

Z P R A V O D A J



číslo 2/2008

Obsah

KURZ OSVĚTLOVACÍ TECHNIKY XXVI	2
Statistika nehodovosti na přechodech pro chodce v Ostravě Jiří Voráček, Ostravské komunikace, a.s., správa VO	3
Osvětlování přechodů pro pěší Ing. Tomáš Maixner, Siteco Lighting, spol. s r.o.	4
Výklad ČSN EN 12464-2 Ing. Jiří Novotný, FCC Public s. r. o.,	8
Jak jsem řešil LED svítidlo pro veřejné osvětlování Ing. Petr Kalous	13
Rušivé světlo pozemní komunikace Jižní spojka Ing. Luděk Hladký, Ph.D, VŠB, Mgr. Miroslav Kocifaj, Ph.D.;AU SAV, Prof. Ing. Karel Sokanský, CSc., VŠB	15
Energetické úspory ve veřejném osvětlení Prof. Ing. Karel Sokanský, CSc., VŠB	21

Zpravodaj SRVO č. 2/2008, vyšlo 3 - 2009

Redakční rada: Ing. F. Luxa – šéfredaktor (mobil 602 200 756, e-mail luxaf@seznam.cz),

Ing. J. Horák, Ing. J. Kotek

www.srvo.cz

Pro vnitřní potřebu členů Společnosti pro rozvoj veřejného osvětlení

KURZ OSVĚTLOVACÍ TECHNIKY XXVI

6. – 8. 10. 2008

hotel Dlouhé stráně (Kouty nad Desnou)

Česká společnost pro osvětlování, Regionální skupina Ostrava, uspořádala již 26. Kurz jako národní konferenci s mezinárodní účastí.

Odborným garantem akce byl prof. Ing. Karel Sokanský, CSc., VŠB – Technická univerzita Ostrava, organizačním garantem Ing. Ivana Sokanská.

Konference byla určena pro projektanty, architekty, provozovatele osvětlovacích soustav, investory, výrobce svítidel, výrobce komponent pro světelnou techniku, orgány hygienické služby a všechny přítele světla.

Nosnými tématy byly:

Nová norma (ČSN EN 12464-2) řešící problematiku osvětlování venkovních pracovních prostorů, architektonické hledisko venkovního osvětlování, rušivé světlo, potenciál úspor veřejného osvětlení v ČR, problematika jasových poměrů na vozovkách (VO, automobily, meteorologické vlivy), problematika automobilových světlometů a svítlen, osvětlování tunelů, osvětlování přechodů pro chodce, problematika zatřídování komunikací, nové nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanovují podmínky ochrany zdraví při práci a které je plnou náhradou známého nařízení vlády č. 178/2001 Sb., denní a sdružené osvětlení – měření, výpočty, optimalizace napájecích vedení osvětlovacích soustav z hlediska ztrát, aplikace nových prvků.

Přednášky probíhaly v sekcích: hygiena, elektro, vnitřní osvětlení, venkovní a veřejné osvětlení, workshop Propagace úsporných opatření v oblasti VO ve městech a obcích – rušivé světlo.

V rámci Kurzu se uskutečnily i doprovodné akce: Výstava osvětlovací techniky, tradiční společenský večer s bohatým programem a exkurze na přečerpávací vodní elektrárnu Dlouhé Stráně nebo do ruční papírny Velké Losiny.

Tyto Kurzy jsou největší akcí z oboru, a proto jim věnujeme prostor i na stránkách Zpravodaje SRVO. Vybrané přednášky se svolením autorů a organizátorů Kurzu přetiskujeme, aby se s nimi mohli seznámit i členové SRVO, kteří se Kurzu nezúčastnili.

Pokud máte zájem o účast na některém z příštích ročníků, oznámení o pořádání je zveřejňováno v časopise Světlo nebo můžete zaslat žádost o zaslání přihlášky e-mailem na adresu organizačního garanta sokanska@csorsostrava.cz.

Statistika nehodovosti na přechodech pro chodce v Ostravě

Jiří Voráček, Ostravské komunikace, a.s., správa VO

Úvodem

Když bylo před lety rozhodnuto o zavedení přednosti chodců na přechodech před motorovou dopravou, nebylo asi ani kompetentním úplně jasno, jak se bude tato problematika vyvíjet. Ukázalo se, že zažitá míra netolerance ve vztazích a dopravě zvláště způsobuje nárůst kolizí na přechodech, protože jedna strana začala tvrději uplatňovat nabyté právo přednosti (bez ohledu na fyzikální zákonitosti setrvačnosti hmoty) a strana druhá si jen těžko zvykala a dosud zvyká na ohleduplnost, předvídatost a 100% dodržování nového pravidla. Problém dříve skrytý v šedi statistického průměru se tak dostal do popředí zájmu a vnímání veřejnosti i dopravních odborníků, což přineslo řadu návrhů opatření, doporučení a předpisů, které by měly pomoci nepěkný stav řešit.

Statistické údaje

Naše dopravně inženýrská kancelář (DIK) zpracovává pro město nejrůznější rozborů nehodovosti z policejních statistik. Jedním z úkolů bylo samozřejmě vypracování rozboru nehodovosti s účastí chodců. Byly porovnávány celkové počty dopravních nehod (dále DN) na území města Ostravy s počty nehod za účasti chodců. Výsledky byly procentuálně následující:

Rok	% DN s účastí chodců	% na přechodech
2000	3,44	nebylo hodnoceno
2001	3,86	nebylo hodnoceno
2002	3,39	nebylo hodnoceno
2003	3,18	nebylo hodnoceno
2004	3,46	1,38
2005	3,22	1,19
2006	3,62	0,89
2007	2,84	0,81

Z uvedeného je zřejmé, že procento nehod s účastí chodců vykazuje dlouhodobě poměrně vyrovnané číslo pod 4% z celkového počtu DN. Vyhodnocování DN zvláště jen na přechodech pro chodce od roku 2004 k potěšení všech vykazuje určité snižování této nepříznivé bilance.

Dopravní nehody na přechodech za snížené viditelnosti

Z hlediska problematiky nasvětlování přechodů a neutuchajícího tlaku na tento prvek zvýšení bezpečnosti, jsem z dostupných údajů posoudil 408 DN na přechodech za poslední období (zhruba mezi roky 2004 – 2006 – dáno dostupností věrohodných podkladů) z hlediska událostí za denního světla a za snížené viditelnosti. Výsledná čísla jsou zajímavá:

Celkové porovnání

<u>Celkem DN</u>	<u>den</u>		<u>noc</u>	
408	390	95,6 %	18	4,4 %

Porovnání podle následků:

<u>Celkem DN</u>	<u>den se zraněním</u>		<u>noc se zraněním</u>	
408	62	15,2 %	19	4,7 %

Porovnání podle závažnosti:

<u>Míra zranění</u>	<u>den</u>		<u>noc</u>	
Celkem 81 DN:				
SZ (smrtelné)	2	2,47%	1	1,23%
TZ (těžké)	6	7,41%	3	3,73%
LZ (lehké)	55	67,90%	15	18,52%

Poznámka: - jedna DN ze 2 DN se SZ za dne byl střet chodce s tramvají, jediná DN se SZ za snížené viditelnosti byl střet opilého chodce s autem

Komentář k statistice:

Z uvedeného je zřejmé, že existuje určité pravidelné každoroční procento DN chodců. Z toho je jen necelých 5% takových nehod na přechodech pro chodce za snížené viditelnosti a zhruba stejné procento DN je následně s nějakou mírou zranění. Je tedy možno konstatovat, že uvedená čísla vypovídají obecně o důsledcích narůstajícího dopravního zatížení komunikací při více méně stagnující míře netolerantnosti či bezohlednosti. Za uplynulé období se udělala celá řada opatření k zvýšení bezpečnosti na přechodech (zejména reflexní rámy svislého DZ, stavební úpravy, dělení přechodů, bezpečnostní majáčky a samozřejmě také doplňkové nasvětlení). To se určitě projevilo na mírně klesající tendenci.

Vzhledem k procentům nehod za snížené viditelnosti se ovšem ukazuje určitý rozpor mezi nepřiměřeným tlakem policie, DI apod. na bezpodmínečné nasvětlení každého přechodu a nízkými procenty DN i jejich závažností ve vztahu k celkovému počtu dopravních nehod.

Je tedy zřejmé, že statisticky je mnohem důležitější prevence, která je účinná za denního (neporovnatelně vyššího proti nočnímu) provozu jako jsou např.: stavební úpravy, osazení SSZ, dělení přechodů ostrůvky apod.

Závěr

Cílem příspěvku je nastavit trochu pravdivější zrcadlo této problematice, abychom mohli argumentovat na jednáních k projektům, kdy se vše zjednodušuje na rovnici: přechod = nasvětlit (bez další diskuse). V platné ČSN 73 6110, čl. 10.1.3.12 jsou uvedena doporučená opatření pod písmeny a) až j) – celkem tedy 10. Z toho je jedním opatřením c) intenzivnější osvětlení.... Přesto se ze strany policie a úředníků DI tato problematika zjednodušuje na jedinou podmínku – nasvětlit.

