

Osvětlování ve školách

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

Osvětlení ve školních prostorech se v zásadě neliší od osvětlování podobných míst v jiné oblasti lidské činnosti. S učebnou, sborovnou či kabinetem lze srovnat kancelář. Se školní kuchyní či jídelnou stejné místnosti v zařízeních veřejného stravování. Podobně i další prostory naleznou svůj ekvivalent v jiné sféře. V podstatě jediným specifickým ve školských zařízeních je základní osvětlení klasických učeben a osvětlování tabulí. Ve školách a obecně ve většině školských zařízení se osvětlení výrazně podílí na jejich celkové energetické bilanci. Proto jakékoliv snížení příkonu osvětlovací soustavy je významným počinem vedoucím ke snížení provozních nákladů. K těm přispěje i minimalizace počtu svítidel a světelných zdrojů. Rovněž podstatná je i kvalita jednotlivých prvků. Při použití kvalitních svítidel klesají náklady na jejich opravy i na údržbu, jako je např. jejich čištění.

Požadavky na umělé osvětlení ve školních prostorech

V současné době je osvětlení škol řešeno vyhláškou 4110/2005, která se odvolává na normu [1] a národní přílohou [2], která objasňuje a upřesňuje některé pasáže normy. Upozorním zde na některé chyby, kterých se projektanti stále dopouštějí.

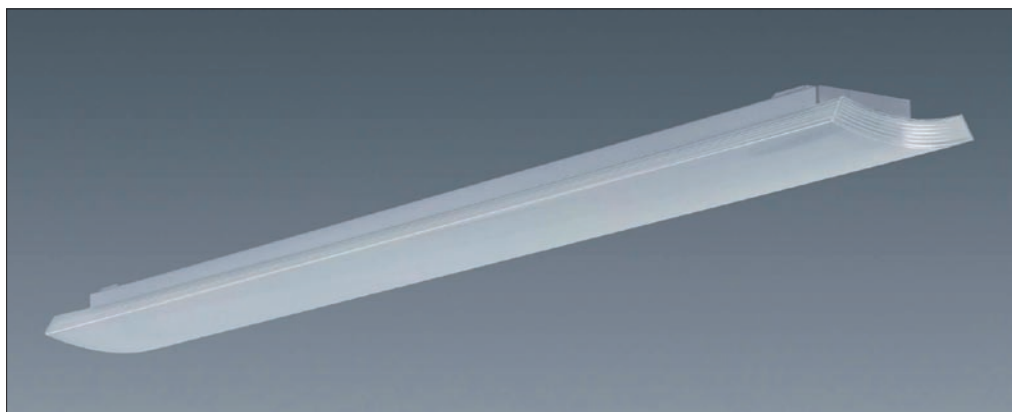
Především při *udržované osvětlenosti* je častou chybou špatné umístění srovnávací roviny. Je zřejmé, že je třeba vidět tam, kde je předmět našeho zájmu. Je to papír na desce stolu, sešit na lavici, svislá školní tabule, podlaha na chodbě nebo v tělocvičně. Srovnávací rovina může být nejen vodorovná nebo svislá, ale obecně šikmá, např. dnes již téměř historické rýsovací prkno nebo malířský stojan. Není to tedy vodorovná rovina ve výšce 85 cm nad podlahou (žel, s tímto údajem se lze setkat v normě pro denní osvětlení).

Jiná chyba souvisí s oslněním, které je ovlivněno chybným rozmístěním svítidel – o tom dále. Obecně je míra oslnění nepříznivě ovlivněna nevhodným rozložením jasů v prostoru nebo jejich přílišnou velikostí. To mohou zapříčinit vysoké jasy svítidel a temnější pozadí – strop, stěny, nebo kontrast mezi tabulí a stěnou za ní.

