12464-1

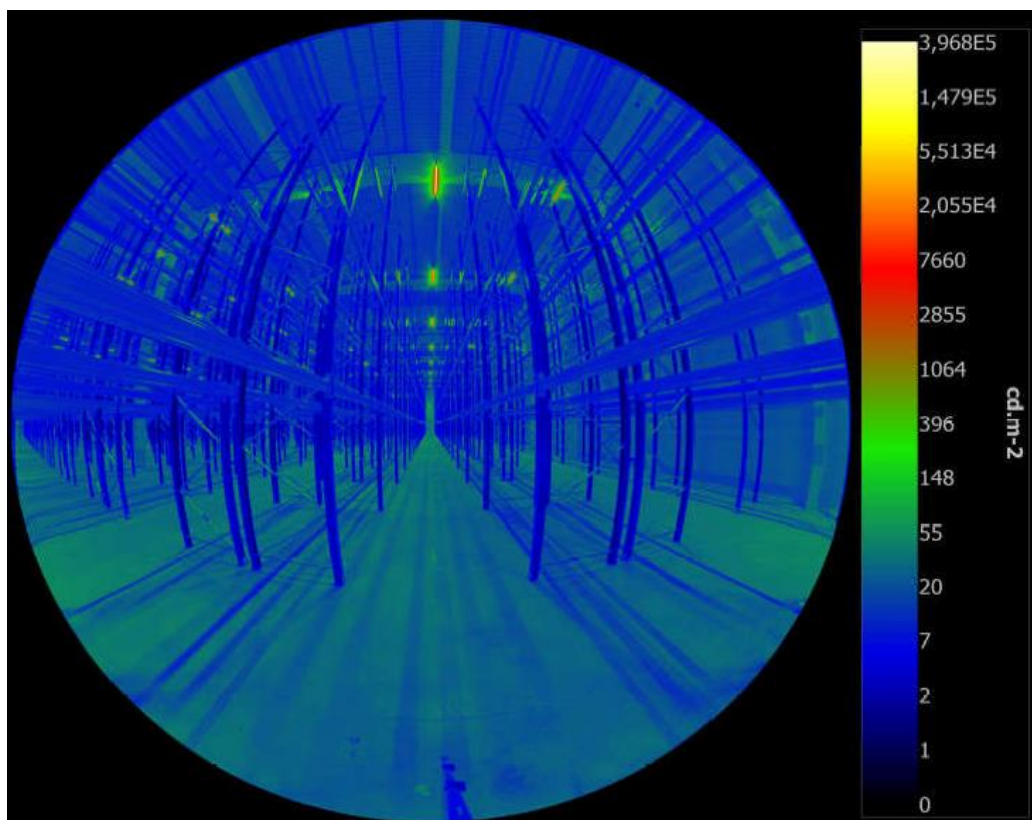
U realizovaných soustav můžeme ověřit parametry oslnění měřením jasovým analyzátozem. Výstupy uvedené v tomto textu byly pořízeny jasovým analyzátozem LDA. Je založen na digitálním fotoaparátu NIKON D7200 s objektivem SIGMA a korekčním filtrem. Přístrojem jsou změřeny jasové poměry scény a následně je vyhodnocen činitel oslnění UGR podle výše uvedeného vztahu. K tomu slouží software LumiDisp.

1.2 Postup měření UGR

Předmětem měření bylo posouzení činitele oslnění UGR v regálové uličce skladové haly. Ulička je osvětlena lištovým systémem s LED moduly. Lišta je zavěšena nad osou uličky. Jasový analyzátoz byl umístěn na stativ na začátku regálové uličky v její ose ve výšce 1,7 m nad podlahou. Vodorovný směr pohledu. Měření se provádělo při plném osvětlení bez regulace osvětlovací soustavy. Dle normy ČSN EN 12464-1 je pro regálovou uličku maximální hodnota činitele oslnění UGR = 22.

1.3 Výstupy z měření jasovým analyzátozem

Vzhledem k vysokému světelnému toku instalovaných svítidel (tomu odpovídá jejich velká rozteč) je vysoký jas svítící plochy. Zároveň je ve skladové hale nízká hodnota jasu pozadí. Tomu odpovídají i výsledky výpočtů činitele oslnění UGR. Výsledky výpočtů UGR = 26 korespondují s výstupy z měření jasovým analyzátozem.



Obr.2 Výstup z jasového analyzátoru

Instalovaná osvětlovací soustava nevyhovuje požadavkům normy ČSN EN 12464-1 na maximální hodnotu činitele oslnění UGR pro regálovou uličku. V tomto případě bylo nutné osvětlovací soustavu předělat. Do lištového systému byl doplněn vyšší počet modulů s nižším příkonem (světelným tokem). Tím se snížil jas svítidel a došlo ke snížení činitele UGR na normovou hodnotu.

Literatura a odkazy

- [1] ČSN EN 12 464-1 Osvětlení pracovních prostorů

Porovnání výpočtu denního osvětlení s měřením

Ing. Pavel Staněk, ASTRA MS Software s.r.o., www.astrasw.cz

Význam denního osvětlení při dlouhodobém pobývání v interiérech budov je neoddiskutovatelným faktem. Tento význam se již začíná odrážet i v evropské legislativě, jak o tom svědčí zejména nová již přijatá norma EN 17037, která by v prosinci tohoto roku měla vstoupit v platnost.

Hodnocení osvětlení, jak je všeobecně známo, se provádí buď výpočtem, nebo měřením. Výpočet měření má tu výhodu, že jej lze provést dříve, než objekt stojí, nevýhodou jsou ovšem zjednodušené předpoklady, které ovlivňují výsledek. Měření lze provést (pokud nebudeme uvažovat měření na modelu) až po realizaci objektu, ale zato může poskytnout při dodržení stanovených podmínek objektivní výsledky. Měření denního osvětlení ovšem vážně komplikuje fakt, že podmínky rovnoměrně zatažené oblohy se vyskytují pouze několik dní v roce.

S rozvojem informačních technologií a zejména vlastností výpočetních programů se nabízí otázka, zdali se výsledky výpočtu a měření k sobě přibližují. V minulosti se ve výpočetních programech používalo velké množství zjednodušujících předpokladů a výsledky se neměly příliš šanci sobě přiblížit. V současné době zjednodušení v programech významným způsobem ubylo. Prakticky zůstává zejména náhrada rámu oken koeficientem konstrukce otvoru a pak zejména uvažovaný difúzní charakter odrazu. Tento příspěvek by se chtěl pokusit odpovědět na výše uvedenou otázku.

K porovnání jsme zvolili školku v Dobřanech. Jedná se o hernu umístěnou v přízemí třípodlažní budovy. V blízkém okolí nejsou umístěny žádné stínící budovy, významným stíněním je ovšem pergola umístěná před většinou oken. Pergola je tvořena větším množstvím prken, ze kterých je sestaven její strop a čísti bočních stěn, byla k dispozici její technická dokumentace. Posuzovaná místnost je jednoduchého obdélníkového tvaru. Měření bylo provedeno renomovanými pracovníky zdravotního ústavu se sídlem v Plzni, pohled na posuzovaný objekt a do posuzované místnosti můžeme nalézt na následujících obrázcích.

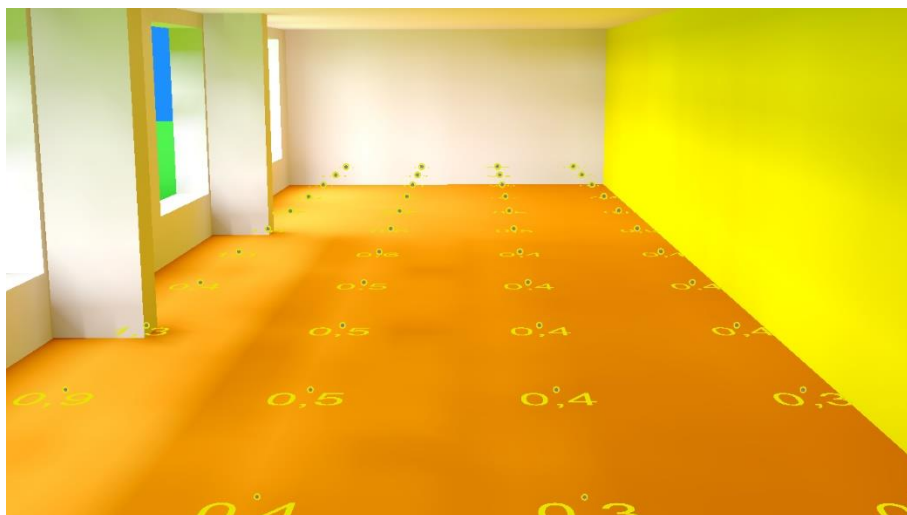


Obr.1 - pohled do posuzované místnosti

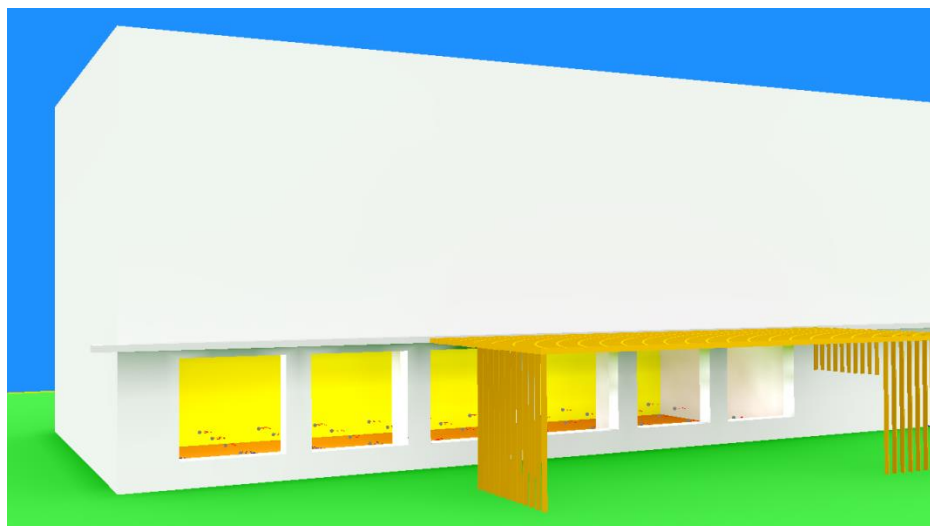


Obr.2 - pohled na posuzovaný objekt

Výpočet byl proveden programem BuildingDesign – Wdls 5.0. Vstupní data jsme se snažili, pokud možno zadat tak, aby co nejvíce odpovídala změřeným vstupním hodnotám. V zadání jsme zanedbali zařizovací předměty. Na následujících dvou obrázcích najdete zobrazení vygenerované programem.