Lepším postupem u stávajících přechodů by bylo:

- vyhodnotit dopravní nehodovost na přechodech pro chodce za snížené viditelnosti a v noci
- provést subjektivní posouzení viditelnosti chodců na přechodu za snížené viditelnosti a v noci, v případě nejasného výsledku provést měření hladiny osvětlení přechodu
- v případě negativních výsledků z výše uvedeného zadat profesionálům vypracování projektu nasvětlení dotčeného přechodu při současném posouzení návaznosti úrovně nasvětlení na sousedních přechodech
- u přechodů se SSZ nenavrhovat nasvětlení přechodů (i mimo spínací časy je přechod zvýrazněn blikavým žlutým světlem tzn., je plněn jeden z deseti doporučení ČSN 73 6110.)

U projektovaných nových přechodů pro chodce postupovat obdobně, vycházet s očekávaného dopravního zatížení, statistik a místní znalosti zatížení, známého nebo očekávaného pohybu chodců atd.

Velice důležité je, aby návrhy dělali zkušení odborníci z oboru světelné techniky, protože bohužel v míře zevšeobecnění se dějí takové věci, jako např.:

- paušálně 250W halogenid – bez ohledu na intenzitu stávajícího nebo navrhovaného VO
- požadavky na nasvětlování přechodů uvnitř sídelních celků
- požadavky na nasvětlení přechodu na kolmém odbočení do sídelního celku z hlavní komunikace (pro odbočení musím snížit rychlost na minimum, nasvětlený přechod stejně z větší vzdálenosti nevidím)
- zbytečné nasvětlení přechodu v prostoru s vysokými jasy okolí (dojde k spíše opačnému efektu a zvýšení nebezpečí ohrožení chodce)

Problematikou správného návrhu doplňkového nasvětlení přechodů se na každé konferenci zaobírá řada příspěvků. Cílem tohoto příspěvku byl pohled z trochu jiného úhlu.

Osvětlování přechodů pro pěší

Ing. Tomáš, Maixner, Siteco Lighting, spol. s r.o.

Přechody jsou jedním z nejnebezpečnějších míst v městské dopravě. Je potěšující, že se v poslední době začaly intenzivněji osvětlovat. Je smutné, že správně osvětlený přechod je k vidění velice zřídka. Téměř vždy jsou svítidla špatně umístěna a velmi často jsou použita i svítidla nevhodná.

Aby řidič vozidla viděl dostatečně dobře chodce, pak musí být postava v kontrastu s vozovkou. Může být kontrastní pozitivně - tedy světlejší než komunikace. Může být kontrastní negativně - tedy tmavší než komunikace [1].

Experimenty ukázaly, že dostatečného negativního kontrastu se dosáhne již celkovým osvětlením komunikace (pochopitelně správně navrženým). Není tedy třeba zřizovat zvláštní osvětlení přechodů, ale není to šetření na pravém místě. Viditelnost chodce totiž není pouze otázkou kontrastu.

Způsoby zvýšení viditelnosti

Pokud je nějakým způsobem řidič upozorněn na fakt, že se blíží k přechodu, pak jistě zpozorní a tím významně vzroste bezpečnost. Toho lze dosáhnout několika způsoby:

- zvýšením osvětlení v místě přechodu,
- použitím světla odlišné barvy než jakou je osvětlena vozovka,
- zdůrazněním dopravní značkou, případně blikajícím návěštím.

Nejlépe však kombinací všech uvedených možností.

Mezi uvedenými způsoby zdánlivě chybí použití svítidla s černobílými pruhy – »zebrý«. Názor, že je to správné, ba dokonce nezbytné, je značně rozšířený omyl. Žádný předpis ani vyhláška nenařizuje povinnost takového označení. Dokonce lze takovou úpravu svítidla považovat za nebezpečnou. Ve dne odvádí pozornost od vlastního přechodu. V noci pohled na »zebru«, tj. přímo do svítidla, znamená, že dojde k oslnění řidiče.

A další argument proč »zebru« ne. Je to ohleduplnost k nočnímu prostředí. Jednotlivé svítidlo s plochým sklem je k noční obloze šetrnější než klasické svítidlo, protože k nebi se světlo dostává pouze prostřednictvím odrazu od terénu, kdežto u klasického svítidla je na oblohu určité množství světla vyzářeno přímo. Na přechodech je počet svítidel nezávislý na typu difuzoru; prakticky nezávislá je i jejich pozice. To znamená že v tomto případě svítidla s plochým sklem produkují minimální množství rušivého světla [2]. (Za »Praktickou poznámkou« je ještě jedno zdůvodnění plochých skel.)

První dva způsoby zvýšení viditelnosti lze zajistit pouze nezávislým osvětlením. Tím se automaticky zvýší osvětlenost přechodu. Je však třeba zajistit i dobrou viditelnost chodce. Té lze v takovém případě dosáhnout pozitivním kontrastem. Jak, to je popsáno později.

Vždy upoutá pozornost rozdílný barevný vzhled části jinak barevně monotónní komunikace. Jsou-li pro osvětlení vozovky použity vysokotlaké sodíkové výbojky s teplejším světlem (většina komunikací tak osvětlena je), potom je vhodné zvolit pro osvětlení přechodu halogenidové nebo rtuťové výbojky. Oba z uvedených zdrojů poskytují chladnější světlo, zřetelně jiné než jaké vydávají sodíkové výbojky. Jsou-li ve svítidlech osvětlujících vozovku použity chladnější zdroje, pak se přechody osvětlí sodíkovými výbojkami.

Praktická poznámka: Komunikace se obvykle v rámci jednoho města osvětlují různými světelnými zdroji. Například ve společenském centru je lepší použít vysokotlaké halogenidové výbojky. Poskytují totiž přirozenější světlo než výbojky sodíkové, které jsou naopak vhodnější pro osvětlení okolních komunikací a průtahů městem. Z pohledu provozovatele veřejného osvětlení je zajímavé použití co nejmenšího počtu rozdílných náhradních dílů. To ideálně splňují svítidla pro přechody konstruovaná pro vysokotlaké sodíkové výbojky. V ulicích s »chladným« světlem se osadí sodíkovou výbojkou. Naopak na ostatních komunikacích se barevného odlišení dosáhne tím, že se svítidla osadí halogenidovými výbojkami HCI-TT (Osram). Ty jsou konstruovány tak, že pracují s elektrovýzbrojí určenou pro sodíkové výbojky.

Vrátím se k »zebrám«. Z praktické poznámky vyplývá další důvod pro použití plochého skla. Určitou nevýhodou halogenidových výbojek HCI-TT je totiž to, že smí být použity pouze v uzavřených svítidlech odolných vysoké teplotě. Tedy ve svítidlech uzavřených plochým (nebo mírně vyduťtým) sklem. Plast potřebnou odolnost nemá.

Osvětlenost chodce

Je známo, že oko vnímá jasy. A rovněž je známo, že při nízkých adaptačních jasech (které jsou i na nejlépe osvětlené komunikaci) je možné rozlišit poměr jasů v poměru asi 1:3. Chodec by tedy měl mít alespoň trojnásobný jas než má vozovka, aby byl »výrazně« více osvětlen. Ze známého vztahu mezi jasem a osvětleností lze odvodit:

$$E_{ch} = 3L_{kom} \cdot \frac{\pi}{\rho}, \quad (lx; cd.m^{-2}, -)$$

kde E_{ch} je osvětlenost chodce - vertikální roviny
 L_{kom} je jas komunikace
 π je střední činitel odrazu světla chodce (lambertovský)

Pokud budu předpokládat, že je $\pi = 0,20$ (přesněji 0,209) tak pro osvětlenost chodce bude platit:

$$E_{ch} = 45L_{kom} \quad (lx; cd.m^{-2})$$

Zpravodaj SRVO 2 – 2008

Pro komunikace třídy osvětlení ME jsou odpovídající hodnoty osvětlenosti chodce uvedeny v tabulce 1 (L_{kom} je jas komunikace, E_{ch} je vypočtená osvětlenost chodce a E_v je jeho osvětlenost upravena podle normové řady). Pro třídy osvětlení CE (tabulka 2) je nejprve osvětlenost komunikace E_{kom} přepočtena na jas (předpokládaný střední činitel odrazu povrchu vozovky je 0,10) a dál se již postupuje shodně jako v případě tříd ME.

