



**Vysoká škola báňská  
Technická univerzita Ostrava**  
Fakulta elektrotechniky a informatiky



# ***Snižování energetické náročnosti venkovních osvětlovacích soustav***

*Karel Sokanský a kolektiv*

**Tato příručka byla připravena v rámci programu EFEKT**  
(Státní program na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie)



**Ostrava 2010**

**ISBN 978-80-248-2481-9**

*Publikace je určena pro poradenskou činnost a je zpracována v rámci Státního programu (program EFEKT) na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2010 – F.2 – Projekty vzdělávání a studie pro rok 2010 (dále jen Podmínky).*

Pod vedením prof. Ing. Karla Sokanského, CSc. z VŠB-TU Ostrava, Fakulty elektrotechniky a informatiky vypracoval tým autorů:

Ing. Tomáš Novák, Ph.D.  
Ing. Tomáš Maixner  
Ing. Petr Žák  
Ing. Alena Muchová  
Ing. Zdeněk Bláha  
Jiří Voráček.  
Ing. Jaroslav Šnobl  
Ing. Daniel Diviš  
Ing. Tomáš Šumbera

Poděkování. Rádi bychom touto cestou poděkovali České společnosti pro osvětlování Regionální skupina Ostrava za technickou výpomoc při zpracování této publikace a zároveň panu doc. Ing. Jiřímu Plchovi, CSc. za cenné připomínky při zpracování oponentského posudku.



# 1. TERMINOLOGIE

V následujícím jsou vysvětleny základní pojmy světelné techniky ve venkovním osvětlení:

**osvětlovací soustava** - kompaktní soubor prvků tvořící funkční zařízení, které splňuje požadavky na úroveň osvětlení prostoru. Zahrnuje svítidla, podpěrné a nosné prvky, elektrický rozvod, rozváděče, ovládací systém,

**prvek osvětlovací soustavy** - základní uspořádání osvětlovacích jednotek. Opakováním stejných prvků osvětlovací soustavy (nebo kombinací různých prvků) vzniká celá osvětlovací soustava.

**světelné místo** - každý skladební prvek v osvětlovací soustavě (stožár, samostatný výložník, převěš) vybavený jedním nebo více svítilny  
jinde také uvedeno: **osvětlovací jednotka** - je tvořena souborem svítilny (svítidel), příslušných světelných zdrojů a podpěry, která tato svítilna se světelnými zdroji nese.

**svítilna** - zařízení, které rozděluje, filtruje nebo mění světlo vyzařované jedním nebo více světelnými zdroji a obsahuje, kromě zdrojů světla samotných, všechny díly nutné pro upevnění a ochranu zdrojů a v případě potřeby pomocné obvody, včetně prostředků pro jejich připojení k elektrické síti,  
nebo jinde také uvedeno: **svítilna** - osvětlovací prostředek (zařízení) usměrňující rozložení světelného toku světelného zdroje, rozptylující světlo a případně měnící jeho spektrální složení; obsahuje části pro upevnění a ochranu světelných zdrojů a přívod elektrické energie.

**světelný zdroj (umělý)** - je zdroj optického záření, zpravidla viditelného, zhotovený k tomuto účelu,  
nebo jinde také uvedeno: - osvětlovací prostředek (zařízení) přeměňující elektrickou energii na energii světelnou potřebného barevného podání.

**rozdávěč zapínacího místa** - dálkově nebo místně ovládaný rozváděč s vlastním přívodem elektrické energie a zpravidla s vlastním samostatným měřením spotřeby el. energie,

**osvětlovací podpěrné konstrukce** - osvětlovací stožáry a věže, výložníky, převěsy apod., které nesou svítilna se světelnými zdroji a jejich příslušenství.

**osvětlovací stožár** - podpora, jejíž hlavním účelem je nést jedno nebo několik svítidel a který sestává z jedné nebo více částí: dřívku, případně nástavce; případně výložníku,

**dřívkový stožár** - stožár bez výložníku, který bezprostředně nese svítilna (dřívkové svítilno),

**jmenovitá výška** - vzdálenost mezi montážním bodem na ose vstupu výložníku (dřívku stožáru) do svítilny a předpokládanou úroveň terénu u stožárů kotvených do země a nebo spodní hranou příruby stožáru u stožáru s přírubou,

**úroveň vetknutí** - vodorovná rovina vedená místem vetknutí stožáru,

**vyložení** - vodorovná vzdálenost mezi montážním bodem na ose vstupu výložníku do svítidla a osou stožáru (svislicí) procházející těžištěm příčného řezu stožáru v úrovni terénu,

**výložník** - část stožáru, která nese svítidlo v určité vzdálenosti od osy dřívku stožáru; výložník může být jednoramenný, dvouramenný nebo víceramenný a může být připojen k dřívku pevně nebo odnímatelně,

**úhel vyložení svítidla** - úhel, který svírá osa spojky (spojovací část mezi koncem dřívku nebo výložníku a svítidlem) svítidla s vodorovnou rovinou,

**osvětlovací výložník** - výložník k upevnění svítidla na budovu, na výškovou stavbu nebo na jiný stožár než osvětlovací,

**elektrická část stožáru (elektrovýzbroj)** - rozvodnice pro osvětlovací stožár (ve skříňce na stožáru, pod paticí, v prostoru pod dvířky bezpaticového stožáru) a elektrické spojovací vedení mezi rozvodnicí a svítidlem,

**patice** - samostatná část osvětlovacího stožáru, která tvoří kryt elektrické výzbroje,

**převěs** - nosné lano mezi dvěma objekty, na kterém je umístěno svítidlo,

**časový spínač** - (spínací hodiny) v nastavenou dobu sepne nebo rozepne elektrický obvod. Tím lze vypínat a zapínat osvětlení pro celé (železniční) prostranství nebo jeho část,

**fotospínač** - (fotobuňka) je automatický spínač, který zapíná a vypíná osvětlení v příslušném prostranství podle intenzity denního osvětlení,

**provozovatel** - je organizace, která má příslušné zařízení ve svém evidenčním stavu,

**uživatel** - je organizace již zařízení slouží. V případě osvětlení je uživatelem organizace, která zapíná a vypíná osvětlení a provádí jeho obsluhu,

**obsluha** - se rozumí vlastní ovládání osvětlení a základní péče o osvětlovací soustavu,

**údržba** - se rozumí pravidelná odborná technická péče o osvětlovací zařízení.

### **Základní definice související s navrhováním osvětlení pracovních prostor při aplikaci souboru ČSN EN 12464-1, 2:**

**pracovní prostor** (pracoviště) - 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** - soubor a prostorové uspořádání pracovního vybavení v pracovním prostředí podmíněné pracovními úkoly

**zrakový úkol** - vizuální prvky vykonávané práce

**místo zrkového úkolu** - dílčí místo na pracovišti, na němž se nachází zrkový úkol; pro prostory, u nichž velikost a/nebo poloha místa zrkového úkolu nejsou známy, je nutno za místo zrkového úkolu považovat prostor, v němž se úkol může objevit

**okolí úkolu** - pruh obklopující místo zrkového úkolu uvnitř zorného pole (Pozn.: tento pruh má být široký nejméně 2 m).

**bezprostřední okolí úkolu** - pás o šířce aspoň 0,5 m okolo místa zrkového úkolu uvnitř zorného pole

**udržovaná osvětlenost**  $\bar{E}_m$  - hodnota průměrné intenzity osvětlení na daném povrchu, pod kterou nesmí osvětlenost poklesnout (Pozn.: *průměrná osvětlenost v době, kdy musí být provedena údržba*)

**rovnoměrnost osvětlení** - poměr minimální a průměrné osvětlenosti na jednom povrchu (viz též IEC 60050-845/CIE 17.4: 845-09-58 rovnoměrnost osvětlení),  $U_0$  poměr minimální a průměrné osvětlenosti (jasu) povrchu

**horní hranice oslnění**  $GR_L$  - největší hodnota činitele oslnění podle systému hodnocení oslnění CIE

**podíl horního světla**  $ULR$  - podíl (poměrná část) světelného toku svítidla (svítidel) vyzařovaného nad horizont v jeho (jejich) pracovní poloze a umístění

**úhel clonění** - úhel mezi vodorovnou rovinou a směrem pohledu na svítidlo, při němž právě začíná být přímo viditelná svítící část světelného zdroje ve svítidle

**stínítko zobrazovacího zařízení** - alfanumerické nebo grafické obrazové stínítko, bez ohledu na použitý postup zobrazení [90/270/EEC]

**rušivé světlo** - rozptýlené světlo, které svými kvantitativními, směrovými nebo spektrálními vlastnostmi v dané situaci zvětšuje obtěžování, nepohodu, rozptýlení nebo omezuje schopnost vidět hlavní informaci

**ztrátové (rozptýlené, přelité) světlo** - světlo vyzařované osvětlovací soustavou za hranice osvětlovaného objektu

**doba nočního klidu (policejní doba, zákaz vycházení, doba omezení rušivého světla)** - doba během níž se uplatňují přísnější požadavky (na kontrolu rušivého světla); často podmínky na užití osvětlení uplatňuje kontrolní orgán státní správy, zpravidla místní správa

### **Základní definice související s výběrem tříd osvětlení a stanovením požadavků při aplikaci souboru norem ČSN EN 13201:**

**druh uživatele** – osoba anebo druh vozidla ve veřejném dopravním prostoru

**motorová doprava** – motorová vozidla kromě velmi pomalých vozidel

**velmi pomalá vozidla** – motorová vozidla s nejvyšší konstrukční rychlostí 40 km/h, vozidla tažená zvířaty a jezdci na zvířatech  
(v některých zemích je tato rychlost 50 km/h; národní poznámka: podle ČSN 73 6100 je tato rychlost 50 km/h)

**cyklisté** – osoby na kolech a mopedech s nejvyšší konstrukční rychlostí 50 km/h  
(v některých zemích je tato rychlost 40 km/h; nár.pozn.: podle zákona č. 56/2001 Sb. je tato rychlost 45 km/h)

**chodci** – chodci a osoby na invalidním vozíku

**typická rychlost hlavního uživatele** – odhadovaná rychlost uživatele, který je definován jako hlavní druh uživatele relevantní oblasti. Je-li hlavním uživatelem motorová doprava spolu s dalším uživatelem nebo uživateli, považuje se za hlavního uživatele motorová doprava  
(pro účely osvětlení dostačující přibližné rychlostní kategorie. Rychlost se proto obvykle nestanovuje měřením, ale odhadem. Metoda je v pravomoci silničních správních úřadů.)

**relevantní oblast** – uvažovaná část veřejného dopravního prostoru

**konfliktní oblast** – relevantní oblast, kde se vzájemně protínají dopravní proudy vozidel nebo kde překrývají prostory s dalšími druhy uživatelů

**mimoúrovňová křižovatka** – křižovatka komunikací křížících se v různých výškových úrovních, s jednou nebo více větvemi propojujícími průběžné komunikace

**úrovňová křižovatka** – křižovatka, na níž se dvě nebo více komunikací stýkají nebo křížují v téže úrovni, na níž se nachází vlastní pozemní komunikace i příslušné silniční vybavení

**intenzita silničního provozu** – počet vozidel, který projede určitým příčným řezem komunikace ve zvoleném časovém období v obou dopravních směrech. Měří se jako průměrná denní intenzita provozu  
(v případě parkovací plochy se uvedený příčný řez vede v místě vjezdu)

**průměrná denní intenzita provozu** – celkový počet vozidel nebo chodců během daného časového období v délce celých dnů, vydělený počtem dnů tohoto časového období

**náročnost navigace** – stupeň úsilí, které musí uživatel pozemní vynaložit, aby byl na základě získaných informací schopen správně zvolit komunikaci a jízdní pruh a aby byl schopen udržovat nebo měnit rychlost a polohu na jízdním pásu  
(součástí této informace je optické vedení, které zajišťuje pozemní komunikace)

**riziko kriminality** – riziko kriminality v uvažovaném dopravním prostoru, ve srovnání s rizikem kriminality v širším okolí  
(v ideálním případě mají tyto informace vycházet ze statistiky kriminality. Zkušenosti ukazují, že zcela objektivní přístup je velmi obtížný)



**složitost zorného pole** – soubor vlivu osvětlení a jiných viditelných prvků v zorném poli uživatele pozemní komunikace, které uživatele uvádějí v omyl, rozptylují, ruší a nebo obtěžují (*přestože optické vedení, které poskytuje pozemní komunikace a okolí, může být dostatečné, mohou takové prvky způsobovat problémy s rozpoznáváním objektů vysoké priority, např. dopravních světel a nebo dalších uživatelů pozemní komunikace měnících směr. Jejich příkladem mohou být reklamní zařízení, světelné majáčky, osvětlené budovy, osvětlení sportovišť*)

**úroveň jasů okolí** – odhadovaná úroveň jasů okolí

**převládající počasí** – počasí, převažující během podstatné části časového období

**průměrný jas povrchu pozemní komunikace (jízdniho pásu pozemní komunikace) ( $\bar{L}$ )**  
– jas povrchu pozemní komunikace v jízdniho pásu  
(jednotkou je kandela na metr čtvereční [ $cd \cdot m^{-2}$ ])

**podélná rovnoměrnost (jasu povrchu pozemní komunikace v jízdniho pruhu)**  
– poměr nejnižší a nejvyšší hodnoty jasů povrchu komunikace v podélné ose jízdniho pruhu

**podélná rovnoměrnost (jasu povrchu pozemní komunikace v jízdniho pásu) ( $U_1$ )**  
– nejnižší z hodnot podélných rovnoměrností v jízdniho pruzích jízdniho pásu

**prahový přírůstek ( $TI$ )** – míra zhoršení viditelnosti způsobeného omezujícím oslněním svítidly osvětlovací soustavy pozemní komunikace

**činitel osvětlení okolí (jízdniho pásu pozemní komunikace) ( $SR$ )**  
– poměr průměrné osvětlenosti definovaných pruhů mimo pozemní komunikaci, které bezprostředně přiléhají k okrajům jízdniho pásu a průměrné osvětlenosti definovaných pruhů pozemní komunikace bezprostředně s nimi sousedících

**průměrná osvětlenost (úseku pozemní komunikace) ( $\bar{E}$ )**  
– průměrná vodorovná osvětlenost úseku pozemní komunikace  
(jednotkou je lux [ $lx$ ])

**polokulová osvětlenost (v bodě úseku pozemní komunikace) ( $E_{hs}$ )** – poměr světelného toku dopadajícího na malou polokouli s vodorovnou základnou a plochy povrchu této polokoule (jednotkou je lux [ $lx$ ])

**průměrná polokulová osvětlenost (úseku pozemní komunikace) ( $\overline{E_{hs}}$ )**  
– průměrná hodnota polokulové osvětlenosti úseku pozemní komunikace  
(jednotkou je lux [ $lx$ ])

**celková rovnoměrnost (jasu povrchu pozemní komunikace, osvětlenosti úseku pozemní komunikace nebo polokulové osvětlenosti) ( $U_0$ )**  
poměr minimální a průměrné hodnoty

**udržovaná hodnota (průměrného jasů pozemní komunikace, průměrné nebo minimální osvětlenosti úseku pozemní komunikace, průměrné polokulové osvětlenosti, minimální poloválcové osvětlenosti nebo minimální svislé osvětlenosti)**

- hodnota vypočtená pro nový stav osvětlovací soustavy snižená udržovacím činitelem, který zohledňuje stárnutí osvětlovací soustavy

**poloválcová osvětlenost (v bodě) ( $E_{sc}$ )**

– poměr celkového světelného toku dopadajícího na povrch pláště velmi malého půlválce a plochy povrchu pláště tohoto půlválce  
(jednotkou je lux [lx])

**minimální poloválcová osvětlenost (v rovině nad úsekem pozemní komunikace) ( $E_{sc,min}$ )**

– nejmenší hodnota poloválcové osvětlenosti v rovině ve výšce 1,5 m nad úsekem pozemní komunikace (jednotkou je lux [lx])

**svislá osvětlenost (v bodě) ( $E_v$ )** – osvětlenost ve svislé rovině

(jednotkou je lux [lx])

**minimální svislá osvětlenost (v rovině nad úsekem pozemní komunikace) ( $E_{v,min}$ )**

– nejmenší hodnota svislé osvětlenosti v rovině v dané výšce nad úsekem pozemní komunikace (jednotkou je lux [lx])

## 2. VENKOVNÍ OSVĚTLENÍ – VŠEOBECNĚ

Před vlastním rozbořem současného stavu venkovního a hledání cest jeho zlepšení je vhodné popsat širší souvislosti mezi prostředím, světlem a člověkem. Člověk jako živočišný tvor se v průběhu svého, stovky tisíc let trvajícího, vývoje přizpůsoboval podmínkám okolního prostředí tak, aby přežil. Součástí tohoto procesu adaptace bylo také přizpůsobení se světelným podmínkám, které jsou důležitým zdrojem informací o okolním prostředí. Přírodní světelné podmínky, které mají dva základní režimy, den (vysoké hladiny osvětlení) a noc (nízké hladiny osvětlení), vedly k vývoji dvou typů fotoreceptorů v lidském oku, tj. čípků pro denní vidění a tyčinek pro noční vidění. Pravidelnému střídání dne a noci se přizpůbil i životní rytmus člověka. Ve dne je člověk aktivní a v noci odpočívá. Aby lidské tělo poznalo, kdy se mají biologické procesy v lidském těle tlumit a kdy aktivovat, využilo jako informaci přirozenou změnu světelných podmínek, tedy střídání dne a noci. Informace o změně světelných podmínek jsou snímány třetím typem receptorů v lidském oku a přenášeny do mimozrakových mozkových center, které řídí biologické pochody v lidském těle. Pravidelné střídání dne a noci je tedy součástí přirozeného prostředí, ve kterém se člověk vyvíjel po desítky tisíc let. S nástupem a rozvojem městských civilizací začal člověk intenzivněji využívat venkovní prostředí i v nočních hodinách. Vzhledem k tomu že světlo z měsíce a hvězd vytváří pouze velmi nízké úrovně osvětlení, začal si člověk postupně noční prostředí světelně přetvářet s použitím umělých zdrojů světla tak, aby získal pocit bezpečí a přizpůbil si je svým potřebám. Dle vývoje lidských sídlišť lze usuzovat, že mezi první osvětlená venkovní prostranství patřila centra sídlišť využívaná k rituálním obřadům a slavnostem. Ve starověkých městech se postupně začaly osvětlovat venkovní veřejné prostory a komunikace. V pozdějším období se umělé osvětlení začíná používat v lodní a železniční dopravě a k osvětlení různých venkovních pracovišť a venkovních sportovišť. Obdobně jako ve vnitřních prostorech se umělé osvětlení ve venkovním prostředí začalo ve větší míře rozšiřovat po zavedení elektrických světelných zdrojů. Se zaváděním světelných zdrojů začalo docházet k razantním změnám noční i denní podoby přirozeného světelného prostředí, na které byl člověk dlouhodobě adaptován. Od začátku 20. století se začíná postupně rozvíjet také nový obor, světelná technika. Přístup k osvětlování prostorů umělým světlem se mění od čistě intuitivního k předem promyšlenému procesu. Začaly se zkoumat jednotlivé zrakové úkoly a činnosti a na základě reálných testů a úrovně poznání byly stanoveny potřebné světelně technické parametry. Ty se následně objevily v rámci národních a mezinárodních doporučení, předpisů a norem. Osvětlení venkovních prostorů lze rozdělit do následujících aplikačních oblastí:

- veřejné osvětlení;
- architektonické a reklamní osvětlení;
- osvětlení venkovních pracovišť;
- osvětlení venkovních sportovišť.

Při návrhu osvětlení je třeba si uvědomit, že primárním cílem je vytvoření vhodných světelných podmínek pro konkrétní prostor nebo zrakový úkol. Otázky energetické náročnosti a ekologické aspekty jsou až následná hlediska a nelze je při vlastním návrhu nadřazovat nad požadavky světelně technické. Je možno říci, že návrh osvětlení by měl být proveden tak, aby požadovaných světelně technických parametrů bylo dosaženo při minimální energetické náročnosti a minimálním negativním vlivu na okolní prostředí. Jinou, relevantní otázkou je, zda má význam daný prostor osvětlovat či nikoliv. V případě veřejného osvětlení lze jeho účel shrnout do následujících bodů:

- bezpečnost dopravy, osob a majetku;
- orientace v nočním prostředí;
- vytvoření atraktivního noční atmosféry.

Požadované světelně technické parametry pro návrh venkovního osvětlení jsou v dnešní době začleněny do národních a mezinárodních norem.

### 3. SOUČASNÝ STAV OSVĚTLOVACÍCH SOUSTAV VEŘEJNÉHO A VENKOVNÍHO OSVĚTLENÍ V ČR

V roce 2010 byl partnery SEVEN, Středisko pro efektivní využívání energie, Philips Česká republika a ČEZ proveden ojedinělý výzkum veřejného osvětlení. Byl zaměřen na všechny obce a města v České republice. Výzkumu se zúčastnilo přes 350 obcí ze všech krajů ČR a všech velikostí – od obcí se stovkami obyvatel až po metropoli Ostravu či Hradec Králové. Výzkum veřejného osvětlení sledoval především typy svítidel, používané druhy regulace nebo např. existenci platné revizní zprávy či pasportu.

Nejčastěji používaným světelným zdrojem je dle očekávání vysokotlaká sodíková výbojka. Mnohem méně jsou zastoupeny kompaktní zářivky a rtuťové výbojky. Kompaktní zářivky jsou v nejčastější kombinaci dvou zářivek 36 W. Rtuťové výbojky jsou využity zejména ve starých svítidlech, která jsou již dnes zcela zastaralá. Vzhledem k tomu, že druhy světelných zdrojů byly určovány ve výzkumu dle svých výkonových řad, nelze určit přesné zastoupení halogenidových výbojek. Jejich podíl se odhaduje na 5 % na úkor vysokotlakých sodíkových výbojek. Ostatní světelné body zastupují jiné technologie, jako např. nízkotlaké sodíkové výbojky, lineární zářivky či LED.

Světelné zdroje (podíl světelných bodů)

- vysokotlaká sodíková výbojka – 89,4 %
- rtuťová výbojka – 4,0 %
- kompaktní zářivka – 6,4 %
- ostatní – 0,2 %

Regulace veřejného osvětlení v noci je prováděna ve více než třetině obcí. Regulace zahrnuje zejména vypínání veřejného osvětlení v noci pomocí spínacích hodin. Průměrně obce vypínají chvíli po 23. hodině a zapínají po 4. ráno. Často tento systém funguje v součinnosti s fotobuňkou, která osvětlení zapíná či vypíná podle aktuální osvětlenosti. 2,5 % obcí využívá regulátor a 3,5 % obcí vypíná pouze určitou část veřejného osvětlení.

Regulace veřejného osvětlení v noci – shrnutí výzkumu

- ano – 37 %
- ne – 51 %
- bez odpovědi – 12 %

Nějaké architektonické nasvětlení používá přibližně třetina obcí a měst. Nejčastěji se jedná o nasvětlení kaple či kostela. Méně často obce či města nasvětlují své radnice, obecní úřady a zámky.

Sortiment svítidel ve VO je velmi pestrý, nicméně nejčastěji uváděným výrobcem svítidel je tradiční český výrobce Elektrosvit. Dále jsou v existujících instalacích veřejného osvětlení zastoupeni výrobci (podle abecedy): Enika, Hellux, Modus, Philips, Schröder, Siteco, Thorn, Vyrtych a mnoho dalších.

Rozložení příkonových typů světelných zdrojů. Je zřetelné, že nejčastěji jsou svítidla osazena vysokotlakými sodíkovými výbojkami 70 W, 100 W a 150 W. Tyto tři typy výbojek jsou užity v 85% všech světelných bodů.

#### Složení světelných bodů podle příkonu [W]

- 70 W – 39,8 %
- 2x 36 W – 5,5 %
- 80 W – 0,5 %
- 100 W – 27,8 %
- 110 W – 1,0 %
- 125 W – 3,2 %
- 150 W – 17,8 %
- 210 W – 1,0 %
- 250 W – 1,6 %
- ostatní – 1,8 %

Průměrný příkon jednoho světelného bodu při předpokladu užití elektromagnetických předřadníků (kterých je naprostá většina) činí dle výzkumu cca 123 W. Průměrné náklady na elektrickou energii na jeden světelný bod za rok 2009 jsou cca 1 300 Kč. Průměrné celkové náklady na jeden světelný bod včetně všech nákladů na údržbu a investic do nových úseků do veřejného osvětlení činily v roce 2009 cca 2 600 Kč.

Obvyklý způsob spínání je pomocí spínacích hodin. Tento způsob zajišťuje zapnutí a vypnutí v nastavený čas. Vzhledem k měnícímu se času západu a východu slunce klade tento způsob na obec požadavek na pravidelné nastavování spínacích hodin.

Tento problém lze vyřešit použitím tzv. astronomických hodin, které jsou dražší, ale spínání veřejného osvětlení je prováděno v závislosti na skutečném západu a východu slunce.

Míra denního světla závisí také na aktuálním počasí a ne pouze na východu a západu slunce.

V praxi tak nastávají situace, kdy není dostatek světla, ačkoliv slunce nezapadlo. Z hlediska bezpečnosti je tak nejvhodnější spínání pomocí světelného čidla. Veřejné osvětlení se pak zapíná při soumraku a vypíná při rozbřesku.

Ruční spínání veřejného osvětlení je pro většinu obcí a měst zcela nevhodné.

Obecně je světelný zdroj pevně svázaný s konkrétním předřadníkem a svítidlem. Nelze tedy jednoduše vyměnit výbojku za jinou efektivnější výbojku.

Výjimkou jsou neefektivní rtuťové výbojky, pro které byly vyvinuty náhrady v podobě vysokotlakých sodíkových výbojek. Pro náhradu rtuťové výbojky 80 W je určena vysokotlaká sodíková výbojka 68 W, dále pro náhradu rtuťových výbojek 125W, 250W a 400W jsou určeny sodíkové výbojky 110W, 220W a 350W. V tomto případě jde o přímou záměnu světelného zdroje bez nutnosti zásahu do svítidla.

Existují další možnosti výměny světelných zdrojů. Zejména jde o výměny vysokotlakých sodíkových výbojek se žlutým světlem za halogenidové výbojky s bílým světlem. Při takové výměně je vždy vhodné se obrátit na kvalifikovaného světelného technika.

Regulací veřejného osvětlení lze dosáhnout úspor elektrické energie a prodloužení doby života světelných zdrojů a svítidel. Regulaci veřejného osvětlení lze provádět vypínáním nebo snižováním světelného výkonu (stmíváním).

Vypínání není koncepční řešení pro úspory energie a obvykle se používá pouze v některých menších obcích. Vypínání lze provádět buď vypínáním všech světelných míst nebo jejich části.

Doba vypnutí a zapnutí je obvykle určena místními zvyklostmi a potřebami (odjezdy autobusu či vlaku, ap.) a nevztahuje se na ni žádný předpis.

Vypínání každého druhého svítidla se zásadně nedoporučuje, jelikož vznikají potenciálně velmi nebezpečné situace dané výraznými světelnými přechody osvětlených a neosvětlených

částí komunikace. Rovněž není vhodné osvětlovat pouze části komunikace, neboť vznikají ostrůvky vyššího jasu, na které se oko řidiče nestačí vhodně adaptovat. V případě nutnosti vypínat část veřejného osvětlení (což nedoporučujeme) je bezpečnější nechat osvětlenou důležitou část obce a ostatní svítidla vypnout, např. hlavní komunikace v obci.

Snižování světelného toku svítidel je vhodná varianta regulace z hlediska bezpečnosti (klesá hladina osvětlení a příkon osvětlovací soustavy, ale rovnoměrnost osvětlení zůstává zachována).

Existují dva způsoby regulace světelných míst: individuální a centrální.

V případě individuální regulace je každé svítidlo vybaveno speciálním předradníkem či jiným regulačním prvkem, který je schopen snížit světelný výkon svítidla. Individuální regulace probíhá dle programu uloženého v zařízení, které je instalováno přímo v každém svítidle, případně stožáru.

Výhodou individuální regulace je jednoduchost a nižší pořizovací náklady.

Nevýhodou je obtížná a časově náročná změna nastaveného provozního režimu svítidel.

V případě centrální regulace se ovládají její části z jednotlivých rozvaděčů (zapínacích míst).

Centrální regulace se nejčastěji provádí snižováním napájecího napětí v síti veřejného osvětlení. Centrální regulaci lze vybavit prvky pro monitoring osvětlovací soustavy, který umožňuje sledovat provozní stav soustavy a jejích jednotlivých prvků. To pak umožňuje získávat informace o poruchových stavech, o počtu nasvícených hodin apod. Tyto informace lze použít nejen k rychlejšímu odstraňování poruch, ale také k plánování údržby.

Komplexnějším druhem centrální regulace jsou tzv. systémy tele-managementu, kdy prostřednictvím řídicího signálu ovládáme jednotlivé rozvaděče (zapínací body) nebo přímo jednotlivá svítidla z centrálního dispečinku (běžně z počítače, případně přes internetový portál). Řídicí signál je možné přenášet radiofrekvenčně, po napájecích vodičích modulací na síťové napětí nebo samostatnými řídicími vodiči.

Výhodou tohoto řešení je možnost z jednoho centra ovládat osvětlovací soustavu a její jednotlivé části, měnit její provozní režimy a případně také možnost zpětné komunikace (získávání dat ze svítidel či rozvaděčů).

Nevýhodou je vyšší cena v porovnání s individuální i centrální regulací. V některých případech není ale vyšší počáteční investice klíčovým aspektem při rozhodování.

Architektonické a slavnostní osvětlení je důležitou součástí veřejného osvětlení, dokresluje atmosféru města, zdůrazňuje jeho dominanty, významné části či konkrétní události. Je zřejmé, že architektonické i slavnostní osvětlení zvyšuje prestiž a komfort obce či města. Již dnes je běžné vánoční osvětlení či jednoduché nasvětlení místní kaple nebo zámku. Architektonické i slavnostní osvětlení je zejména úkolem pro architekty a designéry a s dnešní technologií může nabývat mnohých zajímavých podob.

Následuje několik rad a tipů vztahujících se k venkovnímu osvětlení.

#### *Vysoké krytí svítidel*

Investice do svítidel s vysokým krytím proti vniknutí prachu a vody (IP65 či IP66) a s vysokou mechanickou odolností (IK06 a vyšší) se vyplatí díky delší životnosti svítidel. Povětrnostní vlivy i vandalismus jsou častou příčinou snížení životnosti a degradace funkčních parametrů soustavy veřejného osvětlení.

### *Co se nedoporučuje*

Není vhodné vyměňovat svítidla bez konzultace s kvalifikovaným technikem. Např. neodborná výměna jednoho svítidla může vést kvůli odlišným vyzařovacím charakteristikám k porušení rovnoměrnosti osvětlení a celkově nepříjemným situacím. Vypínání každého druhého svítidla. I v tomto případě zaniká navrhovaná rovnoměrnost osvětlení. Jakýkoliv neodborný zásah do svítidla či do soustavy veřejného osvětlení. Nahradit svítidlo navržené do projektu jiným, na první pohled stejným, bez kontroly světelně technickým výpočtem.

### *LED svítidla*

Rozvoj LED diod vede i k postupnému prosazování ve veřejném osvětlení. Nastupující technologie LED je mnohými laiky považována za vysoce efektivní způsob venkovního svícení s dlouhou životností. Technologie LED je nicméně stále vyvíjena a v současnosti je schopna nahradit pouze některé typy výbojek (do cca 150 W). Oproti výbojkám mají LED diody několik nesporných výhod:

Kvalitní produkty poskytují příjemné bílé světlo s dobrým podáním barev, obvykle delší doba života, snadnější regulace a účinnější využití světelného toku ve svítidlech.

Nevýhodou LED svítidel je momentálně jejich vyšší cena a nedostatečné zkušenosti s LED svítidly v praxi (čehož někteří prodejci zneužívají).

Ve všech případech je tak důležité žádat po dodavateli odborný návrh, který dokládá splnění norem a případnou úsporu elektrické energie. Je důležité si dát pozor na „zaručená řešení“, kdy cena LED svítidla je několik tisíc korun a výrobce slibuje nereálné snížení nákladů na energii či bezúdržbovost (i LED svítidla se znečišťují či porouchávají).

### *Bílé světlo*

Naše města díky převažujícím vysokotlakým sodíkovým výbojkám svítí typickou žlutou barvou. V současnosti nicméně existují kvalitní a efektivní halogenidové výbojky, které svítí příjemnou (teple) bílou barvou. V některých částech města či obce, např. na exponovaném náměstí, je vhodnější využití bílé svítících svítidel.

SEVEN, Středisko pro efektivní využívání energie, o. p. s.  
Americká 17, 120 00 Praha 2  
[www.svn.cz](http://www.svn.cz), [www.uspornespotrebice.cz](http://www.uspornespotrebice.cz)

## 4. LEGISLATIVA A NORMY

### 4.1 EVROPSKÁ LEGISLATIVA

#### *Evropská směrnice 245/2009*

V roce 2009 byla v rámci evropské směrnice 245/2009 přijata pravidla pro regulaci energetické náročnosti osvětlovacích soustav. Tato pravidla se týkají technických parametrů zářivek bez integrovaného předřadníku, vysokotlakých výbojek, předřadníků a svítidel. V roce 2010 pak byla přijata směrnice 347/2010, která obsahuje změny směrnice 245/2009. Obě směrnice mají principiálně vazbu na dvě aplikačních oblastí: osvětlení kancelářských prostorů a veřejné osvětlení. Oblast kancelářských prostorů je primárně spojena s regulací energetické náročnosti lineárních a kompaktních zářivek, zářivkových předřadníků a zářivkových svítidel. Oblast veřejného osvětlení je pak primárně spojena s regulací energetické náročnosti vysokotlakých výbojek, předřadníků a svítidel pro vysokotlaké výbojky. I když požadavky na energetickou náročnost zmíněných technických zařízení vycházejí z uvedených aplikačních oblastí, jejich platnost v rámci přijatých směrnic je obecná, bez vazby na aplikační oblast. Přijímání jednotlivých opatření je ve směrnici rozděleno do 3 hlavních fází a 2 mezifází (tabulka 4.1).

**Tab.4.1 Fáze směrnice 245/2009 a počátek jejich účinnosti**

Fáze	Platnost od
Fáze 1 (1 rok po vstoupení v platnost)	13. 04. 2010
Mezifáze 1(18 měsíců po vstoupení v platnost)	13. 10. 2010
Fáze 2 (3 roky po vstoupení v platnost)	13. 04. 2012
Mezifáze 2 (6 let po vstoupení v platnost)	13. 04. 2015
Fáze 3 (8 let po vstoupení v platnost)	13. 04. 2017

S ohledem na pokrok v oblasti světelné techniky bude, nejpozději do 5 let od vstupu této směrnice v platnost, provedena její revize. Hlavní část směrnice tvoří technické parametry svítidel, předřadníků a svítidel, které mají být v jednotlivých fázích dosaženy. Dále obsahuje soubor povinných informací, které musejí výrobci jednotlivých technických zařízení uvádět. V závěru dokumentu jsou uvedeny referenční hodnoty parametrů nejlepších výrobků na trhu. V následující části jsou popsány požadavky týkající se vysokotlakých výbojových zdrojů, jejich předřadníků a svítidel pro vysokotlaké výbojky.

#### *Světelné zdroje*

Evropská směrnice 245/2009 se v oblasti vysokotlakých výbojek vztahuje pouze na světelné zdroje s patičkami E27, E40 a PGZ12 a neplatí pro reflektorové vysokotlaké výbojky. Kritéria, které se v evropské směrnici používají pro hodnocení světelných zdrojů, jsou následující:

- index podání barev;
- měrný výkon světelného zdroje;
- činitel stárnutí světelného zdroje;
- činitel funkční spolehlivosti světelného zdroje;

První fáze a první mezifáze se netýkají vysokotlakých výbojových zdrojů. V rámci druhé fáze (2012) budou staženy standardní sodíkové výbojky a halogenidové výbojky, které nevyhoví požadovaným minimálním měrným výkonům. Požadované měrné výkony pro sodíkové výbojky ve druhé fázi jsou uvedeny v tabulce 4.2. Ve druhé mezifázi (2015) budou staženy rtuťové výbojky a sodíkové výbojky používané jako náhrada za rtuťové výbojky. V rámci třetí fáze (2017) budou



staženy halogenidové výbojky, které nebudou odpovídat náročnějším požadavkům na měrný výkon.

**Tab. 4.2 Vybrané typy čirých sodíkových výbojek, které vyhoví požadavkům druhé fáze (2012)**

Jmenovitý příkon P [W]	Požadovaný měrný výkon $\eta$ [lm/W]	Výrobce / výrobní řada / měrný výkon $\eta$ [lm/W]			
		Osram, Vialox	Philips, Master SON-T	GE Lighting, Lucalox	Sylvania, SHP
		Super 4Y	PIA Plus	XO	TS
$P \leq 45$	$\geq 60$	X	x	x	61
$45 < P \leq 55$	$\geq 80$	80	83	88	83
$55 < P \leq 75$	$\geq 90$	93	91	94	96
$75 < P \leq 105$	$\geq 100$	102	107	107	106
$105 < P \leq 155$	$\geq 110$	116	117	117	114
$155 < P \leq 255$	$\geq 125$	128	130	132	129
$255 < P \leq 405$	$\geq 135$	140	138	141	140

Vedle měrných výkonů směrnice předepisuje hodnoty činitele stárnutí a činitele funkční spolehlivosti. V tabulce 4.3 jsou uvedeny hodnoty činitele stárnutí a činitele funkční spolehlivosti sodíkových výbojek s  $R_a \leq 60$  požadované ve druhé fázi (2012).

**Tab. 4.3 Požadované hodnoty činitele stárnutí a činitele funkční spolehlivosti sodíkových výbojek s  $R_a \leq 60$**

Jmenovitý příkon P [W]	Doba provozu t [hod]	Činitel stárnutí světelného zdroje LLMF [-]	Činitel funkční spolehlivosti světelného zdroje LSF [-]
$P \leq 75$ W	12 000	$> 0,80$	$> 0,90$
$P > 75$ W	16 000	$> 0,85$	$> 0,90$

Výrobci světelných zdrojů jsou povinni od první fáze (2010) poskytovat základní technické parametry na volně přístupných internetových stránkách a jinou formou, kterou považují za vhodnou. V případě vysokotlakých výbojek do těchto parametrů patří:

- jmenovitý a skutečný příkon;
- jmenovitý a skutečný světelný tok;
- skutečný měrný výkon po 100 h provozu při standardních podmínkách;
- skutečný činitel stárnutí světelného zdroje při 2 000, 4 000, 6 000, 8 000, 12 000, 16 000 a 20 000 hodinách s uvedením provozního režimu (50Hz nebo HF);
- skutečný činitel funkční spolehlivosti světelného zdroje při 2 000, 4 000, 6 000, 8 000, 12 000, 16 000 a 20 000 hodinách s uvedením provozního režimu (50Hz nebo HF);
- jmenovitý obsah rtuti (mg);
- index podání barev;
- teplota chromatičnosti.

#### *Předřadníky*

V první fázi nejsou v rámci směrnice uvedeny žádné požadavky na předřadníky pro vysokotlaké výbojky. Ve druhé fázi (2012) a ve třetí fázi (2017) jsou definovány minimální účinnosti předřadníků pro vysokotlaké výbojky uvedené v tabulce 4.4. Účinnost předřadníku se stanovuje jako poměr příkonu vysokotlaké výbojky k příkonu vysokotlaké výbojky s předřadníkem. Stejně jako výrobci světelných zdrojů jsou i výrobci předřadníků povinni uvádět

informace o svých výrobcích. U předřadníků pro vysokotlaké výbojky musí být od druhé fáze uváděna jejich účinnost [%].

**Tab. 4.4 Požadované účinnosti předřadníků pro vysokotlaké výbojové zdroje**

Jmenovitý příkon světelného zdroje P [W]	Minimální účinnost předřadníku $\eta_{pr}$ [%]	
	fáze 2 (2012)	fáze 3 (2017)
$P \leq 30$	65	78
$30 < P \leq 75$	75	85
$75 < P \leq 105$	80	87
$105 < P \leq 405$	85	90
$P > 405$	90	92

### *Svítilna*

Svítilna pro vysokotlaké výbojky musí být ve třetí fázi kompatibilní s předřadníky splňujícími požadavky pro třetí fázi. V praxi to znamená, že ve třetí fázi by mělo dojít k přechodu na elektronické předřadníky. Výrobci svítidel pro vysokotlaké výbojky se světelným tokem větším než 2000 lm jsou povinni uvést na volně přístupných internetových stránkách nebo jinou formou, kterou považují za vhodnou, následující informace:

- účinnost předřadníku, například EEI = A2 (dle informací výrobce předřadníku);
- měrný výkon světelného zdroje [lm/W];
- pokyny pro údržbu svítidla;
- informace o tom, zda je svítidlo určeno pro výbojku s čirou anebo matnou baňkou.

## 4.2 NÁRODNÍ LEGISLATIVA

### 4.2.1 ČESKÉ ZÁKONY, VYHLÁŠKY A NAŘÍZENÍ

Zákonů, nařízení a vyhlášek je nepřehledné množství. V řadě z nich je vzpomenu, většinou okrajově, i osvětlení. Ať umělé nebo denní. V dalším textu jsou uvedeny ty nejzávažnější.

#### *Zákon č. 40/1964*

##### *Občanský zákoník, ve znění pozdějších předpisů*

I ten se věnuje osvětlení. Ovšem způsobem zcela obvyklým pro právní předpisy. Tedy zcela nekonkrétním... (a nekorektním): „Vlastník věci... nesmí nad míru přiměřenou poměrům obtěžovat sousedy... světlem, stíněním...“. V nové verzi je podobná formulace, opět nic neřešící, jen záminku ke sporům dávající.

#### *Vyhláška MZd. č. 49/1993 Sb.*

Vyhláška o technických a věcných požadavcích na vybavení zdravotnických zařízení, ve znění pozdějších předpisů

V příloze této vyhlášky se praví, že zdravotnické zařízení musí mít v případě, že má povahu trvalého pracoviště nebo pobytu, zabezpečeno přímé denní osvětlení.

*Vyhláška MMR č. 137/1998 Sb*

*Vyhláška o obecných technických požadavcích na výstavbu*

Ve vyhlášce souvisí s osvětlením několik paragrafů. Určují například vzájemné odstupy staveb tak, aby byly naplněny požadavky na denní osvětlení a proslunění. Stavby nesmí zastínit jiné budovy více než připouští odpovídající předpisy. Obytné budovy musí mít zajištěno dostatečné denní osvětlení; sdružené lze navrhnout jen v odůvodněných případech. Prikazuje, že všechny byty musí být prosluněny, tedy součet podlahových ploch jeho prosluněných místností roven nejméně jedné třetině součtu podlahových ploch všech jeho obytných místností.

Ve vyhlášce je i nedefinované nařízení, že *Stavby a zařízení pro informace, reklamu a propagaci* nesmějí nad přípustnou míru obtěžovat okolí, zejména obytné prostředí, hlukem nebo světlem, obzvláště přerušovaným. ... Co je to přípustná míra není v žádném předpisu ani normě definováno. Podobně nekonkrétní je i občanský zákoník.

*Zákon č. 258/2000 Sb.*

*Zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů ve znění pozdějších předpisů*

O osvětlování je v tomto zákoně jen několik kusých a obecných zmínek... například: „... zařízení pro výchovu a vzdělávání jsou povinny zajistit, aby byly splněny hygienické požadavky upravené prováděcím právním předpisem na prostorové podmínky, vybavení, provoz, osvětlení...“

*Nařízení vlády č.178/2001 Sb*

*Nařízení, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci*

Nařizuje, že musí být na pracovištích zajištěno denní osvětlení. A dále, že osvětlení pracovišť denním, umělým, popřípadě sdruženým osvětlením musí odpovídat nárokům vykonávané práce na zrakovou činnost, pohodu vidění a bezpečnost zaměstnanců v souladu s normovými hodnotami. Normovou hodnotou se rozumí konkrétní technický požadavek obsažený v příslušné české technické normě. Stanoví podmínky, kdy lze provozovat pracoviště s trvalým pobytem (nad 4 hodiny) s nevyhovujícím denním nebo sdruženým osvětlením. Je to například pracoviště pouze s nočním provozem, pracoviště nebo pracoviště, kde musí být z technologických důvodů umístěno pod úroveň terénu nebo je nutné vyloučit vliv denního světla.

Nařízení se též zabývá údržbou a čištěním osvětlovacích soustav (kam patří i povrchy odrážející světlo).

Zavádí i povinnost vybavit pracoviště nouzovým osvětlením v případech, kdy hrozí ve zvýšené míře možnost úrazu nebo jiného poškození zdraví.

*Nařízení vlády ČR č. 24/2003 Sb*

*Nařízení, kterým se stanoví technické požadavky na strojní zařízení*

Zmínka, zajímavá pro výrobce strojních zařízení nebo svítidel pro ně. „Výrobce musí zajistit, aby se nevyskytovaly ani žádné oblasti rušivého stínu nebo nepříjemného oslnění, ani žádný nebezpečný stroboskopický jev způsobený osvětlením dodaným výrobcem... Vnitřní části, které vyžadují častou kontrolu a místa pro seřízení a údržbu, musí být vybaveny vhodným osvětlením.“

*Vyhláška MZd. ČR č. 135/2004 Sb.*

*Vyhláška, kterou se stanovují hygienické limity na koupaliště a sauny a hygienické limity písků v pískovištích venkovních hracích ploch*

Je poměrně důležitá, protože se zmiňuje o tom, že osvětlenost v bazénech se řídí technickými normami, konkrétně ČSN EN 12193. Tím se tato norma stává závaznou. Předepisuje i konkrétní hodnoty osvětlenosti pro sauny, požaduje nouzové osvětlení v některých prostorech.

*Nariženi vlády č. 101/2005 Sb.*

*Nariženi o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí*

I zde je několik zmínek o osvětlování. Poměrně specifické jsou požadavky pro průlezné nebo průchodné kanály, otvory a kolektory, v nichž je nutné provádět pravidelnou kontrolu, údržbu nebo opravy. Ty musí být větratelné, podle potřeby odvodněné a bezpečně přístupné, včetně zajištění dostatku prostoru pro práce v nich a potřebného osvětlení.

A následuje zmínka

Není-li denní osvětlení dostatečné, musí mít venkovní pracoviště po dobu, kdy se na něm zdržují zaměstnanci, zajištěno umělé osvětlení odpovídající intenzity.

K umělému osvětlení skladu smí být použito pouze pevně umístěné svítidlo v nevybušném provedení. Výrazně označený vypínač se umísťuje vně skladu.

*Vyhláška MZd. č. 410/2005 Sb.*

*Vyhláška o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých*

Předepisuje základní požadavky na osvětlení. Připouští použití sdruženého osvětlení v prostorech s krátkodobým pobytem. Pozornost věnuje osvětlování tabulí a zařízeními se zobrazovacími jednotkami (tedy především počítači). Zabývá se i definicí srovnávací roviny, či lépe řečeno, její výškou nad podlahou. Pozornost je věnována regulaci denního osvětlení.

Pozoruhodný je požadavek na umístění řad svítidel v učebnách rovnoběžně s okenní stěnou a nad levým okrajem lavic. Dodnes je k vidění chybné umístění svítidel, a to kolmo na okenní stěnu nebo nad lavicemi.

Důležitý je odkaz na technické normy. Nejen na normové hodnoty, ale i na normové požadavky. Tím se stávají závaznými normy ČSN 73 0580-1,2,3; ČSN 36 0020, ČSN EN 12464-1 a ČSN EN 12193.

*Zákon č. 472/2005 Sb.*

*Úplné znění zákona č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů*

Již pátá novela zákona 86/2002 Sb. o ovzduší pod číslem 472/2005 Sb.. Obsahuje definici „světelného znečištění“ a jediný odstavec týkající se nepříznivých účinků světla. V §50 odstavec (3) říká: „Obec může obecně závaznou vyhláškou regulovat promítání světelných reklam a efektů na oblohu.“ Může (nemusí) regulovat - nikoliv zakázat, jak bylo v předešlé verzi zákona. Nic víc v zákoně není, nic jiného předpisy nepožadují.

Ekologickým aspektům osvětlování bude v této příručce vymezeno dostatečné místo, protože je nanejvýš nutné uvést na pravou míru tvrzení, která šíří ekologičtí aktivisté a někteří „odborníci“ z řad pracovníků v osvětlování.

*Zákon č. 262/2006 Sb.*

*Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce, ve znění pozdějších předpisů*

I zde se objevuje, byť velmi skrovná, zmínka o osvětlení: „Zaměstnavatel je povinen zajistit, aby ... pracoviště byla osvětlena, pokud možno denním světlem, ...“

*Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.*

*Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci*

Předpis vymezuje pojem zrakové práce a stanovuje základní požadavky na osvětlení pracovišť. Zde je důležité, že se v nařízení praví, že je třeba dodržet normové hodnoty některých norem (ČSN EN 12665, ČSN EN 12464-1, ČSN EN 1838, ČSN 36 0020 a ČSN 73 0580). Protože nařízení je právní předpis, stávají se tím (alespoň normové hodnoty) závazné. Také je zde uvedeno, že osvětlení nesmí být příčinou oslňování. V předpisu je zavedeno i tzv. hygienické minimum pro pracoviště s trvalým pobytem, tedy  $\bar{E}_m = 200$  lx. Na pracovištích bez denního osvětlení přikazuje zvýšit udržovanou osvětlenost o jeden stupeň. Přitom zde není uvedeno žádné omezení, platí tedy pro libovolnou hodnotu (např. v normě pro sdružené osvětlení je navýšení o jeden stupeň omezeno osvětleností do 500 lx včetně). Z toho také plyne navýšení hygienického minima v prostorech bez denního světla na  $\bar{E}_m = 300$  lx.

*Zvláštní pozornost je věnována zobrazovacím jednotkám.*

Nařízení také předepisuje čištění osvětlovacích soustav (tedy i oken a jiných osvětlovacích otvorů). Také přikazuje zřízení nouzového osvětlení na pracovištích, a to včetně spojovacích cest, na kterých je zaměstnanec při výpadku umělého osvětlení vystaven ve zvýšené míře možnosti úrazu nebo jiného poškození zdraví.