Obr.3 - pohled do místnosti programem



Obr.4 pohled na objekt programem

Při měření a následně při výpočtu byly získány následující výsledky činitele denní osvětlenosti D [%]:

Hodnota		Změřeno	Vypočteno
Maximální hodnota	D_{\max} [%]	3,05	2,8
Minimální hodnota	D_{\min} [%]	0,20	0,3
Průměrná hodnota	D_m [%]	0,84	0,8
Rovnoměrnost	D_{\min}/D_{\max} [-]	0,07	0,1

Na následujícím obrázku najdete zobrazení výsledků výpočtu:



Obr.5 zobrazení výsledků výpočtu

Více podrobností bychom rádi publikovali při přednášce. Z výsledků porovnání však již nyní vyplývá, že se výsledky výpočtu poměrně velmi dobře blíží výsledkům měření. Jistě k tomu přispěl i změřený celkový činitel prostupu okna. V měření jsou o něco vyšší maxima a o něco nižší minima. To lze podle mého názoru vysvětlit použitím koeficientu konstrukce otvoru při výpočtu, což výsledek jistě poněkud zrovnoměňuje. Zdá se, že sblížování výsledků výpočtu a měření denního osvětlení se stává realitou.

Širokopásmové komunikace ve viditelné oblasti světla

Tomáš Stratil, Ing., VŠB – TU Ostrava, tomas.stratil@vsb.cz
Lukáš Hájek, Ing., VŠB – TU Ostrava, lukas.hajek@vsb.cz
Jan Vitásek, Ph.D., VŠB-TU Ostrava, jan.vitasek@vsb.cz
Aleš Vanderka, Ing., VŠB-TU Ostrava, ales.vanderka@vsb.cz
Stanislav Hejduk, Ph.D., VŠB-TU Ostrava, stanislav.hejduk@vsb.cz
Jan Látal, Ph.D., VŠB-TU Ostrava, jan.latal@vsb.cz

Abstrakt: Problematika komunikace viditelným světlem je trendem posledních let. Díky nástupu LED technologie do osvětlovací techniky se otevřela možnost přenášet data zároveň s funkcí osvětlování. Takový způsob komunikace může být použit v oblasti osvětlení, billboardů, pouličního osvětlení, dopravních prostředků a světelné signalizace. Tento článek popisuje principy, problémy a dosažené výsledky výzkumu v oblasti komunikace ve viditelné oblasti světla.

1 Úvod

V dnešní době se díky pokroku v oblasti LED technologie začínají více využívat LED zdroje záření emitující bílou barvu světla pro osvětlovací účely, jak v kancelářích, domácnostech, v průmyslových objektech, tak i v automobilovém průmyslu či veřejném osvětlení. Kvůli přehlcení rádiové oblasti pásma, respektive jeho silnou licenční a regulovanou politikou, jsou cíle výzkumů směřovány právě pro využití této viditelné oblasti světla pro komunikaci, která zatím nepodléhá tlaku regulátoru na její dozor. Cílem je pomocí světelného záření, které je určeno pro osvětlování, přenášet informace, nezávisle na změně osvětlovací funkce v téměř časovém horizontu.

Pro využití LED diody jako zdroj komunikace a jako osvětlení současně, je nutné spojit datový signál přes signál řídicí stmívání. Modulace se přivádí na LED společně s odpovídajícím stejnosměrným proudem nastavující pracovní bod zdroje záření. Pro modulaci LED přímo, se musí přes tranzistor zapínat celé napájecí napětí LED diody. Dnes běžně využívaných LED zdrojů světla pro osvětlovací účely se elektrický příkon pohybuje v řádech desítek Watt, proto využití přímého modulování pomocí spínání celého napájecího napětí tranzistorem není příliš vhodné.

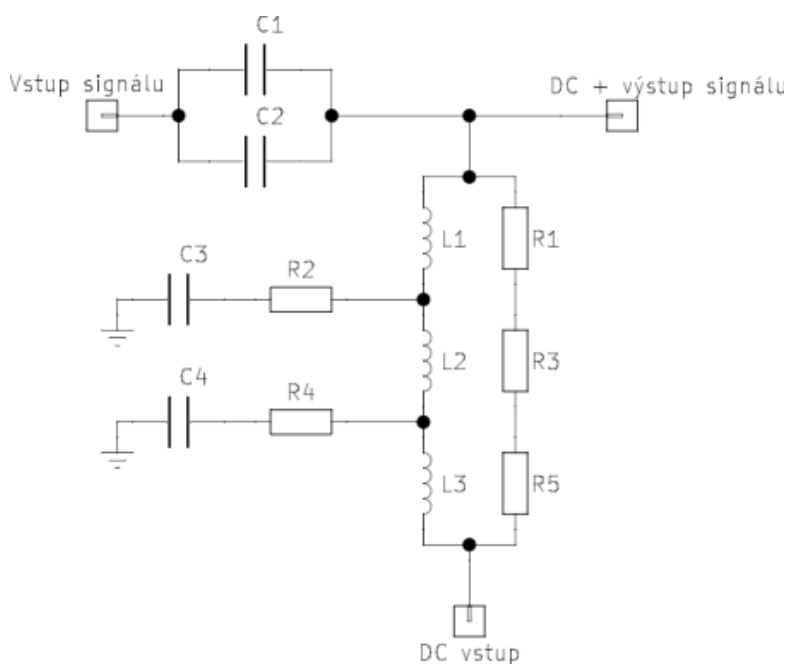
Při možnosti modulovat vysoko-výkonové optické zdroje se otevírá široká možnost využití, jako jsou vnitřní osvětlovací systémy, vnější veřejné osvětlení a další. S rozvojem Smart cities je tato technologie vhodná pro pokrytí ulic města datovou sítí při využití lamp veřejného osvětlení za předpokladu použití LED technologie. [1,2,3]

2 Modulátor s nastavením pracovního bodu LED

Řešením pro modulaci vysoko výkonových LED světelných zdrojů je využití známého obvodu Bias-T, který je využíván pro napájení rádiových aktivních prvků, jako jsou zesilovače. Hotové komerční řešení ZX85-12G+ od firmy Mini Circuits má šířku pásma od 0.2 do 12 000 MHz a maximální propustný stejnosměrný proud 400 mA a maximální stejnosměrné napětí 25 V. Jak je z těchto parametrů zřejmé, obvod není vhodný pro oblast

VLC. Proto jsme se rozhodli navhnout vlastní obvod Bias-T, který zvládá maximální stejnosměrný proud 1A a napětí 150 V společně s šířkou pásma od 1 MHz do 100 MHz. [4]

Schéma zapojení obvodu Bias-T pro spojení signálové složky se stejnosměrnou je vidět na obrázku 1. Využili jsme výkonové LED světlo DLM 3000 Fortimo od firmy Philips s celkovým elektrickým příkonem 46 W jako optický vysílač. Pro přidání DC offsetu signálu z Signálového Generátoru jsme využili již zmiňovaný výkonový širokopásmový Bias-T. Za signálovým generátorem jsme připojili aktivní pre-ekvalizér, který přizpůsobuje přenosovou charakteristiku signálu pro potlačení vlivu optického vysílače.



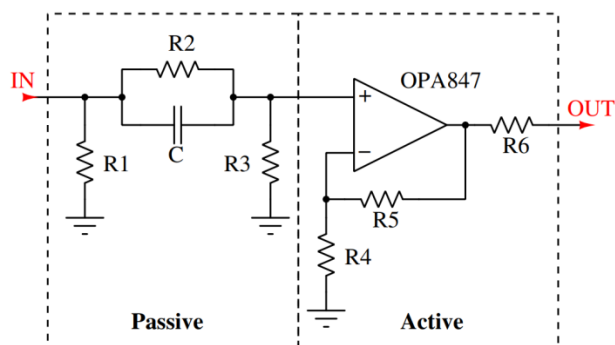
Obr.1 Schématické zapojení obvodu Bias-T

Na detekční straně jsme pomocí fotodetektoru PDA10A-EC od společnosti Thorlabs převedli optický signál zpět na signál elektrický, který je dále zesílen pomocí operačního zesilovače OPA847 od firmy Texas Instrument. Díky Vector Signal Analyzer jsme schopni demodulovat a analyzovat přijatý signál na detekční straně. V softwarové části jsme využili základní toolkit v Labview pro modulování signálu na vysílací straně a demodulování přijatého signálu na přijímací straně společně s měřením základních parametrů přijatého modulovaného signálu.

