ČEA

POSTUP PODLE EN PRO EA A EP PRO BUDOVY V ČÁSTI UMĚLÉ A DENNÍ OSVĚTLENÍ

stú-e
Stavebně technický ústav-E a.s.

2006

POSTUP PODLE EN PRO EA A EP PRO BUDOVY V ČÁSTI UMĚLÉ A DENNÍ OSVĚTLENÍ

STÚ-E, a.s.
Stavebně technický ústav - Energetika budov, a.s.

Název: **POSTUP PODLE EN PRO EA A EP PRO BUDOVY V ČÁSTI UMĚLÉ A DENNÍ OSVĚTLENÍ**

STÚ-E, a.s. Stavebně technický ústav - Energetika budov, a.s.
Washingtonova 25, 110 00 Praha 1

zodpovědný řešitel : **Ing. Karel Dvořáček**
tel.: **+420 221 674 602**
fax.: **+420 224 210 497**
e mail: **dvoracek@stu-e.cz; info@stu-e.cz**

oponent: **ing. Josef Kunc**

ANOTACE

Produkt – Postup podle EN pro EA a EP pro budovy v části umělé a denní osvětlení - je podkladem pro využití nových EN zabývajících se energetickou náročností umělého osvětlení a možností využití osvětlení denním světlem z hlediska možnosti úspor energie v souladu se zákonem č. 406/2000 Sb. v platném znění. Publikace zahrnuje komplexní výčet základních dat, příklad postupu jejich využití při stanovení energetické náročnosti osvětlení budov. Podklady jaou využitelné při přípravě návrhu, projektu budovy, či pro potřebu energetického auditu. V produktu jsou zohledněny zahraniční zkušenosti se zaváděním inteligence ve vybraných administrativních budovách.
Publikace uplatňuje komplexní i dílčí využití dokumentů EN:

1. pr EN 15193:2005 Energetická náročnost budov – Energetické požadavky na osvětlení: Část 1: Stanovení potřeby energie na osvětlení;
2. prEN 15315 - Energetická náročnost budov – Obecné užití energie, primární energie a CO_2 emise..

Publikace obsahuje:

- úvod do problematiky,
- využití denního světla k úsporám energie pro umělé osvětlení;
- umělé osvětlení a základní požadavky na umělé osvětlení;
- stanovení typických řešení osvětlovacích soustav;
- stanovení spotřeby elektřiny pro umělé osvětlení
- numerický indikátor energie pro osvětlení (LENI);
- informativní hodnoty LENI pro různé typy budov;
- uvolněné teplo z umělého osvětlení;
- vzorový postup pro certifikaci prostorů vybrané budovy;
- závěr a doporučení
- užité termíny a definice.

UŽITÍ

Publikace je určena pro poradenskou činnost a je zpracována v rámci Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2006 – program IV.4 – Zpracování produktů k podpoře poradenství, vzdělávání a propagace.
Publikace je určena poradenským střediskům EKIS ČEA, energetickým auditorům, místní a státní správě, projektantům a jiné odborné veřejnosti.

1 Úvod

Světlem (světelným zářením) se rozumí viditelné záření, které je zhodnoceno zrakovým orgánem pozorovatele podle citlivosti oka k záření různých vlnových délek. I když je světlo pouze prostředkem umožňujícím získávat zrakové informace mezi zrakovým systémem člověka a pozorovanými předměty či sledovanými jevy, přesto odborníci označují osvětlení při veškeré činnosti lidí za nesmírně důležitou podmínku existence člověka. Při posuzování, zda je ten který způsob osvětlení vhodný z hlediska určité činnosti, je nutné vycházet z fyziologie zrakového systému, ale musí se při tom uvažovat psychologické aspekty zrakového vjemu. Jen tak je při návrhu osvětlovací soustavy možné respektovat nejen fyziologické, ale i psychologické účinky světla na organismus člověka. Při stanovování požadavků na osvětlení nestačí brát v úvahu jen dílčí funkce zraku, například ostrost vidění, adaptaci či akomodaci zraku atd., neboť dílčí funkce zraku vystihují skutečnou situaci jen velmi omezeně. Z tohoto důvodu současné světelně technické předpisy kladou velký důraz kromě na zrakový výkon i na zrakovou pohodu.

Dále je nutno mít na paměti, že člověk získává prostřednictvím svého zraku asi 80 až 90 % všech informací o prostředí, které ho obklopuje.

1.1 Denní světlo

Přírodním zdrojem elektromagnetického záření je Slunce. Sluneční záření, pronikající zemskou atmosférou, je jedním z nejdůležitějších faktorů, ovlivňujících životní prostředí, ve kterém se člověk po tisíciletí vyvíjel a jemuž se přizpůsoboval. Člověk, podobně jako i jiné živé organismy, byl pravidelně a dlouhodobě vystavován účinkům slunečního záření a také jeho denním i ročním výkyvům.

1.2 Umělé osvětlení

Původním zdrojem umělého světla pro lidstvo byl po tisíciletí oheň a to bez ohledu na palivo. Toto mělo rovněž za následek vžitý vjem charakteristiky umělého osvětlení, diametrálně se lišící od charakteristiky denního osvětlení. Toto se prokázalo až po objevení elektrických světelných zdrojů (od konce devatenáctého století), především zářivek (od třicátých let dvacátého století).

Vývoj civilizace a techniky však postupně vedl ke vzdalování člověka přírodnímu prostředí a k vytváření umělého prostředí v krytých vnitřních prostorech, čemuž se lidé museli přizpůsobovat. Již před dvaceti lety uváděly statistiky mezinárodních zdravotnických organizací (WHO 1988), že člověk tráví v krytých prostorech v průměru až 90 % doby svého

života. Proto tyto vnitřní prostory velmi významně ovlivňují vývoj člověka i jeho zdraví a tvorbě prostředí v nich je třeba věnovat velkou pozornost. K důležitým činitelům, které se zásadně ovlivňují kvalitu prostředí vnitřních prostorů patří kromě dalších faktorů techniky prostředí staveb pochopitelně i umělé osvětlení.
Jak ukazuje vývoj v nejvyspělejších zemích světa, bude role umělého osvětlení ve vytváření životního prostředí stále významnější. Je tomu tak i přesto, že se v poslední době více projevují tendence návratu člověka k přírodě v nejrůznějších sférách, např. stravování, trávení volného času, oblékání, životního stylu, využívání energií atd. a důrazněji se prosazují snahy po účelnějším využívání slunečního záření a denního světla.

1.2.1 Základní aspekty umělého osvětlení

K narůstajícímu významu umělého osvětlení podstatnou měrou přispívá technický pokrok a společenská objednávka vyvolaná stále vyššími nároky na zrakový výkon a snahou o energetické úspory.
Moderní technologie a materiály umožňují výrobu stále kvalitnějších a efektivnějších zdrojů světla, předřadných a regulačních systémů a svítidel. Tyto prostředky pak dovolují vytvářet osvětlovací soustavy, které splňují i vysoké kvantitativní a kvalitativní požadavky kladené na osvětlení různých prostorů, a to jak co do výše a rozložení hladin osvětlenosti a jasu, tak co do směrovosti a stínivosti osvětlení, jeho stálosti, zábrany oslnění, volby vhodného spektrálního složení světla a možností regulace osvětlení podle okamžitých situací a potřeb a s přihlédnutím k optimalizaci spotřebované energie pro toto osvětlení.

1.3 Spotřeba energie pro umělé osvětlení

V současnosti je umělé osvětlení v budovách zajišťováno pomocí elektřiny. Podíl spotřeby elektrické energie (dodané spotřebitelům) pro umělé osvětlení je v evropských zemích mezi 10 až 14 % a je předpoklad, že s rozšiřováním využíváním kvalitnějších a efektivnějších zdrojů světla a svítidel se bude v dlouhodobém výhledu mírně snižovat. V ČR je podíl spotřeby elektrické energie (dodané spotřebitelům) pro umělé osvětlení cca 11 %.
Průměrná roční spotřeba elektrické energie na jednoho obyvatele v roce 2000 je:

- 1000 kWh na jednoho obyvatele v Evropě (15 zemí EU, před rozšířením)
- 550 kWh v ČR.

Význam umělého osvětlení vyplývá i ze skutečnosti, že tento druh spotřeby elektřiny velmi výrazně ovlivňuje celkovou spotřebu elektrické energie v době energetických špiček a to zejména v zimním období. Potvrzují to i výsledky odborných šetření a průzkumu Státní

energetické inspekce, podle níž se umělé osvětlení může na maximu elektrizační soustavy ČR podílet i více než 20 %.

I z tohoto důvodu je třeba je nezbytné neustále narůstající kvantitativní a kvalitativní požadavky na umělé osvětlení řešit s maximální hospodárností při respektování hlediska minimalizace energetické náročnosti.

1.4 Upozornění

Číselné hodnoty uvedené v této publikaci nebo získané popsanými metodami (například dle návrhu EN 15193-1) 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.

2. VYUŽITÍ DENNÍHO SVĚTLA K ÚSPORÁM ENERGIE PRO UMĚLÉ OSVĚTLENÍ

2.1. DENNÍ OSVĚTLENÍ - OBECNĚ

Úroveň denního osvětlení u bytových budov, budov občanského vybavení, ale i objektů pro průmysl je jedním z přísně sledovaných hygienických parametrů. Lze tedy říci zcela jednoznačně, že na požadavky definované v příslušných ČSN se odkazují hygienické a bezpečnostní požadavky. Dále, mezi určené normy navazující na nařízení vlády č. 163/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky, ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb. patří tyto zabývající se denním osvětlením budov s konkrétním určením:

- ČSN 73 0580-2:1992 - Denní osvětlení budov. Část 2: Denní osvětlení obytných budov
- ČSN 73 0580-3:1994 - Denní osvětlení budov. Část 3: Denní osvětlení škol
- ČSN 73 0580-4:1994 - Denní osvětlení budov. Část 4: Denní osvětlení průmyslových budov.

Základní požadavky jsou obsaženy v ČSN 73 0580-1:1999 - Denní osvětlení budov. Část 1: Základní požadavky, dle které se řeší i prostory objektů, které nelze jednoznačně zatřídit dle výše uvedených norem.

Vyhovující denní osvětlení v nově navrhovaných a opravovaných budovách mají mít podle ČSN 73 0580-1 všechny vnitřní prostory s trvalým pobytem lidí a takové vnitřní prostory, ve kterých se uživatelé střídají v krátkodobém pobytu, ale celková doba pobytu v nich má trvalý charakter.

Stanovení úrovně denního osvětlení se s ohledem na jeho neustálou proměnlivost stanoví poměrnou veličinou, činitelem denní osvětlenosti D v procentech dle rovnice

$$D = \frac{E}{E_n} * 100 \quad [\%]$$

kde:

E osvětlenost ve sledovaném (kontrolovaném) bodě

E_n srovnávací osvětlenost venkovní vodorovné nezacloněné roviny

2.1.1. DENNÍ OSVĚTLENÍ - OBYTNÉ BUDOVY

Ve všech obytných budovách musí být dostatečné denní osvětlení ve všech prostorech určených k trvalému pobytu lidí, jako jsou všechny druhy obytných pokojů, pracoven atd. (podrobně jedná se o místnosti podle položek 37 až 47 uvedených v ČSN 73 4301 a obytné

kuchyně). Minimální hodnota činitele denní osvětlenosti je v obytných místnostech 0,5 %. Průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti, pokud je požadována podle 3.9 ČSN 73 5080-1, je nejméně 2 %.

Společné prostory – komunikace.

Společné prostory v bytových domech jsou prostory s krátkodobým pobytem lidí a z tohoto důvodu zde není požadováno denní osvětlení. Rovněž požadované hodnoty osvětlenosti na těchto komunikacích pro většinu objektů (20 lx na komunikacích, 30 lx u vstupů do výtahu) vedou k tomu, že spotřebovaná energie u těchto budov pro umělé osvětlení těchto prostor není obvykle považována za rozhodující faktor pro zajištění denního osvětlení tohoto prostoru. Jinak je tomu již u objektů u nichž by na těchto komunikacích byla požadována osvětlenost 100 lx; (jedná se o budovy s domovními frekventovanými komunikacemi (včetně vnitřních částí vstupů a vstupů do výtahu a kde je v objektu zvýšený pohyb v objektu nebydlících osob).

Z praxe lze vyhodnotit jako bytové objekty s maximálním využitím denního světla pro veřejně přístupné komunikace objekty s jednoramenným schodištěm vedeným u průčelní obvodové stěny, která je prosklená, příkladem těchto objektů jsou například nejčastěji užívané řadové typové objekty T 08. U těchto objektů je využití denního osvětlení obvykle v takovém rozsahu, že u stávajícího umělého osvětlení na těchto komunikací není reálná návratnost při výměně žárovkových svítidel za svítidla s kompaktním zdrojem.

U objektů, kde není zajištěno osvětlení denním světlem na veřejně přístupných komunikacích je třeba počítat s požadavky na vyšší stupeň zajištění umělého osvětlení, to je na vybavení objektu nouzovým osvětlením, bez ohledu na počet podlaží objektu, které bez ohledu na vícenáklady investiční znamená určité energetické nároky s ohledem na parazitní příkon P_p pro nabíjení a udržování nabitého stavu baterií tohoto osvětlení.

2.1.2. DENNÍ OSVĚTLENÍ - ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY

Mezi prostory s trvalým pobytem lidí patří v administrativních prostorách kanceláře, víceúčelové pracovny, čítárny, kuchyně a přípravny jídel, ordinace lékaře a vyšetřovny; v části výrobní provozní dílny (nejedná se o výrobní haly), laboratoře, sklady se stálou obsluhou, nástrojárny se stálou obsluhou a podobně.

Pro úspory umělého osvětlení jeho náhradou denním světlem je rozhodující celoroční průběh venkovního denního osvětlení. Venkovní osvětlenost denním světlem se mění během dne i roku jednak v závislosti na výšce slunce nad obzorem, jednak na stavu oblačnosti.

Na následujícím obrázku je znázorněn celoroční průběh venkovní osvětlenosti (měsíce I až XII) během dne (od 4 do 20 hodin) při rovnoměrně zatažené obloze, která je charakteristická pro zimní období. Při jiných stavech oblohy, to jest při jasné obloze nebo při polojasné obloze částečně pokryté mraky, jsou hodnoty venkovní osvětlenosti vyšší.

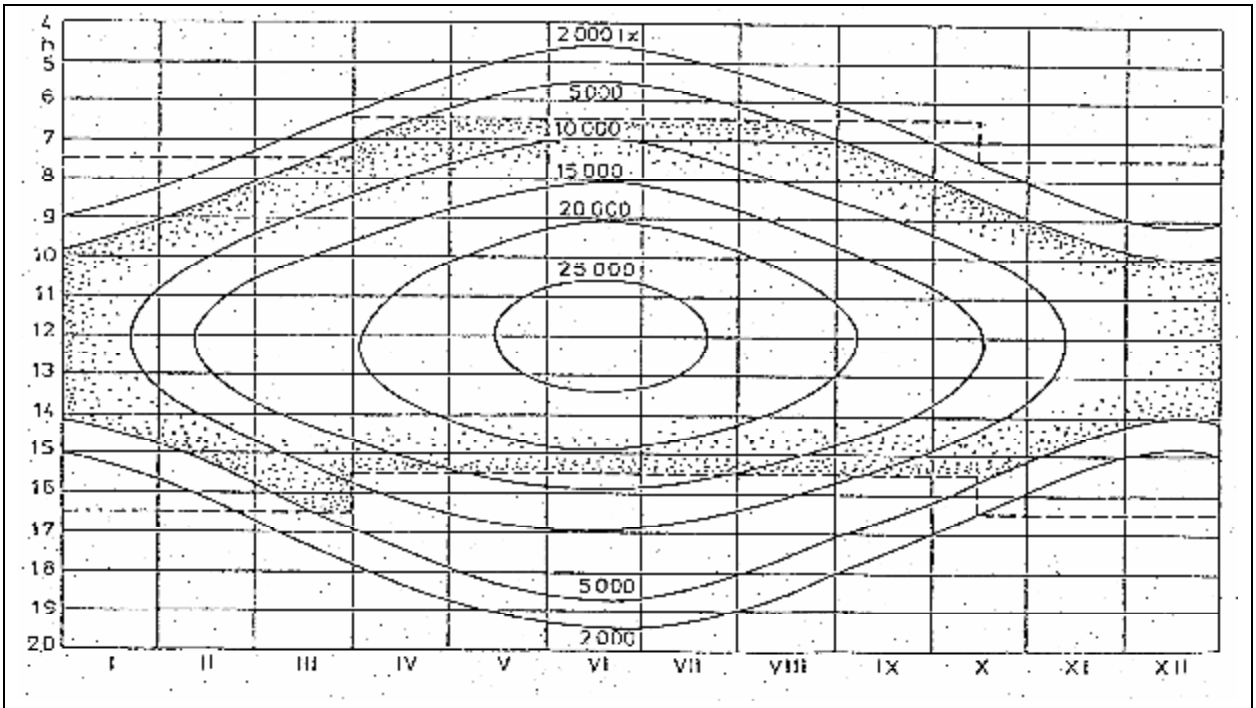
Denní osvětlení vnitřních prostorů se navrhuje tak, aby bylo dostatečné při venkovní osvětlenost 5000 luxů a vyšší. Dále je zde možné odečítat dobu, po kterou v jednotlivých měsících musí být umělé osvětlení v činnosti, i dobu, po kterou je nahrazeno denním světlem (tečkované plochy).

Podle typu objektu a konkrétních podmínek využití vnitřních prostorů (např. směnnosti v průběhu roku) je možné odvodit celkovou roční dobu využití denního světla a na ní závislou nezbytnou dobu používání umělého osvětlení.

Celková roční doba, po kterou venkovní denní osvětlení převyšuje hodnotu 5 000 luxů, je v našich klimatických podmínkách v průměru asi 3 500 hodin. Z toho se v běžných administrativně-výrobním objektu (při jednosměnném provozu) může při odečtení sobot, nedělí, svátků a celozávodní dovolené využít podle doby vyučování a dalších činností v průměru až 800 hodin. To představuje významnou úsporu umělého osvětlení a elektrické energie ve srovnání s vnitřními prostory bez denního osvětlení.

Při důsledné regulaci umělého osvětlení ve vnitřních prostorech podle venkovní osvětlenosti je celková roční doba využití umělého osvětlení v závislosti na pracovní době v průměru 320 - 350 hodin.

Energetický význam náhrady umělého osvětlení denním ve výrobně administrativních objektech lze dokumentovat na skutečnosti, že množství denního světla, které pronikne plochou okna místnost o velikosti 1 m^2 a je zde během celoroční činnosti využito, by při nahrazení umělým světlem při zářivkovém osvětlení znamenalo spotřebu elektrické energie mezi 100 až 120 kWh.



Křivkami v grafu jsou vyznačeny úrovně venkovní osvětlenosti v luxech (2 000 1x až 25 000 1x) během dne (od 4 do 20 hodin) během roku (měsíce I až XII). Umělé osvětlení se zapíná při hodnotách venkovní osvětlenosti nižších než 5000 lx. Čárkovanou čarou je vyznačena jako příklad doba výuky od 7.30 do 13 hodin a odpolední využití do 16 hodin. Tečkovaná plocha značí dobu, po kterou je umělé osvětlení nahrazeno denním.

OBR. 2-1	Celoroční průběh venkovní osvětlenosti denním světlem při rovnoměrně zatažené obloze

Při návrhu umělého osvětlení a jeho regulace se tedy musí respektovat nejen funkce daného vnitřního prostoru, obtížnost zrakových činností a jejich rozmístění a časový charakter, ale také podmínky denního osvětlení a vazba umělého osvětlení na ně. To platí zejména pro případy modernizací a rekonstrukcí osvětlení ve starších objektech, ve kterých je nezbytné zjistit úroveň denního osvětlení a jeho rozložení ve vnitřním prostoru buď měřením nebo výpočtem.

2.1.3. SDRUŽENÉ OSVĚTLENÍ

Sdruženým osvětlením se rozumí záměrné současné osvětlení denním a doplňujícím umělým osvětlením (tedy nikoliv náhodné přisvětlování umělým světlem během dne) v takových vnitřních prostorech, kde ze závažných příčin (provozních, urbanistických, stavebně konstrukčních atd.) není možné docílit vyhovujícího denního osvětlení. Používá se tedy pouze v odůvodněných případech a toto odůvodnění se uvede v projektu. Doporučuje se projednat

záměr použití sdruženého osvětlení již v konceptní fázi s příslušným orgánem hygienické služby.

V nových administrativně výrobních budovách přichází sdružené osvětlení v úvahu pouze v odůvodněných případech (z důvodů výrobně technologických, výrobně organizačních, mikroklimatických, stavebně konstrukčních a urbanistických) a v prostorech, ve kterých nejde o trvalý pobyt lidí, ale pouze o krátkodobý. Přitom se podle ČSN 73 0580-1 považuje za trvalý pobyt takový, který trvá v průběhu jednoho dne více než 4 hodiny a opakuje se více než jednou týdně. V tomto smyslu je nutno posuzovat i střídání vnitřních prostorů se sdruženým osvětlením, ve kterých jednotlivě sice jde o pobyt krátkodobý, ale v součtu by mohl přesahovat hranici trvalého pobytu.

Typické prostory s krátkodobým pobytem jsou ve výrobně administrativních budovách jsou shromažďovací prostory, klubovny, jídelny, šatny, hygienická zařízení, ale také tělocvičny, plavecké haly atd., ve kterých se denní osvětlení doporučuje, ale vzhledem ke krátkodobosti pobytu nemohou být námitky proti použití sdruženého osvětlení.

Podobně může být sdružené osvětlení použito i na všech komunikacích v objektu. Tam je však nutno pamatovat na zachování minimální úrovně denního osvětlení pro orientaci při výpadku elektrického proudu pro únikové cesty

Pro sdružené osvětlení a jeho návrh platí ČSN 36 0020-1 "Sdružené osvětlení. Část 1: Základní požadavky" s účinností od srpna l994.

Doplňující umělé osvětlení musí být navrženo tak, aby byla zachována přiměřená rovnoměrnost osvětlení v celém vnitřním prostoru i v jeho jednotlivých částech za všech situací venkovního osvětlení, to jest jak při zatažené obloze, tak při polojasné nebo jasné obloze a slunečním svitu. Přitom se ovšem předpokládá, že se bude denní složka sdruženého osvětlení podle potřeby regulovat, zejména se omezí pronikání přímého slunečního světla do vnitřního prostoru tam, kde by mohlo vznikat oslňování nadměrnými kontrasty jasů nebo příliš vysokým jasem ploch ozářených sluncem.

Zvláštním hlediskem při návrhu doplňujícího umělého osvětlení je zábrana siluetovému efektu, který vzniká při pozorování předmětu s malým jasem proti pozadí s velkým jasem, kdy zrak vnímá vzhledem k nadměrnému kontrastu jasů pouze obrys předmětu, siluetu, a nikoliv podrobnosti na povrchu předmětu.

Ve vnitřních prostorech s trvalým pobytem lidí jsou pro doplňující umělé osvětlení předepsány v ČSN 36 0020-1 vyšší hodnoty osvětlenosti při středně obtížných zrakových činnostech, než požaduje ČSN 36 0450 pro pouze umělé osvětlení. Tak například u kategorie zrakových činností B3 (čtení, psaní atd.) při středním kontrastu se požaduje pro pouze umělé

osvětlení hodnota osvětlenosti 300 luxů, ale pro doplňující umělé osvětlení během dne hodnota 400 luxů.

Světelné zdroje pro doplňující umělé osvětlení se volí podle zrakových činností daného vnitřního prostoru tak, aby jejich barevný tón a podání barev byly v souladu s potřebou. Zvlášť náročný je výběr zdrojů tam, kde je zapotřebí přesně rozlišovat barvy, jako v kreslírnách, krejčovských a obdobných dílnách, dílnách pro velmi jemnou montáž a výrobu, uměleckou výrobu a restaurátorské práce, zdravotnická vyšetření, práce s rozlišováním barev, nebo v prostorech, kde se připravuje jídlo.

Ve vnitřních prostorech, kde přichází doplňující umělé světlo z jiného směru než světlo denní (například při bočním denním osvětlení), má být spektrální složení doplňujícího umělého světla co nejbližší dennímu, zejména má mít spojité spektrum a hodnotu indexu podání barev alespoň 60, nepožaduje-li se z výše uvedených důvodů hodnota vyšší. Je-li však doplňující umělé světlo dobře s denním promíseno (například při horním denním osvětlení a svítidlech umístěných v blízkosti světlíků), dosahuje se dobrých výsledků i při větší odlišnosti barevné teploty; pokud není třeba dobře rozlišovat barvy, lze v halových prostorech použít i sodíkových vysokotlakých výbojek.

V zásadě se k doplňujícímu umělému osvětlení používá (vzhledem k dlouhodobému využití) úsporných světelných zdrojů s vysokým měrným výkonem, nejčastěji zářivek, v halových prostorech s větší světlou výškou i výbojek rtuťových s luminoforem nebo halogenidových, které mají příznivé podání barev. Žárovky jsou pro doplňující umělé osvětlení omezeny pouze na výjimečné případy (například pro místní osvětlení stíněných prostorů, při požadavku na zvláštní usměrnění světla apod.).

Soustava doplňujícího umělého osvětlení se navrhuje ve vazbě na soustavu pouze umělého osvětlení v době bez denního světla tak, aby bylo podle možnosti využito stejných svítidel pro obě soustavy. Obě soustavy se navrhují tak, aby bylo možné regulovat umělé osvětlení i doplňující umělé osvětlení během dne podle momentální potřeby a využití vnitřního prostoru. V hlubších vnitřních prostorech s bočními osvětlovacími otvory se zpravidla soustava umělého osvětlení navrhuje v pásech svítidel, umístěných rovnoběžně s okenní stěnou tak, aby se postupným zapínáním a vypínáním jednotlivých pásů mohlo docílit potřebné úrovně osvětlenosti v rozsahu ploch využívaných pro zrakové činnosti.

Regulace doplňujícího umělého osvětlení se navrhuje vždy tak, aby zabezpečila podmínky zrakové pohody za každé situace a přitom bylo osvětlení co nejúspornější. V menších vnitřních prostorech s malým počtem uživatelů se zpravidla navrhuje ovládání ruční a jednostupňové, na základě subjektivního hodnocení.

Ve větších vnitřních prostorech ve školách je vhodnější ovládání doplňujícího umělého osvětlení na základě sledování úrovně denního osvětlení pomocí čidel umístěných tak, aby byla chráněna před nežádoucími vlivy umělého osvětlení, přímého slunečního světla i před škodlivými vlivy vnějšího prostředí.
Doplňující osvětlení se potom zapíná a vypíná buď ručně na základě signalizace z čidla, nebo se reguluje automaticky centrálně s tím, že se vždy ponechává možnost ruční regulace v těch vnitřních prostorech, které nejsou buď plně nebo vůbec využity.
Doplňující umělé osvětlení se reguluje buď stupňovitě zapínáním a vypínáním jednotlivých skupin svítidel, nebo náročnějším způsobem pomocí stmívání, které je energeticky úspornější, ale vyžaduje větší investiční náklad. Při stupňovité regulaci se musí dbát na to, aby změny v úrovni osvětlení nebyly příliš velké a časté; při automatické regulaci se nastavuje časový odstup změn na interval nejméně 5 minut a změna v úrovni osvětlenosti sdruženým světlem nemá překročit hranici 1 : 2.
Podobnou regulací se mohou vybavit i vnitřní prostory s dostatečným denním osvětlením za tím účelem, aby se využívalo umělého osvětlení hospodárně a v souladu s potřebou podle úrovně venkovního osvětlení. Také zde se může umělé osvětlení zapínat a vypínat postupně v pásech podle toho, jak se zvyšuje nebo snižuje úroveň denního osvětlení v různých vzdálenostech od osvětlovacích otvorů.
Spínače pro doplňující umělé osvětlení se mají vždy zřetelně označit a odlišit od spínačů pouze umělého osvětlení, aby nedocházelo k záměnám a nesprávnému použití.
Zařízení pro regulaci umělého osvětlení a pro sledování úrovně denního osvětlení se musí pravidelně čistit a kontrolovat z hlediska správného seřízení a funkce. V běžném prostředí bez velkého znečištění se považuje za dostatečný interval čištění a kontroly půl roku.

2.1.4. DENNÍ OSVĚTLENÍ – BUDOVY PRO ZDRAVOTNICTVÍ

Pro navrhování, posuzování a užívání denního osvětlení zdravotnických zařízení platí v současné době ČSN 73 0580-1 "Denní osvětlení budov" - Část 1: Základní požadavky (1999).
Pro tento druh budov nebyla vypracována zvláštní část normy se specifickými požadavky, proto je nezbytné řídit se obecně platnými ustanoveními a základními požadavky první části normy.
Pro měření osvětlení platí 3 části ČSN 36 0011-1:1996 - "Měření osvětlení vnitřních prostorů". Z nich Část 1: "Základní ustanovení" vymezuje požadavky na postupy a metody měření i na náležitosti zprávy o měření, platné pro všechna měření při denním, umělém

i sdruženém osvětlení. Část 2: "Měření denního osvětlení" stanoví specifické postupy při měření denního osvětlení pro stanovení hodnot činitele denní osvětlenosti pomocí měření venkovní srovnávací osvětlenosti a osvětlenosti v kontrolních bodech vnitřních prostorů i doplňující náležitosti zprávy o měření.
Podmínek pro denní osvětlení (ale i pro umělé i sdružené osvětlení) se týká také ČSN 01 2725:1960 - „Směrnice pro barevnou úpravu pracovního prostředí“.
Tato norma se zabývá barevnými úpravami povrchů v pracovním prostředí, které mohou rozdílnou odrazností povrchů velmi výrazně ovlivňovat všechny druhy osvětlení vnitřních prostorů i pohodu prostředí. Norma je stále platná přesto, že byla zpracována před více než 45 lety, a obsahuje velmi užitečné pokyny pro objektivní volbu barevných odstínů povrchů ve zdravotnických zařízeních všeho druhu z hlediska potřeb jejich uživatelů a jimi vykonávaných činností v daném prostoru. Respektováním těchto ustanovení je možné předejít nedostatkům, které mohou vznikat z extrémních návrhů barevného řešení, nerespektujících objektivní vlivy na člověka a vykonávané činnosti ani na zrakovou pohodu a hospodárnost osvětlení.

Ve zdravotnických zařízeních musí být ve vnitřních prostorech nebo v jejich funkčně vymezených částech s trvalým pobytem lidí a také v prostorech, kde jejich uživatelé střídají krátkodobý pobyt tak, že celková doba má trvalý charakter, vyhovující denní osvětlení. Přitom je trvalý pobyt definován jako pobyt, který trvá v průběhu jednoho dne za denního světla déle než 4 hodiny a opakuje se při trvalém užívání budovy více než jednou týdně. Pro jednotlivé druhy budov a vnitřních prostorů může být předpisem nebo technickou normou podrobněji stanoveno, co se v nich považuje za trvalý pobyt.
Ve zdravotnických stavbách je velká variabilita funkcí vnitřních prostorů. Některé z těchto prostorů jsou určeny pro činnosti zrakově obtížné s vysokými požadavky na úroveň osvětlení, které není možné zabezpečit denním osvětlením v celém rozsahu vnitřního prostoru. Proto se v takových prostorech používá odstupňovaného denního osvětlení, kdy se v pásmu s vyšší úrovní denního osvětlení umístí tyto obtížné činnosti a zbývající část prostoru se využije pro činnosti méně obtížné (např. pro komunikace, ukládání potřeb).
Jsou však i vnitřní prostory se zrakovými činnostmi tak obtížnými, že není možné při bočním denním osvětlení potřebné úrovně denního osvětlení vůbec dosáhnout (například operační sály) a je nevyhnutelné používat v nezbytném rozsahu umělého osvětlení. Odborníci na tuto problematiku u nás i v zahraničí se však shodují v tom, že i v takových vnitřních prostorech s trvalým pobytem lidí je žádoucí pro uživatele těchto prostorů z hlediska zrakové pohody i celkového vlivu osvětlení na člověka zachovat denní osvětlení a použít současně umělé

osvětlení na těch místech, kde to charakter zrakových úkolů vyžaduje a kde denní osvětlení svou úrovní nebo převažujícím směrem osvětlení nevyhovuje. Přitom je současně nutno zabezpečit podmínky denního osvětlení tak, aby nezhoršovaly zrakovou pohodu zejména vnikáním přímého slunečního světla nebo nadměrným jasem osvětlovacích otvorů.
U některých vnitřních prostorů, kde může světlo nepříznivě ovlivnit jejich funkci, je nutné denní osvětlení pro určitou dobu zcela vyloučit (např. vyšetřovny RTG).
Při rekonstrukcích a modernizacích budov je možné ve všech vnitřních prostorech s trvalým pobytem lidí použít dlouhodobě sdruženého osvětlení, to jest záměrného současného osvětlení denním světlem a doplňujícím umělým světlem, za podmínek stanovených v ČSN 36 0020-1 „Sdružené osvětlení. Část 1: Základní požadavky“.

