

Praktická příručka pro osvětlování učeben



office

industry

traffic

shopping

public

sports



sITeCO

Osvětlení ve školních prostorech se v zásadě neliší od osvětlování podobných míst v jiné oblasti lidského konání. 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. Prakticky jedinou specifikou ve školských zařízeních je základní osvětlení klasických učeben a osvětlování tabulí.

Tato příručka je pokusem o přiblížení problematiky osvětlování učeben a prostor ve školních a vzdělávacích zařízeních podle normy ČSN EN12464-1 a snahou seznámit čtenáře s nejmodernějšími poznatky světelné techniky. Školy a obecně většina školních zařízení má z hlediska osvětlení osobitý charakter. Osvětlovací soustavy se výrazně podílejí na celkové energetické bilanci. Proto jakékoliv snížení příkonu osvětlovací soustavy je významným počinem pro snížení provozních nákladů. K těm přispěje i minimalizace počtu svítidel a světelných zdrojů. Ne nepodstatná je i kvalita provedení jednotlivých prvků. Při použití kvalitních svítidel klesají náklady na jejich opravy i na údržbu, jako je jejich čištění. Návrh osvětlovací soustavy není jednoduchý. Cílem této práce je ukázat řešení, které nabízí optimální poměr ceny, kvality, minimálních provozních nákladů s maximálními úsporami spotřeby elektrické energie.

Požadavky na umělé osvětlení ve školních prostorech podle norem

V současné době je umělé osvětlení škol řešeno normou ČSN EN12464-1 - Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů. Ta je doplněna národní přílohou ČSN EN12464-1/Z1 která objasňuje a upřesňuje některé pasáže. Pro přehlednost jsou v závěru této publikace uvedeny požadavky předpisu, které je třeba splnit v prostorech, které se mohou vyskytnout v oblasti školství.

V tabulce je jako první uvedena udržovaná osvětlenost E_m - to je hodnota pod kterou nesmí klesnou (místně) průměrná osvětlenost srovnávací roviny bez ohledu na to, jak staré jsou světelné zdroje, jak jsou znečištěna svítidla nebo jak zašlé jsou malby v osvětlované místnosti. Častou chybou je špatné umístění srovnávací roviny. Je zřejmé, že vidět je třeba tam kde je předmět našeho zájmu. Je to papír na stolní desce, sešit na lavici, svíslá školní tabule, podlaha na chodbě nebo v tělocvičně. Srovnávací rovina může být nejen vodorovná nebo svíslá, ale obecně šikmá, například dnes již téměř historické rýsovací prkno, nebo malířský stojan.

Dalším údajem v tabulce je index rušivého oslnění – UGR_L což je číslo které kvantifikuje subjektivní pocit nepohody nebo snížené schopnosti vidět podrobnosti tedy oslnění. To je způsobeno nevhodným rozložením jasu v prostoru nebo jejich přílišnou velikostí. Především je mohou zapříčinit vysoké jasy svítidel a temnější pozadí strop, stěny... Hodnoty UGR_L v tabulce jsou maximální, vypočtené hodnoty musí být nanejvýše stejné.

Posledním údajem tabulky je všeobecný index podání barev R_a to je veličina charakterizující věrnost podání barev ve světle určitého světelného zdroje. Může dosáhnout maximální hodnoty sto, a to znamená, že barvy jsou přirozené a jsou vnímány bez zkreslení. Minimální hodnota je nula, což znamená naprostou ztrátu barevného vnímání světa, svět monochromatický. Při výběru světelného zdroje se musí volit takové, které mají barevné podání přinejmenším takové jaké požaduje norma. Kromě všeobecného indexu podání barev je pro vnímání barev důležité i to, jaký barevný tón světla vyzařuje použitý světelný zdroj. **Studenější barvy podporují** pracovní, tedy i studijní, **výkon** (například zářivky bílé); **teplé barvy navozují klid**, pohodu a jsou vhodné spíše pro odpočinkové prostory (zářivky teple bílé). Tam, kde záleží na přesné reprodukci barev, tam se používají velmi chladné barvy (zářivky se světlem denním) a vysoké osvětlenosti 1000 a více luxů. Při nižších hladinách je světlo těchto zdrojů nepříjemné. Zhruba platí zásada, že s rostoucí teplotou 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.

Denní osvětlení

Denní světlo je to nevhodnější, protože lidský zrak je mu za tisíciletí vývoje nejlépe přizpůsoben. Školní učebny mají obvykle velká okna, takže do interiéru proniká často dostatečné množství světla. I u nejlépe navrženém systému denního osvětlení (okna, světlíky) je jeho množství někdy nedostatečné (soumrak, zatažená obloha) a je nutné přisvětlovat umělým světlem. Protože se však využívá celá plocha tříd, může se stát, že v hlubší části je přirozeného světla nedostatek i během dne. V takových případech se musí navrhovat tzv. sdružené osvětlení, tedy současné osvětlení denním i umělým světlem. Zdánlivě paradoxně je v denní době požadovaná vyšší hladina osvětlení než v době, kdy venku panuje tma. Důvod je nasnadě. Ve dne jsou v zorném poli vyučovaných i vyučujících okna. Ta mají vysoký jas, zejména, když je jimi vidět na oblohu. Je tedy nutné umělým osvětlením dosáhnout adaptace zraku na tyto vyšší jasy. A to znamená právě ono zvýšení osvětlenosti. Pak nebude docházet k oslnění.