2.1 Obvod ekvalizace signálu.

Ekvalizace signálu je určitý proces, který upravuje tvar frekvenční charakteristiky signálu. U technologie VLC vzniká razantní zkreslení frekvenční charakteristiky již u optického vysílače právě z důvodu zpoždění luminoforu a charakteru polovodičové LED.

Obvodu pre-ekvalizeru byl navrhnout s cílem jeho frekvenční charakteristiky co nejbližší reversní křivce frekvenční charakteristiky měřeného zdroje záření. Obvod se skládá z pasivní části, která zajišťuje výsledný tvar křivky frekvenční charakteristiky výsledného obvodu. Tato pasivní část je jednoduchá horní propust, která vkládá do přenosového řetězce až 35 dBm útlumu. Druhá část obvodu je aktivní zesilovač s operačním zesilovačem OPA847, která zajišťuje celkové zesílení vstupního signálu pro odstranění útlumu pasivní částí a tím přiblížení se k zamyšlené ideální reversní frekvenční charakteristice měřeného světelného zdroje. Schéma obvodu je vidět na obrázku 2. [7]



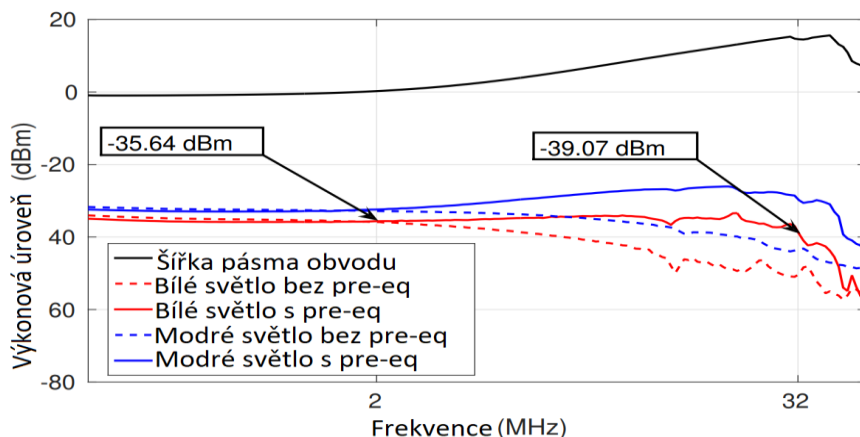
Obr.2 Zapojení obvodu pre-ekvalizace

3 Měření komunikačních parametrů VLC systému

Pro otestování hotového přenosového řetězce jsme využili pro optický vysílač bodové LED světlo Philips Fortimo LED DLM 3000 44 W/830. Nejprve byla změřena šířka pásma bílého světla bez začlenění obvodu pre-ekvalizéru do komunikačního řetězce. Následně s vlivem pre-ekvalizace. Pro zjištění vlivu luminoforu na frekvenční charakteristiku přenosového řetězce jsme měření zopakovali i bez vlivu luminoforu, odstraněním vnějšího sklíčka s vrstvou luminoforu na bodovém světle. Měření bylo provedeno pomocí Network analyzátoru Rhode-Schwarz ZVB 4 (3 kHz až 4 GHz). V přijímací straně byl využit křemíkový fotodetektor Thorlabs PDA10A-EC. Měření bylo provedeno s odstupem 40 cm mezi optickým vysílačem a fotodetektorem. Tato vzdálenost byla zvolena jako vyhovující z důvodu dobrého odstupu signálu od šumu a zároveň malého přebuzení fotodetektoru stejnosměrnou složkou LED zdroje záření.

3.1 Šířka pásma

Výsledky měření jsou znázorněny na obrázku 3, kde je patrné, jak navržený obvod pre-ekvalizéru ovlivní šířku pásma jak bílého světla s vlivem luminoforu, tak i modré složky světla bez vlivu luminoforu. Při měření bez vlivu pre-ekvalizéru bylo dosaženo šířky pásma u bílého světla 2 MHz pro pokles o úroveň -3 dBm a 6 MHz pro pokles o úroveň -10 dBm. Po připojení pre-ekvalizéru před Bias-T na vysílací straně dosáhla šířka pásma bílého světla 3 MHz pro pokles o úroveň -3 dBm a 40 MHz pro pokles o úroveň -10 dBm. Šířku pásma modré složky světla obvod ovlivnil takovým způsobem, že ve vyšších frekvenčních oblastech okolo 20 MHz zvýšil celkovou úroveň signálu až o 5 dBm. V obou případech pre-ekvalizér snížil výkonovou úroveň vysílaného signálu o 1 dBm v rozsahu 0-1 MHz pro bílé světlo a 0-1.5 MHz pro modré světlo.

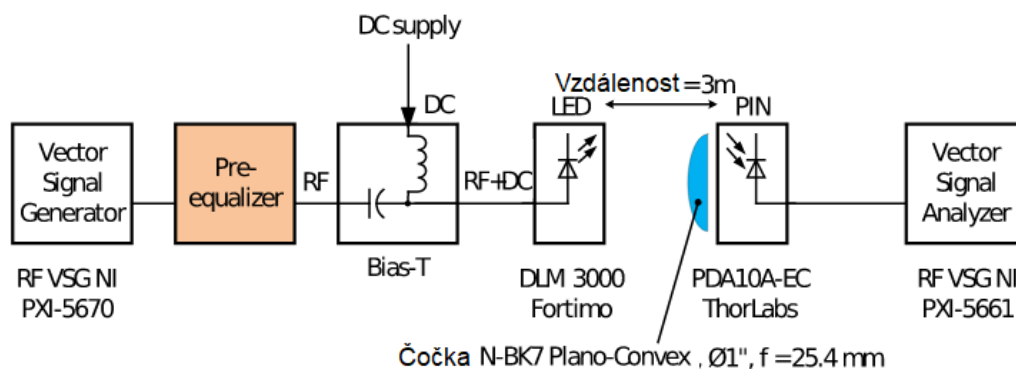


Obr.3 Ovlivnění šířky pásma bílého i modrého světla pomocí obvodu pre-ekvalizace.

Zde je patrný velký vliv vrstvy luminoforu na výkonovou úroveň signálu a frekvenční charakteristiku, kdy bílá složka LED zdroje má velmi rychlý pokles výkonové úrovně signálu v závislosti na frekvenci a také celkově nižší výkonovou úroveň přenášeného signálu oproti modré složce světla v našem případě o 2 dBm.

3.2 Testování komunikace

Obrázek 4 ilustruje blokové schéma zapojení pro otestování přenosu dat pomocí různých modulačních formátů. Jako generátor digitálně modulovaných signálů byl použit vektorový signálový generátor RF VSG NI PXI-5670. Pro testování byl vybrán MQAM modulační formát společně s OFDM. Jednalo se konkrétně o MQAM modulační formát, jejichž konstelační diagram je čtvercového tvaru (4QAM). [6]



Obr.4 Blokové schéma zapojení experimentálního měření VLC systému.

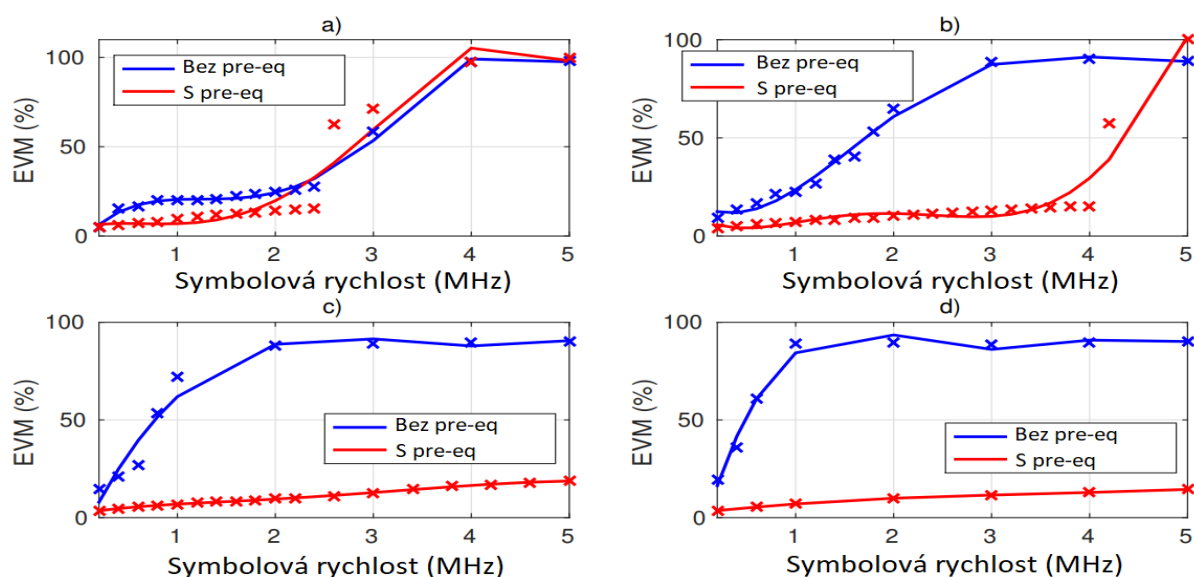
Pro analýzu funkčnosti byl na přijímací straně použit vektorový signálový analyzátor RF VSA NI PXI-5661. Na straně analyzátoru byl sledován tvar konstelačního diagramu pro daný modulační formát, a dále kvalitativní parametr Error Vector magnitude (EVM). Tento kvalitativní parametr byl sledován jednak jako ověření samotné funkčnosti komunikačního řetězce, ale také pro ověření vlivu pre-ekvalizačního obvodu na kvalitu přenášené modulace a závislost symbolové rychlosti modulace (šířka využitého pásma OFDM). [5]

Na detekční straně byl použit Si PIN fotodetektor ThorLabs PDA10A-EC, který pracuje v oblasti vlnových délek od 200 nm do 1100 nm. Samotný fotodetektor PDA10A-EC má efektivní plochu pouze $A_{\text{eff}} = 0.8 \text{ mm}^2$, proto byla využita čočka N-BK7 Plano-Convex která

má ohniskovou vzdálenost $f = 25.4$ mm, díky čemuž byla zajištěna dostatečně velký odstup signál od šumu SNR, aby se dalo ve vzdálenosti 3 m mezi vysílačem a přijímačem provést ověření funkčnosti. Frekvence nosné MQAM měly hodnotu 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz a 20 MHz.