2.1.5. DRUHY DENNÍHO OSVĚTLENÍ

Boční denní osvětlení je osvětlení osvětlovacími otvory v obvodové konstrukci budovy (nejčastější druh denního osvětlení ve vícepodlažních budovách).
Za boční osvětlení se považuje i osvětlení šikmými okny bočně umístěnými v obvodové konstrukci budovy, i když tato konstrukce tvoří součást střechy, pokud je zachováno odpovídající rozložení světelného toku s převažujícím směrem osvětlení ze strany.
Horní denní osvětlení je osvětlení osvětlovacími otvory ve střešní konstrukci budovy.
Při tomto druhu osvětlení zpravidla převažuje směr osvětlení shora a úroveň osvětlení bývá v celém rozsahu vnitřního prostoru vyrovnaná.
Kombinované denní osvětlení je současné osvětlení horním i bočním osvětlením v jednom vnitřním prostoru.
Odstupňované denní osvětlení je takové, při němž je jeho úroveň pro jednotlivé funkčně vymezené části vnitřního prostoru odstupňována v souladu s charakterem zrakových činností, pro něž jsou tyto části určeny.

2.1.6. ÚROVEŇ DENNÍHO OSVĚTLENÍ

Při denním osvětlení vzhledem k jeho neustálé proměnlivosti se jeho požadovaná úroveň určuje pomocí nejnižších přípustných relativních hodnot činitele denní osvětlenosti v procentech. Ten je definován jako poměr mezi osvětleností daného kontrolního bodu osvětlované roviny k současné osvětlenosti venkovní nezacloněné vodorovné roviny za známého rozložení jasu oblohy. Přitom se předpokládá rovnoměrně zatažená obloha a požadované hodnoty jsou stanoveny tak, aby i při nízké úrovni venkovní osvětlenosti v zimním období (5.000 lx), pro které je zatažená obloha charakteristická, byla úroveň denního osvětlení pro dané zrakové činnosti dostatečná.

Pro boční denní osvětlení se stanoví požadavky na minimální hodnoty činitele denní osvětlenosti, které musí být splněny ve všech kontrolních bodech vnitřního prostoru nebo jeho funkčně vymezené části.

Průměrné hodnoty činitele denní osvětlenosti musí být splněny pouze u vnitřních prostorů:

a) **s horním denním osvětlením**,

b) **s kombinovaným denním osvětlením**, v nichž je podíl horního osvětlení na průměrné hodnotě činitele denní osvětlenosti roven nejméně jedné polovině.

Pro jednotlivé činnosti a vnitřní prostory jsou stanoveny v ČSN 73 0580-1 v tabulce 1 podle zrakové obtížnosti činností stanoveny minimální a průměrné hodnoty činitele denní osvětlenosti. Hodnoty činitele denní osvětlenosti se stanoví zařazením podle zrakové obtížnosti činnosti a jejích dalších charakteristik, zejména podle poměrné pozorovací vzdálenosti kritického detailu a předpokládaného kontrastu jasu tohoto detailu k jasu jeho bezprostředního okolí, do tříd činností uvedených v tabulce 1 ČSN 73 0580-1(viz následující tabulka) , případně porovnáním s jinými obdobnými zrakovými činnostmi z této tabulky.

U konkrétních vnitřních prostorů je nezbytné s ohledem na variabilitu funkcí a možné odchylky v náplni a obtížnosti zrakových činností ověřit, zda zařazení i požadované hodnoty jsou pro daný případ vhodné a přiměřené.

Ve vnitřních prostorech sloužících jako únikové cesty musí být hodnota činitele denní osvětlenosti nejméně 0,1 %, a to i při zatemnění.

Hodnoty činitele denní osvětlenosti se stanoví v projektu buď výpočtem, který musí odpovídat požadavkům stanoveným v příloze A ČSN 73 0580-1, nebo měřením na modelu (zejména pro vnitřní prostory zvláštních tvarů, pro které nejsou vhodné ověřené výpočetní metody).

TAB. 2-1	**Požadavky na denní osvětlení ve zdravotnických stavbách**				
Charakteristika zrakové činnosti	Trvalý pobyt	Třída zrakové činnosti	Činitel denní osvětlenosti v %		Příklady zrakové činnosti
			D_{min}	D_m	
Mimořádně přesná	+	I	3,5	10	Nejpřesnější zraková činnost s omezenou možností použití zvětšení, s požadavkem na vyloučení chyb v rozlišení, nejobtížnější kontrola
Velmi přesná	+	II	2,5	7	Velmi přesné činnosti při výrobě a kontrole, velmi přesné rýsování, ruční rytí s velmi malými detaily, velmi jemné umělecké práce
Přesná	+	III	2	6	Přesná výroba a kontrola, rýsování, technické kreslení, obtížné laboratorní práce,

					náročná vyšetření, jemné šití, vyšívání
Středně přesné	+	IV	1,5	5	Středně přesná výroba a kontrola, čtení psaní (rukou, strojem vč. PC), obsluha strojů, běžné laboratorní práce, vyšetření, ošetření, hrubší šití, pletení, žehlení, příprava jídel, závodní sport
Hrubší	+	V	1	3	Hrubší práce, manipulace s předměty a materiálem, konzumace jídla a obsluha, oddechové činnosti, základní a rekreační tělovýchova, čekání
Velmi hrubá	+	VII	0,5	2	Udržování čistoty, sprchování a mytí, převlékání, chůze po komunikacích přístupných veřejnosti
Celková orientace	+	VIII	0,25	1	Chůze, doprava materiálu, skladování hrubého materiálu, celkový dohled

2.1.7. KVALITA DENNÍHO OSVĚTLENÍ

Denní osvětlení vnitřních prostorů budov musí mít kromě požadované úrovně pro dané zrakové činnosti také další vlastnosti, zabezpečující dobrou viditelnost a zrakovou i celkovou pohodu. Jde zejména o tato základní hlediska:

a) rovnoměrnost osvětlení;
b) vhodnost rozložení světelného toku a převažující směr osvětlení;
c) omezení oslnění a dalších nepříznivých jevů, narušujících zrakovou pohodu (nevhodnost barvy světla, rozdělení jasů ploch v zorném poli, barevných úprav povrchů atd.).

Rovnoměrnost denního osvětlení je pro vnitřní prostory, pro které se požaduje splnění pouze minimální hodnoty činitele denní osvětlenosti, stanovena normou a je obsažena ve výše uvedené tabulce (případně v ČSN 73 0580-1).

Pro prostory, kde je předepsána jak minimální, tak i průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti, je vyhovující rovnoměrnost denního osvětlení zabezpečena splněním těchto hodnot.

Rozložení světelného toku a převažující směr osvětlení při denním osvětlení musí být v souladu s povahou zrakových činností a rozmístění uživatelů vnitřního prostoru. Pro většinu činností se doporučuje převažující směr osvětlení zleva shora, který má být doplněn dostatečným podílem přímého nebo odraženého světla z ostatních směrů.

Denní osvětlení se navrhuje tak, aby byli uživatelé vnitřních prostorů **chráněni proti oslnění**, a to jak při zatažené obloze, tak při přímém slunečním světle. Proto se musí chránit proti pronikání přímého slunečního světla všechny vnitřní prostory, u nichž by mohlo zhoršovat zrakovou pohodu nebo způsobovat oslnění, a to buď orientací osvětlovacích otvorů na neslunečnou stranu, nebo regulací denního světla pomocí pevných nebo lépe pohyblivých zařízení (např. žaluzie, závěsy, rolety atd.). Tato zařízení mohou současně sloužit i k regulaci

jasu osvětlovacích otvorů, které by také mohly nadměrným kontrastem jasů v zorném poli při průhledu na oblohu způsobovat oslnění.
Konstrukce oken i regulačních zařízení musí být bezpečné a snadno ovladatelné i osobami menší postavy; musí být pamatováno i na možnost jejich snadné a bezpečné údržby v plánovaných lhůtách (důležité zejména u horních osvětlovacích otvorů).
Osvětlovací otvory v prostorech s trvalým pobytem lidí mají zabezpečit nerušený výhled do okolí (optický kontakt), pokud možno vodorovným směrem při obvyklé poloze pozorovatelů.
Materiál konstrukce osvětlovacích otvorů má propouštět co nejvíce světla, neměnit spektrální složení světla, není-li to z funkčních důvodů požadováno (použití zbarvených skel nebo folií), a nezkreslovat při průhledu, pokud se požaduje optický kontakt s okolím budovy.

2.1.8. NÁVAZNOST DENNÍHO A UMĚLÉHO OSVĚTLENÍ

Charakteristickou vlastností denního osvětlení je jeho neustálá proměnlivost během dne i roku v závislosti na poloze slunce i na oblačnosti. Proto je nezbytné ovládat umělé osvětlení v souladu s touto proměnlivostí tak, aby bylo zabezpečeno v celém průběhu užívání budovy a jejích vnitřních prostorů dostatečné osvětlení a podmínky zrakové pohody a to s co nejmenší spotřebou elektrické energie pro umělé osvětlení.
Zvlášť významné jsou přechody mezi denním a umělým osvětlením jednak při ranním rozednívání, jednak při večerním stmívání, nebo při mimořádných atmosférických situacích (například velmi tmavá mračna mohou podstatně snížit úroveň denního osvětlení i během dne, zvláště v zimním období).
Proto je nezbytné regulovat umělé osvětlení v závislosti na úrovni denního osvětlení, to jest při zvyšování úrovně denního osvětlení umělé osvětlení omezovat nebo vypínat, při snižování úrovně denního osvětlení umělé osvětlení spínat.
Regulace umělého osvětlení může být v menších vnitřních prostorech na základě subjektivního odhadu uživatelů. V rozsáhlejších budovách a ve vnitřních prostorech s větším počtem uživatelů (a tedy i větším příkonem osvětlovací soustavy) je však vhodnější objektivní hodnocení úrovně denního osvětlení pomocí čidel, neboť jen tak je možné docílit trvale dobrých podmínek osvětlení z hlediska jeho úrovně i kvality i současně nejúspornější využití elektrické energie a omezení nákladů na osvětlení.
Ovládání umělého osvětlení může být buď automatické, které je sice technicky i investičně náročnější, ale účinnější, nebo může být ruční na základě signalizace z čidel. Při automatickém ovládání je vhodné zachovat i možnost ovládání ručního podle využití prostoru.

Regulace umělého osvětlení může být buď stupňovitá s postupným spínáním svítidel nebo jejich skupin navržených tak, aby umělé osvětlení postupně vyrovnávalo rozdíly v denním osvětlení, nebo spojitá (stmíváním), která je sice technicky i investičně náročnější a vyžaduje i volbu vhodných zdrojů umělého osvětlení, ale je výhodnější z hlediska zachování zrakové pohody i z hlediska energetické úspornosti.

2.2. POŽADAVKY NA VLASTNOSTI VNITŘNÍCH PROSTORŮ

Odraznost, kolorita

Podstatný význam pro vytvoření podmínek zrakové pohody i pro hospodárné osvětlení má odraznost světla vnitřních povrchů a jejich kolorita (barevné úpravy), a to jak povrchů stavebních (strop, stěny, podlahy atd.) tak povrchů vnitřního zařízení.

Pro povrchy vnitřních prostorů i vnitřního zařízení se zásadně používá nelesklých povrchových úprav a materiálů. Lesklých povrchů je možné použít jen v odůvodněných případech a pouze tam, kde nemohou způsobit oslnění. Zvláště se musí zabránit oslnění odrazem světla od lesklých povrchů v dolní části zorného pole, kde je lidský zrak zvláště citlivý (lesklá pracovní plocha, podlaha atd.).

Hodnoty činitele odrazu světla mají být v novém stavu (i při obnově a údržbě povrchů) v těchto mezích:

u stropu s běžným povrchem nejméně 0,75, u akustických stropů nejméně 0,7;

u stěn v horní části (nad srovnávací rovinou) nejméně 0,5, ve spodní části nejméně 0,4;

u podlahy a podlahové krytiny v mezích 0,2 až 0,4;

u pracovních ploch v mezích 0,3 až 0,45;

u ploch bezprostředně sousedících s osvětlovacími otvory (konstrukce oken, meziokenní pilíře a stěny atd.) nejméně 0,7.

Odlišných hodnot je možné použít pouze, jde-li o menší plochy nebo jejich části, které neovlivní podstatně osvětlení a zrakovou pohodu, nebo vyplývá-li návrh z funkčního nebo výtvarného záměru a nezhoršuje-li zrakovou pohodu, hospodárnost osvětlení a energetickou náročnost.

Kolorita povrchů musí být v souladu s účelem vnitřního prostoru, ale také s požadavky na podání barev v daném prostoru a na rozdělení světelného toku a jasů povrchů i na potřebu vícenásobného odrazu světla ve vnitřním prostoru. Velké plochy nemají proto mít příliš odlišné barevné odstíny; sytých barevných odstínů se nemá používat na velké plochy v prostorech s požadovaným dobrým podáním barev, neboť mohou toto podání nepříznivě

ovlivnit. Některé syté barevné odstíny mohou při delším pobytu působit i dráždivě. Podrobnější ustanovení jsou obsažena v ČSN 01 2725.
Pro vybrané účely se používá bezpečnostních barev podle zvláštních předpisů (například riziko úrazu, havárie atd.).

2.3. SDRUŽENÉ OSVĚTELENÍ

2.3.1. PŘEDPISY A NORMY PRO SDRUŽENÉ OSVĚTLENÍ

Pro sdružené osvětlení platí ČSN 36 0020-1:1994 - "Sdružené osvětlení. Část 1: Základní požadavky". Denní složka sdruženého osvětlení musí také vyhovovat požadavkům ČSN 73 0580-1:1999 "Denní osvětlení budov" - Část 1: Základní požadavky. Doplňující umělé osvětlení pak musí odpovídat všem požadavkům v současné době platné ČSN EN 12464-1:2004 (třídící znak 36 0450) – Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 1: Vnitřní pracovní prostory. Stávající prostory v nichž bylo umělé osvětlení zřízeno do roku 2004 se posuzují dle původní ČSN 36 0450:1986 „Umělé osvětlení vnitřních prostorů (1986).

2.3.2. ZÁKLADNÍ POŽADAVKY NA SDRUŽENÉ OSVĚTLENÍ

V nově navrhovaných zdravotnických zařízeních je možné použít celkového sdruženého osvětlení bez omezení ve vnitřních prostorech bez trvalého pobytu lidí tam, kde je to odůvodněno z hlediska funkce prostoru a hospodárného řešení osvětlení. Prostory s trvalým pobytem lidí musí mít denní osvětlení odpovídající zásadám uvedeným ve stati o denním osvětlení zdravotnických zařízení.
Krátkodobě je možné použít doplňujícího umělého osvětlení (sdruženého osvětlení) ve vnitřních prostorech s trvalým pobytem lidí v odůvodněných případech, zejména při potřebě odlišného rozložení světla a převažujícího směru osvětlení, než poskytuje denní světlo (např. s odvrácenou orientací pracovních míst ve vnitřních prostorech s jednostranným bočním denním osvětlením).
Při rekonstrukcích a modernizacích budov je možné i ve vnitřních prostorech s trvalým pobytem lidí použít dlouhodobě sdruženého osvětlení, to jest záměrného současného osvětlení denním světlem a doplňujícím umělým světlem, za podmínek stanovených v ČSN 36 0020-1 „Sdružené osvětlení. Část 1: Základní požadavky“.
Sdružené osvětlení se navrhuje tak, aby se co nejhospodárněji využilo denního světla a aby se co nejméně muselo nahrazovat doplňujícím umělým světlem. Přitom se vždy posuzuje souvislost osvětlení s ostatními faktory, zejména s vytápěním, chlazením a větráním, se snahou po optimalizaci energetické bilance budovy.

2.3.2.1. DENNÍ SLOŽKA SDRUŽENÉHO OSVĚTLENÍ

Při trvalém pobytu lidí musí být zachován dostatečný podíl denní složky sdruženého osvětlení, nezbytný z hlediska příznivých účinků denního světla na člověka. Pro jednotlivé zrakové činnosti a druhy vnitřních prostorů musí být podle třídy zrakové obtížnosti činností (ČSN 73 0580-1) zabezpečena minimální a případně i průměrná (při horním denním osvětlení a při kombinovaném, při kterém je podíl horní složky nejméně jedna polovina) hodnota činitele denní osvětlenosti, uvedena v následující tabulce.

Průměrná hodnota 1 % musí být splněna ve všech vnitřních prostorech s trvalým pobytem lidí.

Podkladem pro návrh sdruženého osvětlení je vždy rozložení denní složky ve vnitřním prostoru, které se stanoví pomocí výpočtu hodnot činitele denní osvětlenosti v pravidelné síti kontrolních bodů na srovnávací rovině (ve výšce zpravidla 0,85 m nad podlahou, není-li stanoveno podle funkce vnitřního prostoru jinak). V případě realizovaného objektu mohou být hodnoty stanoveny měřením při rovnoměrně zatažené obloze v souladu s ustanoveními ČSN 36 0011-1 "Měření osvětlení vnitřních prostorů" (1996). Část 1: "Základní ustanovení" vymezuje požadavky na postupy a metody měření při denním, umělém i sdruženém osvětlení, Část 2: "Měření denního osvětlení" stanoví specifické postupy při měření denního osvětlení. Nejvhodnějším znázorněním rozložení denní složky osvětlení ve vnitřním prostoru je průběh izofot, to jest čar stejných vybraných hodnot činitele denní osvětlenosti, které současně vymezují části prostoru s určitou úrovní denního osvětlení.

TAB. 2-2	**Hodnoty činitele denní osvětlenosti**	
Třída zrakové činnosti	Hodnota činitele denní osvětlenosti v %	
	minimální (D_{min})	průměrná (D_m)
I, II	1,0	2,5
III	0,7	2,0
IV	0,5	1,5
V až VII	0,5	1,0

2.3.2.2. DOPLŇUJÍCÍ UMĚLÉ OSVĚTLENÍ

Doplňující umělé osvětlení se navrhuje tak, aby během dne i roku za každého stavu oblohy byly splněny všechny požadavky na dobré vidění a zrakovou pohodu. Zejména musí být zabezpečena potřebná úroveň sdruženého osvětlení, vhodné rozložení světelného toku a převažující směr osvětlení podle charakteru a rozmístění zrakových činností, zachována potřebná rovnoměrnost osvětlení i rozložení jasů v zorném poli uživatelů prostoru tak, aby nevznikalo oslnění. Podrobnější ustanovení jsou obsažena v ČSN 36 0020-1.

Při trvalém pobytu lidí musí být rovnoměrnost sdruženého osvětlení v celém vnitřním prostoru nebo v jeho funkčně vymezené části s pobytem lidí při rovnoměrně zatažené obloze a venkovní osvětlenosti denním světlem 20.000 lx nejméně 0,2. Rovnoměrnost se přitom stanoví jako podíl nejmenší a největší osvětlenosti v kontrolních bodech na srovnávací rovině. Ve vnitřních prostorech, kde nedochází k dobrému promísení denní a umělé složky osvětlení (zejména při bočním denním osvětlení a při odlišném směru osvětlení denní a umělou složkou), musí mít zdroje doplňujícího umělého osvětlení spektrální složení blízké dennímu světlu, tedy se spojitým spektrem nebo výraznou spojitou složkou, a s teplotou chromatičnosti blízkou průměrné hodnotě u denního světla. Hodnota indexu všeobecného podání barev se doporučuje nejméně 80, pokud se nepožaduje pro dané zrakové činnosti vyšší (například pro výtvarnou výchovu). Při běžných hodnotách osvětlenosti se nejlépe osvědčují zdroje s teplotou chromatičnosti v rozmezí 4000 až 5000 K. Takové světelné zdroje je ovšem nevhodné kombinovat se zdroji s velmi odlišným spektrálním složením světla (například žárovkami).

2.3.2.3. REGULACE A OVLÁDÁNÍ SDRUŽENÉHO OSVĚTLENÍ

Denní složka sdruženého osvětlení se musí regulovat tak, aby byla co nejvíce využita aby přitom nemohly vznikat rušivé jevy, zejména oslnění buď vnikáním přímého slunečního světla, nebo nadměrným jasem oblohy v zorném poli v blízkosti směru pohledu. Pro regulaci se využívá nejčastěji žaluzií, rolet, clon nebo závěsů; regulační zařízení musí být snadno ovladatelná uživateli vnitřního prostoru a musí být pamatováno na bezpečný přístup k jejich údržbě.

Doplňující umělé osvětlení se musí regulovat v závislosti na podmínkách venkovního denního osvětlení, které se v jednotlivých prostorech s menším počtem uživatelů mohou hodnotit subjektivně, ale při větším počtu uživatelů má být sledováno objektivně pomocí čidel, neboť jen tak je možné zabezpečit trvale potřebnou úroveň i kvalitu osvětlení a současně hospodárné využití energie.

Ovládání doplňujícího umělého osvětlení může být buď automatické, které je sice technicky i investičně náročnější, ale účinnější, nebo může být ruční na základě signalizace z čidel. Při automatickém ovládání je vhodné zachovat i možnost ovládání ručního podle využití prostoru.

Regulace doplňujícího umělého osvětlení může být buď stupňovitá s postupným spínáním svítidel nebo jejich skupin, nebo spojitá (stmíváním), která je výhodnější z hlediska zachování zrakové pohody i z hlediska energetické úspornosti.

2.4. DENNÍ OSVĚTLENÍ – ŠKOLNÍ BUDOVY

Vyhovující denní osvětlení v nově navrhovaných a opravovaných budovách pro školy musí mít podle ČSN 73 0580-3 všechny vnitřní prostory s trvalým pobytem lidí a takové vnitřní prostory, ve kterých se uživatelé střídají v krátkodobém pobytu, ale celková doba pobytu v nich má trvalý charakter. S ohledem na charakter halových učeben (určených například pro odbornou dílenskou výuku) je nutno přihlédnout i k ČSN 73 0580-4, která se zabývá denním osvětlením pro průmysl, avšak pokud má ČSN 73 0580-3 odlišné, vyšší požadavky, je nutno řídit se jimi.

Mezi prostory s trvalým pobytem lidí patří ve školách učebny víceúčelové i kmenové, pracovny, posluchárny, družiny, studovny, čítárny, kabinety a pracovny vyučujících, kanceláře, sborovny, sloužící jako pracovny, kuchyně a přípravny jídel, ordinace lékaře a vyšetřovny.

Pro úspory umělého osvětlení jeho náhradou denním světlem je rozhodující celoroční průběh venkovního denního osvětlení. Venkovní osvětlenost denním světlem se mění během dne i roku jednak v závislosti na výšce slunce nad obzorem, jednak na stavu oblačnosti. Využití denního osvětlení je možno posuzovat dle obrázku „Celoroční průběh venkovní osvětlenosti denním světlem při rovnoměrně zatažené obloze“ uvedeném v článku „Denní osvětlení - administrativní budovy“.

Při důsledné regulaci umělého osvětlení v učebnách podle venkovní osvětlenosti je celková roční doba využití umělého osvětlení v závislosti na programu výuky v průměru 200 hodin při dopoledním vyučování, při odpoledním využití učeben dosahuje až 320 - 350 hodin.

Podíl celkové doby umělého osvětlení na hodinách výuky při dopoledním vyučování v rozmezí 8 - 13 hodin je v celoročním průměru mezi 15 až 20%, při odpoledním využití učeben může být až 25%. Z toho ovšem připadá největší podíl na zimní měsíce, kdy v prosinci je při dopolední výuce asi 40% a při odpoledním využití se blíží 50%.

Naopak v letním měsících od dubna do června se během vyučování nemusí umělé osvětlení zapínat, v březnu a v září se využívá jen krátkou dobu.

Energetický význam náhrady umělého osvětlení denním ve školách lze dokumentovat na skutečnosti, že množství denního světla, které pronikne plochou okna učebny o velikosti 1 m^2 a je zde během celoroční výuky využito, by při nahrazení umělým světlem při zářivkovém osvětlení znamenalo spotřebu elektrické energie mezi 100 až 120 kWh. To je hodnota srovnatelná se zvýšením tepelných ztrát vlivem rozdílu tepelného odporu konstrukce okna proti tepelnému odporu ostatního pláště budovy.

Při návrhu umělého osvětlení a jeho regulace se tedy musí respektovat nejen funkce daného vnitřního prostoru, obtížnost zrakových činností a jejich rozmístění a časový charakter, ale také podmínky denního osvětlení a vazba umělého osvětlení na ně. To platí zejména pro případy modernizací a rekonstrukcí osvětlení ve starších objektech škol, ve kterých je nezbytné zjistit úroveň denního osvětlení a jeho rozložení ve vnitřním prostoru buď měřením nebo výpočtem.

2.4.1. SDRUŽENÉ OSVĚTLENÍ ŠKOLNÍCH PROSTOR

Sdruženým osvětlením se rozumí záměrné současné osvětlení denním a doplňujícím umělým osvětlením (tedy nikoliv náhodné přisvětlování umělým světlem během dne) v takových vnitřních prostorech, kde ze závažných příčin (provozních, urbanistických, stavebně konstrukčních atd.) není možné docílit vyhovujícího denního osvětlení. Používá se tedy pouze v odůvodněných případech a toto odůvodnění se uvede v projektu. Doporučuje se projednat záměr použití sdruženého osvětlení již v konceptní fázi s příslušným orgánem hygienické služby.

V nových budovách škol přichází sdružené osvětlení v úvahu pouze ve vnitřních prostorech, ve kterých nejde o trvalý pobyt lidí, ale pouze o krátkodobý. Přitom se podle ČSN 73 0580-1 považuje za trvalý pobyt takový, který trvá v průběhu jednoho dne více než 4 hodiny a opakuje se více než jednou týdně. V tomto smyslu je nutno posuzovat i střídání vnitřních prostorů se sdruženým osvětlením, ve kterých jednotlivě sice jde o pobyt krátkodobý, ale v součtu by mohl přesahovat hranici trvalého pobytu.

Typické prostory s krátkodobým pobytem jsou ve škole jsou shromažďovací prostory, klubovny, jídelny, šatny, hygienická zařízení, ale také specializované odborné učebny a pracovny, laboratoře, dílny, tělocvičny, plavecké haly atd., ve kterých se denní osvětlení doporučuje, ale vzhledem ke krátkodobosti pobytu nemohou být námitky proti použití sdruženého osvětlení.

V předškolních zařízeních jsou takovými prostory bez trvalého pobytu, kromě šaten a hygienických zařízení a místnosti izolace, také víceúčelové sály a kouty klidu.

Podobně může být sdružené osvětlení použito i na všech komunikacích ve školách i v předškolních zařízeních. Tam je však nutno pamatovat na zachování minimální úrovně denního osvětlení pro orientaci při výpadku elektrického proudu pro únikové cesty (minimální hodnota činitele denní osvětlenosti 0,1% - viz 3.2.6 ČSN 73 0580-3).

Závažnou oblastí, kde je možné využít sdruženého osvětlení, jsou starší budovy škol, které se modernizují nebo rekonstruují. V případě, že je v takové škole nedostatečné denní osvětlení

vnitřních prostorů s trvalým pobytem lidí, například učeben, je možné použít sdruženého osvětlení za předpokladu, že se nemění účel vnitřních prostorů a že se zlepší podmínky dosud nevyhovujícího denního osvětlení. Není tedy možné použít sdruženého osvětlení, pokud by se zřizovaly nově učebny ze stávajících vnitřních prostorů jiného účelu.

Pro sdružené osvětlení a jeho návrh platí ČSN 36 0020-1:1994 "Sdružené osvětlení. Část 1: Základní požadavky".

Doplňující umělé osvětlení musí být navrženo tak, aby byla zachována přiměřená rovnoměrnost osvětlení v celém vnitřním prostoru i v jeho jednotlivých částech za všech situací venkovního osvětlení, to jest jak při zatažené obloze, tak při polojasné nebo jasné obloze a slunečním svitu. Přitom se ovšem předpokládá, že se bude denní složka sdruženého osvětlení podle potřeby regulovat, zejména se omezí pronikání přímého slunečního světla do vnitřního prostoru tam, kde by mohlo vznikat oslňování nadměrnými kontrasty jasů nebo příliš vysokým jasem ploch ozářených sluncem.

Zvláštním hlediskem při návrhu doplňujícího umělého osvětlení je zábrana siluetovému efektu, který vzniká při pozorování předmětu s malým jasem proti pozadí s velkým jasem, kdy zrak vnímá vzhledem k nadměrnému kontrastu jasů pouze obrys předmětu, siluetu, a nikoliv podrobnosti na povrchu předmětu.

Ve vnitřních prostorech s trvalým pobytem lidí jsou pro doplňující umělé osvětlení předepsány v ČSN 36 0020-1 vyšší hodnoty osvětlenosti při středně obtížných zrakových činnostech, než požaduje dříve platná ČSN 36 0450:1988 pro pouze umělé osvětlení. Tak například u kategorie zrakových činností čtení, psaní atd.(dle ČSN 36 0450 kategorie B3) při středním kontrastu se požaduje pro pouze umělé osvětlení hodnota osvětlenosti 300 luxů, ale pro doplňující umělé osvětlení během dne hodnota 400 luxů.

Světelné zdroje pro doplňující umělé osvětlení se volí podle zrakových činností daného vnitřního prostoru tak, aby jejich barevný tón a podání barev byly v souladu s potřebou. Zvlášť náročný je výběr zdrojů tam, kde je zapotřebí přesně rozlišovat barvy, jako v kreslírnách, pracovnách výtvarné výchovy nebo v prostorech, kde se připravuje jídlo (např. cvičný byt).

Ve vnitřních prostorech, kde přichází doplňující umělé světlo z jiného směru než světlo denní (například při bočním denním osvětlení), má být spektrální složení doplňujícího umělého světla co nejbližší dennímu, zejména má mít spojité spektrum a hodnotu indexu podání barev alespoň 60, nepožaduje-li se z výše uvedených důvodů hodnota vyšší. Je-li však doplňující umělé světlo dobře s denním promíseno (například při horním denním osvětlení a svítidlech umístěných v blízkosti světlíků), dosahuje se dobrých výsledků i při větší odlišnosti barevné

teploty; pokud není třeba dobře rozlišovat barvy, lze v halových prostorech použít i sodíkových vysokotlakých výbojek.
V zásadě se k doplňujícímu umělému osvětlení používá (vzhledem k dlouhodobému využití) úsporných světelných zdrojů s vysokým měrným výkonem, nejčastěji zářivek, v halových prostorech s větší světlou výškou i výbojek rtuťových s luminoforem nebo halogenidových, které mají příznivé podání barev. Žárovky jsou pro doplňující umělé osvětlení omezeny pouze na výjimečné případy (například pro místní osvětlení stíněných prostorů, při požadavku na zvláštní usměrnění světla apod.).

Soustava doplňujícího umělého osvětlení se navrhuje ve vazbě na soustavu pouze umělého osvětlení v době bez denního světla tak, aby bylo podle možnosti využito stejných svítidel pro obě soustavy. Obě soustavy se navrhují tak, aby bylo možné regulovat umělé osvětlení i doplňující umělé osvětlení během dne podle momentální potřeby a využití vnitřního prostoru.
V hlubších vnitřních prostorech s bočními osvětlovacími otvory se zpravidla soustava umělého osvětlení navrhuje v pásech svítidel, umístěných rovnoběžně s okenní stěnou tak, aby se postupným zapínáním a vypínáním jednotlivých pásů mohlo docílit potřebné úrovně osvětlenosti v rozsahu ploch využívaných pro zrakové činnosti.

Regulace doplňujícího umělého osvětlení se navrhuje vždy tak, aby zabezpečila podmínky zrakové pohody za každé situace a přitom bylo osvětlení co nejúspornější. V menších vnitřních prostorech s malým počtem uživatelů se zpravidla navrhuje ovládání ruční a jednostupňové, na základě subjektivního hodnocení.
Ve větších vnitřních prostorech ve školách je vhodnější ovládání doplňujícího umělého osvětlení na základě sledování úrovně denního osvětlení pomocí čidel umístěných tak, aby byla chráněna před nežádoucími vlivy umělého osvětlení, přímého slunečního světla i před škodlivými vlivy vnějšího prostředí.
Doplňující osvětlení se potom zapíná a vypíná buď ručně na základě signalizace z čidla (v učebnách zpravidla ovládá osvětlení vyučující podle využití učebny), nebo se reguluje automaticky centrálně s tím, že se vždy ponechává možnost ruční regulace v těch vnitřních prostorech, které nejsou buď plně nebo vůbec využity.
Doplňující umělé osvětlení se reguluje buď stupňovitě zapínáním a vypínáním jednotlivých skupin svítidel, nebo náročnějším způsobem pomocí stmívání, které je energeticky úspornější, ale vyžaduje větší investiční náklad. Při stupňovité regulaci se musí dbát na to, aby změny v úrovni osvětlení nebyly příliš velké a časté; při automatické regulaci se nastavuje časový odstup změn na interval nejméně 5 minut a změna v úrovni osvětlenosti sdruženým světlem nemá překročit hranici 1 : 2.