Proměnlivosti denního osvětlení je překvapivě zdrojem možných úspor provozních nákladů. Blíže je o tom napsáno v kapitole "Řízení osvětlení".

Svítlidla a osvětlovací soustavy

Svítlidla musí umožnit realizaci osvětlovacích soustav, které budou zajišťovat splnění náročných podmínek pro vidění. Navíc musí být bezpečná a odolná, musí být nenáročná na údržbu a energeticky úsporná. Samozřejmě, že vzhled svítidla je stejně důležitý jako jeho technické vlastnosti.

V klasické učebně se pro celkové osvětlení volí prakticky vždy odstupňovaná osvětlovací soustava. Svítidla musí být umístěna tak, aby světlo dopadalo na místo zrakového úkolu ze správné strany a aby byla na maximální míru omezena možnost oslnění odrazem (viz příklad výpočtu). Velice často je vidět naprosto chybné rozmístění svítidel, kdy jsou řady svítidel kolmé na řady lavic. V takovém případě zcela jistě dochází k oslnění odrazem i oslněním přímým, neboť v příčné rovině mají svítidla ve většině případů vyšší jas než v rovině podélné. Rovněž směr dopadu světla je chybný (zepředu místo ze strany). A konečně nedochází ani ke shodě směru 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) dochází ke změně směru 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 negativní kontrast na tabuli za pozitivní v knize či sešitu.

Papír v knize či sešitu ležícím na lavici má činitel odrazu minimálně 70%. Při osvětlenosti 500 luxu je jeho jas přibližně $110 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$. Aby nedocházelo k nadměrnému namáhání zraku při změně pohledu z lavice na tabuli, pak tabule nesmí mít jas menší než je třetina jasu papíru. Pro černou tabuli s činitelem odrazu světla cca 5% (spíše méně) by vertikální osvětlenost musela být asi 2300 luxu. Pro tabuli tmavě zelenou s odrazností kolem 20% již postačuje osvětlenost asi 550 luxu. 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 fixy. Světlešedá tabule bude mít krom pozitivního kontrastu i vyšší jas při stejně intenzivním osvětlení. Potom se zraková náročnost omezí pouze na přizpůsobení zraku na různou vzdálenost. Tomu již nelze zabránit - i když není technicky nemožné nahradit tabuli, učebnice, sešity počítačem. A není to ani příliš vzdálená budoucnost.

Silhouette - svítidlo pro osvětlení tříd a učeben

Silhouette je svítidlo velmi vhodné pro osvětlování ve školních prostorech. Při jeho vývoji byly použity nejmodernější konstrukční postupy, ve výrobě jsou používány nejpokrokovější technologické procesy. Vysoce účinné lineární zářivky v kombinaci s úspornými elektronickými předřadníky zajišťují nízkou energetickou náročnost svítidla a tedy příznivé náklady související s jeho provozem. Tím je svítidlo ještě zajímavější pro školy, kde značná část nákladů na energie souvisí právě s osvětlením. Svítidlo lze instalovat jako přisazené nebo závěsné.

Tvar svítidla, umístění světelných zdrojů i optické vlastnosti difuzoru byly optimalizovány výpočty a mnoha fotometrickými měřeními tak, aby výsledná vyzařovací charakteristika byla co možná ideální pro náročné osvětlování a současně se dosáhlo příznivých jasů svítidla. Transparentní prizmatický difuzor je vyroben z materiálu PMMA, který vyniká vysokou propustností světla a v čase stálými vlastnostmi. Podélné drážky v materiálu difuzoru vhodně usměrňují světlo a navíc pozitivně ovlivňují i jas svítidla. Důsledkem je "měkké" světlo velmi příznivě působící na psychiku člověka.

Před vniknutím prachu (nebo jiných předmětů) je svítidlo Silhouette téměř dokonale chráněno díky **krytí IP50**. Prakticky tak nedochází ke snížení účinnosti a změně jeho optických vlastností vlivem znečištění. Svítidlo se udržuje v čistotě prostým setřením vlhkým hadrem. Díky zmíněnému krytí postačí osobu provádějící údržbu pouze poučit. Táž osoba se může věnovat i **čištění vnitřních ploch** difuzoru. To je doporučeno provádět v neuvěřitelně dlouhém **intervalu tři let**. Difuzor svítidla lze sejmut bez nástrojů. Tím je také značně usnadněna **výměna světelných zdrojů** (osobou poučenou), byť se jedná o činnost velmi zřídkou. Pokud by bylo svítidlo v provozu osm hodin denně, pak by výměna nastala přibližně **po deseti školních rocích**.



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

Důsledků, přesněji výhod, je hned několik:

- při návrhu je možné kombinovat svítidla s různým světelným výkonem a tak dosáhnout optimální energetické bilance. Přítom nebude narušen estetický vzhled soustavy, ke kterému by došlo v případě použití svítidel různého příkonu, tedy i délky.
- na koncích řad svítidel zákonitě dochází k poklesu osvětlenosti. Použitím svítidla s vyšším příkonem se pokles omezí a to opět bez narušení vzhledu soustavy.
- při změně využití učebny s rozdílnými nároky na osvětlení není bezpodmínečně nutná rekonstrukce.