4 Výsledky měření

Obrázek 5 zobrazuje naměřené výsledky dle zapojení uvedeného na obrázku 4 při modulačním formátu 4QAM a pro bílou složku světla. Jak je z grafu patrné, pro nosnou frekvenci 5 MHz má obvod pre-ekvalizéru velmi malý vliv. Pro symbolovou rychlost 200 kHz byla hodnota EVM stejná, ale s rostoucí symbolovou rychlostí neboli využíváním větší šířky pásma se začal projevovat vliv pre-ekvalizéru a jeho snížení rychlého poklesu úrovně pro vyšší frekvence.



Obr.5 Výsledky měření EVM v závislosti na symbolové rychlosti a frekvenci nosné, kde byla nastavena nosná frekvence a) 5 MHz, b) 10 MHz, c) 15 MHz a d) 20 MHz pro vysílání modulační 4QAM prostřednictvím bílé LED diody.

Z grafu je patrné, že hodnoty EVM se pro vyšší nosné frekvence zvyšují, z důvodu nižší úrovně signálu způsobené charakterem frekvenční charakteristiky. Zároveň s rostoucí symbolovou rychlostí je využívána větší šířka pásma okolo nosné frekvence, a proto z důvodu nerovné frekvenční charakteristiky optického vysílače se zvyšuje hodnota EVM a zhoršují se přenosové vlastnosti. Bez pre-ekvalizace je šířka pásma rychle klesající a je tedy méně vhodná pro komunikaci na vyšších nosných frekvencích a pro využití větší šířky pásma, než u nasazení obvodu pre-ekvalizéru, kde jsou jednoznačně lepší podmínky pro komunikaci na vyšších nosných frekvencích a využití větší šířky pásma.

5 Závěr

Cílem tohoto článku bylo poukázat na různá řešení problému v oblasti komunikace viditelným zářením. V našem případě jsme se zaměřili na reálné, bodové světlo Philips Fortimo LED DLM 3000 44 W/830, které obsahuje matici modrých SMD LED. Ukázalo se, že je možné realizovat levný pre-ekvalizační obvod pro poměrně velké zlepšení přenosových

vlastností optického vysílače založeném na reálném výkonovém LED světle a vytvoření vysoko výkonového obvodu Bias-T pro spojení osvětlovací a komunikační funkce LED světla. Jako kritické se ukázalo celkové snížení výkonové úrovně optického signálu způsobené vrstvou luminoforu, proto je vhodné navržený pre-ekvalizační obvod upravit pro celkové zvýšení zisku, například celkovým zesílením vstupujícího signálu do zdroje záření a zesílením přijímaného signálu za fotodetektořem. Z výsledků měření je vidět, že navržený systém prokazatelně vede k možnosti využití vysoko výkonového LED světla pro komunikaci a zároveň pro osvětlování.

Poděkování

Tento článek vznikl díky projektu MVČR VI20172019071. Dále byl článek podpořen projekty SP2018/117, SP2018/184, VI20152020008, TA04021263 a CZ.1.07 / 2.3.00 / 20.0217.

Literatura a odkazy

- [1] MCCULLAGH, M. J. a D. R. WISELY. 155 Mbit/s optical wireless link using a bootstrapped silicon APD receiver. *Electronics letters*. 1994, vol. 30, no. 5, pp. 430–432. ISSN 0013-5194.
- [2] CARRUTHERS, J. B. a J. M. KAHN. Angle Diversity for Nondirected Wireless Infrared Communication. *IEEE Transactions on Communications*. 2000, vol. 48, no. 6, pp. 960–969. ISSN 0090-6778. DOI: 10.1109/ICC.1998.683113
- [3] KOUDELKA, P., J. LATAL, P. SISKA, J. VITASEK, A. LINER, R. MARTINEK and V. VASINEK. Indoor visible light communication: modeling and analysis of multi-state modulation. In: *Proceedings of SPIE*. San Diego: SPIE, 2015. ISBN 978-162841251-2. DOI: 10.1117/12.2063090.
- [4] T. STRATIL, P. KOUDELKA, J. JANKOVYCH, V. VASINEK, R. MARTINEK and T. PAVELEK, Broadband over Visible Light: High power wideband bias-T solution, 2016 10th International Symposium on Communication Systems, Networks and Digital Signal Processing (CSNDSP), Prague, 2016, pp. 1-5. DOI: 10.1109/CSNDSP.2016.7574002
- [5] H. A. MAHMOUD and H. ARSLAN, "Error vector magnitude to SNR conversion for nondataaided receivers," in *IEEE Transactions on Wireless Communications*, vol. 8, no. 5, pp. 2694-2704, May 2009. DOI: 10.1109/TWC.2009.080862
- [6] KOUDELKA P, SOLTYS P, MARTINEK R, LATAL J, SISKA P, KEPAK S, VASINEK V. Utilization of M-QAM modulation during optical wireless Car to Car communication. In: 2014 OptoElectronics and Communication Conference, OECC 2014 and Australian Conference on Optical Fibre Technology, ACOFT 2014; 20142014. p. 452-4.
- [7] STRATIL, T., KOUDELKA, P., MARTINEK, R., NOVAK, T.. Active Pre-Equalizer for Broadband over Visible Light. *Advances in Electrical and Electronic Engineering*, North America, 15, sep. 2017.

Co vše lze zažít při měření denního osvětlení v mateřské školce

Pavel Stupka, Ing., ZÚ se sídlem v Ústí nad Labem, Plzeň - Oddělení faktorů prostředí

Abstrakt: Tento příspěvek slouží pouze jako pozvánka na přednášku.

1 Úvodem

Způsob měření denního osvětlení a náležitosti protokolu o měření osvětlení v současné době řeší dvojice norem:

Norma [1] obsahuje definice a obecně specifikuje základní technické požadavky pro měření osvětlení a jeho vyhodnocení.

Norma [2] je již věnována měření denního osvětlení. Obsahuje konkrétní postupy, kterak měření správně provést.

Mohlo by se zdát, že znalci výše zmíněných norem a dlouholetí zkušení měřiči, již nemohou být ničím překvapeni. Že vlastní příprava a provedení měření bude pouze otázkou běžné rutiny.

2 Závěr a pozvání na přednášku

Přednáška nebude o teorii, jak správně měřit - to už zde nejdnou zaznělo.

Tentokrát budu odlehčenou formou vyprávět o našem měření v jedné mateřské školce v nejmenovaném městě. Stručně budu referovat o některých překážkách, které se nám postupně stavěly do cesty a jak jsme jim s Janou Lepší statečně čelili.

Literatura a odkazy (styl literatura)

- [1] ČSN 36 0011-1 - Měření osvětlení prostorů - Část 1: Základní ustanovení
- [2] ČSN 36 0011-2 - Měření osvětlení prostorů - Část 1: Měření denního osvětlení

Vliv ustalování světelných parametrů na hodnoty fotobiologické bezpečnosti

Jaroslav Štěpánek, Ing. ¹⁾, Jan Škoda, Ing., Ph.D. ²⁾

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav elektroenergetiky, stepanekj@feec.vutbr.cz ¹⁾, skoda@feec.vutbr.cz ²⁾

Abstrakt: Příspěvek se zabývá měřením fotobiologické bezpečnosti pro LED různých typů. Byly změřeny LED s úzkým vyzařovacím spektrem tak i bílá LED. Cílem příspěvku je zjistit, vliv ustalování světelných parametrů po sepnutí světelného zdroje na hodnoty nebezpečí fotobiologické bezpečnosti. V rámci fotobiologické bezpečnosti byly hodnoceny 3 kategorie nebezpečí – nebezpečí UV záření, nebezpečí UVA záření a nebezpečí modrého světla.

1 Úvod

V minulosti byly základy fotobiologické bezpečnosti optického záření zahrnuty pouze v normách ČSN EN 60825. Tyto normy se zabývají tématem laserové bezpečnosti. Vyhodnocují nebezpečí laserového záření podle vlnových délek a výstupního optického výkonu. Vývoj světelných zdrojů LED si vyžádal nové metody hodnocení fotobiologické bezpečnosti. Světelný zdroj pro všeobecné osvětlení nelze hodnotit podle laserových standardů, protože zdroje pro všeobecné osvětlování mají polychromatické záření. Pro tyto zdroje byla vytvořena norma IEC/EN 62471, která se zabývá fotobiologickou bezpečností světelných zdrojů pro všeobecné použití s polychromatickým zářením a pro pulzní zdroje.