Podobnou regulací se mohou vybavit i vnitřní prostory s dostatečným denním osvětlením za tím účelem, aby se využívalo umělého osvětlení hospodárně a v souladu s potřebou podle úrovně venkovního osvětlení. Také zde se může umělé osvětlení zapínat a vypínat postupně v pásech podle toho, jak se zvyšuje nebo snižuje úroveň denního osvětlení v různých vzdálenostech od osvětlovacích otvorů.

Spínače pro doplňující umělé osvětlení se mají vždy zřetelně označit a odlišit od spínačů pouze umělého osvětlení, aby nedocházelo k záměnám a nesprávnému použití.

Zařízení pro regulaci umělého osvětlení a pro sledování úrovně denního osvětlení se musí pravidelně čistit a kontrolovat z hlediska správného seřízení a funkce. V běžném prostředí bez velkého znečištění se považuje za dostatečný interval čištění a kontroly půl roku, nejlépe před zahájením školního roku a během jarních prázdnin.

2.5. OMEZENÍ SPOTŘEBY ENERGIE POMOCÍ DENNÍHO SVĚTLA, ČINITEL $F_{D,N}$

Možné omezení spotřeby energie pomocí dostupnosti denního světla ve vymezené části vnitřního prostoru n, činitel $F_{D,n}$, se stanoví s použitím tohoto vzorce

$$F_{D,n} = 1 - F_{D,S,n} * F_{D,n}$$

kde $F_{D,S,n}$ je činitel dostupnosti denního světla, který bere v úvahu obecnou dostupnost denního světla ve vymezené části vnitřního prostoru n. Představuje pro uvažovaný interval doby příspěvek denního osvětlení k celkovému požadovanému osvětlení posuzované části prostoru.

POZNÁMKA 1

Čím větší je jeho hodnota, tím méně energie se spotřebuje.

$F_{D,C,n}$ je činitel ovládání, který vyjadřuje schopnost ovládacího systému umělého osvětlení závislého na denním osvětlení využít dostupnost denního světla v části vnitřního prostoru n.

POZNÁMKA 2

Čím větší je jeho hodnota, tím méně energie se spotřebuje.

Činitel $F_{D,n}$ může být stanoven pro jakoukoliv část doby, například na ročním, měsíčním nebo hodinovém základu. $F_{D,n}$ se musí posuzovat podle doby činnost během dne t_D z tabulky 1, nebo se vypočítá. t_D může být stanoven v souladu s metodou definovanou v příloze C.

Výsledek může být také považován za efektivní (t.j. ekvivalent plného příkonu) dobu činnosti:

$$t_{D,eff,n} = t_{D,n} * F_{D,n}$$

F_D může být stanoven jinými ověřenými postupy za předpokladu, že pracují na integrálním základě pro uvažované časové období (roční, měsíční, hodinové) v referenčním bodu ovládacího systému umělého osvětlení.

2.5.1. ČINITEL DOSTUPNOSTI DENNÍHO OSVĚTLENÍ $F_{DS,N}$

Činitel dostupnosti denního světla FDS,n se stanoví ve třech krocích:

a. rozdělení budovy na plochy vnitřních prostorů/jejich vymezené části s dostupným denním osvětlením a bez něho;
b. stanovení parametrů vnitřního prostoru, geometrie průčelí a určení venkovních překážek pronikání denního světla do vnitřního prostoru;

c. předpověď potenciálu úspor energie závislého na místě - závislost na staveništi - dostupnost denního světla založená na pronikání denního světla.

POZNÁMKA

1.5.2 a 1.5.3 jsou spojené metody pro stanovení pronikání denního světla, a mohou být využity i alternativní ověřené metody výpočtu pronikání denního světla.

2.5.2. STANOVENÍ HODIN ČINNOSTI S VYUŽITÍM DENNÍHO SVĚTLA

Pro danou dobu zahájení činnosti t_{start} a danou dobu ukončení t_{end} se použije dále uvedený postup, založený na měsíční metodě, kterým se stanoví pro určitou zeměpisnou šířku φ počet hodin ve dne t_D a počet hodin v noci t_N. Tato metoda se použije pro podrobný rozbor nahrazující hodnoty v tabulce 5-1.

Počet dnů N v jednotlivých měsících je stanoven takto:

N_i = (31, 28, 31, 30, 31, 30, 31, 31, 30, 31, 30, 31)

Kde $_i = 1 \div 12$

Pro každý měsíc se počítají hodnoty pro 15. den. Pro každý měsíc v roce jsou 15. dny stanoveny od počátku roku takto:

J_i = (15, 46, 74, 105, 135, 166, 196, 227, 258, 288, 319, 349)

Doby $t_{D,i}$ a $t_{N,i}$ se stanoví pro každý měsíc takto:

$$t_{D,i} = N_i \times C_{we}\left[\left(t_{end} - t_{start}\right) - \left(t_{bs;i} + t_{as,i}\right)\right]$$

a

$$t_{N,i} = N_i \times C_{we}\left[\left(t_{bs,i} + t_{as,i}\right)\right]$$

kde C_{we} = 5/7 představuje opravný činitel pro víkendy. Pokud nejsou víkendy započítány, je C_{we} = 1.

Doby před východem slunce t_{bs},i a po západu slunce tas,i se stanoví takto:

$$t_{bs,i} = \begin{cases} t_{sunrise,i} - t_{start,i} & \text{if } t_{sunrise,i} > t_{start,i} \\ 0 & else \end{cases}$$

a

$$t_{as,i} = \begin{cases} t_{end,i} - t_{sunset,i} & \text{if } t_{end} > t_{sunset,i} \\ 0 & else \end{cases}$$

kde

$$t_{sunrise,i} = \left(12 - w_i / 15°\right) - \text{teq}(J_i) / 60$$

a

$$t_{sunset,i} = (12 + w/15°) - \text{teq}(Ji)/60$$

ω_i se stanoví takto

$$w_i = ar\cos\left[\frac{\sin(j)\sin\left(J_i\frac{360°}{365}\right)}{\cos(j)\cos(d(J_i))}\right]$$

časová rovnice se stanoví takto:

$$\text{teq(J)} = 0{,}0066 + 7{,}3525 * \cos(J´+85{,}9°) + 9{,}9359 * \cos(2 * J´+108{,}9) + 0{,}3387 * \cos(3 * J´+105{,}2)$$

kde J´ = J*3600/365

a deklinace slunce takto:

$$\delta(J) = 0{,}3948 - 23{,}2559 * \cos(J´+9{,}1°) - 0{,}3915 * \cos(2 * J´+5{,}4°) - 0{,}1764 * \cos(3 * J´+26{,}0°)$$

Roční počet hodin denní doby a noční doby se stanoví součtem měsíčních hodnot:

$$t_D = \sum_{i=1}^{12} t_{D,i}$$

$$t_N = \sum_{i=1}^{12} t_{N,i}$$

2.5.3. STANOVENÍ VYMEZENÝCH ČÁSTÍ VNITŘNÍCH PROSTORŮ, ČLENĚNÍ BUDOV NA ÚSEKY

Vnitřní prostory mající okna a/nebo světlíky, nebo části prostorů přiléhající k průčelí, se stejnými systémy ovládání denního světla, se seskupí tak, aby vytvořily vymezenou část prostorů s denním světlem o podlahové ploše označené A_D . Činitel $F_{D,n}$ se stanoví pro každou vymezenou část prostorů postupem uvedeným níže.

Vnitřním prostorům bez oken nebo světlíků se stanoví hodnota $F_{D,n} = 1$.

Posuzovaná vymezená část vnitřních prostorů se rozčlení do dvou částí:

jedna se označí jako podlahová plocha A_D , která může využívat denního osvětlení

jedna se označí jako podlahová plocha $\Sigma A_{tot} - A_D$, která nemůže využívat denního osvětlení.

Hodnota činitele F_{DS} je 0, nejsou potřebné žádné další výpočty.

2.5.3.1. SVISLÁ PRŮČELÍ

Hloubka vnitřního prostoru se definuje jako kolmá vzdálenost od vnitřního povrchu okenní stěny k dělící vnitřní stěně.

Mají-li budovy podlaží nebo vymezené části vnitřních prostorů

s poměrem hloubky k výšce1 méně než 3.5 : 1 (tj. přibližně 10 m hluboké);

[1] Rozumí se světlá výška

kde jsou okna v průčelí kolmém ke směru, ve kterém je stanovena hloubka;

považují se za zcela vystavené dennímu světlu. V takovém případě se použije rovnice A.

$$A_{D,n} = \sum A_{tot}$$

U vnitřních prostorů s okny ve stěnách svírajících pravý úhel (rohové vnitřní prostory) se použije pro výpočet stěna s větší plochou oken.

U budov, které nevyhovují těmto kritériím, část která může využívat denního osvětlení zahrnuje:

- vymezené části vnitřních prostorů mající osvětlovací otvory ve stěně, s hloubkou menší než 5 m.
- části vnitřních prostorů umístěné méně než 5 m od osvětlovacího otvoru ve stěně v prostorech hlubších než 5 m, pokud jsou svítidla osvětlující takové části ovládána samostatně.

Kde je horní hrana oken umístěna výše než 4,5 m nad podlahou, zvětšuje se hloubka vymezené části vnitřního prostoru s denním světlem na 10 m.

Vodorovná průčelí

Členění vnitřních prostorů pro vodorovná průčelí se připravuje.

Průčelí s různými sklony

Průčelí se sklonem menším nebo rovným 45° od vodorovné roviny se posuzují jako vodorovná průčelí. Průčelí se sklonem větším než 45° se posuzují jako svislá průčelí.

2.5.4. PRONIKÁNÍ DENNÍHO SVĚTLA

Dostupnost denního světla v jakékoliv části budovy nebo vnitřního prostoru závisí na geometrických podmínkách ohraničení, popsaných indexem prostupu I_T, indexem hloubky I_{De} , a indexem překážky I_O. Typ systému propouštějícího denní světlo průčelím ovlivňuje dostupnost denního osvětlení.

A. Index prostupu světla I_T

Index prostupu světla IT části budovy, která může využívat denního osvětlení, se definuje takto:

$$I_T = \Sigma_{\text{všech oken}} A_G / A_D \text{ (-)} \qquad \text{(A)}$$

kde A_G je plocha zasklení osvětlovacích otvorů ve stěně,

A_D celková podlahová plocha vymezených částí vnitřních prostorů budovy využívajících denní světlo.

B. Index hloubky I_{De}

Svislá průčelí

Index hloubky I_{De} vymezené části budovy, která může využívat denního světla, se definuje takto:

I_{De} = hloubka vnitřního prostoru/výška horní hrany okna nad srovnávací rovinou

Vodorovná průčelí

Podrobná ustanovení pro světlíky se připravují.

C. Index překážky I_O

Index překážky I_O se stanoví pro překážky bránící světlu, které by jinak dopadalo na průčelí, např. vodorovné výstupky, jiné budovy a přírodní překážky jako stromy a terénní vyvýšené útvary. Index překážky se používá pouze pro svislá průčelí.

Norma neuvažuje překážky pro vodorovná průčelí. Index překážky I_O se stanoví s použitím tohoto vzorce:

$I_O = I_{O,OB} * I_{O,OV} * I_{O,SF} * I_{O,CA}$

kde I_O je opravný činitel pro překážku (-)

$I_{O,OB}$ opravný činitel pro lineární protilehlou překážku

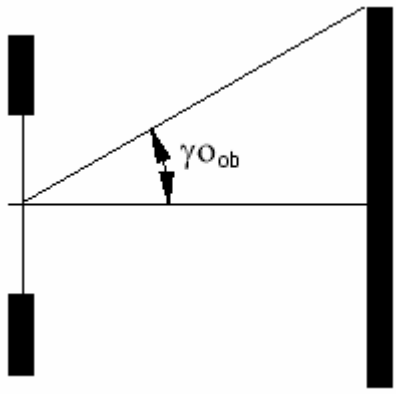
$I_{O,OV}$ opravný činitel pro vyčnívající část budovy

$I_{O,VF}$ opravný činitel pro svislé vyčnívající části budovy

$I_{O,CA}$ opravný činitel pro dvory a atria

Jednoduchý model vyžaduje vhodné abstrakce skutečné geometrie budov. Je v hlavních částech analogický modelům popisujícím vliv překážek na pronikání sluneční energie do budov používaným v metodách tepelné techniky (EN 832). Všeobecně je dán konzervativní odhad. Pro možnost volby lepších úrovní osvětlení se použijí samostatné postupy výpočtu. $I_{O,OB}$, $I_{O,OV}$, $I_{O,BL}$, $I_{O,CA}$ mohou být stanoveny takto:

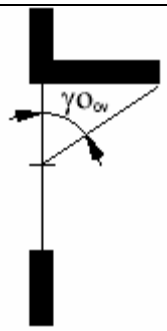
Lineární překážky $\gamma_{O,OB}$



OBR. 2-2	Definice úhlu překážky $\gamma_{O,OB}$

$I_{O,OB} = \cos(1{,}5 \times g_{O,OB})$ [-]

kde $\gamma_{O,OB}$ je úhel překážky od vodorovné roviny2

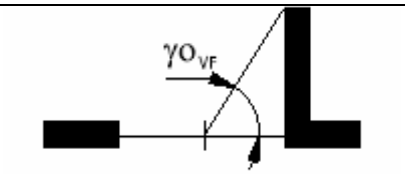


OBR. 2-3	Vyčnívající překážky, $\gamma_{O,OV}$

$I_{O,OV} = \cos(1{,}33 \times g_{O,OV})$ [-]

kde $g_{O,OB}$ je úhel vodorovné vyčnívající překážky od zenitu, měřený od středu okna [0]

Vyčnívající překážky $I_{O,VF}$



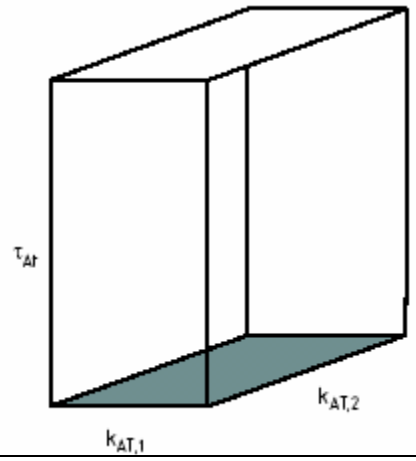
OBR. 2-4	Definice úhlu svislé vyčnívající překážky $\gamma_{O,VF}$

$I_{O,VF} = 1 - g_{O,VF} / 300°$ [-]

kde $g_{O,VF}$ je úhel svislé vyčnívající překážky do průčelí, měřený od středu okna (°)

[2] střed okna a půdorysně střed tloušťky stěny

Dvory a atria, $I_{O,CA}$



OBR. 2-5	Veličiny pro definování světlíkového indexu

$I_{O,CA} = t_{At,1} k_{AT,1} k_{AT,2} k_{AT,3} (1 - 0,85\ wi)$

kde τ_{At} je činitel prostupu světla zasklením atria

$k_{AT,1}$ činitel ztrát světla konstrukcí střechy atria nepropouštějící světlo

$k_{AT,2}$ činitel znečištění střechy atria

$k_{AT,3}$ činitel vyjadřující odchylku směru dopadu světla od normály ke střeše (obecně 0,85)

wi světlíkový index pro tvar atria nebo dvora

kde je světlíkový index definován jako

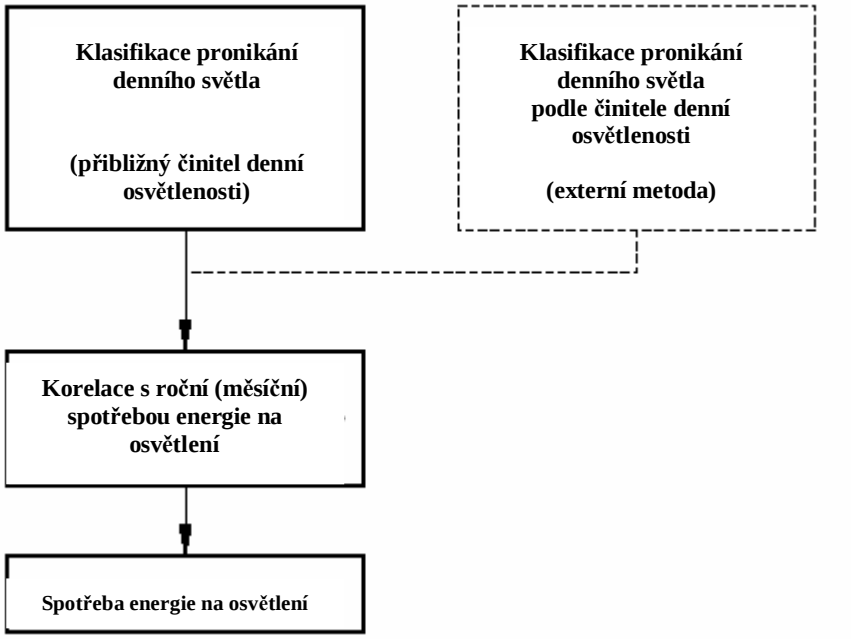
$wi = h_{At} \times (I_{Atr} + w_{At})/(2 \times I_{At} \times w_{At})$

h_{At} je výška atria nebo dvora (m)

I_{At} délka atria nebo dvora (m)

w_{At} šířka atria nebo dvora (m)

D. Stanovení pronikání denního světla



OBR. 2-6	Kroky pro stanovení pronikání denního světla

Z geometrických indexů I_T, I_{De} a I_O může být stanoven přístup denního světla do vymezené části vnitřního prostoru pro základní ("stavební") otvor v průčelí)

$I_r = (4{,}13 + 20{,}0 \times I_T - 1{,}36 \times I_{De})\, I_O\ (\%)$

I_r je index stanovící pronikání denního světla pro otvory v průčelí bez konstrukcí osvětlovacích otvoru a stínících zařízení (%).

Vliv konstrukcí osvětlovacích otvorů a stínících zařízení na úroveň denního osvětlení vnitřních prostorů se stanoví:

- s použitím vztahů Ir s očekávanou spotřebou energie závislých na typu průčelí, tj. metod odvozujících činitel dostupnosti denního světla F_{DS} jako funkci systému průčelí;
- kde tyto závislosti nejsou dostupné zjednodušeným stanovením, založeným na vztahu statických vlastností konstrukcí osvětlovacích otvorů k očekávané náročnosti energie.

Jsou-li známy pouze statické vlastnosti prostupu světla systému průčelí, může být rovnice (10) rozšířena tak, že se pronikání denního světla počítá podle vzorce

$I = I_r\, \tau\, k_1\, k_2\, k_3$

τ přímý polokulový prostup světla konstrukcí osvětlovacích otvorů

k_1 činitel ztrát světla vlivem konstrukcí osvětlovacích otvorů nepropouštějících světlo

k_2 činitel znečištění zasklení osvětlovacích otvorů

k_3 činitel vlivu odchylky dopadu světla na průčelí od kolmého úhlu (hodnota 0,85 stačí všeobecně pro standardní zasklení)

Pronikání denního světla se může počítat podle tabulky 2-3 v závislosti na tom, jak se posuzuje vliv konstrukcí osvětlovacích otvorů a stínících zařízení, s použitím buď I_r nebo I.

TAB. 2-3	Pronikání denního světla jako funkce založená na jednoduchém indexu a stanovení podmínek denního osvětlení (tj. přístup denního světla do vymezené části vnitřního prostoru)založené na činiteli denní osvětlenosti	
Klasifikace		Pronikání denního světla (Přístup denního světla do vymezené části vnitřního prostoru)
I_r	I	
I_r > 6 %	I > 3 %	Silné
6 % > I_r > 4 %	3 % > I > 2 %	Střední
4 % > I_r > 2 %	2 % > I > 1 %	Slabé
I_r< 2 %	I < 1 %	Žádné

S vymezením hraničních podmínek mohou být Ir a I považovány za aproximaci činitele denní osvětlenosti. Ke stanovení pronikání denního světla může být použito podrobného výpočtu s použitím přesnějšího modelování geometrických vztahů. Referenční hodnota pro činitel denní osvětlenosti posuzované vymezené části vnitřního prostoru je průměr na středové ose posuzované plochy, rovnoběžné s posuzovaným průčelím.

2.5.5. DOSTUPNOST DENNÍHO SVĚTLA

$F_{D,S}$ může být stanoven jako funkce klasifikace *pronikání denního světla* I podle příslušné rovnice a tabulky, udržované hodnoty osvětlenosti, klimatických podmínek a strategie ovládání. Jiné doby obsazení mohou být zohledněny. Jsou-li dostupné vhodné a ověřené podrobnější metody týkající se systémů průčelí, orientace průčelí atd., mohou být také použity.

2.5.6. JINÉ DOBY VYUŽITÍ

Hodnoty FD,S v tabulce jsou stanoveny pro denní hodiny využití od 800 do 1700 jako pro standardní hodiny pro kanceláře. Odlišné intervaly hodin využití mohou vést k odlišné dostupnosti denního světla. Je možno brát v úvahu rovněž metody pro výpočet opravných činitelů.

$F_{D,S,n} = F_{D,S,n} * C_{D,T,n}$

kde $C_{D,T,n}$ je opravný činitel pro odlišné intervaly doby využití.

2.5.7. MĚSÍČNÍ METODA

$F_{D,S,n}$ přestavuje průměrný ukazatel pro potenciál ročních úspor. Potenciál ročních úspor $F_{D,S,n}$ může být rozložen do potenciálů měsíčních úspor:

$F_{D,S,month\ n} = F_{D,S,n} \times C_{D,D,month}$

$C_{D,S,month}$ je činitel rozložení na jednotlivé měsíce [-]

Výchozí hodnoty $C_{D,S,month}$ mohou být stanoveny podle podrobné metody (bude uvedena v EN 15193-1.. Pro intervaly okolo poledne může součin $F_{D,S,month} * C_{D,T}$ být větší než jedna.V tom případě se $F_{D,S,month}$ stanoví rovný jedné, tj. odpovídá 100 % dostupnosti denního světla.

2.5.8. OVLÁDÁNÍ UMĚLÉHO OSVĚTLENÍ FD,C ZÁVISLÉ NA DENNÍM OSVĚTLENÍ

Systémy ovládání umělého osvětlení závislé na denním osvětlení mohou významně omezit celkovou spotřebu energie pro instalované osvětlení. Některé z různých možných strategií ovládání jsou:

1.- Ruční zapínání / Ruční vypínání: Osvětlení se zapíná i vypíná ručně.

2.- Ruční zapínání / Průběžné stmívání: Osvětlení se zapíná ručně a průběžně se stmívá v závislosti na momentální dostupnosti denního osvětlení. Ruční zapínání / Průběžné stmívání s vypínáním: Osvětlení se zapíná ručně, průběžně se stmívá v závislosti na momentální dostupnosti denního osvětlení a úplně se vypíná při dostačující úrovni denního osvětlení, t.j. nezbývá žádný příkon pro světelné zdroje.

2.6. STANOVENÍ DOBY OBSAZENÍ F_O

2.6.1. VÝCHOZÍ HODNOTA

Při jakémkoliv použitém systému ovládání se může stanovit hodnota F_O rovná 1.0; v takovém případě není nutný žádný další rozbor. V ostatních případech se postupuje podle pravidel uvedených níže.

2.6.2. PODROBNÉ STANOVENÍ F_O

2.6.2.1. $F_O = 1$

Hodnota F_O musí být rovna 1 v těchto případech:

když se osvětlení zapíná centrálně, t.j. ve více vnitřních prostorech než v jednom (např. jedinou automatikou - třeba časovým nebo ručním spínačem pro celou budovu, pro celé

podlaží nebo pro všechny chodby atd.). To platí při všech typech vypínání (automatickém nebo ručním, ústředním nebo po vnitřních prostorech, atd.).
je-li plocha osvětlovaná skupinou svítidel, která jsou (ručně nebo automaticky) spínána společně, je větší než 30 m^2. Výjimkou jsou zasedacím místnosti, kde toto omezení plochy neplatí (viz níže).

2.6.2.2. $\boldsymbol{F_O} \leq 1$
Příznivější hodnota než 1 může být použita v těchto případech:

- v zasedacích místnostech3 (při jakékoliv ploše ovládané jedním spínačem nebo detektorem), pokud nejsou spínány "centrálně", t.j. se svítidly v jiných vnitřních prostorech (viz výše).
- V ostatních vnitřních prostorech, není-li plocha osvětlená svítidlem nebo skupinou svítidel spínaných (ručně nebo automaticky) společně , větší než 30 m^2, a jsou-li všechna svítidla v témže vnitřním prostoru. Navíc v případě systémů s automatickou detekcí přítomnosti a/nebo nepřítomnosti musí plocha sledovaná detektorem přibližně odpovídat ploše osvětlované svítidly, která jsou ovládána detektorem.

V obou případech musí být také splněny podmínky s ohledem na časování a stmívání, uvedené níže. Pokud tyto podmínky nejsou splněny, je hodnota $F_O = 1$.
V těchto případech se stanoví FO takto4:
pro $0,0 =< F_A < 0,2$
$F_O = 1 - (1 - F_{OC}) F_A / 0,2$
pro $0,2 =< F_A =< 1,0$
$F_O = F_{OC} + 0,2 - F_A$
V těchto výrazech:
F_{OC} je konstantou. Jeho hodnota je stanovena jako funkce systému ovládání osvětlení.
F_A je činitel nepřítomnosti. Jeho hodnota se určuje pro budovu nebo pro místnosti[5]. Pro případy, kdy není tato hodnota známa či specifikována je dána tabulka 6 s příklady.

[3] Ty zahrnují např. klasické zasedací místnosti v kancelářských budovách a hotelích, třídy, kina, hostince.

[4] Např. pro programovací účely programování to může být přepsáno jako jeden výraz:

$$F_O = \min[(1 - (1 - F_{OC})F_A / 0,2): (F_{OC} + 0,2 - F_A)]$$

[5] Jeho hodnota se může pohybovat od 0 do 1. Nepřítomnost činitele odpovídá zlomku referenční doby činnosti (t_D + t_N) že budova nebo vnitřní prostor nejsou využity. (Hodiny spánku mohou být zpravidla považovány za ekvivalentní nepřítomnosti). Kdyby byla budova nebo vnitřní prostor během referenční doby trvale obsazeny, F_A

TAB. 2-4	Hodnoty F_{OC} 6
Systémy bez automatické detekce přítomnosti nebo nepřítomnosti	F_{OC}
Ruční zapínání a vypínání	1,00
Ruční zapínání a vypínání + přídavný automatický signál zhasnutí	0,95
Systémy s automatickou detekcí přítomnosti a/nebo nepřítomnosti	
Automatické zapínání/stmívání	0,95
Automatické zapínání/automatické vypínání	0,90
Ruční zapínání/stmívání	0,90
Ruční zapínání/automatické vypínání	0,82

U systémů bez automatické detekce přítomnosti nebo nepřítomnosti se svítidla zapínají a vypínají ručním spínačem ve vnitřním prostoru.

Může být také začleněn automatický signál, který automaticky vypíná svítidla nejméně jednou denně, typicky večer pro zabránění nepotřebné činnosti během noci.

Pro systémy s automatickou detekcí přítomnosti nebo nepřítomnosti jsou účinné tyto situace:

Automatické zapínání/stmívání: ovládací systém zapíná svítidlo(a) automaticky kdykoliv je někdo přítomen na osvětlované ploše, a automaticky je vypíná do stavu s omezenou úrovní osvětlení (ne více než 20 % normálního výkonu) nejpozději 5 minut po poslední přítomnosti na osvětlované ploše. Navíc nejpozději 5 minut po poslední přítomnosti v celém vnitřním prostoru se svítidla automaticky a zcela vypnou.

Automatické zapínání/automatické vypínání: ovládací systém zapíná automaticky svítidlo(a) kdykoliv je někdo přítomen na osvětlované ploše, a automaticky je zcela vypíná nejpozději 5 minut po zjištění poslední přítomnosti na osvětlované ploše.

Ruční zapínání / stmívání: svítidlo(a) mohou být zapnuta pomocí ručního spínače pouze na ploše osvětlené svítidlem(y) (nebo přibližně tak velké), a pokud nejsou vypnuta ručně,

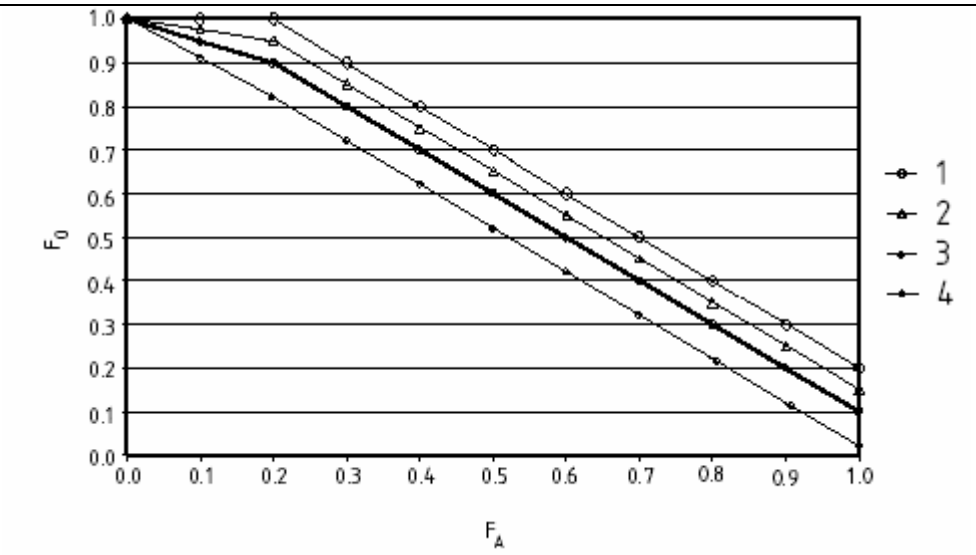
---

by byl 0,0. Pokud by se do budovy nebo vnitřního prostoru téměř nikdy nevstupovalo, blížil by se F_A k 1,0 jako k limitní hodnotě.

[6] Tato tabulka stanoví některé hodnoty pro $F_{O,C}$ jako funkci systému ovládání osvětlení. Pro jiné typy systémů ovládání se mohou stanovit jiné hodnoty; tato tabulka má otevřený konec. "Doba mimo" svítidel s ohledem na referenční dobu činnosti (t_D + t_N) nemůže být nikdy větší než F_A. (Pamatujte, že "stav mimo" vlivem denního světla není uvažován zde, ale je začleněn do F_D) Proto F_O nemůže být nikdy větší než 1 - F_A. Z toho vyplývá, že F_{OC} musí být nejméně 0,80.

automaticky se přepnou do stavu s redukovaným světelným výkonem (nejvýše 20 % normálního výkonu) automatickým ovládacím systémem nejpozději 5 minut po poslední přítomnosti na osvětlované ploše. Navíc se svítidlo(a) automaticky a plně vypnou nejpozději 5 minut po detekci poslední přítomnosti v celém vnitřním prostoru.
Ruční zapínání / automatické vypínání: svítidlo(a) mohou být zapnuta pomocí ručního spínače pouze na ploše osvětlené svítidlem(y) (nebo přibližně tak velké), a pokud nejsou vypnuta ručně, se automaticky a plně vypnou automatickým ovládacím systémem nejpozději 5 minut po detekci poslední přítomnosti na osvětlované ploše.