Například změna běžné učebny v kreslírnu či laboratoř nebo naopak. Pak mnohdy postačí záměna stávajících zdrojů za výkonnější (nebo naopak méně výkonné) elektronické předřadníky zajišťují úsporný provoz po celou dobu své životnosti. Pokud vznikne požadavek na stmívání osvětlení, například při promítání, pak je možné použít předřadníku, 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.

Comfolight - asymetrické svítidlo pro osvětlení tabulí

Pro osvětlení školních tabulí lze dobře použít svítidlo Comfolight. Vzhledově je toto svítidlo vhodné k použití do sestav se svítidly Siluette a je rovněž dostupné jako přisazené nebo závěsné. Svítidlo má asymetrický reflektor z vysoce leštěného hliníkového plechu, takže převážná část světla je směřována do boku, na stěnu s tabulí. Reflektor a světelné zdroje jsou dokonale cloněny před zraky žáku.

Nedochází tedy k jejich oslnění. Oslněn není ani učitel, protože svítidlo je umístěno mimo směr, kterým se kantor obvykle dívá.

Comfolight je moderní svítidlo, dokonalé a přitom jednoduché. To je výhodou při údržbě a výměně světelných zdrojů. K výměně dochází, stejně jako u svítidel Siluette, jednou za deset let (osobou poučenou). Konstrukční řešení a použité materiály prodloužily interval čištění svítidla na jeden rok.

Svítidla Comfolight jsou vyráběna výhradně jako jednozdrojové pro lineární zářivky T5 s příkonem 49W. Samozřejmostí je použití špičkových elektronických předřadníků zajišťujících úsporný provoz.

Světelné zdroje

V obou popsaných svítidlech jsou použity lineární zářivky T5 o průměru 16 mm. Jedná se o moderní světelný zdroj s vysokou účinností přeměny elektrické energie na světlo (až 100 lumen z wattu). Vyznačují se kvalitním podáním barev ($R_a = 80 \div 90$), takže jsou vhodné pro použití v prostorech s vysokými nároky na zrakovou pohodu.

Zářivky T5 jsou provozovány výhradně s elektronickými předřadníky. To přináší řadu výhod, které jsou popsány v následující kapitole.

Nelze přehlédnout ani tu skutečnost, že použití těchto zářivek je ohleduplné i k životnímu prostředí. A to nejen z důvodu použití elektronického předřadníku. Lineární zářivky T5 totiž obsahují jen velmi malé množství rtuť.



Obr. 1

Elektronické předřadníky

Elektronický předřadník nahrazuje klasický předřadník tlumivkou. Má celou radu výhod a pouze jednu nevýhodu vyšší cena prozatím. Konstruktoři svítidel využívají jejich vlastnosti, jako je nižší váha, menší rozměry a možnost volby tvaru předřadníku.

V praxi nastupují další, významnější výhody.

- **Bezpečnost** - předřadník napájí světelný zdroj vysokým kmitočtem. Důsledkem toho zmizí viditelné kmitání známé u zářivek nebo výbojek. Odstraní se tzv. stroboskopický efekt situace, kdy se zdánlivě zastaví otáčení nějakého stroje.
- **Životnost světelných zdrojů** - použití elektronického předřadníku prodlužuje životnost světelného zdroje, protože impuls k zapálení výboje přichází až ve chvíli kdy elektrody dosáhnou správné teploty. Důsledkem "teplého startu" je také to, že nedochází ke zkracování životnosti opakovaným rozsvícením a zhasínáním. U klasických předřadníků se udává, že každé rozsvícení snižuje životnost světelného zdroje o 3 hodiny.
- **Ekologická šetrnost** - vyšší životnost světelných zdrojů znamená, že se vyřadí méně světelných zdrojů.
- **Psychická pohoda** - kmitání světla má také nepříznivý dopad na psychiku člověka. Vysokofrekvenční předřadník působí pozitivně.
- **Zrakový výkon** - zrakem nepozorovatelné kmitání světla ovlivňuje i zrakový výkon. V grafu na obr.1 jsou uvedeny výsledky výzkumu vlivu typu předřadníku na práci u počítače.
- **Možnost regulace** - pomocí elektronických předřadníků lze snadno regulovat světelný výkon svítidla. Je možné dosáhnout výrazného snížení nákladu na elektrickou energii.
- **Elektrické ztráty** - v elektronickém předřadníku jsou menší než u klasických tlumivek.
- **Jalová energie** - účinnost svítidla s elektronickým předřadníkem není třeba kompenzovat jako je tomu u svítidel s klasickým předřadníkem (tlumivkou). Kompenzace ve svítidlech nebo v tzv. kompenzačních rozváděcích zvyšuje pořizovací náklady soustav s klasickými předřadníky.