Třída	L_{kom} (cd.m-2)	E_{ch} (lx)	E_v (lx)
ME1	2,0	90	100
ME2	1,5	67,5	75
ME3	1,0	45	50
ME4	0,75	33,8	50
ME5	0,5	22,5	30
ME6	0,3	13,5	20

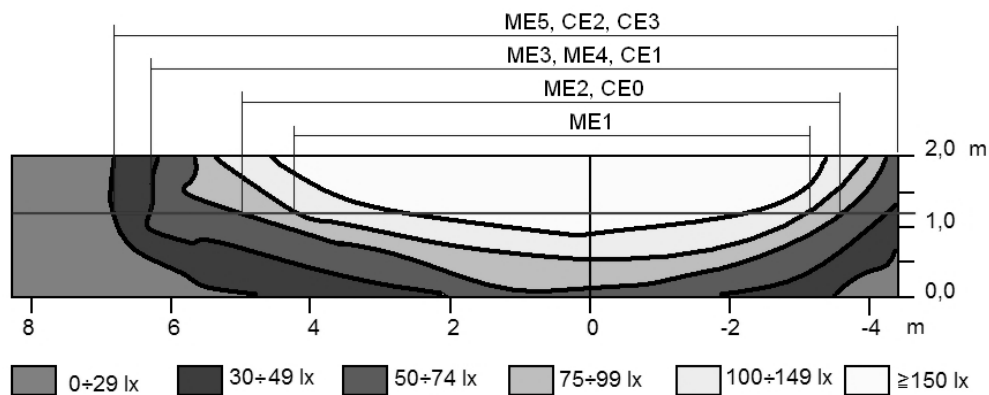
Tabulka 1 – Osvětlenost chodce pro třídy osvětlení ME

Třída	E_{kom} (lx)	L_{kom} (cd.m-2)	E_{ch} (lx)	E_v (lx)
CE0	50	1,59	71,6	75
CE1	30	0,96	43,2	50
CE2	20	0,64	28,8	30
CE3	15	0,48	21,6	30
CE4	10	0,32	14,4	20
CE5	7,5	0,24	10,8	20

Tabulka 2 – Osvětlenost chodce pro třídy osvětlení CE

Protože se chodci mohou nacházet na kterékoliv části přechodu, pak je vhodné zvolit kompromisní umístění srovnávací roviny v ose přechodu (napříč komunikací). Příloha (i selský rozum) doporučuje osvětlit také nástupní prostor, tedy chodník do vzdálenosti cca jednoho metru od krajnice. Zde by neměla být osvětlenost nižší více než o jeden stupeň.

Na obrázku 1 je ukázka vypočtených osvětleností na svislé rovině ve vzdálenosti 3 m od svítidla (Siteco SR100 pro vysokotlakou sodíkovou výbojku 150W). Svítidlo je umístěno ve výšce 6 m nad vozovkou v pozici označeno jako „0“. Z obrázku plyne, že svítidlo je použitelné pro nejnáročnější třídu osvětlení ME1 v rozsahu přes 4 metry „před“ svítidlem (tedy směrem do vozovky) a více jak 3 metry „za“ ně. Pokud bude svítidlo umístěno na výložníku ve vzdálenosti 2 metry od krajnice, pak dostatečně osvětlí komunikaci o šířce cca 6÷6,5 metru a metrový nástupní prostor (odchází pak o stupeň hůře).



Obrázek 1 Osvětlenost svislé roviny ve vzdálenosti 3 m od svítidla SR100

Chyby při umísťování svítidel

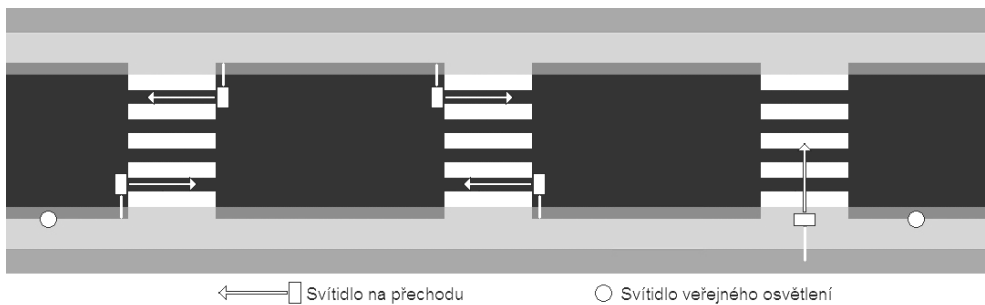
Při umísťování svítidel na přechodech se hrubých chyb překvapivě dopouštějí i renomované firmy.

Dosáhnout kvalitního osvětlení přechodů lze pouze svítidly s příčně asymetrickou fotometrickou plochou svítivosti (tedy svítící převážně ve směru kolmém na osu přechodu – ve směru pohledu řidiče.). Jiná svítidla splní svůj úkol jen částečně. Zvýrazní sice přechod vyšší osvětleností (případně barvou), avšak již nemohou dostatečně osvětlit chodce a tedy velikost kontrastu je mnohem menší než u svítidel se správným směřováním světla. Úspora několika stokorun přináší neúměrné zvýšení rizika sražení chodce.

Požadavky na správné osvětlení nelze naplnit pomocí svítidel umístěných na přední hraně přechodu (ve směru jízdy – první přechod na obr. 2). To proto, že chodec zůstává nedostatečně osvětlen – světlo na něho dopadá pod příliš ostrým úhlem. Čím je tento úhel méně ostrý, tím je přecházející osoba lépe osvětlena.

Ještě horší situace nastává, když jsou stožáry na zadní hraně přechodu (druhý přechod na obr. 2). To již není chodec ve směru k řidiči osvětlen vůbec.

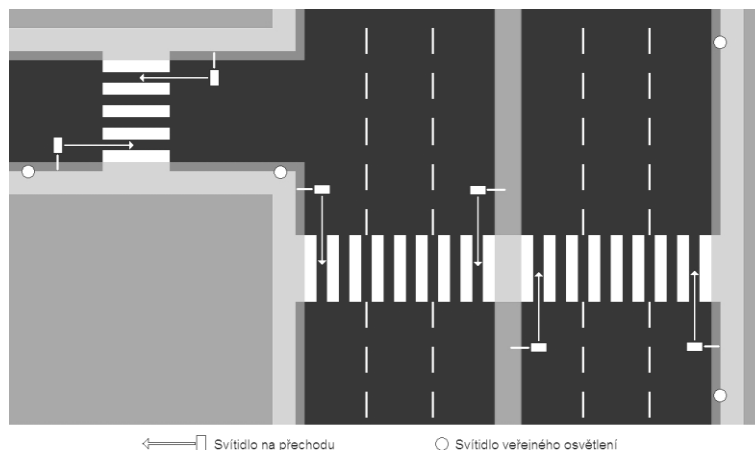
Zdaleka nejhorší je však případ kdy jsou svítidla umístěna nad přechodem a svítí napříč komunikace (třetí přechod na obr. 2). Tehdy není chodec řádně osvětlen ani z jednoho směru, protože na něj téměř vůbec nedopadá světlo ze strany. Zde nepomohou ani svítidla s asymetrií ve směru osy přechodu. Byť jsou často k vidění.



Obrázek 2 Chyby při osvětlování přechodů

Aby byly splněny všechny požadavky na osvětlení přechodu, musí být svítidla v dostatečném odstupu před ním. Výpočet obvykle ukáže, že je třeba umístit stožár před přechod ve vzdálenosti větší než je třetina výšky svítidla nad vozovkou (viz obrázek 3 a 4). V takové situaci je chodec nejvíce osvětlen ze strany. V případě, že bude přechod vést napříč vozovkou s více jízdními pruhy, tak samozřejmě nebude postačovat k jeho dostatečnému osvětlení jen jedno svítidlo na chodníku, ale bude potřeba jej posílit dalším svítidlem poblíž středového pruhu. Doplňující svítidlo bude rovněž svítit ve směru jízdy.

A ještě jeden nešvar je k vidění. Z úsporných důvodů se vypne veřejné osvětlení a ponechají se v provozu pouze svítidla u přechodů. Řidičův zrak se musí neustále adaptovat na různé jasy – to je velice unavující a značně zhoršuje schopnost rozlišovat nekонтastní objekty. Podobně špatné je, když se ponechá v provozu pouze osvětlení křižovatek nebo se »provokuje« osvětlení „ob stožár“. „Svítit“ popsáním způsobem je mnohem horší než nesvítit vůbec.



Obrázek 3 Správné osvětlení přechodu

Literatura a odkazy

1. ČSN EN 13201-2 Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Výkonnostní požadavky
2. Maixner, T. Rušivé světlo – část 2. – „Ekologická“ svítidla, Světlo 6/2005

Výklad ČSN EN 12464-2

Ing. Jiří Novotný, FCC Public s. r. o.,

V červenci 2008 byla vydána ČSN EN 12464-2 Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 2: Venkovní pracovní prostory. Převzetí normy v originále bylo vyhlášeno již v lednu. V konečném návrhu normy se podařilo dohodnout zrušení dosud platných ČSN 36 0451 Osvětlování povrchových dolů pro těžbu nerostných surovin (z r. 1989) a ČSN 36 0061 Osvětlování železničních prostranství (z r. 1991). Norma ČSN 36 0451 Umělé osvětlení průmyslových prostorů (z r. 1986), v níž byly uvedeny zjednodušené požadavky na osvětlení venkovních prostorů, byla zrušena již dříve. Po několika přechodných letech tak světelní technici mají opět k dispozici ucelený soubor předpisů pro osvětlení všech důležitějších prostorů.

Charakteristika normy

Norma se rozsahem zahrnutých venkovních pracovišť a koncepcí zásadně odlišuje od dosavadní české praxe, kdy byly požadavky na osvětlení v několika ČSN, a to v již zrušené ČSN 36 0451 Osvětlování průmyslových prostorů, ČSN 36 0051 Osvětlování povrchových dolů a lomů a ČSN 36 0061 Osvětlování železničních prostranství. Poslední jmenované ČSN se vydáním této normy ruší.

Norma obsahuje termíny a jejich definice, kritéria pro stanovení požadavků na osvětlení, rozsáhlý soubor většiny venkovních prostorů a činností s uvedenými základními parametry osvětlení (udržovanou osvětleností, rovnoměrností osvětlení, činitelem oslnění GRL podle Mezinárodní komise pro osvětlení CIE, všeobecným indexem podání barev Ra a ve sloupci Poznámka také s doplňujícími údaji a upozorněními) pro většinu oborů a činností a pokyny pro ověřování těchto parametrů. Požadavky pro jiné, v této normě neobsažené, prostory a činnosti se mají odvodit na základě porovnání s údaji normy. Norma dále obsahuje, kromě souvisejících norem, bibliografii a podrobný rejstřík prostorů a činností pro snadné vyhledání potřebných údajů. Rovněž zahrnuje požadavky na omezení tzv. rušivého světla v době nočního klidu a v informativní Příloze A také Světelnětechnické požadavky na bezpečnost a zabezpečení pracovišť.