TAB. 2-5		**Příklady hodnot F_A**		
Výpočet pro celou budovu		**Výpočet pro jednotlivé vnitřní prostory**		
Typ budovy	F_A	**Typ budovy**	**Typ prostoru**	F_A
Kancelářská	0,20	Kancelářská	Kancelář Chodba Technická zařízení	0,20 0,40 0,98
Školní	0,20	Školní	Třída Chodba	0,20 0,60
Nemocniční	0,00	Nemocniční	Lůžkový pokoj Chodba	0,20 0,00



Legenda
1 Ruční zapínání / vypínání
2 Ruční plus vypínání a automatické zapínání / stmívání
3 Automatické zapínání /automatické vypínání a ruční zapínání / stmívání
4 Ruční zapínání / automatické vypínání

OBR. 2-7	$\boldsymbol{F_O}$ jako funkce $\boldsymbol{F_A}$ pro různé systémy ovládání

TAB. 2-6	**Hodnoty F_O jako funkce F_A pro různé systémy ovládání**										
F_A	**0,0**	**0,1**	**0,2**	**0,3**	**0,4**	**0,5**	**0,6**	**0,7**	**0,8**	**0,9**	**1,0**
Ruční zapínání / vypínání	1,000	1,000	1,000	0,900	0,800	0,700	0,600	0,500	0,400	0,300	0,200
Ruční zapínání / vypínání + přídavný signál pro úplné vypnutí	1,000	0,975	0,950	0,850	0,750	0,650	0,550	0,450	0,350	0,250	0,150
Automatické zapínání / stmívání	1,000	0,975	0,950	0,850	0,750	0,650	0,550	0,450	0,350	0,250	0,150
Automatické zapínání / automatické vypínání	1,000	0,950	0,900	0,800	0,700	0,600	0,500	0,400	0,300	0,200	0,100
Ruční zapínání / stmívání	1,000	0,950	0,900	0,800	0,700	0,600	0,500	0,400	0,300	0,200	0,100
Automatické zapínání / automatické vypínání	1,000	0,910	0,820	0,720	0,620	0,520	0,420	0,320	0,220	0,120	0,020

2.6.3. VYSVĚTLUJÍCÍ POZNÁMKA: MOTIVACE PRO VÝBĚR FUNKCÍ F_O

Cílem použití činitele F_O je poskytnout (základní) ohodnocení energetické účinnosti systému pro ovládání osvětlení. F_O závisí na dvou činitelích:

- typu systému ovládání;
- stupni nepřítomnosti ve vnitřním prostoru nebo v budově.

Jednoduchý model (t.j. tvar křivek) je čistě empirický.

F_O se zmenšuje s tím, jak je vnitřní prostor / budova méně obsazena, tj. jak se zvětšuje F_A.

F_O musí být vždy větší než 1 - F_A. Proto F_{OC} musí být nejméně 0,80.

Pro hodnoty F_A menší než 0,2 je sklon křivek různý proto, aby se všechny sbíhaly do F_O = 1,0 pro

F_A = 0,0. Pro hodnoty F_A větší než 0,2 je sklon křivek stejný, tj. všechny křivky jsou rovnoběžné. V tomto rozsahu je rozdíl v F_O mezi systémy ovládání nezávislý na úrovni nepřítomnosti.

Hodnoty F_{OC} jsou také čistě empirické.

K jejich tvorbě byla vzata v úvahu tato kvalitativní hlediska (založená na monitorování skutečného systému):

- Doplnění ručního zapínání / vypínání o přídavný "automatický signál úplného vypnutí" zabrání tomu, aby po opuštění budovy všemi uživateli zůstala svítidla rozsvícena (typicky v noci). Proto tyto systémy dostaly lepší ohodnocení než systémy s čistě ručním zapínáním/vypínáním.
- Automatické systémy, které zůstávají zapnuty v setmělém stavu[7] při nepřítomnosti na osvětlované ploše, spotřebovávají více energie než ty, které vypínají úplně, proto mají vyšší činitele F_{OC} a F_O.
- Systémy s automatickým zapínáním činí tak často, i když to není potřeba. Například když osoba krátce vstoupí do místnosti, aby si vzala zapomenutou věc nebo pro rozdání pošty atd., obvykle nebude potřebovat umělé osvětlení, ale systém ho přesto zapne. Mnohé senzory přítomnosti také detekují otevřenými dveřmi pohyb těch, kdo procházejí chodbou, vždy bezúčelně zapínají osvětlení vnitřního prostoru, také po standardních hodinách obsazení (například pravidelný průchod uklizečů halou, několika opožděných pracovníků, kteří chodí a navštěvují se vzájemně, jdou k

[7] Tento typ ovládání se stmíváním byl přidán na žádost průmyslu osvětlovacích zařízení, protože ve velkých vnitřních prostorech (například ve velkoprostorových kancelářích) mají uživatelé budovy často námitky proti tomu, že se osvětlení zcela vypíná v jiné, neobsazené části takového prostoru. Je zde proto reálný požadavek na použití tohoto typu systému.

tiskárně, kopírce, ke kávovaru, na toaletu atd.). Proto je hodnota F_{OC} příznivější (menší) pro systémy, které zapínají pouze když to vyžádá uživatel ručním zapnutím[8] . (V činiteli F_D se bere se v úvahu vliv denního světla na chování při zapínání a vypínání během obsazení vnitřního prostoru).

[8] Další výhodou systémů s ručním zapínáním je to, že nepotřebují detekci vstupu do vnitřního prostoru, ale pouze odchodu. Detekční systém může proto být vypínán společně se svítidly. V mnoha případech jsou "hodiny mimo" podstatným dílem roku. Toto uspořádání proto představuje důležitý prostředek pro omezení spotřeby parazitním příkonem, nehledě na omezení instalovaného příkonu samotného.

3. UMĚLÉ OSVĚTLENÍ

3.1. OBECNĚ

Umělé osvětlení je integrální součástí osvětlovací soustavy. Soustavy umělého osvětlení zajišťují podmínky pro zrakovou činnost při nedostatku denního osvětlení v prostorech se zanedbatelným, nebo žádným, denním osvětlením.

Dle zdroje napájení a provozního účelu rozlišují tyto druhy umělého osvětlení (osvětlovacích soustav):

- **Normální osvětlení** – to je umělé osvětlení pro určenou činnost v bezporuchovém stavu napájecí sítě; toto se dále dělí na:
  - **hlavní osvětlení** – osvětlení za obvyklých provozních podmínek, toto se dle způsobu zajištění a rozložení osvětlenosti v prostoru může dělit na:
    - celkové osvětlení;
    - odstupňované osvětlení;
    - kombinované osvětlení, to je celkové nebo odstupňované osvětlení doplněné místním osvětlením;
  - **pomocné osvětlení** – osvětlení pro pomocné práce mimo hlavní provoz;
  - **bezpečnostní osvětlení** – osvětlení při poruše technologického zařízení, například při vzniku nebezpečí se rozsvítí nebo zůstanou v činnosti svítidla s vhodnou ochranou krytem, či v nevýbušném provedení.
- **Poruchové osvětlení** – toto může být řešeno jako:
  - **náhradní** – osvětlení pro nezbytné dokončení činnosti nebo minimálních požadavků technologického osvětlení, především aby nedošlo k k úrazu a nevznikly škody;
  - **nouzové, únikové** – osvětlení únikových cest a důležitých manipulačních míst při přerušení dodávky elektřiny pro normální osvětlení;
  - **protiúrazové** – osvětlení s okamžitým náběhem k zajištění bezpečnosti lidí při úrazově rizikové práci (například při doběhu strojů).
- **Technologické osvětlení** – osvětlení vytvářející s dalšími činiteli příznivé podmínky pro průběh technologických procesů, nebo jim zabraňující

3.2. ZÁKLADNÍ POŽADAVKY NA UMĚLÉ OSVĚTLENÍ

Jeden z nejdůležitějších parametrů podle norem – a v tuzemské praxi i nejsledovanější je osvětlenost na sledovaném místě úkonu, definovaná podle současných hygienických a technických poznatků.

Základní požadavky na umělé osvětlení jsou vyjádřeny v ČSN EN 12464-1: 2002 Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 1: Vnitřní pracovní prostory nahradila v roce 2002 dříve platnou ČSN 36 0450:1986 a ČSN 36 0451:1988.

Poněvadž však stávající valná část prostorů posuzovaných prostorů byla navrhována podle požadavků ČSN 36 0450:1986 a ČSN 36 0451:1988 uvádíme základní požadavky na umělé osvětlení pro srovnání i z dříve platných norem.

TAB. 3-1	SROVNÁNÍ ZÁKLADNÍCH POŽADAVKŮ ČSN EN 12464-1 A PŮVODNÍ ČSN 36 0450:1986		
Předpis – norma	**Symbol**	**jednotka**	**Definice veličiny**
ČSN 36 0450	E_{pk}	lm	Místně průměrná a časově minimální osvětlenost. Jedná se o časově nejmenší přípustné průměrné hodnoty osvětlenosti na srovnávací rovině v místě úkolu.
ČSN EN 12464-1	$\bar{E}_m$	lm	Udržovaná osvětlenost (maintained illumnance). Hodnota průměrné intenzity osvětlení na daném povrchu, pod kterou osvětlenost nesmí poklesnout. Jedná se o průměrnou osvětlenost v době, kdy musí být provedena údržba.
Poznámka *v tomto případě lze konstatovat, že se jedná v podstatě o shodné veličiny.*			

Osvětlenost se vždy vztahuje k požadavkům na činnost zraku.

3.2.1. ZÁKLADNÍ POŽADAVKY NA OSVĚTLENOST UMĚLÝM SVĚTLEM

Pro osvětlenost byly vždy stanoveny řady hodnot, z nichž se přiřazovaly hodnoty pro jednotlivé činnosti.

TAB. 3-2	SROVNÁNÍ DOPORUČENÝCH HODNOT OSVĚTLENOSTI DLE ČSN EN 12464-1 A PŮVODNÍ ČSN 36 0450:1986	
Předpis – norma	Jednotka	Hodnota
ČSN 36 0450	lx	0,5; 1; 2 5; 10; 20; 30; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 500; 750; 1000; 1500; 2000; 3000; 5000; 7500; 10000; 15000; 20000.
		Poznámka *Původní ČSN řešila i limitní požadavky (např.na jedné straně pro nouzové osvětlení a na druhé straně prostory pro provádění vysoce speciálních úkonů s nejvyšší zrakovou náročností s požadavky téměř 100% rozlišení – chirurgické zákroky) - norma je součástí souboru, jako kmenová*

TAB. 3-2	SROVNÁNÍ DOPORUČENÝCH HODNOT OSVĚTLENOSTI DLE ČSN EN 12464-1 A PŮVODNÍ ČSN 36 0450:1986	
ČSN EN 12464-1	lx	20; 30; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 500; 750; 1000; 1500; 2000; 3000; 5000.
		Poznámka *ČSN EN uvádí pouze hodnoty pro činnosti které dále určuje – norma je součástí souboru, nikoliv jako kmenová*

ČSN 36 0450:1986 i ČSN EN 12464-1 zná případy, kdy je možno osvětlenost za určitých podmínek snížit. Srovnání je v následující tabulce.

TAB. 3-3	MOŽNÉ SNÍŽENÍ OSVĚTLENOSTI	
Předpis – norma	Velikost snížení	Důvod snížení
ČSN 36 0450 platí pro hodnoty osvětlenosti E_{pk} do 100 lx	neuvedeno	je-li průměrný činitel odrazu větší než 0,6 při krátkodobém nebo občasném pobytu osob v místnosti při malé zrakové náročnosti
ČSN EN 12464-1	neuvedeno	kritické detaily úkolu jsou neobvykle velké nebo mají velký kontrast úkol je vykonáván po neobvykle krátkou dobu

ČSN 36 0450:1986 i ČSN EN 12464-1zná případy, kdy je nutno osvětlenost za určitých podmínek zvýšit. Srovnání je v následující tabulce.

TAB. 3-4	PŘEDEPSANÉ ZVÝŠENÍ OSVĚTLENOSTI	
Předpis – norma	Velikost zvýšení	Důvod zvýšení
ČSN 36 0450:1986 platí pro hodnoty osvětlenosti E_{pk} do 500 lx	O jeden stupeň	a) je-li průměrný činitel odrazu menší než 0,3 b) při požadavku dlouhodobého soustředění na zrakovou práci bez možnosti odpočinku zraku c) při požadavku časté akomodace, sledování pohyblivého detailu, nebo časté změně směru pohledu d) při rychlém vnuceném tempu práce a požadavku vysoké spolehlivosti zrakové práce e) při trvalém používání ochranných brýlí nebo štítků f) při věku většiny osob vyšším než 40 let g) používá-li většina osob brýle s optickou mohutností větší než 4 dioptrie h) jedná-li se o místnost bez denního osvětlení s trvalým pobytem osob i) jedná-li se o prostředí se sníženou viditelností z výskytu např. páry, kouře, prachu, atd. j) jedná-li se o místnosti s velkým společenským, kulturním nebo reprezentačním významem. .
	O dva stupně	Nastanou-li současně součastně tři a více výše uvedené případy.

TAB. 3-4	PŘEDEPSANÉ ZVÝŠENÍ OSVĚTLENOSTI	
ČSN EN 12464-1 pro osvětlenost bez bližší specifikace	Neuvedeno	a) zraková činnost je kritická b) chyby se nákladně opravují c) je důležitá přesnost a vysoká produktivita d) zrakové schopnosti pracovníků jsou pod normálem e) zrakové úkoly jsou neobvykle malé a málo kontrastní f) úkol je vykonáván po neobvykle dlouhou dobu
		Poznámka: ČSN EN 12464-1 - důvody zvýšení osvětlenosti uvádí značně vágně, rovněž ani nestanoví o kolik stupňů, z tohoto důvodu není na závadu přiměřeně použít výše uvedená ustanovení.

V obou normách je rovněž striktně stanovena minimální osvětlenost v prostorech s trvalým pobytem osob.

TAB. 3-5	MINIMÁLNÍ OSVĚTLENOST V PROSTORÁCH S TRVALÝM POBYTEM OSOB	
Norma	E_{pk} / $\bar{E}_m$ (lx)	Poznámka
ČSN 36 0450	200	Hygienické minimum pro trvalý pobyt osob v místnostech s kategorií činnosti B a C
	300	Hygienické minimum pro trvalý pobyt osob v místnostech bez denního osvětlení s kategorií činnosti B a C
ČSN EN 12464-1	200	Dále nespecifikováno

3.2.1.1. ZÁKLADNÍ POŽADAVKY NA OSVĚTLENOST BEZPROSTŘEDNÍHO OKOLÍ ÚKOLU DLE ČSN EN 12464-1.

Osvětlenost bezprostředního okolí úkolu musí souviset s osvětlením úkolu a musí poskytovat vyvážené rozložení jasů v zorném poli. Velké prostorové změny osvětlenosti v okolí úkolu mohou způsobit namáhání zraku a zrakovou nepohodu.

Osvětlenost bezprostředního okolí úkolu může být menší než osvětlení v místě úkolu, avšak nesmí být menší než je uvedeno v následující tabulce.

TAB. 3-6	POMĚR OSVĚTLENOSTI BEZPROSTŘEDNÍHO OKOLÍ ÚKOLU A MÍSTA ÚKOLU, ROVNOMĚRNOST OSVĚTLENÍ
Osvětlenost úkolu	Osvětlenost bezprostředního okolí úkolu
lx	lx
≥750	500
500	300
300	200
200 a méně	$E_{úkolu}$
Rovnoměrnost ≥ 0,7	Rovnoměrnost osvětlení ≥ 0,5

ČSN EN 12464-1 obsahuje rovněž přehled prostorů, pro které stanoví požadavky na hodnotu udržované osvětlenosti E_m (a dále požadavek na maximální hodnotu rušivého oslnění UGR_L a minimální hodnotu indexu podání barev R_a).

TAB. 3-7	PŘEHLED MÍSTNOSTÍ (PROSTORŮ), ÚKOLŮ A ČINNOSTÍ PRO KTERÉ STANOVÍ ČSN EN 12464-1 VÝŠE UVEDENÉ POŽADAVKY NA OSVĚTLENÍ.

Komunikační zóny a společné prostory v budovách

- Komunikační zóny
- Místnosti pro odpočinek, hygienu a první pomoc
- Dozorny
- Skladové prostory a chladírny
- Regálové sklady

Kanceláře

Veřejné prostory

- Společné prostory
- Restaurace a hotely
- Divadla, koncertní síně, kina
- Veletrhy, výstavní haly
- Musea
- Knihovny
- Veřejné vnitřní parkovací prostory

Zdravotnická zařízení

- Společné prostory (místnosti pro všeobecné použití)
- Místnosti pro personál
- Lůžkové pokoje,
- Všeobecné vyšetřovny, obecně
- Oční vyšetřovny
- ORL vyšetřovny
- Místnosti se zobrazovací diagnostikou
- Porodní sály
- Ošetřovny (léčebné místnosti) všeobecně
- Operační prostory
- Jednotky intenzivní péče
- Zubní ordinace
- Laboratoře a lékárny
- Dezinfekční prostory
- Pitevny a márnice

Průmyslové, řemeslné a zemědělské činnosti (prostory)

- Zemědělství
- Pekárny
- Cement, cementové zboží, beton, cihly
- Keramika, obkládačky, sklo, sklářské výrobky
- Chemický, plastikářský a gumárenský průmysl
- Elektrotechnický průmysl
- Výroba potravin a pochutin
- Slévárny a výroba odlitků
- Kadeřnictví
- Šperkařství
- Prádelny a čistírny
- Kůže a kožené zboží
- Výroba a zpracování kovů
- Papír a papírenské zboží
- Elektrárny
- Tiskárny
- Válcovny, železárny a ocelárny
- Výroba a zpracování textilií
- Výroba automobilů
- Výroba a zpracování dřeva

Obchodní prostory

Vzdělávací zařízení – (školská a předškolská)

- Mateřské školy a jesle
- Školské budovy

Dopravní prostory

- Letiště
- Železniční zařízení

3.2.1.2. POROVNÁNÍ POŽADAVKŮ NA UMĚLÉ OSVĚTLENÍ (NEBYTOVÉ PROSTORY)

V následujících tabulkách je srovnání požadavků ČSN EN 12464-1 a ČSN 36 0450 pro vybrané prostory.

TAB. 3-8	**KOMUNIKAČNÍ ZÓNY A SPOLEČNÉ PROSTORY V BUDOVÁCH** (dle ČSN EN 12464-1 tabulka 5.1)				
Požadavky dle ČSN EN 12464-1			Požadavky dle ČSN 36 0450:1986 a ČSN 36 0451:1988 pro obdobné prostory E_{pk} uvedené v prvním sloupci platí pro střední kontrast, v druhém pro malý a ve třetím pro velký		
Dopravní zóny					
Spojovací, (průchozí, průjezdné) prostory, chodby			**Vnitřní komunikace - kategorie C2**		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
100	28	40	75	100	50
Poznámky: 1. Osvětlenost na podlaze 2. R_a a UGR stejné jako v přilehlých prostorách 3. 150 lx v případě výskytu vozidel 4. Osvětlení vstupu a výstupu musí poskytovat přechodové pásmo, aby se zabránilo náhlým změnám osvětlení mezi vnitřkem a vnějškem ve dne a v noci 5. Pozornost se musí věnovat zábraně oslnění řidičů i chodců			**Vnitřní, málo frekventované komunikace - kategorie C3** E_{pk} (lx) / E_{pk} (lx) / E_{pk} (lx) 30 / 50 / 20 Poznámky: Platná ČSN 36 0452 předepisuje na komunikacích v bytových domech E_{pk} = 20(lx), u vstupů do výtahů 30 (lx)		
Schodiště, eskalátory, pohyblivé chodníky			**Vnitřní komunikace – viz výše**		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
150	25	40			
Nakládací rampy/místa					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
150	40	25			
Místnosti pro odpočinek, hygienu a první pomoc					
Kantýny, spíže			**Kantýny** – neurčeny zařazovaly se jako „práce s průměrnými požadavky na zrakový výkon“		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
200	22	80	300	500	200
			Spíže - neurčeny zařazovaly se jako „náročné sklady“		
			E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
			150	200	100
Prostory pro odpočinek (respiria)			**Běžné zábavné a oddechové činnosti** (kategorie D)		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
100	22	80	150	100	75
Tělocvičny, fit centra (místnosti pro tělesná cvičení)			**Tělocvičny** (kategorie D)		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
300	22	80	300	500	200
Šatny, koupelny, umývárny, toalety			**Hygienická zařízení** (dle důležitosti a náročnosti provozu, případně dle ČSN 36 0452 - v závorce**)**		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
200	22	80	300, 75; (100)	200; 100; (100)	100, 50; (100)
Separátní pokoj pro nemocné (marodka)			**Separátní pokoj nemocné** – neurčeny zařazovaly se jako „práce s průměrnými požadavky		

TAB. 3-8	**KOMUNIKAČNÍ ZÓNY A SPOLEČNÉ PROSTORY V BUDOVÁCH** (dle ČSN EN 12464-1 tabulka 5.1)				
			na zrakový výkon“		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
500	19	80	300	500	200
Ošetřovna			**Ošetřovna**		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
500	16	90	300	500	200
Dozorny, rozvodny					
Rozvodny, provozní místnosti			**Rozvodny, provozní místnosti** – neurčeny zařazovaly se jako „práce s průměrnými požadavky na zrakový výkon“ případně dle ČSN 36 0451 – B3		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
200	25	60	300	500	200
Poštovní, faxové, telefonní ústředny			**Poštovní, faxové, telefonní ústředny** – neurčeny zařazovaly se jako „práce s průměrnými požadavky na zrakový výkon“ případně dle ČSN 36 0451 – B3, (vyjímečně i B2)		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
500	19	80	300 (750)	500 (1000)	200 500)
Skladové prostory, chladírny					
Zásobárny, skladiště			**Náročné sklady (sklady**) - obecně		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
100	25	60	150 (75)	200 (100)	100 (50)
Poznámka: při stálém pobytu osob 200 lx.			Poznámka: při stálém pobytu osob 200 lx.		
Expozice a balírny			**Balení a expedice** (dle ČSN 36 0451 kategorie B3)		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
300	25	60	300	500	200
Regálové skladovací prostory					
Uličky bez obsluhy			**Regálové skladovací prostory** – ČSN 36 0450 ani ČSN 36 0451 tyto prostory neuvádí, řešily se jako náročné sklady (sklady) a balení a expedice		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
20	-	40			
Uličky s obsluhou					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
150	22	60			
Poznámka: osvětlenost na podlaze					
Řídící stanoviště					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
150	22	60			
Poznámka: osvětlenost na podlaze					

TAB. 3-9	**KANCELÁŘE, ADMINISTRATIVNÍ PROSTORY** (dle ČSN EN 12464-1 tabulka 5.3)				
Požadavky dle ČSN EN 12464-1			**Požadavky dle ČSN 36 0450:1986 pro obdobné prostory**		
Kanceláře, administrativní prostory					
Zakládání dokumentů, kopírování, atd.			**Kanceláře** (kategorie B3)		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
300	19	80	300	500	200

TAB. 3-9	**KANCELÁŘE, ADMINISTRATIVNÍ PROSTORY** (dle ČSN EN 12464-1 tabulka 5.3)				
Požadavky dle ČSN EN 12464-1			**Požadavky dle ČSN 36 0450:1986 pro obdobné prostory**		
Psaní, psaní na stroji, čtení, zpracovávání dat			**Psaní, čtení, zpracovávání dat** (podle ČSN 36 0451 se zařazuje do kategorie B3)		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
500	19	80	300	500	200
Poznámka: pro práci c displeji je nutno dbát pokynů pro osvětlení stanic se zobrazovacími panely (DSE), včetně vakuových obrazovek (VDU).			Poznámka: ČSN 36 0450 a ČSN 36 0451 nerozeznávají psaní a saní na stroji		
Technické kreslení			**Kreslení** (podle ČSN 36 0451 se zařazuje do kategorie B2)		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
750	16	80	750	1000	500
Poznámka: ČSN EN 12464-1 nerozlišuje pojem „kreslení“ a „rýsování“			**Rýsování** (podle ČSN 36 0451 se zařazuje do kategorie B1)		
			E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
			1500	2000	1000
Pracovní stanice CAD			**Pracovní stanice CAD** - přímo neurčeny,		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
500	19	80	750 (1500)	1000 (2000)	500 (1000)
Poznámka: pro práci c displeji je nutno dbát pokynů pro osvětlení stanic se zobrazovacími panely (DSE), včetně vakuových obrazovek (VDU			Poznámka: zařazovaly se dle skutečné náročnosti v souladu s požadavky uvedenými v ČS 36 0451 do kategorie B2, (B1))		
Konferenční a zasedací místnost			**Konferenční a zasedací místnost** – (kategorie D1)		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
500	16	80	300	500	200
Poznámka: osvětlení má být regulovatelné					
Recepce			**Recepce** – neurčena zařazovala se jako „činnosti společenské“ - (kategorie D1)		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
300	22	80	300	500	200
Archivy			**Archivy** - – neurčeny zařazovaly se jako „práce s průměrnými požadavky na zrakový výkon“, pokud nebyly stanoveny vyšší požadavky		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
200	25	80	300	500	200

TAB. 3-10	**MALOOBCHODNÍ PROSTORY** (dle ČSN EN 12464-1 tabulka 5.4)				
Požadavky dle ČSN EN 12464-1			**Požadavky dle ČSN 36 0450:1986 pro obdobné prostory**		
Prodejny, prodejní prostory					
Prodejní prostor, prodejna			**Obchodní prostory** (kategorie B3)		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
300	19	80	300	500	200
Pokladny, pokladní prostory			**Pokladny, pokladní prostory**– neurčeny zařazovaly se jako „obchodní prostory“ (kategorie B3)		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
500	19	80	300	500	200
Balící stoly			**Balící stoly**– neurčeny zařazovaly se jako „ob-		

TAB. 3-10	**MALOOBCHODNÍ PROSTORY** (dle ČSN EN 12464-1 tabulka 5.4)				
Požadavky dle ČSN EN 12464-1			**Požadavky dle ČSN 36 0450:1986 pro obdobné prostory**		
			chodní prostory“ (kategorie B3)		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
500	19	80	300	500	200

TAB. 3-11	**PROSTORY URČENÉ PRO VEŘEJNOST (VEŘEJNĚ PŘÍSTUPNÉ PROSTORY)** (dle ČSN EN 12464-1 tabulka 5.5)				
Požadavky dle ČSN EN 12464-1			**Požadavky dle ČSN 36 0450:1986 pro obdobné prostory**		
Obecné prostory					
Vstupní haly					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
100	22	80			
Poznámka: UGR jen když lze aplikovat					
Šatny, toalety			**Šatny** (s použitím ČSN 36 0452)		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)		
200	25	80	100		
			Toalety – hygienická zařízení (kategorie osvětlení C2)		
			E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
			75	100	50
Čekárny			**Čekárny** - (s použitím ČSN 36 0452)		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)		
200	22	80	150		
Pokladní přepážky			**Pokladní přepážky**– neurčeny zařazovaly se jako „obchodní prostory“ (kategorie B3)		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
300	22	80	300	500	200
Restaurace a hotely					
Recepce, přijímací kancelář					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
300	22	80			
Poznámka: osvětlení má být regulovatelné					
Kuchyně					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
500	22	80			
Restaurace, jídelna, provozní místnost					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
-	-	80			
Samoobslužná restaurace					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
200	22	80			
Bufet					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
300	22	80			
Konferenční místnosti					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
500	19	80			
Poznámka: osvětlení musí být ovládatelné					
Chodby					

TAB. 3-11	**PROSTORY URČENÉ PRO VEŘEJNOST (VEŘEJNĚ PŘÍSTUPNÉ PROSTORY)** (dle ČSN EN 12464-1 tabulka 5.5)				
Požadavky dle ČSN EN 12464-1			**Požadavky dle ČSN 36 0450:1986 pro obdobné prostory**		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
100	25	80			
Poznámka: v noci se připouští nižší úrovně osvětlení					
Divadla, koncertní haly, kina					
Zkušební místnosti, šatny					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
300	22	80			
Poznámka: osvětlení zrcadel pro líčení nesmí oslňovat					
Veletrhy, výstavní haly					
Celkové osvětlení					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
300	22	80			

TAB. **3-12**	**MUZEA** (dle ČSN EN 12464-1 tabulka 5.5				
Požadavky dle ČSN EN 12464-1			Požadavky dle ČSN 36 0450:1986 pro obdobné prostory		
Exponáty, které nejsou citlivé na světlo					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
-	-	-			
Poznámka: osvětlení se stanoví podle požadavků na prezentaci					
Exponáty, které jsou citlivé na světlo					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
-	-	-			
Poznámka: 1. Osvětlení se stanoví podle požadavků na prezentaci 2. Ochrana před degradačním zářením je přednostní					

TAB. 3-13	**KNIHOVNY** (dle ČSN EN 12464-1 tabulka 5.6				
Požadavky dle ČSN EN 12464-1			Požadavky dle ČSN 36 0450:1986 pro obdobné prostory		
Knihovní police					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
200	19	80			
Čítárny					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
500	19	80			
Přepážka					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
500	19	80			

TAB. 3-14	**ŠKOLSKÁ (VÝCHOVNÁ) ZAŘÍZENÍ** (dle ČSN EN 12464-1 tabulka 5.6)
Požadavky dle ČSN EN 12464-1	**Požadavky dle ČSN 36 0450:1986 pro obdobné prostory**

TAB. 3-14	**ŠKOLSKÁ (VÝCHOVNÁ) ZAŘÍZENÍ** (dle ČSN EN 12464-1 tabulka 5.6)				
Požadavky dle ČSN EN 12464-1			**Požadavky dle ČSN 36 0450:1986 pro obdobné prostory**		
Mateřské školy, jesle					
Místnost pro hraní			**Místnost pro hraní, dětský pokoj** – neurčeny zařazovaly se jako „učebny“ (kategorie B3)		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
300	19	80	300	500	200
Poznámka: 1. osvětlenost na podlaze 2. bezpečnostní barvy musí být rozlišitelné					
Dětský pokoj					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
300	19	80			
Ruční práce					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
300	19	80			
Školy					
Učebny, konzultační místnosti			**Učebny, studovny, sborovny**		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
300	19	80	300	500	200
Poznámka: osvětlení má být regulovatelné					
Učebny pro večerní studium a vzdělávání dospělých					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
500	19	80			
Poznámka: osvětlení má být regulovatelné					
Přednáškové haly					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
500	19	80			
Poznámka: osvětlení má být regulovatelné					
Tabule					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
300	19	80			
Poznámka: je třeba zamezit zrcadlovým odrazům					
Laboratorní (demonstrační stůl)					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
500	19	80			
Poznámka: v přednáškových sálech 750 lx					
Učebny výtvarné výchovy			**Pracovny pro kreslení**		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
500	19	80	1000	750	500
Kreslírny (učebny pro technické kreslení)			**Kreslírny (učebny pro technické kreslení)**		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
750	19	80	1000	750	500
Místnosti pro praktickou výuku, laboratoře			**Laboratoře**		
E_m (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
500	19	80	1000	750	500
Učebny pro ruční práce			**Místnosti pro jemné ruční práce**		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
500	19	80	1000	750	500
Školní dilny			**Pracovny pro běžnou výrobu**		

TAB. 3-14	**ŠKOLSKÁ (VÝCHOVNÁ) ZAŘÍZENÍ** (dle ČSN EN 12464-1 tabulka 5.6)				
Požadavky dle ČSN EN 12464-1			**Požadavky dle ČSN 36 0450:1986 pro obdobné prostory**		
$\bar{E}_m$ (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
500	1000	1000	500	300	200
Hudební učebny			**Učebny**		
$\bar{E}_m$ (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
300	19	80	500	300	200
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
300	19	80			
Poznámka:					
Jazykové laboratoře					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
300	19	80			
Přípravny a dílny					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
500	19	80			
Vstupní haly			**Méně významné prostory, vnitřní komunikace**		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
200	22	80	100	75	50
Spojovací prostory a chodby			Poznámka: při krátkodobém pobytu osob v těchto prostorech bylo nutno za minimální osvětlenost v daném prostoru považovat 100 lx.		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
100	25	80			
Schodiště					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
150	25	80			
Společenské místnosti a shromažďovací prostory pro studenty a žactvo			**Společenské místnosti a shromažďovací prostory**		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
200	22	80	500	300	200
Sborovny			**Sborovny**		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
300	19	80	500	300	200
Knihovny, police					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
200	19	80			
Knihovny, místa pro čtení a studium					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
500	19	80			
Školní sklady učebních pomůcek a materiálů					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
100	25	80			
Tělocvičny, sportovní haly, bazény (běžné použití)			**Tělocvičny**		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
300	22	80	500	300	200
Poznámka: pro specializované činnosti musí být použity požadavky ČSN EN 12193					
Školní jídelny			**Hromadná konzumace potravin**		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)

TAB. 3-14	**ŠKOLSKÁ (VÝCHOVNÁ) ZAŘÍZENÍ** (dle ČSN EN 12464-1 tabulka 5.6)				
Požadavky dle ČSN EN 12464-1			**Požadavky dle ČSN 36 0450:1986 pro obdobné prostory**		
200	22	80	500	300	200
Kuchyně					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
500	22	80			