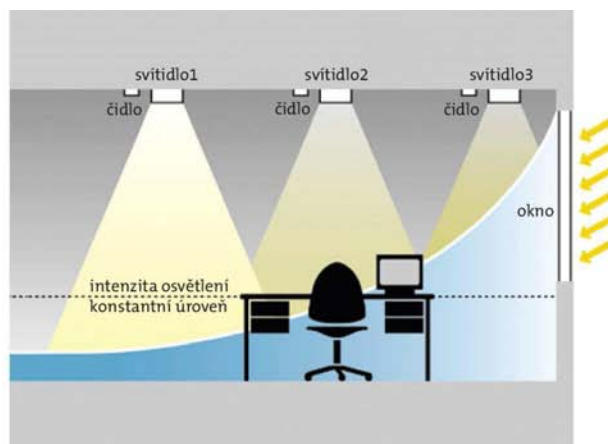
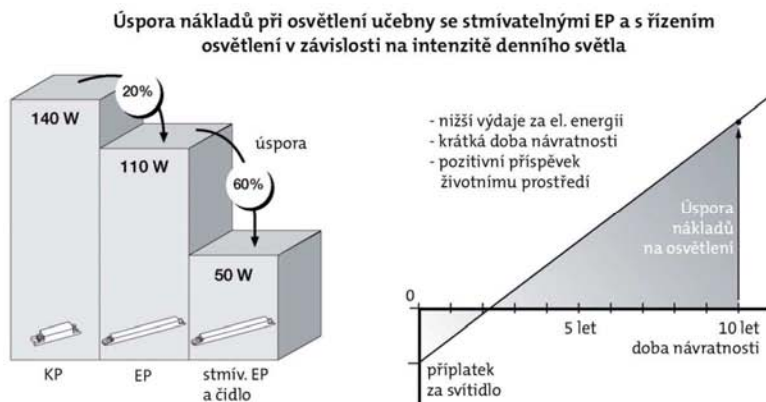
Řízení osvětlení

Denní světlo je však proměnlivé, takže v každém okamžiku jsou na doplňující umělé osvětlení kladeny jiné požadavky. Je proto vhodné regulovat světelný výkon osvětlovací soustavy. Ručně, nebo lépe samočinným řízením. Druhý způsob je sice o něco nákladnější, avšak z pohledu úspor elektrické energie a kvality osvětlení je výhodnější. Automatické řízení může totiž pomoci čidel reagovat na proměnlivost denního světla přesněji než člověk. Při poklesu osvětlenosti pod určitou hodnotu se zapne soustava umělého osvětlení. Umí reagovat plynule a tedy prakticky nepozorovatelně. Také může reagovat na přímý sluneční svit zatažením závěsu či nastavením žaluzií (i když tento úkon zvládne samozřejmě stejně dobře i člověk).

Automatická regulace má však ještě další výhody.

Osvětlovací soustavy v průběhu času ztrácí výkon. Je to díky jejich zašpinění nebo stárnutí. Některé stavy lze obnovit (umytím svítidla, vymalováním, výměnou světelného zdroje), a tak osvětlovací soustavu uvést (téměř) do počátečního stavu. Míra (přechodného) znehodnocení osvětlovacích soustav se vyjadřuje pomocí udržovacího činitele z , což je číslo, kterým se dělí počet svítidel, který by byl zapotřebí pro osvětlení prostoru v případě, že by k naznačeným změnám nedocházelo. Protože je to číslo menší než nula tak je nutné použít větší počet svítidel (v příkladu je $z=0,72$ a je navrženo osm svítidel, pokud by nedocházelo ke ztrátám, pak by jich stačilo šest).

Osvětlovací soustava tedy svítí po většinu času více než je nutné k dosažení osvětlenosti pro určitou zrakovou činnost. Regulace dokáže hladinu osvětlenosti udržovat na konstantní hodnotě (pro učebny je to 500 luxů). To znamená, že dochází k úsporám při spotřebě elektrické energie. Ve školních třídách, kde je osvětlení provozováno především v denních hodinách, je návratnost investic vynaložených do tohoto systému velmi krátká. Podle přírodních podmínek a stavebním a elektrotechnickým řešení je možné dosáhnout úspor 70% i větších. Tyto možnosti jsou prezentovány v následující tabulce, kde jsou porovnány tři soustavy s devíti svítidly.



Porovnání svítidel s klasickým a elektronickými předřadníky

Soustava	Cena svítidla [Kč]	Počet svítidel	Příkon svítidla [kW]	Spotřeba el. energie soustavy [%]	Doba čištění / rok [min]	Náklady na el. Energii	Náklady na čištění	Počet výměn světelných zdrojů	Náklady na výměnu zdrojů Kč /ks	Náklady na výměnu zdrojů / rok	Cena soustavy [Kč]	Provozní náklady [Kč]	Návratnost investic [roky]
Běžné svítidlo	2100	9 ks	0,14	100	30	6733 Kč	1350 Kč	4	137	548 Kč	18900	8631	X
EP ručně	3100	9 ks	0,11	80	15	4232 Kč	675 Kč	2	186	372 Kč	27900	5279	2,7
EP automat	4100	9 ks	0,11	30	15	1587 Kč	675 Kč	2	186	373 Kč	36900	2634	3,0

Soustava 1 svítidla s klasickými předřadníky se dvěma zářivkami 58W, ruční ovládání klasickými spínači

Soustava 2 svítidla Siluette s elektronickými předřadníky se dvěma zářivkami 49W, ruční ovládání klasickými spínači

Soustava 3 svítidla Siluette s elektronickými předřadníky se dvěma zářivkami 49W, automatické ovládání čidly denního světla

Na tomto místě je asi vhodné podotknout, že v tabulce jsou uvedeny jen úspory měřitelné. Velmi obtížně lze vyčíslit úspory ekologické, které moderní svítidla ve spojení s regulací přinášají. Úspora energií, čisticích prostředků a menší počet vyhořelých světelných zdrojů totiž v důsledku ekologickou úsporou bezesporu je.