**Tab 4.5 Přehled vybraných zákonů, vyhlášek a novel**

Označení předpisu	Název předpisu	Vydán (účinnost)
Zákon č. 40/1964 Sb.	Občanský zákoník, ve znění pozdějších předpisů	1964/4
Vyhláška MZd. č. 49/1993 Sb.	Vyhláška o technických a věcných požadavcích na vybavení zdravotnických zařízení, ve znění pozdějších předpisů	1992/12
Vyhláška MMR č. 137/1998 Sb.	Vyhláška o obecných technických požadavcích na výstavbu	1998/6
Zákon č. 258/2000 Sb.	Zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů ve znění pozdějších předpisů	2000/7
Nařízení vlády č.178/2001 Sb.	Nařízení, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci	2001/6
Nařízení vlády ČR č. 24/2003 Sb.	Nařízení, kterým se stanoví technické požadavky na strojní zařízení	2002/12
Vyhláška MZd. ČR č. 135/2004 Sb.	Vyhláška, kterou se stanovují hygienické limity na koupaliště a sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch	2004/3
Nařízení vlády č. 101/2005 Sb.	Nařízení o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí	2005/3
Vyhláška MZd. č. 410/2005 Sb.	Vyhláška o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých	2005/10
Zákon č. 472/2005 Sb.	Úplné znění zákona č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů	2005/12
Zákon č. 262/2006 Sb.	Zákoník práce, ve znění pozdějších předpisů	2006/4
Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.	Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci	2007/12

## 4.3 NÁRODNÍ NORMY, TECHNICKÉ NORMALIZAČNÍ INFORMACE A NORMY V NÁVRHOVÉM ŘÍZENÍ, NĚKTERÉ ZRUŠENÉ NORMY

### 4.3.1 NÁRODNÍ NORMY (PŘEVZATÉ, HARMONIZOVANÉ)

*ČSN EN 12193 (360454)*

*Světlo a osvětlení – Osvětlení sportovišť*

Norma řeší problematiku osvětlování sportovišť. Předepisuje požadavky na osvětlení, které zabezpečí dobré podmínky vidění pro sportovce, rozhodčí, diváky a pro přenos barevnou televizí. Stanoví doporučení a požadavky pro dobré osvětlení sportovišť optimalizací vnímání zrakové informace během sportovní činnosti, udržování úrovně zrakového výkonu, dosažení přijatelné zrakové pohody a omezení rušivého světla.

Norma stanoví osvětlení jak krytých, tak i otevřených sportovišť především pro sporty, které jsou v Evropě nejčastější. Stanoví hodnoty osvětlenosti pro návrh a kontrolu instalací osvětlení sportovišť. Předepisuje údaje osvětlenosti, rovnoměrnosti osvětlení, omezení oslnění a barevné vlastnosti světelných zdrojů. Všechny požadavky jsou stanoveny jako minimální, nelze je tedy nedodržet. Norma stanoví také metody měření zmíněných hodnot. Pro jednotlivé druhy sportů stanoví pozici svítidel tak, aby nedocházelo k oslnění, resp. aby se omezilo oslnění.

Je to zatím jedna za dvou norem, které se více zabývají rušivým světlem. Druhou normou, která se této problematice věnuje je norma ČSN EN 12464-2. Určité zmínky jsou i v souboru norem pro osvětlování komunikací, ČSN EN 13201-2 a také ve změně Z1 této normy.

*ČSN EN 12464-1 (360450)*

*Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 1: Vnitřní pracovní prostory*

Norma taxativně uvádí požadavky na osvětlení pro většinu prostorů, zrakových úkolů a činností ve vnitřních prostorech. Krom obecně platných požadavků jsou základní parametry uvedeny v rozsáhlých tabulkách – udržovaná osvětlenost, index oslnění, všeobecný index podání barev. Případné další požadavky jsou uváděny v poznámkách, to je především požadovaná teplota chromatičnosti světla použitých zdrojů. Oslnění se hodnotí metodou UGR podle publikace CIE 117/1995. Norma také požaduje, aby byly při výpočtech a měření udány přesnosti a tolerance světelně-technických parametrů osvětlovacích soustav. V důsledku toho se požaduje, aby výrobci světelných zdrojů a svítidel poskytovali potřebné údaje pro stanovení odpovídajících přesností a pro ověřování omezení oslnění.

*ČSN EN 12464-1 ZMĚNA Z1 (360450)*

*Národní příloha k normě ČSN EN 12464-1*

Jde o rozsáhlou národní přílohu, proto je jí zde věnována vyšší pozornost, než tomu bude u jiných změn či příloh.

Příloha vysvětluje a rozšiřuje některé údaje základního evropského textu o letité zvyklosti zavedené kdysi přelomovou ČSN 36 0450.

Zavádí některé parametry osvětlení, které evropská norma pomíjí, jako je například činitel podání tvaru. Rozsáhle se věnuje metodice stanovené udržovacího činitele, která je (dle mého názoru, i názoru TNK) lepší než metoda předkládaná Evropou.

*ČSN EN 12464-2 (360450)*

*Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 2: Venkovní pracovní prostory*

Norma shrnuje požadavky na osvětlení venkovních pracovních prostorů, které byly dříve uvedeny v několika českých (československých) technických normách. Požadavky na osvětlení

(osvětlenost, rovnoměrnost osvětlení, činitel oslnění a všeobecný index podání barev) pro řadu venkovních pracovišť jsou přehledně uvedeny v patnácti tabulkách. Některá z pracovišť jsou v našich podmínkách poněkud exotická, jako vrtné plošiny na moři.

V informativní příloze jsou uvedeny požadavky na osvětlení, které je provozováno z důvodů zajištění bezpečnosti provozu nebo jeho ostrahy.

#### *ČSN EN 12665 (360001)*

##### *Světlo a osvětlení – Základní termíny a kritéria pro stanovení požadavků na osvětlení*

Tato norma obsahuje základní termíny pro navrhování, výpočty a měření osvětlení vnitřních i venkovních prostorů. Jsou uvedeny jejich definice. Obsahuje i řady hodnot tzv. udržovaných osvětleností, jasů a odstupňování hodnocení oslnění ve vnitřních i venkovních prostorech. Norma požaduje, aby výsledky výpočtů i měření byly doplněny odhadem jejich přesnosti a tolerancí.

Osvětlení prostoru musí zajistit splnění podmínek pro bezpečnost a pohyb; dostatečné podmínky pro dosažení potřebného zrakového výkonu a vnímání barev a přijatelnou zrakovou pohodu pro uživatele prostoru.

Požadavky na osvětlení pro zrakovou pohodu uživatelů prostoru často přesahují požadavky na samotný zrakový výkon. Rovněž prostorová i časová proměnnost osvětlení může být pro zrakovou pohodu důležitá. Norma praví i to, že je žádoucí vzít v úvahu i energetické nároky osvětlení a náklady na údržbu osvětlovacích soustav.

#### *ČSN CEN/TR 13201-1 (360455)*

##### *Osvětlení pozemních komunikací – Část 1: Výběr tříd osvětlení*

Norma je návodem pro výběr tříd osvětlení na základě posouzení geometrického uspořádání, využití komunikace či prostranství, vlivu okolí a dalších parametrů. Především se výběr děje na základě hustoty provozu, četnost kritických míst (křižovatek), náročnosti orientace, pravděpodobnosti výskytu kriminality, převažujícího počasí apod. Také uvádí postup pro vymezení oblasti, v níž se požadavky na určité osvětlení uplatňují. V normě jsou i všeobecná doporučení související s nároky na barevné podání, optické vedení řidiče, osvětlení sousedních prostorů nebo pro použití alternativních a doplňkových tříd osvětlení.

#### *ČSN EN 13201-2 (360455)*

##### *Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky*

Norma definuje třídy osvětlení pro pozemní komunikace a veřejná prostranství s ohledem na zrakové potřeby uživatelů. Jsou zavedeny třídy osvětlení pro různé druhy dopravy, resp. druhu přesunu. Tedy pro motorizovanou, cyklistickou nebo pěší dopravu. Pro jednotlivé třídy předepisuje pro ni vhodné parametry osvětlení a jejich hodnoty. Např. jas komunikace, celkovou a podélnou rovnoměrnost osvětlení, míru oslnění, ale také osvětlenost bezprostředního okolí vozovky – tzv. osvětlení okolí. Pro prostory spíše společenského charakteru (pěší zóny, nákupní centra, parky) předepisuje některé méně obvyklé parametry jako je svislá, poloválcová nebo polokulová osvětlenost.

Pozornost je věnována problematice osvětlování přechodů pro chodce. Je to však učiněno velice stručně a vágně.

Norma se věnuje také problematice rušivého světla. Zavádí třídy osvětlenosti a pro ně přípustné svítivosti v určitých směrech. Dále zavádí i třídy činitele oslnění. Obojí je však řešeno nedůsledně.

### *ČSN EN 13201-2 ZMĚNA Z1 (360455)*

#### *Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky; Změna 1*

Zabývá se osvětlením přechodů pro chodce. Poněkud nešťastně ponechává rozhodnutí o kvalitativních požadavcích na správci veřejného osvětlení, což nemusí být vždy osoba(y) s dostatečnou odborností. Určitým přínosem však je, že požaduje umístění svítidel doložit výpočtem.

Zavádí také adaptační pásma a kritérium pro volbu udržovacího činitele. Poněkud archaicky je uveden soubor obrázků o tom, jak umístit svítidla v zatáčkách či na křižovatkách. Naopak vůbec neřeší kruhové objezdy.

Podrobně se zabývá i spínáním veřejného osvětlení v závislosti na denní době.

### *ČSN EN 13201-3 (360455)*

#### *Osvětlení pozemních komunikací – Část 3: Výpočet*

Norma předepisuje způsob výpočtu jednotlivých parametrů osvětlovacích soustav. Tím direktivně určuje postupy jejich stanovení, což by mělo být zárukou, že výsledky různých výpočetních programů se budou shodovat. Na druhou stranu však neumožňuje použití jiných výpočetních algoritmů, které by mohly být rychlejší nebo přesnější. Podobně postupovala, dnes již neplatná, norma ČSN 36 0450 při výpočtech vnitřního osvětlení. Ta však připouštěla libovolné výpočetní postupy, avšak metody v normě uvedené se používali jako vztažné v případě nějakého sporu.

K normě byla vydána Oprava 1 s platností k 2007/6 a změna Z1 platí od 2005/4.

### *ČSN EN 13201-4 (360455)*

#### *Osvětlení pozemních komunikací – Část 4: Metody měření*

Norma předepisuje způsoby fotometrických měření osvětlovacích soustav pozemních komunikací. Též přináší doporučení pro používání a výběr měřících přístrojů, tedy jasoměru a luxmetrů. Stanoví pozici pro měření, která je samozřejmě shodná s pozicemi pro výpočetní návrh. Popsané metodiky platí pro stanovení parametrů osvětlení. Pokud je účelem měření jiný důvod, jako třeba zjištění světelných parametrů osvětlovací soustavy, pak se samozřejmě normový postup nemusí dodržovat.

Norma uvádí i vlivy, které mohou způsobit nepřesnosti měření a přináší návod jak zmíněné nepřesnosti minimalizovat.

K normě byla vydána změna Z1 platí od 2007/4.

### *ČSN EN 1837 (360453)*

#### *Bezpečnost strojních zařízení – Integrované osvětlení strojů*

Norma, která není příliš zajímavá z pohledu této příručky. Uvádím ji pouze pro určitou úplnost.

Norma určuje parametry integrovaných osvětlovacích souprav konstruovaných pro zajištění osvětlení uvnitř a (nebo) na povrchu stacionárních i mobilních strojů tak, aby bylo zajištěno bezpečné používání strojů a účinné provedení úkolů vyžadujících zrakovou práci.

### *ČSN EN 1838 (360453)*

#### *Světlo a osvětlení – Nouzové osvětlení*

Předpis stanovuje požadavky na osvětlovací soustavy nouzového osvětlení instalované v budovách nebo v místech, kde jsou takové soustavy požadovány. To znamená, že jde především o místa přístupná veřejnosti nebo zaměstnancům. Norma pokládá za nouzové osvětlení osvětlovací soustavu určenou k použití při selhání napájení normálního osvětlení.



### *ČSN EN 13032-1 (360456)*

#### *Světlo a osvětlení – Měření a uvádění fotometrických dat světelných zdrojů a svítidel – Část 1: Měření a formát datových údajů*

I tuto normu uvádím pro úplnost. Z hlediska projektování osvětlovacích soustav má význam takový, že utváří představu jaké parametry svítidel či světelných zdrojů by měl mít projektant od výrobce k dispozici.

Norma stanovuje obecné zásady měření základních fotometrických údajů u svítidel a světelných zdrojů. Zavádí souřadnicové systémy pro měření světelně technických veličin světelných zdrojů a svítidel. Stanovuje požadavky na měřicí laboratoř a na provozní podmínky světelných zdrojů při jejich měření. Popisuje měřicí přístroje pro fotometrická měření, uvádí požadované charakteristiky přístrojů, jejich maximální odchylky, způsob jejich vyjádření a stanovení. Norma zavádí nový formát souboru údajů CEN.

### *ČSN EN 13032-2 (360456)*

#### *Světlo a osvětlení – Měření a uvádění fotometrických dat světelných zdrojů a svítidel – Část 2: Způsob uvádění údajů pro vnitřní a venkovní prostory*

Jako předešlá norma má z pohledu instalací význam orientační. Norma uvádí údaje, které se mají uvádět u světelných zdrojů a svítidel určených pro osvětlení vnitřních nebo venkovních pracovních prostorů. V normě jsou popsány dvě skupiny údajů: základní a doplňkové. Pokud jsou některé z údajů pro konkrétní svítidlo nebo světelný zdroj uvedeny, měly by odpovídat této normě. V informativní A příloze je uveden postup výpočtu tabulek činitele využití. K normě byla vydána Oprava s platností 2007/7-

### *ČSN EN 13032-3 (360456)*

#### *Světlo a osvětlení – Měření a uvádění fotometrických údajů světelných zdrojů a svítidel – Část 3: Způsob uvádění údajů pro nouzové osvětlení pracovních prostorů.*

Poslední z „informativních“ norem popisuje, podobně jako díl 2 normy, parametry, které se mají uvádět u světelných zdrojů a svítidel určených pro nouzové osvětlení pracovních prostorů.

## **4.3.2 TECHNICKÉ NORMALIZAČNÍ INFORMACE**

### *TNI 36 0450*

#### *Rušivé oslnění při osvětlení vnitřních prostorů*

Technická normalizační informace je nezbytným dodatkem normy ČSN EN 12464-1 z pohledu hodnocení oslnění. Jedná se o překlad technické zprávy CIE 117:1995, na kterou se ČSN EN 12464-1 v normativních odkazech odvolává. V TNI je uveden jednotný vzorec na výpočet oslnění UGR odvozený z existujících systémů činitelů oslnění. Ve svých přílohách poskytuje návod na sestavení a následné praktické využití tabulek a grafů potřebných pro manuální aplikaci systému.

### *TNI 36 0451*

#### *Údržba vnitřních osvětlovacích soustav*

V této TNI jsou popsány parametry ovlivňující proces stárnutí a je zde uveden postup umožňující kvalifikovaně odhadnout velikost udržovacího činitele osvětlovacích soustav pro vnitřní prostory. Jsou v ní uvedeny potřebné informace pro výběr zařízení a stanovení ekonomických intervalů údržby. TNI uvádí také přehled technických prostředků vhodných pro údržbu osvětlovacích soustav. Jsou zde uvedeny některé příklady parametrů. Ovšem je

zdůrazněno, že je nejvhodnější se obrátit přímo na výrobce svítidel nebo světelných zdrojů, kteří mohou poskytnout přesnější údaje. Jde o překlad publikace CIE 97:1992.

### 4.3.3 NÁRODNÍ NORMY ČSN

#### *ČSN 36 0010*

##### *Měření světla. Kmenová norma*

Norma platí pro vizuální (subjektivní) i fyzikální (objektivní) měření světelně technických veličin. Stanoví základní směrnice pro měření, uvádí přehled měřicích metod, obecné požadavky na světelné normály a fotometrické i elektrické měřicí přístroje.

Ustanovení normy je nutno respektovat při technických i laboratorních měřeních světla. Norma stanoví základní pravidla pro měření, definuje světelné etalony, fotometrické přístroje a stanoví měřicí metody. Specifikuje i vybavení fotometrických laboratoří. Součástí normy je i Změna Z1 z 1996/9.

#### *ČSN 36 0011-1*

##### *Měření osvětlení vnitřních prostorů – Část 1: Základní ustanovení*

Jak název napovídá, norma se týká měření osvětlení ve vnitřních prostorech. Definuje rozsah použití normy, stanoví požadavky na přístroje a základní technické požadavky na měření. Podle normy se stanovují umístění kontrolních bodů pro měření jednotlivých veličin. Norma podává i návod na přípravu měření i základní postupy. Uvádí také pravidla pro vyhodnocení měření i obecný postup odhadu nejistot měření. Závěrem je uveden seznam požadavků na protokol z měření.

#### *ČSN 36 0011-2*

##### *Měření osvětlení vnitřních prostorů – Část 2: Měření denního osvětlení*

Norma navazující na ČSN 36 0011 -1. Specifikuje podobnou problematiku, ovšem s důrazem na měření denního osvětlení.

#### *ČSN 36 0011-3*

##### *Měření osvětlení vnitřních prostorů – Část 3: Měření umělého osvětlení*

Norma se dotýká měření osvětlení ve vnitřních prostorech a navazuje na normu ČSN 36 0011 -1.

#### *ČSN 36 0020*

##### *Sdružené osvětlení*

Norma platí pro sdružené osvětlení vnitřních pracovních prostorů s trvalým pobytem osob. V ostatních případech se doporučuje k ní přihlídnout v přiměřené míře.

Sdruženým osvětlením se rozumí současné využití denního a umělého světla. Tedy přisvětlování umělým světlem v denní dobu v případech, kdy je přirozené osvětlení nedostatečné pro nějakou zřakovou práci. Používá se společně s ČSN EN 12464-1 a ČSN 73 0580-1, které obsahují podrobnější ustanovení o obou složkách sdruženého osvětlení.

#### *ČSN 36 0050-1*

##### *Osvětlení v podzemí dolů. Světelně technické základy navrhování. Část 1: Všeobecné požadavky*

První z třídílné normy uvádí všeobecné požadavky pro navrhování (stacionárního) osvětlení zařízení v podzemí dolů. Popisuje případné zvláštní požadavky různých provozních oblastí a dokládá je příklady.

### *ČSN 36 0050-2*

*Osvětlení v podzemí dolů. Světelně technické základy navrhování. Část 2: Poruby se štítovou výztuží*

Druhá část určuje světelně technické zásady pro navrhování stálých osvětlovacích zařízení v porubech se štítovou výztuží nebo podpěrnou výztuží v mechanickém uhelném dobývání.

### *ČSN 36 0050-3*

*Osvětlení v podzemí dolů. Světelně technické základy navrhování. Část 3: Oblast přechodu porub/chodba*

Třetí část normy se zabývá přechodem porub/chodba. Zvláštní důraz je kladen na ergonomii osvětlení. Stanoví i požadavky na svítivost a uspořádání svítidel.

### *ČSN 73 4301*

*Obytné budovy*

Jde o stavbařskou normu, která se však nemůže vyhnout problematice osvětlování. S instalacemi však příliš nesouvisí, protože se zabývá především prosluněním obytných místností. Pokud jde o umělé nebo sdružené osvětlení, pak se odkazuje na odpovídající normy. Uvádím ji zde pro úplnost.

K normě byla vydána Změna Z1 2005/8 která se týká především začlenění požadavků na umělé osvětlení v návaznosti na ČSN EN 12464-1. Touto změnou se nahrazuje ČSN 36 0452 Umělé osvětlení obytných budov z 1986-01-10.

### *ČSN 73 0580-1*

*Denní osvětlení budov – Část 1: Základní požadavky*

Opět „stavbařská“ norma, tentokrát se zabývající čistě denním osvětlením. Stanoví základní kritéria pro hodnocení denního světla v budovách, stanoví limity těchto kritérií a stanoví ostatní podmínky pro užívání denního světla při návrhu a užívání budov z hlediska denního osvětlení. Uvádím, stejně jako následující normy, jen pro úplnost seznamu.

### *ČSN 73 0580-2*

*Denní osvětlení budov – Část 2: Denní osvětlení obytných budov*

Navazuje na předešlou. Z pohledu denního osvětlení stanoví konkrétní podmínky pro návrh obytných budov.

### *ČSN 73 0580-3*

*Denní osvětlení budov – Část 3: Denní osvětlení škol*

Navazuje na první díl, tedy ČSN 73 0580-1. Zaměřená je samozřejmě na školní objekty. K normě

### *ČSN 730580-4*

*Denní osvětlení budov – Část 4: Denní osvětlení průmyslových budov*

Poslední z řady ČSN 73 0580-x, která se věnuje problematice denního osvětlení v průmyslových budovách. K normě byly vydány Změna 1 platná od 1997/1 a Změna 2 platná od 1999/11.

### *ČSN EN 15193*

*Energetická náročnost budov – Energetické požadavky na osvětlení*

Jde o velice rozsáhlou normu, která se zabývá stanovením energetických požadavků na osvětlení v budovách. Je vodítkem pro zavedení národních limitů spotřeby energie pro osvětlení odvozených z referenčních schémat. Požadavky této normy vycházejí ze směrnice

EC pro spotřebu energie v budovách č. 2002/91/EC. Vychází z důležitého předpokladu, že navržená a instalovaná soustava osvětlení bude odpovídat požadavkům na dobré osvětlení.

Pro řešení instalací je důležitý požadavek na oddělené měření odběru elektřiny pro umělé osvětlení, aby toto mohlo být hodnoceno a dalo podklad pro správnou zpětnou vazbu na účinnost osvětlovacích soustav a jejich ovládání. U nových projektů, a tedy i při rekonstrukcích elektrických rozvodů v budovách, se automaticky předpokládá plné využití platných ČSN.

Číselné hodnoty uvedené v normě nebo získané popsány metodami mohou sloužit pouze pro posouzení energetické náročnosti jednotlivých budov a pro jejich vzájemné srovnání z hlediska energetické náročnosti. V žádném případě není přípustné tyto hodnoty používat pro návrh osvětlovací soustavy.

#### *ČSN 73 6110*

##### *Projektování místních komunikací*

Opět „stavařská“ norma, která se zabývá zásadami a principy projektování místních komunikací. Věnuje se řešení jednotlivých součástí komunikace včetně přechodů pro chodce. Je v ní též zmínka o osvětlování.

#### *ČSN 01 1718*

##### *Měření barev*

Platí pro měření barev, tj. jejich chromatičnosti a kolority, a pro jejich číselné vyjadřování v některé z kolorimetrických soustav. Obsahuje základní ustanovení o měření barvy prvotních i druhotných světelných zdrojů a způsoby číselného vyjádření, požadavky na měřicí přístroje i na podmínky měření.

#### *ČSN 01 2725*

##### *Směrnice pro barevnou úpravu pracovního prostředí*

Jedna z nejstarších norem. Obsahuje pokyny pro barevnou úpravu pracovního prostředí, základy pro volbu barev a příklady použití barev zejména v průmyslové výrobě. Norma definuje barvu z hlediska psychologického, fyzikálního (ještě se psalo fyzika), z hlediska technologie. Dočkala se dvou změn v roce 1963/10 a 1969/1

#### *ČSN IEC 50(845)*

##### *Mezinárodní elektrotechnický slovník. Kapitola 845: Osvětlení*

Rozsáhlá norma, kterou lze využít jako multijazyčný slovník z oboru osvětlování. Česky je uvedeno názvosloví, kterým je definováno více než 900 hesel. Zavádí termíny a definice v češtině (a angličtině) a v dalších devíti jazycích. Norma o 325 stranách je doplněna jednostránkovou změnou Z1 2000/10.

### **4.3.4 NORMY V NÁVRHOVÉM ŘÍZENÍ**

Jedná se, v době psaní tohoto textu, o jednu normu související s osvětlováním. Navíc jde o normu nesouvisející s instalacemi, protože se zabývá osluněním. Uvádím ji proto, aby byl přehled norem ucelený.

#### *ČSN 73 0581*

##### *Metoda stanovení hodnot oslunění budova venkovních prostor*

Účelem normy je sjednotit postup výpočtu polohy slunce na obloze a výpočtu doby oslunění a doporučit způsoby zobrazení polohy slunce a jeho zdánlivé dráhy na obloze

#### 4.3.5 NĚKTERÉ ZRUŠENÉ NORMY ČSN

V následujícím textu budou uvedeny některé ze zrušených norem ČSN. Důvodů je hned několik. Především abych vyloučil případné nejistoty, zda ta nebo ona norma je ještě platná. Často lze na ně nalézt v literatuře odkaz – proto uvádím velice stručnou anotaci, aby čtenář získal alespoň základní povědomí o jejich obsahu. A také proto, že některé normy zrušené bez náhrady, nebo nahrazeny pouze obecně, by si podle mého názoru zasloužily aktualizaci.

##### *ČSN 36 0000*

###### *Světelně technické názvosloví*

Základní norma, světelně technický slovník – byla nahrazena ČSN IEC 50(845).

##### *ČSN 36 0004*

###### *Umělé světlo a osvětlování. Všeobecná ustanovení*

Řešila základy vidění především z fyziologického hlediska. Byla základem pro tvorbu dalších předpisů. Do jisté míry je nahrazena ČSN EN 12665 (360001) a ČSN IEC 50(845).

##### *ČSN 36 0008*

###### *Oslnění, jeho hodnocení a zábrana*

Jedna z pozoruhodných norem. Řešila otázku oslnění. Jde o výjimečné dílo nestora naší světelné techniky Jaroslava Netušila. Do určité míry je nahrazena ČSN EN 12464-1 a TNI 36 0450

##### *ČSN 36 0014*

###### *Měření denního osvětlení*

Jak název napovídá, zabývala se způsoby měření denního osvětlení. Nahrazuje ji druhý díl souboru norem ČSN 36 0011-2.

##### *ČSN 36 0015*

###### *Měření umělého osvětlení*

Jako předešlá. Avšak v oblasti umělého osvětlení. Nahrazuje ji třetí ze souboru norem ČSN 36 0011-3.

##### *ČSN 36 0035*

###### *Denní osvětlení budov*

Norma stejného zaměření jako její náhrady, tj. normy ČSN 73 0580-1 a ČSN 73 0580-2.

##### *ČSN 36 0041*

###### *Denní osvětlení škol*

Norma řešila denní osvětlení škol. Je nahrazena ČSN 73 0580-3.

##### *ČSN 36 0042*

###### *Osvětlování škol umělým světlem*

Norma řešila osvětlení školních prostorů. Není za ni přímá náhrada, je řešena všeobecnou ČSN EN 12464-1, konkrétně tabulkou 5.6, případně dalšími normami podle konkrétní úlohy, jako je např. ČSN EN 12193.

### ČSN 36 0046

#### *Umělé osvětlování v průmyslových závodech*

Dalo by se říci, že šlo o „kultovní“ normu. Dodnes přežívají některé návyky, jako je umístění srovnávací roviny ve výšce 85 cm nad podlahou. Což je ve většině případů jinde než se vykonává zraková práce (např. klávesnice na které právě píšete je ve výšce 74 cm). Norma byla nahrazena dnes rovněž již neplatnou ČSN 36 0451. V současné době je problematika řešena v ČSN EN 12464-1.

### ČSN 36 0050

#### *Osvětlování hlubinných dolů*

Norma řešila velmi speciální problematiku osvětlování. V současnosti je nahrazena souborem ČSN 36 0050-1 až 3.

### ČSN 36 0051

#### *Osvětlování povrchových dolů pro těžbu nerostných surovin*

Obdoba předešlé, pouze se zabývala povrchovou variantou. Je nahrazena normou ČSN EN 12464-2. Která však řeší tuto problematiku pouze obecně. Jen obtížně lze aplikovat na povrchové doly pravidla platná pro těžbu na mořských plošinách.

### ČSN 36 0061

#### *Osvětlování železničních prostranství*

Železnice měly do nedávné doby status téměř vojenský. Proto měla i vlastní normu. V současné době se ministerstvo dopravy vzdalo této výjimečnosti a přistoupilo na náhradu prostřednictvím ČSN EN 12464-2.

### ČSN 36 0081

#### *Osvětlování kulturních domů umělým světlem*

Norma řešila „společenské“ osvětlování vnitřních i venkovních prostorů někdejších kulturních domů (nynější arény ☺). Přímá náhrada neexistuje, ale jako ve většině případů je možné použít normu ČSN EN 12464-1 – podrobnosti jsou uvedeny v tabulce 5.5 – veřejné prostory a 5.1 – komunikační zóny a společné prostory v budovách. Venkovní prostory řeší soubor norem ČSN CEN/TR 13201-1 a ČSN EN 13201-2 až 4.

### ČSN 36 0082

#### *Umělé osvětlování ve zdravotnických zařízeních*

Opět norma, která je v současnosti nahrazena obecnými ustanoveními předpisu ČSN EN 12464-1. Přehledně jsou požadavky uvedeny v tabulce 5.7 – zdravotnická zařízení.

### ČSN 36 0088

#### *Osvětlování v zemědělských závodech*

Norma byla zrušena, aniž by byla problematika osvětlení v zemědělství dostatečně ošetřena jinými předpisy. To se týká vnitřních pracovišť, která lze řešit pouze na základě obecných ustanovení ČSN EN 12464-1. Venkovní pracoviště jsou řešena ČSN EN 12464-2 – tabulkou 5.5.

### ČSN 36 0400

#### *Veřejné osvětlení*

To byla tzv. kmenová norma v oblasti veřejného osvětlení. Navazovaly na ni, dnes již rovněž neplatné, speciální normy. Tato norma i jí podřízené jsou nahrazeny souborem norem ČSN CEN/TR 13201-1 a ČSN EN 13201-2 až 4.

### *ČSN 36 0410*

#### *Osvětlení místních komunikací*

Platila společně s předešlou pro osvětlování místních komunikací a veřejných prostranství měst a obcí. Je nahrazena souborem norem ČSN CEN/TR 13201-1 a ČSN EN 13201-2 až 4.

### *ČSN 36 0411*

#### *Osvětlení silnic a dálnic*

Platila společně s předešlou pro osvětlování dopravně důležitých úseků silnic a dálnic. Je nahrazena souborem norem ČSN CEN/TR 13201-1 a ČSN EN 13201-2 až 4.

### *ČSN 36 0450*

#### *Umělé osvětlení vnitřních prostorů*

Norma byla ve své době na světové úrovni. O tom svědčí například to, že současné evropské normy opustily „západní“ definici osvětlení pracovní plochy. U nás byla vždy definována „místně průměrná a časově minimální“ hodnota. Ve světě průměrná i „časově“ – tzv. střední osvětlenost. Platilo, že osvětlenost nesmí být vyšší než 1,25 násobek střední osvětlenosti a nižší než 0,8 násobek. Pokud tedy norma předepisovala střední hodnotu 200 lx, pak to znamenalo, že v „novém“ stavu (dnes bychom řekli pro udržovací činitel 1) nesměla být osvětlenost vyšší jak 250 lx. A nesměla nikdy poklesnout pod 160 lx (mimořádně to byla u nás někdejší hodnota hygienického minima – časově minimálního). Současné evropské normy zavedly „udržovanou osvětlenost“, což je „naše“ osvětlenost „místně průměrná a časově minimální“.

O kvalitách normy svědčí i to, že její obsah je z valné části převzat do národní změny normy ČSN EN 12464-1 ZMĚNA Z1.

Norma je nahrazena řadou norem - ČSN 36 0011-3, ČSN EN 1838 a ČSN EN 12464-1.

### *ČSN 36 0451*

#### *Umělé osvětlení průmyslových prostorů*

Navazovala na kmenovou normu ČSN 36 0450, když nahradila ČSN 36 0046. Nahrazena je ČSN EN 1838 a ČSN EN 12464-1.

### *ČSN 36 0452*

#### *Umělé osvětlení obytných budov*

Také navazovala na kmenovou normu ČSN 36 0450. Nahrazena je ČSN EN 1838 a ČSN EN 12464-1 a ČSN 73 4301.

#### *Tabulkové přehledy*

V další předpisy uvádím pouze jako seznam v tabulkovém přehledu, případně bude tento seznam v dalších částech doplňován v souvislosti s probíranou tematikou.

**Tab. 4.6 Přehled harmonizovaných ČSN EN**

Označení normy	Název normy	Účinnost
ČSN EN 12193 (360454)	Světlo a osvětlení – Osvětlení sportovišť	2008/9
ČSN EN 12464-1 (360450)	Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 1: Vnitřní pracovní prostory	2004/4
ČSN EN 12464-1 ZMĚNA Z1 (360450)	Národní příloha k normě ČSN EN 12464-1	2005/11
ČSN EN 12464-2 (360450)	Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 2: Venkovní pracovní prostory	2008/8
ČSN EN 12665 (360001)	Světlo a osvětlení – Základní termíny a kritéria pro stanovení požadavků na osvětlení	2003/5
ČSN CEN/TR 13201-1 (360455)	Osvětlení pozemních komunikací – Část 1: Výběr tříd osvětlení	2007/4
ČSN EN 13201-2 (360455)	Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky	2005/6
ČSN EN 13201-2 ZMĚNA Z1 (360455)	Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky; Změna 1	2007/4
ČSN EN 13201-3 (360455)	Osvětlení pozemních komunikací – Část 3: Výpočet	2005/6
ČSN EN 13201-3 (360455) Oprava 1	Oprava 1	2007/6
ČSN EN 13201-3 (360455) Změna Z1	Změna Z1	2007/4
ČSN EN 13201-4 (360455)	Osvětlení pozemních komunikací – Část 4: Metody měření	2005/6
ČSN EN 13201-4 (360455) Změna Z1	Změna Z1	2007/4
ČSN EN 1837 (360453)	Bezpečnost strojních zařízení – Integrované osvětlení strojů	2000/4
ČSN EN 1838 (360453)	Světlo a osvětlení – Nouzové osvětlení	2000/10
ČSN EN 13032-1 (360456)	Světlo a osvětlení – Měření a uvádění fotometrických dat světelných zdrojů a svítidel – Část 1: Měření a formát datových údajů	2005/9
ČSN EN 13032-2 (360456)	Světlo a osvětlení – Měření a uvádění fotometrických dat světelných zdrojů a svítidel – Část 2: Způsob uvádění údajů pro vnitřní a venkovní prostory	2005/10
ČSN EN 13032-2 (360456) Oprava 1	Oprava 1	2007/7
ČSN EN 13032-3 (360456)	Světlo a osvětlení - Měření a uvádění fotometrických údajů světelných zdrojů a svítidel - Část 3: Způsob uvádění údajů pro nouzové osvětlení pracovních prostorů	2008/7
ČSN EN 15193	Energetická náročnost budov – Energetické požadavky na osvětlení	2008/7

**Tab. 4.7 Technické normalizační informace**

Označení normy	Název normy	Účinnost
TNI 36 0450	Rušivé oslnění při osvětlení vnitřních prostorů	2004/5
TNI 36 0451	Údržba vnitřních osvětlovacích soustav	2006/7



**Tab. 4.8 Národní normy ČSN**

Označení normy	Název normy	Účinnost
ČSN 36 0010	Měření světla. Kmenová norma	1965/10
ČSN 36 0010 Změna Z1	Změna Z1	1996/9
ČSN 36 0011-1	Měření osvětlení vnitřních prostorů – Část 1: Základní ustanovení	2006/4
ČSN 36 0011-2	Měření osvětlení vnitřních prostorů – Část 2: Měření denního osvětlení	2006/4
ČSN 36 0011-3	Měření osvětlení vnitřních prostorů – Část 3: Měření umělého osvětlení	2006/4
ČSN 36 0020	Sdružené osvětlení	2007/3
ČSN 36 0050-1	Osvětlení v podzemí dolů. Světelně technické základy navrhování. Část 1: Všeobecné požadavky	1996/8
ČSN 36 0050-2	Osvětlení v podzemí dolů. Světelně technické základy navrhování. Část 2: Poruby se štítovou výztuží	1996/8
ČSN 36 0050-3	Osvětlení v podzemí dolů. Světelně technické základy navrhování. Část 3: Oblast přechodu porub/chodba	1996/8
ČSN 73 4301	Obytné budovy	2004/6
ČSN 73 4301 Změna Z1	Změna Z1	2005/8
ČSN 73 0580-1	Denní osvětlení budov – Část 1: Základní požadavky	2007/7
ČSN 73 0580-2	Denní osvětlení budov – Část 2: Denní osvětlení obytných budov	2007/7
ČSN 73 0580-3	Denní osvětlení budov – Část 3: Denní osvětlení škol	1994/10
ČSN 73 0580-3 Změna Z1	Změna Z1	1997/1
ČSN 73 0580-3 Změna Z2	Změna Z2	1999/11
ČSN 730580-4	Denní osvětlení budov – Část 4: Denní osvětlení průmyslových budov	1994/10
ČSN 730580-4 Změna Z1	Změna Z1	1997/1
ČSN 730580-4 Změna Z2	Změna Z2	1999/11
ČSN 73 4301	Obytné budovy	2004/7
ČSN 73 6110	Projektování místních komunikací	2006/2
ČSN 01 1718	Měření barev	1992/1
ČSN 01 2725	Směrnice pro barevnou úpravu pracovního prostředí	1960/1
ČSN 01 2725 Změna a	Změna a	1963/10
ČSN 01 2725 Změna b	Změna b	1969/1
ČSN IEC 50(845)	Mezinárodní elektrotechnický slovník. Kapitola 845: Osvětlení	1996/6
ČSN IEC 50(845) Změna Z1	Změna Z1	2000/10

**Tab. 4.9 Normy v návrhovém řízení**

Označení normy	Název normy	Návrh
ČSN 73 0581	Metoda stanovení hodnot oslunění budova venkovních prostor	2009?

**Tab. 4.10 Některé zrušené normy ČSN**

Označení normy	Název normy	Zrušena
ČSN 36 0000	Světelně technické názvosloví	1996/6
ČSN 36 0004	Umělé světlo a osvětlování. Všeobecná ustanovení	12/2001
ČSN 36 0008	Oslnění, jeho hodnocení a zábrana	2004/4
ČSN 36 0014	Měření denního osvětlení	1996/1
ČSN 36 0015	Měření umělého osvětlení	1996/9
ČSN 36 0035	Denní osvětlení budov	1987/7
ČSN 36 0041	Denní osvětlení škol	1999/4
ČSN 36 0042	Osvětlování škol umělým světlem	2001/1
ČSN 36 0046	Umělé osvětlování v průmyslových závodech	1987/1
ČSN 36 0050	Osvětlování hlubinných dolů	1996/8
ČSN 36 0051	Osvětlování povrchových dolů pro těžbu nerostných surovin	2008/8
ČSN 36 0061	Osvětlování železničních prostranství	2008/8
ČSN 36 0081	Osvětlování kulturních domů umělým světlem	2001/11
ČSN 36 0082	Umělé osvětlování ve zdravotnických zařízeních	2001/1
ČSN 36 0088	Osvětlování v zemědělských závodech	2004/4
ČSN 36 0400	Veřejné osvětlení	2007/4
ČSN 36 0410	Osvětlení místních komunikací	2007/4
ČSN 36 0411	Osvětlení silnic a dálnic	2007/4
ČSN 36 0450	Umělé osvětlení vnitřních prostorů	2004/4
ČSN 36 0451	Umělé osvětlení průmyslových prostorů	2004/4
ČSN 36 0452	Umělé osvětlení obytných budov	2005/8

## 4.4 PUBLIKACE CIE

Publikací CIE – tedy mezinárodní komise pro osvětlování, existuje nemalý počet. Mnohé z nich jsou citovány v normativních předpisech nebo jsou dokonce na normy povýšeny. U nás je například TNI 36 0450 překladem technické zprávy CIE 117:1995, tato zpráva je zmíněna i v ČSN EN 12464-1. Publikace CIE 97:1992 je zase převzata jako TNI 36 0451.

Jen seznam těchto publikací by zabral několik stran. V této příručce budou připomenuty v případě, kdy budou souviset s řešenou problematikou.

#### 4.4.1 TÉMATICKÝ SEZNAM PUBLIKACÍ CIE TÝKAJÍCÍ SE VENKOVNÍHO OSVĚTLENÍ

Tab. 4.11 Tématický seznam publikací CIE

Číslo	Název
<i>Obecná témata týkající se venkovního osvětlení</i>	
081-1989	Mesopic Photometry: History, Special Problems and Practical Solutions
191-2010	Recommended System for Mesopic Photometry based on Visual Performance
112-1994	Glare Evaluation System for Use within Outdoor Sports and Area Lighting
154-2003	Maintenance of Outdoor Lighting Systems
001-1980	Guide Lines for Minimizing Urban Sky Glow Near Astronomical Observatories (Joint Publication IAU/CIE)
126-1997	Guidelines for Minimizing Sky Glow
150-2003	Guide on the Limitation of the Effects of Obtrusive Light from Outdoor Lighting Installations
<i>Pozemní komunikace mimo veřejná prostranství</i>	
034-1977	Road Lighting Lantern and Installation Data: Photometrics, Classification and Performance
115-2010	Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic (2nd edition)
136-200	Guide to the Lighting of Urban Areas
<i>Architektonické osvětlení</i>	
043-1979	Photometry of Floodlights
094-1993	Guide for Floodlighting
<i>Venkovní pracovní prostory</i>	
128-1998	Guide to the Lighting for Open-Cast Mines
129-1998	Guide for Lighting Exterior Work Areas
<i>Venkovní sportoviště</i>	
042-1978	Lighting for Tennis
045-1979	Lighting for Ice Sports
057-1983	Lighting for Football
067-1986	Guide for the Photometric Specification and Measurement of Sports Lighting Installations
083-1989	Guide for the Lighting of Sports Events for Colour Television and Film Systems
169-2005	Practical Design Guidelines for the Lighting of Sport Events for Colour Television and Filming

#### 4.4.2 PODROBNĚJŠÍ ROZBOR VYBRANÝCH PUBLIKACÍ, ZPRÁV A DOPORUČENÍ CIE TÝKAJÍCÍ SE PROBLEMATIKY VENKOVNÍHO OSVĚTLENÍ

01-1980: *Směrnice pro snížení záře oblohy v blízkosti astronomických observatoří, způsobené městskými oblastmi (společná publikace CIE a IAU)  
Guide Lines for Minimizing Urban Sky Glow Near Astronomical Observatories (Joint Publication IAU/CIE).*

Zvětšování úrovně venkovního osvětlení v městských oblastech ovlivňuje úroveň záře oblohy, která vážně ohrožuje pozorování v astronomických observatořích, a to i případech, kdy jsou tyto observatoře od velkých měst záměrně umístěny ve vzdálenostech větších než 100 km. Mezinárodní astronomická unie (IAU) ve spolupráci s CIE připravily směrnici, která má sloužit pro společný postup při odstraňování zhoršených astronomických podmínek

v blízkosti měst. Publikace popisuje problém a jeho řešení a poskytuje základ pro vzájemné pochopení, spolupráci a společné postupy astronomů, světelných techniků a veřejných institucí. Zpráva vysvětluje vliv záře oblohy vyvolané činností člověka, velikost záře v blízkosti observatoří způsobené umělým osvětlením, úroveň záře oblohy, která by neměla být překročena a uvádí postup, jak by mohla být záře oblohy omezena dobře řešeným osvětlením a předpisy. Publikace má 24 stran a 2 obrázky.

34-1977: *Údaje o svítidlech a osvětlovacích soustavách pro osvětlení pozemních komunikací: Fotometrie, klasifikace, parametry*  
*Road Lighting Lantern and Installation Data: Photometrics, Classification and Performance*

Tato technická zpráva doplňuje publikaci CIE 12.2 – 1977 Doporučení pro osvětlení pozemních komunikací pro motorová vozidla (Recommendation for the Lighting of Roads for Motorized Traffic). Týká se údajů, které se používají při odhadu parametrů osvětlovací soustavy, popsaném v publikaci CIE 30.2-1982 Výpočet a měření jasu a osvětlenosti při osvětlování pozemních komunikací (Calculation and Measurement of Luminance and Illuminance in Road Lighting). První část zprávy popisuje doporučovanou podobu základních fotometrických údajů u svítidel pro osvětlování pozemních komunikací: tabulky svítivosti, izokandelový diagram, polární diagram, svíticí plocha. Druhá část uvádí doplňkové údaje popisující svítidla různým způsobem na základě: dosahu, rozsahu a omezení; diagramů činitelů využití; diagramu jasu. Ve třetí části jsou uvedeny tři užitečné metody pro popis parametrů osvětlovacích soustav: tabulky s parametry, grafy s parametry a návrh tabulek pro stanovení určitých parametrů. V příloze jsou uvedeny informace o rozdílech ve světelně technických parametrech u osvětlovacích soustav, ve kterých byla použita svítidla se shodnými parametry nebo zařazením. Publikace má 39 stran, 15 obrázků a 1 tabulku.

42-1978: *Osvětlení pro tenis*  
*Lighting for Tennis*

Tato zpráva je souhrnem zkušeností při osvětlování tenisových hřišť. Doporučení jsou zpracována pro denní i umělé osvětlení krytých tenisových kurtů a obsahují pravidla pro výběr světelných zdrojů, svítidel a osvětlovacích soustav. Stejným způsobem jsou zpracována doporučení pro umělé osvětlení venkovních tenisových dvorců. Publikace má 23 stran a 3 obrázky.

43-1979: *Fotometrie světlometů*  
*Photometry of Floodlights*

Tato technická zpráva uvádí doporučené zkušební postupy, které poskytují přijatelné výsledky v rámci měření a uvádění fotometrických údajů u světlometů. Doporučení vytvářejí základ pro sjednocení národních předpisů a průmyslovým fotometrickým laboratořím pomáhají při výběru zkušební přístrojů, při provádění zkoušek a při prezentaci fotometrických údajů světlometů. Publikace má 50 stran, 23 obrázků a 4 tabulky.

45-1979:      *Osvětlení pro lední sporty*  
*Lighting for Ice Sports*

Tato zpráva přináší přehled zkušeností v oblasti osvětlování objektů pro lední sporty, jmenovitě pro bruslení, krasobruslení, lední hokej a curling. Zpráva specifikuje základní požadavky na osvětlení z hlediska osvětlenosti, rovnoměrnosti, podání tvarů, omezení oslnění, barvy a podání barev. Poskytuje návod pro výběr světelných zdrojů, svítidel a pro uspořádání a instalaci osvětlovací soustavy. Publikace má 23 stran a 7 obrázků.

57-1983:      *Osvětlení pro fotbal*  
*Lighting for Football*

Zpráva poskytuje praktický návod na osvětlení sportovišť pro fotbal, od tréninkových hřišť až po stadiony s místy pro diváky. Doporučení lze použít pro sportoviště na fotbal, ragby a pozemní hokej i pro řadu národních variant uvedených sportů. Publikace má 14 stran, 7 obrázků a 1 tabulku.

67-1986:      *Doporučení pro fotometrické údaje a měření osvětlovacích soustav sportovišť*  
*Guide for the Photometric Specification and Measurement of Sports Lighting Installations*

Účelem této zprávy je stanovení standardních postupů pro výpočet, měření a záznam parametrů osvětlenosti osvětlovacích soustav u venkovních i vnitřních sportovišť. Tyto postupy umožňují jednak porovnávat parametry variantních návrhů osvětlovacích soustav na společném základě ve fázi projektu a jednak vztáhnout parametry k přímému měření osvětlenosti u realizované osvětlovací soustavy. V publikaci je uvedena řada alternativních přístupů, které uživateli nebo zadavateli dávají možnost volby vhodného postupu pro konkrétní projekt. Publikace má 18 stran a 6 obrázků.

81-1989:      *Mezopická fotometrie: Historie, zvláštní problémy a reálná řešení*  
*Mesopic Photometry: History, Special Problems and Practical Solutions*

Zpráva přináší aktuální informace o měření světelně technických parametrů v podmínkách mezopického vidění. Oblast mezopického vidění zahrnuje úroveň osvětlení v řádu několika logaritmických jednotek, které nejsou ani fotopické (platnost funkce  $V(\lambda)$ ) ani skotopické (platnost funkce  $V'(\lambda)$ ). Rozsah adaptačních jasů oblasti mezopického vidění se pohybuje od několika setin  $\text{cd/m}^2$  až do několika jednotek  $\text{cd/m}^2$ . Vzhledem k tomu, že v současné době neexistuje žádný systém mezopické fotometrie doporučený CIE, používají se pro měření světelně technických parametrů v oblasti mezopického vidění běžné fotopické fotometry. Vzhledem k tomu, že v podmínkách mezopického vidění dochází k posunu spektrální citlivosti lidského oka ke kratším vlnovým délkám, má uvedená praxe za následek chybné hodnocení světelně technických parametrů. Dobrým příkladem jsou nízkotlaké sodíkové výbojky. Jejich zářivý tok je soustředěn do oblasti kolem vlnové délky 589 nm, na níž je lidské oko při fotopických podmínkách vidění velmi citlivé. Při měření světelně technických parametrů u nízkotlaké sodíkové výbojky fotometrem s čidlem, přizpůsobené fotopickým podmínkám vidění, budou hodnoty těchto parametrů vysoké. Při snižování úrovně osvětlení do oblasti mezopického vidění se citlivost lidského oka velmi výrazně mění. Výsledný dojem

z osvětlení bude temnější, než by se očekávalo na základě údajů vycházejících z fotopických podmínek. Ještě větší odchylky lze zjistit při měření červených světél, které se používají v letecké a námořní dopravě. V současné době existuje pět systémů mezopické fotometrie. Tyto systémy vycházejí buď z velikosti fotopických nebo skotopických jasů nebo z trichromatických příp. barevných složek a skotopického jasu. Přístroje pro měření těchto veličin jsou v dnešní době k dispozici. Ve zprávě je uveden popis všech systémů včetně příkladů potřebných výpočtů. Každý ze systémů má své výhody a nevýhody, ale všechny umožňují přesnější vyhodnocení světelně technických parametrů v podmínkách mezopického vidění než nabízí fotopická fotometrie. Předpokládá se, že uvedené systémy vyzkouší řada uživatelů a získané údaje o účinnosti těchto systémů, umožní v blízké budoucnosti vytvořit systém mezopické fotometrie CIE. Publikace má 31 stran, 14 obrázků a 7 tabulek.

*83-1989: Doporučení pro osvětlování sportovní akcí snímaných barevnou televizí a filmem (2. vydání)*  
*Guide for the Lighting of Sports Events for Colour Television and Film Systems*

Toto doporučení je rozšířeným a revidovaným vydáním Publikace CIE 28 - 1975 „Osvětlení sportovišť pro přenosy barevné televize“ (The Lighting of Sports for Colour TV Broadcasting).