TAB. 3-15	**ZDRAVOTNICKÁ ZAŘÍZENÍ** (dle ČSN EN 12464-1 tabulka 5.7)				
Požadavky dle ČSN EN 12464-1			**Požadavky dle ČSN 36 0450:1986 pro obdobné prostory**		
Místnosti pro všeobecné použití (udané hodnoty jsou v úrovni podlahy)					
Čekárny					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
200	22	80	300	500	200
Chodby (ve dne)			**Chodby**		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
200	22	80	100	75	50
Chodby (v noci)			Poznámky: 1. ČSN 36 0450 nerozlišovala noční a denní provoz 2. při krátkodobém pobytu osob v těchto prostorech bylo nutno za minimální osvětlenost v daném prostoru považovat 100 lx		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
50	22	80			
Denní místnosti					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
200	22	80			
Místnosti personálu					
Kanceláře a pracovny lékařů a sester			**Kanceláře**		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
500	19	80	300	500	200
Pokoje personálu			Poznámky: ČSN 36 0450 nerozlišovala určení kanceláří		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
300	19	80			
Poznámka: osvětlení má být regulovatelné					
Pokoje pro pacienty (lůžkové)					
Celkové osvětlení					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
100	19	80			
Čtení, jednoduché vyšetřování					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
300	19	80			
Vyšetřování a ošetřování					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
1000	19	90			
Noční osvětlení (dozorové, pozorovací a obchůzkové)					
$\bar{E}_m$(lx)	UGR_L	R_a			
5	-	80			
Koupelny a záchody pacintů					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
200	22	80			
Vyšetřovny (obecně)					

TAB. 3-15	**ZDRAVOTNICKÁ ZAŘÍZENÍ** (dle ČSN EN 12464-1 tabulka 5.7)				
Požadavky dle ČSN EN 12464-1			**Požadavky dle ČSN 36 0450:1986 pro obdobné prostory**		
Celkové osvětlení			**3.2.1.2.1. Vyšetřovny, náročné ošetřovny**		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
500	19	90	1000	750	500
Vyšetřování a ošetřování					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
1000	19	90			
Oční vyšetřovny					
Celkové osvětlení					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
300	19	80			
Vyšetřování oka					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
1000	-	90			
Testy čtení a barvocitu na testovacích tabulkách					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
500	16	90			
Ušní vyšetřovny					
Celkové osvětlení					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
300	19	80			
Vyšetřování ucha					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
1000	-	90			
Místnost pro zobrazovací metody diagnostiky					
Celkové osvětlení			**Pracovny pro jemné práce, práce s počítači, vyšetřovny**		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
300	19	80	1000	750	500
Skenery se zvětšením obrazu a televizním systémem					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
50	19	80			
Porodní sály					
Celkové osvětlení			**Operační sály, ambulance pro speciální zákroky**		
$\bar{E}_m$(lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
300	19	80	20000	15000	10000
Vyšetřování a ošetřování					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
1000	19	80			
Ošetřovny					
Dialýza			**Náročné ošetřovny, vyšetřovny**		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
500	19	80	1000	750	500
Poznámka: osvětlení musí být regulovatelné					
Kožní					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
500	19	80			
Endoskopie					

TAB. 3-15	**ZDRAVOTNICKÁ ZAŘÍZENÍ** (dle ČSN EN 12464-1 tabulka 5.7)				
Požadavky dle ČSN EN 12464-1			**Požadavky dle ČSN 36 0450:1986 pro obdobné prostory**		
$\bar{E}_m$(lx)	UGR_L	R_a			
300	19	80			
Sádrovna					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
500	19	80			
Léčebné koupele			**Ošetřovny**		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
300	19	80	500	300	200
Masáže a radioterapie					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
300	19	80			
Operační prostory					
Předoperační a pooperační místnosti					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
500	19	90			
Operační sál			**Operační sály, ambulance pro speciální zákroky**		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
1000	19	90	20000	15000	10000
Operační pole					
$\bar{E}_m$ (lx)					
10000 až 100000					
Jednotky intenzivní péče					
Celkové osvětlení					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
100	19	90			
Poznámka: v úrovni podlahy					
Jednoduché ošetřování			**Ošetřovny**		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
300	19	90	500	300	200
Poznámka: v úrovni lůžka					
Vyšetřování a ošetřování			**Náročné ošetřovny, vyšetřovny**		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
1000	19	90	1000	750	500
Poznámka: v úrovni lůžka					
Noční sledování, dozor					
$\bar{E}_m$(lx)	UGR_L	R_a			
20	19	90			
Zubní ordinace					
Celkové osvětlení					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
500	19	90			
Poznámka: světlo nesmí oslňovat pacienta					
Osvětlení pacienta					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
500	-	90			
Operační pole (ústní dutina)					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
5000	-	90			
Poznámka: mohou být vyžadovány hodnoty přes 5000 lx					

TAB. 3-15		**ZDRAVOTNICKÁ ZAŘÍZENÍ** (dle ČSN EN 12464-1 tabulka 5.7)			
Požadavky dle ČSN EN 12464-1			**Požadavky dle ČSN 36 0450:1986 pro obdobné prostory**		
Porovnání bělosti (výběr barvy)					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
5000	-	90			
Poznámka: T_{op} = 6000 K					
Laboratoře a lékárny					
Celkové osvětlení			**Laboratoře, pracovny pro jemné práce**		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
500	19	90	1000	750	500
Kontrola barev					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
1000	19	90			
Poznámka: T_{op} = 6000 K					
Dezinfekční prostory					
Sterilizace			**Běžné laboratorní práce**		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
300	22	80	500	300	200
Desinfekce					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
300	22	80			
Pitevny, márnice (patologie)					
Celkové osvětlení			**Operační sály, ambulance pro speciální zákroky**		
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
500	19	90	20000	15000	10000
Pitevní stůl					
$\bar{E}_m$ (lx)	UGR_L	R_a			
5000	-	90			
Poznámka: mohou být vyžadovány hodnoty přes 5000 lx					

TAB. 3-16		**Dopravní prostory** (dle ČSN EN 12464-1 tabulka 5.8)			
Požadavky dle ČSN EN 12464-1			Požadavky dle ČSN 36 0450:1986 pro obdobné prostory		
Letiště					
Příletové a odletové haly, prostory odbavení zavazadel			**Hygienické minimum pro stálý pobyt osob** (v místnostech kategorii B a C)		
E_m (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)		
200	22	80	200		
Spojovací chodby, eskalátory, pohyblivé chodníky			**Vnitřní komunikace**		
E_m (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
150	22	80	100	75	50
Informační a odbavovací přepážky			**Obchodní prostory**		
E_m (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
500	19	80	500	300	200
Poznámka: je nutno splnit požadavky pro práci s displeji					
Zákaznické a pasové přepážky					
E_m (lx)	UGR_L	R_a			
500	19	80			

TAB. 3-16	**Dopravní prostory** (dle ČSN EN 12464-1 tabulka 5.8)				
Poznámka: důležité je vertikální osvětlení (obličeje zákazníka)					
Čekárny			**Místnosti společenské**		
E_m (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
200	22	80	500	300	200
Úschovny zavazadel					
E_m (lx)	UGR_L	R_a			
200	25	80			
Bezpečnostní kontrolní prostory					
E_m (lx)	UGR_L	R_a			
300	19	80			
Místnost řízení letového provozu v kontrolní věži			**Velíny, dozorny**		
E_m (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
500	19	80	1000	750	500
Poznámka: 1. osvětlení má být stmívatelné 2. je nutno splnit požadavky pro práci s displeji 3. musí být zamezeno oslnění denním světlem 4. je nutno zamezit odrazům v oknech, zvláště v noci					
Hangáry pro opravy a zkoušky letadel			**Pracovny pro jemné práce**		
E_m (lx)	UGR_L	R_a	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)	E_{pk} (lx)
500	22	80	1000	750	500
Poznámka: Pro vysoké haly bude uplatněn zvláštní požadavek					
Prostory pro zkoušení motorů					
E_m (lx)	UGR_L	R_a			
500	22	80			
Poznámka: Pro vysoké haly bude uplatněn zvláštní požadavek					
Měřící zóny v hangárech					
E_m (lx)	UGR_L	R_a			
500	22	80			
Poznámka: Pro vysoké haly bude uplatněn zvláštní požadavek					
Železniční prostory					
Krytá nástupiště, podchody, přechody (pro cestující)					
E_m (lx)	UGR_L	R_a			
50	28	40			
Vstupní haly, haly s prodejem jízdenek					
E_m (lx)	UGR_L	R_a			
200	28	40			
Prodejny a přepážky prodeje jízdenek, příjem výdej zavazadel					
E_m (lx)	UGR_L	R_a			
300	19	80			
Čekárny					
E_m (lx)	UGR_L	R_a			
200	22	80			

Z uvedených hodnot je patrno, že na osvětlenost „pracovních prostor“ je kladen stále větší důraz a současně se zvyšují i požadavky na jeho velikost.

3.2.2. POŽADAVKY NA UMĚLÉ OSVĚTLENÍ BYTOVÝCH DOMŮ

Požadavky na umělé osvětlení v bytových domech byly do roku 2005 obsaženy v ČSN 36 0452:1988, která navazovala na kmenovou normu ČSN 36 0450:1986. Se zavedením ČSN EN 12464-1 v březnu 2004 bylo nutno ČSN 36 0452:1988 zrušit a důležité údaje z ní byly zapracovány do ČSN 73 4301 Změna Z1 Obytné budovy:2005. Základní požadavky na umělé osvětlení na komunikacích bytových domů a v bytech jsou uvedeny v následující tabulce 3-17. Zde je ovšem nutno mít na paměti, že osazování svítidel v bytech, především v obytných místnostech je zcela v kompetenci uživatele bytu.

TAB. 3-17		**Nejnižší požadované hodnoty $\bar{E}_m$, UGR_L a R_a**			
Prostor		Udržovaná osvětlenost $\bar{E}_m$ (lx)	Index oslnění UGR_L	Index podání barev R_a	Výška vodorovné srovnávací roviny nad podlahou (m)
1	Domovní dvory, atria	10	-	-	0
2	Domovní, méně frekventované komunikace	20	25	60	0
3	Vnitřní části domovních vstupů, vstupy do výtahů u objektů s malou frekvencí	30	25	60	0
4	Na místě se jménem uživatele bytu, na zvonkovém tablu a na vstupu do bytu	30	-	-	-
5	Celkové osvětlení obytné místnosti (které se ještě doplňuje místním osvětlením)	50	22	80	0.85
6	Komunikace v bytě	75	22	80	0
7	Obytné kuchyně, šatny, spíže	100	22	80	0.85
8	Sušárny, úschovny kočárků a kol	100	28	60	0,85
9	Domovní, frekventované komunikace včetně vnitřních částí vstupů a vstupy do výtahu - zvýšený pohyb v objektu nebydlících osob	100	25	60	0
10	Domovní prádelny	150	25	80	0.85
11	Koupelny, WC	200	22	80	0.85
12	Domácí dílny, místnost pro domácí práce, mandl	300	22	80	0.85
13	Kuchyňská pracovní linka, varná deska sporáku	300	22	90	-

TAB. 3-17	**Nejnižší požadované hodnoty $\bar{E}_m$, UGR_L a R_a**			
Prostor	Udržovaná osvětlenost $\bar{E}_m$ (lx)	Index oslnění UGR_L	Index podání barev R_a	Výška vodorovné srovnávací roviny nad podlahou (m)
Poznámka: *Uvedená výška vodorovné srovnávací roviny nad podlahou musí být upravena, je-li činnost vykonávána v jiné výšce (například nižší stoly pro děti a podobně).* *Uživatelé bytů si v rozhodující většině případů zřizují, udržují a užívají celkové i místní osvětlení obytných místností sami podle vlastní úvahy. Pro svítidla celkového osvětlení jsou zpravidla podle projektu rozmístěny vývody světelného obvodu, pro místní osvětlení se využívají zásuvky. Osvětlení ostatních prostorů bytu (příslušenství, hygienická zařízení atd.) se navrhuje v projektu. Podobně je tomu je u domovních komunikací a dalších společných prostorů. U uživatelů bytů není možné předpokládat odborné znalosti o umělém osvětlení ani možnost jejich seznámení s normou a respektování jejich ustanovení při realizaci umělého osvětlení.*				

4. STANOVENÍ TYPICKÝCH ŘEŠENÍ OSVĚTLOVACÍCH SOUSTAV

4.1. PŘÍKLADY HODNOCENÍ UMĚLÉHO OSVĚTLENÍ VE VYBRANÝCH OBJEKTECH -UMĚLÉ OSVĚTLENÍ ZDRAVOTNICKÝCH PROSTORŮ

4.1.1. ZÁKLADNÍ TYPY UMĚLÉHO OSVĚTLENÍ PRO ZDRAVOTNICKÁ ZAŘÍZENÍ

a) **Doporučená osvětlení** - osvětlení pro dané prostory za daných okolností nejvýhodnější. Nedodržení doporučeného osvětlení musí být v technické zprávě ke světelně technickému projektu zdůvodněno.

b) **Přídavné osvětlení** – další místní osvětlení, kterým se na pracovišti vytvářejí vhodné světelné podmínky.

c) **Nouzové osvětlení** (náhradní a orientační) – osvětlení nezávislé na hlavním zdroji.

d) **Noční osvětlení** – minimální osvětlení na lůžkových pokojích a chodbách, je určeno pro povšechnou zrakovou orientaci v noci.

e) **Náhradní osvětlení** – zřizuje se v místnostech, v nichž při poruše hlavního osvětlení může nastat nebezpečí požáru, výbuchu, poškození technologického zařízení, ohrožení technologického procesu nebo i zásobování velkého počtu osob apod.

Základním požadavkem na všechny tyto typy umělého osvětlení ve zdravotnictví je, že umělé světlo musí všechny prostory osvětlovat hygienicky, bezpečně, příjemně a hospodárně.

4.1.1.1. ZPŮSOB OSVĚTLENÍ

Všechny prostory ve zdravotnických zařízeních musí mít celkové umělé osvětlení.

Poznámka: Všude tam, kde se vyžaduje osvětlení mimořádné intenzity, stínivosti, kontrastu, směru, dopadu a barvy světla, je možno celkové osvětlení doplnit vhodným osvětlením místním a ke zvláštní náročné zrakové činnosti použít ještě osvětlení přídavné.

4.1.1.2. OSVĚTLENOST

Osvětlenost se doporučuje pro nové či rekonstruované prostory vypočítat podle ČSN EN 12464-1.

4.1.1.3. ROVNOMĚRNOST CELKOVÉHO OSVĚTLENÍ

Rovnoměrnost samotného celkového osvětlení $E_{min.}$: E_p má být v hlavních prostorách a na všech lékařských pracovištích blízká poměru 1 : 1 (E_p = průměrná osvětlenost v místě úkonu;

$E_{min.}$ = minimální osvětlenost v místě úkolu). Doporučuje se, aby osvětlení bylo co nejrovnoměrnější.

Průměrné intenzity celkového osvětlení v prostorách komunikačně na sebe navazujících nesmějí překročit poměr 1 : 5 (r = 0,2).

4.1.1.4. OSLNĚNÍ

V části zorného pole ležících nemocných na lůžkových pokojích nesmí jasy překročit hodnotu 300 $cd.m^{-2}$. Tato hodnota se však netýká svítidel.

Doporučuje se, aby v uvedené části zorného pole ležících nemocných nebyla umístěna svítidla.

Oslnění odrazem v místě úkolu musí být omezeno na nejmenší míru. Toho se dosáhne:

a) takovým rozmístěním svítidel, aby světlo odražené od pozorovaných předmětů nesměřovalo do oka pozorovatele, při obvyklém směru pohledu. Nejlepších výsledků se dosáhne, když převažující směr světla přibližně souhlasí se směrem pohledu s výjimkou pozorovaných předmětů s vratným odrazem. Zejména je třeba se vyhnout umístění řad svítidel ve svislých rovinách proložených obvyklými směry pohledu.
b) užitím rozměrných svítidel s malým jasem
c) maximálním použitím rozptylných povrchových úprav všech pozorovaných předmětů při obvyklém směru pohledu
d) užitím svítidel s vhodným rozložením světelného toku.

4.1.1.5. SMĚR DOPADU SVĚTLA

Pracoviště, náročná na zrakovou práci, mají být osvětlována převážně zleva ve shodě s denním světlem. Podle této zásady se volí a rozmisťují svítidla i osvětlovací konstrukce. Stíny vzniklé od celkového osvětlení, nesmějí být tvrdé tj. příliš tmavé a ostře ohraničené, zejména v pracovních prostorách. Poměr jasů vržených stínů k jasům sousedních nezastíněných ploch nesmí být na pracovištích větší než 1 : 3.

4.1.1.6. BARVA SVĚTLA

Pro osvětlování je třeba volit světelné zdroje s ohledem na psychologické působení barvy světla a zejména na jeho vhodné barevné podání, aby se vyloučily možnosti diagnostických omylů. Doporučuje se, aby byly používány zdroje se světlem stejného spektrálního složení. Toto doporučení se týká zvláště osvětlovacích zařízení ve vyšetřovnách, v lůžkových pokojích, v prostorách s diagnostickým zařízením, v laboratořích aj.

4.1.1.7. STÁLOST OSVĚTLENÍ

Osvětlení musí být časově stálé. Stálost nesmí být rušivě ovlivňována ani poklesem síťového napětí (u teplotních zdrojů) ani míháním světla (u výbojových zdrojů).

U všech osvětlovacích zařízení nutno při použití výbojových zdrojů vyloučit rušivý stroboskopický jev vhodnými úpravami, např. zapojením, užitím elektronických předřadných přístrojů, kondenzátory atd.

4.1.1.8. NÁHRADNÍ A NOUZOVÉ (ORIENTAČNÍ) OSVĚTLENÍ

Náhradní osvětlení musí zajišťovat minimální provozní podmínky při poruše hlavního napájecího zdroje; přitom se musí automaticky přepojit určená část osvětlovacích zařízení na náhradní napájecí zdroj. U operačních svítidel musí zapnutí náhradního napájecího zdroje nastat okamžitě, v ostatních prostorách nejvýše do tří minut. Intenzita osvětlení z náhradního napájecího zdroje musí v určených prostorách zůstat stejná jako intenzita osvětlení ze zdroje hlavního.

Poznámka

Nouzové osvětlení se řeší pomocí samostatné instalace tam, kde není náhradní napájecí zdroj (nebo když je náhradní napájecí zdroj malé kapacity), který by zajistil asi 30 až 35% provozu celého zařízení.

Je-li v zařízení instalován náhradní napájecí zdroj o vyšší kapacitě než uvedeno, neprovádí se pro nouzové osvětlení samostatná instalace a hlavní osvětlení může sloužit současně jako nouzové a náhradní.

Nouzové (orientační) osvětlení musí zásadně umožňovat orientaci pro bezpečný pohyb. Napájí se ze samostatného zdroje a musí být instalováno na všech komunikacích a na určených pracovištích.

Nouzové osvětlení působí pouze přechodně a proto nemusí splňovat všechny podmínky zrakové pohody normálního osvětlení.

Kapacita zdrojů pro nouzové osvětlení musí vystačit alespoň na 8 hodin provozu.

4.1.1.9. UMĚLÉ OSVĚTLENÍ SCHODIŠŤ A CHODEB

Rozvody pro osvětlení schodišť, nástupišť výtahů, chodeb apod., se provádí těmito způsoby:

a) s jedním obvodem – svítidla jsou zapojena na jeden obvod;
b) se dvěma obvody – svítidla jsou zapojena na dva obvody jedné fáze tak, aby při poruše jednoho obvodu bylo možné zabezpečit orientační osvětlení o minimální intenzitě 2 lx z druhého obvodu;

c) se dvěma nebo více obvody – svítidla jsou zapojena na obvody napájené ze dvou, popř. tří fází tak, aby při poruše jednoho obvodu bylo možné zabezpečit orientační osvětlení o minimální intenzitě 2 lx z ostatních obvodů;
d) nouzovým osvětlením, které doplňuje jeden ze způsobů osvětlení uvedených v odstavcích a), b) nebo c).

Nouzov osvětlení se napájí ze zdroje nezávislého na síti (baterie nebo agregát) a zapíná se automaticky, a to:

- u způsobu uvedeného v odstavci a) při přerušení obvodu pro osvětlení společných komunikací;
- u způsobu uvedeného v odstavci b) a c) při přerušení napájení rozváděče, na němž jsou jištěny obvody pro osvětlení společných komunikací.

Na společných komunikacích objektů, kde se zřizuje nouzové osvětlení podle odstavce d), postačí z hlediska bezpečnosti osvětlení provedené způsobem podle odstavce a).

4.1.1.10.NOČNÍ OSVĚTLENÍ

Noční osvětlení slouží k nejnutnější prostorové orientaci v hlavních prostorách zdravotnických zařízení, především na lůžkových a resuscitačních pokojích a na komunikacích.

Noční osvětlení se napájí z téhož napájecího zdroje jako osvětlení normální a svítidla se rozmísťují v blízkosti předpokládaných důležitých komunikačních ploch.

Na lůžkových pokojích se rovnoměrnost nočního osvětlení nepředepisuje, na komunikacích nesmí být horší než 1 : 10.

4.1.1.11.HOSPODÁRNOST

Pro osvětlování je nutno používat světelné zdroje, svítidla a osvětlovací konstrukce s největší možnou účinností pro daný účel.

Z tohoto důvodu je nutné volit svítidla osaditelná světelnými zdroji se štítkovou hodnotou A a rovněž při náhradě původních světelných zdrojů dodržovat pravidlo užití zdrojů s touto štítkovou hodnotou.

4.1.1.12.BEZHLUČNOST

U výbojových světelných zdrojů musí být používány jen bezhlučné předřadníky.

Poznámka: Není-li možno používat bezhlučné předřadníky a nelze-li ani jinak zcela vyloučit hluk osvětlovacího zařízení, doporučuje se předřadníky instalovat společně na vhodném místě, např. mimo uvažovaný prostor.

Na některé zvlášť citlivé elektronické přístroje mohou mít výbojové zdroje rušivý vliv, v takových případech třeba k tomu přihlédnout.

4.1.1.13.OVLÁDÁNÍ OSVĚTLENÍ A ELEKTRICKÁ INSTALACE

Osvětlení lůžkových pokojů musí být provedeno tak, aby celkové osvětlení bylo ovládání pouze ošetřujícím personálem a místní osvětlení (instalované u každého lůžka) bylo ovládáno přímo z lůžka.

Poznámka

Na uzavřených odděleních psychiatrických klinik je vhodné umístit všechno ovládání mimo lůžkové pokoje.

V lůžkových pokojích na dětských odděleních a v resuscitačních pokojích má být ovládání osvětlení provedeno do tří stupňů intenzit.

V resuscitačních pokojích a v lůžkových pokojích vůbec je možno uvážit instalaci regulačního stmívacího zařízení pro celkové osvětlení.

4.1.1.14.ČIŠTĚNÍ A SNADNOST ÚDRŽBY

Svítidla a osvětlovací zařízení musí být řešena a umístěna tak, aby u nich nedocházelo k nadměrnému znečišťování a aby při čištění a údržbě byla snadno přístupná.

4.1.2. PŘÍKLAD HODNOCENÍ UMĚLÉHO OSVĚTLENÍ VYBRANÝCH ADMINISTRATIVNÍCH PROSTORŮ

V administrativních budovách se převážně na většině pracovišť vykonávají činnosti související s přenosem a zpracováním informací, přitom je velmi důležité, aby se omezilo zkreslení těchto informací a počet chyb na nejnižší míru. Při práci s informacemi mají rozhodující podíl zrakové činnosti a z tohoto je nezbytné vytvořit vhodným osvětlením podmínky pro dobré vidění a zrakovou pohodu jako základní předpoklad pro dobré pracovní prostředí.

Kromě vnitřních prostorů pro administrativní práce jsou v administrativních budovách i další druhy prostorů, u kterých jsou požadavky na osvětlení i činnosti obdobné, jako u jiných druhů budov a které není nutno podrobně rozvádět, neboť činnost v nich je jednoznačná a je definována v ČSN EN 12464-1. Jedná se například o komunikace místnosti pro občerstvení a jeho přípravu, sociální zařízení, atd.

V současnosti na pracovištích v administrativních budovách je převládajícím zrakovým úkolem práce s obrazovkou PC. Toto znamená nutnost vytvoření podmínek dobrého vidění a zrakové pohody, kde lze definovat obecně platná kritéria pro osvětlení takto:

- Zajištění dostatečné úrovně osvětlení (osvětlenost $\bar{E}_m$);
- Přiměřené rozložení jasů ploch v zorném poli;
- Vhodný převažující směr osvětlení a stínivost;

- Omezení oslnění (v souladu s UGR_L);
- Vhodné spektrální složení světla a přiměřené podání barev;
- Soulad mezi osvětlením obrazovky a ostatních zrakových úkolů na pracovišti;
- Omezení rušivých odrazů jasných ploch na obrazovce.

Na většině pracovišť s obrazovkami je zrakovým úkolem nejen pozorování a odečítání z obrazovky, ale také střídavé pozorování jiných předmětů, zejména klávesnice PC a různých písemných nebo grafických podkladů a předloh. Klávesnice i pozorované podklady musí být dostatečně osvětleny na běžnou úroveň podle jejich zrakové obtížnosti (viz tab. 3-9). Naproti tomu má obrazovka vlastí jas i kontrast a při vyšší úrovni osvětlení obrazovky z vnějšího světelného zdroje se tento kontrast zmenšuje a viditelnost znaků zhoršuje. Z tohoto důvodu je účelné pokud možno omezovat úroveň osvětlení obrazovky z vnějšího světelného zdroje a zároveň nezvyšovat osvětlenost okolních ploch nad potřebnou míru.

Omezení rušivých odrazů ploch s velkým jasem na povrchu obrazovky má pro dobrou viditelnost obrazovky PC a zrakovou pohodu základní význam. Tyto odrazy mohou zhoršit viditelnost znaků nebo zcela znemožnit jejich rozeznávání na určitých místech obrazovky. K takovýmto plochám s velkým jasem patří zejména svítidla a osvětlovací otvory pro denní světlo, ale také světlé povrchy s vysokou úrovní osvětlení, kterými mohou být i povrchy místností a vnitřního zařízení. Z těchto důvodů v prostorovém úhlu, ze kterého je možný odraz v povrchu obrazovky do oka pozorovatele (pracovníka) podle její polohy (umístění a sklon obrazovky) a tvaru (vypuklá nebo rovinná) nesmí jas ploch překročit kritickou úroveň. Pro běžné obrazovky se uvádí maximální přípustná hodnota jasu povrchu v nejjasnějším místě 400 cd/m^2, největší průměrná hodnota jasu 200 cd/m^2. Při zvláštních úpravách obrazovky nebo jiných opatřeních, jako jsou například povrchové úpravy, antireflexní vrstvy, filtry, a podobně, mohou být tyto jasy úměrně vyšší podle účinnosti opatření.

Je nutno mít na paměti, že u všech prostor se stálým pobytem osob musí být hodnota $\bar{E}_m$ minimálně 200 lx.

4.1.3. HODNOCENÍ UMĚLÉHO OSVĚTLENÍ VYBRANÝCH PROSTORŮ VE ŠKOLÁCH

Od roku 1986 platí pro umělé osvětlování škol ČSN 36 0450 "„Umělé osvětlení vnitřních prostorů“, která stanovila především vyšší požadavky na intenzitu osvětlení. Souběžná platnost ČSN 36 0042:1965 a ČSN 36 0450:1986 měla za následek zmateční postupy, které vedly k častému podhodnocování hygienických požadavků na správný způsob a hodnotu umělého osvětlení ve školských zařízeních. Z tohoto důvodu byla ve vyhlášce Ministerstva zdravotnic-

tví č. 108/2001, kterou se stanoví hygienické požadavky na prostory a provoz škol, předškolních zařízení a některých školských zařízení věnována značná pozornost dennímu sdruženému a umělému osvětlení, včetně jednoznačného stanovení minimálních hodnot E_{pk} (místně průměrné a časově minimální osvětlenosti) uváděné v luxech (lx). Celková situace byla vyřešena přijetím ČSN EN 12464-1 Světlo a osvětlení – Osvětlování pracovních prostorů – Část 1: Vnitřní pracovní prostory. Tato norma byla zavedena do praxe v roce 2004.

4.1.3.1. ZÁKLADNÍ TYPY UMĚLÉHO OSVĚTLENÍ PRO ŠKOLSKÁ ZAŘÍZENÍ

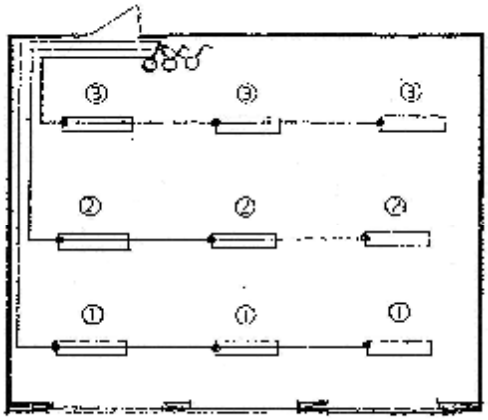
a) Hlavní osvětlení – osvětlení pro dané prostory nejvýhodnější. Osvětlení musí splnit v případě umělého, ale i v případě doplňujícího umělého osvětlení sdruženého osvětlení, minimálně požadavky Vyhlášky MZ 108/2001, u nových staveb ČSN EN 12464-1.

b) Osvětlení tabule – osvětlení určené k osvětlení plochy v níž se může pohybovat tabule. Osvětlení tabule musí mít nejméně stejnou úroveň jako osvětlení pracovních míst.

c) Nouzové únikové osvětlení – osvětlení nezávislé na vnějším zdroji (je-li pro daný typ školského zařízení požadováno).

4.1.3.2. ZPŮSOB OSVĚTLENÍ

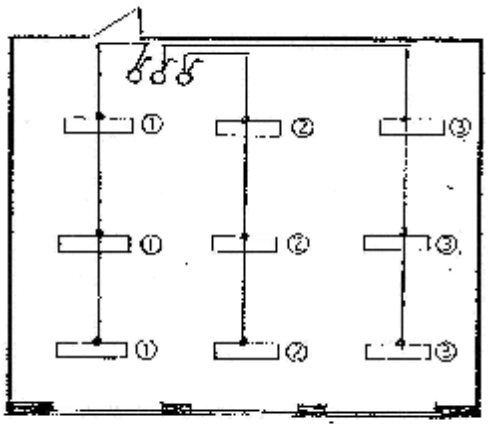
Všechny prostory ve školských zařízeních musí mít celkové umělé osvětlení. Svítidla mají být v učebnách zapojena do řad souběžných se stěnou, obsahující okna. Jedině takto lze zajistit možnost vhodné regulace umělého osvětlení v závislosti na úrovni osvětlenosti učebny denním světlem, respektive zajistit odpovídající sdružené osvětlení.



Správné zapojení

Poznámka:

Čísla v kroužcích značí čísla jednotlivých skupin, v nichž jsou svítidla společně ovládána



Chybné zapojení

Poznámka:

Čísla v kroužcích značí čísla jednotlivých skupin, v nichž jsou svítidla společně ovládána

OBR. 4-1	Správné a chybné seskupování svítidel v učebnách

Popisované chybné zapojení se vyskytuje především v učebnách, kde je na stropě v rovině kolmé ke stěně jakákoliv překážka (např. trámec), která znemožňuje přímé napojení řad svítidel.

Osvětlení tabule musí být navrženo a provedeno tak, aby zrcadlení světelných zdrojů na tabuli nevadilo při pohledu na tabuli ze žádného místa v lavicích.

4.1.3.3. OSVĚTLENOST

V tabulce 3-14 jsou uvedeny osvětlenosti a kategorie osvětlení i dle původní ČSN 36 0450:1986 pro posouzení starších školních budov. Pro rekonstrukce a nově zřizované osvětlovací soustavy platí požadavky na osvětlenost dle ČSN EN 12464-1 uvedené v téže tabulce.

4.1.3.4. ROVNOMĚRNOST CELKOVÉHO OSVĚTLENÍ

Pro školy s umělým osvětlením dle ČSN 36 045 platí, že roměrnost umělého osvětlení stanovená jako podíl nejmenší a průměrné osvětlenosti pracovních míst musí být v prostorách s trvalým pobytem dětí a žáků g = 0,65 (1:1,5), v prostorách s krátkodobým pobytem g = 0,4(1:1,5).

Za trvalý charakter pobytu se považuje činnost dítěte nebo žáka v délce 4 a více hodin. Trvalý pobyt v ostatních prostorách školy (kanceláře, sborovnách atd.) je definován jako po dobu delší než 4 hodiny opakovaný nejméně po 30 dnů v roce.

Krátkodobý pobyt je obecně definován jako pobyt po dobu kratší než hodiny, který nelze považovat za občasný, nebo pobyt delší než 4 hodiny opakovaný nejvýše po 29 dnů v roce (toto kritérium nelze vztahovat na místnosti, určené pro činnost dětí a žáků, viz výše.
Občasný pobyt – pobyt potřebný k průchodu místností při kontrolních pochůzkách, při dohledu na zařízení apod. Občasný pobyt lze ve školských zařízeních uplatnit pouze na technické zázemí objektu.
U nově zřizovaných nebo rekonstruovaných osvětlovacích soustav musí být rovnoměrnost osvětlení v souladu s požadavky tab. 3-06.