Poznámky:

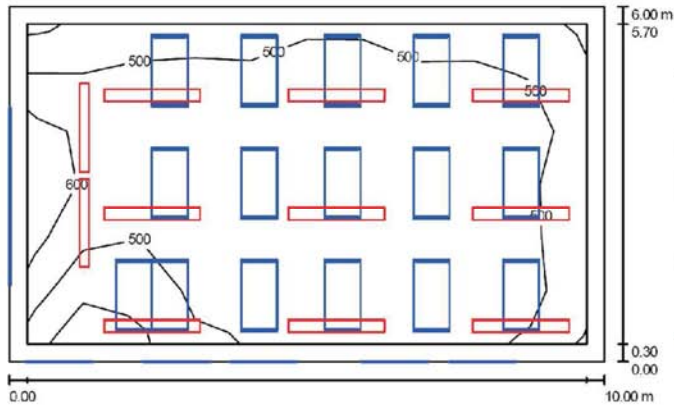
- cena el.energie 3,34 Kc/kWh.
- počet provozních hodin je 1600 hodin/rok a je stanoven pro 8 hodin denně.
- cena za práci čištění svítidel je odhadnuta na 300 Kč/hodinu a obsahuje mzdy, sociální pojištění a jiné odvody, čisticí prostředky, apod.
- běžné svítidlo se musí důkladně čistit dvakrát ročně (15 minut). Průměrná doba čištění za rok je $2 \times 15 = 30$ minut.
- svítidlo Siluette se čistí 1x za tři roky důkladně, dvakrát do roka se oře vlhkým hadrem (5minut). Průměrná doba čištění za rok je $15/3 + 2 \times 5 = 15$ minut.
- životnost zářivky T8 byla počítána 9000 hodin, cena 62 Kč; pro zářivky T5 16000 hodin, cena 111 Kč; cena výměny u obou zdrojů 75 Kč.
- průměrná roční výměna světelných zdrojů = počet svítidel x počet sv.zdrojů x roční doba svícení / životnost zdroje (a zaokrouhloveno nahoru). Ve skutečnosti bude počet vyměněných zdrojů v prvních letech nižší.
- náklady na čištění a výměnu světelných zdrojů budou ve skutečnosti ještě příznivější pro svítidla Siluette důvodem je beznástrojová údržba.

Dodatek - Nouzové osvětlení ve školách

Nouzové osvětlení ve školách se navrhuje podle ČSN EN1838. S ohledem na specifické podmínky ve školách je při něm potřeba dodržovat následující zásady:

- Nouzové osvětlení únikových cest - na chodbách a schodištích se mohou v případě havárie pohybovat velké počty dětí. Jedná se o psychicky i fyzicky nedospělé, citově labilní jedince, mezi kterými může v případě mimořádné události dojít k panice. Proto je nutné zajistit oproti základnímu požadavku osvětlenost minimálně 3luxy.
- Nouzové osvětlení otevřených zón - ve školních družinách postačí základní osvětlenost 0,5 luxu. V ostatních prostorech, jako jsou učebny, jídelny, herny, knihovny a podobné, je opět zvýšené nebezpečí vzniku paniky. Proto je zde třeba zajistit minimální osvětlenost alespoň 2 luxy. Platí to zejména pro 1.stupen ZŠ.
- Tělocvičny a vnitřní sportovní zařízení - vzhledem k prováděné činnosti i možnosti různě rozestavených překážek (tělocvičného nářadí) je v těchto prostorách třeba zajistit zvýšenou úroveň nouzového osvětlení, minimálně 3 luxy. Pokud je v těchto prostorách osvětlení realizované výbojkovými svítidly, je třeba zajistit nouzové osvětlení po přechodnou dobu, než se výbojky po výpadku napájení znovu rozsvítí.
- Sborovny, kabinety, kanceláře - zde se pohybují děti jen jednotlivě a vždy za přítomnosti učitele, proto zde postačí splnění požadavku ČSN EN1838. Nouzové osvětlení není většinou v těchto místnostech bezpodmínečně nutné.
- Značení směru úniku - je ve školách velmi důležité. Je třeba mít stále na paměti zvýšené nebezpečí vzniku paniky, které dobré značení pomáhá zabránit. Směrové šipky musí být vždy rozmístěny tak, aby z kteréhokoliv místa byla vidět vždy alespoň jedna. Musí být umístěny na každé křižovatce cest, u schodišť, u převýšení, u dveří únikových cest. Není bezpodmínečně nutné umísťovat označení nouzového východu nad dveře uvnitř nouzově osvětlených tříd ani ve sborovnách, kancelářích a dalších místnostech přístupných jen dospělým zaměstnancům školy. Přednostně je doporučeno používat piktogramy dle normy, u rozlehlých prostor, například dlouhých chodeb, je nutno ověřit čitelnost navrženého piktogramu ze vzdálenějších míst. Vhodné jsou směrové šipky stále svítící, případně s možností vypnutí nouzové funkce v době po uzavření školy.
- Směrnice - s ohledem na specifické podmínky ve školách je bezpodmínečně nutné předepsat vnitřními směrnici pravidelnou kontrolu funkce a autonomie nouzového osvětlení. Musí být předepsaná i povinná výměna baterií po 4 letech provozu!