Záznamy, přenosy a vysílání sportovních akcí se v posledních letech podstatně rozšiřují. Počet různých sportovních přenosů narostl a popularita mnohých sportů se v důsledku televizních přenosů výrazně zvýšila. Významně se rozšířil podíl televizních přenosů a filmových záznamů v podmínkách umělého osvětlení: venkovní sporty se pořádají na sportovištích ve večerních hodinách při osvětlení světloem a stále více sálových sportů poutá pozornost televize. Elektronické televizní kamery a související videozáznamy představují hlavní prostředky kameramana. Tato publikace proto věnuje pozornost nejen světelně technickým požadavkům pro barevný televizní přenos, ale také poukazuje, v čem se tyto požadavky liší od požadavků na filmový záznam. Zpráva si klade za cíl poskytnout široký přehled technických parametrů televizního a filmového procesu reprodukce a vysvětluje proč pro různé druhy sportů a různé polohy kamery jsou potřebné rozdílné úrovně osvětlení. Publikaci dále uvádí doporučení týkající se kvantitativních parametrů, která jsou důležitá pro splnění kvalitativních hledisek u barevných televizních přenosů a filmových záznamů řadu různých sportovních událostí. Mezi kvalitativní hlediska, jimiž se zpráva zabývá, patří: vertikální osvětlenost a její rovnoměrnost, vztah mezi horizontální a vertikální osvětleností, rovnoměrnost horizontální osvětlenosti, míhání, teplota chromatičnosti, podání barev a úroveň osvětlení hlediště.

Technický komitét TC 5-11 připravuje, jako doplněk tohoto doporučení, technickou zprávu poskytující kompletní doporučení pro rozmístění osvětlovacích soustav na sportovištích splňujících kvalitativní požadavky uvedené v této publikaci. Publikace má 19 stran, 3 obrázky a 2 tabulky.

94-1993:      *Doporučení pro osvětlení architektury*  
*Guide for Floodlighting*

Doporučení technického komitétu TC 5-06 přináší informace o tom, jak využití venkovní osvětlení ke zkrášlení a oživení městského prostředí v nočních hodinách. Doporučení se týká pouze osvětlení, které má čistě estetický a dekorační účel. Takové osvětlení lze používat každou noc, jako například při osvětlení památníků, uměleckých děl a komerčních budov, nebo pouze občas při různých festivalech nebo veřejných slavnostech. Součástí doporučení je také osvětlení přírodních lokalit, parků a zahrad. Trvalým osvětlení, které slouží pro zajištění bezpečnosti provozu motorové dopravy a chodců, a které rovněž ovlivňuje kvalitu městského prostředí v nočních hodinách, se toto doporučení nezabývá. Doporučení je pomůckou pro projektanty venkovního osvětlení a přináší podněty pro městské architekty. Osobám, které rozhodují o výdajích, vysvětluje, jak lze spojit zkrášlení městského prostředí s ekonomicky a energeticky přijatelným architektonickým osvětlením. Doporučení je určeno i pro laickou veřejnost, která se zajímají pouze o technickou stránku problematiky a o význam, které osvětlení architektury má. Publikace má 74 stran, 37 obrázků a 2 tabulky.

112-1994:      *Systém hodnocení oslnění pro venkovní sportoviště a pracovní prostory*  
*Glare Evaluation System for Use within Outdoor Sports and Area Lighting*

Tato technická zpráva popisuje praktickou metodu pro hodnocení oslnění u venkovních sportovišť a pracovních prostorů. Metodu lze použít jak pro kontrolu stávajících osvětlovacích soustav spolu s využitím vhodných měřících nástrojů, tak pro stanovení stupně oslnění při návrhu nových osvětlovacích soustav. Platnost metody je ale omezena pouze na pozorovací směry pod rovinou očí. Pro hlavní kategorie venkovních aplikací jsou uvedeny mezní hodnoty míry oslnění. Zpráva se týká oslnění a omezení oslnění na osvětlované ploše nebo v její těsné blízkosti a nevěnuje se účinku neužitečného světla mimo osvětlovanou oblast. Kvalitu většiny osvětlovacích lze vyjádřit pomocí průměrné hladiny osvětlení, rovnoměrnosti a omezení oslnění. Do současné doby neexistoval, všeobecně uznávaný systém pro hodnocení oslnění u venkovních pracovních prostorů. Metody hodnocení oslnění založené na "prahovém přírůstku TI" a "index psychologického oslnění G", běžně používané při osvětlení pozemních komunikací pro motorovou dopravu, nelze použít při osvětlení venkovních pracovních prostorů. Důvodem je to, že směr pohledu pozorovatele není pevný a mění se, kontrolní body nejsou vždy umístěny v pravidelném rastru a montážní výška a úroveň osvětlení jsou často mimo rozsah, pro které byly metody hodnocení oslnění u pozemních komunikací navrženy. Míra, jakou osvětlovací soustava způsobuje oslnění, závisí na rozložení svítivosti a směřování svítidel, jejich počtu, rozmístění a montážní výšce, a na jas osvětlované oblasti. Tato publikace popisuje a předkládá praktickou metodu pro hodnocení oslnění, která zohledňuje všechny výše uvedené faktory. Metoda prošla rozsáhlými praktickými zkouškami a prokázala svoji použitelnost v různých typech osvětlovacích soustav. Pokud jde o problém nadměrné míry oslnění při pohledu nahoru a přímo do svítidel, lze jej maximálně omezit, pokud je věnována dostatečná pozornost rozmístění svítidel vůči hlavním směrům pohledu. Zpráva CIE týkající se osvětlení různých aplikačních oblastí pomocí světlometů se řídí tímto doporučením.

Před praktickým použitím této metody hodnocení oslnění při návrhu osvětlení, je třeba stanovit běžné polohy pozorovatelů a pozorovací směry. Tyto běžné polohy a směry se stanovují s cílem získat informace jak o největším stupni oslnění, tak také o velikosti oblasti s relativně největším stupněm oslnění. Pro hlavní kategorie venkovních pracovních prostorů

jsou uvedeny mezní hodnoty míry oslnění. Technická zpráva má 14 stránek, 6 obrázků a 3 tabulky.

115-1995: *Doporučení pro osvětlení pozemních komunikací pro motorovou dopravu chodce*  
*Recommendations for the Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic*

Tato zpráva je revizí a aktualizací publikace CIE 115-1995 “12.2 “Doporučení pro osvětlení pozemních komunikací pro motorovou dopravu a chodce“. Od roku 1995, co byla vydána, významně vzrostl význam takových hledisek jako je spotřeba elektrické energie nebo ochrana životního prostředí, současně vzrostla účinnost svítidel a světelných zdrojů a začaly se používat elektronické předřadníky, které umožnily zavést tzv. adaptivní osvětlení v osvětlovacích soustavách pozemních komunikací pro motorovou dopravu, chodce a pro konfliktní oblasti. Byl navržen odstupňovaný model pro výběr příslušných tříd osvětlení (M, C a P), který vychází z úrovně jasů nebo osvětleností a zohledňuje odlišné parametry, týkající se konkrétního zrakového úkolu. Při použití časově závislých proměnných, jako je intenzita dopravy nebo stav počasí, umožňuje tento model využít adaptivních osvětlovacích soustav. Nová publikace, která nahrazuje původní publikaci CIE 115-1995 “12.2 “Doporučení pro osvětlení pozemních komunikací pro motorovou dopravu a chodce“, je v angličtině s krátkým souhrnem ve francouzštině a němčině. Publikace má 43 stran, 1 obrázek a 18 tabulek a je k dispozici u Národních komitétů CIE nebo prostřednictvím webových stránek ústředí CIE ([www.cie.co.at](http://www.cie.co.at)).

126-1997: *Směrnice pro omezení záře oblohy*  
*Guidelines for Minimizing Sky Glow*

Ve většině zemí světa jsou pozorování v astronomických observatořích narušována světlem z venkovních osvětlovacích soustav. Část světla z venkovního osvětlení se rozptýlí v atmosféře a vytvoří světelný závoj, který se označuje termínem “záře oblohy”. Technická zpráva popisuje základní pravidla, určená světelným technikům a politikům, které vedou ke snížení záře oblohy. Dále obsahuje teoretické aspekty záře oblohy a předkládá doporučení týkající se maximálních povolených hodnot parametrů osvětlovacích soustav ve vztahu k požadavkům astronomických observatoří (včetně nahodilého pozorování oblohy). Uvedené hodnoty jsou hodnotami mezními. Světelní technici by se měli snažit, aby se světelné technické parametry navržených osvětlovacích soustav pohybovaly na nejnižší přípustné hranici, vyjma specifických případů, kdy osvětlení neslouží jen k zajištění zrakového výkonu. U těchto specifických případů nejsou požadavky na omezení záře oblohy tak přísné. Praktické zavedení obecných pravidel, která souvisí s omezením záře oblohy, závisí na národních předpisech. Další hlediska týkající se rušivého světla jsou podrobně popsány v publikaci zpracovávané technickým komitétem CIE TC 5-12 “Rušivé světlo” (Obtrusive light). Zpráva je v angličtině s krátkým souhrnem ve francouzštině a němčině. Obsahuje 20 stran.

128-1998: *Guide to the Lighting for Open-Cast Mine*  
*Směrnice pro osvětlení povrchových dolů*

Povrchové doly pokrývají velkou oblast, která v průběhu těžby mění svůj tvar. Pro dosažení požadované produktivity práce a zajištění bezpečnosti provozu u různých strojních zařízení je třeba zajistit účinné osvětlení. Pohyblivé důlní stroje jsou vybaveny svítidly, která jsou napájena generátorem, umístěným přímo na strojním zařízení. Pro celkové osvětlení



povrchu dolu se používají pohyblivé světelné věže. Hluboké zhutnělé šachty a trvalá příslušenství jako jsou skládky, dopravníky a zpracovatelské provozy, mohou být osvětleny pevně rozmístěnou osvětlovací soustavou. Hladiny osvětlení jsou pro každou pracovní oblast stanoveny podle zrakových požadavků provozovatele zařízení a dalších pracovníků. Vzhledem k atmosférickým podmínkám, které se v povrchových dolech vyskytují, musejí mít svítidla vysoký stupeň krytí proti vnikání prachu a vlhkosti. Navržená a nainstalovaná svítidla musejí umožňovat snadnou údržbu. Přísné dodržování domluveného plánu údržby je důležité z důvodu zamezení nepřiměřeného poklesu hladiny osvětlení v průběhu provozu a z důvodu omezení provozních nákladů, které by jinak vznikly vyšší požadovanou počáteční úrovní osvětlení. V publikaci jsou popsány kvalitativní světelné technické parametry, jako je průměrná osvětlenost, rovnoměrnost a omezení jasu. Pro typické oblasti povrchových dolů jsou uvedeny příslušné požadavky. Další doporučení jsou uvedena ve stávajících publikacích CIE. Publikace je v angličtině s krátkým souhrnem ve francouzštině a němčině a má 30 stránek.

129-1998:     *Guide for Lighting Exterior Work Areas*  
                  *Doporučení pro osvětlení venkovních pracovních prostorů*

Nový dokument aktualizuje a nahrazuje publikaci CIE 68 – 1986 „Doporučení pro osvětlení venkovních pracovních prostorů“. Posouzení osvětlení v této publikaci vychází z hladin osvětleností a pro hodnocení je použita průměrná udržovaná osvětlenost, poměr minimální a průměrné osvětlenosti a poměr minimální a maximální osvětlenosti. Oslnění se hodnotí indexem GR. Předepsané hodnoty jsou „udržované“ a jsou stanoveny tak, aby zajistily vhodné pracovní podmínky, bezpečnost pohybu a dopravy a bezpečnost osob a majetku. Pracovní prostory jsou rozděleny do dvanácti skupin a taxativně uvedeny v tabulkové formě. Hlavní pozornost je v této publikaci věnována návrhu osvětlení. Další důležitá hlediska, jako je kvalita podání barev, údržba, životní prostředí, návrh a měření osvětlení, jsou v tomto dokumentu pouze zmíněna. Detailní informace k těmto tématům jsou uvedeny v příslušných dokumentech CIE a ISO. Publikace je v angličtině s krátkým souhrnem ve francouzštině a němčině a má 20 stran.

136-2000:     *Doporučení pro osvětlení městských oblastí*  
                  *Guide to the Lighting of Urban Areas*

Toto doporučení doplňuje světelně technické požadavky a předpisy u pozemních komunikací a veřejných prostorů, které jsou detailně popsány v publikaci CIE 115-1995. Nahrazuje publikaci CIE 92-1992 “Doporučení pro osvětlení městských částí” (Guide to the lighting of urban areas). Doporučení zmiňuje vztah mezi venkovním osvětlením a noční kriminalitou a doporučuje světelně technické požadavky pro komunikace v obytných, veřejných a průmyslových městských částech, pro hlavní nákupní třídy a prostory, a pro pěší komunikace a cyklistické stezky. Vedle návrhu hladin jasu a osvětlenosti, jsou uvedena doporučení týkající se hledisek jako je vjem lidí a objektů v okolním prostředí, vliv oslnění a lesku, vhodnost světelných zdrojů z pohledu barevného tónu a podání barev, účinky osvětlení na okolní prostředí a obecné vizuální a estetické působení osvětlovací soustavy. Publikace je v angličtině s krátkým souhrnem ve francouzštině a němčině. Obsahuje 38 stran, 5 obrázků a 11 tabulek.

150:2003: *Směrnice pro omezení účinků rušivého světla od venkovního osvětlení*  
*Guide on the Limitation of the Effects of Obtrusive Light from Outdoor Lighting Installations*

Tato směrnice popisuje hodnocení vlivu venkovního osvětlení na okolní prostředí a obsahuje doporučené mezní hodnoty světelně technických parametrů, které mají zajistit, aby se rušivé účinky venkovního osvětlení udržely v přijatelných mezích. Vzhledem k tomu, že se rušivé účinky venkovního osvětlení nejlépe kontrolují v počáteční fázi při návrhu osvětlení, jsou doporučení primárně určena pro nové osvětlovací soustavy. Nicméně ve směrnici jsou také uvedena určitá doporučení ve formě nápravných opatření, které lze použít u stávajících osvětlovacích soustav. Směrnice uvádí nepříznivé účinky venkovního osvětlení jak v přírodním, tak městském prostředí, které se dotýkají nejen místních obyvatel, turistů a návštěvníků, ale také ochránců životního prostředí a astronomů (viz CIE 126-1997). Osvětlovací soustava může působit rušivě nejen v noci, ale také v průběhu dne. Vizuální uplatnění osvětlovací soustavy může být vlivem velikosti, tvaru nebo struktury nosných konstrukcí velmi výrazné a v některých případech rušivé. Vizuální uplatnění osvětlovací soustavy ve dne není součástí této směrnice. Technická zpráva je v angličtině s krátkým souhrnem ve francouzštině a němčině. Obsahuje 43 stran, 14 obrázků a 10 tabulek.

154:2003: *Údržba venkovních osvětlovacích soustav*  
*Maintenance of Outdoor Lighting System*

V průběhu životnosti osvětlovací soustavy, dochází k postupnému poklesu světelného toku. Míra poklesu závisí na okolním prostředí, provozních podmínkách a stáří osvětlovací soustavy. Při návrhu osvětlení je třeba zohlednit tento pokles prostřednictvím udržovacího činitele a navrhnout vhodný plán údržby, který omezí pokles světelného toku. Tato zpráva obsahuje informace o doporučovaném udržovacím činiteli a o volbě vhodných zařízení. Popisuje parametry, které ovlivňují proces stárnutí, rozpracovává postupy pro předběžné stanovení ekonomického intervalu údržby pro venkovní osvětlovací soustavy a přináší doporučení v oblasti provádění údržby. Zpráva je v angličtině s krátkým souhrnem ve francouzštině a němčině. Obsahuje 21 stran, 1 obrázek a 4 tabulky.

169-2005: *Praktické směrnice pro osvětlení sportovních akcí s barevným televizním a filmovým záznamem*  
*Practical Design Guidelines for the Lighting of Sport Events for Colour Television and Filming*

Tato technická zpráva obsahuje praktické směrnice určené projektantům sportovních zařízení, u nichž je požadováno, aby osvětlení splňovalo veškeré požadavky na snímání pro barevnou televizi a film.

Dokument je třeba používat spolu s publikací CIE 83-1989, která stanovuje kvantitativní požadavky na osvětlení. Dokument je rozdělen do tří hlavních částí. V první části jsou uvedena všeobecná doporučení pro návrh osvětlení sportovišť. Obsahuje informace o typech svítidel a světelných zdrojů, výpočetních metodách a o elektrické instalaci. Ve druhé části je uveden přehled 51 druhů sportů se specifickými radami týkající se jejich osvětlení. Třetí část obsahuje odkazy na příslušné normy a na jednotlivé publikace, v nichž jsou popisovány nové osvětlovací soustavy ve sportovních zařízeních.

Zpráva je v angličtině s krátkým souhrnem ve francouzštině a němčině. Obsahuje 79 stran, 90 obrázků a 1 tabulku.

191-2010:     *Doporučený systém mezopické fotometrie založený na zrakovém výkonu*  
                  *Recommended System for Mesopic Photometry based on Visual Performance*

Tato publikace se zabývá mezopickou fotometrií založenou na zrakovém výkonu a jejím hlavním cílem je zavést vhodnou mezopickou křivku citlivosti, která by sloužila jako základ pro systém mezopické fotometrie. Součástí publikace je zhodnocení nejdůležitějších zrakových úkolů a zrakových podmínek, které se běžně vyskytují při nočním řízení vozidel. Stávající systémy mezopické fotometrie, založené na zrakovém výkonu, byly podrobeny testům a analýzám s využitím nových nezávislých sad údajů. Ze závěrečného zhodnocení analýz a zkoušek vzešel doporučený systém pro mezopickou fotometrii založený na zrakovém výkonu. Zpráva uvádí důvody, které vedly k závěrečné volbě systému mezopické fotometrie a předkládá hlavní pravidla pro jeho použití. Publikace je v angličtině s krátkým souhrnem ve francouzštině a němčině a má 79 stran, 27 obrázků a 17 tabulek. Je k dispozici u Národních komitétů CIE nebo prostřednictvím webových stránek ústředí CIE ([www.cie.co.at](http://www.cie.co.at)).

## 5. METODICKÉ NÁVODY

### 5.1 PARKOVIŠTĚ A NEVEŘEJNÉ POZEMNÍ KOMUNIKACE

#### 5.1.1 ÚVOD

Hlavním účelem osvětlení venkovních parkovišť a parkovacích ploch je zvýšení bezpečnosti dopravy. Osvětlení pomáhá v orientaci uživatelů pozemní komunikace a umožňuje snazší rozlišování osob, vozidel, hranic a překážek. Správně zvolená hladina osvětlení s dostatečnými hodnotami vertikálních osvětleností navíc působí jako preventivní prvek proti kriminalitě, ke které dochází ve venkovních prostorech, jako jsou krádeže, násilné trestné činy apod. Dobře navržené osvětlení neveřejných pozemních komunikací v uzavřených areálech zajišťuje v pracovní době bezpečný pohyb motorových vozidel a osob. V období mimo pracovní dobu se umělé osvětlení zpravidla používá jako jedna ze součástí bezpečnostního systému, který slouží pro ostrahu objektu.

#### 5.1.2 ANALYTICKÁ ČÁST

Pro kvalitní návrh osvětlení je třeba v počáteční fázi provést rozbor prostoru, kterého se návrh osvětlení týká a dále popsat uživatele, kteří budou osvětlený prostor používat.

##### *Charakteristika prostoru*

Parkoviště jsou rozlehlé plochy, jejichž tvar se zpravidla geometricky blíží obdélníkové nebo čtvercové ploše. Potenciálně nebezpečnými místy jsou vjezdy a výjezdy z parkovišť. Běžné pozemní komunikace mají podélný tvar. Šířka jízdního pruhu se standardně pohybuje okolo 3 m a podle charakteru komunikace se volí počet jízdních pruhů. Mezi potenciálně nebezpečná místa patří křížení komunikací a místa, vjezdů a výjezdů do areálu. Uvedená potenciálně nebezpečná místa by měla být osvětlena a na vyšší hladiny osvětlenosti než zbývající části pozemních komunikací a parkovišť.

##### *Charakteristika uživatelů*

Hlavními uživateli výše uvedených prostorů jsou řidiči motorových vozidel a chodci, vedlejšími uživateli pak mohou být cyklisté. Na parkovištích se mohou pohybovat osoby všech věkových skupin od dětí předškolního věku až po důchodce. U osvětlení parkovišť je zde třeba zohlednit velmi intenzivní kombinovaný provoz motorových vozidel chodců a velmi časté křížení komunikačních tras vozidel a časté vyjíždění a zajíždění vozidel na parkovací místa. Rychlost vozidel se v prostorech venkovních parkovišť pohybuje se okolo 20 km/h. V případě neveřejných pozemních komunikací v uzavřených areálech mohou rychlosti motorových vozidel dosahovat až 40 km/h. V těchto prostorech se pohybují pouze zaměstnanci, případně brigádníci, tedy dospělé osoby od 18 let do důchodového věku.

### 5.1.3 KONCEPČNÍ ČÁST

Proto, aby návrh osvětlovací soustavy byl kvalitní z pohledu světelně technického i vizuálního a zároveň byla zajištěna jeho energetická účinnost, a nízké provozní náklady, je třeba, aby v rámci řešení byly postiženy všechny oblasti, které kvalitu osvětlení ovlivňují i oblasti, které jsou osvětlením ovlivňovány. Základní hlediska, v rámci kterých lze definovat dílčí kritéria, jsou následující:

- hledisko architektonické;
- hledisko světelně technické;
- hledisko vedlejších vlivů;
- hledisko provozně technické;
- hledisko ekonomické.

#### *Hledisko architektonické*

Toto hledisko popisuje charakter a atmosféru osvětlených prostorů dle požadavků architekta. Požadovaná atmosféra osvětleného prostoru by měla zohledňovat jeho charakter i funkci a to jak ve večerních hodinách, tak i v průběhu dne. Váha tohoto hlediska není v případě neveřejných komunikací příliš vysoká. Toto hledisko se ale uplatňuje například u parkovišť, které se nacházejí v centru měst a obcí, a kdy vlastní osvětlovací soustava i vytvořené noční osvětlení spoluutvářejí podobu významné části městského prostředí.



**Obr.5.1** Parkoviště Ikea, San Giuliano Milanese, Itálie (Ruudlighting)

#### *Hledisko světelně technické*

Parametry osvětlení se v případě pozemních komunikací posuzují stejně jako u jiných typů venkovního osvětlení z hlediska účelu osvětlovaného prostoru svázaného se zrakovým vjemem. Podle zrakového úkolu se osvětlovaným prostorům přiřazují třídy osvětlení definované v příslušných normách. Je důležité si uvědomit, že správné zařazení osvětlovaného prostoru a tomu odpovídající volba světelně technických parametrů je jednou ze základních podmínek pro návrh kvalitního a energeticky úsporného osvětlení. Požadované světelně technické parametry pro osvětlení parkovišť a venkovních komunikačních ploch v uzavřených areálech jsou uvedeny v následujících normách:

- ČSN EN 12301 – 2 Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky
- ČSN EN 12464 – 2 Osvětlení pracovních prostorů – Část 2: Venkovní pracovní prostory

Základním kvantitativním světelně technickým parametrem, který se hodnotí u venkovních parkovišť a neveřejných pozemních komunikací je *osvětlenost*. Hodnotí se průměrnou vodorovnou udržovanou hodnotou osvětlenosti  $E_m$  [lx] na srovnávací rovině v úrovni komunikace. Navržená osvětlovací soustava musí zajistit osvětlenost, která je větší nebo

rovna předepsané osvětlenosti. Hodnoty předepsané v normách vycházejí z náročnosti vykonávaného zrakového úkolu. Z pohledu funkce se ve venkovním osvětlení rozlišují dva základní typy normálního osvětlení: hlavní a bezpečnostní (Tab. 5.4). Hlavní osvětlení se používá po dobu využívání daného komunikačního prostoru v rámci pracovní doby. Bezpečnostní osvětlení slouží k zajištění ostrahy objektu mimo pracovní dobu. Vedle průměrné hodnoty osvětlenosti se hodnotí také její rozložení na srovnávací rovině pomocí *rovnoměrnosti*  $U_O$  [-], která je definována jako poměr minimální a průměrné osvětlenosti na srovnávací rovině.

**Tab. 5.1 Pozemní komunikace v uzavřených areálech [2]**

Druh prostoru, úkolu nebo činnosti	$E_m$ [lx]	$U_O$ [-]	$GR_L$ [-]	$R_a$ [-]
Komunikace vyhrazené pro chodce	5	0,25	50	20
Komunikace pro pomalu jedoucí vozidla (max. 10 km/h), např. jízdní kola, nákladní auta a rypadla	10	0,40	50	20
Pravidelný provoz vozidel (max. 40 km/h)	20	0,40	45	20
Komunikace pro chodce, pro otáčení vozidel, místa pro nakládku a vykládku	50	0,40	50	20

**Tab. 5.2 Parkoviště [2]**

Druh prostoru, úkolu nebo činnosti	$E_m$ [lx]	$U_O$ [-]	$GR_L$ [-]	$R_a$ [-]
Slabý provoz, např. parkoviště obchodů, řadových a nájemních domů, stanoviště jízdních kol	5	0,25	55	20
Průměrný provoz, např. parkoviště obchodních domů, administrativních budov, podniků, sportovních a víceúčelových komplexů budov	10	0,25	50	20
Silný provoz, např. parkoviště škol, kostelů, hlavních nákupních středisek, významných sportovních a víceúčelových komplexů budov	20	0,25	50	20

**Tab. 5.3 Parkoviště [1]**

Druh prostoru, úkolu nebo činnosti	$E_m$ [lx]	$U_O$ [-]	$E_{SC}$ [lx]*)
Parkoviště s běžnou intenzitou pěšího provozu a běžným rizikem kriminality, rozpoznání obličeje není potřebné	7,5	0,4	1,5
Parkoviště s běžnou intenzitou pěšího provozu, běžným rizikem kriminality a potřebným rozpoznáváním obličeje	10	0,4	2
Parkoviště s velkou intenzitou pěšího provozu a běžným rizikem kriminality	15	0,4	3
Parkoviště s velkou intenzitou pěšího provozu a větším rizikem kriminality	20	0,4	5

\*) Pozn.: Doporučené hodnoty poloválcové osvětlenosti  $E_{SC}$

**Tab. 5.4 Bezpečnostní osvětlení [2]**

Stupeň rizika	$E_m$ [lx]	$U_o$ [-]	$GR_L$ [-]	$R_a$ [-]
Velmi malé riziko, například: - skladové plochy s příležitostnou dopravou v průmyslových dvorech; - příležitostně používané komunikace, např. v čistírnách odpadních vod, vodárenských a kanalizačních provozech apod.	5	0,25	55	20
Malé riziko, například: - prostory s bezrizikovým provozem, občasně používané komunikace v petrochemickém a jiném rizikovém průmyslu.	10	0,40	50	20
Průměrně velké riziko, například - odstavná parkoviště vozidel, dvory skladové prostory; - pravidelně používané komunikace.	20	0,40	50	20
Velké riziko, například: - prostory s nebezpečím požáru, otravy a radiace; - křížení dopravníků - pravidelně používané komunikace	50	0,40	45	20

Světelně technické požadavky pro parkoviště jsou uvedeny ve dvou normách [1], [2]. U parkovišť na veřejně přístupných místech, která se nacházejí v centrech měst, a kde se klade důraz na dobré rozlišení obličejů se, vedle horizontální osvětlenosti, doporučuje dodržet hodnoty *polovalcové osvětlenosti*  $E_{sc}$  [lx].

Důležitým parametrem ovlivňujícím vjem osvětlovaného objektu je *míra oslnění*. Při návrh osvětlení pozemních komunikací v uzavřených areálech nebo parkovišť se pro hodnocení používá činitel oslnění  $GR$  [-]. Hodnoty  $GR$  osvětlovací soustavy nesmí být větší než hodnoty  $GR_L$  uvedené v normě.

Pro hodnocení barevných vlastností osvětlení se používají dva parametry: *teplotou chromatičnosti*  $T_c$  [K] a *indexem podání barev*  $R_a$  [-]. Teplota chromatičnosti není v rámci této aplikační oblasti předepsána normou a její volba závisí na projektantovi. Z pohledu fyziologie je pro zrak člověka při nižších hladinách osvětlenosti přirozenější teplejší barevný tón, tedy nižší hodnota teploty chromatičnosti. Minimální hodnota indexu podání barev  $R_a = 20$  u řešených venkovních komunikací je předepsána normou [2]. Dobré podání barev má nejen vliv na kvalitu zrakového vjemu, ale je také důležitým identifikačním faktorem z pohledu bezpečnosti. V současné době se proto u nově budovaných osvětlovacích soustav pro osvětlení parkovišť a neveřejných pozemních komunikací uvnitř areálů používají světelné zdroje s kvalitním podáním barev, tedy s vysokým indexem podání barev, zpravidla  $R_a > 70$ .

#### *Hledisko vedlejších vlivů*

Hledisko vedlejších vlivů postihuje vlivy osvětlovací soustavy na okolní prostředí, způsobené jejím provozem. Tyto vlivy mohou mít různou povahu. V případě venkovního osvětlení je neznámějším vedlejším vlivem rušivé světlo. Pro hodnocení rušivého světla se venkovní prostředí zařazuje do tzv. zón životního prostředí. Limitní hodnoty světelně technických parametrů pro kontrolu rušivého světla v závislosti na zóně životního prostředí jsou uvedeny v tabulce 7.2. V případě parkovišť a neveřejných pozemních komunikací je možné pro hodnocení rušivého světla využít odlišných limitních hodnot před a po době nočního klidu a kontrolují se následující parametry:  $E_v$ ,  $I$ ,  $TI$ ,  $ULOR$ .

Vedle rušivých vlivů způsobené vlastním viditelným zářením mohou být venkovní osvětlovací soustavy zdrojem elektromagnetického rušení a mohou ve svém okolí ovlivňovat běžné domácí spotřebiče (např. televizní přijímače). K tomuto problému může dojít při použití nekvalitních svítidel.

#### *Hledisko provozně technické*

Venkovní prostředí klade nároky na konstrukci jednotlivých prvků osvětlovací soustavy. Hlavními vlivy venkovního prostředí, které ovlivňují volbu prvků osvětlovací soustavy jsou:

- teplota;
- vlhkost;
- prašnost;
- sníh;
- vítr;
- sluneční záření.

Venkovní teplota se v rámci provozní doby pohybuje v průběhu roku v našich zeměpisných podmínkách v relativně velkém rozsahu od cca + 20°C do cca -20°C. Tomuto teplotnímu rozsahu musí být přizpůsobena konstrukce svítidla, aby vlivem roztažnosti jednotlivých částí nedošlo k porušení těsnosti nebo vlastní konstrukce svítidla. Některé světelné zdroje navíc vykazují závislost světelného toku na teplotě okolí. Například u zářivek dochází při poklesu teploty k velmi významnému poklesu světelného toku, proto nejsou tyto světelné zdroje příliš vhodné pro venkovní osvětlení. Pokud nejsou svítidla dostatečně těsná, dochází k pronikání prašnosti a vlhkosti do vnitřních částí svítidel. To má negativní vliv nejen na degradaci optických systémů a tím na snížení účinnosti osvětlovací soustavy, ale také na vzhled svítidla. Minimální požadovaná hodnota krytí u svítidel umístěných volně ve venkovním prostředí je IP44. V praxi se doporučuje volit vyšší stupeň krytí, tj. IP54 až IP66. Vítr a sníh způsobují mechanické namáhání konstrukcí, na kterých jsou svítidla upevněna. Z tohoto důvodu je třeba vždy ověřit, zda navržená osvětlovací soustava splňuje podle zeměpisné polohy požadavky na mechanické namáhání od větru a sněhu. Sluneční záření, které působí v době mimo provoz osvětlovací soustavy, v sobě obsahuje určitý podíl UV záření, který ovlivňuje vlastnosti a přispívá k degradaci povrchových úprav a některých materiálů (např. polykarbonátových krytů).

Na parkovištích se osvětlovací soustava nachází na prostorech přístupných veřejnosti. Pokud jsou svítidla instalována v menších výškách cca od 4 m do 6 m (například u parkovišť v centrech měst) je vhodné použít svítidla s mechanicky odolnou konstrukcí. Zvláště choulostivé na mechanické poškození bývají čelní kryty svítidel. Mechanická odolnost svítidel se značí zkratkou IK a číslem. Svítidla s nejmenší mechanickou odolností se značí IK00 s největší odolností IK10. Z hlediska údržby je vhodné volit prvky osvětlovací soustavy (světelné zdroje, předřadné přístroje, svítidla, nosné konstrukce) s dlouhou životností.

#### *Hledisko ekonomické*

Celkové náklady osvětlovací soustavy v sobě zahrnují dvě základní složky: investiční náklady a provozní náklady. Obě tyto složky jsou vzájemně provázané a ovlivňují se. Pokud osvětlovací soustavu tvoří prvky s velmi nízkou pořizovací cenou, mají zpravidla i nižší kvalitu, která se projevuje zvýšenou poruchovostí, větší energetickou náročností a kratší životností.

Investiční náklady ovlivňuje kvalita provedení výrobků a jeho energetická náročnost a účinnost. Se vzrůstající kvalitou a účinností prvků osvětlovací soustavy roste jejich cena.



Provozní náklady tvoří náklady za elektrickou energii a za údržbu osvětlovací soustavy a ovlivňuje je:

- zatřídění prostoru a volba osvětlenosti;
- volba provozního režimu;
- uspořádání a poloha prvků osvětlovací soustavy;
- rozsah osvětlovací soustavy;
- účinnost prvků osvětlovací soustavy;
- činitel využití osvětlovací soustavy;
- předimenzování osvětlovací soustavy;
- životnost prvků osvětlovací soustavy.

Zatřídění prostoru z pohledu osvětlení souvisí s vykonávanou zrakovou činností a zásadně ovlivňuje kvalitu osvětlení a energetickou náročnost. Pokud je prostor zatříděn do vyšší třídy, než vyžaduje jeho povaha, dochází k předimenzování osvětlovací soustavy a ke zvýšení její energetické náročnosti. V opačném případě dochází ke zhoršení kvality osvětlení. Volba provozního režimu souvisí s přizpůsobením světelných podmínek charakteru využití daného prostoru. Pokud se charakter využití v průběhu provozní doby mění, je vhodné navrhnout osvětlovací soustavu tak, aby bylo možné změnit příslušným způsobem také parametry osvětlení. Možným způsobem řešení je například rozdělení svítidel do samostatně ovládaných skupin nebo použití plynulé regulace osvětlovací soustavy. Rozsah osvětlovací soustavy, tedy počet světelných míst a poloha prvků osvětlovací soustavy ovlivňuje náročnost a náklady na její údržbu. Energetická náročnost osvětlovací soustavy je ovlivněna měrným výkonem světelného zdroje  $\eta_z$  [lm/W], příkonem předřadného zařízení  $P_p$  [%] a účinností svítidla  $\eta_{o,sv}$  [%]. Parametr, který v sobě postihuje energetickou náročnost všech uvedených prvků je měrný výkon svítidla  $\eta_{sv}$  [lm/W], který uvádí, kolik světelného toku vyzářeného svítidlem připadá na jeden watt spotřebované elektrické energie. Velmi důležitým parametrem, který ovlivňuje účinnost osvětlení je činitel využití osvětlovací soustavy  $\eta_{os}$  [%], který uvádí, kolik světelného toku vyzářeného svítidly dopadne na osvětlovanou komunikaci nebo plochu. Dalším parametrem, který má vliv na spotřebu elektrické energie je předimenzování osvětlovací soustavy, ke kterému u venkovních osvětlovacích soustav dochází ze dvou důvodů. Prvním je to, že při volbě svítidel se vždy vychází z určité příkonové řady a při návrhu je třeba volit vždy nejbližší vyšší stupeň. Druhým důvodem je předimenzování z důvodu stárnutí osvětlovací soustavy. Osvětlovací soustava musí být nadimenzována na větší hodnoty světelně technických parametrů, aby byla schopna zajistit požadované světelné parametry i po zestárnutí, způsobené poklesem světelného toku zdrojů a znečištěním svítidel. Oba typy předimenzování lze eliminovat použitím světelným zdrojů umožňující plynulou regulaci a řídicího systému, který vždy nastaví příkon svítidla tak, aby byly zajištěny požadované světelně technické parametry. Životnost prvků osvětlovací soustavy souvisí s náklady na údržbu, kdy po ukončení životnosti je třeba daný prvek vyměnit. U rozsáhlých osvětlovacích soustav se zpravidla sledují počet provozních hodin a po předem stanovené době, po které se předpokládají zvýšené výpadky světelných zdrojů, se provede výměna všech světelných zdrojů (skupinová výměna).

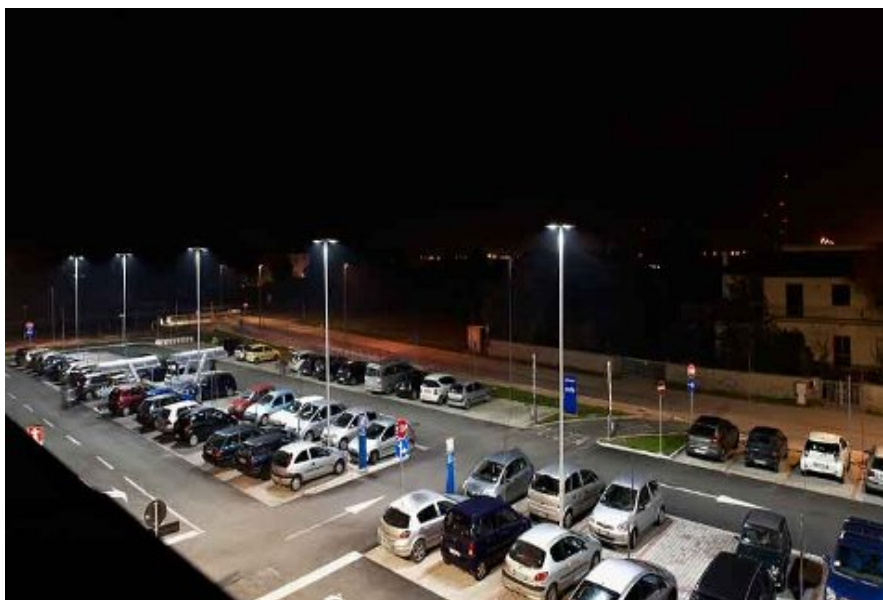
#### 5.1.4 TECHNICKÁ ČÁST

##### *Osvětlovací soustavy*

Pro osvětlení neveřejných pozemních komunikací v uzavřených areálech závisí volba osvětlovací soustavy na typu osvětlovaného prostoru. Pokud se jedná o běžné silniční komunikace, pak se pro jejich osvětlení používají obdobné osvětlovací soustavy jako pro

běžné pozemní komunikace. Soustavu tvoří svítidla umístěna na stožárech podél osvětlované komunikace. Pokud to uspořádání objektů uvnitř areálu dovolí lze použít osvětlovací soustavy upevněné na fasádách objektů.

Pro osvětlení parkovišť se používají osvětlovací soustavy umístěné na stožárech. Osvětlovací soustavy mohou tvořit stožáry běžné výšky v rozsahu cca od 8 m do 12 m nebo osvětlovací soustavy s vysokými stožáry s výškou v rozsahu od 20 m do 30 m. Osvětlovací soustavy s vysokými stožáry jsou vhodné pro osvětlení rozlehlých ploch. Hlavní výhodou jsou nejen nižší pořizovací náklady v porovnání se soustavami s nízkými stožáry, ale také nižší náklady na údržbu. Z ekonomického hlediska vycházejí nejvýhodněji osvětlovací soustavy se stožáry s výškou mezi 20 a 30 m. U větších výšek neúměrně narůstá cena stožárů, u menších výšek výrazně narůstá počet potřebných stožárů, svítidel a světelných zdrojů. Pro osvětlení parkovišť u nákupních center se při volbě osvětlovací soustavy také zohledňuje jeho poloha v rámci města či obce a jeho vizuální vzhled. Pokud se například parkoviště u malého nákupního střediska nachází v centru města, může být volba osvětlovací soustavy ovlivněna a přizpůsobena okolnímu prostředí a veřejnému osvětlení.



**Obr.5.2** Parkoviště Coop, Pontadre, Itálie, (Ruudlighting)

### *Provozní režimy*

Volba provozního režimu osvětlovací soustavy souvisí s tím, jak je osvětlovaný prostor v průběhu provozní doby využíván, a zásadně ovlivňuje spotřebu elektrické energie. Z tohoto důvodu je pro optimalizaci provozu osvětlovací soustavy vhodné stanovit časový harmonogram využití osvětlovací soustavy. U neveřejných pozemních komunikací uvnitř areálů a parkovacích ploch slouží v rámci pracovní doby venkovní osvětlení k zajištění bezpečného pohybu osob v době nedostatečného denního světla. Doba jeho provozu pro tento účel se liší se podle ročního období a podle toho zda je ve neveřejných prostorech zaveden jednosměnný nebo vícesměnný provoz. Po ukončení běžné pracovní doby, se zpravidla mění režim osvětlení z normálního na bezpečnostní. V rámci tohoto bezpečnostního režimu osvětlení využívá buď přímo ostraha objektu nebo bezpečnostní kamerový systém. V případě parkovišť lze provozní dobu rozdělit na dobu intenzivního využívání, kdy osvětlení primárně slouží k zajištění větší bezpečnosti provozu na parkovišti a na dobu méně intenzivního využívání, kdy osvětlení slouží jako jeden z prvků prevence v boji s kriminalitou ve venkovním prostředí. V době méně intenzivního využití prostoru a pokud se nejedná o

prostor se zvýšeným rizikem kriminality je možné snížit hladinu osvětlení a tím i příkon osvětlovací soustavy, například na 75 %, v některých případech až na 50 % hodnoty osvětlenosti při intenzivním provozu.

### *Světelné zdroje*

Pro osvětlení parkovišť a neveřejných pozemních komunikací jsou, vzhledem k provozní době těchto osvětlovacích soustav, nejdůležitějšími vlastnostmi světelných zdrojů dlouhá doba života a velký měrný výkon. Z pohledu účinného využití světelného toku jsou důležité rozměry světelného zdroje, které ovlivňují přesnost usměrnění světelného toku pomocí optického systému svítidla do požadovaného směru. Z hlediska spotřeby elektrické energie je pak důležitá možnost regulace světelného toku a tím i příkonu světelného zdroje. Vzhledem k tomu, že v řadě případů plní osvětlovací soustava i funkci bezpečnostní klade se důraz také na dobré podání barev  $R_a$ .

V současné době jsou u nových osvětlovacích soustav nejpoužívanějšími světelnými zdroji halogenidové výbojky v příkonech 70 W až 2 000 W. V případech, kdy není kladen důraz na podání barev, se používají vysokotlaké sodíkové výbojky v rozsahu 70 W až 1 000 W. U malých parkovišť nebo menších areálů se v některých případech objevují svítidla osazená kompaktními zářivkami. Vzhledem k tomu, že tyto světelné zdroje vykazují poměrně velkou závislost světelného toku na teplotě okolí a jejich jednotkový tok je relativně malý, nejsou vhodným zdrojem pro tento typ aplikací.

V posledních letech se v osvětlení pozemních komunikací začínají velmi významně prosazovat světelné diody. Do budoucna lze předpokládat, že světelné diody (LED) budou dominantním světelným zdrojem. Hlavními výhodami LED proti klasickým světelným zdrojům jsou delší doba života, větší měrný výkon, snadná možnost regulace a velmi dobrý index podání barev. Vedle světelných diod se v posledním desetiletí začaly objevovat bezelektrodové světelné zdroje (vysokotlaké i nízkotlaké). Jejich rozšíření je však zatím malé v porovnání s dříve uvedenými světelnými zdroji. Jejich hlavní výhodou je dlouhá doba života a relativně velký měrný výkon.

### *Svítidla*

Pro osvětlování venkovních parkovišť a neveřejných pozemních komunikací se používají dva základní typy svítidel. Prvním typem jsou silniční svítidla, určená pro osvětlování pozemních komunikací. Používají se v případech, kdy se instalační výška svítidel pohybuje v rozsahu cca od 8 m do 12 m. Jejich příkon je zpravidla v rozsahu od 70 W do 400 W. V ojedinělých případech, například pokud jde o parkoviště u menších nákupních center v centru města, mohou být, s ohledem na okolní veřejné osvětlení a jeho charakter, použita svítidla pro osvětlení pěších komunikací. U těchto svítidel se zpravidla zohledňuje výtvarné řešení a díky svému charakteru vyzařování, umožňují vytvořit vyšší hodnoty vertikálních osvětleností, které zajišťují lepší prosvětlení prostoru.



**Obr 5.3** Příklady svítidel pro osvětlení parkovišť a neveřejných pozemních komunikací, zprava Oracle 1 (Thorn Lighting), Warp9 LED (Kimlighting), Sistarlar Maxi (Siteco), OptiVision (Philips)

Montážní výška těchto svítidel se zpravidla pohybuje v rozsahu od 4 do 6 m a příkony v rozsahu od 35 W do 150 W. Druhým používaným typem svítidel pro osvětlování parkovišť a neveřejných pozemních komunikací jsou světlomety. Podle požadované úrovně osvětlení a instalační výšky se používají světlomety o příkonech v rozsahu od 70 W až do 2 000 W. Vzhledem k tomu, že se často instalují ve větších montážních výškách a osvětlují větší plochy, jsou často používány světlomety se širokou křivkou svítivosti. Proto, aby se maximálně omezil rušivý světelný tok do horního poloprostoru, se používají světlomety s asymetrickým optickým systémem, které lze instalovat tak, že plochý kryt vyzařovacího otvoru je horizontální poloze.

#### *Ovládací prvky*

Základními ovládacími prvky, které umožňují optimalizovat provoz osvětlovací soustavy jsou časové spínací prvky, které vedle zapínání a vypínání osvětlovací soustavy ve stanovenou dobu umožňují měnit režim osvětlení, tím že svítí pouze vybraná část svítidel nebo se změní příkon osvětlovací soustavy. Dalším ovládacím prvkem je světelné čidlo, které přináší informaci o aktuální hodnotě osvětlenosti. Tato informace lze pak použít k optimalizaci provozu osvětlovací soustavy a k jejímu zapínání a vypínání. Dalším důležitým ovládacím prvkem je pohybové čidlo, které umožňuje zprostředkovat informaci o tom, zda je na hlídáném úseku pohyb, tedy zda je komunikace někým používána či nikoliv. Tuto informaci lze také použít k optimalizaci provozu osvětlovací soustavy, ale tento prvek se ve výše uvedených osvětlovacích soustavách nepoužívá. Vlastní řízení provozu osvětlovací soustavy může být autonomní nebo centrální. V současné době je již řada nových venkovních svítidel pro osvětlení pozemních komunikací vybavena autonomním řídicím systémem, který umožňuje nastavit dobu začátku a konce intervalu se sníženým příkonem a velikost tohoto snížení. Dokonalejší svítidla pak umožňují připojení na centrální řídicí systém, kdy se řídicí systém přenáší radiofrekvenčně nebo se využívá napájecích silových kabelů a řídicí signál je modulován na napájecí síťové napětí.

#### **Literatura**

- [1] ČSN EN 12301 – 2 Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky
- [2] ČSN EN 12464 – 2 Osvětlení pracovních prostorů – Část 2: Venkovní pracovní prostory

## 5.2 ARCHITEKTONICKÉ A DEKORATIVNÍ OSVĚTLENÍ

### 5.2.1 ÚVOD

Architektonické a dekorativní osvětlení primárně slouží k vytvoření určité světelné atmosféry ve večerních a nočních hodinách a ke světelnému zdůraznění vybraných objektů. Při jeho návrhu se tedy primárně nesleduje zrakový výkon, ale výtvarný účinek osvětlení. Výsledný účinek architektonického osvětlení závisí nejen na tvaru osvětlovaného objektu, ale také na barevných vlastnostech a struktuře jeho povrchů, na okolním prostředí, klimatických podmínkách, roční době, způsobu osvětlení a parametrech použitých technických zařízení (svítidla, světelné zdroje apod.) Mezi objekty, které lze světelně zdůraznit architektonickým a dekorativním osvětlením patří:

- budovy (moderní i historické);
- technické stavby (mosty, přehrady, vysílací věže apod.);
- drobná architektura a umělecká díla (sochy, pomníky);
- stromy a zeleň;
- vodní prvky a plochy;

Hlavním cílem architektonického osvětlení je upoutání pozornosti pozorovatele ve večerních a nočních hodinách. V případě komerčních objektů jako jsou administrativní objekty, komerční a sportovní centra nebo restaurace, jde o promyšlený a účinný způsob propagace a reklamy. V případě veřejných budov, kostelů, pomníků, historické budov, mostů atd. představuje architektonické osvětlení určitý způsob vyjádření hrdosti a identity místních obyvatel. Nicméně i v tomto případě jde o určitou formu propagace, reklamy, která má upoutat pozornost turistů a návštěvníků měst a obcí (obr 5.4). Návrh architektonického osvětlení lze rozdělit do tří následujících částí:

- analytická část
- koncepční část
- technická část

V rámci první analytické části se provádí sběr údajů, které jsou pro návrh architektonického osvětlení důležité a ovlivňují jeho výsledný účinek i finanční náročnost. Druhá koncepční část definuje jak má být daný objekt osvětlen, jak a kdy se má vizuálně uplatňovat. V poslední části se pak určuje jakými technickými prostředky se požadovaného vizuálního účinku dosáhne.



**Obr. 5.4** Ukázky venkovního architektonického osvětlení

## 5.2.2 ANALYTICKÁ ČÁST

Hlavním účelem architektonické osvětlení, na rozdíl od jiných venkovních aplikačních oblastí, je jeho výtvarné působení v některých případech kombinované s propagačním a reklamním působením. Jak již bylo zmíněno v úvodu, toto osvětlení neslouží pro zajištění dostatečných světelných podmínek pro vykonávání určité zrakové činnosti nebo pro zajištění bezpečného pohybu. Analytická část návrhu architektonického osvětlení má velký význam a vliv nejen na výsledný účinek a kvalitu architektonického osvětlení, ale také na energetickou náročnost a rušivé účinky osvětlení na okolní prostředí. Nezbytnou podmínkou pro dosažení kvalitního architektonického osvětlení je rozbor následujících hledisek:

- struktura a povrchy objektu;
- pozadí a okolí objektu;
- pozorovací směry a vzdálenosti;
- časové využití a funkce;
- sezónní vliv.

Osvětlovaný objekt je třeba prostudovat z pohledu geometrického členění. Jednak je důležité prostudovat skladbu hmot objektu, jak si tyto hmoty mohou při různých směrech dopadu světla stínit, dále zda má objekt výrazné horizontální nebo vertikální členění a jak se toto členění bude chovat při různých směrech dopadu světla, zda je objekt jako hmota nebo zda nabízí prostorové odstupňování. Vedle základní geometrie a struktury objektu jsou důležité světelné technické vlastnosti jeho povrchů, které velmi výrazně ovlivňují výsledný vzhled osvětleného objektu. Jednak je důležitý charakter odrazu, tedy to, zda se jedná o povrchy se zrcadlovým, difúzním nebo smíšeným odrazem. Zatímco u difúzního odrazu nezáleží výsledný vizuální vzhled osvětleného povrchu na směru dopadu světla u zrcadlového a smíšeného hraje důležitou roli. Zároveň u těchto dvou typů povrchů je třeba kontrolovat odražený světelný tok z pohledu možného oslnění. Výsledný barevný vzhled povrchu je dán kombinací spektrálních vlastností osvětlovaných povrchů a dopadajícího světla. Například pokud pro osvětlení povrchu odrážejícího modrou část spektra zvolíme světelný zdroj vyzařující světlo v převážně žluté oblasti spektra (například sodíková výbojka), od osvětleného povrchu se odrazí velmi malá část dopadajícího světla. Taková osvětlovací soustava architektonického osvětlení má, jen díky nevhodné volbě světelného zdroje (i přes jeho velký měrný výkon), velmi malou účinnost.