Citované normativní dokumenty

Pro používání tohoto dokumentu jsou nezbytné dále uvedené referenční dokumenty. U datovaných odkazů platí pouze citovaná vydání. U nedatovaných odkazů platí poslední vydání každého referenčního dokumentu (včetně změn).

- EN 1838 Lighting applications – Emergency lighting (Světlo a osvětlení – Nouzové osvětlení), převzata překladem jako ČSN EN 1838 v září 2000.
- EN 12193 Light and lighting – Sports lighting (Světlo a osvětlení – Osvětlení sportovišť), převzata překladem jako ČSN EN 12193 v červenci 2000, revidované vydání této normy vychází v srpnu t. r.
- EN 12665 Light and lighting – Basic terms and criteria for specifying lighting requirements (Světlo a osvětlení – Základní termíny a kritéria pro stanovení požadavků na osvětlení), převzata překladem v dubnu 2003 jako ČSN EN 12665.
- EN 13032-2 Light and lighting – Measurement and presentation of photometric data of lamps and luminaires – Part 2: Presentation of data for indoor and outdoor work places (Měření a uvádění fotometrických údajů světelných zdrojů a svítidel – Část 2: Údaje pro vnitřní a vnější pracovní prostory), převzata překladem.
- EN 13201 (all parts) Road lighting (Osvětlení pozemních komunikací (všechny části)), části 2 až 4 převzaty překladem v květnu 2005, část 1 a změny Z1 k částem 2 až 4 v březnu 2007.
- ISO 3864-1 Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 1: Design principles for safety signs in work places and public areas (Grafické symboly – bezpečnostní barva a bezpečnostní značky – Část 1: Zásady navrhování bezpečnostních značek pro pracovní a veřejné prostory), převzata překladem v prosinci 2003 jako ČSN ISO 3864-1.
- CIE 150:2003 Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations (Průvodce pro omezení rušivého světla venkovními osvětlovacími soustavami).
- CIE 154:2003 Maintenance of outdoor lighting systems (Údržba venkovních osvětlovacích soustav).

Je třeba zdůraznit, že všechny citované dokumenty (až na poslední dvě publikace CIE) jsou v normě uvedeny jako nedatované a byly zavedeny do soustavy českých technických norem překladem. Členové TNK 76 Osvětlení doporučili, aby také citované publikace CIE byly přeloženy a zavedeny jako Technické normalizační informace (TNI).

Termíny a definice

Z řady termínů uvedených v normě je třeba upozornit jen na některé:

- doba nočního klidu (curfew)
doba, během níž se uplatňují přísnější požadavky (na kontrolu rušivého světla); často podmínky na užití osvětlení uplatňuje kontrolní orgán státní správy, zpravidla místní správa
- rovnoměrnost osvětlení (diversity) Ud
poměr minimální osvětlenosti (jasu) k maximální osvětlenosti (jasu) na povrchu
- mezní hodnota činitele oslnění (glare rating limit) GRL
největší hodnota činitele oslnění podle GR (Glare Rating) systému hodnocení oslnění CIE
- rušivé světlo (obtrusive light)
neužitečné světlo, které svými kvantitativními, směrovými nebo spektrálními vlastnostmi v dané situaci zvětšuje obtěžování, nepohodu, rozptýlení nebo omezuje schopnost vidět nejdůležitější informace
- neužitečné světlo (nevyužité světlo)(spill light, stray light)
světlo vyzařované osvětlovací soustavou za hranice osvětlovaného objektu
- okolí úkolu (surrounding area)
pás obklopující místo zrakového úkolu uvnitř zorného pole; tento pás má být široký nejméně 2 m
- rovnoměrnost osvětlení (illuminance uniformity) U0
poměr minimální a průměrné osvětlenosti (jasu) povrchu
- podíl horního toku (upward light ratio) ULR
poměrná část světelného toku svítidla (svítidel) vyzařovaného nad horizont v jeho (jejich) pracovní poloze a umístění
- pracoviště (work place)
prostor určený pro pracovní místa v určeném a/nebo vymezeném areálu a jakýkoliv další prostor v tomto areálu, do něhož mají pracovníci v době zaměstnání přístup
- pracovní místo (work station)
soubor a prostorové uspořádání pracovního vybavení v pracovním prostředí podmíněné pracovními úkoly

Větší diskusi v připomínkovém řízení byly podrobeny tyto termíny: doba nočního klidu, rovnoměrnost osvětlení, rušivé světlo, neužitečné světlo a podíl horního toku.

Kritéria pro navrhování osvětlení

Přehled kritérií v této kapitole normy je téměř shodný s příslušnou kapitolou ČSN EN 12464-1 pro vnitřní pracovní prostory až na absenci kritéria – denní světlo, které lze venku jen ztěžít návrhem osvětlení ovlivnit.

Stanovení a kontrola návrhu osvětlení podle jednotlivých kritérií se liší hodnotami:

Doporučená řada osvětleností (v luxech) je odstupňována stejně, avšak posunuta k menším hodnotám (5 až 2 000).

Osvětlenost okolí úkolu může být menší než osvětlenost úkolu, avšak nesmí být menší než hodnoty uvedené v tab. 1 normy.

Osvětlenost úkolu (lx)	Osvětlenost okolí úkolu (lx)
≥500	100
300	75
200	50
150	30
$50 \leq \bar{E}_m \leq 100$	20
<50	není stanovena

Tab. 1. Osvětlenost úkolu a jeho okolí

Pro síť kontrolních bodů osvětlenosti platí obdobné zásady jako na venkovních sportovištích. Upřednostňuje se přibližně čtvercová síť, poměr délky a šířky buňky sítě musí být mezi 0,5 a 2. Největší přípustný rozměr buňky sítě se určí ze vzorce:

$$p = 0,2 \times 5^{\log d} \quad (m; m), \text{ kde } d \text{ je delší rozměr plochy v metrech.}$$

Rovnoměrnost osvětlení místa úkolu U_0 se pohybuje v hodnotách od 0,1 do 0,5; rovnoměrnost osvětlení okolí úkolu nesmí být horší než 0,1.

Přímé oslnění svítidly venkovních osvětlovacích soustav se musí stanovit metodou činitele oslnění GR (Glare Rating) podle CIE ze vzorce:

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

kde

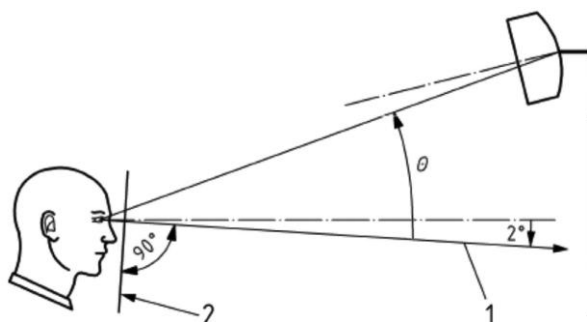
L_{vl} je celkový závojevový jas v $\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$ způsobený osvětlovací soustavou, je to součet jednotlivých závojevových jasů všech svítidel ($L_{vl} = L_{v1} + L_{v2} + \dots + L_{vn}$). Závojevový jas svítidla se vypočítá $L_v = 10(E_{eye}/\Theta^2)$, kde E_{eye} (lx) je osvětlenost (v místě) oka pozorovatele v rovině kolmé na směr pohledu (2° pod vodorovný směr, viz obr. 1), a Θ ($^\circ$) je úhel mezi směrem pohledu a směrem světla dopadajícího od svítidla;

L_{ve} ekvivalentní závojevový jas pozadí v $\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$. Za předpokladu, že odraz pozadí je rovnoměrně rozptýlný, lze ekvivalentní závojevový jas pozadí vypočítat takto: $L_{ve} = 0,035 \rho E_{nav} \pi^{-1}$, kde ρ je průměrný činitel odrazu a E_{nav} průměrná horizontální osvětlenost prostoru.

Činitel oslnění GR se má počítat ve stejné síti kontrolních bodů jako osvětlenost v azimutálních směrech po 45° počínaje směrem rovnoběžným s délkou prostoru.

Všechny předpoklady výpočtu GR musí být uvedeny v projektové dokumentaci. Vypočítané hodnoty GR osvětlovací soustavy nesmí přesahovat hodnoty GRL uvedené v tabulkách prostorů v kapitole 5 normy.

Zde je třeba upozornit na to, že dosud není oficiálně k dispozici překlad příslušného dokumentu, a to publikace CIE 112:1994. Metodika je sice zahrnuta v běžně používaných programech pro výpočty parametrů osvětlení, pro její používání je však třeba dobře znát její teoretické základy a správně volit reálné vstupní údaje.



Obr. 1. Schéma pro hodnocení oslnění

Limity rušivého světla ve venkovních osvětlovacích soustavách k minimalizaci problémů pro osoby, flóru a faunu jsou uvedeny v tab. 2 a pro uživatele pozemních komunikací v tab. 3.