Příklad světelně technického návrhu školní učebny



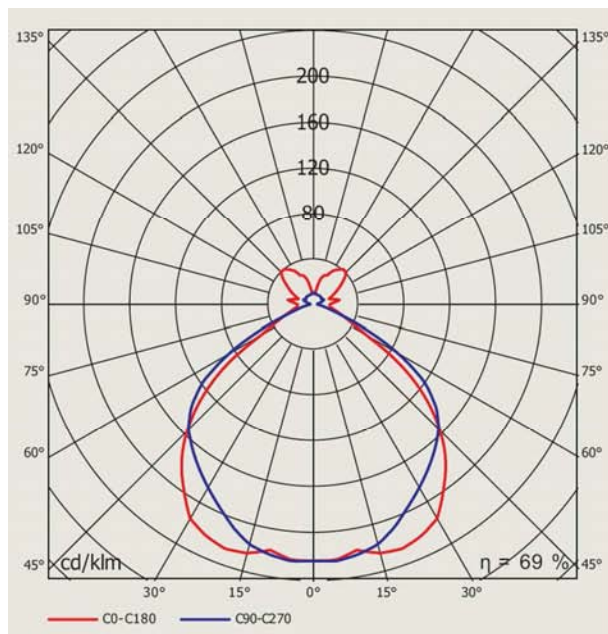
Výška místnosti: 3,2 m
Činitel údržby: 0,73

Výsledky výpočtu osvětlení

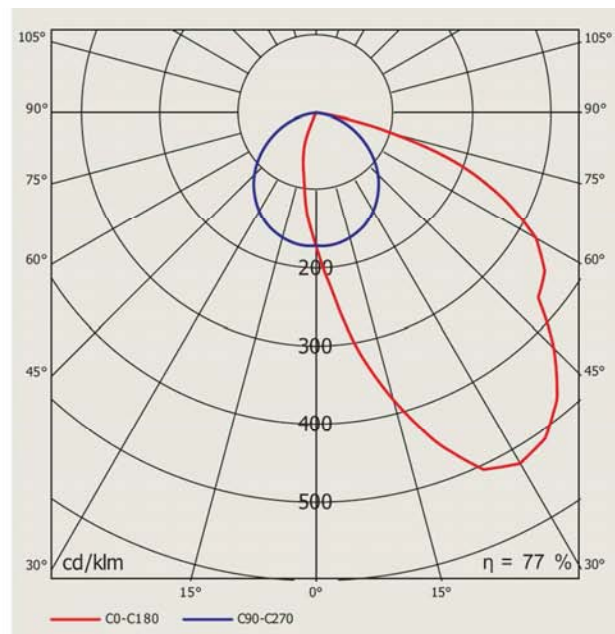
Plocha	Udržovaná osvětlenost [lx]		Rovnoměrnost	Činitel odrazu [%]	Jas [cd.m-2]
	Průměrná E_m	Minimální E_{min}	E_{min} / E_m	průměrný	průměrný Lm
Místnosti	549	347	0,63	-	-
Pracovní roviny	541	448	0,83	70 (sešit)	120
Tabule	548	396	0,72	50 (sv. šedá)	87
Stěny za tabulí	220	114	0,52	40 (sv. zelená)	28

Navržená svítidla – technické parametry

Číslo	[ks]	Označení – typ svítidla	Světelný tok zdrojů [lm]	Příkon svítidla [W]
1	5	5MJ 243 7-2 QS Siluette 2x80W	12300	176
2	1	5MJ 243 7-2 QS Siluette 2x49W	8600	110
3	3	5MJ 243 7-1 QS Siluette 1x49W	4300	55
4	2	5LF 619 7-1 F Comfolight 1x49W	4300	49
Celkový			91600	1253
Měrný příkon: 20,88 W/m-2 = 3,98 W/m-2 / 100 lx				



Siluette



Comfolight

Tabulka – Přehled prostor, úkolů a činností ve školských a výchovných zařízeních podle ČSN EN 12 464-1

1 - Mateřské školy a jesle

referenční číslo	Druh prostoru, úkolu nebo činnosti	E_m (lx)	UGR_L (-)	R_a (-)	Poznámky
1.1	herna	300	19	80	osvětlenost na podlaze
1.2	dětský pokoj	300	19	80	
1.3	ruční práce	300	19	80	

2 – Školské a vzdělávací budovy

referenční číslo	Druh prostoru, úkolu nebo činnosti	E_m (lx)	UGR_L (-)	R_a (-)	Poznámky
2.1	učebny, konzultační místnosti	300	19	80	osvětlení má být regulovatelné
2.2	učebny pro večerní studium a vzdělávání dospělých	500	19	80	osvětlení má být regulovatelné
2.3	přednáškové haly	500	19	80	osvětlení má být regulovatelné
2.4	tabule	500	19	80	zamezit zrcadlové odrazy v přednáškových sálech 750
2.5	demonstrační stůl	500	19	80	
2.6	pro výtvarnou výchovu	500	19	80	
2.7	pro výtvarnou výchovu v uměleckých školách	750	19	80	T_{cp} minimálně 5000 °K
2.8	kreslírny (technické)	750	19	80	
2.9	praktická výuka - laboratoře	500	19	80	
2.10	ruční práce	500	19	80	
2.11	učební dílny	500	19	80	
2.12	hudební cvičení	300	19	80	
2.13	počítačové učebny	300	19	80	osvětlení musí vyhovovat požadavkům pro PC.
2.14	jazykové laboratoře	300	19	80	
2.15	přípravný a dílny	500	19	80	
2.16	vstupní haly	200	22	80	
2.17	komunikační prostory a chodby	100	25	80	
2.18	schodiště	150	25	80	
2.19	společenské místnosti a shromažďovací haly	200	22	80	
2.20	místnosti vyučujících	300	19	80	
2.21	knihovny: police	200	19	80	
2.22	knihovny: místa pro čtení	500	19	80	
2.23	sklady učebních materiálů	100	25	80	
2.24	sportovní haly, tělocvičny, bazény (pro běžné použití)	300	22	80	Pro specializované činnosti použít požadavky EN 1193
2.25	školní jídelny	200	22	80	
2.26	kuchyně	500	22	80	

siteco

Distributor:

EPK elektro s.r.o., Rozdrojovice 247, 664 34 Rozdrojovice, Brno - venkov
 Tel./fax: +420- 546 221 921, mobil: 608 888 474, 603 287 758
 www.carandini.cz

SILUETTE - Tak jednoduché, a přesto všestranné

Univerzální elektronická výzbroj svítidel Siteco umožňuje dosažení různých úrovní osvětlení při neměnném počtu svítidel

Ve svítidle Siluette s elektronickým předřadníkem (Multipower) je možné osadit světelné zdroje s různým příkonem aniž by bylo nutné měnit elektrickou část svítidla. Tak je možné dosáhnout různých osvětleností aniž by se měnilo svítidlo. Elektronika navíc zajišťuje dlouhodobou životnost a vysoký výkon světelného zdroje. Svítidlo dosahuje téměř **90% provozní účinnosti** což má za následek menší nároky na elektrickou energii. Uzavřené svítidlo Siluette má **krytí IP50** a tím je zaručena výjimečná odolnost proti vniknutí prachu do optické části. Svítidla Siluette je možné montovat jako přisazená, závěsná, v řadách i jako samostatná. Snadno přístupný konektor usnadňuje montáž do souvislých řad. K jednoduché a rychlé montáži přispívá i nově vyvinutý úchyt svítidla.

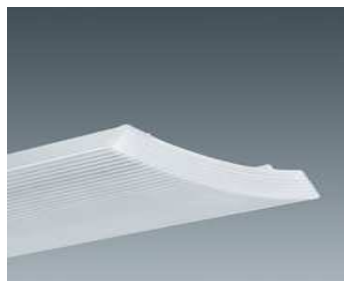
Jemné světlo. Dokonalé osvětlení vnitřních prostorů. Dokonalá optika pod přísnou kontrolou

Na spodní části subtilní ocelové konstrukce je umístěn difuzor vyrobený z PMMA. Účelný, jemný a štíhlý tvar harmonicky splyne s jakýmkoliv interiérem. Nadčasový tvar a harmonická forma závěsných i přisazených svítidel umožňuje použití je samostatně nebo je skládat do souvislých řad.

Možnost volit mezi třemi typy difuzorů umožní kontrolovat nejen míru oslnění, ale i rozložení světla v prostoru. K dispozici jsou i přidavné reflektory zabezpečující asymetrické nebo široké rozložení vyzařovaného světla. Ve srovnání se svítidly s mřížkami dosahuje Siluette kvalitnějšího osvětlení s významně nižším oslněním. A také vzhledově je působivější. Různá provedení svítidel řady Siluette pokrývají většinu myslitelných požadavků. Přitom se velmi snadno montují i udržují. Svítidla Siluette charakterizuje jednotný vzhled, přizpůsobivost nejrozličnějším prostorům, jemné světlo.

Čirý refraktor

V místech kde je vyžadováno jasné světlo a zanedbatelné rušení je zejména vhodné svítidlo Siluette s čirým refraktorem (**UGR 16/19**). Homogenní světlo, které vyzařuje ze svítidla, je zvláště vhodné prostory s různorodým využitím. Svítidlo Siluette přináší světlo tam kde je ho zapotřebí. Oblasti užití tohoto difuzoru jsou např. školní prostory, zubní ordinace, kanceláře apod.



Objednací kód	Zdroj	L x W x H (mm)	Hmotnost [Kg]
Jednotlivá svítidla s možností spojení do nepřetržité řady (RAL9006)			
5MJ 223 7-1BS	1 x T16 14/24 W	592 x 214 x 76	2,1
5MJ 223 7-1HS	1 x T16 28/54 W	1192 x 214 x 76	3,4
5MJ 223 7-1QS	1 x T16 35/49/80 W	1492 x 214 x 76	4,1
5MJ 223 7-2BS	2 x T16 14/24 W	592 x 214 x 76	2,2
5MJ 223 7-2HS	2 x T16 28/54 W	1192 x 214 x 76	3,6
5MJ 223 7-2QS	2 x T16 35/49/80 W	1492 x 214 x 76	4,3
5MJ 223 7-2XS	2 x T16 80 W	1492 x 214 x 76	4,3
5MJ 223 7-2WS	2 x T16 35/49 W	1492 x 214 x 76	
Jednotlivá svítidla			
5MJ 243 7-1HS	1 x T16 28/54 W	1312 x 214 x 76	3,4
5MJ 243 7-1QS	1 x T16 35/49/80 W	1612 x 214 x 76	4,1
5MJ 243 7-2HS	2 x T16 28/54 W	1312 x 214 x 76	3,6
5MJ 243 7-2QS	2 x T16 35/49 W	1612 x 214 x 76	4,3
5MJ 243 7-2XS	2 x T16 80 W	1612 x 214 x 76	4,3