Pozadí a okolí osvětlovaného objektu ovlivňuje volbu úrovně osvětlení. Pokud je okolí a pozadí objektu tmavé, je pro zvýraznění osvětlovaného objektu třeba relativně malý jas (osvětlenost). V případě, že okolí je světlé nebo se v blízkosti osvětlovaného objektu nacházejí stavby, jejichž povrchy mají v průběhu večerních a nočních hodin poměrně vysoký jas (osvětlené povrchy, prosvětlená okna), je třeba pro zvýraznění řešených objektů zvolit jas větší. Pokud nelze volit vyšší jas než má okolí, například z důvodů omezení rušivého světla, lze pro zvýraznění objektu využít například barevný kontrast. Při rozboru okolí řešeného objektu je třeba si vyžádat zatřídění do zóny životního prostředí. Pokud toto zatřídění neexistuje, je třeba jej provést.

Zásadní informací pro návrh architektonického osvětlení je stanovení základních pozorovacích směrů. Z těchto směrů se pak zpravidla určí hlavní pozorovací směr, ze kterého by měl být pohled na osvětlovaný objekt nejatraktivnější. Tomu se následně přizpůsobuje koncepce osvětlení, skladba jasů i rozmístění svítidel. Osvětlovací soustava by měla být navržena tak, aby ve zvolených pozorovacích směrech nebyly viditelné svítící části svítidel. Vzhledem k tomu, že pozorovací směry se uplatňují i ve dne, je vhodné maximálně omezit

vizuální uplatnění svítidel i v průběhu denní doby, kdy je osvětlovací soustava vypnutá. Dalším důležitým hlediskem je pozorovací vzdálenost, která určuje množství viditelných detailů na osvětleném objektu. Viditelnost detailů souvisí jednak s rozlišovací schopností lidského zraku a jednak s množstvím světla odraženého od objektu směrem k pozorovateli. Množství odraženého světla, tedy úroveň jasů ploch osvětlovaného objektu ovlivňuje nejen viditelnost detailů, ale i celkovou čitelnost objektu. Pokud chceme, aby se uplatňoval objekt z větší vzdálenosti, je třeba zvolit větší jas.

Velmi podstatné pro návrh osvětlení jsou informace o tom, jaký je večerní a noční život v bezprostředním okolí osvětlovaného objektu v průběhu celého roku, a to jak z pohledu místních obyvatel, tak z pohledu návštěvníků. Pro místní obyvatele může být architektonické osvětlení určitým symbolem identifikace s místem, kde žijí. Na druhé straně, v pozdních nočních hodinách může být osvětlený objekt rušivým prvkem. U návštěvníků má osvětlený objekt vzbudit jejich zájem, přitáhnout je, a v tomto případě lze hovořit o funkci propagační či reklamní. Obecně pro širší okolí může mít osvětlení objekt funkci orientačního bodu. Vedle běžného každodenního rytmu se v průběhu roku vyskytují významné dny (svátky, výročí apod.), které mají odlišnou atmosféru. Zároveň se v průběhu roku mohou konat pravidelné či nepravidelné kulturní a společenské akce, které mohou mít atmosféru odlišnou jak od běžného dne, tak od významných dnů. Podrobný rozbor každodenního večerního a nočního rytmu i pravidelných i nepravidelných událostí je důležitý při rozhodování, zda se má architektonické osvětlení členit do více stupňů, jaká má být jeho provozní doba a jakým způsobem má být ovládané.

Další důležitou oblastí vstupní analýzy je posouzení toho, jak se mění bezprostřední okolí osvětlovaného objektu. V průběhu roku může, například vlivem vegetace, dojít k částečnému zakrytí osvětlovaného objektu nebo svítidel osvětlovací soustavy. Pokud jsou součástí architektonického osvětlení stromy, zeleň a další přírodní prvky je vhodné zjistit jejich podobu v průběhu jednotlivých ročních období a zhodnotit kdy a jak je osvětlovat.

### 5.2.3 KONCEPČNÍ ČÁST

Na základě provedené analýzy jsou k dispozici nezbytné údaje pro další fázi návrhu osvětlení, kterou je koncepční část. V rámci této části je definována vizuální podoba architektonického osvětlení, zda bude mít jeden či více časových plánů jednotlivých provozních režimů, jak bude provozována v průběhu roku a základní úvahy o rozmístění osvětlovací soustavy. Koncepční část návrhu architektonického osvětlení obsahuje:

- výtvarný návrh osvětlení;
- pracovní režimy a ovládání;
- světelně technické parametry;
- volba osvětlovací soustavy;

#### *Výtvarný návrh osvětlení*

Základem architektonického osvětlení je výtvarný návrh vzhledu osvětlovaného objektu ve večerních a nočních hodinách, v rámci kterého je třeba zohlednit nejen architektonickou a historickou hodnotu objektu, jeho tvar, ale také okolí, do kterého je objekt zasazen. Vzhledem k tomu, že se jedná o estetickou záležitost, měl by být autorem této části architektonického osvětlení architekt nebo výtvarník. Tento postup není v České republice obvyklý a celý návrh architektonického osvětlení zpravidla zpracovává světelný technik nebo elektro projektant. Tento postup není optimální a má často negativní dopady nejen na výsledný vizuální účinek, ale i na energetickou náročnost osvětlovací soustavy. Výtvarný návrh osvětlení, tedy to jak má daný objekt působit je velice subjektivní záležitostí a odvíjí se od zkušeností a znalostí

autora výtvarného návrhu. Nicméně existují dvě základní cesty v oblasti architektonického osvětlení. První cestou je osvětlování vlastního objektu. Druhým způsobem je vytváření určitých světelných efektů, které mohou mít podobu určité světelné grafiky, využitím speciálních svítidel, barevného osvětlení apod. Příkladem je například kopírování základních hran objektu lineárním svítícím prvkem. V tomto druhém případě lze hovořit o dekoračním osvětlení.

#### *Pracovní režimy a ovládání osvětlení*

Provozní režimy bezprostředně souvisí s tím, jak se bude architektonické osvětlení používat. Pro jejich volbu jsou důležité informace o bezprostředním okolí, jeho noční atmosféře a rytmu v průběhu celého roku. Každé architektonické osvětlení obsahuje základní režim, jehož jedním z hlavních parametrů je provozní doba. Provozní doba se volí v časovém rozmezí, ve kterém má architektonické osvětlení smysl a velmi často je ohraničena dobou soumraku a půlnoci. Architektonické osvětlení může být v základním režimu provozováno každý den, obden nebo pouze ve významných dnech. Pokud je slavnostní osvětlení provozováno v základním režimu pravidelně každý den nebo obden, lze pro významné dny vytvořit další režim, který vytvoří jinou atmosféru a odlišné osvětlení objektu. Lze vytvořit i třetí režim, který je určen pro kulturní akce, například různé hudební festivaly apod., které se pořádají v okolí osvětlovaného objektu.

#### *Světelně technické parametry*

Světelně technické parametry se obecně při návrhu venkovního osvětlení posuzují ze dvou hledisek. První hledisko má na mysli s vytvoření určitého světelného prostředí souvisejícího se zrakovým vjemem, druhé hledisko souvisí s rušivým světlem.

Vzhledem k tomu, že architektonické osvětlení je primárně výtvarnou záležitostí nejsou pro volbu světelně technických parametrů z hlediska zrakového vjemu závazné národní ani mezinárodní normy. Existují publikace, které obsahují doporučení a návody jak při návrhu architektonického osvětlení postupovat. K mezinárodně uznávaným dokumentům patří publikace Mezinárodní komise pro osvětlování (CIE). Mezi hlavní světelně technické parametry, z pohledu vizuálního vjemu, patří *jas* povrchů osvětlovaného objektu  $L_{bm}$ . Při jeho volbě se zohledňuje jas okolního prostředí a pozorovací vzdálenosti. Doporučené hodnoty jasů jsou uvedeny v Tabulce 5.5.

**Tab. 5.5 Doporučené hodnoty povrchových jasů u architektonického osvětlení**

Jas okolí	Popis prostředí	Jas $L_{bm}$ [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]	
		malá pozorovací vzdálenost	velká pozorovací vzdálenost
malý	venkovské oblasti	4 $\text{cd}/\text{m}^2$	5 $\text{cd}/\text{m}^2$
střední	malá města a předměstí velkých měst	6 $\text{cd}/\text{m}^2$	8 $\text{cd}/\text{m}^2$
velký	zábavní a komerční oblasti, centra velkých měst	12 $\text{cd}/\text{m}^2$	16 $\text{cd}/\text{m}^2$

Pokud má být při architektonickém osvětlení dosaženo dobrého prostorového a plastického vzhledu, je u geometricky jednoduchých objektů důležité, aby na sebe navazující plochy, například dvě na sebe kolmé stěny budovy, měly rozdílné úrovně jasů. Pokud se požaduje, aby byl konkrétní povrch rovnoměrně osvětlen, je třeba zajistit, aby poměr mezi maximální a minimální hodnotou jasů byl 2:1. Při poměru 3:1 a vyšším, je nerovnoměrnost osvětlení již zřetelná. Za předpokladu, že osvětlované povrchy mají difúzní charakter odrazu, lze na základě požadovaného jasů  $L_{bm}$  stanovit potřebnou *osvětlenost* povrchu  $E_{bm}$  ze vztahu:



$$E_{bm} = \frac{L_{bm} \cdot \pi}{\rho} \quad [\text{lx}; \text{cd} \cdot \text{m}^{-2}, -] \quad (5.1)$$

kde  $E_{bm}$  je průměrná hodnota udržované osvětlenosti povrchu [lx];  
 $L_{bm}$  je průměrná udržovaná hodnota jasu povrchu [cd/m<sup>2</sup>];  
 $\rho$  je integrální hodnota činitele odrazu osvětlovaného povrchu [-].

Při provozu osvětlovací soustavy dochází ke snížení jasu osvětlovaného objektu, resp. světelného toku dopadajícího do oka pozorovatelem z následujících příčin,

- pokles světelného toku vlivem stárnutí osvětlovací soustavy;
- pokles odraženého světelného toku od objektů vlivem zašpinění povrchů;
- pohlcení světelného toku při průchodu venkovním prostředím od svítidel k osvětlovanému objektu a při průchodu venkovním prostředím od světlovaného objektu k pozorovateli.

Tento pokles světelného toku, který může být krátkodobý nebo trvalý, je třeba při návrhu osvětlovací soustavy vzít v úvahu. Při volbě jasu, resp. hladiny osvětlenosti, je třeba také zohlednit spektrální vlastnosti zdrojů a osvětlovaných povrchů. Čím více se budou vzájemně lišit spektrální vlastnosti dopadajícího světla a osvětlovaného povrchu, tím více bude třeba světelného toku pro dosažení požadovaného jasu. Vjem osvětleného povrchu souvisí také s charakterem odrazu. Při vzrůstající zrcadlové složce odrazu klesá jas povrchu do libovolného směru na úkor jasu v jednom směru, který je určen úhlem zrcadlového odrazu. Tato situace nastává například při osvětlování prosklených fasád nebo lesklých povrchů. V takových případech je třeba kontrolovat směr odraženého světla, aby nebylo zdrojem potenciálně nebezpečného oslnění.

Důležitým parametrem ovlivňujícím vjem osvětlovaného objektu je *míra oslnění*. Pro návrh architektonického osvětlení není stanovena metoda pro hodnocení oslnění, ale obecně se doporučuje, aby svítící optické části svítidel byly skryty vůči běžným pohledům. Pokud nelze toto požadavek splnit, doporučuje se, pro omezení možného oslnění optickými částmi svítidel, použít clonící příslušenství.

Volba *barevných vlastností* použitých světelných zdrojů souvisí s požadovaným výsledným vizuálním účinkem, a proto nemá význam tyto parametry jednoznačně doporučovat nebo předepisovat. Nicméně výsledný barevný vjem osvětlovaného objektu souvisí se spektrálními vlastnostmi odrazu osvětlovaného objektu i použitých světelných zdrojů. V případě, že se požaduje věrný vjem barev osvětlovaného objektu je třeba použít světelné zdroje s vysokým indexem podání barev nebo světelné zdroje, jejichž spektrální složení odpovídá spektrálním vlastnostem odrazu osvětlovaného povrchu.

Směrové vlastnosti osvětlení jsou, vedle rozložení jasu druhým, světelně technickým parametrem, který významně ovlivňuje prostorové vnímání osvětlovaného objektu. Pokud má objekt výrazné architektonické členění, je třeba volit takový směr dopadu světla, aby vzniklé stíny podpořily prostorový vjem objektu. Pokud však dopadá světlo z nevhodného směru, může být objekt sice vnímán prostorově, ale bude působit nepřírozně. K této situaci může dojít, pokud světlo přichází ze směru, který není v přirozeném prostředí obvyklý. Příkladem je vzhled obličeje sochy osvětlené zespoda.

Druhým hlediskem, podle kterého se posuzují světelně technické parametry u venkovního, tedy i architektonického osvětlení, je rušivé světlo. Limitní hodnoty světelně technických parametrů pro kontrolu rušivého světla v závislosti na zóně životního prostředí jsou uvedeny v Tabulce 7.2 V případě architektonického osvětlení je možné využít odlišných limitních

hodnot před a po době nočního klidu a kontrolují se následující parametry:  $E_v$ ,  $I$ ,  $L_b$ ,  $TI$ ,  $ULOR$ .

#### *Volba osvětlovací soustavy*

Pro architektonické osvětlení lze použít vzdálenou nebo blízkou osvětlovací soustavu, případně jejich kombinaci. Tyto soustavy se mezi sebou liší umístěním vůči osvětlovanému objektu. Používanější soustavou je osvětlovací soustava *vzdálená*, u které jsou svítidla umístěna v určitém odstupu od objektu. Menší objekty do výšky přibližně 10 m lze osvětlit svítidly, umístěnými v úrovni terénu, avšak vzdálenost svítidel od objektu by měla být rovna minimálně dvěma třetinám výšky objektu. Zpravidla se však svítidla u tohoto typu soustavy instalují na stožáry nebo okolní objekty. U osvětlovací soustavy *blízké* se svítidla upevňují přímo na osvětlovaný objekt nebo v jeho těsné blízkosti. Tento typ osvětlovací soustavy se používá v případech, kdy svítidla nelze instalovat v úrovni terénu, na stožárech ani na okolních objektech. Blízká soustava se používá pro dosažení charakteristického světelného účinku, který nelze vytvořit soustavou vzdálenou. Může jít například o siluetový efekt, o výraznou jasovou kresbu, či o zvýraznění struktury osvětlovaného povrchu apod. V situaci, kdy jsou svítidla osvětlující objekt umístěna na jeho plášti nebo v těsné blízkosti je úhel mezi optickou osou svítidla a osvětlovaným povrchem relativně malý a světlo dopadá na povrch ve směru tečny. Díky tomu je, ve směru optické osy svítidla, velmi obtížné dosáhnout dostatečně rovnoměrného osvětlení. Zmíněný dopad světla na osvětlovaný povrch zvýrazňuje strukturu povrchu a jeho nerovnosti. Architektonické osvětlení využívající popsany způsob osvětlení má zpravidla výrazný, dramatický charakter, a to hlavně díky velkým kontrastům jasu a nerovnoměrnosti osvětlení ploch objektu. Výhodou blízkých osvětlovacích soustav je, že světelný tok svítidel pronikající okny do objektu je minimální a nedochází proto k oslňování a rušení lidí uvnitř objektu. Z tohoto důvodu je blízká soustava vhodná například pro osvětlení hotelů.

## **5.2.4 TECHNICKÁ ČÁST (PRVKY OSVĚTLOVACÍ SOUSTAVY)**

### *Světelné zdroje*

Pro architektonické a dekorační osvětlení se používá široká řada typů světelných zdrojů. Velmi důležitým parametrem při jejich výběru jsou spektrální vlastnosti, které významně ovlivňují vizuální vjem a působení osvětleného objektu. Volbou světelného zdroje s nevhodným spektrálním složením vyzařovaného světla může dojít k výraznému narušení noční atmosféry. Z pohledu energetické náročnosti se světelné zdroje posuzují měrným výkonem. Z pohledu provozu a provozních nákladů je důležitým parametrem doba života.

Halogenové žárovky se v současné době používají v architektonickém osvětlení již jen v omezené míře, například pro zvýraznění architektonických detailů. Pro tento účel se používají halogenové žárovky na malé napětí o příkonu 50, 75, 100 W. Jejich výhodou jsou malé rozměry, které umožňují velmi účinné usměrnění světelného toku do požadovaného směru. V minulosti byly poměrně rozšířené lineární halogenové žárovky o příkonech od 300 do 1000 W. Hlavními nevýhodami halogenových žárovek je malý měrný výkon a krátká doba života. V poslední době jsou na ústupu i donedávna poměrně velmi rozšířené vysokotlaké sodíkové výbojky (o příkonech od 70 až do 1000 W). Tyto světelné zdroje mají sice velký měrný výkon i dlouhou dobu života, ale jejich hlavní nevýhodou je nízký index podání barev. To způsobuje poměrně významné zkreslení barev osvětlovaného objektu. Halogenové žárovky i sodíkové výbojky jsou vytlačovány halogenidovými výbojkami, které se v porovnání s ostatními typy zdrojů vyrábějí v podstatně širší příkonové řadě od 20 do 2 000 W. V architektonickém osvětlení se v omezeném rozsahu používají též lineární zářivky

a vysokonapěťové zářivky („neonové trubice“). Velmi rozšířené jsou tyto světelné zdroje při prosvětlování reklamních panelů a nápisů.

V posledních letech se v oblasti architektonického osvětlení začínají velmi významně prosazovat světelné diody. Používají se jak diody bílé, tak i barevné. Použití barvených diod umožňuje vytvářet statické i dynamické barevné osvětlení. Světelné diody nahrazují lineární zářivky a neony v lineárních svítidlech. V malých světlometech postupně nahrazují halogenové žárovky i halogenidové výbojky malých příkonů. Do budoucna lze předpokládat, že světelné diody (LED) budou v architektonickém osvětlení dominantním světelným zdrojem. Hlavními výhodami LED proti klasickým světelným zdrojům jsou dlouhá doba života, velký měrný výkon, snadná možnost regulace, možnost volby barevného nebo bílého osvětlení, velmi dobrý index podání barev.



**Obr 5.5** Svítidla pro architektonické osvětlení; a) kruhový světlomet, b) lineární svítidlo, c) zemní svítidlo

### *Svítidla*

Mezi nejpoužívanější svítidla pro architektonické osvětlení patří směrová svítidla. Při výběrů svítidel je jedním z nejdůležitějších světelně technických parametrů tvar křivky svítivosti svítidla, který určuje, jak je světlo světelného zdroje ze svítidla vyzářeno. Pokud se pro konkrétní aplikaci zvolí svítidlo s nevhodnou křivkou svítivosti, může být podstatná část světelného toku vyzářena mimo osvětlovaný objekt. Tím se nejen snižuje účinnost osvětlovací soustavy, ale také dochází k negativním účinkům osvětlovací soustavy na okolní prostředí (rušivé světlo). Z pohledu energetické náročnosti svítidel je důležitým parametrem jejich účinnost. V současné době, s nástupem svítidel pro světelné diody se začíná pro hodnocení energetické náročnosti používat nový parametr, kterým je měrný výkon svítidla. Udává, kolik světelného toku vyzářeného svítidlem připadá na 1 W elektrického příkonu svítidla. Při volbě svítidla jsou také důležité další technické parametry, jako je například krytí svítidla.

Hlavními představiteli směrových svítidel používaných pro architektonické osvětlení jsou světlometry, což jsou směrovatelná svítidla, přizpůsobená pro upevnění na nosné konstrukce (např. stožáry, konzole apod.) a pro natáčení do libovolného směru. Podle tvaru výstupního otvoru se světlometry dělí na světlometry s kruhovým a obdélníkovým výstupním otvorem. Podle šířky světelného svazku se pak dělí na úzkouhlé a širokouhlé světlometry. Šířka světelného svazku se udává podle úhlu poloviční svítivosti, což je úhel mezi směrem, kde má svítidlo maximální svítivost a směrem, ve kterém má poloviční svítivost. Světlometry s kruhovým výstupním otvorem (Obr. 5.5a) mají zpravidla rotačně symetrickou křivkou svítivosti a používají se jak k osvětlování velkých ploch z blízkých vzdáleností (širokouhlé světlometry), tak také k osvětlování architektonických detailů nebo ploch nacházejících se ve velkých vzdálenostech (úzkouhlé světlometry). Světlometry s obdélníkovým výstupním

otvorem mají zpravidla širokou křivku svítivosti a používají pro osvětlování velkých ploch z krátkých vzdáleností.

Světlomety lze doplnit řadou příslušenství, které slouží k omezení oslnění (clonící klapky, lamelové a kruhové clony, boční clony atd.), k úpravě křivky svítivosti (refraktory, difúzní skla), k úpravě spektrálních vlastností vyzařovaného světla (barevné nebo konverzní filtry) a k upevnění světlometů (konzole, příruby apod.).

Dalším poměrně rozšířeným typem svítidel pro architekturní osvětlení jsou svítidla zemní (Obr. 5.5c). Tato svítidla se instalují do terénu nebo komunikace v blízké vzdálenosti od osvětlovaného objektu. Pro osvětlení dlouhých vertikálních ploch a lineárních prvků na fasádách objektů se používají lineární svítidla pro lineární zářivky, xenonové žárovky nebo světelné diody (Obr. 5.5b). Tato svítidla mají zpravidla vějířový tvar křivky svítivosti, která umožňuje účinné využití světelného toku svítidla. Pro osvětlení vodních prvků (kašny, fontány apod.) se používají zápuštná svítidla nebo malé světlomety s vysokým krytím IP68, která jsou přímo certifikovaná pro toto specifické použití. Pro osvětlení kašen lze využít také systém optických kabelů. Výhodou tohoto systému je bezpečnost, kdy veškerá elektrická zařízení a rozvody jsou umístěny mimo vodní prvek.

#### *Ovládací prvky*

Ovládání architektonického osvětlení závisí na jeho složitosti a charakteru. Nejednodušší architektonické osvětlení s jedním provozním režimem lze ovládat ručně nebo pomocí časových hodin. Nejpohodlnější ovládací systém tvoří kombinace soumrakového čidla a časových hodin, kdy zapnutí osvětlovací soustavy zajišťuje soumrakový spínač a vypnutí časové hodiny. Tento systém zajišťuje nejen pohodlné zapínání a vypínání osvětlovací soustavy, ale také její účinný provoz. Pokud má architektonické osvětlení více režimů, pak lze použít pro zapínání astronomické hodiny, ve kterých jsou pro jednotlivé dny v rámci celého roku definovány režimy architektonického osvětlení. V případě že má architektonické osvětlení dynamický charakter, při kterém dochází ke změnám barev nebo intenzity osvětlení je třeba použít složitější řídicí systém. Současné době se regulace jednotlivých svítidel neprovádí přímo změnou napájecího napětí, ale svítidla se regulují prostřednictvím samostatného řídicího signálu (0-10V, DALI, DMX).

## **5.3 OSVĚTLENÍ VENKOVNÍCH ŽELEZNIČNÍCH PROSTRANSTVÍ**

### **5.3.1 ZÁKLADNÍ NORMY A PŘEDPISY**

Vzhledem ke specifčnosti tohoto typu osvětlování jsou uvedeny úvodu předpisy souvisejících s touto problematikou.

ČSN 36 0061 z roku 1991 – norma pro navrhování (projektování), stavbu, rekonstrukce a údržbu osvětlovacích zařízení venkovních železničních prostranství (vč. Nástupišť i krytých, schodišť a podchodů k nástupištím) celostátních drah a částí vleček. Dnes již neplatná.

Předpis ČSD E11 Provoz, obsluha a údržba osvětlení venkovních železničních prostranství s účinností od 1.7.1986 – předpis pro provoz osvětlení venkovních železničních prostranství ČSD, tj. prostranství sloužících cestující veřejnosti a prostranství, v nichž pracují zaměstnanci ČSD a přepravci.

Předpis ČSD 11/85-PMR Provoz a obsluha osvětlení venkovních prostranství u ČSD s účinností od 1.7.1987 – předpis stanovuje závazné požadavky na racionální provoz osvětlení venkovních železničních prostranství. Je závazný pro provozovatele a uživatele osvětlovacích zařízení ČSD.

ČSN EN 12464-2 – Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Venkovní pracovní prostory s účinností od 1.7.2006 – tato norma specifikuje požadavky na osvětlovací soustavy pro většinu pracovních a přílehlých prostorů z hlediska intenzity a jakosti osvětlení.

### **5.3.2 ROZDĚLENÍ OSVĚTLENÍ PODLE FUNKCE:**

#### *Celkové*

Jde o osvětlení celého železničního prostranství nebo jeho větších technologicky ucelených částí z hlediska bezpečnosti a zrakové pohody v nočním provozu.

#### *Doplňkové (místní)*

Jde o osvětlení pro místa s náročnější technologií práce, vyžadující vyšší osvětlenost než při osvětlení celkovém

Zapíná se jen po dobu výkonu náročných prací. K tomu slouží buď pevně instalovaná svítidla, která se zapínají v dobu výkonu prací, nebo svítidla přenosná, která se zapojují a provozují v případě potřeby výkonu prací.

#### *Orientační*

Jde o osvětlení, které se v prostranství ponechává v provozu po vypnutí osvětlení celkového, a to pro základní orientaci osob nebo pro nutnou ostrahu objektů v tomto prostranství.

Toto osvětlení je tvořeno alespoň dvěma osvětlovacími jednotkami, výjimečně alespoň dvěma svítdly na jedné osvětlovací jednotce.

### **5.3.3 ZPŮSOBY OSVĚTLOVÁNÍ NA ŽELEZNICI**

#### *Individuální osvětlení*

Individuální osvětlení tvoří jednotlivá závěsná svisle svítící svítidla na nižších (individuálních) stožárech s předepsaným úhlem clonění, umístěnými na podpěrách (stožárech) do výšky zavěšení 14m. Svítidla jsou vybavena dotykovými spojkami pro možnost spouštění k výměně světelných zdrojů a čištění svítidel. Výhodou tohoto způsobu osvětlení je možnost řešení osvětlení podle místních podmínek, jeho nevýhodou je velké množství stožárů v kolejišti. Tento způsob je vhodný k osvětlování kolejiště menších železničních stanic a výkonných jednotek. Na zastávkách se používá pro osvětlení nástupišť osvětlovacích podpěr do výšky 5 – 7m. Je možné zde použít i necloněných svítidel s předepsanou hodnotou jasů. Dnes se nejčastěji používají svítidla s plochým sklem pro snížení oslnění uživatelů železnice.



**Obr. 5.6** Příklad individuálního osvětlení

### *Centralizované osvětlení*

Je řešeno vysokými podpěrami (osvětlovacími věžemi), na nichž je umístěno několik výkonných světlometů. Výhodou způsobu tohoto osvětlení je malé množství podpěr v kolejišti, ale pro umístění osvětlovacích věží je třeba větší plochy v kolejišti.

Nižší osvětlovací věže (výšky 20 až 25m) se používají středně velkých železničních stanic a výkonných jednotek. Centralizované osvětlení je vhodné zejména pro velká a rozlehlá prostranství, kde se používají výšky až 40m. Tento způsob osvětlení se obvykle doplňuje individuálním osvětlením v místech, která je obtížné osvětlit jen světlomety z osvětlovacích věží.



**Obr. 5.7** Příklad centralizovaného osvětlení

### *Kombinované osvětlení*

Kombinované způsoby spojují charakteristiky způsobů základních:

- Svislé osvětlení z vysokých stožárů

Využívá vysokých podpěr, na nichž je umístěn svisle svítící výkonný světlomet nebo skupina svítidel nižších příkonů. Toto osvětlení je vhodné pro střední železniční stanice a výkonné jednotky, polokryté vysoké odjezdové haly, kde se pro zavěšení světlometů využívá i stropních konstrukcí, pro přednádraží apod. Možnost využití je také k osvětlení dílenských dvorů.

- Osvětlení světlomety na individuálních stožárech

Je řešeno obvykle stožáry do výšky 16m a světlomety nižších příkonů, svítících pod určitým úhlem k osvětlované ploše. Tento způsob je vhodný pro menší a střední železniční stanice a výkonné jednotky, nákladíště a další speciální prostranství. Stožáry je možné instalovat i vně kolejiště, takže kolejiště zůstává volné.

- Osvětlení zastřešených nástupišť

K umístění svítidla se využívá střešní konstrukce přístřešků. Jsou použita výbojková svítidla s nižšími příkony nebo svítidla zářivková.



Obr. 5.8 Příklad osvětlení zastřešeného nástupiště

### 5.3.4 SVÍTIDLA A SVĚTELNÉ ZDROJE PRO OSVĚTLOVÁNÍ ŽELEZNIČNÍCH PROSTRANSTVÍ

#### *Svítidla*

Pro osvětlování železničních prostranství je nutné použít svítidla, která vydrží namáhavé okolní podmínky. Konstrukce svítidel musí odolat zejména velkému mechanickému namáhání, neboť jízda vlaků způsobuje vibrace, které se přes podpěrné konstrukce přenášejí na svítidlo. Další neblahý vliv na svítidla má okolní teplota, které musí svítidla během roku odolávat. Tento okolní vliv namáhá především elektroniku uvnitř svítidla. Také je třeba, aby svítidla měla dostatečné elektrické krytí (Ochrana elektrických zařízení krytem).

Každé svítidlo použité pro osvětlování železničního prostranství musí být prověřeno Správou železniční dopravní cesty (SŽDC), která vydá ke svítidlu schvalovací list technických podmínek.

V dnešní době jsou schválena svítidla pouze těchto výrobců: Abatec, Pracht, Enika, Indal, Schröder, Siteco, Thorn.

#### *Světelné zdroje*

Nejrozšířenějším světelným zdrojem je vysokotlaká sodíková výbojka, která je používána k osvětlování velkých železničních prostranství a dlouhých kolejových úseku. Tam kde je nutné vyšší barevné podání se používají vysokotlaké halogenidové výbojky a pro aplikace s nižší montážní výškou svítidla jsou upřednostňovány zářivkové světelné zdroje.

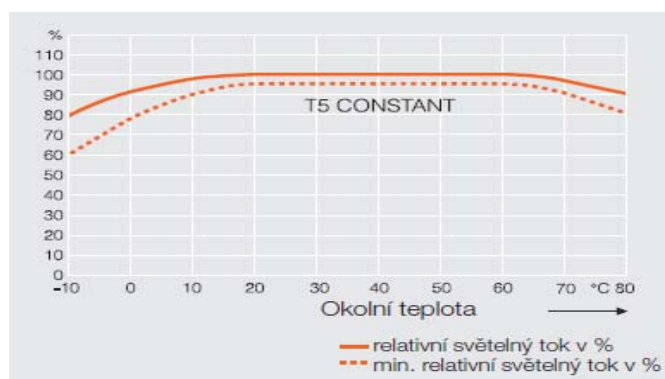
Důležitými parametry k volbě světelného zdroje je dlouhá doba života a stálost světelně technických parametrů.

Pro zaručení dlouhé doby života je možné použít vysokotlaké sodíkové výbojky se dvěma hořáky. Pokud jeden z hořáků přestane plnit svou funkci, nahradí ho hořák druhý. Nevýhodou těchto zdrojů je, že hořáky si navzájem stíní a ovlivňují tak vyzařovanou charakteristiku světelného toku ze svítidla. Používáním kvalitních materiálů a nových technologií se doba života světelných zdrojů prodlužuje a není proto nutné používat dvouhořákové výbojky. Nejpoužívanějším zdrojem je dnes zdroj jednohořákový. Dlouhá doba života světelného zdroje je velice důležitá z hlediska údržby a plynulosti provozu na železnici. Pokud by ve stanici poklesl počet nefunkčních zdrojů pod stanovenou mez, je nutné, aby byly neprodleně vyměněny a to i za cenu odstávky železniční tratě.



**Obr. 5.9** Nejčastěji používaný zdroj, vysokotlaká výbojka

Stálost světelně technických parametrů si můžeme ověřit v katalogových listech světelných zdrojů. Nejcitlivější na změnu parametrů jsou zářivky, neboť vyzařovaný světelný tok je závislý na okolní teplotě. Je tedy nutné použít zářivkové světelné zdroje, které jsou pro venkovní účely určeny, a u kterých není pokles světelného toku tak výrazný. Lze však použít i kvalitních svítidel, které zaručí, že vlivem okolní teploty nepoklesne světelný tok.



**Obr. 5.10** Závislost světelného toku na okolní teplotě zářivkového svítidla

#### Požadavky na svítidla

U závěsných svítidel bez rozptylných skel až do výšky 16m nad temeny kolejnic, smí být použito jen svítidel zvláště cloněných, tj. s úhlem clonění alespoň 20°.

Necloněných svítidel s rozptylovými skly smí být použito pro osvětlování nástupišť jen tehdy, je-li okolí nástupiště osvětleno a křivka svítivosti nepřekračuje mezní hodnoty. Je-li nástupiště v prostranství neosvětleném, zejména není-li osvětlení nástupiště zakryto a může proto oslnovat uživatele okolních komunikací, musí být použito svítidel cloněných (do výšky 8m), nebo alespoň s omezujícím rozptylovým krytem.



Do vzdálenosti 50m od návěstidel smí být použito závěsných svítidel se cloněním alespoň 30°. Kromě toho nesmí být použito žádných světlometů svítících proti směru vlaku přijíždějícímu k návěstidlu v ose pohledu strojvedoucího.

Při volbě umístění svítidel (výška, uspořádání, směr vyzařování atd.) je třeba dbát, aby stíny vozidel co nejméně zhoršovaly viditelnost.

Osvětlení světlometry (se symetrickým či asymetrickým vyzařováním) se používá pro osvětlování ucelených, nezakrytých venkovních železničních prostranství, zejména tam, kde by jiný způsob osvětlování byl překážkou provozu na těchto plochách.

Výška stožáru (věže) se volí podle požadované úrovně osvětlení a použitých světlometů až do výšky 40m.

Pro snížení možného oslnění světlometry se dodržují tato opatření:

- žádný světlomet nemá přímo svítit proti převažujícímu směru pohledu dopravních zaměstnanců a uživatelů železnic. Úhel mezi směrem převažujícího pohledu a osou světlometu má být co největší, alespoň však 10°.
- v závažných případech pomáhají ke snížení možnosti oslnění clonící štíty. Tyto se upevňují v horní části světlometu.

### **5.3.5 PROVOZ A ÚDRŽBA OSVĚTLENÍ DLE ČSD E11**

Zásady provozu osvětlení z hlediska zapínání a vypínání osvětlení a z hlediska provozu osvětlení v různých podmínkách železničního provozu jsou stanoveny v předpise ČSD E11, včetně zapínání a orientačního nebo doplňkového osvětlení a podmínek pro úplné vypínání osvětlení.

Pro zapínání a vypínání osvětlení v daném železničním prostranství platí časové intervaly stanovené osvětlovacím kalendářem. Tyto hodnoty vymezují nejmenší dovolené časové intervaly svícení.

Při samočinném spínání osvětlení fotospínačem se nastaví spínač tak, aby zapínání a vypínání odpovídalo údajům v osvětlovacím kalendáři.

Pro hospodárné využívání elektrické energie při osvětlování venkovního železničního prostranství v průběhu noci jsou stanoveny regulační stupně A až C. Regulaci podle uvedených stupňů se doporučuje řešit vhodným regulačním zařízením nebo využíváním různých napájecích sekcí uvnitř příslušného prostranství.

Údržbu osvětlovacích zařízení se rozumí odborné technické zásahy do těchto zařízení. Jde jednak o zásahy preventivní, které se provádějí periodicky a slouží k předcházení závadám a poruchám, jednak o zásahy operativní, opravárenské, kterými se odstraňují vzniklé závady a poruchy zařízení. Do údržby náleží také čištění a výměna světelných zdrojů a svítidel.

Údržbu osvětlovacích zařízení provádí jejich provozovatel podle ročních plánů údržby, ve kterých je přihlédnuto k provozním okolnostem předmětových zařízení.

#### *Provoz osvětlení*

Pro zapínání a vypínání osvětlení v daném železničním prostranství platí časové intervaly stanovené osvětlovacím kalendářem. Tyto hodnoty vymezují nejmenší dovolené časové intervaly svícení. Dodržování osvětlovacího kalendáře zabezpečuje racionální hospodaření s elektrickou energií a bezpečné osvětlení.

Při samočinném spínání osvětlení fotospínačem se nastaví spínač tak, aby zapínání a vypínání odpovídalo údajům v osvětlovacím kalendáři a podle konkrétních provozních podmínek v daném železničním prostranství.

Snižovat počet provozovaných osvětlovacích jednotek, svítidel nebo světelných zdrojů je možné jen v těchto případech:

- podle provozní potřeby, ale jen tak, aby při provozu v železničním prostranství nebyla osvětlenost snížena pod úroveň požadavků ČSN 36 0061
- při poruše části elektrické instalace (dočasně)

Při ovládání osvětlení v průběhu noci se využívá tzv. „dálkového ovládání osvětlení zastávek“ (DOOZ) nebo časového spínače, případně jiných vhodných zařízení ovládaných např. jízdou vlaků.

V železničních prostranstvích je dovoleno provozovat jen ta osvětlovací zařízení, která zde byla instalována podle schválené projektové dokumentace. Zejména nesmí dojít k zaměňování nebo nahrazování bez příslušného schválení. Záměna je povolena pouze v případech, kdy dojde k zlepšení celkového osvětlení nebo k zhoštění provozu.

#### *Základní péče o osvětlovací zařízení*

Základní péči o osvětlovací zařízení se rozumí:

- čištění svítidel
- výměna světelných zdrojů
- základní údržba osvětlovacích zařízení.

Základní péči o osvětlovací zařízení stejně jako jeho obsluhu provádějí pracovníci uživatele. Je nutné dodržovat intervaly čištění svítidel spojené s výměnou světelných zdrojů.

#### *Údržba osvětlovacích zařízení*

Povinnosti uživatele je dbát při provozu osvětlení na hospodárné využívání elektrické energie. Zejména se nesmí svítit v době, kdy je v prostranství dostatek denního světla.

Intervaly čištění svítidel je nutno stanovit a dodržovat v závislosti na druhu osvětlovaného prostranství, nejméně však v intervalu do půl roku a vždy při výměně světelného zdroje.

Nedodržení intervalu čištění svítidel a výměna světelných zdrojů až po překročení jejich ekonomické životnosti má za následek podstatné snížení osvětlenosti, a tím snížení dosahované osvětlenosti.

Při čištění a údržbě svítidel nesmí dojít k poškození světelně činných ploch a svítidlo nesmí být jinak upravováno.

#### *Ovládání osvětlení dle ČSD 11/85-PMR*

Požadavky dle tohoto předpisu jsou totožné s ČSD E11, liší se ale především v pohledu na ovládání osvětlení. ČSD 11/85-PMR definuje ovládání osvětlení v závislosti na užívání železniční stanice.

V zásadě se celkové osvětlení zapíná vždy, pokud je v železničním prostranství provoz nebo pohyb cestujících. V době mimo železniční provoz se celkové osvětlení vypíná a zapíná se osvětlení orientační. Výjimečně se osvětlení vypíná úplně.

V prostranstvích, v nichž osvětlení není ještě upraveno na provoz s orientačním osvětlením, nechává se osvětlení celkové v provozu bez přerušení.

V prostranstvích, v nichž osvětlení je celoroční dopravní klid, je nutné stanovit, zda bude provozováno osvětlení orientační nebo zda bude osvětlení úplně vypnuto. Je nutné přihlídnout k ostraze příslušných objektů. Úplné vypnutí osvětlení v prostranství s celoročním či několikahodinovým provozním klidem musí být důsledně projednáno.

Osvětlení zastávek se při plynulém nočním železničním provozu ponechává zapnuté po celou noc, v době mimo železniční provoz se celkové osvětlení zastávek vypíná a v provozu je buď osvětlení orientační, nebo se osvětlení úplně vypíná v případě, že není osvětlení orientační na zastávce zřízeno. Celkové osvětlení musí být v provozu po dobu bezpečného příchodu a odchodu cestujících.

V zastávkách bez stálé obsluhy se osvětlení ovládá pomocí dálkového ovládání osvětlení zastávek ze sousední železniční stanice.

### 5.3.6 ENERGETICKÉ ÚSPORY

*Používání svítidel s vyšší účinností a lepší využitelností světelného toku*

Značné úspory elektrické energie lze získat použitím vhodného svítidla. Pro osvětlování individuální je vhodné použít svítidla s distribucí světelného toku do dolního poloprostoru. Pro směřování světelného toku ze světelného zdroje do dolního poloprostoru je použito odrazného prvku – reflektoru. Při volbě materiálu pro reflektor je nutné dbát na jeho odraznost. Čím bude odraznost materiálu vyšší, tím bude vyšší i celková účinnost svítidla. Další podstatnou roli v celkové účinnosti svítidla hraje optický průsvitný materiál, kterým světelný tok prostupuje ven ze svítidla. Nejčastěji se používají tvrzené skla a plastové hmoty (PMMA, PC, PET). Nejúčinnějším materiálem je tvrzené sklo, které má i výborné mechanické vlastnosti.

Další úspory elektrické energie při volbě svítidla ovlivňuje distribuce světelného toku do osvětlovaného prostoru. Tohoto se u většiny svítidel dosahuje vhodnou volbou polohy světelného zdroje či reflektoru.

Pro určení vhodného svítidla je nutné přihlížet na materiály použité ve svítidle a také ověření jeho vyzařovacích schopností. Nejjednodušeji a nejobjektivněji prověříme svítidla porovnávacím výpočtem. Pro osvětlení požadovaného prostoru použijeme několik typů svítidel od různých výrobců a pomocí porovnávacího výpočtu, prověříme jejich kvality.

Pro názornost byl proveden kontrolní porovnávací výpočet s třemi typy svítidel, která se nejčastěji používají při osvětlování méně frekventovaných nástupišť.

Použitá svítidla:

- Indal ARS 70W
- Siteco SR50 70W
- Thorn Riviera 70W



**Obr. 5.11** Svítidla pro osvětlení méně frekventovaných nástupišť

Osvětlované prostranství je otevřené nástupiště šířky 2,5m. Osvětlovací soustavy byla zvolena individuální s jedním svítidlem na podpěrné konstrukci (sloupu). Svítidlo je umístěno ve výšce 5,5m nad hranou nástupiště. Rozmístění svítidel je rovnoměrné s roztečí sloupů 23m.

Úkolem porovnávacího výpočtu je zjistit, které z posuzovaných svítidel dokáže osvětlit nejlépe specifikovaný prostor dle požadavků normy ČSN EN 12464-2.

**Tab. 5.6 Požadavky normy:**

Refer. číslo	Druh prostoru, úkolu nebo činnosti	$E_m$ [lx]	$U_o$ [-]	$R_a$ [-]	Poznámky
5.12.8	Otevřená nástupiště, příměstské a regionální vlaky s velkou frekvencí cestujících nebo vlaky celostátního významu s malou frekvencí cestujících	20	0,40	20	1. pozornost se věnuje hraně nástupiště 2. $U_d = 1/5$

Po provedení výpočtu ve výpočetním programu Relux Pro byly zjištěny následující výsledky:

**Tab. 5.7 Vypočtené parametry nástupiště**

Svítilidlo	$E_m$ [lx]	$U_o$ [-]	$R_a$ [-]	$U_d$ [-]
Indal ARS 70W	23,2	0,48	20	0,29
Siteco SR50 70W	20,1	0,50	20	0,31
Thorn Riviera 70W	30,7	0,57	20	0,29

Z Tabulky 5.7 je zřejmé, že svítidlo společnosti Thorn s typovým označením Riviera má dle zadaných specifikací nejlepší parametry osvětlení konkrétního nástupiště.

Z tohoto jednoduchého posouzení můžeme pozorovat rozdíly mezi používanými svítidly. U nejlepšího svítidla vidíme, že nejen splnilo hodnoty požadované normou, ale také má dostatečnou rezervu u parametru udržované osvětlenosti. Pokud bychom pro osvětlení nového nástupiště použili toto svítidlo, mohli bychom rozteč mezi svítidly zvýšit. Díky větším roztečím mezi svítidly by nemuselo být použito tolik světelných bodů a prvotní úspora by se projevila již na investicích. Další úspory by se projevily při provozování osvětlovací soustavy, protože bychom obhospodařovali menší počet svítidel. Klesl by nám také celkový příkon osvětlovací soustavy.

#### *Možnosti regulace*

Regulace příkonu svítidla a snižování světelného toku je dle ČSN EN 12464-2 možná jen o jeden řád osvětlení při výrazném snížení provozu na trati.

Nejčastější možnosti regulace jsou:

Individuální regulace – regulační prvek je umístěn přímo ve svítidle a dle nastaveného programu omezuje příkon svítidla.

Skupinová regulace – regulátor umístěn v rozvaděči a změnou napětí redukuje množství vyzářeného toku světelných zdrojů ve svítidlech.

Regulovat lze pouze vysokotlaké sodíkové výbojky a zářivky. Zářivky jsou nejčastěji používány k osvětlování krytých nástupišť, kde jsou požadavky normy nejpřísnější. Lze zde s výhodou použít stmívatelných předřadníků se skupinovým digitálním rozhraním DSI či adresným rozhraním DALI. Stmívat lze také analogově s ovládacím rozhraním 1-10 V.

Dnes již řada výrobců regulačních zařízení nabízí i dohledový systém, který nejen řídí soustavu ovládá, ale i sbírá potřebné informace k ověřování bezporuchového chodu či upozornění na výskyt závady.

Nejnovější systémy již dovedou informovat provozovatele o nejrůznějších provozních stavech.

## **5.4 SVĚTELNÉ REKLAMY A INFORMAČNÍ TABULE**

Původně byly k výrobě světelné reklamy a světelných nápisů používány barevné světelné trubice plněné plynem - (neon). Odtud pochází název neonová reklama. Tyto neonové trubice

byly nahrazovány postupně zářivkami a výbojkami. V současné době jsou výbojky a zářivky nahrazovány postupně svítícími diodami (LED). Kromě nápisů podsvícených speciálními LED se používají barevné LED panely. Tyto speciální diodové matice mají řídicí jednotku, která s pomocí programu vytváří obrazce nebo vizi pohybu. Tento princip je použitý u jiných typů „pohybující se“ světelné reklamy, kde zdání pohybu je vytvořeno přepínáním dvou či více obrazců a nebo pomocí programu, který ovládá správné načasování rozsvícení a zhasnutí každého z bodů matice. S rozvojem LED se používají velkoplošné panely a obrazovky.



Obr. 5.12 Reklama upozorňující na vjezd do tunelu

#### 5.4.1 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ PODLE POUŽITÍ

**Světelný box**, jehož základ tvoří většinou rám svařený z hliníku se zadní stranou z AL plechu. Jako čelní plocha je použito opálové plexisklo. Grafika může být buď tištěná, nebo řezaná z translucenčních (průsvitných) fólií. Vnitřní prosvícení zářivkovými trubicemi nebo svítícími diodami.

**Otočné panely**: Dělení na světelné nebo nsvětelné panely, jednostranné nebo oboustranné, zpravidla upevněné na otočné ose poháněné elektromotorem.

**Vývěsní štíty - výstrčky**: Světelný oboustranný box, základ tvoří většinou rám svařený z hliníku s přivařenými nosnými konzolami. Jako čelní plocha je použito opálové plexisklo s grafikou buď tištěnou, nebo řezanou. Vnitřní prosvícení zářivkovými trubicemi nebo svítícími diodami. Montáž za konzoly kolmo ke zdi nebo zavěšením do podhledu.

**Diapanely**: Jednostranný nebo oboustranný světelný panel, jehož čelní plocha je tvořena deskou opálového a čirého plexiskla, mezi něž se vkládá výměnný diapozitiv nebo grafika.

**Plovoucí písmo**: Jedná se o desku z čirého plexiskla nasvícenou z hrany. Grafika je na zadní straně vytvořena gravírováním, které může být doplněno barevnými plochami. Gravírované kontury při prosvícení září. Osvětlení zářivkovými trubicemi nebo LED, které jsou umístěny v AL profilu na hraně desky.

**Plexintarzie**: Světelný panel, jehož základ tvoří rám svařený z hliníku se zadní stranou z AL plechu. Jako vnější plochy jsou použity neprůsvitné desky, do kterých je v čelní ploše prořezána grafika. Do vzniklých otvorů jsou vsazeny znaky z masivního plexi s čelní plochou

v požadovaných barvách. Znak vystupují z plochy a při prosvícení svítí čelní plocha a kolem vzniká světelná aura. Pro vnitřní prosvícení se používají zářivkové trubice nebo LED.

**Totemy a pylony:** Může být tvar pylonu se světelnou korunou, nebo monolitického totemu různých tvarů a průřezů. Základ tvoří ocelová, žárově zinkovaná konstrukce. Kotvení do betonového základu.

**Světelné znaky a loga:** Jsou samostatně vytvářeny z kovu nebo plastu, uvnitř jsou duté a podle typu jsou prosvíceny neonem nebo LED umístěnými uvnitř.

**Vnitřní orientační systémy:** Využívají se jako orientační systémy venkovních budov areálu či uvnitř na jednotlivých poschodích a pak u vchodů do kanceláří nebo jednacích místností.

**Tabule nesvětelné:** Nesvětelná deska z plastu, plechu nebo sendvičová. Pro nerovné nebo nepevněné podklady je deska umístěna na pomocném rámu. Možnost doplnění o nasvícení desky vnějšími reflektory.

**Nesvětelné znaky a loga:** Jsou samostatně vytvářeny z kovu nebo plastu, uvnitř jsou duté nebo jsou frézované z masivního plastu či kovu.

#### 5.4.2 ROZDĚLENÍ REKLAM Z HLEDISKA OSVĚTLOVÁNÍ

V principu lze reklamní a informační tabule rozdělit z hlediska osvětlování na dvě skupiny. Jednu skupinu tvoří pasivní reklamy, tedy ty, které nesvítí, v noci obvykle nejsou pozorovatelné. Těmi se tato práce nezabývá. Druhou skupinu tvoří reklamy opatřené umělým osvětlením, které lze rozdělit do několika podskupin. Jsou to:

1. Tabule osvětlovány z vnějšího zdroje světla – tedy reklamy, které jsou osvětlovány světlomety nebo jinými zdroji světla, které jsou oddáleny od plochy reklamy.