2 Fotobiologická bezpečnost

Norma ČSN EN 62471:2008 Fotobiologická bezpečnost světelných zdrojů a soustav světelných zdrojů se zabývá fotobiologickou bezpečností. Norma poskytuje znalosti pro vyhodnocení světelných zdrojů a světelných systémů s ohledem na bezpečnost související s jejich účinky na živé tkáně. Specifikuje limity expozice ozáření, váhové funkce, referenční metody měření a techniky měření pro spektroradiometry pro zdroje s plným spektrem světla používané ve světelné technice. Norma pracuje se spektrálním rozsahem vlnových délek od 200 nm do 3000 nm. Dále poskytuje znalosti pro vyhodnocení aktinického rizika UV záření pro kůži a oko, ohrožení očí v blízkosti UVA záření, nebezpečí modrého světla pro sítnici, tepelného nebezpečí pro sítnici, ohrožení oka infračerveným zářením a tepelného nebezpečí pro pokožku. Hodnoty nebezpečí by měly být uvedeny jako hodnoty záře nebo intenzity ozáření ve vzdálenosti, při které se zdroj vytváří osvětlenost 500 lx, avšak nejméně 200 mm. Pokud je naměřená intenzita osvětlení nižší než 500 lx ve vzdálenosti 200 mm, bude zdroj vyhodnocen ve vzdálenosti 200 mm [1,2,3,4,7].

3 Výpočet nebezpečí modrého světla

Chceme-li zabránit fotochemickému poranění oka v důsledku expozice modrého světla, nesmí vážená zář L_B překročit hranici, která je uvedena v rovnicích 1 a 2. Tyto rovnice lze použít pro zdroje se zorným úhlem větším než 0,011 radiánu, avšak menším než 0,1 radiánu:

$$L_B \cdot t = \sum_{300}^{700} \sum_t L_\lambda(\lambda, t) \cdot B(\lambda) \cdot \Delta t \cdot \Delta \lambda \leq 10^6 \text{ J.m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1} \quad (\text{pro } t \leq 10^4 \text{ s}) \quad (1)$$

$$L_B = \sum_{300}^{700} L_\lambda(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot \Delta \lambda \leq 100 \text{ W.m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1} \quad (\text{pro } t > 10^4 \text{ s}) \quad (2)$$

kde $L_\lambda(\lambda, t)$ spektrální zář ve $\text{W.m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1} \cdot \text{nm}^{-1}$, $B(\lambda)$ je váhová funkce pro nebezpečí modrého světla, $\Delta \lambda$ je šířka měřeného pásma v nm, t je doba trvání expozice v sekundách [1,5,6].

Maximální přípustná doba pro nebezpečí modrého světla a zorného pole $\alpha > 0,011$ rad se vypočítá podle této rovnice:

$$t_{\max} = \frac{10^6}{L_B} \text{ s} \quad (3)$$

kde t_{\max} je maximální doba expozice v sekundách a L_B je efektivní záře nebezpečí modrého světla ve $\text{W.m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$ [1].

Následující rovnice jsou určeny pro světelné zdroje, jejichž zorný úhel je menší než 0,011 rad. Tyto rovnice jsou založeny na spektrální intenzitě ozáření. Vážená hodnota intenzity ozáření E_B nesmí překročit mezní hodnoty uvedené v rovnicích 3 a 4 pro malé zdroje:

$$E_B \cdot t = \sum_{300}^{700} \sum_t E_\lambda(\lambda, t) \cdot B(\lambda) \cdot \Delta t \cdot \Delta \lambda \leq 100 \text{ J.m}^{-2} \quad (\text{pro } t \leq 100 \text{ s}) \quad (4)$$

$$E_B = \sum_{300}^{700} E_\lambda(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot \Delta \lambda \leq 1 \text{ W.m}^{-2} \quad (\text{pro } t > 100 \text{ s}) \quad (5)$$

kde $E_\lambda(\lambda, t)$ spektrální intenzita ozáření ve $\text{W.m}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$, $B(\lambda)$ je váhová funkce pro nebezpečí modrého světla, $\Delta \lambda$ je šířka měřeného pásma v nm, t je doba trvání expozice v sekundách [1,5,6].

Maximální přípustná doba expozice pro nebezpečí modrého světla a malý zdroj s $E_B \geq 0,01 \text{ W.m}^{-2}$ se vypočte podle této rovnice:

$$t_{\max} = \frac{100}{E_B} \text{ s} \quad (6)$$

kde t_{\max} je maximální doba expozice v sekundách a E_B je efektivní intenzita ozáření pro nebezpečí modrého světla ve W.m^{-2} [1].

4 Výpočet nebezpečí pro UV oblast

Mezní hodnota, kdy UV záření dopadá na nechráněnou kůži a nechráněné oko, se vztahuje na ozařování v intervalu osm hodin. Radiační dávka pro účinnou dávku je 30 J.m^{-2} .

Účinná integrovaná spektrální intenzita ozařování E_s nesmí překročit úroveň definovanou v rovnici 7, pokud mají být oči a pokožka chráněny před ultrafialovým zářením.

$$E_s \cdot t = \sum_{200}^{400} \sum_t E_\lambda(\lambda, t) \cdot S_{UV}(\lambda) \cdot \Delta t \cdot \Delta \lambda \leq 30 \text{ J.m}^{-2} \quad (7)$$

kde $E_\lambda(\lambda, t)$ je spektrální intenzita ozáření ve $\text{W.m}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$, $S_{UV}(\lambda)$ je aktinická váhová funkce, $\Delta \lambda$ šířka měřeného pásma v nm, t délka expozice v sekundách [1,5,6].

Maximální doba expozice ozařování oka nebo kůže aktinickým UV zářením se vypočítá podle rovnice:

$$t_{\max} = \frac{30}{E_s} \text{ s} \quad (8)$$

kde t_{\max} je maximální doba expozice v sekundách a E_s je efektivní intenzita ozáření pro aktinické UV záření ve W.m^{-2} [1].

Pro spektrální rozsah mezi 315 nm a 400 nm celková energie ozáření oka nesmí překročit $10\,000 \text{ J.m}^{-2}$ za dobu ozařování kratší než 1000 s vypočtená podle rovnice 9. Pro dobu ozáření vyšší než 1000 s, by intenzita ozařování oka UVA neměla překročit 10 W.m^{-2} .

$$E_{UVA} \cdot t = \sum_{315}^{400} \sum_t E_\lambda(\lambda, t) \cdot \Delta t \cdot \Delta \lambda \leq 10\,000 \text{ J.m}^{-2} \quad (9)$$

kde $E_\lambda(\lambda, t)$ spektrální intenzita ozáření ve $\text{W.m}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$, $\Delta \lambda$ je šířka měřeného pásma v nm, t je doba trvání expozice v sekundách [1,5,6].

Maximální přípustná doba ozáření oka nebo pokožky UVA zářením se vypočte podle rovnice:

$$t_{\max} = \frac{10\,000}{E_{UVA}} \text{ s} \quad (10)$$

kde t_{\max} je maximální doba expozice v sekundách a E_{UVA} je efektivní intenzita ozáření pro UVA záření ve W.m^{-2} [1].

5 Limity ozáření a skupiny nebezpečí

Existují čtyři skupiny bezpečnostních limitů - skupina vyjmutých zdrojů, s nízkým, středním a vysokým rizikem nebezpečí. Limity pro nebezpečí modrého světla a UV záření jsou uvedeny v tabulce 1. Limity ozařování vyjadřují podmínky, při nichž se předpokládá, že světelné zdroje nevytvoří negativní účinky na zdraví při opakovaném ozařování. Dané hodnoty ale nelze považovat za hranici mezi bezpečnými a nebezpečnými podmínkami provozu. Tyto hodnoty mohou působit na různé pozorovatele různým způsobem. U zdravé populace se nemusí vyskytnout negativní účinky na zdraví při ozáření konkrétním zdrojem, pokud budou splněny limity bezpečnosti. Pro osoby s vysokou citlivostí na světlo ale nastavené limity nemusí být dostačující.

Intenzivní viditelné záření může způsobit tepelné nebo fotochemické poškození sítnice. Nejčastějším zraněním zraku v důsledku působení intenzivního viditelného záření je fotoretinitida, která je také známá jako poškození sítnice modrým světlem. Fotochemické poškození znamená, že dopadající světlo na sítnici způsobuje chemické reakce. Modré

světlo je součástí spektra s nejvyšším energetickým obsahem, které může dosáhnout na sítnici (UV má ještě více energie, ale absorbuje jej čočka a rohovka). Vyskytuje se při dlouhodobém ozáření (více než 10 sekund). Pozorovatelná reakce nastává až po 12 hodinách po ozařování. Čím vyšší je ozařování, tím dříve dojde k pozorovatelné reakci. Poškození se projevuje jizvou na sítnici v místě, kde byl promítaný zářící objekt. Poškození může být trvalé, ale v případě menších poškození se může sítnice uzdravit. Spektrální rozsah záření způsobující poškození modrým světlem se pohybuje v rozmezí 300 až 700 nm (nejvíce účinné záření je mezi 400 až 500 nm) [1,3,4].

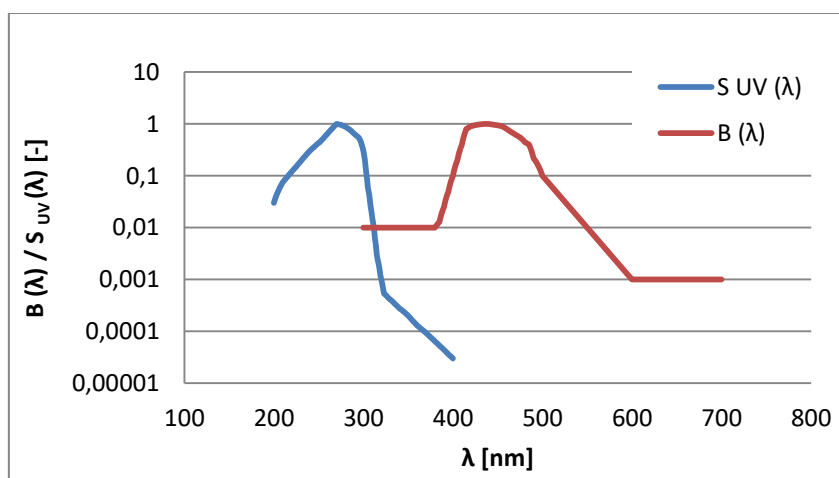
Biologické účinky UV záření závisí na energii fotonů, intenzitě záření, době trvání ozáření, schopnosti absorpcí záření tkání a na reaktivitě organismu.