Zóna životního prostředí	Světlo na objektech		Svítivost svítidla		Podíl horního toku	Jas	
	E_v lx		I cd		ULR %	L_b $\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$	L_s $\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$
	mimo dobu nočního klidu ^{a)}	v době nočního klidu	mimo dobu nočního klidu	v době nočního klidu		fasády	znaky
E1	2	0	2 500	0	0	0	50
E2	5	1	7 500	500	5	5	400
E3	10	2	10 000	1 000	15	10	800
E4	25	5	25 000	2 500	25	25	1 000

^{a)} V případě, kdy se neuplatňuje noční omezení, nesmí být větší hodnoty překročeny a mají se upřednostnit menší hodnoty.

Tab. 2. Příпустné maximum rušivého světla ve venkovních osvětlovacích soustavách

Vysvětlivky k Tab- 2:

E1 představuje velmi tmavé oblasti jako národní parky a chráněná území,

E2 představuje málo světlé oblasti jako průmyslové a obytné venkovské oblasti,

E3 představuje středně světlé oblasti jako průmyslová a obytná předměstí,

E4 představuje velmi světlé oblasti jako městská centra a obchodní zóny,

Ev je největší hodnota svíslé osvětlenosti na objektech v luxech,

I svítivost každého zdroje světla v potenciálně rušivém směru,

ULR poměrná část světelného toku svítidla (svítidel) vyzářovaného nad horizont v jeho (jejich) pracovní poloze a umístění, udává se v %,

Lb největší průměrný jas fasády budovy v $cd \cdot m^{-2}$,

Ls největší průměrný jas (informačních a reklamních) znaků v $cd \cdot m^{-2}$.

Světelnětechnické parametry	Třídy osvětlení pozemních komunikací ^{a)}			
	bez uličního osvětlení	ME5	ME4/ME3	ME2/ME1
Prahový přírůstek (TI)^{b) c) d)}	15 % za předpokladu, že adaptační jas je $0,1 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$	15 % za předpokladu, že adaptační jas je $1 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$	15 % za předpokladu, že adaptační jas je $2 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$	15 % za předpokladu, že adaptační jas je $5 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$
^{a)} Třídy osvětlení podle EN 13201-2. ^{b)} Výpočet TI podle EN 13201-3. ^{c)} Tyto limity se použijí v případě, že účastníci dopravy jsou vystaveni omezení viditelnosti základních informací. Hodnoty platí pro relevantní polohu a pro pohled ve směru jízdy. ^{d)} V tabulce 5.2 CIE 150:2003 jsou uvedeny příslušné hodnoty závojeového jasu L_v .				

Tab. 3. Největší hodnoty prahového přírůstku od jiných než uličních svítidel

V dalších částech kapitoly 4 normy jsou popsány tyto charakteristiky:

- směrované osvětlení – podání tvaru, směrované osvětlení zrakových úkolů,
- hlediska barev – barevný tón světla, podání barev,
- míhání světla a stroboskopické jevy,
- udržovací činitel,
- energetická hlediska,
- nouzové osvětlení.

V této části má norma obdobnou strukturu jako ČSN EN 12464-1, zabývající se vnitřními pracovními prostory. Výjimkou je denní světlo a osvětlení pracovních míst s obrazovkami, jež jsou řešeny v normě pro vnitřní prostory a nouzové osvětlení, které se v normě pro venkovní pracovní prostory zdůrazňuje formou odvolávky na ČSN EN 1838.

Požadavky na osvětlení

Přehled požadavků na osvětlení je uspořádán do patnácti tabulek, které zahrnují tyto druhy venkovních prostorů:

- prostory komunikací ve venkovních pracovních prostorech,
- letiště,
- staveniště,
- plavební kanály, zdymadla a přístavy,
- zemědělské farmy,
- čerpací stanice pohonných hmot,
- průmyslové a skladovací prostory,
- zařízení pro těžbu plynu a ropy z mořského dna,
- parkoviště,

- petrochemické a jiné rizikové provozy,
- provozy v elektrárnách, rozvodnách, plynárnách a teplárnách,
- železniční a tramvajové dráhy,
- pily (dřevozpracující provozy),
- loděnice a doky,
- vodárenské a kanalizační provozy.

Z uvedeného výčtu je zřejmé, že čeští projektanti a dodavatelé mají nyní k dispozici požadavky na osvětlení mnoha venkovních prostorů a činností, které se u nás nevyskytovaly nebo musely být řešeny podle různých zahraničních předpisů. To se týká např. venkovních prostorů letišť, zařízení pro těžbu plynu a ropy z mořského dna a dalších. To umožní českým firmám dodávat osvětlení do oblastí dříve vyhrazených zahraničním dodavatelům a připravit se i na vývoz projektů a dalších služeb v oboru osvětlování. Pro ilustraci přehledu požadavků na osvětlení je uvedena tab. 4.

Ověřovací postupy

V kapitole 6 normy jsou uvedeny požadavky na kontrolu parametrů osvětlení. Ověřuje se shoda projektových a realizovaných hodnot:

- osvětlenosti a rovnoměrnosti osvětlení,
- oslnění,
- podání barev,
- rušivého světla.

Ověřování se provádí obdobně jako v normě pro vnitřní pracovní prostory, tj. porovnáním projektových a realizovaných hodnot, přičemž se kontroluje rovněž shoda navržených a použitých světelných zdrojů a svítidel a případně také, zda jejich parametry odpovídají předpokládaným katalogovým údajům.

Referenční číslo	Druh prostoru, úkolu nebo činnosti	\bar{E}_m (lx)	U_0 (–)	GR_L (–)	R_a (–)	Poznámky
5.7.1	občasná manipulace s velkými kusy a surovinami, vykládání a nakládání balíků zboží	20	0,25	55	20	
5.7.2	pravidelná manipulace s velkými kusy a surovinami, vykládání a nakládání zboží, místa pro zvedání a spouštění, jeřáby, otevřené nakládací rampy	50	0,40	50	20	
5.7.3	čtení adres, zastřešené nakládací rampy, používání nářadí, běžné práce s výztužemi a betonováním v betonárnách	100	0,50	45	20	
5.7.4	náročné elektrické, strojní a potrubní instalace, kontrola	200	0,50	45	60	Použito místní osvětlení.

Tab. 4. Požadavky na osvětlení pro venkovní průmyslové a skladovací prostory

Závěrečná poznámka

V informativní Příloze A ČSN EN 12464-2 jsou uvedeny také Světelnětechnické požadavky na bezpečnost a zabezpečení pracovišť. V případě bezpečnosti se jedná o požadované parametry osvětlení z hlediska rizika úrazů podle druhu práce. U zabezpečení pracovišť se jedná o rizika spojená s vniknutím cizích osob. Toto osvětlení se dříve u nás označovalo jako tzv. hlídací osvětlení. Požadované parametry osvětlení vycházející těchto hledisek jsou většinou méně přísné než požadavky na osvětlení pro běžnou trvalou nebo opakovanou činnost.

Jak jsem řešil LED svítidlo pro veřejné osvětlování

Ing. Petr Kalous

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

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

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

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

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



Obr. 1 První prototyp svítidla osazený 15-ti bloky LED, každý s příkonem 8W

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

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

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

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

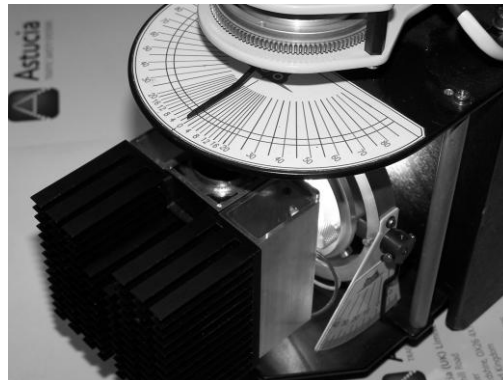
V první fázi však bylo důležité vyřešit odvod tepla z PN přechodu čipu bez potřeby dodávky další energie. Zvolil jsem tedy chladič pasivní, ve kterém bude probíhat odpařování a kondenzace

přenosového média (princip heat pipe). Pro zachování malých rozměrů svítidla byl tepelný výměník chladiče navržen pro horizontální uložení s možností případného využití výparného tepla dešťové vody. V tomto uspořádání by měl výměník přenášet teplo od zdroje k žebřím chladiče i při překročení kritické teploty média,

tedy v okamžiku, kdy přestane existovat jeho kapalná fáze. Protože uvnitř výměníku bude teplota kapaliny i nasycených par stejná (teplo se bude šířit prouděním), musí být příznivější i průběh teplotního gradientu než při pouhém šíření tepla vedením v pevných částech chladiče. Na stěnách výměníku bude teplota pouze o několik stupňů celsia nižší, než na plošném spoji s osazenými LED. Při délce chladiče 32 cm se dvěma výměníky bude plocha ohřívána LED diodami 192 cm^2 , plocha s konstantní teplotou par ve výměnících 820 cm^2 a celková plocha chladiče 6142 cm^2 . Asi v polovině srpna jsem dokončil výrobu modulu.