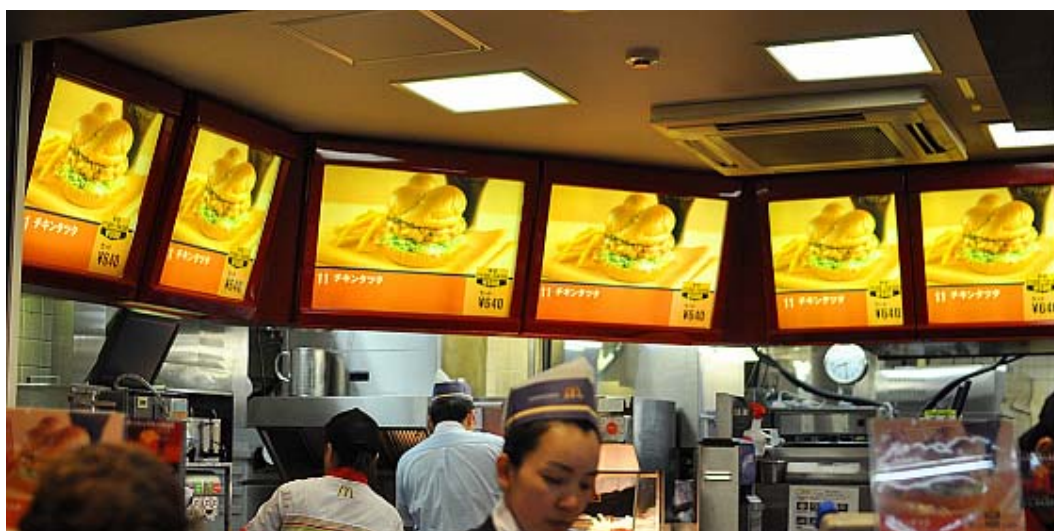


Obr. 5.13 Tabule s vnějším zdrojem světla



**Obr. 5.14** Tabule s vnějším zdrojem světla

2. Tabule s vnitřním zdrojem světla, kdy je uvnitř objektu umístěný zdroj světla, který prosvětluje průsvitnou (plast, textil) plochu vlastního panelu.



**Obr. 5.15** Informační tabule – s vnitřním zdrojem světla

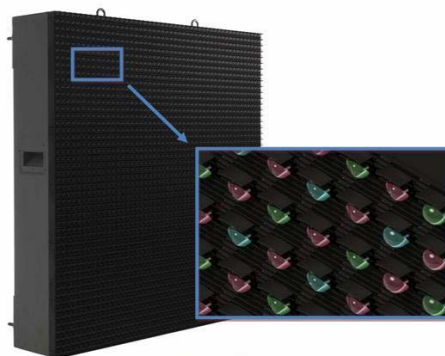


**Obr. 5.16** Informační tabule – s vnitřním zdrojem světla

3. Plochy s povrchovým zdrojem světla. Tedy svítí vlastní povrch reklamy. Mohou být:
- S neměnnou informací nebo několika omezenými informacemi. To jsou reklamní tabule, kde jsou informace pevně dány, například tvarem neonových trubíc. Ty mohou poskytovat jednu informaci nebo několik postupným zapínáním a vypínáním několika okruhů.
  - S proměnlivými informacemi. Jde o nejmodernější typ ploch, které využívají LED. Používaly se podobné plochy již v minulosti, např. tabule na stadionech, které se prosvětlovali pomocí žárovek. Pamětníci znají i světelné noviny, které byly provozovány ve velkých městech.



**Obr. 5.17** Neměnná informace – nápis však může blikat



**Obr. 5.18** Proměnlivá informace – obrazce se mohou libovolně měnit díky počítačem řízené matici ze světelných diod



### 5.4.3 VLASTNOSTI SVĚTELNÝCH REKLAM A INFORMAČNÍCH TABULÍ

Tabule s vnějším osvětlením

se neosvětlují v době dostatečného denního světla. Umělé osvětlení se provozuje až ve večerních a nočních hodinách, kdy je úroveň okolních jasů nízká, oko je adaptováno na nízké jasy. To znamená, že jas panelu nemusí být extrémně vysoký. K osvětlení tabule postačí relativně menší příkon. V [1] jsou uvedeny maximální přípustné jasy. Pro environmentální zónu E1 to je například  $50 \text{ cd.m}^{-2}$ .

Je známo, že svět je v průměru šedivý, tato šed' má v průměru osmnáctiprocentní hodnotu. Je to průměrná hodnota z obvyklých situací, které se vyskytují v běžných případech. Na tuto šed' nastavují fotoaparáty expozici. V důsledku toho jsou snímky sněhu či bílých ploch exponované v automatickém režimu šedivé, naopak noční snímky nebo snímky tmavých ploch jsou světlejší než ve skutečnosti. Lze předpokládat, že i reklamní tabule budou v průměru 18% šedí. Pak je možné stanovit světelný tok, který zajistí odpovídající jas. Aby taková plocha měla jas přípustný v E1, pak smí být osvětlena na hodnotu nejméně

$$E = \frac{L \cdot \pi}{\rho} = \frac{50 \cdot \pi}{0,18} = 873 \text{ lx}$$

Pokud bude účinnost světloometu asi 60%, využije se 75% světla vycházejícího ze světloometu, udržovací činitel bude 0,8 pak na  $1 \text{ m}^2$  bude potřebný světelný tok zdroje

$$\Phi = \frac{E \cdot S}{\eta_s \cdot \eta_E \cdot z} = \frac{873 \cdot 1}{0,60 \cdot 0,75 \cdot 0,8} = 2425 \text{ lm}$$

Pro reklamní plochu o velikosti  $15 \text{ m}^2$  to je přibližně 36,4 klm. Tomu odpovídají čtyři vysokotlaké halogenidové výbojky o příkonu 100 W (viz Tab. 5.8). Pokud by se použily halogenové žárovky, pak by bylo zapotřebí rovněž čtyř kusů, avšak s příkonem 400 W. Třetí možností je použití kompaktních nebo lineárních zářivek (viz Tab. 5.8). Je třeba použít zářivek v provedení pro venkovní prostory, protože jinak by docházelo k problémům se zápalem a běžné zářivky mají v chladu nižší měrný výkon, tedy světelný tok. S vyhovujícími zářivkami by byl potřebný příkon 520 W (13 trubic o příkonu 40W). Krom halogenových žárovek příkon narůstá ještě o spotřebu předřadníků. Ten však je v následující tabulce zanedbán, protože je možné použít elektronických předřadníků, které mají nízký odběr, přitom zlepšují výkon světelných zdrojů.

**Tab. 5.8 Příkony osvětlení ploch pro jednotlivé zdroje**

Zdroj	příkon plochy $15 \text{ m}^2$ [W]	příkon na $1 \text{ m}^2$ [ $\text{W.m}^{-2}$ ]
Vysokotlaká halogenidová výbojka	400	26,7
Halogenová žárovka	1600	106,7
Zářivka	520	34,7

Podobně by bylo možné odhadnout příkony i pro jiné environmentální zóny. Šlo by o prosté násobky v poměru přípustných jasů. Např. pro zářivky by byl příkon v E4  $694 \text{ W/m}^2$ .

#### *Možnost úspor*

Není složité, viz Tabulka 5.8, vyčíslit, že z energetického hlediska nevhodnější budou pro osvětlení reklamních ploch vysokotlaké halogenidové výbojky. Srovnatelné jsou zářivky a je zcela zřejmé, že halogenové žárovky jsou zcela nevhodné.

V přehledu chybí, ale jen zdánlivě, další světelné zdroje. Tři z nich proto, že se pro daný účel nehodí.

Je to především žárovka. Zde je důvod zřejmý. Jednak velice neekonomická provozně (nejméně 200 W.m<sup>-2</sup>), jednak má krátký život a především – její výroba a prodej je v EU postupně zakázán (byť je to nařízení nesmyslné, protože jsou aplikace, kde je klasická žárovka v současnosti nenahraditelná – její rovnocenné náhrady se teprve vyvíjejí).

Druhým „opominutým“ světelným zdrojem je vysokotlaká (i nízkotlaká) sodíková výbojka. Je sice z doposud vzpomenuých světelných zdrojů neúčinnější, avšak má pro reklamu (až na nějaké speciální použití) a informace naprosto nevhodný barevný tón světla a nepříjemně nízký index barevného podání.

Konečně posledním jsou indukční světelné zdroje (zářivky či výbojky), které se v poslední době objevují v nabídkách nejrozličnějších dovozců pod označením LVD. Jedná se o zdroj, který je měrným výkonem srovnatelný se zářivkou, o něco horší než vysokotlaká halogenidová výbojka. K výhodám patří jeho dlouhý život. K závažné nevýhodě patří to, že jde o poměrně robustní světelný zdroj, takže lze jen obtížně jeho světlo směřovat a hrozí velmi vysoké nebezpečí, že značná část světelného toku bude vyzářena mimo osvětlovanou plochu. Je tedy riziko jeho velké neohleduplnosti k životnímu prostředí. K záporům patří i jeho vysoká cena (cca 6 000 Kč). Díky tomu ztrácí jeho dlouhý život v běžných aplikacích význam.

Ekonomie osvětlovacích soustav však není jen spotřeba elektrické energie, ale i další náklady, především na výměnu světelných zdrojů. Je rozumné provádět výměnu všech světelných zdrojů osvětlujících nějakou plochu současně. To proto, že jsou často na relativně vzdálených místech (okolí silnic a dálnic). Také proto, že jsou často hůře přístupné a je nutné na místo dojet s vysokozdvížnou technikou – stojící vysokozdvížná plošina v odstavném pruhu dálnice je vysoký rizikový faktor. Dále proto, že se tak patrně předejde tomu, že by svítily jen část světelných zdrojů a byla nutná individuální výměny, tedy velmi drahá.

Světelné zdroje je tedy žádoucí vyměňovat po uplynutí tzv. servisní doby, raději o něco dříve. Ta je u běžných světelných zdrojů asi ve dvou třetinách jejich života. Tedy pro vysokotlaké halogenidové výbojky to je 8000 hodin (cca dva roky provozu), pro běžné zářivky asi 6000 hodin (rok a půl) a pro halogenové žárovky pouhých cca 1400 hodin (třetina roku).

Při odhadu, že pro plochu z příkladu budou náklady na plošinu, dopravu a práci například 5 000 Kč, je zřejmé, že bez ohledu na nízkou cenu halogenových žárovek není jejich provoz ekonomický ani z hlediska údržby. Halogenidové výbojky by se měnily „jednou“ za půl roku, tedy náklady by byly 4 500 Kč/rok (přibližná cena výbojky 1 000 Kč, stejně jako u ostatních světelných zdrojů byla zjištěna podle internetových obchodů). Cena zářivky je asi 280 Kč (provedení do chladu); náklady na výměnu by byly asi 5 800 Kč/rok  $[(13 \times 280 + 5000) / 1,5]$ .

Z rozboru je zřejmé, že pro osvětlování ploch vnějším světelným zdrojem je vysokotlaká halogenidová výbojka nejvhodnější.

### *LED a tabule s vnějším osvětlením*

Tomuto světelnému zdroji – svítící diodě – je záhodno věnovat samostatný prostor. Jde o produkt, který má bezesporu před sebou budoucnost. Je použitelný v mnoha aplikacích, pokud jde o osvětlované plochy, perspektiva má spíše v případě ploch s povrchovým zdrojem světla. Přesto je možné je použít i v jiných případech.

Jistý problém je se směřováním světla. Vlastní diody „od přírody“ (lépe, od výrobce) vyzařují přibližně s kosinovou charakteristikou. Z toho vyplývá, že by velmi pravděpodobně značná část světla byla emitována mimo osvětlovanou plochu. Jejich charakteristiku je nutné upravit. To je poměrně náročné. Výsledek bez takové úpravy vypadá asi tak, jak je zřejmé z obrázku 5.19



**Obr. 5.19** Nežádoucí světlo – zvláště pravděpodobné u současných LED, je však průvodním znakem i nekvalitních realizací s jinými světelnými zdroji

V dalším textu necht' platí předpoklad, že LED budou mít správně směřované světlo a že účinnosti budou shodné se světlometry z příkladu. V současné době je reálné dosáhnout měrného výkonu asi 100 lm/W. Potom by bylo zapotřebí asi 364 W, tedy 24,3 W.m<sup>-2</sup>. Jde tedy o nejučinnější světelný zdroj. Ovšem u svítících diod dochází v průběhu času (nebo při nedostatečném chlazení) k značnému poklesu světelného toku. Odhaduje se na 70 [%] jmenovitého. Takže je nutné počítat s tím, že je pravděpodobné, že by byl příkon o něco vyšší. Žel, takového výkonu dosahují jen špičková svítidla. Ve skutečnosti je v současnosti průměrná výroba asi na 70 lm/W. Pak je již LED méně výhodná; 34,7W.m<sup>-2</sup> je srovnatelných se zářivkou. Pokud se vezme v úvahu i jejich vysoká cena, pak je zřejmé, že zatím je jejich použití neekonomické.

Předpokládá se, že měrný výkon LED bude asi 260 lm/W. Dále klesne i jejich cena, stejně jako např. klesla u LCD monitorů. Pak bude jejich využití zcela na místě. Zejména, když se k tomu připočte i jejich dlouhý (žel zatím jen předpokládaný) život.

Zpracovat problematiku LED osvětlování dalece přesahuje možnosti této práce.

#### *Tabule s vnitřním osvětlením*

Obvykle se neosvětlují v době dostatečného denního světla. V tom je jejich postavení stejné jako u tabulí s vnějším osvětlením. Množství světla, které je nutné k dosažení stejného jasu (50 cd.m<sup>-2</sup>) jako v předešlém případě je:

$$\Phi = \frac{L.S.\pi}{\eta_s.\eta_E.\tau.z} = \frac{50.1.\pi}{0,60.0,75.0,4.0,8} = 1090 \text{ lm}$$

Jak se dalo očekávat, je nižší než v případě, že je tabule osvětlována zvenčí. Pro reklamní plochu o velikosti 15 m<sup>2</sup> to je přibližně 16,4 klm. Tomu odpovídají (velmi přibližně) dvě

vysokotlaké halogenidové výbojky o příkonu 100W (viz Tab. 5.9). Pokud by se použily halogenové žárovky, pak by bylo zapotřebí čtyř kusů s příkonem 200 W. Se zářivkami by byl potřebný příkon 240 W (6 trubic o příkonu 40W). Opět bude zanedbána spotřeba předřadníků.

**Tab. 5.9 Příkony prosvětlení ploch pro jednotlivé zdroje**

Zdroj	příkon plochy 15 m <sup>2</sup> [W]	příkon na 1 m <sup>2</sup> [W.m <sup>-2</sup> ]
Vysokotlaká halogenidová výbojka	200	13,3
Halogenová žárovka	800	53,3
Zářivka	240	16,0

Podobně by bylo možné odhadnout příkony i pro jiné enviromentální zóny. Šlo by o prosté násobky v poměru přípustných jasů. Např. pro zářivky by byl příkon v E4 320 W/m<sup>2</sup>.

#### *Možnost úspor*

Z energetického hlediska nejvhodnější budou pro osvětlení reklamních ploch vysokotlaké halogenidové výbojky. Srovnatelné jsou zářivky a je zcela zjevné, že halogenové žárovky jsou zcela nevhodné. Platí pochopitelně shodné závěry jako pro zevně osvětlované plochy.

Příklad byl pro možnost porovnání zvolen pro stejnou plochu. Je však velmi nepravděpodobné, že by se tak velká plocha osvětlovala zevně (průčelí průměrného rodinného domku). Plochy budou povětšinou menší. Pokud by však byly tak rozměrné, potom lze předpokládat, že budou osvětlovány větším množstvím světelných zdrojů. Běžně se používají zářivky (Obr. 5.20) – výbojky o malých příkonech se nepoužívají.

Ostatní světelné zdroje, které byly již zamítnuty v předešlé kapitole, se samozřejmě neuplatní ani zde.



**Obr. 5.20** Prosvětlovaný panel – vnitřní část

Pokud jde o ostatní údržbu, tedy především výměnu světelných zdrojů, lze předpokládat, že nároky budou nižší, protože obvykle jde o menší a přístupnější plochy. Pokud bude odhad na cenu práce vynaložené na výměnu světelných zdrojů 1 000 Kč, potom v případě vysokotlakých halogenidových výbojek budou náklady 2 500 Kč/rok, pro zářivky přibližně 1 790 Kč/rok.

Zde je již zajímavé zvážit, zda jsou zářivky výhodnější, přestože jejich spotřeba je o 40 W vyšší. Při celonočním provozu (jako veřejné osvětlení) je nárůst spotřeby 164 kWh. Aby byl tento nárůst pokryt nižšími náklady na výměnu, musela by 1 kWh stát provozovatele (2500-790)/164 = 4,33 Kč/kWh. Což je cena v některých případech reálná.

Dlužno však upozornit na jeden fakt. A to rozhodující. Aby byla plocha rovnoměrně prosvětlena, je nutné, aby zdroje světla byly co nejbližší u sebe. V [2] se uvádí, že vzdálenost zdrojů nemá být větší než polovina hloubky skříně. Je tedy zřejmé, že použití výbojek je prakticky vyloučeno.

Poznámka: Náklady na očistu vlastních panelů netřeba zvažovat, protože je stejná bez ohledu na použitý světelný zdroj.

Z rozboru je zřejmé, že pro osvětlování ploch vnitřním světelným zdrojem je nejvýhodnější zářivka.

#### *LED a tabule s vnitřním osvětlením*

Platí stejné závěry jako v předešlém případě. Výhodou je, že není tak citlivé směřování světleného toku, jako v případě osvětlování vně panelu. Pokud se pomine pořizovací cena, lze předpokládat, že by šlo o nejlepší řešení z hlediska energetického. Příklad aplikace LED prosvětlujících panel (byť ne reklamní či informativní) je na Obr. 5.21.



**Obr. 5.21** Prosvětlení pomocí LED – památník v Tallinu

#### *Tabule s povrchovým zdrojem světla*

Lze je rozdělit do dvou podskupin. První podskupina se obvykle využívá pouze v noci. Pokud je provozována i ve dne, obvykle se to děje tak, že je umístěna v temnějším prostředí, aby byla dostatečně kontrastní. Používají se především neonové trubice. Ty jsou však již vývojem překonány, protože mají malou účinnost. Jejich měrný výkon je 20÷30 lm/W. Nevýhodou je i to, že jsou prakticky statické, změny obrazu lze dosáhnout přepínáním několika trubic. Navíc potřebují zpravidla zdroj vysokého napětí.



**Obr. 5.22** Využití neonových trubic

Přesto se stále používají (Obr. 5.22). V kombinaci s moderními materiály jako je například plexisklo, různé sendvičové materiály, ušlechtilé kovy apod., lze dosáhnout efektních výsledků. Mezi přednosti neonových reklam patří nepochybně nezaměnitelný vzhled, možnost prosvěcovat neobvyklé tvary písmen nebo symbolů i přijatelná cena. Z uvedeného vyplývá, že se budou používat spíše jako výtvarný prvek. Tedy tam, kde není ekonomie provozu na prvním místě.

Druhá podskupina je v současné době presentována především nastupujícími světelnými zdroji LED. Někdejší žárovkové verze jsou překonány. Používají se stále cedule s jednobarevnými diodami, které slouží především pro sdělení alfanumerických informací. Bývají doplněny i barevnými pomocnými plochami, aby bylo možné znázornit jednoznačně některé piktogramy (Obr. 5.23)



**Obr. 5.23** Informační LED plocha

Mnohem většího rozmachu se dočkaly reklamní obrazovky. Všechny LED obrazovky jsou složeny z bloků (segmentů), které určují jejich charakteristiku. Vlastnosti těchto základních bloků určují nejvhodnější pozdější použití celé obrazovky. Každý segment má jinou rozteč obrazových bodů a snímkovou frekvenci. Právě podle těchto vlastností lze volit obrazovku pro konkrétní použití.

Nejjemnější (nejvyšší hustota LED) jsou plochy s roztečí LED 7,6 mm. Jsou určeny pro použití v interiérech administrativních, kulturních, obchodních a sportovních centrech. Velikost výsledné plochy je teoreticky neomezená. Základní blok je o rozměrech cca

250×250 mm při váze 20 kg. Příkon je 1 500 W/m<sup>2</sup>; obvykle se provozní příkon pohybuje cca na třetině. Používají se především v interiérech.

Dalšími roztečemi, které se vyskytují jsou 10, 15, 20, 25 a 30 mm. S rostoucí roztečí samozřejmě roste i minimální pozorovací vzdálenost. Pro největší rozteč to je nejméně 25 m. Průměrná spotřeba 30 mm obrazovky je 160 W/m<sup>2</sup>; maximální spotřeba cca 450 W/m<sup>2</sup>. Vyrábí se v blocích o rozměrech cca 480×480 mm. Protože se používají zejména v exteriérech, je jejich krytí IP65. Zajímavá je i obrazová frekvence, která je 600 snímků za sekundu. Bylo by tedy možné ji bezproblémově využít pro podprahovou reklamu. Ta je naštěstí zákonem zakázána.

Výhodou LED panelů je jejich život, který lze odhadnout na 50 tisíc hodin (prodejci udávají z obchodních důvodů nepravděpodobný dvojnásobek).

Velmi důležité je, jak jemně lze měnit jas obrazovky pomocí počítače. Obvykle je tato hodnota daná obvyklým osmibitovým řízením, tedy 256 úrovní. Jiné mají dva bity využity pro jiné informace, takže dosahují pouze 64 úrovní. To může být v některých situacích již nedostatečně jemné. Je smutné, že naopak obrazovky používají až neskutečnou barevnou hloubku 24 nebo 36 bitů (digitální fotografie v amatérských přístrojích se jen pomalu odlepuje od osmi bitů, u profesionálních přístrojů je hloubka až 16 bitů. Grafické programy používají 8, někdy 12 nebo 14 a jen výjimečně 16 bitů – to je také důvod, proč klasická fotografie stále vítězí v dynamice scény, zejména u černobílé fotografie).

Důležitý je jas panelu, protože obraz vzniká i za dne aktivně, bez provozu diod by samozřejmě neexistoval. Jas LED tedy musí překonat nebo se alespoň vyrovnat průměrnému jasu venkovního prostředí. A to i za slunného dne.

Jas roste s roztečí, nikoliv však lineárně, ale skokově. Pro obrazovky používané pro krátké pozorovací vzdálenosti se předpokládá jejich použití především v interiérech, kde jsou nižší jasy než ve venkovním prostředí. Jasy panelů se pohybují v oblasti 2 000 cd.m<sup>-2</sup>. Obrazovky s většími roztečemi jsou určeny pro větší pozorovací vzdálenosti a tedy pro exteriéry. Jejich jas je dvojnásobný až trojnásobný. Je toho dosahováno výkonnějšími diodami. Jinak to ani nelze, protože s roztečí klesá počet aktivních prvků, které se na tvorbě jasu podílejí. Například obrazovka s roztečí bodů 15 mm má příkon 0,84 W/bod, 20 mm 1,2 W/bod a 30 mm obrazovka již 1,7 W/bod. Jasy však klesají od přibližně od 6 až 7 000 cd.m<sup>-2</sup> k 3 až 4 000 cd.m<sup>-2</sup>.

Při denním provozu lze předpokládat, že podle světelných podmínek bude pracovat na nejvyšší výkon, v noci na podstatně nižší. Za předpokladu, že nebude obrazovka obtěžovat okolí rušivým světlem, lze předpokládat, že její spotřeba bude v průměru taková, jak uvádějí dodavatelé. Pro 15 (20, 30) mm panel to je přibližně 320 (250, 160) W/m<sup>2</sup>. Zajímavé bude porovnání se vzorovým 15 m<sup>2</sup> panelem.

**Tab. 5.10 Průměrné příkony LED obrazovek**

Zdroj	příkon plochy 15 m <sup>2</sup> [W]	příkon na 1 m <sup>2</sup> [W.m <sup>-2</sup> ]
Panel 15 mm	4 800	320
Panel 20 mm	3 750	250
Panel 30 mm	2 400	160

Příkony jsou mnohem vyšší než u klasických světelných zdrojů. Ovšem zde bychom se dopustili jisté nekorektnosti, protože příkony uvedené v tabulce 3 platí pro prostor bez omezení z pohledu rušivého světla, a pro klasickou techniku bylo počítáno s jasnem přípustným v té nejnáročnější environmentální zóně. Již pro jakýsi průměr (500 cd.m<sup>-2</sup>) by byly příkony „klasiky“ značně vyšší.

**Tab. 5.11 – Příkony osvětlení ploch pro jednotlivé zdroje pro 500 cd.m<sup>-2</sup>**

Zdroj	příkon plochy 15 m <sup>2</sup> [W]	příkon na 1 m <sup>2</sup> [W.m <sup>-2</sup> ]
Vysokotlaká halogenidová výbojka	4 000	267
Halogenová žárovka	16 000	1 067
Zářivka	5 200	347

**Tab. 5.12 – Příkony prosvětlení ploch pro jednotlivé zdroje pro 500 cd.m<sup>-2</sup>**

Zdroj	příkon plochy 15 m <sup>2</sup> [W]	příkon na 1 m <sup>2</sup> [W.m <sup>-2</sup> ]
Vysokotlaká halogenidová výbojka	2 000	133
Halogenová žárovka	8 000	533
Zářivka	2 400	160

„Vítězná“ vysokotlaká halogenidová výbojka v případě osvětlovaných ploch má příkon prakticky shodný s panelem 20 mm; u prosvětlovaných ploch je příkon zářivky shodný s panelem 30 mm.

Je zřejmé, že příkon LED panelů bude nižší v případě, že bude umístěn v oblasti, kde je třeba respektovat vliv rušivého světla. Pak samozřejmě bude i jeho příkon nižší, dokonce lze počítat, že je jen jednotky procent jmenovitého. Podrobný rozbor by byl nesmírně náročný a přesahuje rozsah této práce. Lze se tedy pouze dohadovat, že LED panely jsou energeticky srovnatelné s ostatními způsoby provozování světelných ploch. To je ovšem současný stav. V LED jde vývoj neskutečně dopředu, takže údaje uvedené v této práci nemusí být již platné v době, kdy se dostane ke čtenáři. Lze téměř s jistotou tvrdit, že příkony budou s vývojem diod výrazně klesat a je reálné, že se dostanou i na méně než polovinu současných příkonů. Důvodem k tomuto optimismu je to, že se v panelech používají jednobarevné diody RGB, u kterých je účinnost přeměny elektrické energie na světlo lepší než u bílých diod, kde se transformuje světlo modré diody na celé viditelné spektrum pomocí přidaného luminoforu.

#### *Možnost úspor*

Prvotním impulsem ke snížení příkonu LED panelů se zdá snaha o maximální rozteče světelných bodů. To je však podmíněno pozorovací vzdáleností. Ta je pro jednotlivé rozteče 15 (20, 30) mm přibližně 5 (15, 25) metrů. Nelze tedy použít rozteč bodů 30 mm, pokud se budou pozorovatelné pohybovat ve vzdálenostech menších než 25 metrů. Je tedy tato cesta možná jen v některých situacích.

Zajímavá je i otázka údržby, tedy výměny vyhořelých diod. Konstrukce neumožňuje výměnu jednotlivých LED, ale jen celého bloku. K jeho výměně uživatel patrně přistoupí až tehdy, kdy bude vyřazeno z provozu více bodů a již by docházelo ke zkreslení zobrazované informace. K takové situaci může dojít po několika měsících provozu, ale také po několika letech. Náklad na výměnu se bude pohybovat v tisících korun, lze předpokládat, že časem bude klesat.

Je však třeba vzít v potaz ještě jednu stránku. A to je přínos vlastního zařízení. Nemá smysl se příliš zabírat situací, kdy je obrazovka použita pro reklamní účely. Dodavatelé udávají, že pro obrazovku velikosti z příkladu jsou možné roční zisky při osmihodinové prodané době půl milionu korun. Z této částky patrně bude možné uhradit i případné náklady na údržbu.

Jiný případ nastává tehdy, kdy je obrazovka použita pro informovanost, např. řidičů na dálnici. Tam nelze brát v potaz jen náklady, je třeba zvážit, že dobrá informovanost snižuje provozní náklady přepravců. Ano, to jde o náklady privátních firem, které by stát nemusely zajímat (ale měly by, prosperující podnikatel je základem prosperujícího státu). Ale co je podstatnější – informovanost může zabránit i dopravní nehodě, která může mít za následek



nejen hmotnou škodu (privátní i státní), ale také škodu na zdraví i ztráty na životech. A to už je, alespoň podle autorova názoru, nevyčíslitelné.

#### 5.4.4 ZÁVĚR

Každý z uvedených typů světelných ploch má svůj význam a uplatnění.

V případě ploch osvětlovaných vnějším zdrojem je nejvhodnější použití vysokotlakých halogenidových výbojek. Jsou energeticky i investičně nejméně náročné. Je však třeba dbát na omezení nežádoucích účinků. To znamená, zajistit, aby se co nejmenší množství světla vyzářilo mimo osvětlovanou plochu. To platí zejména v případech, kdy jsou světlomety umístěny pod plochou, tedy směřovány vzhůru. Světlo odražené od vlastní plochy již tak citlivé na směr dopadajícího světla není. To proto, že povrch je ve většině případů rovnoměrně, lambertovsky, rozptylující, takže se světlo odráží rovnoměrně všemi směry bez ohledu na směr dopadajícího paprsku.

Pro plochy, které svítí pomocí vnitřního zdroje světla se jeví jako nejvhodnější zářivky. Důvod je především v tom, že výbojky jsou příliš intenzivním světelným zdrojem, takže by byla prosvětlovaná plocha nerovnoměrně jasná. Při vyšší počtu výbojek by se musely použít s malým příkonem. Ty však nejsou již tak účinné a jsou oproti zářivkám poměrně drahé. Z hlediska vlivu na životní prostředí se chovají tak, že světlo z nich vystupuje se svítivostí úměrnou kosinu od normály. Za běžných okolností se chovají k nočnímu prostředí přívětivěji než plochy osvětlované zevně.

Nelze však stanovit, že se budou upřednostňovat plochy osvětlované pomocí vnitřních světelných zdrojů. To proto, že každý způsob osvětlení má své přednosti. U rozměrných ploch by bylo prosvětlování investičně velice nákladné, obtížná a drahá by byla i konstrukce vlastní plochy. U menších ploch lze sice také předpokládat vyšší náklady na realizaci, avšak ta by se měla uhradit nižšími provozními náklady a úsporami elektrické energie.

Plochy s povrchovým zdrojem světla. V případě neonových reklam a informačních textů lze prohlásit, že nejsou energeticky příliš úsporné. Přesto mají své opodstatnění jako výtvarný prvek, kde za ně v mnohých případech není vhodná náhrada. Nelze je posuzovat jen jako spotřebiče energie, ale také jako estetický prvek dotvářející noční, případně i denní prostředí.

Posledním zdrojem jsou panely využívající svítící diody. Jejich spotřebu lze prohlásit za srovnatelnou s klasickými světelnými zdroji. Lze očekávat, že v budoucnosti, která není příliš vzdálená, budou značně úspornější. Toto tvrzení by však bylo vhodné doplnit podrobnější studií, která přesahuje rámec této práce.

Tyto panely jsou příznivější i z hlediska vlivu na okolní noční prostředí, protože diody jsou ve směru k obloze zacloněny. Jejich charakteristika vyzařování je tedy mírně obrácená k zemi. V dalším vyvoji by bylo vhodné, kdyby se diody opatřily lepší optikou, která by omezila směr vyzařování do horního poloprostoru (kde běžně nejsou ani diváci). V důsledku takové optiky by se světlo diody více přesměřovalo a využilo ve směru k pozorovateli a tedy by bylo možné snížit jejich příkon při stejném světelném působení.

Lze konstatovat, že budoucnost patří svítícím diodám všude tam kde je zapotřebí dynamický obraz. To jsou nejen reklamy, ale také informace pro účastníky dopravy nebo obyvatele města. S rozvojem této techniky dojde k postupnému snižování investičních nákladů. S rostoucím měrným příkonem a s lepší optikou bude poměrně významně klesat i jejich energetická náročnost.

Další cestou, která by vedla ke snížení energetické náročnosti, je kontrolované řízení jasu světelných reklam a informačních tabulí. Součástí stavebního povolení by měl být i předpis jak regulovat světelný výkon reklamy v nočních hodinách. Jeho zatlumením na ekologicky přijatelnou míru by se snížila i energetická náročnost.

## Literatura:

- [1] ČSN EN 12464-2 Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 2: Venkovní pracovní prostory  
[2] Šula, O., Příručka osvětlovací techniky, SNTL 1969  
[3] Webové presentace společností zabývajících se světelnými panely

## 5.5 OSVĚTLOVÁNÍ VENKOVNÍCH ROZVODEN

### Základní požadavky zadavatelů

Základní požadavky zadavatelů vycházejí dominantně ze dvou režimů provozu osvětlení ve venkovních rozvodnách.

- První požadovaný režim je osvětlení základní, které by mělo splňovat veškeré náležitosti pro zrakové činnosti v rozvodnách prováděných. Tento režim provozovatelé využívají zejména při údržbě rozvodů a samozřejmě i při poruchách a haváriích, kdy je nutné zabezpečit (obnovit) v co nejkratším čase dodávky elektrické energie.
- Druhý (tzv. klidový) režim by měl zabezpečovat trvalé osvětlení, které zajistí dostatečné jasy na objektech sledovaných a kontrolovaných pomocí kamerových systémů.

### Požadavky normy ČSN EN 12464 - 2 – Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů Část 2: Venkovní pracovní prostory :

Tato kapitola se věnuje normativním požadavkům kladeným na osvětlení ve venkovních rozvodnách. Vzhledem k tomu, že se jedná o velmi rozlehlé prostory nelze řešit kvalitativní a kvantitativní parametry osvětlení na osvětlovaných objektech, ale také i rušivé světlo, což lze vzhledem k obvyklému umístění rozvodů zjednodušit na omezení přímého vyzařování světelného toku do horního poloprostoru.

Přímému vyzařování světelného toku do horního poloprostoru se věnuje tabulka 2 normy ČSN EN 12464 – 2. Sloupec této tabulky označený ULR udává maximální procento z celkového světelného toku svítidel, které může být vyzařováno přímo do horního poloprostoru v různých environmentálních zónách. Vezmeme-li opět v potaz obvyklé umístění venkovních rozvodů, které lze zařadit do oblastí s velmi malým jasem, pak pouze 5 % světelného toku svítidel může být vyzařováno do horního poloprostoru. Tato malá hodnota klade vysoké nároky na volbu, umístění a směřování svítidel používaných v těchto rozvodnách.

**Tabulka 5.13 Přípustné maximum rušivého světla ve venkovních osvětlovacích soustavách**

Zóna (charakteristika) prostředí	Světlo na objektech		Svítivost svítidla		Světlo nahoru ULR [%]	Jas	
	$E_v$ [lx]		$I$ [Cd]			$L_b$ [cd·m <sup>-2</sup> ]	$L_s$ [cd·m <sup>-2</sup> ]
	mimo noční klid <sup>a)</sup>	v době nočního klidu	mimo noční klid	v době nočního klidu	fasády budov		
<b>E1</b>	2	0	2500	0	<b>0</b>	0	50
<b>E2</b>	5	1	7500	500	<b>5</b>	5	400
<b>E3</b>	10	2	10000	1000	<b>15</b>	10	800
<b>E4</b>	25	5	25000	2500	<b>25</b>	25	1 000

<sup>a)</sup> V případě kdy se neuplatňuje noční omezení, větší hodnoty nesmí být překročeny a menším hodnotám se má dát přednost.

Poznámky k tabulce

- E1** představuje skutečně tmavé prostory jako národní parky a chráněná území;
- E2** představuje oblasti s velmi malým jasnem jako průmyslové a obytné venkovské zóny;
- E3** představuje středně světlé oblasti jako průmyslová a obytná předměstí;
- E4** představuje velmi světlé oblasti jako městská centra a obchodní zóny;
- $E_v$  je největší hodnota svislé (vertikální) osvětlenosti na objektech v luxech,
- $I$  svítivost každého světelného zdroje v potenciálně rušivém směru,  
 $ULR$  podíl (poměrná část) světelného toku svítidla (svítidel) vyzařovaného nad horizont v jeho (jejich) pracovní poloze a umístění,
- $L_b$  největší průměrný jas fasády budovy v  $cd \cdot m^{-2}$ ,
- $L_s$  největší průměrný jas značek v  $cd \cdot m^{-2}$ .

V dále uvedených tabulkách normy ČSN EN 12464 – 2 jsou již uvedeny kvalitativní a kvantitativní požadavky na osvětlení v jednotlivých technologicky oddělitelných částech venkovních rozvodů. Jedná se o tabulky 5.14, 5.15 a 5.16

**Tabulka 5.14 – Provozy v elektrárnách, rozvodnách, plynárnách a teplárnách**

Referenční číslo.	Druh prostoru, úkolu nebo činnosti	$\bar{E}_m$ [lx]	$U_0$ [-]	$GR_L$ [-]	$R_a$ [-]	Poznámky
5.11.1	Pěší provoz v elektricky bezpečných prostorech	5	0,25	50	20	
5.11.2	Manipulace se servisním nářadím, zauhlování	20	0,25	55	20	
5.11.3	Celková kontrola	50	0,40	50	20	
5.11.4	Celkové servisní práce a odečty přístrojů	100	0,40	45	40	
5.11.5	Větrací kanály – obsluha a údržba	100	0,40	45	40	
5.11.6	Opravy elektrických zařízení	200	0,50	45	60	Použij místní osvětlení.

- $\bar{E}_m$  udržovaná osvětlenost – hodnota pod kterou nesmí průměrná osvětlenost na určené rovině klesnout
- $U_0$  rovnoměrnost osvětlení – poměr minimální a průměrné osvětlenosti
- $GR_L$  horní hranice oslnění – největší hodnota činitele oslnění
- $R_a$  index podání barev

**Tabulka 5.15 – Komunikační prostory ve venkovních pracovních prostorech**

Referenční číslo.	Druh prostoru, úkolu nebo činnosti	$\bar{E}_m$ [lx]	$U_0$ [-]	$GR_L$ [-]	$R_a$ [-]	Poznámky
5.1.1	Cesty vyhrazené pro pěší	5	0,25	50	20	
5.1.2	Prostranství pro pomalu jedoucí vozidla (max. 10 km/h), např. jízdní kola, nákladní auta a rypadla	10	0,40	50	20	
5.1.3	Stálý provoz vozidel (max. 40 km/h)	20	0,40	45	20	V loděnicích a v docích může být $GR_L = 50$
5.1.4	Cesty pro pěší, otáčení vozidel, místa pro nakládání a vykládku	50	0,40	50	20	

**Tabulka 5.16 Příloha A (informativní) – Světelně-technické požadavky na bezpečnost a ochranu (ochranu zdraví a zabezpečení proti cizím osobám)**

Stupeň rizika	$\bar{E}_m$ [lx]	$U_o$ [-]	$GR_L$ [-]	$R_a$ [-]	Poznámky
Velmi malé riziko, například: – skladové plochy s příležitostnou dopravou v průmyslových dvorech, – zauhlování v elektrárnách, – sklady řeziva, pilin a třísek na pilách; – příležitostně používané chodby a schodiště, čistírny odpadních vod a provzdušňovací nádrže, filtry a kalové vyhnívací nádrže v prostorech vodáren a kanalizací.	5	0,25	55	20	
Malé riziko, například: – celkové osvětlení přístavů, – prostory s bezrizikovým provozem, občasné používané rampy a schodiště v petrochemickém i jiném rizikovém průmyslu, – sklady řeziva na pilách.	10	0,40	50	20	V přístavech může být $U_o = 0,25$ .
Průměrně velké riziko, například: – odstavná parkoviště vozidel a kontejnerové terminály s rušným provozem v přístavech, dvory a skladové prostory, – odstavná parkoviště vozidel a transportérů v petrochemickém i jiném rizikovém průmyslu – olejové hospodářství v elektrárnách, – celkové osvětlení a sklady prefabrikovaného zboží v loděnicích a docích, – pravidelně používaná schodiště, nádrže a filtry v prostorech vodáren a kanalizací.	20	0,40	50	20	V loděnicích a v docích může být $U_o = 0,25$ .
Velké riziko, například: – sklady součástí forem, řeziva a oceli, stavební základové jámy a pracovní prostory na stranách jámy na staveništích, – prostory s nebezpečím požáru, otravy, radiace v přístavech, průmyslových dvorech a skladištích; – sklady olejů a paliv, chladicí věže, kompresorovny u kotlů, prostory čerpadel, ventilů a výfukových potrubí, provozní plošiny, pravidelně užívaná schodiště, křížení dopravníků, rozvodny v petrochemickém i jiném rizikovém průmyslu, – rozvodny v elektrárnách, – křížení dopravníků, prostory s nebezpečím požáru na pilách.	50	0,40	45	20	Na staveništích a na pilách může být $GR_L = 50$ .

### 5.5.1 FILOZOFIE CELKOVÉHO OSVĚTLENÍ VENKOVNÍCH ROZVODEN:

*Zatřídění rozvodny do jednotlivých zón E1 – E4 (dle tabulky 2 ČSN EN 12464-2)*

- zatřídění se provádí za účelem zlepšení nočního prostředí prostřednictvím omezením rušivého světla
- čím dále je rozvodna umístěna od města, tím je důležitější omezit světelný tok jdoucí do horního poloprostoru jdoucí ze svítidel pro osvětlování rozvodny
- rozvodny se zpravidla vyskytují v oblastech mimo zástavbu
  - to znamená, že je lze zařazovat do zón E1 – E2
  - to znamená, že světelný tok jdoucí ze svítidel přímo do horního poloprostoru může být maximálně 5 % z celkového světelného toku svítidel v zóně E2 a 0 % v zóně E1

- pokud jsou rozvodny umístěny přímo v průmyslových a obydlených oblastech lze akceptovat vyšší světelný tok jdoucí ze svítidel přímo do horního poloprostoru (viz Tabulka 5.13)

#### *Zatřídění činností vykonávaných v rozvodnách (dle ČSN EN 12464-2)*

- dle tabulky 5.14. normy ČSN EN 12464-2 lze standardně vykonávanou činnost v rozvodnách specifikovat jako - „CELKOVÁ KONTROLA“
- v rámci nestandardních situací, kdy bude nutno provést opravy na elektrických zařízeních v rámci rozvodny, pod umělým osvětlením je přípustné zatřídění dle tabulky 5.14. normy ČSN EN 12464-2 – „OPRAVY ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ“, které umožňuje využití místního osvětlení, které lze chápat jako osvětlení mobilní, tedy přenosné
- v příloze A normy ČSN EN 12464-2, která je pouze informativní a týká se bezpečnosti a ochrany jsou zmiňovány konkrétně rozvodny. Toto osvětlení zajišťuje ochranu zdraví a zabezpečení proti cizím osobám, tedy osobám, které mohou do objektu rozvodny neoprávněně vniknout
- na základě výše uvedeného zatřídění činností v rozvodně lze specifikovat následující požadavky na celkové osvětlení rozvoden:
  - $\bar{E}_m$  - 50 lx
  - $U_0$  - 0,40
  - $GR_L$  - 45
  - $R_a$  - 20

#### *Použití světelných zdrojů*

Na základě rozměrových požadavků současných rozvoden (u 420 kV rozvoden se běžně jedná o plochy okolo 150 x 150 m) je nutné využití světelných zdrojů s vysokým světelným tokem, které splňují kvalitativní požadavky na osvětlení. Index podání barev musí být vyšší než 20. Dalšími požadavky na tyto světelné zdroje jsou vysoký měrný výkon a dlouhá doba technického života. Těmto požadavkům vyhovují následující typy světelných zdrojů

- vysokotlaké sodíkové výbojky ve watážích 250 W, 400 W, 600 W a 1000 W dle výšky zavěšení a osvětlovaného prostoru
- halogenidová výbojka s dlouhým obloukem - dvoupatřicová s watáží 2000 W
- srovnání parametrů doporučených světelných zdrojů
- srovnání technických parametrů nejpoužívanějších typů světelných zdrojů je uvedeno v následujících tabulkách.

**Tabulka 5.17 Srovnání základních parametrů doporučených světelných zdrojů**

popis světelného zdroje	halogenidová výbojka (provozovaná na sodíkovém předřadníku)	vysokotlaká sodíková výbojka
Typ	OSRAM HQI-TS 2000W/N/L	OSRAM NAV-T 600W SUPER 4Y
orientační příkon svítidla	2 180 W	645 W
světelný tok světelného zdroje	230 000 lm	90 000 lm
měrný výkon	107 lm/W	150 lm/W
počet světelných zdrojů na 100 klm	0,43 ks	1,11 ks
náhradní teplota chromatičnosti	4400 K	2000 K
Index podání barev	65	25
doba technického života	8 000 h	32 000 h
doba dosažení udržovacího činitele 0,8 složeného z činitele stárnutí světelných zdrojů ( $Z_z$ ) a činitele funkční spolehlivosti světelných zdrojů ( $Z_{fz}$ )	Cca 4 000 h	Cca 20 000h

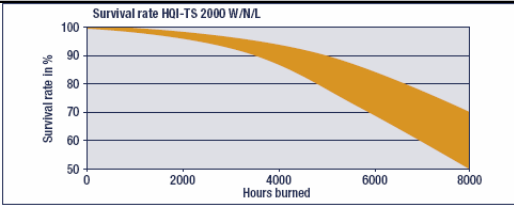
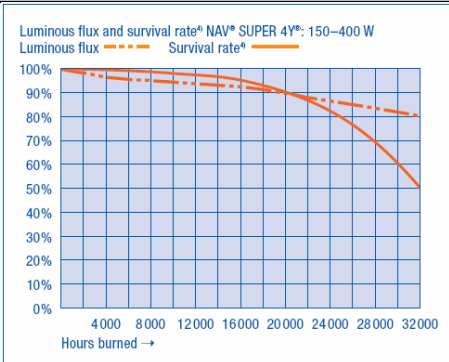
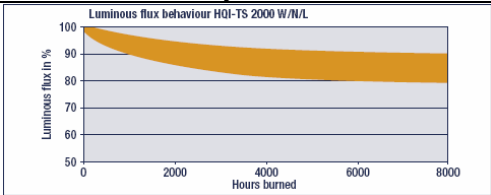
*poznámka k halogenidové výbojce s dlouhým obloukem OSRAM HQI-TS 2000/N/L*

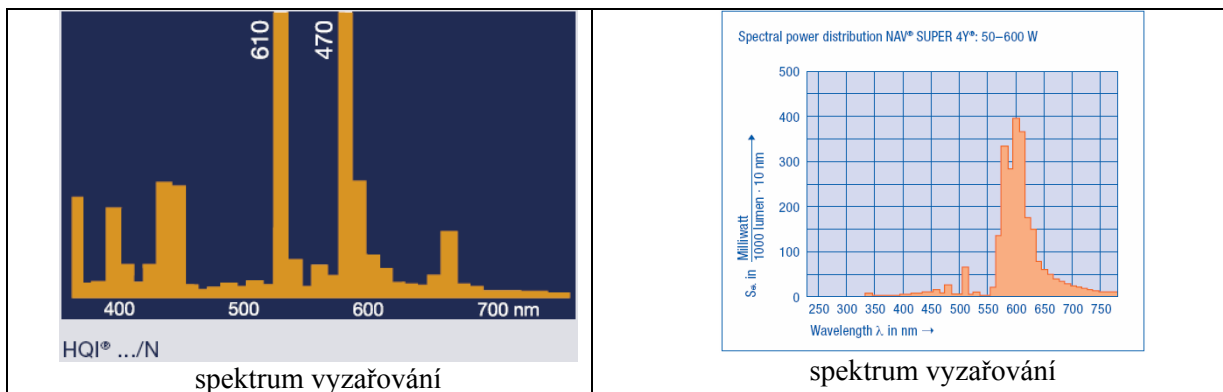
- díky indexu podání barev lze použít pro kamerový systém s barevným snímáním

*poznámka k vysokotlaké sodíkové výbojce OSRAM NAV-T 600 SUPER 4Y*

- nízký index podání barev není vhodný pro použití u barevného značení – špatně rozeznatelné barvy

**Tabulka 5.18 Srovnání úbytku světelného toku a vyzařovacích spekter doporučených světelných zdrojů**

OSRAM HQI-TS 2000W/N/L	OSRAM NAV-T 600W SUPER 4Y
 <p>závislost počtu funkčních výbojek na počtu odsvícených hodin</p>	 <p>závislost počtu funkčních výbojek a závislost velikosti světelného toku na počtu odsvícených hodin</p>
 <p>závislost velikosti světelného toku na počtu odsvícených hodin</p>	



Na základě výše uvedených popisů a technických parametrů lze udělat následující závěry k volbě světelných zdrojů pro osvětlování rozvoden

- pro celkové osvětlení rozvoden (celkovou kontrolu) jsou nejvýhodnější vysokotlaké sodíkové výbojky z následujících důvodů
  - vysoký měrný výkon – nízká spotřeba
  - velmi vysoká doba technického života
  - velmi dobrá je i variabilita výkonové řady (250 W – 1000 W) z hlediska požadavků na různé závěsné výšky svítidel a různé osvětlované plochy
  - výkonová variabilita je výhodná i z hlediska potenciálního přepínání osvětlovací soustavy pouze do režimu kamerového snímání – avšak v pouze v černobílém režimu
  - jako nevýhodu těchto světelných zdrojů lze chápat nízký index podání barev, který tyto světelné zdroje znevýhodňuje při požadavcích na snímání barevného obrazu
- pro použití halogenidových výbojek pro celkové osvětlení rozvodny (celkovou kontrolu) hovoří jejich vyšší index podání barev
  - vyšší index podání barev je nutný při požadavcích na kamerové snímání barev
  - vyšší index podání barev je nutný při požadavcích barevné rozpoznávání při celkové kontrole rozvoden
  - halogenidové výbojky nacházejí ve venkovních rozvodnách uplatnění zejména v oblasti osvětlení různých indikátorů v okolí transformátorů.

#### *Použití svítidel*

Z důvodu omezení světelného toku jdoucího do horního poloprostoru je v rámci osvětlování venkovních rozvoden nutné používat svítidla s plochými skly a s asymetrickou vyzařovací charakteristikou. Vzhledem k tomu, že svítidla musí být umístována ve vysokých závěsných výškách, tak je vhodné využívat maximálního světelný toku na jedno svítidlo tak, aby se minimalizace jejich počet na stožárech. Požadavek na maximální světelný tok světelného zdroje je ale nutné kombinovat s případnými požadavky na kamerové osvětlení tak, aby bylo možné přepínání jednotlivých svítidel na tuto osvětlenost s ohledem na postupné a rovnoměrné zatěžování všech svítidel na jednom osvětlovacím stožáru z hlediska rovnoměrného stárnutí osazených světelných zdrojů.