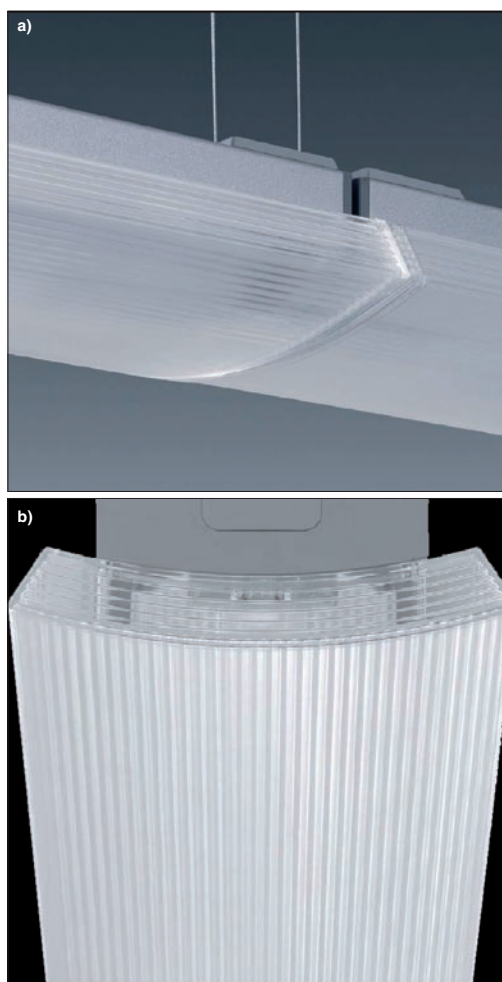
Chyb se dopouštějí projektanti i při výběru světelného zdroje z hlediska po-

dání barev. Studenější barvy podporují pracovní, tedy i studijní výkon (např. bílé zářivky), teplé barvy navozují klid, pohodu a jsou vhodné spíše pro odpočin-

kové prostory (zářivky teple bílé). Tam, kde záleží na přesné reprodukci barev, se používají velmi chladné barvy (zářivky s denním světlem) a vysoké osvětlenosti



Obr. 1. Svítidlo Silhouette (přisazené nebo na závěs)



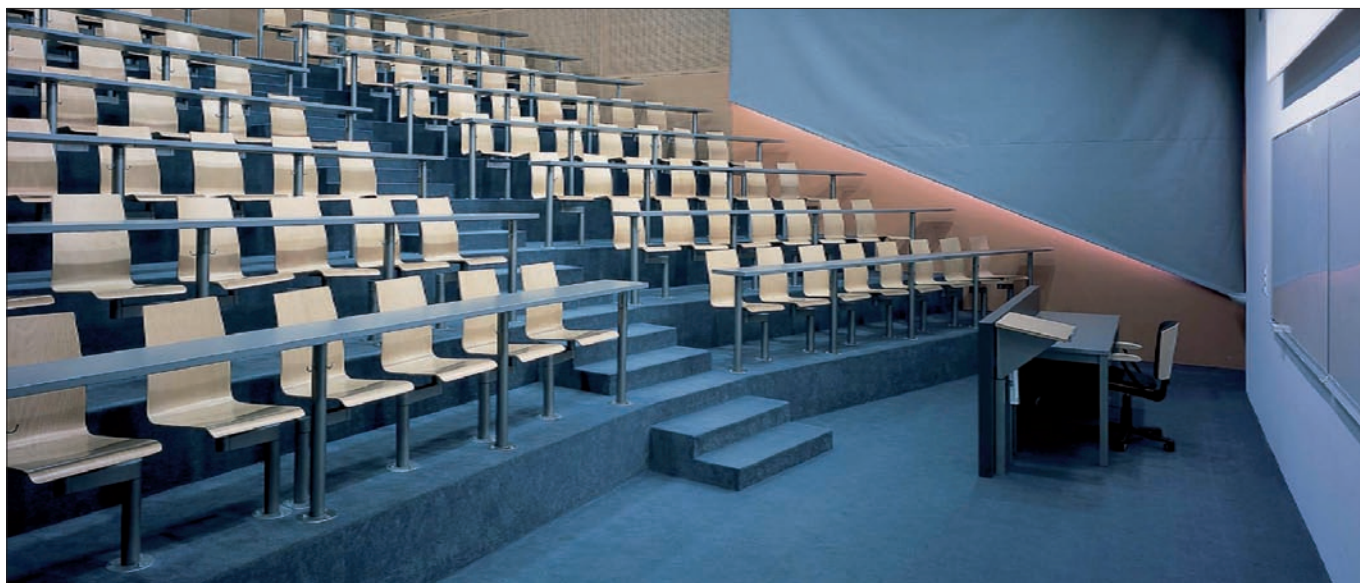
Obr. 2. Svítidlo Silhouette v závěsném provedení a) detail propojení do souvislé řady, b) detail provedení refraktorového krytu svítidla