Obr. 2 a) osazování optiky



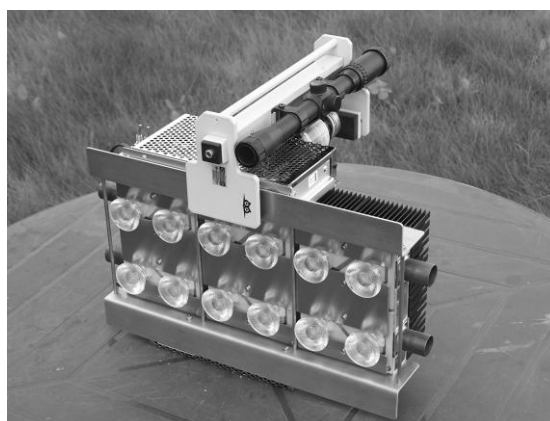
b) dokončený modul

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

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

Modul teď čekají zkoušky a vyhodnocení zvolené konstrukce.

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



Obr. 3 Modul připravený ke zkouškám

Důvod, proč jsem zvolil poměrně vysoký příkon modulu (120W), byl tento: prověřit funkci chladicího okruhu při maximálním povoleném příkonu použitých LED.

Po nastavení sekundární optiky (podle použití svítidla) a vynesení izokandelové křivky bude velmi snadné porovnat světelné parametry se svítidly výbojkovými a svítidlo přizpůsobit. Korekce příkonu spočívá pouze v nastavení proudových zdrojů.

Pokud by ani při tomto příkonu nedosáhlo svítidlo světelných parametrů srovnatelných s nejběžnějšími 70 Watovými svítidly výbojkovými (sodíkovými), nebude pro nikoho zajímavé.

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



*Obr 4 a) objekt v noci bez osvětlení
oba snímky exp. 0,25 sec*



b) objekt osvětlený modulem ze vzdálenosti 20 m,

Protože jsem neměl k dispozici v této fázi vývoje měření na fotometrickém pracovišti, provedl jsem orientační poučku osvětlením objektu pomocí navrženého modulu. Výsledky jsou na Obr. 4

Rušivé světlo pozemní komunikace Jižní spojka

Ing. Luděk Hladký, Ph.D, VŠB, Mgr. Miroslav Kocifaj, Ph.D., AU SAV, Prof. Ing. Karel Sokanský, CSc., VŠB

Úvod

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

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

Popis situace

Předmětná trasa je definována pozicí dopravních detektorů vycházející na mostním křížení Jižní spojky a ulice Záběhlické - bod A, napojením na Jižní Spojku a vyústěním před Barrandovským mostem - bod B o celkové délce 7 080 m (viz. Obrázek 1). Jižní spojka, jako dopravně kritická komunikace, je postupně vybavována dopravními detektory, které jsou primárním zdrojem informací o charakteru dopravy na této komunikaci. Intenzita dopravy je základním parametrem pro dopravně závislou regulaci světelného toku. Snížení velikosti světelného toku v období se sníženým dopravním tokem má pozitivní vliv na velikost závojevého jasu oblohy a celkovou spotřebu elektrické energie osvětlovací soustavy.



Obrázek 1: Monitorovaná trasa na Jižní spojce

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

Například průměrná denní intenzita dopravy (ADT) v pracovní dny za sledované období je zaznamenána ve směru z centra – 69178 vozidel. Průměrná hodinová intenzita dopravy (AHT) dosahuje 2882 vozidel. Prakticky lze hodnoty ADT a AHT pro nastavení optimální regulace vyhodnotit pro pracovní dny, víkendy či ročního období a optimalizovat tak regulační režim pro danou oblast.

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

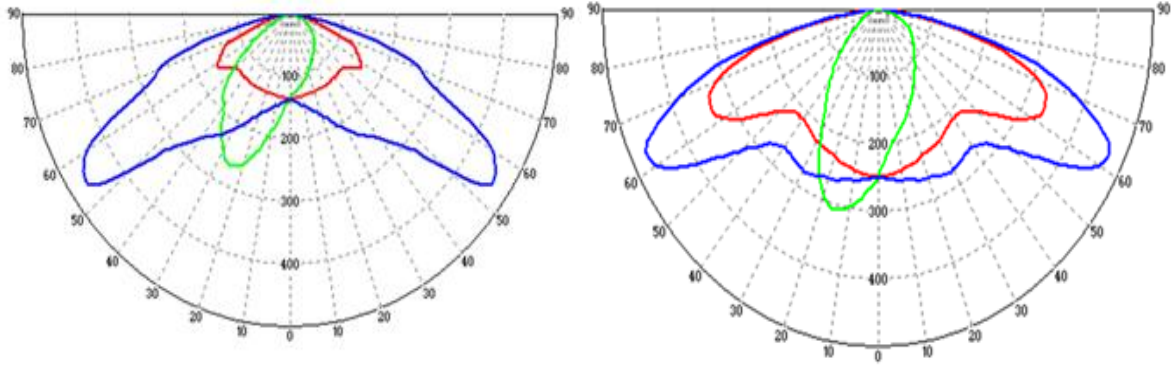
Pro srovnání bylo provedeno také vyhodnocení rušivého světla osvětlovací soustavy s ekvivalentními svítidly s plochým sklem. Obecně lze prokázat, že vlastností takového svítidla je nižší účinnost, a to z důvodů většího clonění světelného zdroje a závislosti činitele prostupu světla na úhlu dopadu světelného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

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

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

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

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



Obrázek 2 Křivka svítivosti ekvivalentních svítidel s vypouklým difuzorem (vlevo) a s plochým sklem (vpravo)

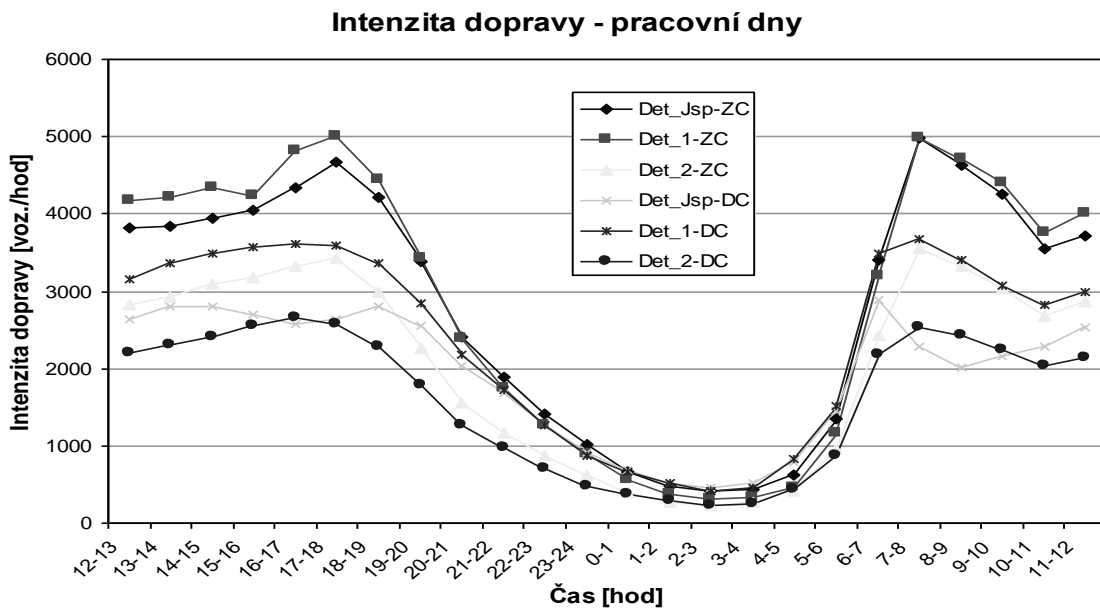
Návrh adaptivního osvětlení

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

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

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

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



Obrázek 3 Intenzita dopravy pro pracovní dny

Hodnocení rušivého světla

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

Srovnání celkového světelného toku do horního poloprostoru osvětlovací soustavy se svítidlem s vypouklým difuzorem a plochým sklem pro provozní režim s regulací i bez regulace je uvedeno na Obrázek 4.

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

Obrázek 4: Srovnání parametrů osvětlovací soustavy (stávající svítidlo LD vs. svítidlo s plochým sklem FG)

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

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

Bezoblačná obloha

V případě bezoblačné oblohy osvětlovací soustava se stávajícími svítidly LD s HPS v I. provozním stupni vyvolá průměrný jas oblohy v zorném poli pozorovatele $2,975 \cdot 10^{-3} \text{ cd.m}^{-2}$. Naproti tomu při instalaci ekvivalentní soustavy se svítidly s plochým sklem zvýší závojevý jas o 18%. Při instalaci LPS vnímá pozorovatel skotopickým viděním vypočtené hodnoty jasu oblohy až 3,5krát méně intenzivně. Snížením světelného toku o dva stupně se vjem jasu noční oblohy pozorovatele sníží 2krát, při instalaci LPS až 6,9krát vzhledem ke stávajícímu stavu. Vypočtené hodnoty jasů na bezoblačné obloze jsou uvedeny v Tabulka 1. V praxi se ovšem hodnotí světelnětechnické parametry osvětlované oblasti přístroji kalibrovanými pro fotopické vidění, proto vypočtené a potenciálně změřené hodnoty jasu noční oblohy se budou lišit, přičemž významný vliv má spektrální složení záření světelného zdroje.

Hodnotíme-li přesnost vidění, spektrální složení zdrojů při adaptačních jasech noční oblohy nemá výrazný vliv.