### 5.5.2 FILOZOFIE KAMEROVÉHO OSVĚTLENÍ

Filozofie kamerového osvětlení vychází z požadavku na celkový přehled o dění v rozvodně v noci. Provozovatelé zároveň vyžadují možnost ZOOMu v případě výskytu nestandardních situací v rozvodnách.

Kamerové osvětlení musí vycházet z požadavků na umístění kamer. Protože kamery snímají jasy osvětlovaných předmětů, tak je třeba zajistit požadované jasy právě ze směru pohledu kamer. Nejvyšších jasů je dosahováno v případě, že světelný tok dopadá na osvětlovaný objekt ze směru pohledy kamery. Ideální umístění svítidel zajišťujících kamerovou osvětlenost je v blízkosti kamery a jejich nasměrování na sledovaný objekt. V současné době se výrobci bezpečnostních kamer dostávají s jejich citlivostmi na relativně velice nízké hodnoty požadovaných osvětleností, které se pro barevný mód pohybují v oblastech okolo 0,5 lx a pro černobílý mód dokonce o řád méně v oblasti okolo 0,05 lx. V rámci možnosti zhoršení viditelnosti vlivem meteorologických podmínek je nutné kamerové osvětlení dimenzovat v oblastech alespoň o řád vyšších než udávají výrobci.

### **5.5.3 FILOZOFIE OSVĚTLENÍ TRANSFORMÁTORŮ:**

Vzhledem k výrazně menším rozměrům transformátorů je na filozofii jejich osvětlení pohlíženo poněkud odlišně než na celkové osvětlení rozvoden. Normativní požadavky na osvětlení sice vychází ze stejných podkladů jako celkové osvětlení rozvoden, ale vzhledem k tomu, že je velká pravděpodobnost výskytu barevných značek a zobrazovacích jednotek na plášti transformátorů je vhodné použití halogenidových výbojek. Malé osvětlovací vzdálenosti a deklarované osvětlenosti vyžadují i nižší watáže použitých světelných zdrojů (250 W, 400 W).

Protože je nutné osvětlovat všechny viditelné plochy transformátorů včetně jejich horních částí s průchodkami, tak musí být normou požadovaných osvětleností dosahováno na všech viditelných plochách:

- zajištění horizontální osvětlenosti v okolí transformátoru
- zajištění horizontální osvětlenosti na horním krytu transformátoru (průchodky)
- zajištění vertikálních osvětleností na všech bočních krytech transformátoru
- zajištění dostatečných kamerových osvětleností z pohledu umístění kontrolních kamer na všech viditelných a přilehlých partiích transformátoru
- terciár

### **5.5.4 FILOZOFIE OSVĚTLENÍ PŘÍJEZDOVÝCH KOMUNIKACÍ**

Osvětlování příjezdových a obslužných komunikací venkovních rozvoden vychází ze standardů používaných pro klasické osvětlování komunikací a z požadavků na osvětlení dle výše uvedené tabulky 5.15. Při návrhu osvětlení obslužných komunikací venkovních rozvoden je nutné brát zřetel na možnost součinnosti tohoto typu osvětlení s osvětlením kamerovým.

- při požadavcích na barevné snímání je nutné i pro osvětlení komunikace v oblasti do které kamera vidí použití halogenidových výbojek.
- umístění sloupu osvětlení je nutné učinit i s ohledem na kamerovou osvětlenost v požadovaném snímaném prostoru
- umístění sloupu osvětlení s instalovanou kamerou je nutné učinit tak, aby „klasické svítidlo pro osvětlování komunikací“ směřovalo dominantní část světelného toku na snímaný objekt



## **5.6 SPORTOVIŠTĚ**

## 6. OBECNÉ ZÁSADY SNIŽOVÁNÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI OSVĚTLOVACÍCH SOUSTAV

Energetickou náročnost venkovního osvětlení lze ovlivňovat odlišným způsobem na různých úrovních, které na sebe navazují. Opatření v těchto úrovních se liší svojí složitostí, rozsahem, a účinností. Energetickou náročnost venkovních osvětlovacích soustav ovlivňovat lze na následujících úrovních:

- úroveň technických zařízení;
- úroveň projektu;
- úroveň konceptu;

### 6.1 REGULACE NA ÚROVNI TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ

Regulace energetické náročnosti na úrovni používaných technických zařízení je prvním a nejjednodušším stupněm. Jedná se o regulaci energetické náročnosti jednotlivých prvků osvětlovacích soustavy, mezi které patří světelné zdroje, předřadné přístroje a svítidla. Pravidla pro regulaci energetické náročnosti osvětlovacích soustav v rámci Evropské unie byla přijata v loňském roce v rámci evropské směrnice 245/2009. Tato pravidla se týkají technických parametrů zářivek bez integrovaného předřadníku, vysokotlakých výbojek, předřadníků a svítidel. Uvedená směrnice je příkladem regulace energetické náročnosti na úrovni technických zařízení. Tento způsob regulace je z pohledu aplikace jednoduchý, jelikož se odehrává na straně výrobců těchto zařízení. V nabídce pro projektanty nebo uživatele jsou již jen energeticky účinná zařízení. Tento způsob regulace tedy zaručuje používání energeticky účinných technických zařízení, ale nezaručuje to, zda budou použita účinným způsobem.

Tento způsob ovlivňování energetické náročnosti je velmi důležitý při vlastním provozu osvětlovací soustavy. Například při výměnách světelných zdrojů je pro správce osvětlovací soustavy při nákupu nových světelných zdrojů hlavním kritériem cena. Pokud mají na trh přístup nekvalitní výrobky (menší světelný tok, větší příkon, kratší doba života apod.) s nižší cenou, pak se takové výrobky automaticky dostávají do běžného provozu.

### 6.2 REGULACE NA ÚROVNI PROJEKTU

Tento způsob regulace je na rozdíl od prvního stupně obecnější. Obsahuje v sobě předchozí stupeň a zároveň zaručuje, že požadované světelně technické parametry budou dosaženy energeticky účinným způsobem. Tento způsob regulace energetické náročnosti osvětlovacích soustav, ale vyžaduje závaznost normativních předpisů a kvalitní projekční prostředí. V případě venkovního osvětlení vychází tento způsob regulace z toho, že pro každou aplikační oblast, lze každou zřakovou činnost nebo osvětlovaný prostor podle charakteru zařadit do třídy osvětlení s předepsanými světelně technickými parametry. Pro venkovní osvětlení platí následující soubor norem:

- ČSN CEN/TR 13201-1: Osvětlení pozemních komunikací – Část 1: Výběr tříd osvětlení;
- ČSN EN 13201 – 2: Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky;
- ČSN EN 13201 – 3: Osvětlení pozemních komunikací – Část 3: Výpočet;
- ČSN EN 13201 – 4: Osvětlení pozemních komunikací – Část 4: Metody měření.

- ČSN EN 12461 – 2: Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovní prostorů – Část 2: Venkovní pracovní prostory
- ČSN EN 12 193: Světlo a osvětlení – Osvětlení sportovišť

Jedinou aplikační oblastí, pro kterou nejsou stanoveny světelně technické požadavky z pohledu vizuálního, je architektonické osvětlení. Pro tuto aplikační oblast existují pouze světelně technické limity vycházející z omezení rušivého světla. U vnitřního osvětlení se osvětlovací soustavy hodnotí nejen světelně technickými parametry, ale v současné době se již také posuzují z pohledu energetické náročnosti, hodnocené měrným příkonem nebo měrnou spotřebou osvětlovací soustavy. Ve venkovním osvětlení hodnocení osvětlovací soustavy z pohledu energetické náročnosti není zavedené, ale v současné době se na evropské úrovni zvažuje o jeho použití pro oblast veřejného osvětlení.

Vedle normativních předpisů týkající se hladin osvětlenosti a případně měrných výkonů je možné, na úrovni projektu, ovlivnit energetickou náročnost veřejného osvětlení použitím tzv. *adaptivního osvětlení* [7]. Návrh tohoto osvětlení spočívá v rozdělení provozu osvětlovací soustavy na charakteristické časové úseky, ve kterých se mění podmínky prostředí, charakter zrakových činností nebo využití osvětlení, tedy parametry ovlivňující zatřídění osvětlovaného prostoru nebo zrakové činnosti. Pro jednotlivé časové úseky se pak definují požadované světelně technické parametry. S využitím řídicího systému a aplikací uvedeného časového provozního harmonogramu lze dosáhnout dalšího snížení energetické náročnosti venkovního osvětlení. Návrh adaptivního osvětlení vyžaduje kvalitní a vysoce profesionální projekční prostředí. Bez tohoto předpokladu velmi reálně hrozí, neefektivní využití investičních prostředků a nefunkčnost takového systému ovládání osvětlení.

### 6.3 REGULACE NA ÚROVNI KONCEPTU

Nejvyšším stupněm regulace energetické náročnosti osvětlení je regulace na úrovni konceptu venkovního osvětlení celého města či obce. Nejlépe se tento princip demonstruje na příkladu veřejného a architektonického osvětlení.

Předchozí stupně regulace řeší použití energeticky účinných zařízení a energeticky účinný návrh osvětlení veřejného prostoru nebo pozemní komunikace, ale neřeší, zda jsou komunikace správně zatříděné. Toto zatřídění je poskytnuto projektantovi městem či obcí nebo jej projektant provede sám. Pro správné zatřídění komunikace je třeba znát širší souvislosti a mít k dispozici komplexnější soubor informací, které v rámci dílčích projektů rekonstrukce nebo výstavby veřejného osvětlení nejsou k dispozici. Správné zatřídění komunikací lze provést na základě zpracování koncepce veřejného osvětlení města jako celku, tzv. Základního plánu osvětlení (Lighting Masterplan). Takový koncepční dokument umožňuje postihnout celkovou situaci ve městě nebo obci, zohlednit požadavky místních obyvatel, strukturu města a předpokládaný budoucí vývoj města či obce. Na základě těchto informací lze pak určit základní strategie pro správu, obnovu a výstavbu veřejného osvětlení. Tento koncepční přístup se začíná používat v USA a v posledních letech se dostává také do Evropy. U nás zatímco takovýto přístup k řešení veřejného osvětlení neexistuje. V minulosti se zpracovávaly dílčí části takového dokumentu, tzv. generely osvětlení.

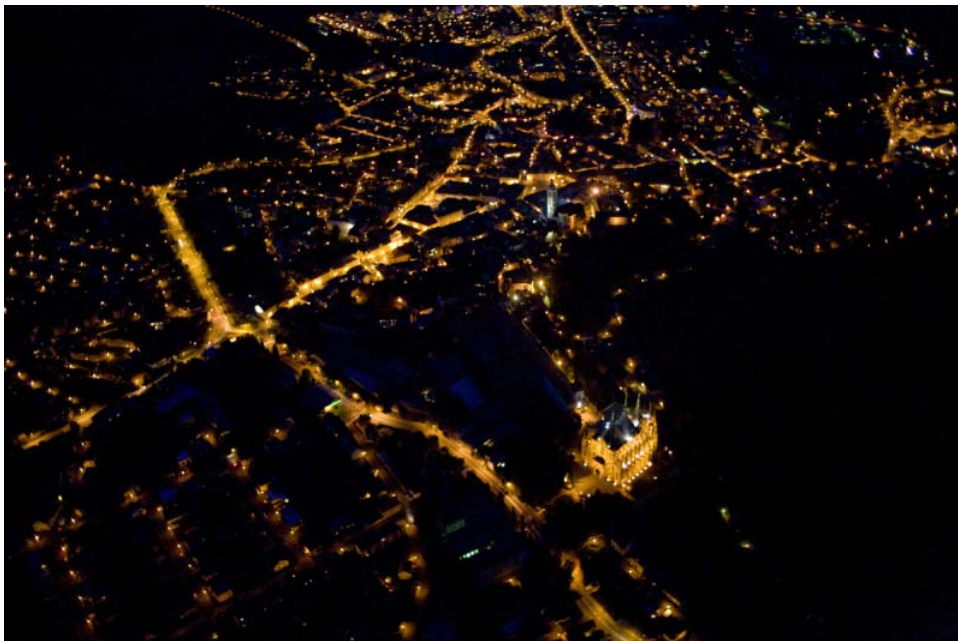
Vzhledem k tomu, že zpracovávaná publikace se nezabývá veřejným osvětlením, lze popsané řešení aplikovat na architektonické osvětlení. Ostatní aplikační oblasti jsou zpravidla v soukromém vlastnictví a regulaci na úrovni města je možné omezovat pouze vedlejší účinky venkovního osvětlení na okolní prostředí. I přesto může takový způsob regulace vést ke snížení energetické náročnosti osvětlovací soustavy eliminací neúčinného světla.

# 7. VLIV VENKOVNÍHO OSVĚTLENÍ NA OKOLNÍ PROSTŘEDÍ

## 7.1 POPIS PROBLEMATIKY

Popis problematiky vlivu umělého osvětlení na okolní prostředí není tak jednoduchý, jak by se na první pohled zdálo. Vzhledem k tomu, že umělé osvětlení je v přirozeném nočním světelném prostředí cizorodým prvkem, byl v počáteční fázi řešení této problematiky zaveden termín světelné znečištění (*light pollution*). Dle definice je světelné znečištění všeobecný termín zahrnující všechny nepříznivé účinky umělého osvětlení [1].

V takto komplexním pojetí však není problém řešitelný a je třeba jej řešit po částech. Zdrojem umělého světla ve venkovním prostředí jsou jak vnitřní, tak i venkovní osvětlovací soustavy. V obou případech lze světelný tok z těchto osvětlovacích soustav dále dělit na světelný tok užitečný, který má konkrétní účel a na světelný tok neúžitečný, který dopadá mimo osvětlovanou oblast a představuje parazitní světlo nebo také ztrátovou světelnou energii (Obr. 7.1).



**Obr. 7.1** Noční letecký snímek Kutné Hory s chrámem sv. Barbory (fotoarchív Etna s.r.o.)

Vnitřní osvětlovací soustavy se pro účely venkovního osvětlení využívají ve velmi omezené míře. Jde téměř výhradně o oblast architektonického osvětlení, kdy se vnitřní osvětlovací soustavou prosvětluje určitý objekt, čímž se vytváří charakteristický noční vzhled objektu. Neúžitečné světlo vnitřních osvětlovacích soustav je z pohledu venkovního prostředí většina světelného toku, který uniká osvětlovacími otvory (okny, světlíky) do venkovního prostředí. Uvedený vliv vnitřních osvětlovacích soustav spadá do oblasti návrhu osvětlení vnitřních prostorů a v současné době se tato problematika neřeší.

Světelný tok vyzařovaný venkovními osvětlovacími soustavami lze opět rozdělit na tok užitečný a neúžitečný. Užitečný světelný tok slouží ke konkrétnímu účelu a dopadá do oblasti, která má být osvětlena, například na povrch komunikace, plochu sportoviště apod. Přímá složka toku v tomto případě nepůsobí rušivě, jelikož dopadá do místa určení. Problémem ale je světelný tok odražený od osvětlovaných ploch řešeného prostoru, který již rušivě působit může. Nelze jej však odstranit, protože přímo souvisí s účelem osvětlovací soustavy,

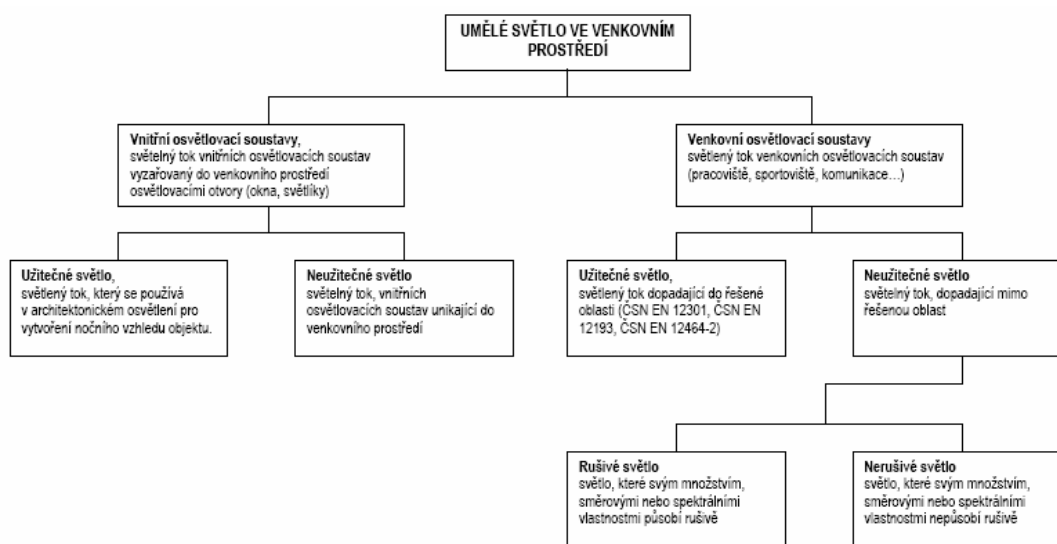
vykonávanou zrakovou činností a smyslem osvětlení. Její vliv je však možné snížit v rámci optimalizace provozu osvětlovací soustavy, pro které je třeba provést následující kroky:

- přesně stanovit časové plány jednotlivých činností v řešené oblasti;
- podrobně stanovit světelně technické parametry pro jednotlivé činnosti;
- navrhnout optimální ovládání provozu osvětlovací soustavy, které umožňuje přesně respektovat časové i světelně technické požadavky zrakových činností.

Z principu takové optimalizace vychází například tzv. *adaptivní* osvětlovací soustavy, používané ve veřejném osvětlení, které reagují na změny okolních podmínek. Na základě časových plánů nebo údajů z reálných situací o hustotě provozu, klimatických podmínkách, jasu okolí apod. se změnou výkon osvětlovací soustavy přizpůsobují světelné podmínky na komunikacích.

Jednoznačnou složkou světelného toku venkovních osvětlovacích soustav, jejíž eliminace neovlivní účel osvětlovací soustavy, sníží spotřebu elektrické energii a omezí nepříznivé účinky umělého osvětlení ve venkovním prostředí, je světelný tok dopadající mimo řešenou oblast. Řešení eliminace této složky světelného toku ve venkovním prostředí je v současné době věnována zvýšená pozornost. V rámci Mezinárodní komise pro osvětlování (CIE) byly zavedeny dva pojmy *neužitečné světlo* (spill light) a *rušivé světlo* (obtrusive light) [1], [2]. Tyto pojmy byly následně převzaty do národních i mezinárodních norem a pro další orientaci v této problematice jsou poměrně zásadní. *Neužitečné světlo* je světlo vyzařované osvětlovací soustavou za hranice osvětlovaného objektu. *Rušivé světlo* je *neužitečné světlo*, které svými kvantitativními, směrovými nebo spektrálními vlastnostmi v dané situaci zvětšuje obtěžování, nepohodu, rozptýlení nebo omezuje schopnost vidět nejdůležitější informace.

Je třeba poznamenat, že existují určité venkovní aplikace, kde přesné vymezení světelného toku, který dopadá do řešené oblasti a mimo ni, nelze definovat. Příkladem jsou některá sportoviště (např. golfové hřiště), bezpečnostní osvětlení nebo některé venkovní pracovní prostory (např. lodní překladiště).



Obr. 7.2 Umělé světlo ve venkovním prostředí

Respektování nepříznivých účinků venkovního osvětlení vyžaduje nový přístup k návrh osvětlení. Při návrhu se sleduje nejen primární cíl osvětlení, tedy vytvoření optimálních zrakových podmínek v řešeném prostoru, ale také vedlejší, zpravidla negativní, účinky na okolní prostředí. Návrh se tak člení do dvou úrovní, jejichž požadavky vycházejí z rozdílných základů. Zatímco požadavky na návrh světelného prostředí v daném prostoru vyplývají z prováděné zrakové činnosti, požadavky na omezení rušivých účinků venkovního osvětlení

vycházejí z charakteru venkovního prostředí, ve kterém se osvětlovaný prostor nachází. Z tohoto pohledu se venkovní prostředí dělí podle citlivosti do tzv. zón životního prostředí (Tab. 7.1).

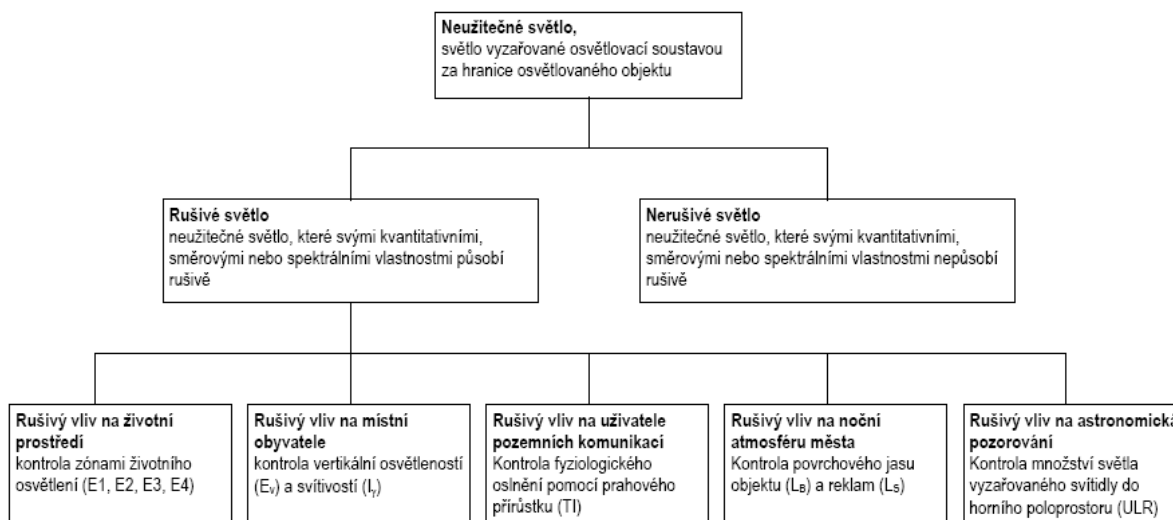
**Tab. 7.1 Systém zón venkovního prostředí**

Zóna životního prostředí	Okolí	Světelné prostředí	Příklady
E1	Přírodní	Velmi tmavé oblasti	Národní parky a chráněná území
E2	Venkovské	Málo světlé oblasti	Průmyslové a obytné venkovské oblasti
E3	Předměstské	Středně světlé oblasti	Průmyslová a obytná předměstí
E4	Městské	Velmi světlé oblasti	Střední měst a obchodní zóny

## 7.2 RUŠIVÉ SVĚTLO

Zatímco problematiku nepříznivých účinků odražené složky užitečného světla se řeší optimalizací provozu osvětlovacích soustav, popsané v předchozím textu, problematika nepříznivých účinků neužitečného světla se řeší omezováním *rušivého světla*. V současné době jsou nepříznivé účinky rušivého světla popsány v rámci následujících oblastí (Obr. 7.3):

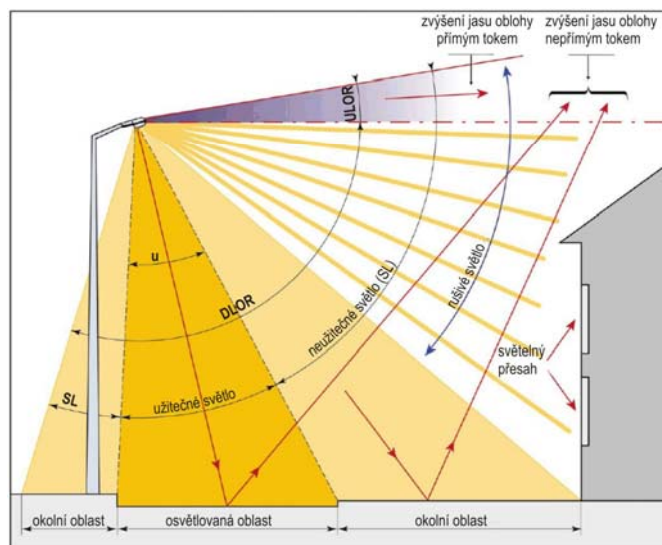
- životní prostředí;
- místní obyvatelstvo;
- dopravní komunikace;
- astronomická pozorování;
- noční vzhled měst a obcí.



**Obr. 7.3** Schematický popis neužitečného světla a projevů rušivého světla.

Účinky nočního umělého osvětlení na životní prostředí jsou zatím stále obtížné kvantifikovatelné. Je například známo, že noční osvětlení ovlivňuje chování hmyzu, který může být světlem přitahován i odpuzován. Chování hmyzu následně ovlivňuje chování savců, plazů nebo obojživelníků, kteří se hmyzem živí a dále predátorů, kteří tato zvířata loví. U některých volně rostoucích rostlin byl zaznamenán vliv nočního osvětlení na fyziologii rostlin, fotosyntézu a na biologické periody. Účinky umělého osvětlení u zemědělských plodin jsou díky dlouhodobým výzkumům známější. Například u rýže způsobuje noční

osvětlení zpoždění tvorby rýžového klasu. U hospodářských zvířat a drůbeže může mít nepřiměřené noční osvětlení řadu negativních účinků, např. porucha metabolických funkcí. K omezení rušivých účinků na životní prostředí slouží systém zónování (tab. 7.1). Jednotlivé zóny jsou charakterizovány typem zástavby (lidské činnosti, osídlení), případně typem prostředí.



**Obr. 7.4** Grafické znázornění užitečného a neúčinného světla.

Rušivé účinky venkovního osvětlení z pohledu místních obyvatel jsou dvojího typu. Světlo z venkovních osvětlovacích soustav může pronikat do obytných místností, určených zpravidla ke spaní (např. ložnice, dětský pokoj). Tento rušivý vliv se kontroluje svislou osvětleností  $E_V$  v úrovni fasády nebo na hranici plánovaného objektu. Při výpočtu se hodnotí příspěvky od všech svítidel venkovního osvětlení a zohledňuje se vliv pevných stínících překážek. Druhým rušivým účinkem může být výskyt jasných částí svítidel v zorném poli při pohledu z obytných místností do venkovního prostředí. Tento rušivý vliv se kontroluje prostřednictvím svítivosti svítidel  $I_V$  v potenciálně rušivých směrech.



**Obr. 7.5** Různé projevy rušivého světla; a) umělé světlo vyzářované do horního poloprostoru, b) velký jas architekturního osvětlení rušící celkový vzhled města v nočních hodinách, c) umělé světlo dopadající do obytných místností, d) umělého světlo měnící přirozený noční vzhled přírodního prostředí, e) umělé světlo způsobující oslnění na přilehlých komunikacích.

Rušivé účinky na uživatele přilehlých pozemních komunikací (např. motoristů, chodců apod.) se projevují snížením schopnosti vnímání, způsobené fyziologickým oslněním od svítidel a světelných zdrojů. Pro hodnocení tohoto rušivého vlivu se používá prahový přírůstek  $TI$  a hodnotí se pro konkrétní polohy pozorovatelů a směr pozorování podobně jako u pozemních komunikací pro motorovou dopravu.

Rušivé účinky venkovního osvětlení na astronomická pozorování se projevují jednak zjasněním tmavé oblohy vlivem rozptýleného umělého světla v atmosféře a jednak přímým dopadem světla do observatoří. Pro hodnocení tohoto rušivého vlivu se hodnotí množství

světelného toku vyzářeného do horního poloprostoru. Pro jeho vyjádření se používá tzv. podíl horního toku svítidel nebo osvětlovací soustavy *ULR*.

Nepříměřené hodnoty jasů architekturního nebo reklamního osvětlení, mohou výrazným způsobem narušit noční atmosféru města nebo obce. Rušivý vliv architekturního a reklamního osvětlení se kontroluje omezením povrchového jasů fasád objektů  $L_b$  a reklamních ploch  $L_s$ .

Pro všechny uvedené účinky rušivého světla jsou předepsány mezní hodnoty parametrů, kterými se rušivé účinky kontrolují. Tyto mezní hodnoty jsou uvedeny v tabulce 7.2.

**Tab. 7.2 Hodnoty světelně technických parametrů pro kontrolu rušivého světla [1] (Enviromentální zákony)**

Zóna životního prostředí	Parametr							
	$E_v$ [lx]		$I_{c,y}$ [cd]		TI [%]	ULR [%]	$L_b$ [cd/m <sup>2</sup> ]	$L_s$ [cd/m <sup>2</sup> ]
	$t_s < t_c$	$t_s < t_c$	$t_s < t_c$	$t_s < t_c$				
E1	2	0	2 500	0	15	0	0	50
E2	5	1	7 500	500	15	5	5	400
E3	10	2	10 000	1 000	15	15	10	800
E4	25	5	25 000	2 500	15	25	25	1000

V některých situacích, hlavně u obytné zástavby, se dostávají požadavky na osvětlení pro určitou zřakovou činnost do konfliktu s požadavky na omezení rušivého světla. Míra této konfliktní situace je přitom závislá na časovém období. Z tohoto důvodu byl zaveden termín *doba nočního klidu*, což je úředně stanovená hodina (doporučuje se 23:00 h, popř. dříve), která umožňuje předepsat jiné limitní hodnoty parametrů pro omezení rušivého světla před a po této hodině.

Neméně důležité, jako je definice těchto tříd, tak je žádoucí i vymezení jejich oblast. V případě neastronomických aktivit se obvykle jedná o nějakou oblast, která je vymezena svými hranicemi. Ovšem světlo se samozřejmě šíří bez ohledu na člověkem vymyšlené hranice. Je proto potřebné nějakým způsobem vymezení i okolí. Jak mají být chráněny citlivé oblasti a na druhou stranu vymezení kam až zasahují oblasti navenek. To druhé se týká především oblastí s jasným prostředím v sousedství oblastí s okolím méně jasným.

Pokud jde o citlivé oblasti, tak je možné ochrannou zónu stanovit předepsáním vzdálenosti oblasti s nižší třídou. To je řešeno v [2]. Tam jsou předepsány tyto vzdálenosti mezi hranicemi jednotlivých tříd (doporučuje se tyto hranice zdvojnásobit)

**Tabulka 7.3 Minimální vzdálenosti od referenčního bodu k hranici zóny**

Třída zóny	Minimální vzdálenost hranic sousedních zón podle tříd [km]		
	E1 – E2	E2 – E3	E3 – E4
E1	1	10	100
E2		1	10
E3			1
E4	bez vymezení		

Uvedené dělení, a zejména jeho případné rozšíření na dvojnásobek, je však ekonomicky nepřijatelné v podmínkách hustě obydleného území, jakým je Evropa, a tedy i ČR. Například v případě astronomické observatoře Ondřejov sahá 111 km kruhová oblast za hranice republiky, od kletské jsou hranice vzdáleny pouze něco kolem 27 km. Lze si jen obtížně představit, že by bylo možné omezovat osvětlení na cizím území. Ostatně, ani omezovat osvětlení na území ČR není myslitelné. Jedná se totiž o značně náročnou záležitost. Náročnou investičně i provozně, tedy i energeticky. Jak bude dále ukázáno, dopad omezování rušivých



účinků světla nutně přivodí nárůst nepříznivých vlivů v oblasti jiné, tedy v nárůstu emisí. Je tedy nutné najít kompromisní řešení.

**Tabulka 7.4: Minimální vzdálenosti od referenčního bodu k hranici zóny pro oblasti s hustým osídlením**

Třída zóny	Minimální vzdálenost hranic sousedních zón podle tříd [km]		
	E1 – E2	E2 – E3	E3 – E4
E1	1	9	bez vymezení
E2		1	bez vymezení
E3			1
E4	bez vymezení		

Je třeba vymezit i působení jednotlivých tříd na okolí. To znamená definovat až kam jsou aplikovatelná pravidla pro omezení rušivého světla na okolí. Sotva lze prohlásit, že obchodní oblast E4 končí na hranici katastrálních pozemků příslušejícího obchodnímu domu. Světlo takové meze samozřejmě nerespektuje, pronikne samozřejmě dál. Vzdálenosti hranic jednotlivých tříd lze z hlediska působení vymezit na 1 km. Pro názornost – bude-li obytný dům ve vzdálenosti do 1 km od hranice obchodního centra, tak se negativní působení tohoto centra na obytný dům hodnotí podle třídy E4, byť by vlastní posuzovaný objekt patřil od E3 nebo dokonce E2.

#### *Komentář k tabulce 7.2*

Světlem na objektech se rozumí osvětlenost oken (obytných) budov. Tak to tak je uvedeno ve směrnici [2]. Světlo dopadající mimo okna totiž prakticky neovlivní kvalitu životního prostředí uvnitř objektu. Působí spíše na jiná místa. Jak, to je do značné míry dáno jasnou vlastního objektu – tedy jasem fasády budovy. Opět je třeba rozlišit jas objektu v té které třídě. Tak například pro obchodní dům je přípustný jas jeho fasády  $25 \text{ cd.m}^{-2}$ , a to i v případě, že je pozorovatelný z obytné čtvrti zaříděné do E3 nebo dokonce E2. Naopak objekt v posuzované obytné čtvrti má mít jas fasády pouze  $10$ , resp  $5 \text{ cd.m}^{-2}$  (E2).

Zvláštní výklad si zaslouží „Světlo nahoru“ ULR. To je podíl světla vyzářeného přímo do horního poloprostoru k celkovému světelnému toku vystupujícím ze svítidla. Jedná se o hodnotu, která není zárukou minimalizace rušivých účinků světla. Vychází z chybné úvahy, že pokud bude světlo směřováno pouze k zemi, tak bude nejlépe využito. Ve skutečnosti každé přesměrování s sebou přináší nejen snížení účinnosti svítidla, ale především snížení činitele využití, který je rozhodující. To proto, že úplného clonění (ULR = 0) se dosáhne prakticky jen u svítidel uzavřených plochou deskou (sklem, plastem), která zapříčiní, že paprsky procházející pod jiným úhlem než ve směru normály k jeho ploše, se utlumují. Pro úhly nad  $60^\circ$  až o 80%, pro vyšší se prakticky veškeré světlo odrazí zpět do svítidla. Snižuje se úhel vyzařování v podélném směru, a tak se v důsledku musí svítidla umístit blíže k sobě, než by tomu bylo se svítidly s vypouklou mísou. Případně se musí umístit výše a zvýšit i světelný tok zdroje. Světlo je sice přesměrováno do dolního poloprostoru, ale je hůře využito. V důsledku toho se může stát, že odraženého světla do nežádoucích směrů je od „ekologické“ soustavy více než odraženého a přímého od obvyklé soustavy s vypouklou mísou a vyšším činitelem využití. Důsledkem použití více cloněných svítidel je i obecné navýšení ekologické zátěže.

Ve směrnici ministerstva zdravotnictví Slovenské republiky je kritérium URL vypuštěno [7]. Velikostí světelného toku vyzařovaného do horního poloprostoru se zabývá i Nařízení [6]. Zde jsou předepsány přípustné (doporučené) světelné toky do horního poloprostoru takto (viz. tab. 7.5)

**Tabulka 7.5 Doporučené hodnoty ULR (%)**

Třída osvětlení	Světelný tok zdroje [klm]	ULR [%]
ME1 až ME6 a MEW1 až MEW6	všechny	3
CE0 až CE5, S1 až S6, ES, EV a A	$12 \leq \square$	5
	$8,5 \leq \square < 12$	10
	$3,3 \leq \square < 8,5$	15
	$< 3,3$	20

Požadavky nejsou tříděné podle environmetálních oblastí E1÷E4, ale platí obecně kdekoliv. Je pozoruhodné i to, že nařízení hovoří o optimálně nainstalovaném svítidle. Což nelze interpretovat, tak, že musí být s vodorovnou pozicí výstupního otvoru svítidla, jak důsledně požadují ekologičtí aktivisté. Velice často lze dosáhnout mnohem úspornějšího a v důsledku i nočního prostředí méně rušícího osvětlení se svítidly vykloněnými o malý úhel.

Poněkud nepřesná je v [6] poznámka: „V oblastech, kde hrozí světelné znečištění, není maximální podíl světla dosahujícího nad horizont u všech silničních tříd a světelných výkonů vyšší než 1 %.“ Je sporné, kde je oblast s hrozícím „světelným znečištěním“, to vlastně „hrozí“ všude. Patrně jde o nevhodný překlad (byť je oficiální) nebo nedostatečně precizní formulaci. Je jistě myšleno, že se zmíněné omezení vztahuje na prostory, kde by mohla vyšší míra rušivého světla ohrozit nějakou činnost (např. významná astronomická pozorování) nebo životní prostředí (na tmou citlivá fauna nebo flóra). Doporučení by mělo znít patrně takto: „V oblastech, kde je žádoucí omezit nežádoucí účinky osvětlení, by neměl být podíl světla vyzářeného nad vodorovnou rovinu vyšší než 1% u všech tříd osvětlení a pro libovolný světelný tok zdroje.“ Tento požadavek je rozumný, protože kvalitní svítidla pro osvětlování komunikací takové podmínce vyhovují a přitom zajistí minimalizaci množství rušivého světla.

**Obr.7.6** Svítidlo s podílem světelného toku ULR 0,4% (Siteco řada ST)

Velmi důležité je další sdělení Nařízení: „Svítidla jsou konstruována tak, aby bylo v maximální možné míře zabráněno vyzářování rušivého světla. Jakékoli vylepšení svítidla, jehož cílem je vyzářování rušivého světla snížit, však nesmí být na úkor celkové energetické účinnosti zařízení, pro něž je určeno.“

Jak bylo řečeno, svítidla s nulovým světelným tokem do horního poloprostoru (obvykle ta, která mají optickou část uzavřenu plochou průhlednou/průsvitnou deskou) mají nutně nižší účinnost, než svítidla s vypouklou mísou. Toto nařízení tedy v důsledku svítidla s plochým uzávěrem zakazuje (přesněji řečeno - nedoporučuje, neb jde o přílohu chápanou jako doporučení).



**Obr 7.7** Svítidlo s plochým sklem (Siteco SR 50)

Svítidlo Siteco SR 50 má účinnost 65,5 % a druhé (téhož výrobce a řady, stejné nastavení optiky – vždy se musí srovnávat srovnatelně) 78,3 % a do horního poloprostoru je emitováno přímo 0,4% světelného toku zdroje.

Poznámka ke svítidlům na Obr. 7.7 - první svítidlo lze rozmístit (pro určité zcela konkrétní a korektní zadání) v roztečích 28,5 metrů, druhé 33 metrů. Nic zvláštního – ale na kilometr je to již rozdíl pěti svítidel.

Pro astronomické aktivity je rozhodující, zda pozorování ruší zdroj přímého světla. To, že je svítidlo „plně cloněné“ neznamená, že nemůže svítit přímo do kupole observatoře. Stačí, aby bylo jen o málo výše, než je kupole. To může snadno nastat v členitém terénu, zejména u hvězdáren v intravilánu obcí. Proto je třeba volit v okolí citlivých objektů nebo oblastí svítidla podle pravidla o svítivosti v potenciálně kritickém směru. Ta nesouvisí s mírou „zaclonění“ svítidla.

Další omezení dle [5] platí pro ochranu uživatelů dopravních cest, resp. uživatelů pozemních komunikací. Omezení je uvedeno v Tab. 7.6. Jde o přípustnou míru oslnění vyjádřenou prostřednictvím prahového přírůstku (viz.[9]). Jak je patrné, tabulku by bylo možné nahradit prostým sdělením, že prahový přírůstek má být nejvýše 15 %. V některých případech jsou předpisy poznamenány působením nemyslícího úřednického šimla.

**Tabulka 7.6 Největší hodnoty prahového přírůstku od jiných než uličních svítidel**

	Třída osvětlení pozemní komunikace <sup>a)</sup>			
	osvětlení jiné než uliční	ME5	ME4 / ME3	ME2 / ME1
Prahový přírůstek ( <i>TI</i> ) b) c) d)	15 % za předpokladu, že adaptační jas je 0,1 cd·m <sup>-2</sup>	15 % za předpokladu, že adaptační jas je 1 cd·m <sup>-2</sup>	15 % za předpokladu, že adaptační jas je 2 cd·m <sup>-2</sup>	15 % za předpokladu, že adaptační jas je 5 cd·m <sup>-2</sup>

Pozn. Třídy osvětlení podle EN 13201-2, výpočet TI podle EN 13201-3.

Tyto limity se použijí v případě, že uživatelé dopravního systému jsou vystaveni omezení viditelnosti základních informací. Hodnoty platí pro relevantní polohu a pro směr pohledu na trasu dopravy.

**V tabulce 5.2** CIE 150:2003 jsou uvedeny příslušné hodnoty závoje jasů  $L_v$ .

#### *Ekologická kritéria*

V souvislosti s osvětlováním se řeší z ekologického pohledu pouze míra nežádoucího světla. Zapomíná se na skutečnost, že řešení omezující velikost rušivého světla, jsou ve většině případů energeticky i materiálově náročnější. To pak znamená to, že se více zatíží životní prostředí.

Soustavy s ULR = 0 % jsou energeticky více náročně, než „klasické“ soustavy. Buď je nutný větší počet svítidel (dle okolností je tento nárůst od 5 do 35%), nebo se musí použít svítidla s vyšším světelným výkonem na vyšších stožárech. V obou případech to znamená navýšení spotřeby elektrické energie, vyšší náklady na údržbu, více spotřebovaného materiálu (buď svítidel, stožárů, betonových základů atd. nebo alespoň vyšších stožárů). Také výroba svítidel s plochým sklem je technologicky a materiálově náročnější. Tato svítidla jsou tedy dražší než svítidla s plastovým krytem. Důsledkem je další navýšení investičních nákladů.

Rozsáhlejší soustava znamená i vyšší spotřebu materiálu na její údržbu – např. více barvy na větší počet či plochu stožárů, vyšší náklady na dopravu vyššího množství materiálu. Vše lze označit za ekologickou zátěž.

Je třeba zvážit, zda případná nižší světelná zátěž nočního prostředí (nutno doložit kvalifikovaným výpočtem odborníka vzdělaného v oboru světelné techniky). Je ospravedlněna téměř jistě vyšší environmentální zátěží vyvolané vyšší spotřebou a nadvýrobou, a také vynaloženým vícenákladům na realizaci a provoz osvětlení.

Ekologické aspekty nějakého projektu je nutné posuzovat ze všech hledisek, nikoli jen z jednoho – množství vyprodukovaného nadbytečného světla.

### Podíl CO<sub>2</sub>

V předešlém textu bylo řečeno, že je nutné osvětlovací soustavy posuzovat z ekologického hlediska i podle jiných kritérií než jen množství světla emitovaného do nežádoucích míst. Jedním z kritérií je produkce CO<sub>2</sub> posuzovaným zařízením. Ponechme stranou polemiku, zda omezování produkce tohoto plynu je žádoucí či naopak nežádoucí. To proto, že množství produkovaného oxidu uhličitého ukazuje i na produkci dalších emisí, které jsou již škodlivé mimo jakoukoli pochybnost. Čím méně se ho vyprodukuje, tím méně se vyprodukuje i dalších látek, které již bezesporu škodlivé jsou – karcinogeny vznikající při spalování energetických zdrojů v elektrárnách nebo např. v dopravě. Lze tedy z jeho množství usuzovat na míru nepříznivých dopadů osvětlovacích soustav na životní prostředí.

Při výrobě jedné tuny oceli se vyprodukuje 1,7 tuny CO<sub>2</sub> (podle Mezinárodního institutu železa a oceli IISI - International Iron and Steel Institute). Obtížnější je zjistit kolik kg CO<sub>2</sub> se vyprodukuje při výrobě elektrické energie. Byla zvolena hodnota, která je podle údajů ČHMÚ a je používána v kalkulačkách „uhlíkové stopy“ [17] – je to 0,571 kg CO<sub>2</sub>/kWh.

Jak lze porovnat dvě soustavy je na praktickém případě (reálný návrh osvětlovací soustavy veřejného osvětlení) v následující tabulce 7.7.

**Tabulka 7.7 Emise CO<sub>2</sub>**

Emise CO <sub>2</sub>	Soustava 1	Soustava 2
Počet [ks]	26	28
Váha sloupu [kg]	50	50
Váha celkem [kg]	1 300	1 400
Emise CO <sub>2</sub> [t] (1,7 kg CO <sub>2</sub> /kg oceli)	2,21	2,38
Příkon svítidel (83W/ks) [kWh]	2,16	2,32
doba provozu [hod./rok]	4 100	4 100
Roční spotřeba [kWh/rok]	8 848	9 528
Emise CO <sub>2</sub> (0,571 kg/kWh) [t]	5,27	5,44
Celkem emise CO <sub>2</sub> roční průměr za 10 let [t]	5,49	5,68

V porovnání je soustava S1 s klasickými svítidly a S2 s „plně cloněnými“. Jde o soustavy, které byly počítány pro reálnou situaci. Svítidla s plochým sklem jsou i z pohledu produkce CO<sub>2</sub> nešetrná. V tomto případě bylo navýšení „cloněných“ svítidel v poměru 28/26, tj. o cca 8%. To je na spodní mezi obvyklého rozptylu. Nutné navýšení může dosáhnout i více než

třetinu. Pak by byla soustava s „ekologickými“ svítidly o tutéž třetinu méně přívětivá k životnímu prostředí.

Bylo by možné vyčíslit nárůst produkce kysličníku uhelnatého i v korunách. Pro rok 2008 byla stanovena cena emisní povolenky 459,71 Kč [11]. To je cena za jednu tunu CO<sub>2</sub>. Pak by upravená tabulka 7.7 vypadala takto:

**Tabulka 7.8 Cena emisí CO<sub>2</sub> a cena el. energie**

Emise CO <sub>2</sub>	Soustava 1	Soustava 2
Emise CO <sub>2</sub> při výstavbě v Kč	1016	1094
Emise CO <sub>2</sub> při provozu v Kč – roční průměr	2 524	2 605
Cena za el. energii (2,80 Kč/kWh)	24 774	26 678
Celkem průměr za rok (Kč)	27 298	29 283

Pro tuto soustavu bylo vypočteno také množství světelného toku vyzářeného na oblohu. Jedno svítidlo S1 produkuje v konkrétním prostředí (ul. B. Němcové, Rokycany) 1,170 klm k obloze; svítidlo S2 1,08 klm (odražené světlo). Celkem by tedy od soustavy S1 bylo k obloze emitováno  $26 \times 1,17 = 30,42$  klm a od soustavy S2  $28 \times 1,08 = 30,24$  klm.

Soustava S2 je z hlediska rušivého světla k obloze šetrnější. Je to však o pouhých 0,18 klm, tedy asi 0,6% celkového světelného toku. To je prakticky neměřitelná hodnota. Přesto se za ni zaplatí nárůstem 7,3% v energiích, provozních nákladech. A zátěž životního prostředí rovněž vzroste o 3,5% produkce CO<sub>2</sub>. Ale nejenom oxidu uhličitého, ale i opravdového znečištění životního prostředí zplodinami vznikajícími při výrobě i údržbě a provozu osvětlovacích soustav.

Je zcela jasné, že realizovat soustavu S2 je z hlediska ochrany životního prostředí nežádoucí a pro její zřízení musí být další značně závažné důvody.

### *Světlo a bezpečnost*

Význam osvětlení z hlediska bezpečnosti je velmi často podceňován a zlehčován. Například existuje názor, že noční osvětlení prodejen je zbytečné („...to je tam jen proto, aby si zloděj mohl dobře vybrat. Naopak kdyby se zhaslo, lupič se prozradí světlem baterky...“). Zvláštní je, že noční osvětlení provozují i drobní prodavači. Patrně mají jinou zkušenost. Bude to asi tím, že chodci nejsou vybaveni optikou pro noční vidění, kdežto zlodějům by se investice do ní zaplatila po první úspěšné akci.

Význam osvětlení pro bezpečnost dopravy se nejprůkazněji projevil ve dvou historických obdobích. Tím prvním byla druhá světlová válka, druhým energetická krize v 70. letech dvacátého století.

Válečný stav - V září 1939 se Velké Británii rozhodlo, že bude vypnuto veřejné osvětlení. Za čtyři následující měsíce zahynulo na vozovkách děsivých 4 133 lidí. Ve srovnání se stejným obdobím předcházejícího roku to bylo o 1 636 lidí více, tedy nárůst o dvě třetiny! Je zřejmé, že během roku se hustota dopravy významně nezměnila, spíše vlivem válečných událostí klesla, takže změnu v počtu zabitých lze jednoznačně přisoudit změnám v osvětlení. V únoru 1940 svítidla opět svítily, byť omezeně. Ohrožení života bombardováním bylo nižší než jeho ohrožení při pohybu po neosvětlených ulicích.

Energetická krize - Druhé, podobně výmluvné období bylo období energetické krize v 70. letech minulého století. Ta přišla do kapitalistické Evropy na přelomu let 1973 a 1974 (do socialistického Československa až v zimě 1979). Tehdy se zavedlo (na Západě, později i na Východě) „úsporné“ opatření, spočívající ve snížení příkonu veřejného osvětlení na polovinu. Je zřejmé, že v té době to znamenalo svícení „ob stožár“. Následoval skokový nárůst kriminality.

Policie v Lancashire vyhodnotila tento nárůst porovnáním se stejným obdobím předcházejícího roku a došla až k neuvěřitelným závěrům – celkově zločinnost vzrostla o 55%! Krádeže v obchodech, stáncích a shodně i bytech vzrostly o 65%; bylo vykradeno o 13% víc automobilů, nočních chodců bylo přepadeno o 25% více. V Londýně v té době vzrostl počet úrazů o 900, smrtelných úrazů o 65. Obecně o úrazech na městských komunikacích hovoří zpráva britského ministerstva životního prostředí. V noci vzrostla nehodovost s následkem těžkých a smrtelných úrazů o 12%, v denním období naopak o 6 % klesla. Noční nárůst byl způsoben degradací veřejného osvětlení.

Nelze omezovat osvětlení bez nežádoucích následků. Tyto následky lze jen obtížně vyčísřit. Je však zcela zjevné, že omezovat osvětlení či zhoršovat jeho kvalitu, což záměna „klasických“ svítidel svítidly „plně cloněnými“ bez dalších úprav soustavy obvykle je, znamená ohrožení zdraví, života i majetku. Tedy další „náklady“ (až nevyčísitelné) za nejisté přínosy omezení rušivých účinků světla.

#### *Pravidla racionálního přístupu k minimalizaci rušivého světla*

Pravidlo první – Tam, kde jsou svítidla použita jednotlivě nebo několika kusech, kde je jednoznačně dána jejich pozice, je možné nepříznivé vlivy osvětlení omezit použitím vodorovně nainstalovaných svítidel uzavřených plochým sklem.

To je tedy například v případě vjezdů do objektů, přechodů pro chodce, zastávek autobusů nebo tramvají, v případě malých osvětlovaných ploch apod. Kupříkladu přechod pro chodce osvětlují obvykle (při běžných šířkách komunikací) dvě svítidla. Každé z jednoho směru. Více cloněné svítidlo zvládne úlohu nasvětlit svislou rovinu (chodce) prakticky stejně dobře, jako svítidlo necloněné. Ba co víc, osamocené cloněné svítidlo bude velmi pravděpodobně méně oslňovat řidiče, takže ve výsledku budou zrakové podmínky lepší. Podobné to je i v jiných případech.