4.1.3.5. OSLNĚNÍ A SMĚR DOPADU SVĚTLA

Umělým osvětlením nesmí vznikat žádné oslnění světelnými zdroji ani svítidly, jejich odleskem ani nevhodným rozložením viděných jasů.
Svítidla mají být umístěna co nejvýše a pokud možno stranou, aby byla při pohledu k tabuli v nejhořejším okraji zorného pole. V nízkých učebnách mohou být z toho důvodu nevyhnutelná stropní zářivková svítidla, ačkoliv mají horší účinnost než závěsná.
Aby nevznikaly oslňující odlesky, nutno se zejména v učebnách vystříhat lesklých povrchů, především lesknoucích se stolních desek apod.

4.1.3.6. UČEBNY S OBRAZOVKAMI

V prostorech s obrazovkami musí být zajištěny podmínky zrakové pohody a vyloučeno oslnění. Vhodnou polohou obrazovek k osvětlovacím otvorům i svítidlům i jejich účelným clonění se musí zamezit jednak přímému oslnění těmito plochami s velkým jasem, jednak oslněním jejich odrazem na obrazovkách (například použitím obrazovek s omezenou odrazností světla). Vzdálenost očí od obrazovky musí být nejméně 50 cm od horního okraje obrazovky ve výši očí; optimální vzdálenost je 60 cm. Současně se musí zabezpečit dostatečná úroveň osvětlení pro jiné zrakové úkoly, než pozorování obrazovek, například čtení grafických podkladů, psaní na klávesnici i ručně. Přitom nesmí být úroveň osvětlení tak velká, aby snižovala kontrast na obrazovkách.

4.1.3.7. BARVA SVĚTLA

V prostorách s trvalým pobytem dětí a žáků se požaduje hodnota indexu podání barev nejméně 80, v prostorech s vysokými nároky na rozlišování barev hodnota indexu nejméně 90 (například výtvarná výchova).
Barevný tón světla s ohledem na spolupůsobení s denním světlem je nejvhodnější bílý s teplotou chromatičnosti v rozmezí 4 000 až 4 500 K. Při použití různých světelných zdrojů

v jednom prostoru a nedokonalém promísení jejich světla musí být jejich teplota chromatičnosti a index podání barev co nejbližší.

4.2. SVĚTELNÉ ZDROJE

Světelné zdroje jsou zařízení která vysílají optické, viditelné záření, světlo Těmito světelnými zdroji mohou být přírodní zdroje (Slunce, blesk, oheň, apod.), nebo umělé zdroje (svíčka, petrolejová či plynová lampa, žárovka, výbojka, světelné dioda).

Předmět (či jeho povrch), jenž vyzařuje světlo, které vzniklo vněm samém přeměnou energie je primární světelný zdroj.

Předmět (či jeho povrch), jenž alespoň částečně odráží či propouští světlo, které na něho dopadlo je sekundární světelný zdroj.

Umělý světelný zdroj je zařízení určené k přeměně některého druhu energie na světlo. Světelné zdroje jsou základním prvkem osvětlovacích soustav. V současné době mají pro osvětlování budov význam pouze zdroje napájené elektřinou, tedy elektrické světelné zdroje.

4.2.1. ŽÁROVKY

Žárovky patří mezi teplotní světelné zdroje, principem jejich funkce je ohřátí vlákna na takovou teplotu, při které začíná svítit. Žárovky rozdělujeme na standardní, reflektorové a halogenové.

4.2.1.1. ŽÁROVKY STANDARDNÍ A REFLEKTOROVÉ

Standardní žárovky jsou nejznámější, nejrozšířenější a nejméně hospodárné zdroje světla s velmi krátkou životností. Na světlo se přemění jen 3 - 5 % spotřebované energie, zbytek je většinou ztrátové teplo. Výhodou žárovek zůstává jednoduchost použití a nízká pořizovací cena. S ohledem na vysoké provozní náklady (spotřebu energie) je možno doporučit instalaci žárovek v místech s krátkodobým a spíše nepravidelným svícením (sklepy, půdy, výjimečně používané chodby a skladovací prostory).

Reflektorové žárovky se používají pro místní zvýraznění, tedy jako světelný akcent. Jinak pro ně platí totéž jako pro standardní žárovky. Jsou označovány písmenem R a číslem, udávajícím průměr reflektoru v milimetrech (typické je např. R63). Typ volíme obvykle podle vzdálenosti osvětlovaného předmětu. Výrobci nabízejí reflektorové žárovky i s barevným světlem.

4.2.1.2. ŽÁROVKY HALOGENOVÉ

U obyčejných žárovek se wolfram odpařený z vlákna usazuje na stěnách baňky a způsobuje černání a pokles svítivosti. V halogenové žárovce probíhá cyklus, při němž se odpařený

wolfram slučuje s halogeny na průhlednou sloučeninu. Jsou vyráběny v trubkovém provedení, nebo jako speciální miniaturní typy, ne o mnoho větší než hrášek, často uložené v malém reflektorku. Je-li vnitřní povrch reflektorku pokryt dichroickými odraznými vrstvami, je větší část tepelného záření propuštěna dozadu a směrem k osvětlovanému předmětu je tepelné vyzařování zmenšeno o 75%. Ve srovnání se standardní žárovkou vykazují standardní trubicové halogenové žárovky v průměru dvojnásobnou životnost. Mají také přibližně o 15 % vyšší měrný výkon a světlo s vyšší teplotou chromatičnosti.

Vzhledem k malým rozměrům a charakteru světla si v současné době získaly značnou oblibu pro osvětlování částí interiérů bytů, kanceláří a obchodů (vitrín) systémy s miniaturními halogenovými žárovkami převážně na 12 V. Tyto osvětlovací systémy jsou navrhovány jako doplňkové bodové osvětlení (vhodné pro optické zdůraznění detailu) či osvětlení ve speciálních případech (napájení je možno provádět obvody na malé napětí SELV), ale velmi často i zcela nevhodně pro plošné osvětlování, pro které se vzhledem k nízké účinnosti nehodí. Zdánlivá „neškodnost“ těchto osvětlovacích systémů a jejich rozvodů vedla již k mnoha závažným haváriím.

4.2.2. ZÁŘIVKY

Zářivky jsou nízkotlaké rtuťové výbojky, v nichž se ultrafialové záření výboje přeměňuje ve vrstvě luminoforu na viditelné světlo. V závislosti na typu použitého luminoforu lze dosáhnout různého spektrálního složení („barvy“) vyzařovaného světla a různé účinnosti zářivky. Spotřebitel si tak běžně může vybírat ze tří základních odstínů světla – teple bílého, bílého a denního.

Zářivky patří k účinným zdrojům světla - ve srovnání se standardní žárovkou spotřebují pro vyprodukování stejného množství světla jen asi 15-25% elektřiny. Výhodou zářivek je také jejich nízká povrchová teplota svítící části zdroje ve srovnání se žárovkami. Život zářivek je ve srovnání s běžnou žárovkou 3 až 16 krát delší. Nevýhodou oproti klasickým žárovkám je pomalejší náběh na plný výkon (u kvalitnějších výrobků je dosaženo 75 % výkonu do 100 s od zapnutí, dosažení plného výkonu trvá několik minut). Pro provoz všech druhů zářivek je nutný předřadník. Zářivky obecně dělíme do následujících skupin:

- kompaktní s oddělenými předřadníky;
- kompaktní s integrovanými předřadníky a závitem E 27 nebo E14 (často nesprávně označované jako úsporné žárovky);
- lineární.

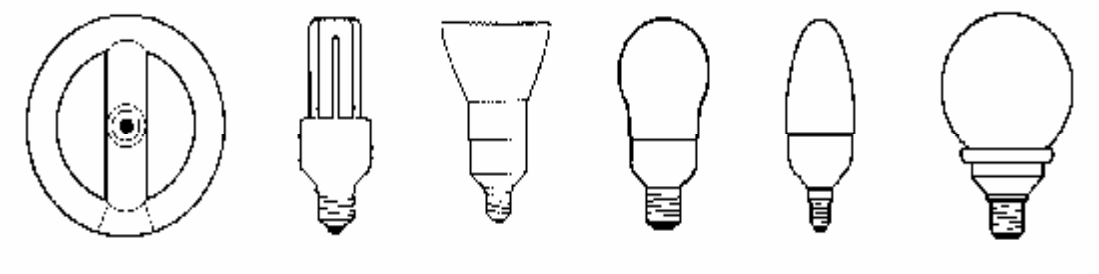
Pro svou činnost potřebují zářivky malé množství rtuti a jsou proto vyhláškou č. 381/2001 Sb. zařazeny mezi nebezpečné odpady. V nerozbitém stavu nejsou ekologicky závadné, protože rtuť a další škodliviny se z nich mohou uvolnit až po rozbití. Z tohoto důvodu by dosloužívší zářivky neměly končit v popelnicích. Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech v § 38 stanovuje pro zářivky povinnost bezplatného zpětného odběru od spotřebitelů. Tuto povinnost má od 23.2. 2002 každá osoba, která zářivku vyrábí nebo dováží. Výrobce je tedy povinen zřídit síť sběrných míst, přičemž místa zpětného odběru musí být pro spotřebitele stejně dostupná jako místa prodeje výrobků. Prodejce musí při prodeji výrobků informovat spotřebitele o způsobu zajištění zpětného odběru - např. ke každému výrobku přibalit informační leták o místě, kde bude zářivka odebrána. Pokud tuto povinnost nesplní, je povinen zářivku odebrat bez nároku na úplatu od spotřebitele a zajistit její ekologické využití nebo odstranění.

4.2.2.1. ZÁŘIVKY KOMPAKTNÍ S ODDĚLENÝMI PŘEDŘADNÍKY

Vyrábějí se ve třech hlavních typech:
se zabudovaným startérem – dvoukolíčkové
bez zabudovaného startéru – čtyřkolíčkové malé (průměr trubice 7 – 9 mm)
bez zabudovaného startéru – čtyřkolíčkové velké (průměr trubice 16 mm)
s příkony od 10 do 55 W. Jsou vhodné pro osvětlování všech druhů vnitřních prostorů. Provozují se zejména s elektronickými předřadníky. Výhodou odděleného předřadníku jsou menší rozměry světelného zdroje (předřadník je zabudován ve svítidle). Po skončení životnosti světelného zdroje vyměňujeme navíc jen zářivku a předřadník, jehož životnost je podstatně delší, měnit nemusíme. Kompaktní zářivky bez zabudovaného zapalovače lze používat i v obvodech s regulovaným světelným tokem (stmívače). Jsou dosažitelné v různých odstínech světla (teplotách chromatičnosti). Patice u čtyřtrubicových kompaktních zářivek se dvěma a čtyřmi kolíčky jsou si velmi podobné, ale nelze je libovolně zaměňovat!

4.2.2.2. ZÁŘIVKY KOMPAKTNÍ S INTEGROVANÝMI PŘEDŘADNÍKY

Byly vyvinuty počátkem 80. let jako náhrada žárovek. Elektronický předřadník a zářivka tvoří jeden celek. Vyrábějí se v nejrůznějších tvarech (viz obr. D-3) jak s klasickým žárovkovým závitem E27, tak s „miňonkovým“ závitem E14 a lze je proto bez dalších úprav přímo našroubovat do objímek stávajících svítidel. Problémem může být větší rozměr svítící části zdroje, která se do svítidla nemusí vejít.



Obr.4-2	Tvary kompaktních zářivek s integrovaným předřadníkem

Co se týče měrného výkonu a životnosti, platí pro tento typ světelných zdrojů obecné údaje pro zářivky. Mezi další výhody kompaktních zářivek s integrovaným předřadníkem patří snížená citlivost vůči častému zapínání a necitlivost vůči změnám napájecího napětí zpravidla v rozmezí 190 až 250 voltů. Díky vyšší pracovní frekvenci (řádově desítky kHz) nevytvářejí nebezpečný stroboskopický efekt. Kompaktní zářivky s integrovaným předřadníkem nelze až na výjimky výslovně uvedené výrobcem bez poškození stmívat.

4.2.2.3. ZÁŘIVKY LINEÁRNÍ - TRUBICOVÉ

I na tento typ zářivek se vztahují obecné údaje o zářivkách, uvedené na počátku této kapitoly. Lineární zářivky se vyrábějí v široké paletě délek, příkonů a barev světla (teplotách chromatičnosti). Pro účinnost zářivky i kvalitu jejího světla vyjádřenou indexem podání barev je rozhodující kvalita a způsob vytvoření vrstvy luminoforu. Základní jsou tři hlavní typy:

4.2.2.4. STANDARDNÍ ZÁŘIVKY S HORŠÍM BAREVNÝM PODÁNÍM A NIŽŠÍ ÚČINNOSTÍ.

Třípásmové zářivky označované jako DELUXE. Třípásmové zářivky jsou nejúčinnější ze všech běžných světelných zdrojů, vyznačují se dlouhým životem s nízkým úbytkem světelného toku v jeho průběhu. Mají velmi příjemné světlo a vynikající podání barev – index podání barev Ra nad 80.

Zářivky s plným spektrem označované jako DELUXE SUPER s nejvyšší kvalitou podání barev (Ra nad 90), vhodné pro nejnáročnější použití (ateliéry, muzea, laboratoře apod.).

Vývojem nové generace tzv. třípásmových luminoforů s větší účinností i lepší odolností vůči účinkům výboje bylo možné měnit i dlouho vžité geometrické a elektrické parametry zářivek. Původní zářivky s průměrem trubice 38 mm (americké značení T12) v základní příkonové řadě 20, 25, 40, 65 a 80 W jsou postupně nahrazovány zářivkami o průměru 26 mm (T8)

s příkony 18, 36, 58 W při zachování délky zářivky a rozteče kolíků patice. Toto řešení umožňuje používat pro zářivky o průměru 26 mm původní svítidla, určená pro zářivky o průměru 38 mm (včetně předřadných obvodů) a zároveň konstruovat nová, materiálově úspornější svítidla, určená pouze pro zářivky o průměru 26 mm.

Trend zmenšování průměru zářivek neustal a v roce 1995 se na trhu objevily zářivky s průměrem trubice 16 mm v základní příkonové řadě pro maximální účinnost: 14, 21, 28 a 35 W a dále řadě pro maximální světelný tok 24, 39, 49, 54 a 80 W, které jsou ve srovnání s klasickou příkonovou řadou zářivek o průměru 38 mm o 50 mm kratší, mají patici G5 a vyžadují nové typy svítidel.

Značení podání barev lineárních zářivek vychází u většiny výrobců ze značení podle příslušné normy. V případě přímého použití indexu podání barev se většinou uvádí pouze první číslice. Pro značení barevného tónu světla používá většina výrobců teplotu chromatičnosti s tím, že jsou uvedeny pouze první dvě číslice. Označení 827 tedy značí zářivku s indexem podání barev mezi 80 a 90 a teplotou chromatičnosti 2700 K.

TAB. 4-1		**Orientační přehled parametrů vybraných světelných zdrojů**						
Světelný zdroj		Typový příkon zdroje	*Příkon včetně předřadníku*[1)]	*Světelný tok*	Měrný výkon [2)]	*Život zdroje*	*Index podání barev*	*Teplota chromatičnosti*
		(W)	(W)	(lm)	(lm/W)	(h)	R_a	T_C (K)
žárovka klasická na síťové napětí		25	X	220	8,8	1 000	100	2 500 až 3 000
		40	X	420	10,5			
		60	X	720	12,0			
		75	X	940	12,5			
		100	X	1 360	13,6			
		200	X	3 100	15,5			
žárovka halogenová na síťové napětí	s vnější baňkou a paticí E 27	60	X	840	14,0	2 000 až 4 000	100	2 900
		100	X	1 600	16,0			
		150	X	2 550	17,0			
	dvoupaticová	100	X	1 650	16,5	2 000	100	3 000
		200	X	3 200	16,0			
		1 000	X	22 000	22,0			
zářivka dvoupaticová – lineární luminfor třípásmový,	∅ 26 mm **s klasickým předřadníkem**	18	30	1 350	45,0	10 000	> 80	2 700 až 6 500
		36	46	3350	72,8			
		58	71	5200	73,2			
	∅ 26 mm **s elektronickým předřadníkem**	18	19,5	1 300	66,7	16 000		
		36	36	3 200	88,9			
		58	55 [3)]	5 000	90,9			
	∅ 16 mm s elekronickým přeřadníkem	21	23,5	2 100	89,4	16 000		
		28	30,5	2 900	95,1			
		35	38,0	3 650	96,1			
zářivka jednopaticová kompaktní s vestavěným elektronickým předřadníkem patice E 27		7	7	400	57,1	3 000 až 15 000	> 80	2 700 až 6 500
		11	11	600	54,5			
		15	15	900	60,0			
		20	20	1 200	60,0			
		23	23	1 500	65,2			

[1)] X znamená, že daný světelný zdroj nevyžaduje předřadník
[2)] Měrný výkon je u zdrojů vyžadujících předřadník vypočten z příkonu včetně předřadníku.
[3)] Elektronický předřadník s vysokou frekvencí zvyšuje účinnost zářivky o cca 15 % a navíc má velmi nízké vlastní ztráty. Může se proto stát (jako v tomto případě), že příkon zářivky včetně předřadníku je dokonce nižší, než typový příkon zářivky.

4.3. VÝBĚR SVÍTIDEL PRO OSVĚTLENÍ INTERIÉRŮ

4.3.1. ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI SVÍTIDEL

Svítidlo tvoří základní prvek osvětlovací soustavy. Jeho hlavní funkce jsou:

- úprava prostorového rozložení světelného toku;
- upevnění a ochrana světelných zdrojů před nepříznivými účinky okolního prostředí napájení světelných zdrojů elektřinou.

Vhodná konstrukce svítidel a jejich správné umístění jsou hlavními prostředky ke snížení jasu světelných zdrojů v určitých směrech a k odstranění nebezpečí oslnění. Kromě zmíněných světelně-technických požadavků musí svítidla:

- umožňovat jednoduchou montáž a údržbu
- být dostatečně trvanlivá a funkčně spolehlivá
- vyhovovat z hlediska ochrany před nebezpečným dotykovým napětím, ochrany před dotykem, vniknutím cizích předmětů či vody
- odolávat dalším namáháním a nepříznivým vlivům prostředí.

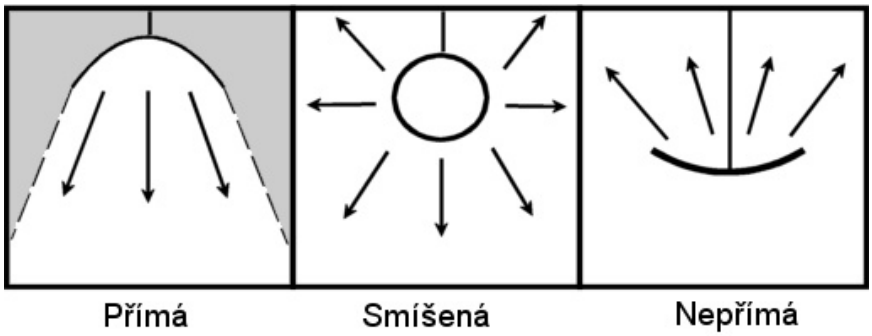
Svítidla musí respektovat také estetické požadavky a požadavek maximální hospodárnosti, tj. ztráty světla ve svítidle by měly být co nejmenší.

Vlastnosti svítidel se ověřují ve zkušebnách a označují se značkou EC (dříve ESČ). Na svítidle (např. na připevněném štítku) musí být kromě certifikační značky zkušebny uvedeno označení výrobce, jmenovité napětí, nejvyšší teplota okolí, je-li jiná než 25°C, způsob ochrany před dotykem, stupeň krytí, je-li jiný než IP 20, typové číslo výrobce, jmenovitý příkon světelného zdroje a další údaje.

4.3.2. ROZLOŽENÍ SVĚTELNÉHO TOKU SVÍTIDLA DO PROSTORU – TYP OSVĚTLOVACÍ SOUSTAVY

Holý světelný zdroj svítí obvykle všemi směry. Funkcí svítidla je „usměrnit“ světlo pouze do vhodných směrů, tím se jednak světlo lépe využije, jednak se zabrání nežádoucímu oslnění. Rozložení světelného toku svítidla do prostoru určuje také výsledný typ osvětlovací soustavy. Podle toho, kam směřuje většina světla vycházejícího ze svítidla, dělíme osvětlovací soustavy na tři základní typy - přímé, smíšené a nepřímé viz. obr. 4-3.

Převažující směr vyzařování svítidla také určuje, do jaké míry bude daná osvětlovací soustava využívat odrazu světla. Při každém odrazu od osvětlovaného povrchu se samozřejmě část světla pohltí, proto bude přímá osvětlovací soustava, která odrazu světla využívá nejméně, také nejúspornější.



OBR. 4-3	Typy osvětlovacích soustav

Srovnání přímé a nepřímé osvětlovací soustavy uvádí tabulka 4-2. Vlastnosti smíšené osvětlovací soustavy budou uprostřed mezi oběma krajními možnostmi.

TAB. 4-2	**Porovnání vlastností osvětlovacích soustav**	
Vlastnost	**Přímá osvětlovací soustava**	**Nepřímá osv. soustava**
Účinnost	vysoká	Nízká
Náklady na osvětlení	nízké	vysoké
Rovnoměrnost osvětlení	nízká, ostré stíny	vysoká
Oslnění	hrozí (především odrazem na lesklých stolech)	vyloučeno

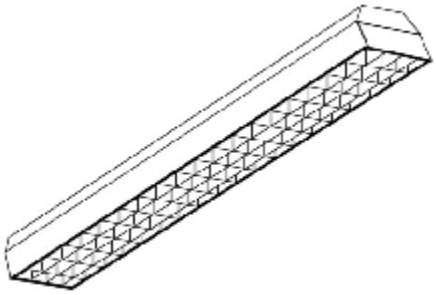
Je třeba upozornit na souvislost volby typu osvětlovací soustavy a odrazných vlastností povrchů v daném prostoru. Je – li odrazivost povrchů dobrá (viz činitel odrazu), stoupne v případě použití nepřímé osvětlovací soustavy potřebný příkon relativně málo. Naopak v případě tmavých povrchů v interiéru je třeba při přechodu z přímé osvětlovací soustavy na nepřímou zvýšit za jinak stejných podmínek příkon světelných zdrojů, potřebný pro dosažení stejné průměrné osvětlenosti, více než čtyřnásobně – viz tabulka 4-3.

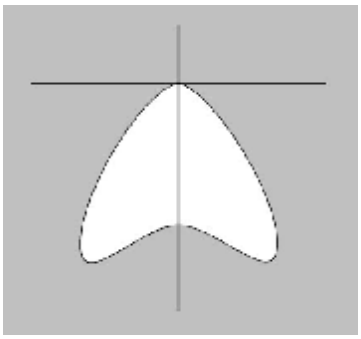
TAB. 4-3	Zvýšení potřebného příkonu nepřímé osvětlovací soustavy oproti přímé v závislosti na odrazivosti povrchů		
Odrazivost povrchu stěn a stropu	více než 50 % **světlé**	30 – 50 % **střední**	méně než 30 % **tmavé**
Potřebný příkon * (příkon přímé osvětlovací soustavy = 100 %)	161 %	257 %	409 %
*Odvozeno pro místnost 6 x 6 m s výškou stropu 2,85 m			

Zejména v případě úzkých místností s vysokým stropem můžeme zvýšit účinnost osvětlovací soustavy zavěšením svítidel pod strop. Čím níže totiž svítidlo umístíme, tím větší část jeho světelného toku bude dopadat na podlahu místnosti přímo, tedy bez ztrát při odrazech od zdí a

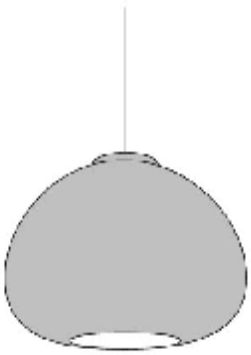
stropu[1]. Snižováním výšky zavěšení se ovšem svítidlo dostává stále více do zorného pole obyvatel a může způsobovat oslnění.

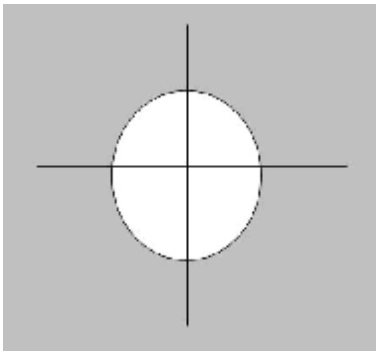
Typické tvary čar svítivosti pro vybraná svítidla ukazují následující obrázky. Osvětlovací soustava vybavená svítidly podle obrázku 4-4 bude přímá, soustava se svítidly podle obr. 4-5 bude smíšená a soustava se svítidly podle obr. 4-6 bude nepřímá.





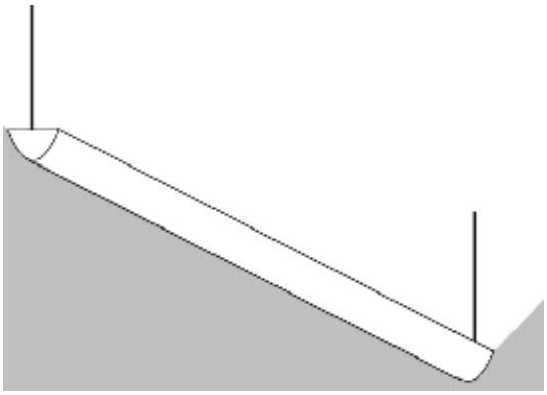
OBR. 4-4	Zářivkové svítidlo s parabolickou mřížkou

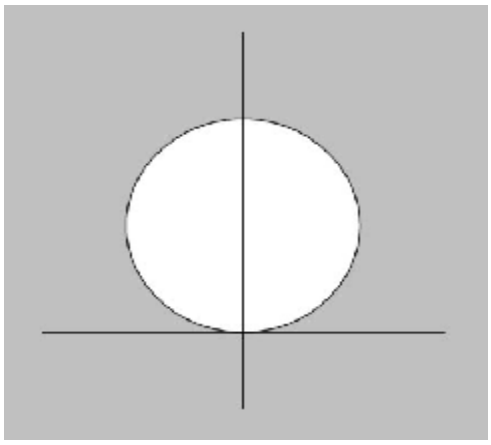




OBR. 4-5	Svítidlo s průsvitným difúzním stínítkem

[1] Neplatí pro nepřímé osvětlovací soustavy





OBR. 4-6	Zářivkové svítidlo pro nepřímé osvětlení

4.3.3. ÚČINNOST SVÍTIDLA

Část světla se ve svítidle vždy pohltí a světelný tok vystupující ze svítidla je tak vždy menší než světelný tok zdrojů, instalovaných ve svítidle. Účinnost svítidla se stanoví jako jejich poměr:

$$h_{sv} = \frac{\Phi_{sv}}{\Phi_{zdr}} \qquad (- ; \text{lm} ; \text{lm})$$

Kde Φ_{sv} je světelný tok vycházející ze svítidla

Φ_{zdr} je součet světelných toků všech zdrojů instalovaných ve svítidle

a obvykle se pohybuje mezi 0,6 a 0,85. Z hlediska maximálního využití dodávané elektřiny je třeba dosahovat co nejvyšších hodnot. Účinnost svítidla lze zvýšit jednak zlepšením optických vlastností jeho světelně činných částí (především jejich vyšší odrazivostí), jednak kladením menšího množství překážek do cesty světelného toku a jeho menším směrováním (nejvyšší světelnou účinnost má holý zdroj v objímce). Je zřejmé, že druhý způsob zvyšování účinnosti svítidla se rychle dostává do rozporu s požadavky na zábranu oslnění.

Účinnosti svítidla sama o sobě má však ve vztahu k celkové účinnosti osvětlovací soustavy poměrně malou vypovídací schopnost. Uživatele totiž nezajímá ani tak světlo, které opustí svítidlo, ale především ta jeho část, která dopadne do užitečných míst a osvětlí je. Co je platné svítidlo s vysokou účinností, když bude jeho světelný tok směrován do stropu, kde bude při odrazu minimálně 20% neužitečně pohlceno.

4.3.4. SVÍTIDLA VYUŽITÁ V PRAXI

Dříve nejčastěji užívaná svítidla pro administrativní budovy, školy, zdravotnictví, menších dílnách bez nebezpečných vnějších vlivů byla svítidla osazená 1 až čtyřmi zářivkami 40, později 36 W, vybavená, prismatickým krytem z průsvitného plastu – PMMA, viz obr. 4-7. Příklad moderních, energeticky úsporných svítidel je uveden na obrázku 4-8. Uvedená svítidla jsou namontována na strop či zapuštěna v podhledu. U prostor s vyšší světlou výškou (nad 3 m) je vhodné zvážit možnost užití závěsných svítidel obdobného typu.

Všechna uvedená nová svítidla maximálně využívají světelný tok od světelných zdrojů k přímému osvětlení srovnávací roviny (obvykle pracovního prostoru). Z architektonických či jiných důvodů se může vyskytnout požadavek na jiný způsob osvětlení (polopřímé, nepřímé), které má jinou (nižší) účinnost osvětlení, což je nutno při posuzování spotřeby elektřiny pro umělé osvětlení v úvahu.

Rovněž nelze podle v této publikaci předložených postupů hodnotit odběr elektřiny pro objekty u nichž byla zvýšena osvětlenost z důvodů zdravotního stavu pracovníků, například chráněné dílny pro osoby s vadami zraku a podobně.

OBR. 4-7	Původní zářivková svítidla, užívaná pro školské prostory, kanceláře, zdravotnictví

OBR. 4-8	Moderní svítidla, vhodná pro školství, zdravotnictví, administrativní budovy

Pro osvětlení technického zázemí a případně výrobních provozů je vhodné využít rovněž moderních, energeticky úsporných svítidel, které mají i v případě potřeby vyšší stupeň ochrany krytem.

OBR. 4-9	Příklady vhodných svítidel pro halová pracoviště - dílny

4.4. NOVÉ NORMY PRO HOSPODÁRNÉ VYUŽITÍ ENERGIE K UMĚLÉMU OSVĚTLENÍ BUDOV A VYUŽITÍ PRVKŮ INTELIGENCE

V současnosti se připravuje nová evropská norma EN 15193-1 „Energetické hodnocení budov – Energetické požadavky na osvětlení – Část 1: Stanovení potřeby energie pro osvětlení“ která zavádí metody k jednotnému stanovení energetických nároků pro umělé osvětlení v budovách s jejich převodem na porovnatelné číselné ukazatele. Tato norma zároveň bude poskytovat vodítko pro zavedení národních limitů spotřeby energie pro osvětlení odvozených z referenčních schémat.

Metodologie stanovení spotřeby energie bude poskytovat hodnoty pro výše uvedený ukazatel, ale také stanoví příkon pro vlivy zátěže vytápěním a chlazením (ve spojitosti s umělým osvětlením) na kombinované celkové spotřebě energie v ukazateli pro budovu.

Tato norma vychází samozřejmě z předpokladu, že v daných prostorech budov je umělé osvětlení navrženo v souladu s příslušnými normami, například s EN 12464-1, která je zavedena v ČSN EN 12 464-1 a jejíž specifika jsou uvedena výše.

5 Stanovení spotřeby elektřiny pro umělé osvětlení

5.1 Výpočtové metody

5.1.1 Rychlá metoda

Pro rychlé stanovení roční spotřeby energie pro uvedené typy budov (viz 6.1) se použije tohoto vzorce:

Poznámka:

Hodnoty uvedené v tabulkách 5-1 až 5-3 vedou všeobecně ke stanovení vyššího LENI než podrobná metoda.

$$W_{ligh} = 6A + \frac{t_u \sum P_n}{1000} \quad \text{kWh/rok}$$

kde $t_u = (t_D \times F_D \times F_O) + (t_N \times F_O)$ jsou hodiny účinného využití

P_n je celkový příkon svítidel ve vymezené části vnitřního prostoru

t_D doba využití za denního světla podle tabulky 5-1

t_N doba využití bez denního světla podle tabulky 5-2

F_D činitel závislosti na denním světle podle tabulky 5-2

F_O činitel obsazení podle tabulky 5-3

A celková plocha budovy.

Poznámka:

Obrázek 6 zahrnuje 1 kWh/m2 × rok pro energii zásobující nouzové osvětlení a 5 kWh/m2 × rok pro ovládače v pohotovostním stavu a použije se, je-li to vhodné.