Vypočtené hodnoty jasů na bezoblačné obloze			
Provozní režim	Typ svítidla	Typ světelného zdroje	Jas oblohy [cd.m^{-2}]
I.stupeň	LD	HPS	$2,975 \cdot 10^{-3}$
		LPS	$0,860 \cdot 10^{-3}$
	FG	HPS	$3,521 \cdot 10^{-3}$
		LPS	$1,018 \cdot 10^{-3}$
II.stupeň	LD	HPS	$2,231 \cdot 10^{-3}$
		LPS	$0,645 \cdot 10^{-3}$
	FG	HPS	$2,641 \cdot 10^{-3}$
		LPS	$0,764 \cdot 10^{-3}$

III.stupeň	LD	HPS	1,486.10 ⁻³
		LPS	0,430.10 ⁻³
	FG	HPS	1,760.10 ⁻³
		LPS	0,509.10 ⁻³

Tabulka 1 Vypočtené hodnoty jasů na bezoblačné oblohy

Oblačná obloha

Oblačná obloha je definována se spodní hranicí oblačnosti ve výšce 2 km. Osvětlovací soustava osazena stávajícími svítidly s HPS provozovaná v I. stupni, vyvolá průměrný jas oblohy v zorném poli pozorovatele 3,384.10⁻³ cd.m⁻², v porovnání s bezoblačnou oblohou se díky odrazným vlastnostem oblačnosti zvýšil jas oblohy o 14%. Vypočtené hodnoty jasů pro bezoblačnou oblohu jsou uvedeny v Tabulka 2.

Vypočtené hodnoty jasů na oblačné obloze			
Provozní režim	Typ svítidla	Typ světelného zdroje	Jas oblohy [cd.m ⁻²]
I. stupeň	LD	HPS	3,384.10 ⁻³
		LPS	1,134.10 ⁻³
	FG	HPS	4,005.10 ⁻³
		LPS	1,342.10 ⁻³
II. stupeň	LD	HPS	2,537.10 ⁻³
		LPS	0,850.10 ⁻³
	FG	HPS	3,003.10 ⁻³
		LPS	1,006.10 ⁻³
III. stupeň	LD	HPS	1,690.10 ⁻³
		LPS	0,567.10 ⁻³
	FG	HPS	2,001.10 ⁻³
		LPS	0,671.10 ⁻³

Tabulka 2 Vypočtené hodnoty jasů na oblačné obloze

Závěr

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

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

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

Poděkování

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

Literatura a odkazy

Sokanský K. a kol., *Výzkum emisí světelného rušení vyvolaného veřejným osvětlením za účelem jeho omezení v dopravě měst a obcí*, MMR ČR, WB-23-05, 2005-2006

Kocijaj, M.: *Light pollution model for cloudy and cloudless night skies with ground-based light sources*, *Appl. Opt.* 46, 2007, 3013-3022

Maixner T.: *Rušivé světlo, část 2. – Ekologická svítidla*, časopis *Světlo* 6/2005

Hladký L., *Projekty EU na podporu energeticky účinných osvětlovacích soustav – E-Street, Greenlight, EnLight*, *Světlo* 2007, ISBN 978-80-248-1579-4

Uradni list republike Slovenije št. 81 ze 7.9.2007

Energetické úspory ve veřejném osvětlení

Prof.Karel Sokanský, CSc, VŠB TU Ostrava

Úvod

Na konci roku 2007 byl proveden výzkum týkající se stavu veřejného osvětlení v ČR. Tento výzkum byl proveden na základě požadavků České energetické agentury (ČEA), která na toto téma vypsala grant v rámci Státního programu (program EFEKT) na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie.

Důvody proč vůbec vyvstal požadavek na zjištění stavu VO v ČR.

První důvod je jasný. Neustálý nárůst cen elektrické energie, jejímž významným odběratelem je právě oblast VO.

Druhý důvod je ten, že poslední informace o spotřebě VO byly zjišťovány naposledy v roce 2000.

Třetí důvod je zjištění struktury VO dle jednotlivých oblastí a velikostí měst a obcí z pohledu možností snižování energetické náročnosti těchto osvětlovacích soustav.

Stávající vybrané parametry VO v ČR

Roční spotřeba el. energie na obyvatele má hodnotu více než 50 kWh/obyvatele.

Z výše uvedeného závěru je proveden odhad spotřeby el. energie v ČR. Spotřeba by se dle našeho zjištění měla nacházet v rozmezí (463,2 ÷ 628,5) GWh/rok.

Instalovaný příkon VO v ČR se pohybuje v rozmezí (126,35 ÷ 140,8) MW. To koresponduje s úvahou odhadu příkonu na jedno světelné místo 130W při uvažovaném počtu světelných míst cca 1 milion.

Odhadovaná celková spotřeba elektrické energie v sektoru veřejného osvětlení může být také stanovena na základě počtu svítidel, průměrného příkonu na svítidlo a provozních hodin za rok. 1 milion svítidel x 130 W průměrný příkon na svítidlo x 4150 provozní hodiny za rok = 539,5 GWh/rok.

Potenciál úspor VO v ČR

Hrubý odhad energetických úspor může při realizaci optimalizačních opatření vypadat následovně:

- Používání konvenčních nebo elektronických předřadníků s nižšími ztrátami - 6 %.
- Výměna kabelů s nedostatečnou izolací - 5 %.
- Správný návrh a provoz osvětlovacích soustav dle aktuálních standardů - 5 %.
- Použití výbojových světelných zdrojů s vysokým měrným výkonem a ověřenou dobou života - 5 %.
- Eliminace černých odběrů - 3%.

- Rovnoměrné zatížení fází - 1%.
- Stmívání v období se sníženou intenzitou dopravy - 25%.
- Optimální spínání osvětlovací soustavy - 1%.

Odhaduje se, že celkem lze maximálně snížit spotřebu asi o 50%. To znamená, že v ideálním případě činí energetický potenciál úspor cca 50%. Tento odhad samozřejmě platí pro VO, které doposud neprošlo žádným z výše uvedených inovačních procesů.

Možno

K efektivnímu a úspornému provozu a údržbě se využívá optimalizačních opatření (energetický management), která lze rozdělit podle základních prvků VO do tří kategorií:

- Osvětlovací systém.
- Napájecí systém.
- Ovládací (řídící) systém.

V osvětlovacím systému jsou to především opatření týkající se modernizace světelných zdrojů, svítidel a optimálním prostorovým uspořádání a využití světelných míst.

V napájecím systému je to regulace napětí, regulace světelného toku a zrovnomnění odběru proudů v jednotlivých fázích. Tím dojde ke zmenšení ztrát v elektrických rozvodech. Nabízí se zde i možnost zmenšování počtu rozvaděčů napájecích osvětlovací soustavy.

V ovládacím systému spočívá racionalizace v řízení a monitorování provozu osvětlovacích soustav (dohledový systém).

Klíčovými faktory potenciálu energetických úspor jsou následující technická opatření:

- Instalace svítidel s nízkými nároky na údržbu (vysoké IP).
- Používání konvenčních nebo elektronických předřadníků s nižšími ztrátami.
- Správný návrh a provoz osvětlovacích soustav dle aktuálních standardů.
- Použití výbojových světelných zdrojů s vysokým měrným výkonem a ověřenou dobou života.
- Eliminace černých odběrů.
- Rovnoměrné zatížení fází.
- Stmívání v období se sníženou intenzitou dopravy.
- Optimální spínání osvětlovací soustavy.

Co je nutné zvážit před rozhodnutím o optimalizaci VO

Investor, tedy obec, by měla před zahájením prací na projektech obnovy nebo před jakoukoli investicí do VO zvážit a zohlednit následující parametry, vlastnosti a užité hodnoty, ke kterým by měl projektant před vlastním návrhem VO přihlídnout:

Typ svítidel ve vztahu k oblasti, která je osvětlována (různé třídy komunikací, pěší zóny, náměstí, obytné zóny, atd.). Rozhodnutí, která část obce se budete osvětlovat (na základě ČSN EN 13201-1-4). Dnešní výrobci velmi cíleně vyrábí mnoho různých typů svítidel pro vyhraněný účel a použití. Jeden typ svítidla může být a zpravidla je k dispozici s několika různými optikami právě podle účelu jeho použití.

Posouzení svítidel z hlediska jejich rušivých účinků.

Rozumí se tím světlo, pronikající do oken obytných prostorů, které se nacházejí v blízkosti soustav veřejného osvětlení a světlo šířící se do horního poloprostoru. Světlo jdoucí do horního poloprostoru zvyšuje jas oblohy a tím snižuje viditelnost hvězd, nemluvě o zbytečně spotřebované el. energii .

Bezpečnost silničního provozu (zvýšení bezpečnosti vlivem osvětlení).

Vybrat v obci ty lokality, které jsou kritické z pohledu bezpečnosti dopravy, jako například přechody pro chodce, kruhové objezdy, křižovatky. Od projektanta požadovat speciální světelná řešení těchto kritických míst.

Míra kriminality (zvláště v odlehlých obytných zónách).

Identifikace lokalit v obci, které jsou nebo mohou být kritické z pohledu kriminality a opět od projektanta požadovat speciální světelné řešení těchto kritických míst.

Zvýšení ekonomické aktivity (zejména v centrálních oblastech obcí a měst).

vytipování míst v obci, která jsou společensky a obchodně exponována, a která mohou velmi výrazně ovlivnit vnímání kvality života v obci.