Pravidlo druhé – Regulace osvětlení – Tím je míněna regulace stupňovitá nebo plynulá. V žádném případě nelze regulovat příkon osvětlovací soustavy tak, že se bude vypínat „ob stožár“ – při takovém osvětlení se podstatně zhorší vizuální podmínky – zrak se musí neustále adaptovat na výrazné změny jasu (prakticky světlo/tma) – důsledkem může být dopravní nehoda. Pokud bude soustava provozována po polovinu noci s polovičním světelným výkonem, tak se sníží zatížení nočního prostředí o čtvrtinu. To je významně víc než třeba záměnou „klasických“ za svítidla s plochým sklem).

Pravidlo třetí – Omezit vyzařování svítidel do nežádoucích směrů – To znamená buď taková svítidla nahradit vhodnějšími, nebo je dodatečně zaclonit. Zde nejsou míněna běžná svítidla pro osvětlování komunikací (s vypouklým difuzorem), protože do horního poloprostoru emitují relativně malé množství světla. Typickým představitelem míněných jsou svítidla s kulovým difuzorem. Pokud se však taková svítidla nenachází v citlivé lokalitě (přírodní rezervace nebo astronomická observatoř) tak je žádoucí posoudit i estetické působení takových svítidel a nepodcenit jejich význam pro prosvětlení okolí, například zjasnění a zviditelnění fasád historických domů. V některých materiálech se lze dočíst, že jsou přípustná svítidla, která vyzáří do horního poloprostoru světelný tok až 2250 lumen... podmínkou je aby taková svítidla byla umístěna tak, že v prostoru o poloměru dvou metrů je pouze jedno svítidlo. Jen připomínka – clonění svítidel lze provést pouze homologovanými clonami. Svépomoc je vyloučena – aby bylo možné svítidlo používat, pak podle zákona [12] musí být na ně vystaveno prohlášení o shodě. Pokud se však svépomocně upraví (plechovou clonou, polepením nebo zabarvením difuzoru nebo dokonce jeho odstraněním), pak se stává jiným svítidlem, na které se ono prohlášení o shodě již nevztahuje. Navíc jakékoliv clonění svítidla odporuje Nařízení [6], pokud se tím sníží účinnost svítidla. K tomu nutně při použití clon dojde. Asi by bylo moudřejší v onom nařízení hovořit o velikosti činitele využití, tedy o

poměru využitého světla – svítícího tam kam je žádoucí – k celkovému světelnému toku. Odclonit nežádoucí světlo je totiž v některých případech potřebné - přitom se sníží účinnost svítidla, ale naopak – je možné, že se zvýší činitel využití. Například při běžné svítidlo ve tvaru koule (Obr. 7.8) má obvykle účinnost kolem 80 % a polovina světelného toku směřuje k zemi. Když se vybaví vnitřním refraktorem a pokoveným vrchlíkem, tak se přesměruje prakticky všechno světlo k zemi. Účinnost však klesne na cca 45 %. Přesto činitel využití velmi pravděpodobně mírně vzroste.



**Obr 7.8** Svítidlo s kulovým difuzorem (Siteco Globe), vpravo s přidavnou clonou a refraktorem

Připomeňme Nařízení [6]. Podle něho by popsaná úprava nebyla přípustná, protože klesne účinnost svítidla. Ve skutečnosti tato úprava zvýší činitel využití, tedy míru užitečnosti svítidla. Když se pominou estetické důvody, které v některých případech ospravedlňují emisi světla do horního poloprostoru (mohou osvětlovat průčelí významných budov), pak je takové zaclonění prospěšné. Doklad o chybné formulaci použité v [6].

Pravidlo čtvrté – Rekonstrukce osvětlení – Je třeba porovnat míru rušivých účinků jednotlivých typů svítidel, protože mohou nastat případy, kdy množství světla vyzářeného k obloze je vyšší u extrémně cloněných svítidel než u svítidel s obvyklými vypouklými difuzory. Porovnávané soustavy musí samozřejmě zajišťovat splnění všech kvalitativních i kvantitativních ukazatelů pro daný účel (osvětlení komunikace, pěší zóny, pracovní plochy...). Obě soustavy musí být tvořeny svítidly stejné kvalitativní (cenové) třídy; nejlépe od téhož výrobce a téže typové řady. Porovnání soustav ukáže jaké řešení je nejšetrnější. Nejšetrnější ekologicky. Ekologicky šetrná soustava však nemusí být šetrná ke kapse investora ani provozovatele. Pak je na místě rozhodnout, zda případný ekologický přínos vyváží tyto vyšší náklady. Jsou místa, kde nelze nadřazovat ekonomická hlediska hlediskům ekologickým. Patrně tak tomu bude v blízkosti přírodních rezervací nebo významných astronomických observatoří. Opět nezbyvá než zopakovat: Jakékoliv úpravy je možné provést pouze za spolupráce s kvalifikovaným světelným technikem.

Pravidlo páté – Směrování světlometů k zemi – při osvětlování památek, architektury, sportovišť, při reklamním či informativním osvětlení preferovat směrování světlometů k zemi. To samozřejmě není vždy možné. A ani to není tak kritické kritérium – pokud se nejedná o plochy se zrcadlovým odrazem světla. Většina osvětlovaných ploch (např. omítky budov) odráží světlo převážně rozptýlně bez ohledu na směr přicházejícího světla. To znamená, že množství světla emitovaného nežádoucími směry je prakticky stejné při „horní“ i „dolní“ poloze světlometu. Při svícení směrem vzhůru však vzrůstá riziko, že bude světlo vyzářeno

přímo na oblohu. To lze omezit pečlivou volbou svítidla, jeho přesným směřováním a případně doplněním vhodnými clonami.

Pravidlo šesté – Nelze provádět záměnu svítidel s vydutými mísy za svítidla s plochým sklem:

postupnou záměnnou – to znamená vyměnit jedno svítidlo v řadě.

Vyměnit celou řadu (soustavu) bez odborného posouzení.

Ad a) To je jeden z laických návodů jak s minimálními náklady vyměnit svítidla – vyměnit je v okamžiku kdy jsou nepoužitelná. V některých případech to nemusí způsobit žádné problémy. Ovšem pravděpodobnější je to, že nebudou splněny kvantitativní nebo kvalitativní požadavky na osvětlení dané komunikace. Soustava nezajistí dobré vidění a nekvalitní osvětlení může být v důsledku příčinou ztráty na zdraví, životě nebo majetku. V [10] je uveden příklad takové záměny. V něm bylo ukázáno, že tento způsob realizace „ekologického“ osvětlení v důsledku dokonce životní prostředí poškodí.

Ad b) Platí v podstatě totéž, co bylo řečeno v ad a). Jen nebezpečí, že výsledná soustava nebude splňovat svůj účel a tedy ohrožovat účastníky provozu, je ještě významně větší.

Pravidlo sedmé – Nelze odstranit vyduté mísy ze svítidel bez náhrady nebo provést jejich náhradu plochými skly vyrobenými svépomocí. Obojí je zásah do konstrukce svítidla, který naruší jeho funkci. Změní se optické vlastnosti s důsledky stejnými, jako bylo uvedeno v prvním bodě. Svítidlo ztratí své krytí a snadněji a rychleji podlehe vlivům okolního prostředí. Pokud se použije ploché sklo, pak se změní teplotní poměry ve svítidle, a tím je ohrožena jeho funkce i bezpečnost okolí. Ovšem zásadní je to, že podle [12] je možné provozovat pouze takové výrobky, pro které je vystaveno prohlášení o shodě. Svítidla k takovým výrobkům patří. Odstraněním krytu, nebo jeho náhradou jiným, nehomologovaným, ztrácí svítidlo prohlášení o shodě a je tedy nepoužitelné. Konečně – taková úprava opět nemusí ve svém důsledku prospět životnímu prostředí.

Pravidlo osmé – Nelze opatřit svítidla svépomocně vyrobenými clonami nebo nátěry omezujícími vyzařování světla. Například pro zamezení dopadu světla do přilehlých oken nebo vymezení osvětlované plochy podle pravidla „svítit jen tam, kde je třeba“. Takové úpravy lze provázet pouze pomocí prvků pro dané svítidlo homologovaných. Důvody jsou uvedeny v předešlém bodě. Z pohledu trestního práva se jedná o poškozování cizí věci (§ 257 trestního zákoníku) a při škodě nikoli malé (nad 5000 Kč, což je často cena jediného svítidla) hrozí trest odnětí svobody až na jeden rok. Přitěžující okolnosti mohou tuto sazbu zvýšit až na osm let.

Pravidlo deváté – Nelze vypínat polovinu svítidel – tzv. „svícení ob stožár“. Dojde k střídání osvětlených a tmavých míst, oko se musí neustále adaptovat na změnu jasu v zorném poli. Důsledkem je značné zhoršení vnímání s významně zvýšeným rizikem vzniku nehody. Takové svícení je v důsledku také příčinou zvýšení kriminality. Než takové svícení, tak je bezpečnější osvětlení zcela vypnout.

Pravidlo desáté – Nelze provozovat osvětlení pouze na kritických místech. To znamená, že se v celé obci vypne osvětlení a v provozu zůstávají pouze svítidla na křižovatkách nebo přechodech. Důsledky jsou ještě horší než v předešlém případě.

### *Možnosti energetických úspor*

Sklobit ekologické požadavky na omezení množství nežádoucího světla s energetickými úsporami je téměř vždy v naprostém protikladu.

Při malém snížení světelné zátěže nočního prostředí (někdy i žádném nebo dokonce jeho navýšením), téměř nutně vzroste příkon osvětlovací soustavy. Ke snížení může dojít jen při rekonstrukci špatně navrženého (předimenzovaného) osvětlení.



K úsporám může dojít jedině tak, že se budou velice pečlivě hodnotit návrhy na omezení míry rušivého světla. Není třeba podotýkat, že takové návrhy může posuzovat pouze osoba s dostatečnou kvalifikací v oboru osvětlování.

Správný postup návrhu osvětlovací soustavy je takový, že se navrhne soustava s velikostí ULR podle dané třídy zóny a vyhodnotí množství světla vyzářené do nežádoucích míst. Poté se navrhne soustava s „klasickými“ svítidly, která vyzařují ULR o velikosti nejvýše 1%, a opět se stanoví míra rušivých účinků. Soustava, která bude mít tyto účinky nižší je ohleduplnější k nočnímu prostředí. Je možné posoudit i soustavu s ULR = 0 %, ovšem to lze za rozumné považovat pouze ve třídě E1.

Soustavy podle předešlého odstavce je však nutné vyhodnotit i z dalších ekologických hledisek, tedy především z hlediska produkce látek znečišťujících ovzduší (prostřednictvím velikosti produkce kysličníku uhličitého). To je pak kritériem celkové šetrnosti soustavy k životnímu prostředí.

Jen taková soustava, která bude všeobecně ohleduplná k životním podmínkám na Zemi je ospravedlnitelná. A samozřejmě, v neposlední řadě, je nutné přihlídnout i k ceně soustavy. Pořizovací i provozní.

Provozovat soustavu, která je neekonomická lze jen v případě jiných závažných důvodů. Takovým důvodem je například vzdálenost do jednoho kilometru od významných astronomických objektů (v ČR jedině Ondřejovská a klet'ská observatoř) nebo velice vzácných lokalit národních parků s faunou či florou prokazatelně citlivou na světlo v noční době.

### *Závěrem*

Třídy environmentálních zón umožňují zavést odstupňované požadavky na omezení míry rušivého světla.

Ukazuje se, že však ne všechna kritéria jsou správná. V některých případech (omezení velikosti světelného toku do horního poloprostoru) mohou dokonce vést k vyšší zátěži nočního prostředí nežádoucími účinky světla. Z tohoto pohledu je rozumné doporučení [6].

Při posuzování působení nějakého zdroje světla je třeba uvažovat s velikostí zóny té které třídy. Je vyloučeno, aby byla na objekt náležející do vyšší třídy použita pravidla pro tuto třídu v případě, že je objekt v sousedství zdroje světla z nižší třídy.

Osvětlovací soustavy by se začaly posuzovat pouze podle jejich světelných účinků, ale musí se posuzovat ze všeobecného pohledu. Snížení jasu oblohy je sice žádoucí, ale je nutné posoudit cenu zvýšené produkce znečištění životního prostředí v důsledku vyšší materiálové a energetické náročnosti. Rovněž nelze opominout pozitivní vliv osvětlení na bezpečnost dopravy a snížení kriminality.

Omezit nepříznivé účinky osvětlovacích soustav je možné. Obtížněji, spíše to je obecně nemožné, tak lze učinit při snížení energetické náročnosti. Nejjistějším způsobem je profesionální přístup k problému. Osvětlovací soustavy může navrhovat jedině kvalifikovaný odborník vzdělaný v oboru osvětlování. Kdokoli jiný, byť se za odborníka vydává, k takové činnosti nemá potřebné vědomosti a znalosti.

## Literatura

- [1] CIE 150/1995 - Návod k omezování vlivů rušivého světla pocházejícího z venkovních osvětlovacích soustav, CIE 1995
- [2] CIE 126/1997 Guidelines for minimizing sky glow, CIE 1997
- [3] Zákon č. 472/2005 Sb. Úplné znění zákona č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů - 2005
- [4] Hollan, J., Návrh prováděcího předpisu dle § 55 zákona 86/2002 Sb. čtvrtá verze, listopad 2002, [http://svetlo.astro.cz/zakon/v4\\_zo\\_s.html](http://svetlo.astro.cz/zakon/v4_zo_s.html)
- [5] ČSN EN 12464-2 Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 2: Venkovní pracovní prostory
- [6] Nařízení Komise (ES) č. 245/2009 ze dne 18. března 2009, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2005/32/ES, pokud jde o požadavky na ekodesign zářivek bez integrovaného předřadníku, vysoce intenzivních výbojek a předřadníků a svítidel, jež mohou sloužit k provozu těchto zářivek a výbojek, a kterým se zrušuje směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/55/ES
- [7] 539/2007 Vyhláška Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky zo 16. augusta 2007 o podrobnostiach o limitných hodnotách optického žiarenia a požiadavkách na objektivizáciu optického žiarenia v životnom prostredí
- [8] Vládní nařízení 4162. Nařízení o mezních hodnotách světelného znečištění životní prostředí - Úřední list Slovinské republiky č. 81/XVII, Lublaň 2007, ISSN 1318-0576
- [9] ČSN EN 13201-2 Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Výkonnostní požadavky
- [10] Vespalcová, R., Hlavní důvody proč skončí prodej klasických žárovek <http://www.usporim.cz/hlavni-duvody-proc-konci-prodej-zarovek-188.html>
- [11] Něměček, B., Průměrná cena emisní povolenky, [http://www.ote-cr.cz/povolenky/files/novinky/prumerna\\_cena\\_EUA\\_2008.pdf](http://www.ote-cr.cz/povolenky/files/novinky/prumerna_cena_EUA_2008.pdf)
- [12] Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky, ve znění pozdějších předpisů
- [13] Maixner, T., Rušivé světlo – část pátá – Cesty ekologie aneb patero jak na to, Světlo 2/2007
- [14] ČSN EN 12193 Světlo a osvětlení – Osvětlení sportovišť
- [15] Maixner, T.: Rušivé světlo Část 2. – „Ekologická“ svítidla. Světlo, 6/2005
- [16] Maixner, T., Svítidla s plochým sklem? – <http://www.dql.cz/texty/skla.htm>
- [17] Calla – uhlíková kalkulačka - <http://www.calla.cz/>

## 8. NÁVRH SYSTÉMU VÝKONNOSTNÍCH PARAMETRŮ

### 8.1 STANOVENÍ A ZAVEDENÍ KPI (KLÍČOVÉ VÝKONNOSTNÍ UKAZATELE) PRO SLEDOVANÉ PRVKY

#### 8.1.1 TEORIE ZE ZAHRANIČNÍCH ZDROJŮ

V této části jsou uvedeny metody výpočtů nákladů, tak jak se používají ve vybraných státech (Nizozemsko, Finsko, USA, Turecko). V těchto pěti metodách vidíme, jak velká je variabilita možných výpočtů nákladů a co vše lze do nich zahrnout.

Seznam ve vzorcích použitých zkratk:

pn	počet stožárů
pp	jednotková cena stožáru (zahrnuje cenu instalace - €/kus)
cn	počet konzolí
cp	cena konzole (zahrnuje cenu montáže - €/kus)
n	počet svítidel
lpr	jednotková cena svítidla (zahrnuje cenu montáže - €/kus)
ln	počet zdrojů
lapr	jednotková cena zdroje (€/kus)
lampr	jednotková cena montáže zdroje (€/kus)
cl	délka kabelu
clp	cena kabelu / metr (zahrnuje cenu montáže - €/metr)
Pi	výkon svítidla (kW)
He	cena za 1 kWh elektrické energie (€)
bh	denní doba provozu
AF	anuitní faktor = $[(p/100) \cdot (1 + (p/100)t)] / [(1 + (p/100)t) - 1]$
mcl	náklady na údržbu svítidla (€/ks)
t	doba amortizace-umoření (rok)
p	úroková sazba (%)
rp	perioda výměny zdroje (rok)

#### *Bommel formula*

Podle vzorce zavedeného WJM van Bommelem se celkové roční náklady na kilometr (TAC) skládají z odpisů počátečních investičních nákladů (INC) na kilometr (AM), nákladů na energii (EN) a nákladů na údržbu (MC).

$$INC = pn \cdot pp + cn \cdot cp + n \cdot lpr + ln \cdot (lapr + lampr) + cl \cdot clp$$

$$AM = AF \cdot (INC - ln \cdot (lapr + lampr))$$

$$EN = n \cdot Pi \cdot He \cdot 10^{-3} \cdot 365 \cdot bh$$

$$MC = [(bh \cdot 365 / rp) \cdot (lapr + Hl) + (q/100) \cdot (lapr + Hly)] \cdot ln + pm$$

V těchto vzorcích jsou některé parametry, které nejsou běžné v ostatních vzorcích, a to:

H<sub>l</sub> náklady na skupinovou výměnu zdrojů (včetně čištění svítidla) (€/kus)

q procentní podíl vyměněných zdrojů

H<sub>ly</sub> náklady na výměnu zdroje (€/kus)

pm náklady na údržbu stožáru na km (€)

Celkové roční náklady jsou potom součtem těchto tří nákladů:

$$TAC = AM + EN + MC$$

### *Philips formula*

Vzorec vyvinutý firmou Philips umožňuje vypočítat počáteční investice (INC) a celkové roční náklady (TAC) na km pro konkrétní svítidlo nebo kombinaci svítidel. Počáteční investice (INC) na km jsou dány náklady na svítidla a zdroje + náklady na instalaci (stožáry, kabely).

$$INC = n \cdot lpr + ln \cdot lapr + pn \cdot pp + cn \cdot cp + cl \cdot clp$$

Celkové roční náklady na kilometr (TAC) jsou součtem amortizací počátečních investičních nákladů (AM) pro daný typ svítidla, nákladů na energii (EN), nákladů na údržbu (MC) včetně nákladů na náhradní zdroje.

$$AM = AF \cdot [n \cdot lpr + pn \cdot pp + cl \cdot clp]$$

$$EN = n \cdot Pi \cdot He \cdot 10^{-3} \cdot 365 \cdot bh$$

$$MC = (ln \cdot lmal) / rp + (n \cdot mcl) / rp$$

$$TAC = AM + EN + MC$$

### *Finnish formula*

Finský vzorec je založen na nákladech životního cyklu, z nichž se dělá ekonomická analýza instalace veřejného osvětlení. Tento vzorec vypočítá jednotkové náklady na rozteč mezi stožáry. Počáteční investice (INC) na stožár se potom vypočítá takto:

$$INC = (pn \cdot pp \cdot k1 + n \cdot (lpr + lapr) + S \cdot Hsv \cdot k2) / S$$

S rozteč stožárů (m)

H<sub>sv</sub> cena hlavního přívodu elektrické energie (€ / silniční metr)

k<sub>1</sub> faktor umístění stožáru

k<sub>2</sub> faktor umístění hlavního přívodu elektrické energie

Náklady na údržbu (MC) se skládají ze součtu nákladů na spotřebu energie, nákladů na výměnu zdroje a nákladů na údržbu stožáru:

$$MC = [n \cdot Pi \cdot He \cdot 10^{-3} \cdot 365 \cdot bh + (ln \cdot H1 \cdot k3) / lf + q \cdot ln \cdot Hly \cdot k3] + pn \cdot pm \cdot k4 / S$$

lf doba života zdroje

k<sub>3</sub> faktor umístění

k<sub>4</sub> faktor skupinové údržby

Náklady životního cyklu systému osvětlení silnic, lze vypočítat dle finských vzorců dvěma způsoby. První z nich je metoda „současné hodnoty“ a druhá je „průměrné roční náklady“. Současná hodnota nákladů životního cyklu (PV) je dána jako součet počáteční investice (INC), údržba (MC) a zbytková hodnota (J) ve zkoumaném období. Následný výpočet metodou současné hodnoty.

$$PV = INC + AF \cdot MC + J / (1 + p)_t$$

Průměrné roční náklady (AV) systému silničního osvětlení lze vypočítat takto:

$$AV(t/2) = AF \cdot INC + \beta t \cdot MC$$

Zde  $\beta t$  definuje faktor růstu nákladů na provoz a údržbu.

#### *USA formula*

V roce 2000 Floridské oddělení dopravy ve spolupráci s University of Florida a Transportation Research Center vyvinuli postup pro analýzu a formátování systémů pro silniční osvětlení. Tento postup je založen na poměru mezi výnosy a náklady na projekty osvětlení. Dle těchto poměrů jsou stanoveny vzorce pro celkové roční náklady (TAC) pro systém osvětlení silnic dány jako součet umořování původní investice (AM), nákladů na energii (EN) a nákladů na údržbu (MC).

$$AM = AF \cdot [n \cdot lpr + ln \cdot (lapr + lampr) + pn \cdot pp + cn \cdot cp + cl \cdot clp]$$

$$AF = [(IR/100) \cdot (1 + (IR/100)n)] / [(1 + (IR/100)n) - 1]$$

$$EN = n \cdot Pi \cdot He \cdot 10^{-3} \cdot 365 \cdot bh$$

$$MC = ln \cdot mcl$$

$$TAC = AM + EN + MC$$

#### *TEDAS formula*

Dle metod ekonomické analýzy byl vyvinut vzorec pro osvětlení silnic TEDAS, kde celkové náklady na systém osvětlení silnic jsou součtem počátečních investičních nákladů (INC), nákladů na energii (EN) a nákladů na údržbu (MC).

$$INC = pn \cdot pp + cn \cdot cp + n \cdot lpr + ln \cdot (lapr + lampr) + cl \cdot clp$$

$$EN = n \cdot Pi \cdot He \cdot 10^{-3} \cdot 365 \cdot bh$$

$$MC = ln \cdot (lapr + lampr) + ln \cdot mcl$$

Náklady na výměnu zdrojů a čištění se počítají s přihlédnutím na počet svítidel udržovaných za hodinu, denní pracovní dobu, denní mzdu dělníků a aktuální ceny paliva použitého ve vozidle.

$$TAC = INC + EN + MC$$

TEDAS vzorec bere v úvahu časovou hodnotu peněz na konci období amortizace a vypočítává budoucí hodnotu celkových nákladů. Takže podle tohoto vzorce, budoucí hodnota nákladů (FC) se vypočítá:

$$FC = TAC_0 \cdot (1 + p/100)^t$$

Na začátku prvního roku, jsou pouze náklady na instalaci, každý rok potom přibudou náklady na energii, čištění a výměnu zdrojů. Doba výměny zdrojů a čištění se předpokládá různá.

Technické a ekonomické ukazatele

## **8.2 NÁVRH STANOVENÍ SLEDOVANÝCH UKAZATELŮ (KPI)**

## 8.2.1 ZPŮSOBY SESTAV A VÝPOČTŮ

V následujícím příkladu výpočtu počátečních investic a nákladů na údržbu budeme vycházet z finnisk formula, která je nejbližší aplikovatelnosti na soustavu VO města Ostrava, a to pro její dostatečnou variabilitu pro různé osvětlovací soustavy.

Příklad výpočtu očekávaných investičních nákladů pro přesně specifikovanou lokalitu a již předběžně navrženou osvětlovací soustavu:

Počáteční investice (INC)

INC	pn	pp	k <sub>1</sub>	n	Lpr	lapr	S	Hsv	k <sub>2</sub>
Kč/SM	k <sub>s</sub>	Kč	-	k <sub>s</sub>	Kč	Kč	m	Kč	-
51 005	50	27 500	1,3	65	4 800	250	42	450	1,4

pn	počet stožárů
pp	jednotková cena stožáru (zahrnuje cenu instalace - Kč/kus)
k <sub>1</sub>	faktor umístění stožáru (náročnost def. terénních úprav v místě)
n	počet svítidel
lpr	jednotková cena svítidla (zahrnuje cenu montáže - Kč/kus)
lapr	jednotková cena zdroje (Kč/kus)
S	rozteč stožárů (m)
H <sub>sv</sub>	cena hlavního přívodu elektrické energie (Kč /silniční metr)
k <sub>2</sub>	faktor umístění hlavního přívodu elektrické energie (dtto jako u k <sub>1</sub> )

$$INC = \frac{pn \cdot pp \cdot k_1 + n \cdot (lpr + lapr) + S \cdot H_{sv} \cdot k_2}{S} =$$

$$NC = \frac{50 \cdot 27500 \cdot 1,3 + 65 \cdot (4800 + 250) + 42 \cdot 450 \cdot 1,4}{42} = 51005 \text{ Kč / SM}$$

*(Výsledná hodnota odpovídá obecně používané hodnotě v současné době pro základní odhady v rámci investičních záměrů.)*

Náklady na údržbu (MC)

MC	n	Pi	He	bh	In	H1	k <sub>3</sub>	If	q	H <sub>ly</sub>	pn	pm	k <sub>4</sub>	S
Kč	ks	kW	Kč/kWh	hod	ks	Kč	-	hod.	%	kč	ks	Kč/km	-	m
64 035 053	38 800	0,125	2,08	4 250	39 000	200	0,5	16 000	10	250	27 000	25 000	0,7	31

n	počet svítidel
Pi	výkon svítidla (kW)
He	cena za 1 kWh elektrické energie (Kč)
bh	roční doba provozu
In	počet zdrojů
H <sub>1</sub>	náklady na skupinovou výměnu zdrojů (včetně čištění svítidla) (Kč / kus)
k <sub>3</sub>	faktor umístění
If	doba života zdroje
q	procentní podíl vyměněných zdrojů
H <sub>ly</sub>	náklady na výměnu zdroje (Kč / kus)
pn	počet stožárů (stožáry ve vlastnictví města)
pm	náklady na údržbu stožáru na km (Kč)
k <sub>4</sub>	faktor skupinové údržby
S	rozteč stožárů (m)

$$MC = \frac{[n \cdot Pi \cdot He \cdot 10^{-3} \cdot bh + \frac{(\ln \cdot H_1 \cdot k_3)}{If} + q \cdot \ln \cdot H_{ly} \cdot k_3] + pn \cdot pm \cdot k_4}{S} =$$

$$MC = \frac{[38800 \cdot 0,125 \cdot 2,08 \cdot 10^{-3} \cdot 4250 + \frac{(39000 \cdot 200 \cdot 0,5)}{16000} + 0,1 \cdot 39000 \cdot 250 \cdot 0,5] + 27000 \cdot 25000 \cdot 0,7}{31} =$$

$$MC =$$

*(výsledná hodnota tohoto vzorového výpočtu odpovídá skutečným nákladům běžné údržby a elektrické energie VO města Ostravy – tj. bez nákladů výkonu správy, prací na pasportu VO, revizí, bez nákladů na PÚ a účelové opravy)*

## 9. NÁVRH ÚPRAV LEGISLATIVY A NOREM

## 10. ZÁVĚREČNÁ DOPORUČENÍ

## 11 VZOROVÉ PŘÍKLADY REALIZOVANÝCH SOUSTAV

## 11.1 PŘÍKLADY OSVĚTLENÍ PARKOVIŠŤ A NEVEŘEJNÝCH POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ

Pro osvětlení parkovišť a neveřejných pozemních komunikací v uzavřených areálech se používají osvětlovací soustavy umístěné na stožárech nebo, pokud to uspořádání objektů uvnitř osvětlovaného areálu dovolí, lze použít osvětlovací soustavy upevněné na fasádách objektů (Obr. 11.1).



**Obr. 11.1** Osvětlení komunikačního prostoru před nakládací rampou světlomety na fasádě

Pro osvětlování venkovních parkovišť a neveřejných pozemních komunikací se používají jednak silniční svítidla (Obr. 11.2), určená pro osvětlování pozemních komunikací v příkonovém rozsahu od 50 W do 400 W, která se instalují na stožáry v rozsahu od 8 do 12 m a jednak světlomety (Obr. 11.3) o příkonech v rozsahu od 70 W až do 1 000 W, které se instalují na stožáry v rozsahu od 10 až do 30 m.





**Obr. 11.2** Osvětlení parkoviště u obchodního domu silničními svítidly na stožárech



**Obr. 11.3** Osvětlení parkoviště u obchodního domu světlomety na stožárech

Pokud se parkoviště nachází v centru města či obce, mohou být, s ohledem na okolní veřejné osvětlení a jeho charakter, použita svítidla pro osvětlení pěších komunikací (Obr. 11.4). U těchto svítidel se zpravidla zohledňuje výtvarné řešení. Montážní výška těchto svítidel se zpravidla pohybuje v rozsahu od 4 do 6 m a příkony v rozsahu od 35 W do 150 W.



**Obr. 11.4** Osvětlení parkoviště dekorativními svítidly

## **11.2 PŘÍKLAD ARCHITEKTONICKÉHO OSVĚTLENÍ, SLEZSKÁ RADNICE**

Slezská radnice je historizující, převážně novorenesanční budova. Budova představuje jednu z mála dobře dochovaných památek Ostravy z první poloviny 20. století (Obr.11.5)

### **11.2.1 SVĚTELNĚ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ**

Návrh nasvětlení vychází z architektonického charakteru, tvaru a siluety radniční budovy. Byla vyhodnocena barevnost, činitelé odrazu a struktura povrchů. Byly respektovány volně přístupné dálkové pohledy a průhledy na budovu. Radnice má osvětleno průčelí se zvýrazněním znaku městského obvodu nad vchodem, dále je osvětlena radniční věž, prosvětlena vnitřní část věže nad hodinami a osvětlena část budovy ze strany ulice, kde budova radnice navazuje na okolní zástavbu. Vzhledem k osvětlení okolí vysokotlakými sodíkovými výbojkami a barvě fasády budovy byly pro osvětlení fasády zvoleny světelné zdroje s neutrálně bílým světlem, halogenidové výbojky.



Obr. 11.5 Slezská radnice v Ostravě

### 11.2.2 SVÍTIDLA

Architekturní nasvětlení je tvořeno 8 ks světlometů, umístěných na konzolách na historizujících stožárech a 10 ks zemních svítidel, která jsou umístěna podél stěn budovy. Pro plošné osvětlení průčelí byly voleny širokouhlé světlometry s halogenidovými výbojkami 150 W s neutrálně bílou barvou světla. Pro osvětlení věže byly zvoleny dva úzkouhlé světlometry pro halogenidové výbojky v neutrálně bílém barevném tónu. Pro osvětlení levé části budovy ve směru pohledu na průčelí byl použit světlomet se zdrojem 70 W téže barvy světla a byl vybaven nastavitelnou clonou proti oslnění. Osvětlení stěny je nejintenzivnější u věže a pozvolna jeho intenzita klesá se vzdáleností od věže vzhledem k průjezdnému uzavření možných průhledů na boku budovy vzrostlou zelení a okolními domy. Clony zamezují oslnění řidičů a úniku světla do okolí. Pro zvýraznění znaku městského obvodu nad vchodem byl použit úzkouhlý světlomet se zdrojem 70 W. Pro osvětlení spodních částí průčelí, věže a boční stěny byla použita zemní svítidla s asymetrickou křivkou svítivosti se zdroji 70 W a neutrálně bílým barevným tónem. Svítidla jsou vybavena čirým ochranným sklem a jsou osazena hliníkovým rámečkem a ochrannou lamelovou mřížkou 45°. Svítidla jsou umístěna ve vzdálenosti 1 m od stěn budovy. Výjimku tvoří dvě svítidla na vrcholu schodiště podél hlavního vstupu, v ose pilastru. Prosvětlení vnitřního prostoru věže nad hodinami je řešeno svítidlem se zdrojem 70 W se skleněným reflektorem a s ochranným sklem. Barva světla je teple bílá.

### 11.2.3 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

Veřejné osvětlení v bezprostředním okolí radnice je tvořeno historizujícími stožáry a svítidly. Světlomety jsou umístěny na nových, vzhledově stejných stožárech. Umístění světlometů muselo být přizpůsobeno osvětlovací soustavě veřejného osvětlení, dva kusy stožárů jsou umístěny na původním místě – došlo pouze k výměně za zesílenou verzi, stávající výložníky a historizující svítidla byly převěšena, stožáry byla doplněny o konzoly pro světlomety. Jeden samostatný stožár byl umístěn za stávající kamennou zídkou, je stejného vzhledu jako okolní stožáry včetně okrasných nákrůžků a patice, na něm je upevněna konzola se světlomety (Obr.11.6)



**Obr. 11.6** Historizující stožár veřejného osvětlení osazený konzolí se světlomety

Zemní svítidla jsou osazena do země, do zámkové dlažby a dvě svítidla do žulových stupnic před hlavní vchod (Obr.11.7). Opracování žulových stupnic a vrtání otvorů prováděla odborná kamenická firma jádrovým vrtem

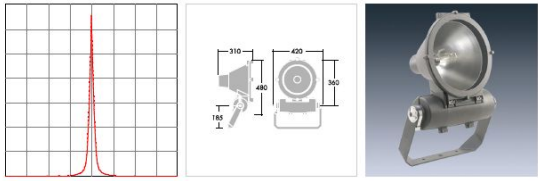



**Obr. 11.7** Umístění zemních svítidel

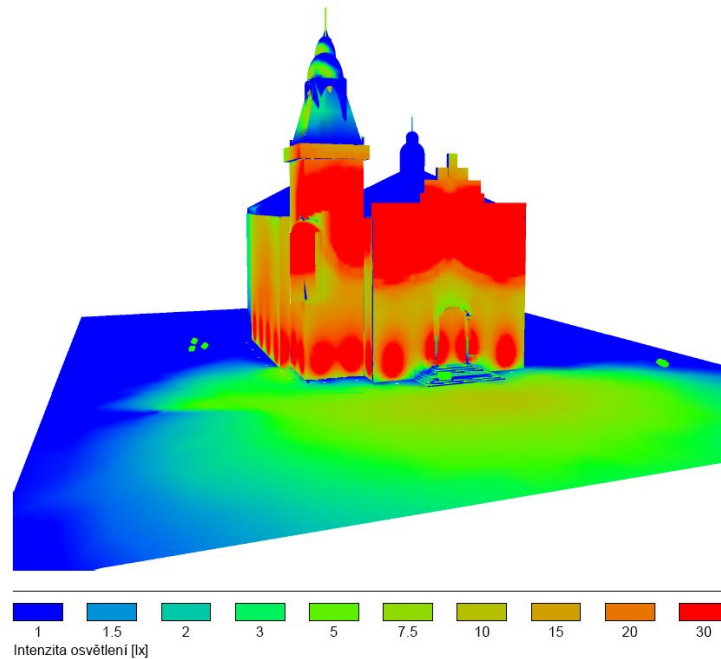
Architekturní osvětlení je napájeno ze stávajícího rozvodu veřejného osvětlení. Napojení bylo provedeno ve skříní rozváděče, který byl dovybaven tak, že bylo zajištěno nezávislé spínání i vypínání architektonického osvětlení budovy v době provozu veřejného osvětlení. Příkon nového osvětlení je  $P_i = 1,94 \text{ kW}$ .

## 11.2.4 SVĚTELNĚ TECHNICKÝ VÝPOČET

Do výpočetního programu byla namodelována budova radnice a umístění světlometů. Výsledky výpočtu jsou bez příspěvku okolního veřejného osvětlení.

1 Údaje o svítidlech		1 Údaje o svítidlech																																																									
1.3.1 Specifikace svítidla		1.1.1 Specifikace svítidla																																																									
<p>Světlořet s střední velikostí s vysokým výkonem, s ovládacím převodníkem a optikou v krytí IP65. Třída ochrany SC2.</p> <p>Těleso v provedení povrchová úprava šedou práškovou barvou hliník lity pod tlakem s krytem ploché sklo. Svítidlo je plně stavitelné na krátkém třmenu. Zaměřování je zjednodušeno díky ukazateli na třmenu.</p> <p>Reflektor : hliník - lesklý eloxovaný, ve spojení se světelnými zdroji typu HIT-CE 150 W poskytuje vysoký výkon a estetické řešení architektonického osvětlení nebo nasvícení ploch.</p> <p>Rozměry: 420 x 310 x 480 mm</p> <table border="0"> <tr> <td><b>Údaje o svítidle</b></td> <td></td> <td><b>Osazeno</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Účinnost svítidla</td> <td>: 52.2% (A70)</td> <td>Označení</td> <td>: HIT-CE</td> </tr> <tr> <td></td> <td>↓ 97.7% ↑ 2.3%</td> <td>Výkon</td> <td>: 150 W</td> </tr> <tr> <td>Předřadník</td> <td></td> <td>Barva</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Celkový příkon systému</td> <td>: 170 W</td> <td>Světelný tok</td> <td>: 14000 lm</td> </tr> <tr> <td>Délka</td> <td>: 420 mm</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Šířka</td> <td>: 310 mm</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Výška</td> <td>: 480 mm</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		<b>Údaje o svítidle</b>		<b>Osazeno</b>		Účinnost svítidla	: 52.2% (A70)	Označení	: HIT-CE		↓ 97.7% ↑ 2.3%	Výkon	: 150 W	Předřadník		Barva		Celkový příkon systému	: 170 W	Světelný tok	: 14000 lm	Délka	: 420 mm			Šířka	: 310 mm			Výška	: 480 mm			<p>Velký světlomet vestavěný do země určený pro dekorativní osvětlovací účinky, s vestavným pláštěm z polypropylénu a hliníkovým tělesem litym pod tlakem, matné sklo a kroužek v provedení černá hliník. Optika a předřadník v krytí IP67, třída ochrany SC1.</p> <p>Svítidlo se zapouští do země. Nosnost při 20 km/h: 3500 kg</p> <p>Svítidlo s reflektorem R20° v provedení hliník - lesklý eloxovaný. Reflektor se otáčí o 350° a lze jej sklopit pod úhlem +/- 15°.</p> <p>Je určeno pro světelné zdroje typu HIT 70 W.</p> <p>Rozměry: Ø300 x 390 mm Hmotnost: 10.8 kg</p> <table border="0"> <tr> <td><b>Údaje o svítidle</b></td> <td></td> <td><b>Osazeno</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Účinnost svítidla</td> <td>: 38.4% (A60)</td> <td>Označení</td> <td>: HIT</td> </tr> <tr> <td></td> <td>↓ 98.9% ↑ 1.1%</td> <td>Výkon</td> <td>: 70 W</td> </tr> <tr> <td>Předřadník</td> <td></td> <td>Barva</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Celkový příkon systému</td> <td>: 82 W</td> <td>Světelný tok</td> <td>: 6400 lm</td> </tr> <tr> <td>Průměr</td> <td>: 300 mm</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		<b>Údaje o svítidle</b>		<b>Osazeno</b>		Účinnost svítidla	: 38.4% (A60)	Označení	: HIT		↓ 98.9% ↑ 1.1%	Výkon	: 70 W	Předřadník		Barva		Celkový příkon systému	: 82 W	Světelný tok	: 6400 lm	Průměr	: 300 mm		
<b>Údaje o svítidle</b>		<b>Osazeno</b>																																																									
Účinnost svítidla	: 52.2% (A70)	Označení	: HIT-CE																																																								
	↓ 97.7% ↑ 2.3%	Výkon	: 150 W																																																								
Předřadník		Barva																																																									
Celkový příkon systému	: 170 W	Světelný tok	: 14000 lm																																																								
Délka	: 420 mm																																																										
Šířka	: 310 mm																																																										
Výška	: 480 mm																																																										
<b>Údaje o svítidle</b>		<b>Osazeno</b>																																																									
Účinnost svítidla	: 38.4% (A60)	Označení	: HIT																																																								
	↓ 98.9% ↑ 1.1%	Výkon	: 70 W																																																								
Předřadník		Barva																																																									
Celkový příkon systému	: 82 W	Světelný tok	: 6400 lm																																																								
Průměr	: 300 mm																																																										
																																																											

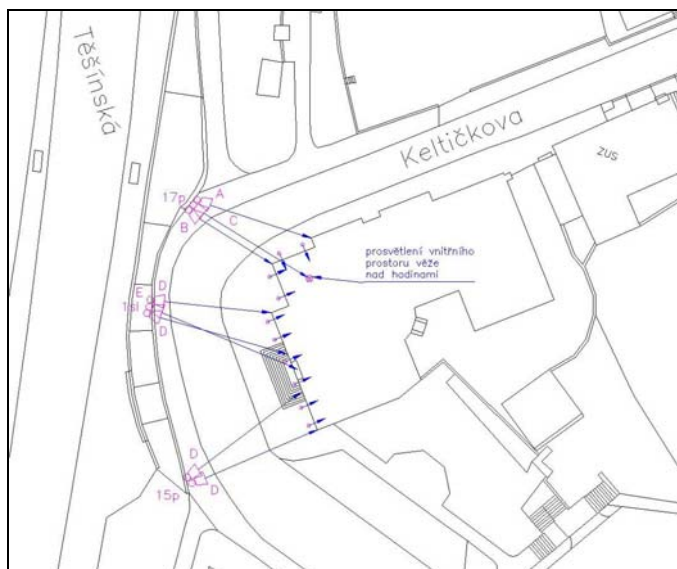
Obr. 11.8. Specifikace použitých typů svítidel



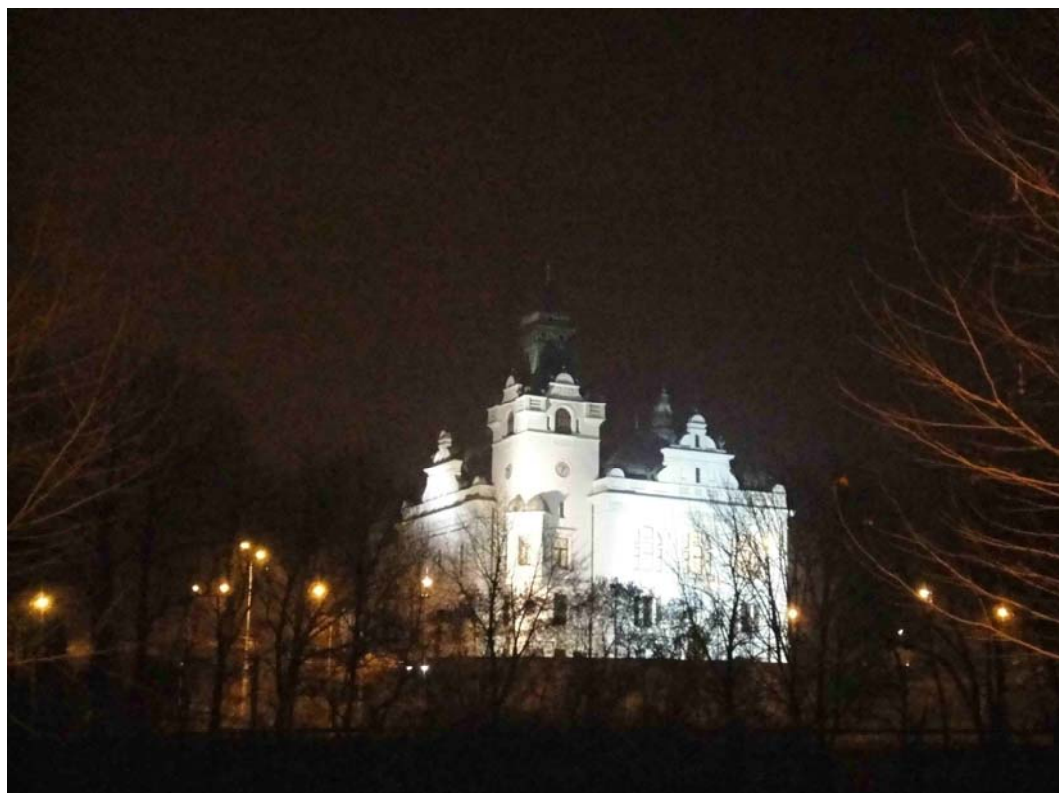
Obr. 11.9 Počítačový 3D model s úrovněmi osvětleností architektonického osvětlení

### 11.2.5 ZKOUŠKY A SMĚROVÁNÍ SVÍTIDEL

Po provedení světelně technických výpočtů se zpracoval výkres směřování světlometů (Obr. 11.10) a provedla se fyzická zkouška nasvětlení. Při zkoušce obvykle není k dispozici plný počet svítidel, ale zkouška dává reálnou představu barevnosti a světelných stopách jednotlivých světlometů. Po provedení zkoušky bylo provedeno definitivní osazení světlometů, finální nasměrování proběhlo podle pokynů projektanta. Výsledné seřizené architektonické osvětlení Slezské radnice je na obrázku 11.11



Obr. 11.10 Situace s rozmístěním a směřováním svítidel



Obr. 11.11 Výsledná podoba architektonického osvětlení Slezské radnice v Ostravě

## 11.3 PŘÍKLAD OSVĚTLENÍ FOTBALOVÉHO HŘIŠTĚ

## 11.4 VZOROVÝ NÁVRH OSVĚTLENÍ PARKOVIŠTĚ

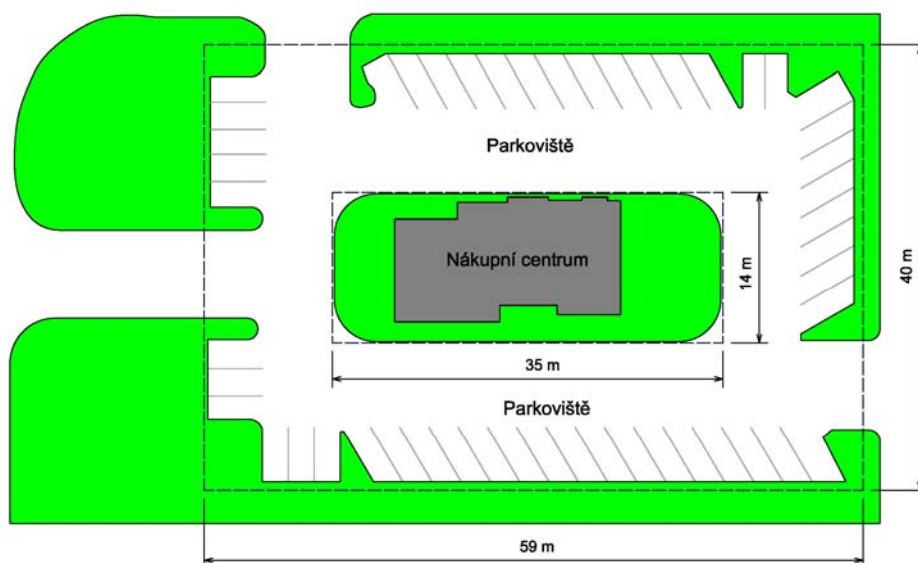
Pro vzorový návrh osvětlení parkoviště bylo zvoleno malé parkoviště u obchodního domu (Obr. 11.12) na okraji obce. V rámci modelového příkladu bylo použito několik modelových osvětlovacích soustav, které umožňují vytvořit představu o energetické náročnosti, možných úsporách a investičních a provozních nákladech při různých variantách řešení.



Obr. 11.12 Prostorová situace vzorového parkoviště

### 11.4.1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Pro vzorový návrh je zvoleno osvětlení parkoviště u místního obchodního domu s malou intenzitou provozu. Obchodní dům se nachází vně malé obce v málo osvětlené oblasti. V bezprostředním okolí se nenacházejí bytové ani rodinné domy. K obchodnímu domu vedou pouze přístupové komunikace a v bezprostřední blízkosti parkoviště se nenachází významnější silniční komunikace. Řešená oblast zabírá plochu S1 o velikost 2110 m<sup>2</sup>. Na části této plochy (S2) stojí obchodní dům o rozloze 450 m<sup>2</sup>. Čistá plocha S osvětlované oblasti je 1660 m<sup>2</sup>. Osvětlovaná oblast vytváří obvodový pás o šířce přibližně 12 m.



**Obr. 11.13** Půdorys vzorového parkoviště

Příjezdové komunikace ústí na parkoviště, ze tří směrů. Vzhledem k tomu, že se parkoviště nachází mimo centrum města, je význam vizuálního působení osvětlovací soustavy z pohledu estetického malý. Větší význam má proto vlastní technické řešení s ohledem na světelně technické parametry, energetickou náročnost, celkové náklady a na vliv na okolní prostředí. Osvětlovaná plocha je vzhledem ke svému charakteru zaříděna dle ČSN EN 12464-2 jako parkoviště s malou intenzitou provozu s následujícími parametry:

- udržovaná osvětlenost:  $E_m = 5 \text{ lx}$
- rovnoměrnost osvětlenosti:  $U_O = 0,25$
- činitel oslnění  $GR_L = 55$
- index podání barev  $R_a = 20$

Z pohledu rušivé vlivu na okolní prostředí je řešená oblast zaříděna do zóny životního prostředí E3. Vzhledem k tomu, že se v okolí nenachází obytné budovy, významnější pozemní komunikace a nejedná se o architektonické nebo reklamní osvětlení je v tomto případě jediným parametrem, který se sleduje z pohledu rušivých účinků na okolní prostředí, podíl horního toku osvětlovací soustavy:

- podíl horního toku ULR = 5%

Doba provozu osvětlovací soustavy se předpokládá 4000 hodin. Po půlnoci je možné, pokud to osvětlovací soustava dovoluje, snížit hladinu osvětlení na  $E_m = 3 \text{ lx}$  při zachování původní rovnoměrnosti (přibližně polovina provozní doby). Tím lze snížit spotřebu elektrické energie o 20%. Pro hodnocení celkových provozních nákladů se bude uvažovat časové období 15 let.

#### 11.4.2 OSVĚTLOVACÍ SOUSTAVY

Vzhledem k prostorovému uspořádání osvětlované plochy, tj. obvodový pás o šířce cca 12m a její velikosti, byla pro osvětlení prostoru použita svítidla instalovaná na stožárech, umístěná po obvodu osvětlované plochy. Pro osvětlení parkoviště byly zvoleny silniční typy



svítidel, běžně používané pro osvětlení pozemních komunikací, rozdělené do následujících osvětlovacích soustav:

- A. soustavy se svítidly s jednoduchým optickým systémem (A1, A2);
- B. soustavy s moderními světelnými zdroji a kvalitními optickými systémy (B1, B2, B3);
- C. soustavy se svítidly s kvalitními optickými systémy pro světelné diody (LED) s možností
- D. regulace (C1, C2, C3).