(nejméně 1 000 lx) – při nižších hladinách je světlo těchto zdrojů nepříjemné. Zhruba platí zásada, že s rostoucí teplotou chromatičnosti světla musí růst i hladina osvětlení. Teplá barva zapadajícího slunce nebo ohně je svázána s nižšími hodnotami osvětlenosti. Bílé světlo odpovídá vyšším osvětlenostem během dne.

Osvětlovací soustavy

Svítidla musí umožnit realizaci osvětlovacích soustav, které budou splňovat náročné podmínky pro vidění. Navíc musí být bezpečná a odolná, musí být nenáročná na údržbu a energeticky úsporná. Kromě toho vzhled svítidla je stejně důležitý jako jeho technické vlastnosti.

V klasické učebně se pro celkové osvětlení volí v podstatě vždy odstupňovaná osvětlovací soustava. Svítidla musí být umístěna tak, aby světlo dopadalo na místo zrakového úkolu ze správné strany a aby byla maximálně omezena možnost oslnění odrazem. Velmi často se lze setkat s naprosto chybným rozmístěním svítidel, kdy jsou jejich řady kolmé na řady lavic. V takovém případě zcela jistě vzniká oslnění odrazem i oslnění přímé, neboť v příčné rovině svítidla většinou mají vyšší jas než v podélné rovině. Rovněž směr dopadu světla je chybný (ze-



předu místo ze strany). A navíc se ani neshoduje směr umělého a denního světla (v případě sdruženého osvětlení).

Zvláštní pozornost si zaslouží osvětlení tabule. Tabule musí být osvětleny tak, aby je bylo možné snadno a s minimálním namáháním zraku sledovat. Při změně pohledu z tabule na lavici (a naopak) se

osvětlenost tabule 500 lx, tedy osvětlenost je vyhovující pro zelené tabule, pro černé je tato hodnota nedostatečná.

Uvedených hodnot lze dosáhnout volbou kvalitních svítidel a světelných zdrojů. Změnu kontrastu (pozitiv – negativ) však neovlivní žádné svítidlo. Řešením je světle šedá tabule a černé omyvatelné

vačem ve tvaru koule (byť osazená kompaktní zářivkou). Ale ani moderní zářivková svítidla s nedostatečnou nepřímou složkou distribuce světla nejsou nejšťastnější volbou. Pokud v prostoru nejsou dostatečně světlé povrchy, je světlo poměrně tvrdé a často je na stěnách osvětlení velmi nerovnoměrné s patrnými přechody

jasů mezi přímo osvětlenou částí a částí osvětlenou pouze nepřímo. Například (módní) svítidla s parabolickou mřížkou jsou namísto jen v odůvodněných případech.

Uvedené nečnosti nemá svítidlo Silhouette (obr. 1). To i v přisazené verzi (existuje též v závěsném provedení; obr. 2) vyzařuje dostatečný podíl světelného toku směrem ke stropu, a tedy odražená změkčující složka vytváří vizuálně příjemný prostor.

Při vývoji svítidla Silhouette byly použity nejmodernější konstrukční postupy, ve výrobě jsou používány nejpokrokovější technologické procesy. Vysoce účinné lineární zářivky v kombinaci s úspornými elektronickými předřadnicími zajišťují nízkou energetickou náročnost svítidla, a tedy i příznivé náklady související s jeho provozem. Tím je svítidlo ještě zajímavější pro školy, kde značná část výdajů za energie souvisí právě s osvětlením.

Tvar svítidla, umístění světelných zdrojů i optické vlastnosti difuzoru byly optimalizovány výpočty a mnoha fotometrickými měřeními tak, aby výsledný charakter distribuce světla byl blízky ideálu i pro náročné úlohy osvětlování. Tedy maximální využití světelného toku a přitom příznivé jasy svítidla minimalizující riziko oslnění.