Po dopadu záření na kůži může dojít k jeho lomu, který je způsobený přechodem mezi prostředími s různými indexy lomu. Kůže může z 5 % reflektovat světlo. V podmínkách plochého úhlu dopadu může dojít až k úplné reflexi. Hloubka průniku UV záření do kůže závisí na jeho vlnové délce. UVA dosahuje maxima v rozhraní koria a podkoží, UVB dosahuje maximálně do dermálních papil a UVC záření se po vstupu do kůže může i rozptýlovat z důvodu interakce s nabitými částicemi. Nejčastějšími poraněními vzniklými působením UV záření na oko jsou fotokeratitida (sněžná slepota), poškození rohovky a u dlouhodobějších působení katarakta (zákal). Na kůži při působení UV záření vzniká erytém.

Tab. 1 Meze ozáření pro nebezpečí modrého světla a pro nebezpečí UV a UVA záření [1]

	Symb.	Jednotky	Vyjmuté zdroje	Nízké nebezpečí	Střední nebezpečí
Nebezpečí modrého světla	L_B	$W.m^{-2}.sr^{-1}$	100	10 000	4 000 000
Max. čas expozice	t_{max}	s	10000	100	0,25
Nebezpečí modrého světla – malý zdroj	E_B	$W.m^{-2}$	1	1	400
Max. čas expozice – malý zdroj	t_{max}	s	100	100	0,25

	Symb.	Jednotky	Vyjmuté zdroje	Nízké nebezpečí	Střední nebezpečí
Nebezpečí UV záření	E_S	$W.m^{-2}$	0,001	0,003	0,03
Max. čas expozice	t_{max}	s	30000	10000	1000
Nebezpečí UVA záření	E_{UVA}	$W.m^{-2}$	10	33	100
Max. čas expozice	t_{max}	s	1000	300	100



Obr. 1 Váhové funkce pro nebezpečí modrého světla a pro nebezpečí UV záření [1]

6 Metody výpočtu

Měření záře může být provedeno spektromadiometrem s měřícím módem pro měření záře nebo může být vypočítáno z naměřených hodnot intenzity ozáření. Výpočet z hodnot měření intenzity ozáření lze realizovat, pokud známe zorný úhel zdroje. Je-li zorný úhel větší než maximální pro vyhodnocované nebezpečí, musí být zorný úhel nastaven pomocí apertury. Zorný úhel pro malé úhly je definován jako:

$$\gamma = \frac{F}{r}, \quad (11)$$

kde F je průměr apertury nebo zdroje v metrech a r je vzdálenost mezi měřeným objektem a spektromadiometrem v metrech [1].

Pro velké zorné úhly je lepší použít vztah využívající goniometrické funkce podle rovnice:

$$\gamma = 2 \cdot \arctg \left(\frac{F}{2r} \right), \quad (12)$$

kde F je průměr apertury nebo zdroje v metrech a r je vzdálenost mezi měřeným objektem a spektromadiometrem v metrech. Rozdíl mezi oběma metodami je 1% při zorném úhlu 0,1 rad. Pokud máme úhly větší, nejistota roste.

Pokud máme změřenou intenzitu ozáření ze spektromadiometru, musíme ji přepočítat podle základního vzorce na zář:

$$L = \frac{E}{\Omega}, \quad (13)$$

kde E je změřená ozářenost ve $W \cdot m^{-2}$ a Ω zorný úhel zdroje nebo apertury ve sr.

Přepočet hodnot zorného úhlu z obloukové míry do prostorového úhlu se provede pomocí vztahu:

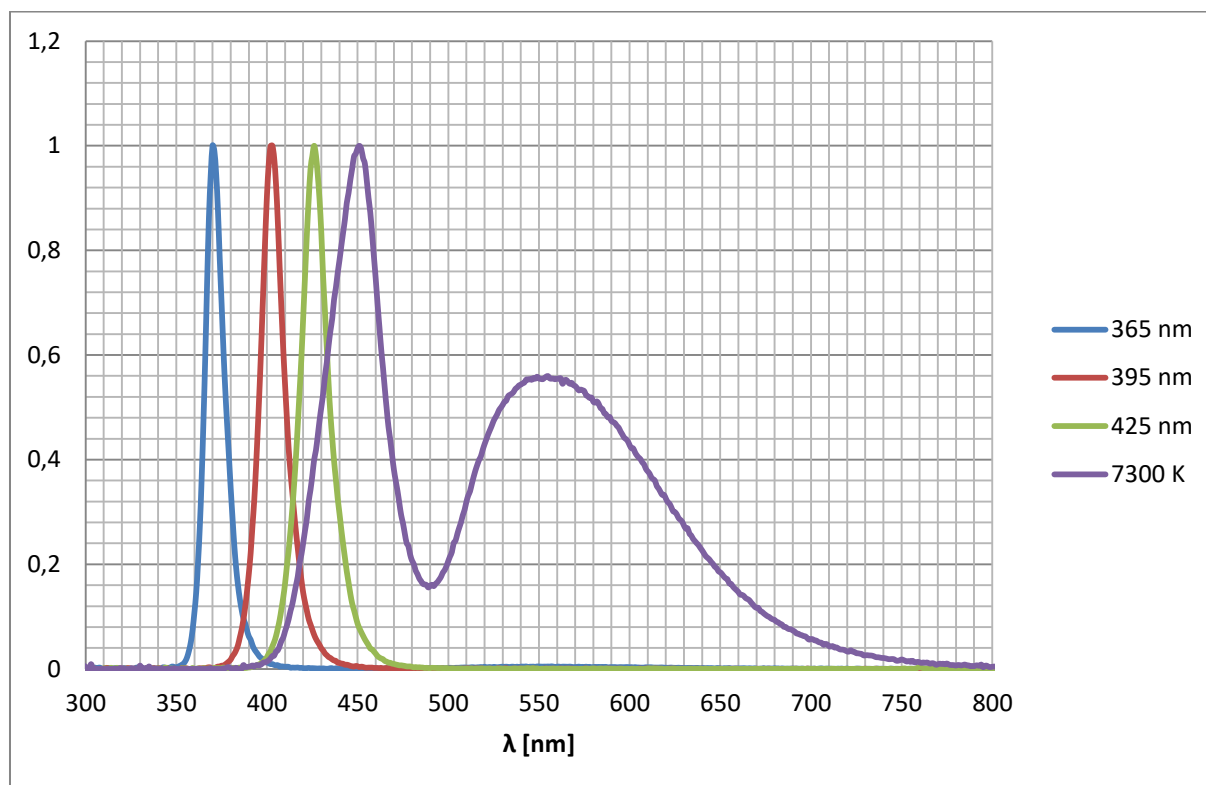
$$\Omega = \frac{\pi \cdot \gamma^2}{4}, \quad (14)$$

kde γ zorný úhel v rad a Ω prostorový zorný úhel ve sr [1].

7 Měření a vyhodnocení naměřených dat

Měření pro tento příspěvek bylo vytvořeno ve světelné laboratoři na Ústavu elektroenergetiky VUT v Brně. Pro měření byl použit spektromadiometr Jeti Specbos 1211 UV. Jedná se o spektromadiometr s CCD snímačem se spektrálním rozsahem měření od 230 nm do 1000 nm. Optické rozlišení tohoto spektromadiometru je 4,5 nm a vypočtený krok měření vlnové délky je 1 nm. Maximální osvětlenost je 60 000 lx pro světlo zdroje typu A. Spektromadiometr byl použit v režimu měření intenzity ozáření. Tento typ spektromadiometru sice není doporučeným ani vhodným přístrojem pro měření v UV oblasti, ale byl použit pro měření z důvodu jeho rychlosti (doba měření jednoho vzorku je v řádu milisekund až sekund) a také z důvodu možnosti kontinuálního měření v řádu desítek minut až hodin, které je pro tento článek nezbytné. Doporučeným přístrojem pro měření záření v UV oblasti je dvojitý monochromátor.

Pro měření byly použity LED o příkonu 10 W. LED byly namontovány na chladičích pro dobrý odvod tepla. Bílá LED byla umístěna do vzdálenosti, ve které vytvoří osvětlenost 500 lx na optickém vstupu do spektrometru. Ostatní jednobarevné LED byly měřeny ze vzdálenosti 20 cm. Byly použity multičipové LED s devíti čipy. Rozměr zářící plochy LED byl 11 x 11 mm. Z těchto rozměrů byl pak vypočten zorný úhel zdrojů. LED byly napájeny přesným laboratorním zdrojem v proudovém režimu konstantním proudem 900 mA.