Zvýšení atraktivity prostředí. Zvážit, do jaké míry a v jakých lokalitách je vhodné akcentovat i určité designové a estetické vlastnosti osvětlovací soustavy použitím designově vhodných svítidel včetně jejich příslušenství (stožáry VO, výložníky atd.).

Provoz soustavy VO (náklady na údržbu). Je nutné věnovat zvýšenou pozornost podkladům a informacím o kvalitě svítidel a to z pohledu materiálů, kvality provedení a to zejména ve vztahu k množství a nutnosti servisních zásahů mimo plošné a plánované výměny světelných zdrojů. Dále je nutné vzít v úvahu dva faktory. Doba na kterou je investice pořizována (zpravidla min. 15, standardně však 20 – 25 let) a dynamiku ceny práce, tedy budoucích nákladů na údržbu po celou dobu užívání investice.

Spotřeba el. energie a možnosti její optimalizace. Je nutné důkladně zvážit ve spolupráci s projektantem, možnosti stmívání při nižší hustotě provozu v různých lokalitách obce tak, aby bylo dosaženo rovnováhy mezi parametry požadovanými normami pro osvětlování komunikací a minimalizací spotřeby el. energie.

Enviromentální otázky. Enviromentální oblast rozhodování se zabývá v rámci investičního rozhodování, úvahou jak, kde a z čeho bylo svítidlo vyrobeno, z jakých materiálů a za jakých podmínek bude možno svítidlo recyklovat po skončení jeho životnosti. Tento aspekt je o odpovědnosti a sleduje poslední evropské trendy nejen v této oblasti. Mnoho současných municipalit jednoznačně preferuje nákup pouze takových komodit, které splňují plně nároky na recyklovatelnost a energetickou nenáročnost ve výrobě. V oblasti svítidel je současným materiálem hliník, který splňuje většinu těchto požadavků.

Trendy v konstrukcích svítidel používaných pro VO

Korpus svítidla

V roce 2006 bylo 85% všech svítidel, která byla prodána napříč všemi významnými evropskými výrobci, vyrobena z plně recyklovatelných materiálů; tj. vztaženo ke korpusu svítidla především hliník. Tento trend je velmi patrný v posledních letech, zejména ve vyspělých zemích Evropy a tzv. „green poptávka“ po produktech vyráběných z plně recyklovatelných materiálů z roku na rok významně posiluje.

Nejedná se tedy o otázku, zda-li hliník nebo plast, jedná se o otázku, zdali recyklovatelný nebo nerecyklovatelný materiál, z kterého jsou svítidla vyrobena. Hliník však v současné době reprezentuje prvotřídní recyklovatelný materiál, který nejenom že poskytuje stabilní kvalitativní parametry po celou dobu života svítidla (v krajních případech – u korpusů svítidel až 30 let), ale po uplynutí této doby je plně a bez mimořádných energetických nároků recyklovatelný, což v současné době neplatí v případě plastů.

Optická část svítidla

Reflektor slouží k vhodné distribuci světelného toku pomocí zrcadlového odrazu. Nejvhodnější současný materiál ke konstrukci reflektorů je opět hliník. Nejenže je plně recyklovatelný, ale dá se velice dobře tvarově přizpůsobit k optimálnímu tvaru odrazné plochy. Mezi další výhody patří dobrá tepelná vodivost k odvodu tepelné energie od světelného zdroje, vysoká odraznost leštěného hliníku a jeho velká odolnost vůči vnějším vlivům a UV záření.

Difuzor slouží k vhodné distribuci světelného toku pomocí prostupu světelného toku. Difuzor by měl být vyroben z materiálů s velkou světelnou propustností a odolností vůči UV záření, tak aby nedocházelo k degradaci materiálu difuzoru a tím ke snížení jeho účinnosti. Z hlediska propustnosti a odolnosti vůči UV je nejvhodnější materiál pro difuzor sklo.

Údržba

Svítidlo by mělo umožňovat snadnou a rychlou výměnu světelných zdrojů na stožáru, bez pomoci nářadí.

Rušivé světlo

Úkolem konstruktérů a výrobců svítidel je, aby navrhovali nejenom taková svítidla, která budou vyrobena z plně recyklovatelných materiálů a byla vybavena takovými komponenty, které budou efektivně využívat elektrickou energii, ale aby byl světelný tok distribuován pouze do těch míst či prostorů, které jsou předmětem osvětlování.

Doba životnosti svítidla

Doba životnosti svítidel je vedle jeho distribuce světelného toku významným argumentem při výběru svítidel VO. Na délku doby života svítidla má vliv materiál, z něhož je svítidlo vyrobeno a stupeň jeho krytí.

Stupeň krytí

Čím větší je toto číslo, tím je svítidlo odolnější vůči vniku nežádoucích pevných částic, vody a potažmo hmyzu. Použití svítidel s vysokým krytím zaručuje spolu s vhodným elektrickým vybavením dlouhou životnost svítidla.

Je-li požadována záruka vysoké ochrany před vniknutím cizích předmětů a vody do svítidla, pak se doporučuje použít svítidlo s krytím IP 66 a více. Svítidlo s krytím IP 66 je zcela chráněno před vniknutím prachu a také před intenzivně stříkající vodou.

Stupeň krytí je jeden z hlavních faktorů při určování udržovacího činitele pro výpočet osvětlení. U svítidel s vysokým krytím proto nedochází ke zbytečnému přesvětlování komunikací u nových instalacích.

Náklady

Jedním z kritických faktorů investičního rozhodování v oblasti rekonstrukce nebo modernizace VO je otázka životnosti systavy a nákladů na údržbu. Moderní evropská svítidla jsou konstruována tak, aby zajistila uživateli, tedy městům a obcím, minimální provozuschopnost 25 – 30 let. To znamená, že jejich konstrukce a použité materiály umožňují provoz po celou dobu života při dodržení plánované údržby (čištění svítidel a výměna světelných zdrojů).

Cena lidské práce je v současné době v ČR na relativně nízké úrovni ve vztahu k vyspělejším zemím EU. Je tudíž běžnou ekonomickou praxí příliš nezohledňovat cenu lidské práce, jelikož v cenách roku 2007 není příliš významnou položkou. Nicméně investiční rozhodování činěné na příštích 20 – 25 let musí s položkou dynamicky rostoucí ceny práce a tedy i údržby počítat.

Úspory

Veřejné osvětlení je jedním z významných spotřebitelů elektrické energie v kontextu každé rozvíjející se ekonomiky. Mnoho světových a evropských institucí (Evropská unie, Světová banka, atd.) iniciují programy na podporu projektů a technologických řešení, které dlouhodobě vedou k úsporám elektrické energie.

Je odpovědné a moderní realizovat takové projekty, které v budoucnu umožní úsporu elektrické energie při zachování potřebných výkonových parametrů a tím sníží budoucí energetické a environmentální zatížení, ale takové projekty se stávají i ekonomicky výhodné s využitím podpor a grantů od výše zmíněných evropských či světových institucí.

„Chytrá a inteligentní řešení“ v této oblasti jsou nejaktuálnějším trendem, který je značně podporován všemi státními, evropskými či světovými institucemi.

Implicitní užitek

Obecně se tvrdí, že investice do obnovy veřejného osvětlení není investicí v pravém slova smyslu, protože nevytváří výnos, tedy peněžní výnos. Kvalitní a atraktivně navržené veřejné osvětlení však spoluvytváří hodnotu vyjádřitelnou v kvalitě prostředí, ve kterém lidé žijí. Tato kvalita prostředí však vyvolává tzv. implicitní užitek, kdy lidé v příjemném prostředí tráví více času, tím utrácejí více peněz, tím podporují rozvoj místních podniků a ty odvádějí městu více na daních. Lidé chtějí bydlet v atraktivních lokalitách, zvyšuje se tedy poptávka po bydlení a koloběh se opakuje.

Výhodnost takovéto investice se tedy nevyjadřuje ve standardních ekonomických ukazatelích jako jsou u „klasických“ investičních projektů, ale v míře implicitního, pozitivního užitku, který takovéto investice vyvolá.

Vyhodnocení investičního rozhodování

Projekty, které jsou kvalitně zpracovány a které zohledňují výše uvedené kvalitativní parametry a jsou i následně stejně kvalitně vyhodnoceny, mají mnohem větší šanci na úspěch při získávání investičních prostředků z operačních programů EU.

Studiem operačních programů EU již schválených pro období 2007-2013 zjistíme, že právě projekty zaměřené na revitalizaci městských a obecních center, zvýšení atraktivity a kvality prostředí jsou společným jmenovatelem mnoha těchto programů.

Závěr

Návrh optimalizačních opatření pro města a obce a vývoj nejuvhodnějších metod vedoucích ke snižování energetické náročnosti veřejného osvětlení je závislé především na aktuálním technickém stavu soustavy a finančních možnostech správce VO.

Snížení spotřeby elektrické energie v rámci VO až o 50% znamená, že v České republice by mohly úspory dosáhnout úrovně až 250 GWh / rok, což činí při současné průměrné ceně elektrické energie v sektoru VO (0,07 EUR / kWh) celkem 17,5 mil EUR.

REFERENCES

- [1] Sokanský, K., a kol: Potenciál energetických úspor veřejného osvětlení v ČR, závěrečná zpráva grantu MPO - ČEA, číslo projektu: 222 004 7305, 2007, Ostrava