Opálový kryt

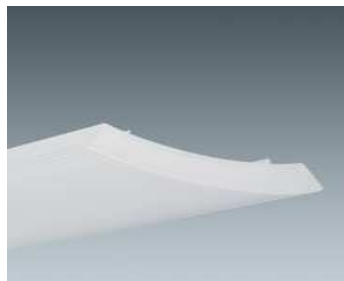
Opálový kryt (**UGR 19/22**) vydává jemné světlo, které v místnosti vytvoří příjemnou a klidnou atmosféru. Svítidlo také vytvoří ideální podmínky pro odpočinek nebo rozhovory a setkání. Difuzor rozptýlí ostrý paprsek světla a tím brání oslnění i při přímém pohledu na svítidlo. Oblasti užití tohoto difuzoru jsou např. továrny (jemné světlo při náročných montážních pracích), sklady, prodejny, chodby, čekárny, bufety a kuchyně.



Objednací kód	Zdroj	L x W x H (mm)	Hmotnost [Kg]
Jednotlivá svítidla s možností spojení do nepřetržité řady (RAL 9010)			
5MJ 211 7-1B	1 x T16 14/24 W	592 x 214 x 76	2,1
5MJ 211 7-1H	1 x T16 28/54 W	1192 x 214 x 76	3,4
5MJ 211 7-1Q	1 x T16 35/49/80 W	1492 x 214 x 76	4,1
5MJ 211 7-2B	2 x T16 14/24 W	592 x 214 x 76	2,2
5MJ 211 7-2H	2 x T16 28/54 W	1192 x 214 x 76	3,6
5MJ 211 7-2Q	2 x T16 35/49 W	1492 x 214 x 76	4,3
5MJ 211 7-2X	2 x T16 80 W	1492 x 214 x 76	4,3
Jednotlivá svítidla			
5MJ 231 7-1H	1 x T16 28/54 W	1312 x 214 x 76	3,4
5MJ 231 7-1Q	1 x T16 35/49/80 W	1612 x 214 x 76	4,1
5MJ 231 7-2H	2 x T16 28/54 W	1312 x 214 x 76	3,6
5MJ 231 7-2Q	2 x T16 35/49 W	1612 x 214 x 76	4,3
5MJ 231 7-2X	2 x T16 80 W	1612 x 214 x 76	4,3

Matový kryt

Varianta Siluette s matovým krytem (**UGR 22/25**) je vhodná pro osvětlení místnosti s požadavkem na vysoké osvětlenosti s dobrou zrakovou pohodou. Přináší snadnou orientaci a bezpečí. Doporučené oblasti použití jsou: např. továrny (jemné světlo při náročných montážních pracích), sklady, šatny, schodiště, archivy a knihovny.



Objednací kód	Zdroj	L x W x H (mm)	Hmotnost [Kg]
Jednotlivá svítidla s možností spojení do nepřetržité řady (RAL 9010)			
5MJ 222 7-1B	1 x T16 14/24 W	592 x 214 x 76	2,1
5MJ 222 7-1H	1 x T16 28/54 W	1192 x 214 x 76	3,5
5MJ 222 7-1Q	1 x T16 35/49/80 W	1492 x 214 x 76	4,2
5MJ 222 7-2B	2 x T16 14/24 W	592 x 214 x 76	2,2
5MJ 222 7-2H	2 x T16 28/54 W	1192 x 214 x 76	3,7
5MJ 222 7-2Q	2 x T16 35/49 W	1492 x 214 x 76	4,4
5MJ 222 7-2X	2 x T16 80 W	1492 x 214 x 76	4,4

Silhouette

Svítlidla **Silhouette** byla vyvinuta s ohledem na přísné požadavky kladené na estetiku ze strany architektů a na komfort a využití ze strany uživatelů. Použitím vysoce kvalitních materiálů a nejmodernějších technologií bylo dosaženo optimálních světelně technických parametrů charakterizujících svítidla Silhouette jako vysoce účinná, se širokým využitím a elegantním vzhledem.

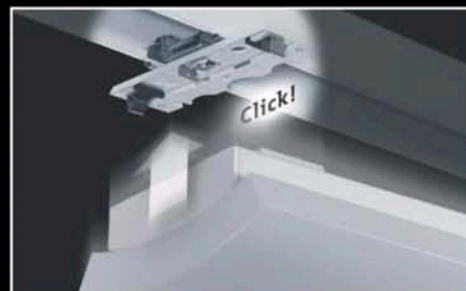
sITeCO

EPK elektro s.r.o.
Rozdrojovice 247
664 34 Rozdrojovice

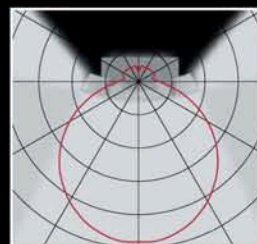
mobil: 608 888 474
tel./fax: 546 221 912

www.carandini.cz

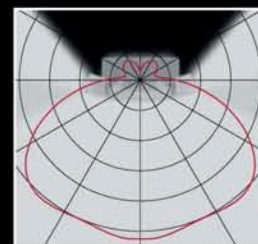
Snadná montáž a údržba



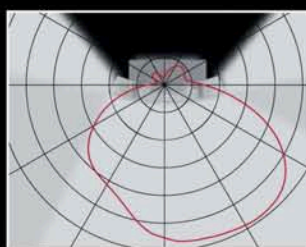
Příklady rozložení světelného toku



úzké



široké



asymetrické