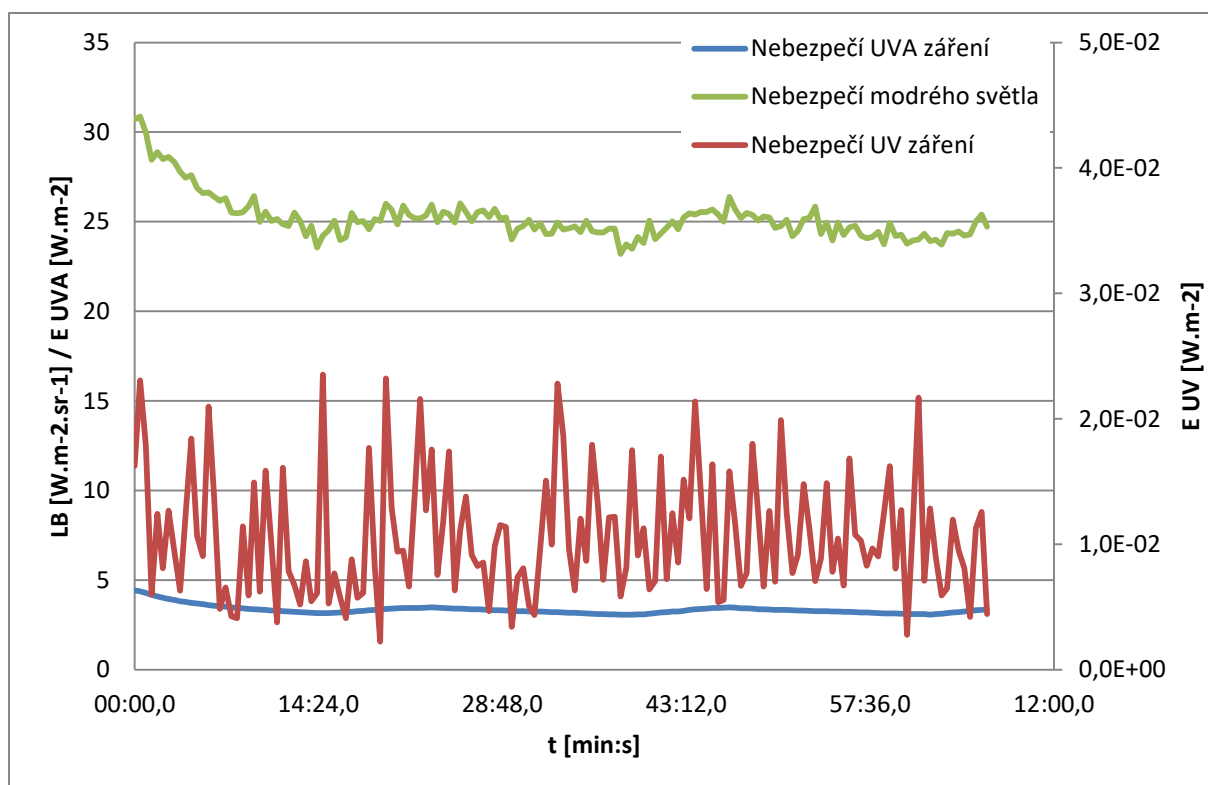


Obr. 2 Naměřené spektrální charakteristiky v relativních hodnotách intenzity ozáření

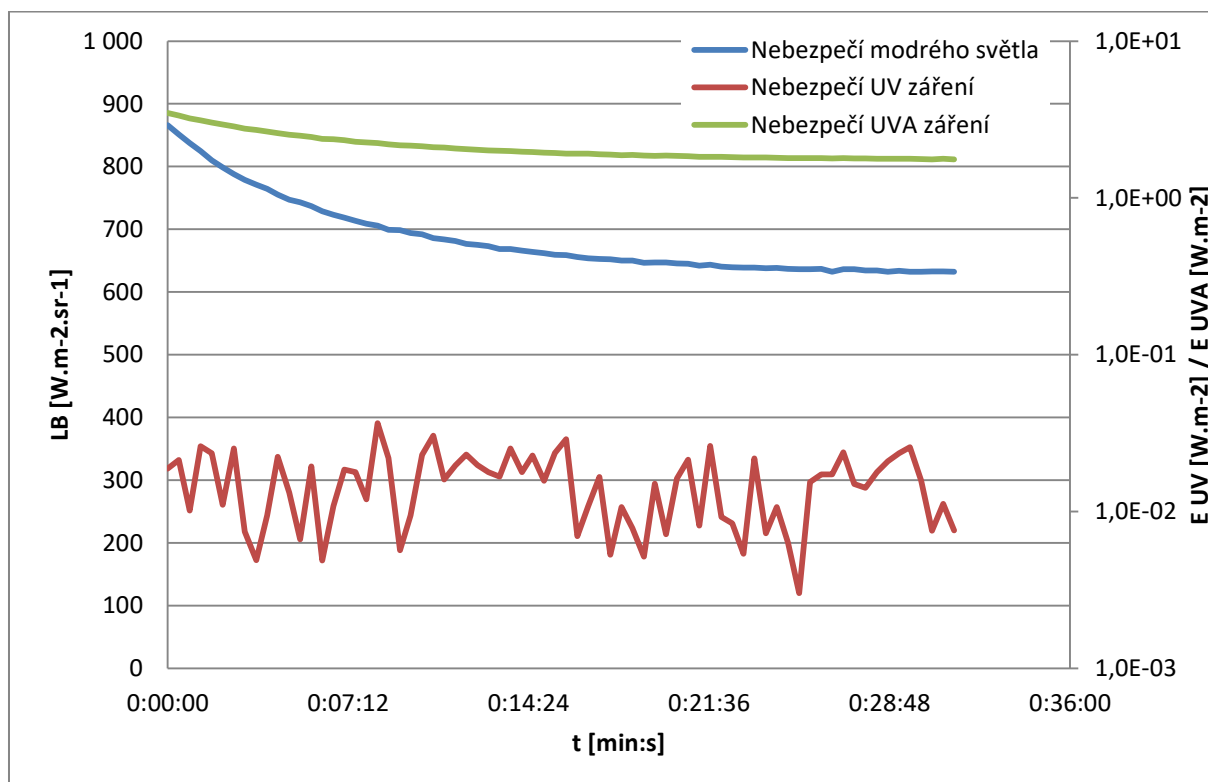
Na obrázku 2 jsou naměřené spektrální charakteristiky jednotlivých LED. Z naměřených spektrálních dat jsou pak vypočtena jednotlivá nebezpečí, která se nachází v tabulce 2. Hodnoty, které jsou uvedené v tabulce, jsou vypočtené pro ustálené světelné zdroje.

Tab. 2 Vypočtené konečné ustálené hodnoty ozáření pro nebezpečí modrého světla a pro nebezpečí UV a UVA záření a rozdíly mezi počáteční a ustálenou hodnotou jednotlivých druhů nebezpečí

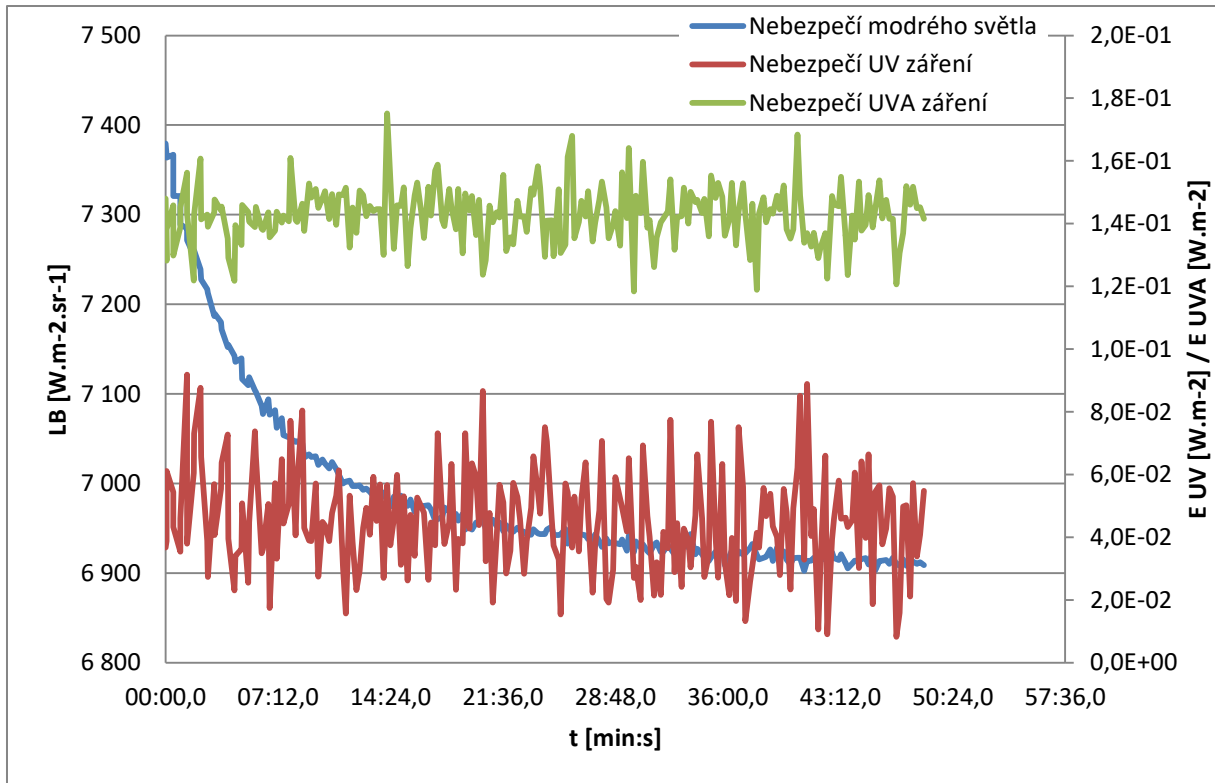
Typ LED	I	E	E_{UV}	E_{UVA}	ΔE_{UVA}	E_B	L_B	ΔL_B	α	Ω	ϑ
	[m]	[lx]	[W.m ⁻²]	[W.m ⁻²]	[%]	[W.m ⁻²]	[W.m ⁻² .sr ⁻¹]	[%]	[rad]	[sr]	[°C]
365 nm	0,2	58	4,4E-03	3,35	30,5	0,059	24,7	23,1	0,055	0,0024	56,8
395 nm	0,2	15	7,6E-03	1,76	49,4	1,50	633	27,0	0,055	0,0024	58,9
425 nm	0,2	184	5,5E-02	0,142	-	16,41	6909	6,37	0,055	0,0024	50,5
7300 K	0,46	500	1,1E-03	0,001	-	0,533	1172	13,8	0,0239	0,0004	58,8