Transparentní prizmatický kryt (spíše refraktor než difuzor) je vyroben



Obr. 3. Svítidlo Comfolight (přisazené nebo závěsné)

mění směr pohledu a oko se musí přizpůsobit jiné pozorovací vzdálenosti, změně jasu i kontrastu. U oblíbených a stále velmi hojných černých, ale i tmavě zelených tabulí se mění pozitivní kontrast na tabuli za negativní v knize či sešitě.

Papír v knize či sešitě ležící na lavici má činitel odrazu minimálně 70 %. Při osvětlenosti 300 lx (požadavek pro běžnou učebnu) je jeho jas přibližně 67 cd·m⁻². Aby nedocházelo k nadměrnému namáhání zraku při změně pohledu z lavice na tabuli, nesmí být jas tabule menší, než je třetina jasu papíru. Pro černou tabuli s činitelem odrazu světla asi 5 % (spíše méně) by vertikální osvětlenost musela být asi 1 400 lx. Pro tabuli tmavě zelenou s činitelem odrazu přibližně 20 % již postačuje osvětlenost asi 350 lx. Norma požaduje

fixy (nevýhodou je, že povrch takové tabule je nutné obnovovat, protože po určité době používání jsou stopy po fixech „zažrané“ do jejího povrchu, a tabule je tudíž nepoužitelná). Světlo šedá tabule bude mít kromě shodného kontrastu (negativního – jako text v učebnici či sešitě) i vyšší jas při stejném intenzivním osvětlení. Potom se zraková náročnost omezí pouze na přizpůsobení zraku na různou vzdálenost. Tomu již nelze zabránit – ačkoliv je technicky možné nahradit tabuli, učebnice, sešity počítačem. A to není ani příliš vzdálená budoucnost.

Svítidla pro osvětlení učeben

Zcela nevhodná jsou stále ještě existující závěsná žárovková svítidla s rozptylo-

z materiálu PMMA, který vyniká velkou propustností světla a je časově stálý. Přesto by bylo možné polemizovat o tom, zda by právě ve školách nebylo vhodnější provedení zvané antivandal z polykarbonátu (časově nestálého). Podélné drážky krytu usměrňují světlo do žádoucích směrů a příznivě ovlivňují jas svítidla.

Před vniknutím prachu je svítidlo Siluette téměř dokonale chráněno krytím IP50. V podstatě se tak nesnižuje účinnost a nemění se jeho optické vlastnosti vlivem znečištění. Svítidlo se udržuje v čistotě prostým očištěním povrchu vlhkou látkou. Díky uvedenému stupni krytí postačí osobu vykonávající údržbu pouze poučít. Táž osoba může i čistit vnitřní plochy difuzoru. To je doporučeno dělat v intervalu dlouhém tři roky. Difuzor svítidla lze sejmout bez nástrojů. Tím je také značně usnadněna výměna světelných zdrojů (opět osobou poučenou), byť jde o činnost velmi řídkou. Při provozu svítidla osm hodin denně by bylo třeba vyměnit zdroj přibližně po deseti školních rocích.

Všestranné možnosti použití svítidla Siluette násobí široká výkonová řada – je vyráběno pro lineární zářivky T5 celé příkonové řady od 14 do 80 W. Samozřejmě jsou varianty s jedním nebo dvěma zdroji. Ale tím možnosti kombinací nekončí. Díky použitým elektronickým předřadníkům lze pro jedno svítidlo zvolit různé zdroje. Jsou možné kombinace 14 nebo 24 W, 28 nebo 54 W, a dokonce trojkombinace 35, 49 nebo 80 W!