TAB 5-1	**Roční počet hodin činnosti s přihlédnutím k typu budovy**		
Typy budov	**Roční počet hodin činnosti**		
	t_D	t_N	t_{total}
Kanceláře	2250	250	2500
Budovy pro výchovu	1800	200	2000
Nemocnice	3000	2000	5000
Hotely	3000	2000	5000
Restaurace	1250	1250	2500
Sportovní zařízení	2000	2000	4000
Velkoobchodní a maloobchodní služby	3000	2000	5000
Výrobní budovy	2500	1500	4000

TAB 5-2	**Vliv denního světla v budovách s ovládáním**	
Vliv denního světla a způsob ovládání		
Typ budovy	**Způsob ovládání**	**F_D**
Kanceláře	Ruční	1,0

TAB 5-2	Vliv denního světla v budovách s ovládáním	
Sportovní zařízení Výrobní budovy	Stmívání fotobuňkou - stálá osvětlenost	0,9
	Stmívání fotobuňkou - stálá osvětlenost se snímáním denního světla	0,8
Hotel Restaurace Maloobchod	Ruční	1,0
	Stmívání fotobuňkou - stálá osvětlenost	0,9
Budovy pro výchovu Nemocnice	Ruční	1,0
	Stmívání fotobuňkou - stálá osvětlenost	0,9
	Stmívání fotobuňkou - stálá osvětlenost se snímáním denního světla	0,7
Poznámka: *Předpokládá se, že nejméně 60 % osvětlení je pod uvedeným ovládáním*		

TAB 5-3	Vliv obsazení pro budovy s ovládáním	
Vliv obsazení		
Typ budovy	**Způsob ovládání**	**F_O**
Kanceláře Budovy pro výchovu	Ruční	1,0
	Automatické pro ≤ 60 % zapojeného příkonu	0,9
Maloobchod, výroba sportovní zařízení a restaurace	Ruční	1,0
Hotely	Ruční	0,7
Nemocnice	Ruční (zčásti automatické ovládání)	0,8
Poznámka: *Automatické ovládání s čidlem na přítomnost se zřídí nejméně jedno na vnitřní prostor a ve velkých prostorech nejméně jedno na 30 m2.*		

5.1.2 Podrobná metoda

Podrobná metoda se může použít je-li žádáno přesné stanovení spotřeby energie pro osvětlení.

Při použití podrobné metody stanovení spotřeby energie pro osvětlení se použije tohoto vzorce:

Poznámka:

Tato metoda se může použít pro jakékoliv období a jakékoli umístění za předpokladu, že je předpovězeno úplné stanovení obsazení a dostupnosti denního světla.

$$W_{light} = \frac{\left[(P_{pn} \times t_p) + \sum P_n \left\langle (t_D \times F_D \times F_O) + (t_n \times F_O) \right\rangle\right]}{1000} \quad \text{kWh/rok}$$

Poznámka:

V částech vnitřních prostorů bez denního světla je F_D = 1 s výjimkou případů, kde ovládání stálé osvětlenosti se používá když F_D = 0,9 včetně vlivu v noci.

5.1.3 Stanovení F_D

Pronikání denního světla do budovy musí být stanoveno v souladu s postupy specifikovanými v kapitole 2

Poznámky:

1 Hodnoty uvedené v Příloze C mohou být použity pro zachycení hledisek umístění a klimatu na dostupnost denního světla.

Jsou k dispozici i jiné soustavy pro dostupnost denního světla, které spočívají ve zlepšeních pro jeho zvýšení nebo pro umožnění pronikání denního světla za obvodové části vnitřních prostorů. Ty nejsou výslovně v této normě zahrnuty, ale mohou být vzaty v úvahu výpočtem činitele denní osvětlenosti nebo jinými ověřenými metodami pro výpočet FD.

5.2 Měření odběru elektřiny pro umělé osvětlení

5.2.1 Začlenění inteligence budovy do vyhodnocování spotřebované energie

V tomto dokumentu je rovněž kladen značný důraz na samostatné měření odběru elektřiny pro umělé osvětlení a zároveň je kladen důraz na možnosti vyjádření této spotřeby v závislosti na využívání prostoru ve spojení s prvky inteligence budovy, viz následující obrázek.

5.2.2 Všeobecné požadavky na měření odběru elektřiny pro umělé osvětlení

Je-li to možné, má se měřit spotřeba pro osvětlení odděleně s použitím měřiče pro získání přesnějších ukazatelů účinnosti ovládání. Měření se má vykonat s použitím jedné z těchto metod:

- Činné elektroměry v obvodech rozvodné elektrické sítě, určených pro osvětlení ;
- místní měřiče příkonu spojené s ovladači osvětlení systému řízení osvětlení nebo do nich zabudované;
- systém řízení osvětlení, který dovede vypočítat místní spotřebu energie a dovede tuto informaci předat řídícímu systému budovy (BMS);
- systém řízení osvětlení, který dovede vypočítat spotřebovanou energii pro jednotlivé části budovy a předat tuto informaci v přenosné formě, ku příkladu ve formě rozložených listů;
- systém řízení osvětlení, který sleduje průběh hodin, proporcionalitu (úroveň stmívání) a předává to své interní databázi pro instalovaný příkon.

Systém řízení osvětlení musí měření předávat BMS pro další využití nebo předávat v přenosné formě.

Poznámka:

Výsledek je vzorem, který může být kalibrován s určitou přesností se skutečnou spotřebou v kilowatthodinách během používání budovy.

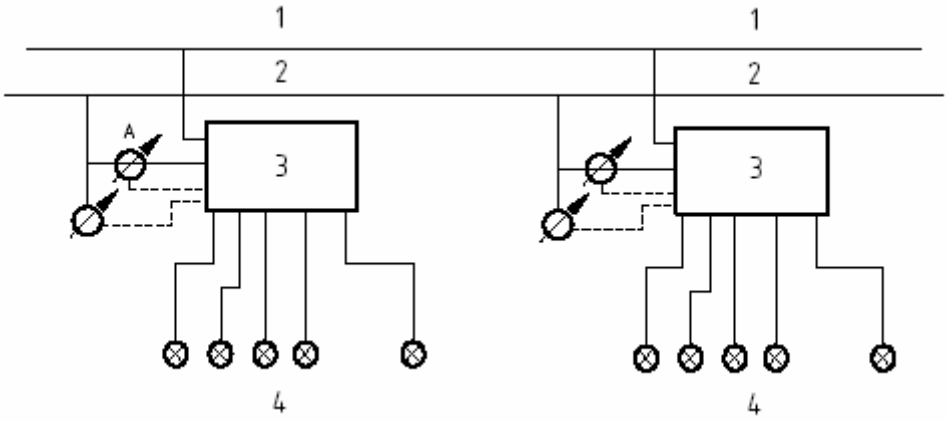
EN 15193-1 dále řeší tuto problematiku takto:

Místní měřiče příkonu jsou napojeny na ovladače osvětlení systému řízení osvětlení, nebo do nich vestavěny. Informace o místní spotřebě energie je dostupná systému řízení budovy.

Na obrázku jsou voltmetry a ampérmetry nebo wattmetry umístěny na vstup přívodu každého ovladače osvětlení. Individuální ovladače osvětlení vypočítávají místní spotřebu energie sečítáním těchto hodnot během doby.

Tyto hodnoty jsou zpřístupněny pomocí vedení bus buď ústřednímu počítači systému pro osvětlení nebo ústřednímu počítači systému řízení budovy. Ústřední počítač může tuto

informaci zpracovat a předkládat údaje o spotřebě energie například po částech budovy měsíčně a / nebo pro celkové osvětlení budovy za období 12 měsíců v přenosné podobě, např. v programu Excel.



Legenda:
1 – vedení BUS
2 – napájecí vedení 230 V
3 – světelné zařízení pro ovládání a napájení svítidel (možnost lokálního ovládání, stmívání, atd.)
4 – svítidla
A – možnost místa elektroměru pro ověřující měření

OBR. 5-1	Příklad zapojení sběrnicového systému s centrální řídicí jednotkou

Normativní vzorec pro monitorování:

$W_{light} = W_{light\ metered} = \sum_{all\ controlles} \bullet \sum_{12\ months} (kWh_{local})$ v kWh/rok

W_{light}	kWh/rok	celková roční spotřeba energie pro osvětlení
$W_{light\ metered}$	kWh/rok	celková roční spotřeba energie pro osvětlení zjištěná měřením
$\sum_{all\ controlles}$	-	součet všech měřených míst
$\sum 12_{\ months} (kWh_{local})$	kWh/rok	celková roční spotřeba měřeného místa

Poznámka:

Spotřeba pro osvětlení u zařízení neovládaných ovládacím systémem pro osvětlení se neměří.

Spotřeba pro osvětlení u zařízení nepřímo ovládaných externími dodavateli se neměří.

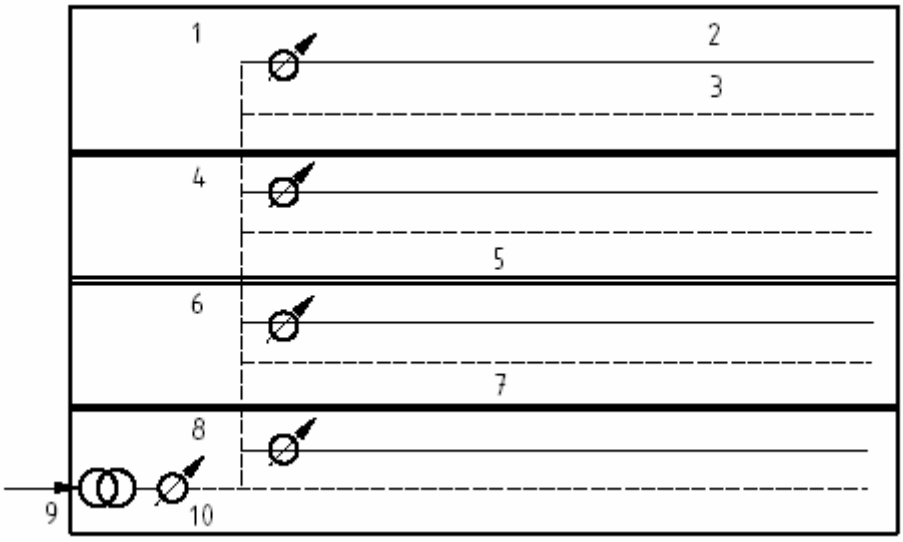
Systém řízení osvětlení zaznamenává průběh hodin, proporcionalitu (úroveň stmívání) a předává to své vnitřní databázi o instalovaném příkonu. Systém řízení osvětlení zpřístupní tuto informaci systému řízení budovy pro další využití, nebo může poskytnout tuto informaci v přenosné podobě.

Ovladač osvětlení sečítá dobu pro proporcionalitu příkonu osvětlení k výkonu a tyto hodnoty zpřístupňuje pomocí vedení bus.

Poznámka:

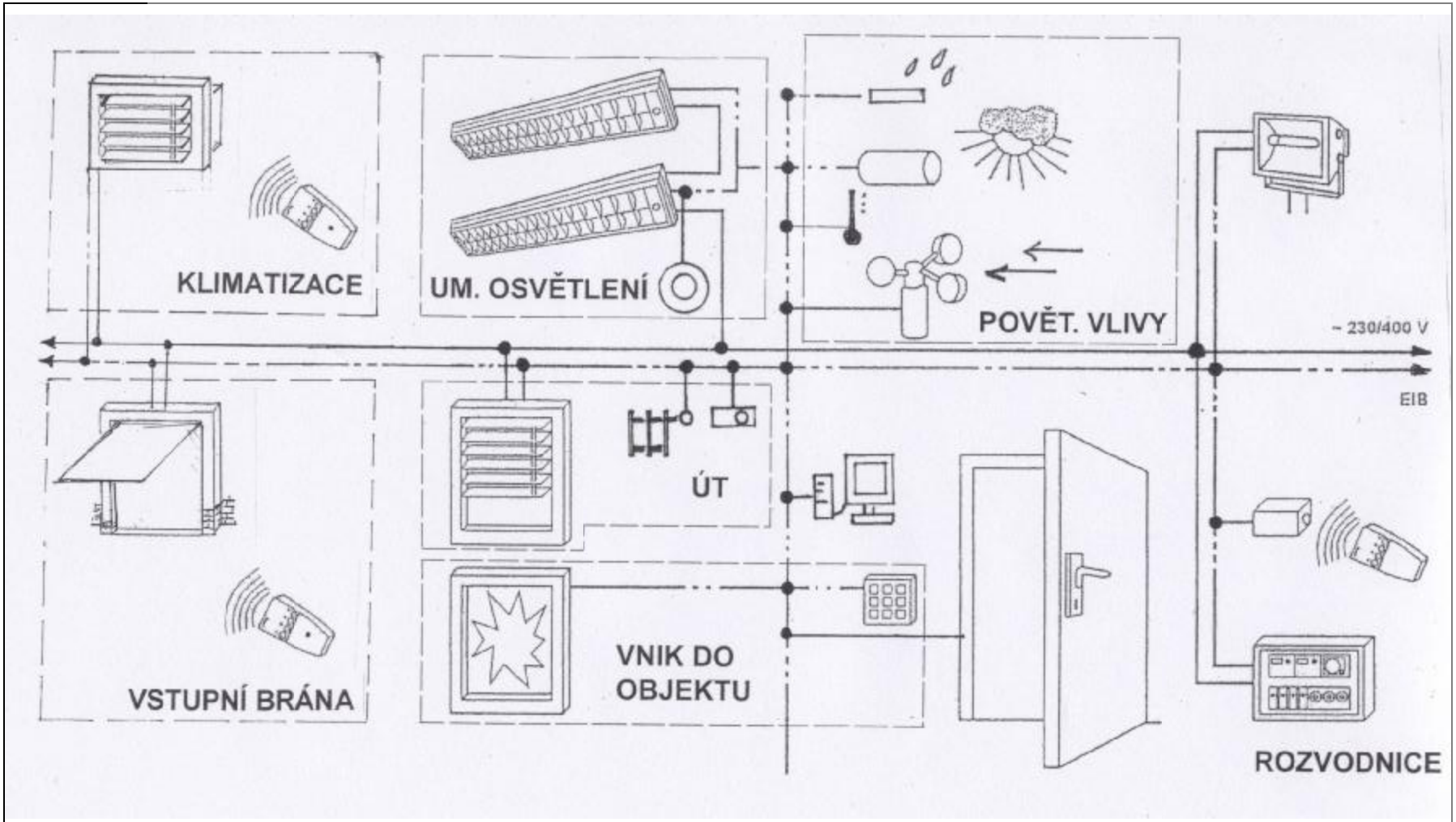
Kalibrace této metody výpočtu může být provedena instalováním (dočasným) měřiče kWh do příkonu k jedné ze skupin pro osvětlení a potom výpočtem příkonu pro určité časové období pro plochu shodnou s touto skupinou a porovnáním výsledků. Z tohoto porovnání může být stanoven opravný činitel, kterým mohou být vypočítané výsledky upraveny, bude-li to shledáno potřebným.

I v případech, kdy není zavedeno automatické ovládání osvětlení je kladen v souladu s návrhem EN 15193-1 důraz na měření a monitorování spotřeby elektřiny pomocí elektroměrů s výhodou dálkového odečtu a centrálního sledování a vyhodnocování, viz příklad na následujícím obrázku.



Legenda:
1 – měření odběru elektřiny pro osvětlení 4. podlaží
2 – světelné obvody
3 – ostatní silové obvody
4 – měření odběru elektřiny pro osvětlení 3 podlaží
5 – 3. podlaží
6 - měření odběru elektřiny pro osvětlení 2. podlaží
7 – 2. podlaží
8 - měření odběru elektřiny pro osvětlení 1. podlaží
9 – napájení objektu
10 – měření celkového elektrického příkonu

obr. 5-2	Příklad měření odběru elektřiny pro umělé osvětlení objektu



OBR. 5-3	Princip elektrických rozvodů s použitím systému EIB a sledováním odběru elektřiny pro umělé osvětlení

U elektrických rozvodů s dříve zabudovaným systémem EIB není obvykle sledována přímo spotřeba elektřiny pro jednotlivé odběry, ale lze pro jednotlivé světelné obvody stanovit čas jejich využití. V tomto případě lze vyjádřit spotřebu pro umělé osvětlení objektu:

$W_{light} = \sum_{all\ circuit} P_{.b\ circuit} \bullet t_{circuit\ metered}$ v kWh/rok

Toto určení je vhodné pro objekty s již zavedeným systémem řízení EIB bez sledování příkonů pro jednotlivé druhy obvodů.

Určitý problém nastává u osvětlovacích soustav se stmívači, které řídí přímo svítidla, takže centrální sledování je schopno vyhodnotit pouze funkci obvodu, nikoliv jeho procento využití. V tomto případě je nutno stanovit hodnotu W_{light} některou z uvedených výpočetních metod.

5.3 Možnost zkreslení skutečné hodnoty Numerického ukazatele energie pro osvětlení - LENI

Na některých místech může být venkovní osvětlení napájeno energií z budovy. Toto osvětlení může být použito pro osvěcování průčelí, pro osvětlení venkovního parkoviště, pro bezpečnostní osvětlení, osvětlení zahrady ad. Tyto osvětlovací systémy mohou spotřebovávat významný podíl energie pro osvětlení a je nutno respektovat, že jsou napájeny z budovy, ale nejsou začleněny do Numerického ukazatele energie pro osvětlení (pozn. překl. "LENI") nebo do hodnot používaných ke stanovení příkonu pro vytápění a chlazení.

POZNÁMKA

Pokud se použije měření osvětlení, mohou být tyto příkony zahrnuty do měřené energie pro osvětlení.

5.4 Metoda měření celkového příkonu svítidel a přidruženého parazitního příkonu v souladu s požadavky EN 15193-1

Uvedená norma vyžaduje, aby byl u světelných zařízení jednoznačně vyjádřen jmenovitý příkon svítidla a jmenovitý parazitní příkon. Jmenovitý příkon svítidla a jmenovitý parazitní příkon má být vyhlášen výrobcem tak, aby mohl být výpočet spotřeby energie budovy s ohledem na požadavky osvětlení prováděn s jistotou přesně. Jmenovité hodnoty příkonu se zaokrouhlují na nejbližší celé číslo pro 10 W a výše, a pro hodnoty pod 10 W se uvádějí dvě číslice. Obojí musí být s přesností do 5 %. Uznává se, že se mohou vyskytnout určité odchylky mezi svítidly stejného druhu, ale vyrobenými v různé době.

Přidružený parazitní příkon

Příkon v době mimo činnost svítidla pro ovládání, pro snímací zařízení a příkon pro nabíjení pro obvody nouzového osvětlení za standardních reprodukovatelných podmínek, které jsou blízko provozním podmínkám, pro které je svítidlo navrženo. Je ideální tato elektrická měření svítidel provádět během fotometrických zkoušek.

Příkon svítidla (P_I)

Příkon svítidla musí být vyhlášený jmenovitý příkon svítidla Pi, včetně ztrát ve všech světelných zdrojích, předřadných přístrojích a jiných součástech, měřený při normálním plném výkonu při činnosti nebo při maximálním světelném výkonu, pokud svítidlo zahrnuje i ovládací zařízení pro stmívání.

Parazitní příkon (P_{pi})

Parazitní příkon svítidla musí být vyhlášený jmenovitý příkon svítidla Ppi měřený se svítidlem zapojeným v době mimo činnost. Pro ovládaná svítidla to je příkon pro detektory (česky „snímače“), pro nouzová svítidla je to příkon ve stálém stavu pro nabíjení baterií.

6. Numerický indikátor energie pro osvětlení (LENI)

LENI se může použít pro přímá srovnání energie pro osvětlení použité v budovách, které mají podobné funkce, ale mají různé rozměry a uspořádání a jejich hodnocení z hlediska energetické náročnosti.

Hodnoty LENI nelze použít jako podklad pro návrh umělého osvětlení pro nově zřizované či rekonstruované světelné soustavy, zde je vždy nutno vycházet ze světelně technického návrhu – LENI může sloužit pouze pro hodnocení výsledných nároků umělého osvětlení na elektrickou energii.

6.1. Stanovení LENI

Numerický indikátor energie pro osvětlení (LENI) se stanoví s použitím tohoto vzorce:

$$\mathrm{LENI} = \frac{W_{\mathrm{light}}}{A} \quad \mathrm{kWh/m2\ .\ rok}$$

6.2. Měření spotřeby elektřiny pro účely stanovení LENI

Všeobecně

Je-li to možné, má se měřit spotřeba pro osvětlení odděleně s použitím měřiče pro získání přesnějších ukazatelů účinnosti ovládání. Měření se má vykonat s použitím jedné z těchto metod:

- činné elektroměry v obvodech rozvodné elektrické sítě, určených pro osvětlení ;
- místní měřiče příkonu spojené s ovladači osvětlení systému řízení osvětlení nebo do nich zabudované;
- systém řízení osvětlení, který dovede vypočítat místní spotřebu energie a dovede tuto informaci předat řídícímu systému budovy (BMS);
- systém řízení osvětlení, který dovede vypočítat spotřebovanou energii pro jednotlivé části budovy a předat tuto informaci v přenosné formě, ku příkladu ve formě rozložených listů;
- systém řízení osvětlení, který sleduje průběh hodin, proporcionalitu (úroveň stmívání) a předává to své interní databázi (česky: „vnitřní údajové základně“) pro instalovaný příkon.

Systém řízení osvětlení musí měření předávat BMS pro další využití nebo předávat v přenosné formě.

POZNÁMKA

Výsledek je vzorem, který může být kalibrován s určitou přesností se skutečnou spotřebou v kilowatthodinách během používání budovy.

Oddělení příkonu

Síť systému řízení osvětlení BMS musí poskytovat stejnou funkci jako oddělení v rozvodu elektřiny.

Společné a dálkové měření

Společné nebo dálkové měření se doporučuje pro úplně oddělené systémy rozvodu energie. Společné nebo dálkové měření může byt také použito pro inteligentnější (Řízení osvětlení) systémy pro poskytování dat.

7. Informativní hodnoty LENI

Pro zjednodušené určení spotřeby energie byly stanoveny informativní výchozí hodnoty LENI. S ohledem na zavádění tohoto postupu je nutno předpokládat, že uvedené koeficienty se budou upřesňovat jednak se zaváděním nových svítidel a světelných zdrojů a dále s poznatky z aplikací stanovení hodnoty numerického indikátoru energie pro osvětlení (LENI).

V následujících tabulkách jsou tyto informativní hodnoty stanoveny pro:

- Rodinné domy;
- Obytné domy;
- Administrativní budovy;
- Školy;
- Nemocnice, zdravotnická zařízení;
- Hotely a restaurace;
- Sportovní zařízení;
- Budovy pro obchodní účely.

7.1. Informativní hodnoty LENI pro rodinné domy

TAB. 7-1				**Rodinné domy**
Zóna 1	Normovaný byt – 200 [m^3]		LENI	320 [kWh/rok]
	Plocha	71,50 [m^2]		
	Světlá výška	2,80 [m]		
Zóna 2	Zázemí (nevytápěné plochy nad i pod povrchem)		LENI	45 [kWh/rok]
	Světlá výška	2,00 – 2,80 [m]		

Poznámky:

1. *návrh EN 15193-3 nezahrnuje rodinné domy do objektů které by mohly být dle této normy hodnoceny.*
2. *Objekty rodinných domů s větší plochou bytu (než normovaného bytu - 71,5 m^2 do 150 m^2) avšak shodné světlé výšky lze posuzovat hodnotou LENI upravenou procentuálně dle poměru posuzovaného bytu k normovanému bytu. Stejně lze hodnotit i zónu 2.*

7.2. Informativní hodnoty LENI pro obytné domy

<table>
<tr><td>TAB. 7-2</td><td colspan="3"></td><td>Bytové domy</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Zóna 1</td><td colspan="2">Normovaný byt – 200 [m^3]</td><td rowspan="3">LENI</td><td rowspan="3">317 [kWh/rok]</td></tr>
<tr><td>Plocha</td><td>71,50 [m^2]</td></tr>
<tr><td>Světlá výška</td><td>2,80 [m]</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Zóna 2</td><td colspan="2">Společné prostory, technické podlaží (nevytápěné plochy nad i pod povrchem) vztažené k jednomu podlaží</td><td rowspan="2">LENI</td><td rowspan="2">68,38 [kWh/rok, podlaží]</td></tr>
<tr><td>Světlá výška</td><td>2,80 [m]</td></tr>
<tr><td colspan="5">Poznámky:
1. návrh EN 15193-3 nezahrnuje bytové domy do objektů které by mohly být dle této normy hodnoceny.
2. Objekty bytových domů s větší plochou bytů (než normovaného bytu - 71,5 m^2 do 150 m^2) avšak shodné světlé výšky lze posuzovat hodnotou LENI upravenou procentuálně dle poměru posuzovaného bytu k normovanému bytu.
3. Pokud jsou v objektu podzemní společné garáže, hodnotí se jako v administrativních budovách.</td></tr>
</table>

7.3. Informativní hodnoty LENI pro administrativní budovy

TAB. 7-3	**Administrativní budovy**			
Zóna 1	Kanceláře (jednotlivec, malá skupina pracovníků – cca 6 x 6 m)		LENI	23,9 [kWh/m^2,rok]
	Plocha	Do 36 [m^2]		
	Světlá výška	3,00 [m]		
	využití	11 [h/den]		
		261 [den/rok]		
	Kanceláře velkoprostorové (cca 12 x 12 m)		LENI	29,0 [kWh/m^2,rok]
	Plocha	Do 150 [m^2]		
	Světlá výška	3,00 [m]		
	využití	11 [h/den]		
		261 [den/rok]		
Zóna 2	Místnosti se serverem, nepřetržitý provoz		LENI	46,2 [kWh/m^2,rok]
	využití	7 [h/den] 3 [h/noc]		
		365 [den/rok]		
Zóna 3	Komunikační prostory, schodiště, chodby (komunikace cca 10x2x2,5 m)		LENI	10,6 [kWh/ m^2,rok]
	využití	11 [h/den]		
		261 [den/rok]		
Zóna 4	Sklady, archivy (cca 4x4x2,5 m)		LENI	6,0 [kWh/ m^2,rok]
	využití	11 [h/den]		
		261 [den/rok]		
Zóna 5	Nevytápěné prostory, technické podlaží – podsklepení (podzemní garáže – cca 20 x 20 m)		LENI	7,0 [kWh/ m^2,rok]
	využití	7 [h/den]		
		261 [den/rok]		
Poznámky: *1 – Některé prostory nejsou v návrhu EN 15193-3 definovány.*				

7.4. Informativní hodnoty LENI pro budovy škol

TAB. 7-4				**Školy**
Zóna 1	Učebny		LENI	10 [kWh/m^2,rok]
	Plocha	Do 50 [m^2]		
	Světlá výška	3,50 [m]		
	využití	10 [h/den]		
		261 [den/rok]		
	Posluchárny (cca 12 x 12 m)		LENI	26,4 [kWh/m^2,rok]
	Plocha	Do 150 [m^2]		
	Světlá výška	3,50 [m]		
	využití	10 [h/den]		
		261 [den/rok]		
	Kabinet		LENI	16,5 [kWh/m^2,rok]
	Plocha	Do 30 [m^2]		
	Světlá výška	3,50 [m]		
	využití	11 [h/den]		
		261 [den/rok]		
Zóna 2	Komunikační prostory		LENI	11 [kWh/m^2,rok]
	využití	11 [h/den]		
		261 [den/rok]		
Zóna 3	Tělocvična		LENI	30 [kWh/ m^2,rok]
	využití	14 [h/den]		
		361 [den/rok]		
Zóna 4	Kuchyně, jídelny, přípravny (pouze obědy)		LENI	8,0 [kWh/ m^2,rok]
	využití	8 [h/den]		
		261 [den/rok]		
Zóna 5	Šatny		LENI	2,5 [kWh/ m^2,rok]
	využití	2 [h/den]		
		261 [den/rok]		
Poznámky: *1 – Některé prostory nejsou v návrhu EN 15193-3 definovány.*				

7.5. Informativní hodnoty LENI pro nemocnice, zdravotnická zařízení

TAB. 7-5	Nemocnice, zdravotnická zařízení			
Zóna 1	Pokoje pro pacienty (vyjma JIP) běžný lůžkový pokoj (6,5 x 3,5 m; léčebný režim od 5.00 do 21,30)		LENI	14 [kWh/m^2,rok]
	Plocha	Do 30 [m^2]		
	Světlá výška	3,50 [m]		
	využití	85 %		
		342 [den/rok]		
	Vyšetřovny, ošetřovny – denní provoz 7,30 – 16,30		LENI	38 [kWh/m^2,rok]
	Plocha	Do 30 [m^2]		
	Světlá výška	3,50 [m]		
	využití	100 %		
		242 [den/rok]		
	Vyšetřovny, ošetřovny – úrazová pohotovostní služba - provoz 5,30 – 2,30		LENI	171 [kWh/m^2,rok]
	Plocha	Do 30 [m^2]		
	Světlá výška	3,50 [m]		
	využití	100 %		
		313 [den/rok]		
Zóna 2	Komunikační prostory s denním osvětlením (cca 20 x 3 x 3,5 m)		LENI	27 [kWh/m^2,rok]
	využití	100 %		
		365 [den/rok]		
	Komunikační prostory bez denního osvětlení (cca 20 x 3 x 3,5 m)		LENI	49 [kWh/ m^2,rok]
	využití	100 %		
		365 [den/rok]		
Zóna 4	Kuchyně, jídelny, přípravny		LENI	43,5 [kWh/ m^2,rok]
	využití	10 [h/den]		
		356 [den/rok]		
Zóna 5	Nevytápěné prostory, technická podlaží (podzemní garáže)		LENI	11 [kWh/ m^2,rok]
	využití	11 [h/den]		
		313 [den/rok]		
Poznámky: *1 – Některé prostory nejsou v návrhu EN 15193-3 definovány.*				

7.6. Informativní hodnoty LENI pro hotely a restaurace

TAB. 7-6	Hotely a restaurace			
Zóna 1	Ubytovací prostory – pokoje (dvoulůžkové)		LENI	3,7 [kWh/m^2,rok]
	plocha	do 20 [m^2]		
	výška	do 2,80 [m]		
	využití	4 [hod/den]		
		361 [den/rok]		
Zóna 2	Schodiště, chodby u výtahů (hlavní komunikace) bez denního osvětlení (5 x 4 m)		LENI	121 [kWh/m^2,rok]
	výška	do 3 [m]		
	$\bar{E}_{m\,den}$	100 [lx]		
	$\bar{E}_{m\,noc}$	50 [lx]		
	využití	24 [hod/den]		
		365 [den/rok]		
		351 [den/rok]		
	Vedlejší chodby k pokojům (návazné komunikace), bez denního osvětlení		LENI	55 [kWh/ m^2,rok]
	výška	do 3 [m]		
	$\bar{E}_{m\,den}$	100 [lx]		
	$\bar{E}_{m\,noc}$	50 [lx]		
	využití	20 [%]		
		351 [den/rok]		
Zóna 3	Restaurace (12 x 12 m)		LENI	16,6 [kWh/ m^2,rok]
	výška	do 3 [m]		
	využití	10 [h/den]		
		313 [den/rok]		
	Samoobslužná restaurace (12 x 12 m)		LENI	11 [kWh/ m^2,rok]
	výška	do 3 [m]		
	využití	7 [h/den]		
		313 [den/rok]		
Zóna 4	Kuchyně restaurace		LENI	38,2 [kWh/ m^2,rok]
	využití	10 [h/den]		
		313 [den/rok]		
	Kuchyně samoobslužné jídelny		LENI	29 [kWh/ m^2,rok]
	využití	10 [h/den]		
		313 [den/rok]		
Zóna 5	Technická podlaží, podzemní garáže		LENI	9 [kWh/ m^2,rok]
	využití	11 [h/den]		
		313 [den/rok]		
Poznámky: *1 – Některé prostory nejsou v návrhu EN 15193-3 definovány.*				

7.7. Informativní hodnoty LENI – budovy pro sportovní zařízení

TAB. 7-7	Sortovní zařízení			
Zóna 1	Sportovní plochy – tělocvična (30 x 20 m)		LENI	31,3 [kWh/m^2,rok]
	plocha	do 600 [m^2]		
	výška	do 7,0 [m]		
	využití	14 [hod/den]		
		313 [den/rok]		
	Sportovní plochy – plavecký bazén (20 x 20 m)		LENI	33,6 [kWh/m^2,rok]
	plocha	do 400 [m^2]		
	výška	do 7,0 [m]		
	využití	14 [hod/den]		
		313 [den/rok]		
	Sportovní plochy – fines centrum (12 x 12 m)		LENI	34,2 [kWh/m^2,rok]
	plocha	do 150 [m^2]		
	výška	do 3,0 [m]		
	využití	14 [hod/den]		
		313 [den/rok]		
Zóna 2	Šatny, sprchy, sociální zařízení (6x 6 m)		LENI	40 [kWh/m^2,rok]
	plocha	do 40 [m^2]		
	výška	do 2,5 [m]		
	využití	14 [hod/den]		
		313 [den/rok]		
Zóna 3	Schodiště, chodby (komunikace (10 x 2 m)		LENI	15 [kWh/ m^2,rok]
	výška	do 2,5 [m]		
	využití	14 [h/den]		
		313 [den/rok]		
Zóna 4	Technické místnosti		LENI	17,8 [kWh/ m^2,rok]
	využití	10 [h/den]		
		313 [den/rok]		
Zóna 5	Technická podlaží nevytápěné, podzemní garáže		LENI	9 [kWh/ m^2,rok]
	využití	11 [h/den]		
		313 [den/rok]		
Poznámky: *1 – Některé prostory nejsou v návrhu EN 15193-3 definovány.*				

7.8. Informativní hodnoty LENI - budovy pro obchodní účely

TAB. 7-8	Budovy pro obchodní účely			
Zóna 1	Prodejní plochy – supermarket (potraviny či ostatní zboží – cca 20 x 20 m)		LENI	82,6 [kWh/m^2,rok]
	plocha	do 400 [m^2]		
	výška	do 4,0 [m]		
	využití	12 [hod/den]		
		313 [den/rok]		
	Prodejní plochy – specializované obchody, obchodní domy – (cca 20 x 20 m)		LENI	82,6 [kWh/m^2,rok]
	plocha	do 400 [m^2]		
	výška	do 4,0 [m]		
	využití	12 [hod/den]		
		313 [den/rok]		
	Prodejní plochy – specializované obchody s potravinami, se stavebním materiálem, potřeby pro zahradu, (cca 20 x 20 m)		LENI	100,7 [kWh/m^2,rok]
	plocha	do 400 [m^2]		
	výška	do 4,0 [m]		
	využití	12 [hod/den]		
		313 [den/rok]		
	Prodejní plochy – specializované obchody s nábytkem (20 x 20 m)		LENI	46,3 [kWh/m^2,rok]
	plocha	do 400 [m^2]		
	výška	do 4,0 [m]		
	využití	12 [hod/den]		
		313 [den/rok]		
Zóna 2	Sklady (cca 20 x 20 m)		LENI	39,7 [kWh/m^2,rok]
	plocha	do 40 [m^2]		
	výška	do 7 [m]		
	využití	16 [hod/den]		
		261 [den/rok]		
	Šatna, sociální zařízení		LENI	34 [kWh/ m^2,rok]
	využití	14 [h/den]		
		261 [den/rok]		
Zóna 4	Technické podlaží, nevytápěné místnosti, garáže (cca 20 x 20 m)		LENI	6,1 [kWh/ m^2,rok]
	výška	do 3 [m]		
	využití	11 [h/den]		
		261 [den/rok]		
		313 [den/rok]		
Poznámky: *1 – Některé prostory nejsou v návrhu EN 15193-3 definovány.*				

8 Uvolněné teplo z umělého osvětlení

Z běžně užívaných zdrojů světla se jako vedlejší produkt uvolňuje i teplo. Klasickým příkladem jsou žárovkové světelné zdroje (ať již klasické, či pracující s halogenovým cyklem), které převádějí do tepla přímo cca 97 %, alternativně 95 % svého příkonu. U výbojkových světelných zdrojů jsou zdrojem tepla i předřadné přístroje.