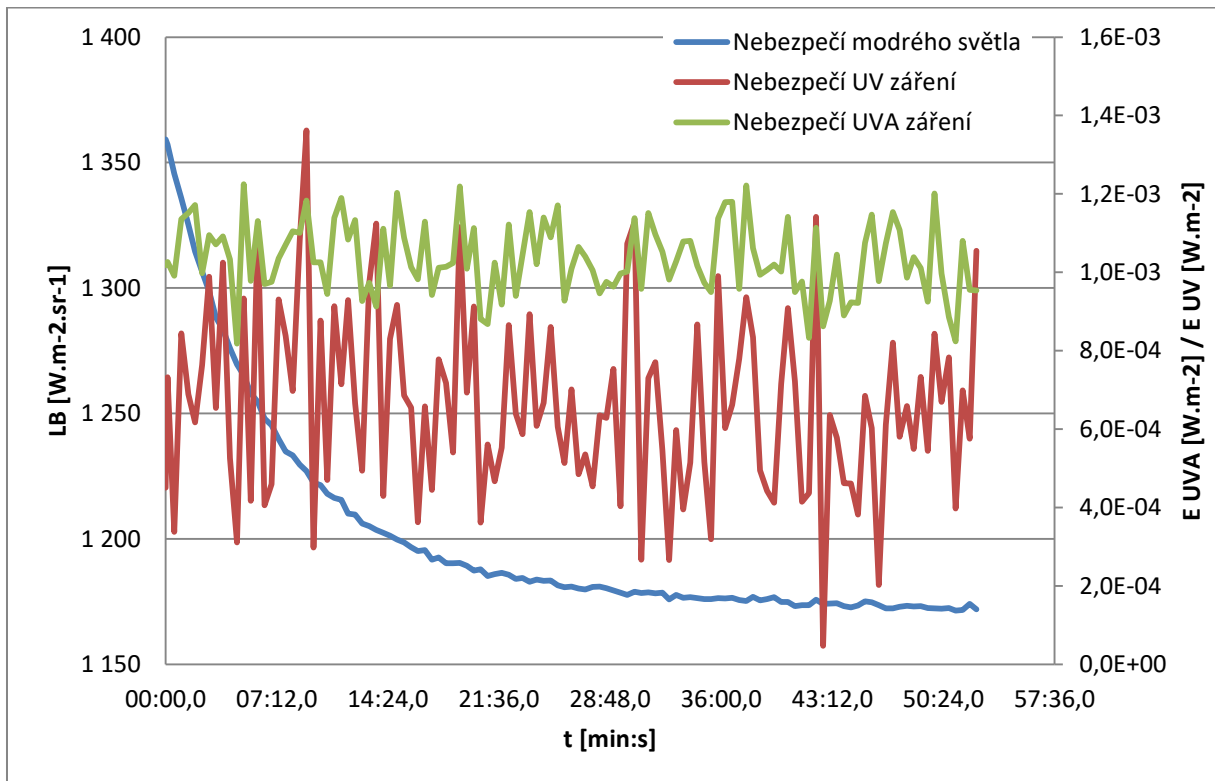
Obr. 3 Naměřená časová závislost jednotlivých nebezpečí pro LED 365 nm



Obr. 4 Naměřená časová závislost jednotlivých nebezpečí pro LED 395 nm



Obr. 5 Naměřená časová závislost jednotlivých nebezpečí pro LED 425 nm



Obr. 6 Naměřená časová závislost jednotlivých nebezpečí pro LED 7300 K

Na obrázcích 3, 4, 5 a 6 jsou naměřené charakteristiky závislostí jednotlivých nebezpečí na době od sepnutí LED. U všech měření LED byly hodnoty nebezpečí pro UV oblast velmi

nízké. Z naměřených charakteristik je patrné, že tyto hodnoty se v čase měnily skokově a nelze z nich vyčíst žádná závislost nebezpečí UV záření na době od sepnutí LED. Na výslednou podobu těchto průběhů měl velký vliv šum spektrometru Jeti Specbos v UV oblasti. Z důvodu nízké selektivity není tento přístroj doporučeným měřicím zařízením pro měření v UV oblasti. Pro LED 365 nm (obr. 3) z naměřených charakteristik pro nebezpečí modrého světla a pro nebezpečí UVA záření vyplývá, že nejvyšší nebezpečí je hned při zapnutí LED, kdy teplota čipu je nejnižší a z tohoto důvodu i účinnost přeměny elektrické energie na zářivou nejvyšší. Tento obecný fakt nastal i u ostatních měřených LED. Rozdíl mezi počáteční a ustálenou hodnotou nebezpečí modrého světla je 23% a pro nebezpečí UVA záření je tento rozdíl 30%. U LED 395 nm byl rozdíl mezi počáteční a ustálenou hodnotou pro nebezpečí UVA záření dokonce 49% a pro nebezpečí modrého světla 27%. Pro LED 425 nm a bílou LED 7300 K se nedalo vyhodnotit nebezpečí UVA záření, z důvodu velmi nízké intenzity, proto tyto dvě LED nebyly hodnoceny z hlediska změny nebezpečí UVA záření v čase po zapnutí LED. U LED 425 nm byl pokles vypočtené hodnoty mezi počáteční a ustálenou hodnotou nebezpečí modrého světla pouze 6%, zato u LED 7300 K ten rozdíl činil 14%. Z naměřených a vypočtených hodnot lze říct, že na změnu hodnot nebezpečí má největší vliv ustalování teploty čipu LED. Všechny LED byly namontovány na stejném typu chladiče a pro lepší kontakt mezi chladičí plochou LED a chladičem byly LED opatřeny malým množstvím teplovodivé pasty. Jelikož každá LED má jinou hodnotu energetické účinnosti, byly i naměřené teploty jednotlivých LED různé. Z vypočtených hodnot nebezpečí je patrné, že nejvyšší rozdíly mezi počáteční a ustálenou hodnotou jednotlivých druhů nebezpečí nastaly pro UV LED. Zářivý tok těchto LED je podle naměřených hodnot silně závislý na teplotě čipu. Pro LED svítící převážně ve viditelné části spektra byl tento rozdíl výrazně menší.

8 Závěr

Cílem článku bylo zjistit vliv ustalování světelnotechnických parametrů LED na vypočtené hodnoty nebezpečí pro hodnocení LED podle ČSN 62471. Z naměřených charakteristik vyplývá, že hodnoty nebezpečí klesají s rostoucí teplotou čipu LED. Tento pokles je zapříčiněn klesáním účinnosti přeměny elektrické energie na zářivou, což je obecná vlastnost všech LED. Největší změny mezi počáteční a ustálenou hodnotou nebezpečí UVA záření a nebezpečí modrého světla nastaly u UV LED 395 nm. Tyto změny byly až skoro 50% pro nebezpečí UVA záření pro výše uvedenou LED. Naopak nejmenší změny nastaly pro LED svítící převážně ve viditelné oblasti spektra. Pro LED 425 nm byla tato změna pouze 6% pro nebezpečí modrého světla.

Poděkování

Publikace vznikla v Centru výzkumu a využití obnovitelných zdrojů energie (CVVOZE) za finanční podpory MŠMT v rámci programu NPU I (projekt č. LO1210) a projektu specifického výzkumu na VUT (č. FEKT-S-17-4784 Nové technologie pro udržitelnou energetiku II).

Literatura a odkazy

- [1] ČSN EN 62471, "Fotobiologická bezpečnost světelných zdrojů a soustav světelných zdrojů" 2008.
- [2] J. Štěpánek, J. Škoda, "Photobiological safety of LCD screens," CIE 2015, Manchester, str. 1244-1251.
- [3] J. Štěpánek, J. Škoda, M. Krbal, M. Motyčka, "Visual angle in photobiological safety," EPE 2017, Kouty nad Desnou, str. 287-290.
- [4] J. Štěpánek, J. Škoda, M. Krbal, M. Motyčka, J. Nekvapil, "Changes of blue light hazard for RGB LED," EPE 2018, Brno, str. 482-485.
- [5] H. Dong, H. Hu, Q. Li, J. Pan, "A measurement system for weighted radiance related to photobiological safety evaluation," Everfine photo-e-info co. LTD. Hangzhou, Čína.
- [6] Ch. Martinsons, "Photobiological safety," Springer International Publishing, Švýcarsko, 2017.
- [7] A. Pawlak, "Method of determining photobiological safety of contemporary light sources," Scientific Journals of the Maritime University of Szczecin, 2015.

Autor:	Kolektiv autorů
Katedra, institut:	Katedra elektroenergetiky
Název:	Sborník odborného semináře Kurz osvětlovací techniky XXXIV.
Místo, rok, vydání:	Ostrava, 2018, 1. vydání
Počet stran:	220
Vydala:	VŠB- TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA 17.listopadu 15/2172 708 33 Ostrava-Poruba
Tisk:	Ediční středisko VŠB-TU Ostrava
Náklad:	150

Neprodejné

ISBN 978-80-248-4220-2