#### *Osvětlovací soustavy A*

Pro tuto skupinu osvětlovacích soustav byla zvolena v praxi poměrně rozšířená svítidla s jednoduchými optickými systémy. U první osvětlovací soustavy A1 byla použita svítidla pro kompaktní zářivky 2x36W. Pro dosažení požadované osvětlenosti bylo třeba použít celkem 12 ks svítidel umístěných na stožárech o výšce 7m. Pro druhý typ osvětlovací soustavy A2 byla zvolena svítidla pro sodíkové výbojky 70W. U tohoto typu osvětlovací soustavy bylo třeba použít 6 svítidel umístěných na stožárech o výšce 7 m.



**Obr. 11.14** Svítidla osvětlovacích soustav skupiny A

#### *Osvětlovací soustavy B*

Pro tuto skupinu osvětlovacích soustav byla zvolena svítidla s kvalitními optickými systémy (B1, B2) a s novými typy výbojových zdrojů (B3). Ve všech třech případech bylo pro dosažení požadované osvětlenosti třeba použít 6 svítidel. U osvětlovacích soustav B1 a B2 jsou použita svítidla pro sodíkové výbojky 50 W. U soustavy B1 jsou použita svítidla s vypouklým čelním krytem osazená na stožárech o výšce 7 m a u soustavy B2 jsou použita svítidla s plochým čelním krytem osazená na stožárech o výšce 7 m. Soustavu B3 tvoří svítidla osazená vysokotlakými výbojkami Cosmopolis 45 W (Philips) s plochým čelním sklem, instalovaná na stožárech o výšce 8 m.



**Obr. 11.15** Svítidla osvětlovacích soustav skupiny B

### Osvětlovací soustavy C

Pro tuto skupinu osvětlovacích soustav jsou použita svítidla osazená světelnými diodami s kvalitním optickým systémem a s možností autonomního řízení výstupního světelného toku v závislosti na noční době. Pro dosažení požadovaných světelně technických parametrů je ve všech třech soustavách použito 6 svítidel. Svítidla u soustav C1 a C2 jsou instalována na stožárech o výšce 8 m, svítidla u soustavy C3 jsou instalována na stožárech o výšce 9 m.



Obr. 11.16 Svítidla osvětlovacích soustav skupiny C

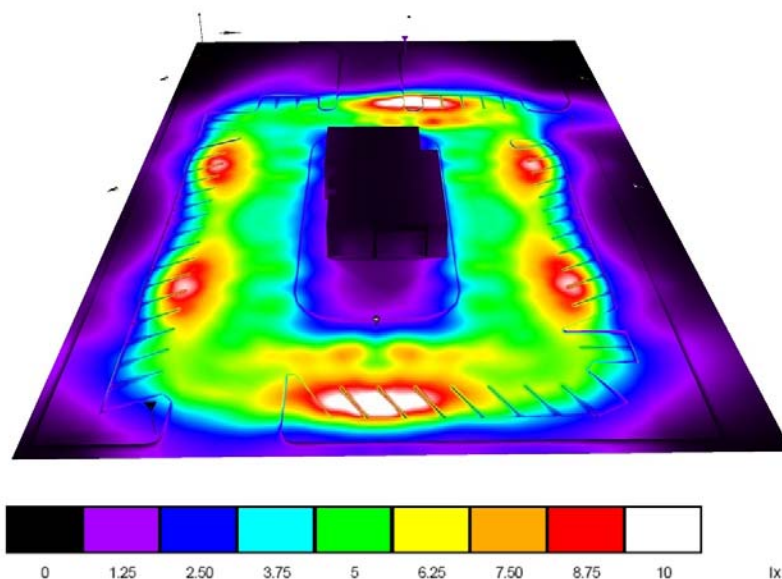
### 11.4.3 ZHODNOCENÍ

Všechny navržené osvětlovací soustavy splňují požadované světelně technické parametry z pohledu zrakového úkolu a osvětlení prostoru. Z hlediska rušivých účinků na okolní prostředí nevyhovuje soustava A1 se svítidly pro kompaktní zářivky 2x36 W. Svítidla s moderními optickými systémy (B1, B2, B3) mají účinnější usměrnění světelného toku oproti běžným typům svítidel (A1, A2) a to v průměru o 30%. Nejnovější svítidla pro světelné diody mají nejpřesnější usměrnění světelného toku a oproti běžným typům svítidel (A1, A2) je využití světelného toku v průměru o 38% vyšší.

V případě energetické náročnosti je velmi výrazný rozdíl mezi energetickou náročností soustavy se svítidly pro kompaktní zářivky (A1) a zbývajícími osvětlovacími soustavami. U soustavy se svítidly s jednoduchým optickým systémem (A2) je energetická náročnost oproti A1 o 50 % nižší. Při porovnání běžných výbojkových svítidel (A2) a svítidel s moderními optickými systémy (B1, B2, B3) je spotřeba elektrické energie v průměru o 30 % nižší. Při srovnání běžných svítidel (A2) a svítidel pro světelné diody (C1, C2, C3) je spotřeba elektrické energie v průměru o 55% nižší v plném provozním režimu a o 65 % nižší při použití redukováného režimu po půlnoci.

Ceny svítidel s jednoduchými optickými systémy (A1, A2) se pohybují přibližně v rozsahu od 1 500 do 2 000 Kč. Ceny svítidel s kvalitnějšími optickými systémy (B1, B2, B3) se pohybují v rozsahu od 5 000 do 8 000 Kč. Ceny svítidel se světelnými diodami (LED) se pohybují v rozsahu od 15 000 do 25 000 Kč.

Z hlediska celkových nákladů vychází nejhůře osvětlovací soustava se svítidly pro kompaktní zářivky (A1). I přesto, že jednotková cena svítidel je bezkonkurenčně nejlevnější, nízká účinnost svítidel a velmi špatné usměrnění světelného toku vyžaduje dvojnásobný počet světelných míst. To se významně projeví jak v celkových investičních nákladech, tak následně i v nákladech provozních. Této soustavě jsou tak schopni v celkových nákladech konkurovat i v současné době velmi drahá svítidla pro světelné diody (C1, C2, C3). Celkové náklady provozní i investiční za 15 let provozu tvoří u svítidel A1 částku 550 000 Kč u svítidel A2 a celé skupiny B částku 250 000 Kč a u skupiny C částku 290 000 Kč. Parametry použitých svítidel a výsledky výpočtů jsou shrnuty v tabulkách 11.1 a 11.2.



Obr. 11.17 Ilustrativní zobrazení osvětlené scény svítidly se světelnými diodami

#### 11.4.4 ZÁVĚR

Ze zpracovaných typových osvětlovacích soustav je možné konstatovat, že poměrně rozšířené osvětlovací soustavy se svítidly s kompaktními zářivkami jsou energeticky i finančně velice náročné a poměrně významně zatěžují okolní prostředí unikajícím neúčinným světlem. V současné době se již vyplatí používat místo svítidel s jednoduchými optickými systémy, svítidla s moderními optickými systémy. Návržnost těchto svítidel začíná v úrovni 5 až 6 let. Svítidla s kvalitními optickými systémy (B1, B2, B3) přitom v porovnání s běžnými svítidly (A1, A2) vykazují spotřebu elektrické energie v průmětu o 30 % nižší. Moderní kvalitní svítidla pro světelné diody mají oproti svítidlům s jednoduchým optickým systémem (A1, A2) spotřebu elektrické energie o 55% (bez regulace) resp. 65 % (s regulací) nižší. Řada typů svítidel pro světelné diody umožňuje nastavit přesně požadovanou hladinu osvětlení v případě, že skutečná hodnota je vyšší. Některé typy pak umožňují eliminaci předimenzování způsobené udržovacím činitelem. Tím lze u LED svítidel dosáhnout dalšího snížení spotřeby elektrické energie (přibližně o 5 – 15 %). Pořizovací náklady těchto svítidel jsou v dnešní době vysoké. Nicméně v průběhu několika let lze očekávat významný pokles pořizovací ceny a současně nárůst měrného výkonu světelných diod použitých v dnešních svítidlech na dvojnásobek. Do budoucna lze svítidla pro světelné diody považovat pro tento typ aplikace za nejperspektivnější.

### 11.5 PŘÍKLADY ARCHITEKTONICKÉHO OSVĚTLENÍ KOSTEL SV. VÁCLAVA

Kostel sv. Václava je nejstarší stavební památkou v prostoru Moravské Ostravy (Obr.11.18). Kostel byl postaven v polovině 13. století. Ve vzhledu dnešní stavby můžeme vidět mnoho stavebních slohů, od jeho gotického původu po barokně klasicistní úpravy na počátku 19. století.

### 11.5.1 PŮVODNÍ STAV

Kostel Sv. Václava byl původně nasvětlen v roce 1992. Po vyhodnocení jeho polohy bylo zvoleno nasvětlení pro dálkové pohledy a průhledy v zástavbě. Jeho poloha v okolní zástavbě nedává mnoho možností umístění světlometů při přísných podmínkách památkového ústavu, nezasahovat do budovy kostela, což znamená umístit všechny světlomety na stožáry.



Obr. 11.18 Kostel sv. Václava v Moravské Ostravě

Na střechy okolních budov původně nebylo možno světlomety umístit, měly se bourat některé budovy a stavět nová budova Biskupství ostravsko-opavské diecéze a budovat nová komunikace. V roce 2008 byla již plánovaná změna okolí kostela hotová a volná plocha byla ještě menší než v roce 1992. Při racionalizačním opatření v roce 2008 byl ponechán původní návrh umístění svítidel s tím, že byl podstatně snížen instalovaný příkon a zamezen únik světla nežádoucím směrem. Původní osvětlení bylo světlomety se zdroji 2000 W, 1000 W, 400 W a 250 W (Obr. 11.19)

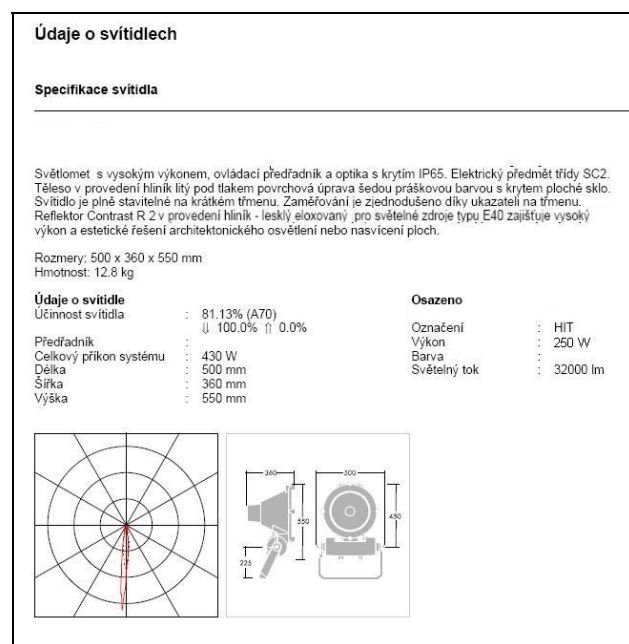


Obr. 11.19 Původní rozmístění svítidel architektonického osvětlení kostela sv. Václava

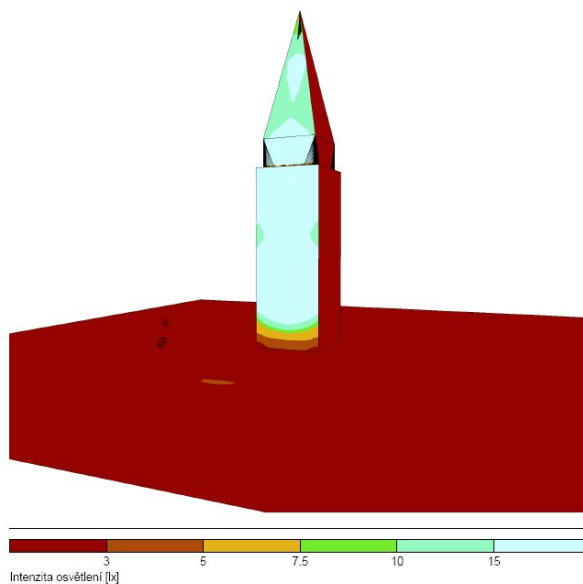
Nové architekturní osvětlení je tvořeno úzkouhlými světlomety s vysokým výkonem, ovládacím předřadníkem a optikou. Pro osvětlení věže jsou použity světlometry s refraktorem osazené halogenidovými výbojkami 250 W s neutrálně bílou barvou světla. Pro osvětlení střechy věže jsou použity světlometry s halogenidovými výbojkami 150 W s chladně bílou barvou světla. Světlometry jsou vybaveny clonami proti úniku světla do okolí.

## 11.5.2 SVĚTELNĚ TECHNICKÝ VÝPOČET

Pro ověření správného záměru náhrady svítidel byla do výpočetního programu namodelována věž kostela a umístění světlometů (Obr. 11.21). Výsledky výpočtu jsou bez příspěvku okolního veřejného osvětlení. Ve skutečnosti je spodní část kostela osvětlena okolním „žlutým“ světlem veřejného osvětlení. Vzhledem k okolní zástavbě je kostel osvětlován ze tří stran.



Obr. 11.20 Použité typy svítidel



**Obr. 11.21** Počítačový 3D model architektonického osvětlení kostela sv. Václava

### 11.5.3 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

Ze stávajících stožárů určených pro architekturní osvětlení kostela Svatého Václava byly demontovány stávající světlomety včetně svodů. Nové světlomety jsou vybaveny vestavěným předřadníkem, byly odstraněny neestetické předřadníkové skříně ze stožárů. Konečné směrování světlometů bylo provedeno dle pokynů projektanta.

Příkon původního AO	$P_{\text{istáv}}$	=	6,10 kW
Příkon nového AO	$P_{\text{inový}}$	=	2,90 kW
Snížení instalovaného příkonu	$\Delta P_i$	=	- 3,20 kW, t.j. - 52,5%

Výsledné architektonické osvětlení je uvedeno na obrázku 11.22.



**Obr. 11.22** Nové architektonické osvětlení kostela sv. Václava v Moravské Ostravě

## 11.6 PŘÍKLAD OSVĚTLENÍ ŽELEZNIČNÍCH PROSTRANSTVÍ

Pro potřeby jednotné železnice byla soustava výše uvedených dokumentů (ČSN 36 0061, E11, 11/85-PMR) celkem dokonalá, jednotlivé dokumenty na sebe navazovaly a doplňovaly se a byl tak daný dokonalý řád pro osvětlování železničních prostranství. Byly jasně definovány požadavky uživatelské údržby, uživatel (ve většině případů železniční stanice) nesl i náklady na spotřebu elektrické energie, kterou vlastně přímo ovlivňoval. Norma byla postavena docela dobře, zraková pohoda dostatečná a při dodržení požadavků na osvětlenost a rovnoměrnost nebyly k osvětlování železničních prostranství připomínky.

## 11.6.1 PŘEDPISY

Předpisy E11 a 11/85-PMR jsou však doposud platné a jinými předpisy nebyly nahrazeny. Tyto dokumenty byly převzaty SŽDC a označeny SŽDC 11/85-PMR a SŽDC(ČSD) E11. Z výše uvedeného je však zřejmé, že vzhledem k dnešnímu uspořádání železnice jsou zcela přežitá.

Pro osvětlení venkovních pracovních prostorů platí od 1.7.2006 nová ČSN EN 12 464-2 - Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část.2: Venkovní pracovní prostory. Toto zavádí nové a zcela přísnější požadavky na osvětlování venkovních prostorů. Zavedení této evropské normy přineslo mnoho nového pro projektanty. Ihned bylo některými projekčními složkami deklarováno, že požadavky normy není možné v našich podmínkách splnit.

V čem jsou základní rozdíly mezi ČSN EN 12 464-2 oproti dnes zažitému a používanému:

Tato norma stanovuje požadavky na osvětlení pro venkovní pracovní prostory z hlediska zrakové pohody a zrakového výkonu. Není-li venkovní prostor prostorem pracovním norma se na něj nevztahuje a z titulu ČSN EN 12 464-2 nemusí být osvětlení žádné. Pracovním místem je soubor a prostorové uspořádání pracovního vybavení v pracovním prostředí podmíněné pracovními úkony.

Na místo doposud zavedených hodnot  $E_{pk}$  - místně průměrná a časově minimální (konečná) intenzita osvětlení a  $E_{min k}$  - místně i časově minimální intenzita osvětlení se zavádí pojem  $E_m$  – udržovaná osvětlenost – hodnota osvětlenosti, pod kterou nesmí průměrná osvětlenost na určené rovině klesnout. Velmi důležitá je i poznámka, že se jedná o průměrnou osvětlenost v době, kdy má být provedena údržba.

Pro rovnoměrnost osvětlení jsou dány dva pojmy:

$$U_d = E_{min}/E_{max}$$

$$U_0 = E_{min}/E_m$$

Norma určuje mezní hodnotu činitele oslnění  $GR_L$ , index podání barev  $R_a$  ale i přípustné maximum rušivého světla na cizích objektech.

**Tab. 11.1 Osvětlení železničních a tramvajových drah**

Refer. číslo	Druh prostoru, úkolu nebo činnosti	$E_m$ [lx]	$U_0$ [-]	$GR_L$ [-]	$R_a$ [-]	Poznámky
5.12.1	Kolejiště v prostoru stanic včetně odstavných kolejí	10	0,25	50	20	$U_d = 1/8$
5.12.6	Přechody	20	0,40	50	20	
5.12.7	Přejezdy	20	0,40	45	20	
5.12.8	Otevřená nástupiště, příměstské a regionální vlaky s velkou frekvencí cestujících nebo vlaky celostátního významu s malou frekvencí cestujících	20	0,40	45	20	1. pozornost se věnuje hraně nástupiště 2. $U_d = 1/5$
5.12.14	Schodiště malé a středně velké stanice	50	50	45	40	
5.12.15	Otevřená nástupiště, vlaky celostátního významu	50	30	45	20	1. pozornost se věnuje hraně nástupiště 2. $U_d = 1/5$
5.12.18	Krytá nástupiště, vlaky celostátního významu	100	50	45	20	1. pozornost se věnuje hraně nástupiště 2. $U_d = 1/3$
5.12.20	Kryté nakládací prostory, rampy, nepřetržitý provoz	100	100	45	40	$U_d = 1/5$



Udržovací činitel – Návrh osvětlení musí být vypracován s uvažováním udržovacího činitele vypočítaného pro zvolené osvětlovací zařízení, prostředí a plán údržby. Doporučená osvětlenost pro každý pro každý zrakový úkon se uvádí jako udržovaná osvětlenost. Udržovací činitel závisí na provozních charakteristikách světelných zdrojů a předřadníků, svítidel, prostředí a na plánu údržby.

V projektové dokumentaci je nutné:

- uvést udržovací činitel a přehled předpokladů přijatých při odvození jeho hodnoty
- specifikovat osvětlovací zařízení vhodné pro užití v daném prostředí
- - navrhnout kompletní plán údržby, včetně intervalů výměny světelných zdrojů, čištění svítidel a místností a způsobu jejich provádění

Energetická hlediska – Osvětlovací soustava má vyhovovat požadavkům na osvětlení daného prostoru bez plýtvání energií. Přesto je důležité nedělat kompromisy z hlediska vizuálního a jednoduše nesnižovat spotřebu energie. To vyžaduje zvolit vhodný typ osvětlovací soustavy, zařízení a řízení.

Porovnáme-li požadavky ČSN 36 0061 z 5.4.1991 a nové ČSN EN 12 464-2 zejména z pohledu požadavků na osvětlenost vidíme značný nárůst požadovaných hodnot.

**Tab. 11.2 Porovnání požadavků ČSN 36 0061 z 5.4.1991 a nové ČSN EN 12 464-2**

Druh prostoru, úkolu nebo činnosti	Dle ČSN 36 0061 $E_{pk}$ [lx]	Dle ČSN EN 12 464-2 $E_m$ [lx]
Kolejiště v prostorách železniční stanice	8	10
Otevřená nástupiště regionální dráhy malá frekvence cestujících	2	15
Otevřená nástupiště vlaky celostátního významu, malá frekvence cestujících	2	20
Schodiště malé a středně velké stanice	8	50
Krytá nástupiště vlaky celostátního významu	16	100
Schodiště velké železniční stanice	16	100

Pro řešení přístupu k nové ČSN EN 12 464-2 svolal ODBOR AUTOMATIZACE A ELEKTROTECHNIKY ŘEDITELSTVÍ SPRÁVY ŽELEZNIČNÍ DOPRAVNÍ CESTY (OAE Ř SŽDC) jednání za účasti ŘEDITELSTVÍ SPRÁVY ŽELEZNIČNÍ DOPRAVNÍ CESTY (Ř SŽDC), projekčních složek a zástupců provozovatele Správa dopravní cesty (SDC). Z jednání vyplynuly následující závěry:

- a. ČSN EN 12 464-2 je pro projekci, investice, rekonstrukce a údržbu závazná, její požadavky včetně požadavků na osvětlenost musí být dodrženy. Případné rozdíly v hodnotách mohou být jen v souladu s články této normy. Projekty staveb a přípravné dokumentace, které nebyly dosud odevzdány objednateli (investorovi) musí splňovat ustanovení předmětné normy.
- b. Vypočtené a kontrolované parametry osvětlení se vztahují vždy na neosvětlené kolejiště.
- c. V případě požadavků na zvýšení hodnot uvedených v normě musí být požadavek uplatněn v průběhu zpracování projektové dokumentace.
- d. Z pohledu této normy jsou všechny stanice na železniční infrastruktuře v České republice chápány jako maximálně středně velké.
- e. Velká frekvence cestujících z pohledu této normy se doporučuje uvažovat v případech více než 100 osob na nástupiště u kteréhokoliv jednotlivého vlaku. Podklady o předpokládaném počtu dává příslušná železniční stanice (dopravní technolog).
- f. Malá frekvence cestujících z pohledu této normy se doporučuje uvažovat v případech 100 a méně osob na nástupiště u kteréhokoliv jednotlivého vlaku. Podklady o předpokládaném počtu dává příslušná železniční stanice(dopravní technolog).

- g. Jsou-li na nástupišti jednotlivé přístřešky, není nástupiště chápáno jako nástupiště kryté a přístřešky jsou osvětleny intenzitou odpovídající okolnímu prostoru nástupiště.
- h. Nová ČSN EN 12 464-2 se vztahuje jen na prostory pracovní, tam kde nedochází k výkonu práce (není žádný posun, pohyb cestující veřejnosti, ruční přestavování výměn, trvalá práce údržby apod.) není vyžadováno žádné osvětlení plynoucí z ustanovení této normy.
- i. Osvětlení z trakčních podpěr je nadále možné.
- j. Při stanovení doby výkonu práce a z ní vyplývající osvětlenosti a stanovení srovnávací roviny vychází projektant ze stanoviska uživatele.
- k. V souladu se články 4.10 (energetická hlediska) a 4.3.1 (osvětlenost v místě zrakového úkonu) ČSN EN 12 464-2 může být osvětlenost upřesněna nejméně o jeden stupeň řady osvětlenosti (při malém využití pro výkon práce), nesmí však hodnoty  $E_m$  klesnout pod hodnoty stanovené v níže uvedené tabulce 11.3:

**Tab. 11.3 Nejmenší dovolené hodnoty osvětlení**

Refer. číslo	Druh prostoru, úkolu nebo činnosti	$E_m$ [lx]	$E_m$ (snížená dle článku 4.3.1) [lx]	$U_o$ [-]
5.12.1	Kolejiště v prostoru stanic včetně odstavných kolejí	10	5	0,25
5.12.2	Seřaďovací kolejiště včetně spádových a kolejových brzd	10	5	0,40
5.12.3	Svážné pahrbky	10	5	0,40
5.12.4	Nákladní tratě, krátkodobý provoz	10	5	0,25
5.12.5	Otevřená nástupiště, regionální dráhy, malá frekvence cestujících	15	10	0,25
5.12.6	Přechody	20	10	0,40
5.12.7	Přejezdy	20	10	0,40
5.12.8	Otevřená nástupiště, příměstské a regionální vlaky s velkou frekvencí cestujících nebo vlaky celostátního významu s malou frekvencí cestujících	20	15	0,40
5.12.9	Nákladní tratě, nepřetržitý provoz	20	15	0,40
5.12.10	Otevřená nákladíště na širé trati	20	15	0,40
5.12.11	Stavební vlaky a lokomotivy	Je nutno řešit dodavatelem v místě výkonu práce, není řešeno z hlediska železniční infrastruktury		
5.12.12	Odbavovací oblast kolejiště	30	10	0,40
5.12.13	Seřaďovací prostory	30	10	0,40
5.12.14	Schodiště malé a středně velké stanice	50	50	0,40
5.12.15	Otevřená nástupiště, vlaky celostátního významu	50	30	0,40
5.12.16	Krytá nástupiště, příměstské a regionální vlaky nebo vlaky celostátního významu s malou frekvencí cestujících	50	30	0,40
5.12.17	Krytá nakládací prostory (rampy), krátkodobý provoz	50	30	0,40
5.12.18	Krytá nástupiště, vlaky celostátního významu – nesplňuje-li odstavce pod referenčním číslem 5.12.16	100	50	0,50

5.12.19	Schodiště, velké stanice	Z pohledu tohoto předpisu jsou všechny stanice na železniční infrastruktuře České republiky chápány jako maximálně středně velké		
5.12.20	Kryté nakládací prostory, rampy, nepřetržitý provoz	100	100	0,50
5.12.21	Prohlídková jáma (použit místní osvětlení)	100	100	0,50

## 11.6.2 NOVELIZACE PŘEDPISŮ PRO OSVĚTLOVÁNÍ ŽELEZNIČNÍCH PROSTRANSTVÍ

Velmi podstatná je novelizace předpisů SŽDC pro osvětlování železničních prostranství. Stávající předpisy jsou přežitě a nové předpisy by měly být koncipovány tak, aby v nich byli zohledněni všichni účastníci železničního provozu vč. závaznosti pro všechny zúčastněné na železniční dopravní cestě, ať už se jedná o příslušné složky samotné SŽDC, dopravce a další zúčastněné složky osobní, dopravce a další složky v nákladní dopravě či údržbu. Předpis se musí dotýkat i projekčních složek, investora, dodavatelských organizací investičních prací a případných rekonstrukcí.

Na OAE Ř SŽDC bylo rozhodnuto o vytvoření nového předpisu E11, do kterého budou zahrnuty oba stávající předpisy (ČSD 11/85-PMR a E11). Koncepce nového SŽDC E11 je vzhledem k výše uvedenému navržena zcela odlišně od stávajících předpisů a to zejména tvorbou jednotlivých kapitol. Předpis je v současné době v tvorbě. Základní informace z novelizovaného předpisu jsou tyto:

- Přípravu a zpracování projektů na osvětlení železničních prostranství včetně elektrických rozvodů a ovládání osvětlení může provádět jen organizace, která má příslušná oprávnění pro tuto činnost
- Projekt musí obsahovat (např. v technické zprávě) porovnání požadovaných parametrů osvětlení v jednotlivých prostorech s Protokolem o určení venkovního osvětlení dráhy (Protokol). V tomto Protokolu budou přesně definovány a vymezeny jednotlivé pracovní prostory a požadavky na jejich osvětlení z hlediska zatřídění dle ČSN EN 124 64 – 2 a prostory, které nemusí mít trvalé venkovní osvětlení. V protokolu musí být uvedeno, kdo a pro jaký účel požaduje venkovní osvětlení příslušného prostoru dráhy a jaký je předpokládaný podíl časového využití osvětlení z hlediska požadovaného účelu. Protokol o určení venkovního osvětlení dráhy se v zásadě vypracovává před zadáním projektu venkovního osvětlení, jeho vypracování zajistí projektant na základě místního šetření (jednání). Podklady pro složení komise (neopomenutelné účastníky řízení) poskytne projektantovi provozovatel. K jednání musí být přizvány i všechny další subjekty, které mohou mít v daném místě oprávněné zájmy nebo mohou být dotčeny rušivým vlivem venkovního osvětlení. V Protokolu musí být stanoveno místo zrakového úkonu a poloha srovnávací roviny daného prostoru, bude zde stanovena i požadovaná hodnota udržované osvětlenosti daného prostoru. Vymezený prostor musí brát v úvahu i hledisko budoucího provozního režimu venkovního osvětlení. Doporučuje se, aby nedílnou součástí protokolu byla i polohová situace s jasným vyznačením příslušných prostor,
- Technické řešení osvětlení musí vycházet ze zařízení, na která mají SŽDC schváleny technické podmínky; v případě použití jiných komponentů je nutno před schválením projektu zajistit schválení technických podmínek pro nové komponenty v projektu navrhované,
- Zvláštní pozornost je třeba věnovat otázce ovládání osvětlení pomocí tzv. pohybových spínačů. Tento způsob ovládání výrazně zvyšuje efektivitu osvětlení, ale současně vyžaduje specifické technické řešení z hlediska použití světelných zdrojů,

- Osvětlovací soustava musí být vyprojektována tak, aby rušivým osvětlením nebyly dotčeny okolní prostory a objekty,
- Při nově budovaných nebo rekonstruovaných osvětlovacích soustavách je nutno řešit možnost případného dálkového ovládání a diagnostiky z určeného pracoviště. Diagnostikou se rozumí sledování stavu osvětlovací soustavy pro včasné odstranění poruchy ve smyslu Technických specifikací SŽDC,
- Projekt musí řešit vlastní měření spotřeby elektrické energie prostor určených pro cestující a ostatních železničních prostor, tak, aby náklady za spotřebu elektřiny osvětlovací soustavy mohly být rozúčtovány provozovatelem Lokální distribuční soustavy železnice (LDSŽ) podle platných pravidel pro úhradu spotřeby elektrické energie,
- Před schválením projektu je nutné jeho projednání s budoucím správcem zařízení a dodavatelem elektrické energie a respektování (zapracování) jejich připomínek,
- Uživatelé a obsluha osvětlení na železniční dopravní cestě musí mít příslušnou elektrotechnickou kvalifikaci, musí být seznámeni s funkcí ovládaného zařízení a způsobem ovládání. Potřebné pokyny se zpravidla zapracovávají do staničních řádů, podklady pro zapracování zajišťuje a předává provozovatel. Ovládání osvětlení (zapínání, vypínání, regulaci) smí provádět jen k tomu určený pracovník uživatele.
- Celkové osvětlení se zapíná vždy, pokud je v příslušném železničním prostranství prováděna pracovní činnost (např. údržba, nakládka), dopravní provoz nebo pohyb cestujících. V době dopravního klidu nebo přestávek v železničním provozu se celkové osvětlení vypíná a zapíná se osvětlení orientační (je-li vybudováno), nebo se osvětlení vypíná zcela.
- V prostranstvích, v nichž je celonoční dopravní klid, bude provozováno osvětlení orientační, nebo bude osvětlení úplně vypnuto. Přitom se přihlídně i k potřebné ostraze příslušných objektů,
- Při práci v části železniční stanice bude využívána, zapínána jen ta část osvětlovací soustavy, která pracovní místo osvětluje,
- Při zjištěné závadě nebo poruše osvětlovacího zařízení je uživatel povinen neprodleně ohlásit poruchu provozovateli (zpravidla na elektrodyspečink). Nahlašovací místo poruch určí provozovatel písemným výnosem, který obdrží všichni uživatelé. O zjištěné závadě a jejím nahlášení vede uživatel vlastní záznam, ve kterém bude specifikována závada, kdo tuto závadu zjistil a jak byla závada provozovateli oznámena,
- Uživatelé musí umožnit přístup pro údržbu, odstraňování závad, odečty stavů elektroměrů a kontrolní činnost udržovatele, správce a provozovatele. Pro odstraňování závad musí být umožněn přístup neprodleně.

### **11.6.3 NÁVRH OSVĚTLENÍ DLE ČSN 36 0061 – OSVĚTLOVÁNÍ ŽELEZNIČNÍCH PROSTRANSTVÍ**

Dnes již neplatná norma obsahuje požadavky na celkové osvětlení venkovních železničních prostranství, zajišťující alespoň nejmenší osvětlenost pro běžnou práci podle stanoveného účelu kolejiště nebo jiných prostranství, bezpečnost a zrakovou pohodu při nočním provozu (neostatečném denním osvětlení). Tato norma obsahuje zajímavý popis regulačních stupňů, které jsou zde mnohem lépe zpracovány, než v platných obecných normách pro osvětlování venkovních prostorů.

Pro místa se zvláštní technologií práce, vyžadující podstatně vyšší intenzitu osvětlení, se zřizuje kromě celkového osvětlení ještě místní osvětlení.

Užije-li se celkové osvětlení pro jinou činnost (např. pro stavební práce, výkopy, údržbu, odstranění havárií apod.), musí být vždy posouzena dostatečnost tohoto osvětlení (především z hlediska bezpečnosti práce), zda není potřeba toto osvětlení doplnit dalšími svítidly.

Orientační osvětlení je osvětlení vymezené plochy, které zůstane v provozu, po vypnutí celkového osvětlení. Toto osvětlení slouží pro základní orientaci osob na vymezeném prostranství nebo nutnou ostrahu objektů.

Venkovní osvětlení železničních prostranství má být ovladatelné z jednoho místa pro celou železniční stanici. V rozsáhlých železničních stanicích, kde je toto řešení nákladné, lze ústřední ovládání venkovního osvětlení řešit z několika trvale obsazených služeben železniční stanice. Toto ovládání nesmí ovlivňovat provoz ostatních spotřebičů.

Ovládání jednotlivých, vhodně volených skupin se doporučuje umístit co nejbližší jednotlivých pracovišť nebo do míst, odkud je provoz přímo řízen. Toto ovládání musí zajišťovat nejvyšší možnou hospodárnost spotřeby elektrické energie.

#### 11.6.4 SVĚTELNĚ TECHNICKÉ POŽADAVKY

Podle požadavků na intenzitu a rovnoměrnost osvětlení jsou prostranství zařazena do tří tříd osvětlení.

Jsou stanoveny nejmenší dovolené hodnoty osvětlení. Tyto hodnoty se vztahují na srovnávací rovinu nezastavěnou vozidly.

**Tab. 11.4 Nejmenší dovolené hodnoty osvětlení**

Třída osvětlení	Regulační stupeň	E [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	U <sub>d</sub> [-]	z [-]
I.	A	16,0	8,0	0,22	0,7
	B	8,0	4,0	0,22	0,7
	C	4,0	2,0	0,22	0,7
II.	A	8,0	4,0	0,22	0,65
	B	4,0	2,0	0,22	0,65
	C	2,0	1,0	0,22	0,65
III.	B	2,0	1,0	0,22	0,6
	C	1,0	0,5	0,22	0,6

Vysvětlení: A – zvýšený provoz (silný)  
 B – běžný provoz (běžný, normální)  
 C – malý provoz (slabý)

Průměrná osvětlenost v železničních stanicích mimotřídních, 1. třídy a v dalších vybraných stanicích může být vyšší a to podle vzorce:

$$E' = E \cdot k_s$$

kde  $k_s$  je koeficient zvýšení osvětlení o hodnotě 1,5 až 2,0 se volí pro jednotlivé specifické prostory a je závislý zejména na:

- intenzitě železničního provozu
- časového využití zejména v noci
- charakteru a intenzitě cestovního ruchu
- intenzitě osvětlení okolí
- posouzení celkové důležitosti stanice (hlavní trať, reprezentace města)

I. třída osvětlení:

Krytá nástupiště

Podchody k nástupištím a schodiště k podchodům

## II. třída osvětlení:

- Nástupiště nekrytá
- Zastávky
- Nadchody k nástupištím
- Přednádraží
- Třídící kolejiště
- Koleje výtažné
- Tunely pro jízdu vlaků
- Překladiště
- Prostory pro nakládku a vykládku
- Koleje odevzdávkou
- Prostory u kolejových vah
- Koleje správkové
- Točny a přesuvny
- Výzbrojní stanoviště

## III. třída osvětlení:

- Koleje dopravní
- Čekající koleje pro lokomotivy a motorové vozy
- Koleje odstavné pouze pro deponování vozů
- Koleje výtažné, které nesloží pro posun
- Koleje odstavné, kde se provádí mytí a zásobování vodou
- Koleje určené pro tranzitní vlaky
- Přejezdy úroňové
- Lávky pro pěší
- Příchodové cesty
- Příjezdové cesty
- Podchody železničního tělesa
- Vnější prostory u rozveden, transformoven, měníren.
- Dílenské dvory

Jiné prostranství, než jmenovitě uvedené příklady se zařadí podle nejlépe vyhovující charakteristiky.

U kolejí s různým určením se zvolí hlavní činnost, pro kterou se osvětlení navrhne.

K dosažení optimální osvětlenosti při sezonních provozních výkonech a v nočních časových intervalech s odlišnou provozní intenzitou může být ovládací zařízení vybaveno pro racionalizaci energetické spotřeby stupňovitou, nebo plynulou regulací.

U osvětlení nástupiště se požaduje, aby intenzita osvětlení svislé plochy proložené hranou nástupiště, činila ve výši 1m nad úrovní nástupiště, na nejméně přístupném místě alespoň 20% osvětlení vodorovné plochy na hraně nástupiště.

## 11.7 PŘÍKLAD OSVĚTLENÍ SPORTOVIŠTĚ

### *Popis prostoru:*

Jde o fotbalové hřiště v okrajové městské části. Rozměr 110m x 75m. Na tomto fotbalovém hřišti se budou odehrávat zápasy na úrovni krajských soutěží a tréninky. V nedalekém okolí je městská zástavba.

Postup při návrhu:

Návrh byl proveden ve výpočtovém programu RELUX. Hřiště bylo namodelováno dle zadávací dokumentace. Pro plochy byla zvolena příslušná odraznost. Výpočtové plochy a jednotlivé měřicí body byly zvoleny dle ČSN EN 12193. Dle stejné normy byla odvozena udržovaná průměrná osvětlenost a rovnoměrnost.

Eav (lx)	200
Emin/Eav (-)	0,6

U udržovací čítelel byl pro svítidla zvolen pomocí výpočetního programu dle CIE 154:2003.

*Obecný vztah:*

$$Z = Z_z \cdot Z_s \cdot Z_p \cdot Z_{fz}$$

z – udržovací čítelel

zz - čítelel stárnutí světelných zdrojů

zp - čítelel znečištění ploch prostoru

zs - čítelel znečištění svítidel

zfz - čítelel funkční spolehlivosti

Vstupní údaje byly tyto:

Světelné zdroje:		0,90
Typ:	halogenidová výbojka	
Předřadník:	klasický	
Údržba:	1 rok	
Provoz:	1000 hod/rok	
Výměna:	skupinová	
Svítidla:		0,92
Krytí:	IP 6X	
Údržba:	1 rok	
Prostor:		1,00
Druh prostředí:	středně špinavé	
Interval údržby:	1 roky	
Odraznost:	tráva :	0,17
	podlaha:	0,15
Funkční spolehlivost:		0,97
Individuální výměna vadných zdrojů.		
Výpočetní program stanovil udržovací čítelel tohoto prostoru:	z =	0,80

Dle dohody s investorem budou svítidla osazena na 26m vysoké stožáry se třemi pošinami umístěnými ve výškách 24m, 25m a 26m nad hrací plochou. Stožáry budou umístěny v rozích sportovního areálu (viz. Příloha).

Jako osvětlovací tělesa byla vybrána svítidla s halogenidovým zdrojem o příkonu 2000W.

Návrh byl proveden na dvě varianty. První varianta se svítidly THORN Mundial s možností vyklápění svítidla a druhá na svítidla THORN Champion, které díky své asymetrii není nutné vyklápět a díky stínicímu prvku snižují oslnění uživatelů sportoviště.



**Obr. 11.23** Svítidlo Mundial a Champion

Pro každý návrh bylo použito 28ks svítidel. Na každém ze čtyř stožáru bude umístěno symetricky sedm svítidel.

Pro svítidlo Mundial i Champion byla použita výbojka OSRAM Powerstar HQI-TS. Pro Mundial s krátkým hořákem a pro Champion s hořákem dlouhým.

**Tab. 11.5** ????

Název	Typ	Příkon [W]	Světelný tok [lm]	Patice
POWERSTAR HQI-TS	2000 NDL/S	2000	200000	kabel
	2000 N/L	2000	230000	kabel

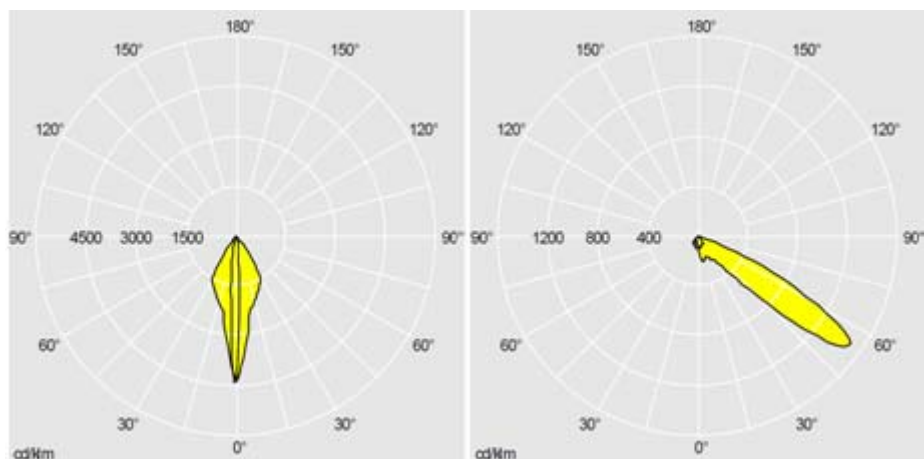
Při výpočtech bylo analyzováno i rušivé světlo. Dle legislativy by do policejní hodiny (noční klid) neměla být osvětlenost na fasádě okolní zástavby vyšší než 10lx. Ve výpočtu byly nastaveny měřicí plochy na svislou složku v okolí sportoviště a bylo zkoumáno, v jaké vzdálenosti od středu fotbalového hřiště je tato svislá osvětlenost vyhovující. Dále byla nastavena výpočetní plocha nad hrací plochou ve výšce 27 metrů, aby bylo zjištěno, kolik světelného toku vyzařují svítidla do horního poloprostoru.

**Tab. 11.6** ????

Varianta	Počet	Příkon [W]	Vypočtené hodnoty		Rušivé světlo		
			Eav [lx]	Emin/Eav [-]	délka [m]	šířka [m]	obloha [lx]
Mundial	28	58100	225	0,79	94	90	28,3
Champion	28	58100	224	0,76	99	99	0,1

Z tabulky je zřejmé, že se stejným počtem svítidel lze nasvětlit hrací plochu na stejné hodnoty osvětlenosti. Křivka svítivosti Mundialu má mnohem vyšší maxima oproti Championu. Tuto nevýhodu Championu však vyrovnává skutečnost, že má Champion vyšší účinnost a díky svým větším rozměrům lze použít světelný zdroj s delším hořákem a tedy i vyšším světelným tokem.





**Obr. 11.24** Křivky svítivosti Mundial a Champion

Další výhodou Championu je stínící prvek, která zabraňuje oslnění. V tabulce si také můžeme povšimnout, že nevyzařuje světelný tok do horního poloprostoru (oblohy).



**Obr. 11.25** Champion – stínící prvek

Ovšem pásmo, kde je vyhovující svislá osvětlenost, je pro toto svítidlo širší a to z důvodu široké křivky svítivosti.

## OBSAH

<b>1. TERMINOLOGIE .....</b>	<b>5</b>
<b>2. VENKOVNÍ OSVĚTLENÍ – VŠEOBECNĚ.....</b>	<b>11</b>
<b>3. SOUČASNÝ STAV OSVĚTLOVACÍCH SOUSTAV VEŘEJNÉHO A VENKOVNÍHO OSVĚTLENÍ V ČR.....</b>	<b>12</b>
<b>4. LEGISLATIVA A NORMY .....</b>	<b>16</b>
4.1 EVROPSKÁ LEGISLATIVA .....	16
4.2 NÁRODNÍ LEGISLATIVA .....	18
4.2.1 České zákony, vyhlášky a nařízení.....	18
4.3 NÁRODNÍ NORMY, TECHNICKÉ NORMALIZAČNÍ INFORMACE A NORMY V NÁVRHOVÉM ŘÍZENÍ, NĚKTERÉ ZRUŠENÉ NORMY .....	22
4.3.1 Národní normy (převzaté, harmonizované).....	22
4.3.2 Technické normalizační informace.....	25
4.3.3 Národní normy ČSN.....	26
4.3.4 Normy v návrhovém řízení .....	28
4.3.5 Některé zrušené normy ČSN.....	29
4.4 PUBLIKACE CIE .....	34
4.4.1 Tématický seznam publikací cie týkající se venkovního osvětlení.....	35
4.4.2 Podrobnější rozbor vybraných publikací, zpráv a doporučení cie týkající se problematiky venkovního osvětlení.....	35
<b>5. METODICKÉ NÁVODY .....</b>	<b>44</b>
5.1 PARKOVIŠTĚ A NEVEŘEJNÉ POZEMNÍ KOMUNIKACE .....	44
5.1.1 Úvod.....	44
5.1.2 Analytická část.....	44
5.1.3 Koncepční část .....	45
5.1.4 Technická část.....	49
5.2 ARCHITEKTONICKÉ A DEKORATIVNÍ OSVĚTLENÍ.....	53
5.2.1 Úvod.....	53
5.2.2 Analytická část.....	54
5.2.3 Koncepční část .....	55
5.2.4 Technická část (Prvky osvětlovací soustavy).....	58
5.3 OSVĚTLENÍ VENKOVNÍCH ŽELEZNIČNÍCH PROSTRANSTVÍ.....	60
5.3.1 Základní normy a předpisy.....	60
5.3.2 Rozdělení osvětlení podle funkce: .....	61
5.3.3 Způsoby osvětlování na železnici.....	61
5.3.4 Svítidla a světelné zdroje pro osvětlování železničních prostranství.....	63
5.3.5 Provoz a údržba osvětlení dle ČSD E11.....	65
5.3.6 Energetické úspory.....	67

5.4 SVĚTELNÉ REKLAMY A INFORMAČNÍ TABULE .....	68
5.4.1 Základní rozdělení podle použití.....	69
5.4.2 Rozdělení reklam z hlediska osvětlování.....	70
5.4.3 Vlastnosti světelných reklam a informačních tabulí.....	73
5.4.4 Závěr .....	81
5.5 OSVĚTLOVÁNÍ VENKOVNÍCH ROZVODEN .....	82
5.5.1 Filozofie celkového osvětlení venkovních rozvodů: .....	84
5.6.2 Filozofie kamerového osvětlení.....	87
5.5.3 Filozofie osvětlení transformátorů:.....	88
5.5.4 Filozofie osvětlení příjezdových komunikací.....	88
5.6 SPORTOVIŠTĚ .....	89
<b>6. OBECNÉ ZÁSADY SNIŽOVÁNÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI OSVĚTLOVACÍCH SOUSTAV .....</b>	<b>90</b>
6.1 REGULACE NA ÚROVNI TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ .....	90
6.2 REGULACE NA ÚROVNI PROJEKTU .....	90
6.3 REGULACE NA ÚROVNI KONCEPTU .....	91
<b>7. VLIV VENKOVNÍHO OSVĚTLENÍ NA OKOLNÍ PROSTŘEDÍ.....</b>	<b>92</b>
7.1 POPIS PROBLEMATIKY .....	92
7.2 RUŠIVÉ SVĚTLO .....	94
<b>8. NÁVRH SYSTÉMU VÝKONNOSTNÍCH PARAMETRŮ.....</b>	<b>107</b>
8.1 STANOVENÍ A ZAVEDENÍ KPI (KLÍČOVÉ VÝKONNOSTNÍ UKAZATELE) PRO SLEDOVANÉ PRVKY .....	107
8.1.1 Teorie ze zahraničních zdrojů.....	107
8.2 NÁVRH STANOVENÍ SLEDOVANÝCH UKAZATELŮ (KPI) .....	109
8.2.1 Způsoby sestav a výpočtů .....	110
<b>9. NÁVRH ÚPRAV LEGISLATIVY A NOREM .....</b>	<b>111</b>
<b>10. ZÁVĚREČNÁ DOPORUČENÍ .....</b>	<b>111</b>
<b>11 VZOROVÉ PŘÍKLADY REALIZOVANÝCH SOUSTAV .....</b>	<b>111</b>
11.1 PŘÍKLADY OSVĚTLENÍ PARKOVIŠŤ A NEVEŘEJNÝCH POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ.....	112
11.2 PŘÍKLAD ARCHITEKTONICKÉHO OSVĚTLENÍ, SLEZSKÁ RADNICE .....	114
11.2.1 Světelně technické řešení .....	114
11.2.2 Svítidla.....	115
11.2.3 Technické řešení.....	116
11.2.4 Světelně technický výpočet .....	117
11.2.5 Zkoušky a směřování svítidel.....	118
11.3 PŘÍKLAD OSVĚTLENÍ FOTBALOVÉHO HRŠTĚ .....	119
11.4 VZOROVÝ NÁVRH OSVĚTLENÍ PARKOVIŠTĚ.....	119
11.4.1 Základní údaje.....	119

11.4.2 Osvětlovací soustavy.....	120
11.4.3 Zhodnocení.....	122
11.4.4 Závěr .....	123
11.5 PŘÍKLADY ARCHITEKTONICKÉHO OSVĚTLENÍ KOSTEL SV. VÁCLAVA .....	123
11.5.1 Původní stav.....	124
11.5.2 Světelně technický výpočet .....	125
11.5.3 Technické řešení.....	126
11.6 PŘÍKLAD OSVĚTLENÍ ŽELEZNIČNÍCH PROSTRANSTVÍ.....	127
11.6.1 Předpisy.....	128
11.6.2 Novelizace předpisů pro osvětlování železničních prostranství.....	131
11.6.3 Návrh osvětlení dle ČSN 36 0061 – Osvětlování železničních prostranství.....	132
11.6.4 Světelně technické požadavky.....	133
11.7 PŘÍKLAD OSVĚTLENÍ SPORTOVIŠTĚ.....	134

Editor: **Karel Sokanský a kolektiv**  
Katedra, institut: **Katedra elektroenergetiky**  
Autor: **Kolektiv autorů**  
Místo, rok, vydání: **Ostrava, 2011, 1. vydání**  
Počet stran:  
Vydala: **Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava**  
Tisk: **ediční středisko VŠB-TUO**  
Náklad: **100 ks**

**NEPRODEJNÉ**

**ISBN 978-80-248-2481-9**

Přílohy  
Používané světelné zdroje  
Používaná svítidla  
Porovnávací výpočty  
Regulační systémy