Zde je několik výhod:

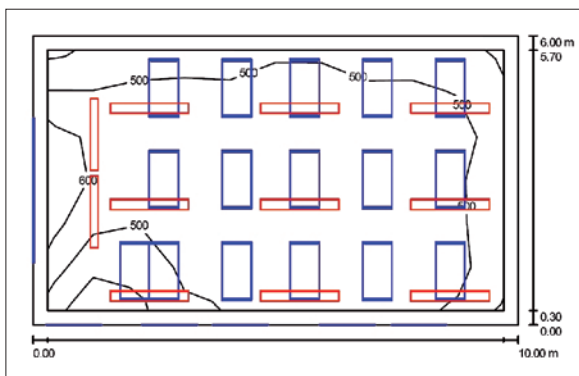
- Při vypracovávání návrhu je možné kombinovat svítidla s různým světelným tokem a tak dosáhnout optimální energetické bilance. Přitom nebude narušen estetický vzhled soustavy; to by nastalo při použití svítidel různého příkonu, tedy i délky.
 - Na koncích řad svítidel zákonitě klesá osvětlenost. Použitím svítidla s vyšším příkonem se pokles omezí, opět bez narušení vzhledu soustavy.
 - Při změně využití učebny s rozdílnými požadavky na osvětlení není bezpodmínečně nutná rekonstrukce, např. změna běžné učebny v kreslírnu či laboratoř (nebo naopak). Pak mnohdy stačí zaměnit dosavadní zdroje za výkonnější (nebo naopak méně výkonné).
- Elektronické předřadníky zajišťují úsporný provoz po celou dobu svého ži-

vota. Je-li požadováno stmívání osvětlení, např. při promítání, je možné použít předřadníky, které takovou regulaci umožňují. Častější bude požadavek na regulaci osvětlení v závislosti na denním osvětlení. V takovém případě bude vhodnější automatická regulace, i když je možné i ruční ovládání.

Svítidlo Siteco typu Comfolight (obr. 3) splňuje požadavky kladené na osvětlení tabulí. Stejně jako svítidla Siluette, je rovněž k dispozici jako přisazené nebo závěsné, takže lze vytvářet vzhledově jednotné soustavy. Svítidlo má asymetrický reflektor z vysoce leštěného hliníkového plechu, a tudíž je pře-



Obr. 4. Návrh osvětlení učebny se svítidly Siluette (5 svítidel 2x 80 W, 3 svítidla 1x 49 W a 1 svítidlo 2x 49 W) a Comfolight (2 svítidla 1x 49 W)



Obr. 5. Rozložení osvětlenosti pracovní roviny učebny podle obr. 4: udržovaná osvětlenost pracovní roviny 541 lx, tabule – 548 lx (učebna se sdruženým osvětlením)

vážná část světla směřována šikmo, na stěnu s tabulí. Přitom jsou všechny jasné plochy dokonale skryty před zraky žáků. Studenti tedy nejsou oslňováni. Oslněn není ani učitel, protože svítidlo je umístěno mimo směr, kterým se kantor obvykle dívá.

Comfolight je moderní svítidlo, dokonale, a přitom jednoduché. To je výhodou při údržbě a výměně světelných zdrojů. Zdroje je třeba vyměnit, stejně jako u svítidel Siluette, jednou

za deset let (osobou poučenou). Přestože jde o otevřené svítidlo, je interval jeho čištění jeden rok. Je tomu tak díky vhodné zvolené konstrukci a použitým materiálům. Svítidla Comfolight jsou výhradně vyráběna jako jednozdrojová pro lineární zářivky T5 s příkonem 49 W. Samozřejmě je použití špičkových elektronických předřadníků pro úsporný provoz.

Literatura:

- [1] ČSN EN 12464-1 – Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 1: Vnitřní pracovní prostory. ČNI, 2004.
- [2] ČSN EN 12464-1/Z1 – Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 1 Vnitřní pracovní prostory, změna Z1. ČNI, 2005.

Svítidla pro osvětlení tabulí

Dříve se vyráběly žárovkové „světlo-mety“, které výrobce označoval za svítidla pro osvětlování školních tabulí. Dnes je v páru lze nalézt nad nejednou tabulí. Netřeba sáhodlouze rozebírat jejich nevhodnost – nízká osvětlenost tabule, odlišné barevné podání žárovek oproti zářivkám, oslnění pedagoga apod. Naopak vhodná jsou asymetrická svítidla s lineárními světelnými zdroji, která jsou umístěna tak, aby bylo dosaženo požadovaných jasů tabule. Přitom je nutné vyloučit rušivé odrazy svítidel na povrchu tabule (oko žáka je asi 3 m od tabule ve výšce od 0,8 do 1,2 m nad podlahou – podle věku).