Toto teplo je zvláště u vnitřních prostor s předepsanou vyšší osvětleností umělým světlem, ať již samostatně užívané umělé osvětlení, či umělé osvětlení jako složka sdruženého osvětlení, kde $\bar{E}_m \geq 300$ lx.

8.1 Stanovení uvolněného tepla z umělého osvětlení

Pro stanovení uvolněného tepla z umělého osvětlení se vychází z energie spotřebované pro základní osvětlovací soustavu, to znamená, že se nebere v úvahu spotřebovaná energie pro doplňující dekorativní, ojedinělé místní a obdobné osvětlení.

Uvolněné teplo z umělého osvětlení se stanovuje pro jednotlivé zóny objektu a pro stanovené výpočtové období *n* (obvyklé a dále uvažované je měsíční).

$$\mathbf{Ø}_{ILI} = f_{e,r,LI} \bullet \mathbf{Ø}_{LI}$$

Kde:

$\mathbf{Ø}_{ILI}$ je měrný tepelný výkon z osvětlení [W];

$f_{e,r,LI}$ je podíl spotřeby energie, kdy teplo získané z umělého osvětlení není odvedeno ze sledované zóny, například odsávacím ventilátorem (využitelná tepelná ztráta) [-];

$\mathbf{Ø}_{ILI}$ je průměrná spotřeba elektřiny na osvětlení v uvažovaném výpočtovém období *n* [W].

Spotřeba elektřiny pro umělé osvětlení se hodnotí pro každé uvažované výpočtové období *n*, podle vzorce:

$$\mathbf{Ø}_{LI} = (1 + d_{LI,n}) \bullet W_{light} \bullet c$$

kde:

$\mathbf{Ø}_{LI}$ je průměrná spotřeba elektřiny na osvětlení v uvažovaném výpočtovém období *n* [W];

$d_{LI,n}$ koeficient vyjadřující podíl spotřeby elektřiny z celkového ročního odběru ve výpočtovém období *n* [-] (přehled pro vybrané provozy je v následujících tabulkách);

W_{light} je roční spotřeba elektřiny na umělé osvětlení [kW].

c je přepočítávací koeficient z kWh/rok na W; rovná se 3,6/∑t, kde suma je provedená přes všechna časová období (měsíce) v roce, *t* se uvádí v Ms.

Hodnota W_{light} se buďto určí výpočtem, jak je určeno v kapitole 7.

8.2 Tabulky koeficientu $d_{LI,n}$

V následujících tabulkách je uveden koeficient vyjadřující podíl spotřeby elektřiny z celkového ročního odběru ve výpočtovém období *n* [-].

Číslo tabulky	**$d_{LI,n}$ – pro provoz**
8-1	24 hodinový provoz, s plným využitím denního světla, s minimálním využitím sdruženého osvětlení, provoz 12 měsíců v roce .
8-2	24 hodinový provoz, s plným využitím denního světla, s minimálním využitím sdruženého osvětlení, provoz 12 měsíců v roce s celozávodní dovolenou 3 týdny v srpnu.
8-3	24 hodinový provoz, s využitím sdruženého osvětlení v rozsahu jedna třetina osvětlovací soustavy, rovnoměrný provoz 12 měsíců v roce
8-4	24 hodinový provoz, s využitím sdruženého osvětlení v rozsahu jedna třetina osvětlovací soustavy, celozávodní dovolená 3 týdny v srpnu
8-5	12 hodinový provoz, s plným využitím denního osvětlení, se zanedbatelným podílem sdruženého osvětlení, rovnoměrný provoz 12 měsíců v roce
8-6	12 hodinový provoz, s využitím sdruženého osvětlení, které tvoří jednu třetinu celkového osvětlení, rovnoměrný provoz 12 měsíců v roce
8-7	8 hodinový provoz, s plným využitím denního osvětlení, se zanedbatelným podílem sdruženého osvětlení, rovnoměrný provoz 12 měsíců v roce
8-8	8 hodinový provoz, s využitím sdruženého osvětlení, které tvoří jednu třetinu celkového osvětlení, rovnoměrný provoz 12 měsíců v roce
8-9	8 hodinový provoz (7,30 - 17), s plným využitím denního světla, bez sdruženého osvětlení, s prázdninami v červenci a srpnu
8-10	8 hodinový provoz (7,30 - 17), s využitím sdruženého osvětlení, s prázdninami v červenci a srpnu

TAB. 8-1	**Určení součinitele d $_{Li,n}$ pro 24 hodinový provoz, s plným využitím denního světla, s minimálním využitím sdruženého osvětlení, provoz 12 měsíců v roce .**						
Určení součinitele $d_{Li,n}$ pro 24 hodinový provoz, plné využívání denního osvětlení							
měsíc	Časové pásmo: GMT+1 (zimní čas)		Časové pásmo: GMT+1-1 (letní čas) vztaženo k GMT+1		délka využitelnosti denního světla	1+ d $_{Li, n}$	**Součinitel d $_{Li, n}$**
	počátek možnosti využití denního světla	konec možnosti využití denního světla	počátek možnosti využití denního světla	konec možnosti využití denního světla			
leden	9:30:00	14:30:00			5:00:00	0,1	**-0,9**
únor	8:30:00	15:15:00			6:45:00	0,09	**-0,91**
březen	7:30:00	16:30:00			9:00:00	0,08	**-0,92**
duben	6:30:00	17:30:00	7:30:00	18:30:00	11:00:00	0,07	**-0,93**
květen	5:50:00	18:20:00	6:50:00	19:20:00	12:30:00	0,06	**-0,94**
červen	5:30:00	18:40:00	6:30:00	19:40:00	13:10:00	0,06	**-0,94**
červenec	5:50:00	18:25:00	6:50:00	19:25:00	12:35:00	0,06	**-0,94**
srpen	6:30:00	17:40:00	7:30:00	18:40:00	11:10:00	0,07	**-0,93**
září	7:20:00	16:40:00	8:20:00	17:40:00	8:20:00	0,09	**-0,91**
říjen	8:20:00	15:50:00	9:20:00	16:50:00	7:30:00	0,09	**-0,91**
listopad	9:20:00	14:40:00			4:20:00	0,11	**-0,89**
prosinec	10:00:00	14:00:00			4:00:00	0,12	**-0,88**
Poznámka: v objektu není užíváno sdruženého osvětlení a užití umělého osvětlení v průběhu doby možnosti využití denního osvětlení je zanedbatelné							

TAB. 8-2	**Určení součinitele $d_{Li,n}$ pro 24 hodinový provoz, s plným využitím denního světla, s minimálním využitím sdruženého osvětlení, provoz 12 měsíců v roce s celozávodní dovolenou 3 týdny v srpnu.**

Určení součinitele $d_{Li,n}$ pro 24 hodinový provoz, plné využívání denního osvětlení celozávodní dovolená v srpnu - 3 týdny

měsíc	Časové pásmo: GMT+1 (zimní čas)		Časové pásmo: GMT+1-1 (letní čas) vztaženo k GMT+1		délka využitelnosti denního světla	$1+ d_{Li,n}$	**Součinitel $d_{Li,n}$**
	počátek možnosti využití denního světla	konec možnosti využití denního světla	počátek možnosti využití denního světla	konec možnosti využití denního světla			
leden	9:30:00	14:30:00			5:00:00	0,11	**-0,89**
únor	8:30:00	15:15:00			6:45:00	0,1	**-0,9**
březen	7:30:00	16:30:00			9:00:00	0,09	**-0,91**
duben	6:30:00	17:30:00	7:30:00	18:30:00	11:00:00	0,07	**-0,93**
květen	5:50:00	18:20:00	6:50:00	19:20:00	12:30:00	0,07	**-0,93**
červen	5:30:00	18:40:00	6:30:00	19:40:00	13:10:00	0,06	**-0,94**
červenec	5:50:00	18:25:00	6:50:00	19:25:00	12:35:00	0,07	**-0,93**
srpen	6:30:00	17:40:00	7:30:00	18:40:00	11:10:00	0,03	**-0,97**
září	7:20:00	16:40:00	8:20:00	17:40:00	8:20:00	0,09	**-0,91**
říjen	8:20:00	15:50:00	9:20:00	16:50:00	7:30:00	0,09	**-0,91**
listopad	9:20:00	14:40:00			4:20:00	0,11	**-0,89**
prosinec	10:00:00	14:00:00			4:00:00	0,11	**-0,89**

Poznámka: v objektu není užíváno sdruženého osvětlení a užití umělého osvětlení v průběhu doby možnosti využití denního osvětlení je zanedbatelné

TAB. 8-3	**Určení součinitele d $_{Li,n}$ pro 24 hodinový provoz, s využitím sdruženého osvětlení v rozsahu jedna třetina osvětlovací soustavy, rovnoměrný provoz 12 měsíců v roce**						
Určení součinitele d Li,n pro 24 hodinový provoz, 1/3 výkonu pro osvětlení je užito i pro sdružené osvětlení							
měsíc	Časové pásmo: GMT+1 (zimní čas)		Časové pásmo: GMT+1-1 (letní čas) vztaženo k GMT+1		délka využitelnosti denního světla	1+ $d_{Li, n}$	**Součinitel $d_{Li, n}$**
	počátek možnosti využití denního světla	konec možnosti využití denního světla	počátek možnosti využití denního světla	konec možnosti využití denního světla			
leden	9:30:00	14:30:00			5:00:00	0,1	**-0,9**
únor	8:30:00	15:15:00			6:45:00	0,09	**-0,91**
březen	7:30:00	16:30:00			9:00:00	0,08	**-0,92**
duben	6:30:00	17:30:00	7:30:00	18:30:00	11:00:00	0,07	**-0,93**
květen	5:50:00	18:20:00	6:50:00	19:20:00	12:30:00	0,07	**-0,93**
červen	5:30:00	18:40:00	6:30:00	19:40:00	13:10:00	0,07	**-0,93**
červenec	5:50:00	18:25:00	6:50:00	19:25:00	12:35:00	0,07	**-0,93**
srpen	6:30:00	17:40:00	7:30:00	18:40:00	11:10:00	0,07	**-0,93**
září	7:20:00	16:40:00	8:20:00	17:40:00	8:20:00	0,09	**-0,91**
říjen	8:20:00	15:50:00	9:20:00	16:50:00	7:30:00	0,09	**-0,91**
listopad	9:20:00	14:40:00			4:20:00	0,1	**-0,9**
prosinec	10:00:00	14:00:00			4:00:00	0,1	**-0,9**
Poznámka: v objektu je užíváno sdruženého osvětlení a užití umělého osvětlení v průběhu doby možnosti využití denního osvětlení je v rozsahu 1/3 celkového příkonu pro osvětlení							

TAB. 8-4	**Určení součinitele $d_{Li,n}$ pro 24 hodinový provoz, s využitím sdruženého osvětlení v rozsahu jedna třetina osvětlovací soustavy, celozávodní dovolená 3 týdny v srpnu**

Určení součinitele $d_{Li,n}$ pro 24 hodinový provoz, 1/3 výkonu pro osvětlení je užito i pro sdružené osvětlení, 3 týdenní celozávodní dovolená v srpnu

měsíc	Časové pásmo: GMT+1 (zimní čas)		Časové pásmo: GMT+1-1 (letní čas) vztaženo k GMT+1		délka využitelnosti denního světla	$1+ d_{Li, n}$	Součinitel $d_{Li, n}$
	počátek možnosti využití denního světla	konec možnosti využití denního světla	počátek možnosti využití denního světla	konec možnosti využití denního světla			
leden	9:30:00	14:30:00			5:00:00	0,11	-0,89
únor	8:30:00	15:15:00			6:45:00	0,1	-0,9
březen	7:30:00	16:30:00			9:00:00	0,09	-0,91
duben	6:30:00	17:30:00	7:30:00	18:30:00	11:00:00	0,08	-0,92
květen	5:50:00	18:20:00	6:50:00	19:20:00	12:30:00	0,07	-0,93
červen	5:30:00	18:40:00	6:30:00	19:40:00	13:10:00	0,06	-0,94
červenec	5:50:00	18:25:00	6:50:00	19:25:00	12:35:00	0,05	-0,95
srpen	6:30:00	17:40:00	7:30:00	18:40:00	11:10:00	0,03	-0,97
září	7:20:00	16:40:00	8:20:00	17:40:00	8:20:00	0,08	-0,92
říjen	8:20:00	15:50:00	9:20:00	16:50:00	7:30:00	0,1	-0,9
listopad	9:20:00	14:40:00			4:20:00	0,11	-0,89
prosinec	10:00:00	14:00:00			4:00:00	0,12	-0,88

Poznámka: v objektu je užíváno sdruženého osvětlení a užití umělého osvětlení v průběhu doby možnosti využití denního osvětlení je v rozsahu 1/3 celkového příkonu pro osvětlení, celozávodní dovolená v délce 3 týdnů je v srpnu.

TAB. 8-5	**Určení součinitele d $_{Li,n}$ pro dvanáctihodinový provoz, s plným využitím denního osvětlení, se zanedbatelným podílem sdruženého osvětlení, rovnoměrný provoz 12 měsíců v roce**						
Určení součinitele $d_{Li,n}$ pro 12 hodinový provoz (6,30-18,30), plné využívání denního osvětlení							
měsíc	Časové pásmo: GMT+1 (zimní čas)		Časové pásmo: GMT+1-1 (letní čas) vztaženo k GMT+1		délka využitelnosti denního světla	$1+ d_{Li, n}$	**Součinitel $d_{Li, n}$**
	počátek možnosti využití denního světla	konec možnosti využití denního světla	počátek možnosti využití denního světla	konec možnosti využití denního světla			
leden	9:30:00	14:30:00			5:00:00	0,13	**-0,87**
únor	8:30:00	15:15:00			6:45:00	0,1	**-0,9**
březen	7:30:00	16:30:00			9:00:00	0,07	**-0,93**
duben	6:30:00	17:30:00	7:30:00	18:30:00	11:00:00	0,06	**-0,94**
květen	5:50:00	18:20:00	6:50:00	19:20:00	12:30:00	0,04	**-0,96**
červen	5:30:00	18:40:00	6:30:00	19:40:00	13:10:00	0,02	**-0,98**
červenec	5:50:00	18:25:00	6:50:00	19:25:00	12:35:00	0,02	**-0,98**
srpen	6:30:00	17:40:00	7:30:00	18:40:00	11:10:00	0,07	**-0,93**
září	7:20:00	16:40:00	8:20:00	17:40:00	8:20:00	0,07	**-0,93**
říjen	8:20:00	15:50:00	9:20:00	16:50:00	7:30:00	0,11	**-0,89**
listopad	9:20:00	14:40:00			4:20:00	0,14	**-0,86**
prosinec	10:00:00	14:00:00			4:00:00	0,17	**-0,83**
Poznámka: v objektu není užíváno sdruženého osvětlení a užití umšlého osvětlení v průběhu doby možnosti využití denního osvětlení je zanedbatelné, v červnu a červenci je počítáno denně s 1 hod. umělého osvětlení.							

TAB. 8-6	**Určení součinitele $d_{Li,n}$ pro dvanáctihodinový provoz, s využitím sdruženého osvětlení, které tvoří jednu třetinu celkového osvětlení, rovnoměrný provoz 12 měsíců v roce**

Určení součinitele $d_{Li,n}$ pro 12 hodinový provoz (6,30-18,30), plné využívání denního osvětlení pro 2 třetiny umělého osvětlení, 1 třetina je podílem i pro sdružené osvětlení

měsíc	Časové pásmo: GMT+1 (zimní čas)		Časové pásmo: GMT+1-1 (letní čas) vztaženo k GMT+1		délka využitelnosti denního světla	$1+ d_{Li,\ n}$	**Součinitel $d_{Li,\ n}$**
	počátek možnosti využití denního světla	konec možnosti využití denního světla	počátek možnosti využití denního světla	konec možnosti využití denního světla			
leden	9:30:00	14:30:00			5:00:00	0,12	**-0,88**
únor	8:30:00	15:15:00			6:45:00	0,1	**-0,9**
březen	7:30:00	16:30:00			9:00:00	0,07	**-0,93**
duben	6:30:00	17:30:00	7:30:00	18:30:00	11:00:00	0,07	**-0,93**
květen	5:50:00	18:20:00	6:50:00	19:20:00	12:30:00	0,05	**-0,95**
červen	5:30:00	18:40:00	6:30:00	19:40:00	13:10:00	0,04	**-0,96**
červenec	5:50:00	18:25:00	6:50:00	19:25:00	12:35:00	0,04	**-0,96**
srpen	6:30:00	17:40:00	7:30:00	18:40:00	11:10:00	0,07	**-0,93**
září	7:20:00	16:40:00	8:20:00	17:40:00	8:20:00	0,07	**-0,93**
říjen	8:20:00	15:50:00	9:20:00	16:50:00	7:30:00	0,1	**-0,9**
listopad	9:20:00	14:40:00			4:20:00	0,13	**-0,87**
prosinec	10:00:00	14:00:00			4:00:00	0,14	**-0,86**

Poznámka: v objektu je užíváno sdružené osvětlení a užití umělého osvětlení v průběhu doby možnosti využití denního osvětlení je v rozsahu 1/3 příkonu pro osvětlení, v červnu a červenci je počítáno denně s 1 hod. umělého osvětlení (bouřková činnost, déšť, zatažená obloha).

TAB. 8-7	**Určení součinitele $d_{Li,n}$ pro osmihodinový provoz, s plným využitím denního osvětlení, se zanedbatelným podílem sdruženého osvětlení, rovnoměrný provoz 12 měsíců v roce**						
Určení součinitele $d_{Li,n}$ pro 8 hodinový provoz (7,30 - 16,30), plné využívání denního osvětlení							
měsíc	Časové pásmo: GMT+1 (zimní čas)		Časové pásmo: GMT+1-1 (letní čas) vztaženo k GMT+1		délka využitelnosti denního světla	$1+ d_{Li,n}$	**Součinitel $d_{Li,n}$**
	počátek možnosti využití denního světla	konec možnosti využití denního světla	počátek možnosti využití denního světla	konec možnosti využití denního světla			
leden	9:30:00	14:30:00			5:00:00	0,16	**-0,84**
únor	8:30:00	15:15:00			6:45:00	0,13	**-0,87**
březen	7:30:00	16:30:00			9:00:00	0,04	**-0,96**
duben	6:30:00	17:30:00	7:30:00	18:30:00	11:00:00	0,04	**-0,96**
květen	5:50:00	18:20:00	6:50:00	19:20:00	12:30:00	0,04	**-0,96**
červen	5:30:00	18:40:00	6:30:00	19:40:00	13:10:00	0,02	**-0,98**
červenec	5:50:00	18:25:00	6:50:00	19:25:00	12:35:00	0,02	**-0,98**
srpen	6:30:00	17:40:00	7:30:00	18:40:00	11:10:00	0,02	**-0,98**
září	7:20:00	16:40:00	8:20:00	17:40:00	8:20:00	0,04	**-0,96**
říjen	8:20:00	15:50:00	9:20:00	16:50:00	7:30:00	0,08	**-0,92**
listopad	9:20:00	14:40:00			4:20:00	0,19	**-0,81**
prosinec	10:00:00	14:00:00			4:00:00	0,22	**-0,78**
Poznámka: v objektu není užíváno sdruženého osvětlení a užití umělého osvětlení v průběhu doby možnosti využití denního osvětlení je zanedbatelné, v březnu, dubnu, květnu a září je počítáno denně s 1 hod. umělého osvětlení, v červnu. červenci a srpnu s 30 minutami (bouřková činnost, déšť).							

TAB. 8-8	**Určení součinitele d $_{Li,n}$ pro osmihodinový provoz, s využitím sdruženého osvětlení, které tvoří jednu třetinu celkového osvětlení, rovnoměrný provoz 12 měsíců v roce**						
Určení součinitele $d_{Li,n}$ pro 8 hodinový provoz (7,30 - 16,30), příkon pro sdružené osvětlení tvoří 1/3 celkového příkonu pro svítidla.							
měsíc	Časové pásmo: GMT+1 (zimní čas)		Časové pásmo: GMT+1-1 (letní čas) vztaženo k GMT+1		délka využitelnosti denního světla	1+ $d_{Li,n}$	**Součinitel $d_{Li,n}$**
	počátek možnosti využití denního světla	konec možnosti využití denního světla	počátek možnosti využití denního světla	konec možnosti využití denního světla			
leden	9:30:00	14:30:00			5:00:00	0,16	**-0,84**
únor	8:30:00	15:15:00			6:45:00	0,13	**-0,87**
březen	7:30:00	16:30:00			9:00:00	0,04	**-0,96**
duben	6:30:00	17:30:00	7:30:00	18:30:00	11:00:00	0,04	**-0,96**
květen	5:50:00	18:20:00	6:50:00	19:20:00	12:30:00	0,04	**-0,96**
červen	5:30:00	18:40:00	6:30:00	19:40:00	13:10:00	0,02	**-0,98**
červenec	5:50:00	18:25:00	6:50:00	19:25:00	12:35:00	0,02	**-0,98**
srpen	6:30:00	17:40:00	7:30:00	18:40:00	11:10:00	0,02	**-0,98**
září	7:20:00	16:40:00	8:20:00	17:40:00	8:20:00	0,04	**-0,96**
říjen	8:20:00	15:50:00	9:20:00	16:50:00	7:30:00	0,08	**-0,92**
listopad	9:20:00	14:40:00			4:20:00	0,19	**-0,81**
prosinec	10:00:00	14:00:00			4:00:00	0,22	**-0,78**
Poznámka: v objektu je užíváno sdruženého osvětlení a užití umělého osvětlení v průběhu doby možnosti využití denního osvětlení je v rozsahu 1/3 příkonu pro osvětlení, v březnu, dubnu, květnu a září je počítáno denně s 1 hod. umělého osvětlení nahrazujícího denní, v červnu. červenci a srpnu s 30 minutami (bouřková činnost, déšť, zatažená obloha).							

TAB. 8-9	Určení součinitele $d_{Li,n}$ pro 8 hodinový provoz (7,30 - 17), s plným využitím denního světla, bez sdruženého osvětlení, s prázdninami v červenci a srpnu						
Určení součinitele $d_{Li,n}$ pro 8 hodinový provoz (7,30 - 17), plné využívání denního osvětlení							
měsíc	Časové pásmo: GMT+1 (zimní čas)		Časové pásmo: GMT+1-1 (letní čas) vztaženo k GMT+1		Délka využitelnosti denního světla	$1+ d_{Li,n}$	**Součinitel $d_{Li,n}$**
	počátek možnosti využití denního světla	konec možnosti využití denního světla	počátek možnosti využití denního světla	konec možnosti využití denního světla			
leden	9:30:00	14:30:00			5:00:00	0,16	**-0,84**
únor	8:30:00	15:15:00			6:45:00	0,13	**-0,87**
březen	7:30:00	16:30:00			9:00:00	0,04	**-0,96**
duben	6:30:00	17:30:00	7:30:00	18:30:00	11:00:00	0,04	**-0,96**
květen	5:50:00	18:20:00	6:50:00	19:20:00	12:30:00	0,04	**-0,96**
červen	5:30:00	18:40:00	6:30:00	19:40:00	13:10:00	0,02	**-0,98**
červenec	5:50:00	18:25:00	6:50:00	19:25:00	12:35:00	0,02	**-0,98**
srpen	6:30:00	17:40:00	7:30:00	18:40:00	11:10:00	0,02	**-0,98**
září	7:20:00	16:40:00	8:20:00	17:40:00	8:20:00	0,04	**-0,96**
říjen	8:20:00	15:50:00	9:20:00	16:50:00	7:30:00	0,08	**-0,92**
listopad	9:20:00	14:40:00			4:20:00	0,19	**-0,81**
prosinec	10:00:00	14:00:00			4:00:00	0,22	**-0,78**
Poznámka: v objektu není užíváno sdruženého osvětlení a užití umělého osvětlení v průběhu doby možnosti využití denního osvětlení je zanedbatelné, v dubnu, květnu a září je počítáno denně s 1 hodinou provozu umělého osvětlení, v červnu s 30 minutami. Umělé osvětlení je v červenci a srpnu mimo provoz.							

TAB. 8-10	**Určení součinitele d $_{Li,n}$ pro 8 hodinový provoz (7,30 - 17), s využitím sdruženého osvětlení, s prázdninami v červenci a srpnu**

Určení součinitele d $_{Li,n}$ pro 8 hodinový provoz (7,30 - 17), plné využívání denního osvětlení pro 2 třetiny umělého osvětlení, 1 třetina je podílem i pro sdružené osvětlení, v březnu a dubnu korekce 60 minut a v květnu 30 minut na temnou oblohu.

měsíc	Časové pásmo: GMT+1 (zimní čas)		Časové pásmo: GMT+1-1 (letní čas) vztaženo k GMT+1		délka využitelnosti denního světla	1+ d $_{Li,n}$	**Součinitel d $_{Li,n}$**
	počátek možnosti využití denního světla	konec možnosti využití denního světla	počátek možnosti využití denního světla	konec možnosti využití denního světla			
leden	9:30:00	14:30:00			5:00:00	0,16	**-0,84**
únor	8:30:00	15:15:00			6:45:00	0,11	**-0,89**
březen	7:30:00	16:30:00			9:00:00	0,07	**-0,93**
duben	6:30:00	17:30:00	7:30:00	18:30:00	11:00:00	0,05	**-0,95**
květen	5:50:00	18:20:00	6:50:00	19:20:00	12:30:00	0,05	**-0,95**
červen	5:30:00	18:40:00	6:30:00	19:40:00	13:10:00	0,04	**-0,96**
červenec	5:50:00	18:25:00	6:50:00	19:25:00	12:35:00	0	**-1**
srpen	6:30:00	17:40:00	7:30:00	18:40:00	11:10:00	0	**-1**
září	7:20:00	16:40:00	8:20:00	17:40:00	8:20:00	0,05	**-0,95**
říjen	8:20:00	15:50:00	9:20:00	16:50:00	7:30:00	0,13	**-0,87**
listopad	9:20:00	14:40:00			4:20:00	0,15	**-0,85**
prosinec	10:00:00	14:00:00			4:00:00	0,19	**-0,81**

Poznámka:
V objektu je užíváno sdruženého osvětlení a užití umělého osvětlení v průběhu doby možnosti využití denního osvětlení je 1/3 z celkového příkonu osvětlení. Umělé osvětlení je v červenci a srpnu mimo provoz.

9 Vzorový postup pro certifikaci prostorů budovy– typový školní pavilon

9.1 Určení spotřeby elektřiny pro umělé osvětlení v objektu

Prostory pavilonu – 12 učeben (praktická výuka, výtvarná výchova, laboratoře, ruční práce, učebny s možností vzdělávání dospělých), 6 kabinetů, 1 sborovna, 1 kancelář 7 WC a komunikace.

Provoz – objekt je používán pouze pro účely výuky

Ovládání umělého osvětlení – manuální, běžné spínače v učebnách, kabinetech, sborovně, kanceláři, chodby, schodiště a vstup ovládané spínači z rozváděč obsluhou (školníkem).

TAB 9-1	**Základní údaje prostor objektu pavilonu**							
Prostor	Délka [m]	Šířka [m]	Světlá výška [m]	Srovnávací plocha [m]	Plocha [m^2]	Počet [ks]	Celková plocha [m^2]	Požadovaná hodnota [$\bar{E}_m$] [lx]
Učebna	8,50	6,50		0,85	55,25	12	663,00	500
Kabinet	4,15	6,50		0,85	26,98	6	161,88	500
Sborovna	8,50	6,50		0,85	55,25	1	55,25	500
Kancelář	4,15	6,50		0,85	26,98	1	26,98	500
WC	4,15	6,50		0,85	26,98	7	188,86	200
Komunikace	35	2		0,00	70	3	210,00	100
Schodiště, vstup	-	-		0,00	-	-	221,00	150 200
Celková plocha pavilonu							1526,97	

Vzorové určení příkonu pro umělé osvětlení jedné učebny (u stávajících objektů vychází ze skutečnosti, u projektu ze světelně-technického návrhu).

TAB 9-2	**Příkon pro umělé osvětlení jedné učebny**		
Typ svítidel	Stropní, s hliníkovou leštěnou mřížkou	Přímá složka umělého osvětlení na srovnávací rovině	471 [lx]
Počet svítidel [ks]	12	Nepřímá složka umělého osvětlení na srovnávací rovině	105 [lx]
Světelné zdroje ve svítidle	Zářivky (L36/21)	$\bar{E}_m$	576 [lx]
Celkový příkon svítidla	84,00 [W]	Celkový příkon osvětlovací soustavy učebny	1,01 [kW]

Celkový příkon pro umělé osvětlení sledované budovy – pavilonu

TAB 9-3	**Příkon pro umělé osvětlení pavilonu**		
Prostory objektu	Příkon pro umělé osvětlení	Prostory objektu	Příkon pro umělé osvětlení
Učebny	12,12 [kW]	kabinety	3,03 [kW]
Sborovna	1,01 [kW]	WC	1,5 [kW]
Chodby	1,10 [kW]	vstup, schodiště	1,45 [kW]
Celkový příkon v pavilónu pro umělé osvětlení			20,21 [kW]

Roční spotřeba elektřiny pro umělé osvětlení (rychlá metoda) v souladu s prEN 15193-1, (viz 5.1.1)

$$W_{ligh} = 6A + \frac{t_u \sum P_n}{1000} \quad \text{kWh/rok}$$

$t_u = (t_D \times F_D \times F_O) + (t_N \times F_O)$

TAB 9-4	**Hodnoty vstupující do výpočtu roční spotřeby energie pro umělé osvětlení**		
P_n = 20,21 [kW]	t_N = 200	F_O = 0,9	t_u= 1800
t_D = 1800	F_D = 1	A = 1526,97 [m^2]	

Výpočet:

W_{light} = 9198 kWh/rok

9.2 Stanovení LENI

Numerický indikátor energie pro osvětlení (LENI) se stanoví:

$$LENI = \frac{W_{light}}{A} \quad \text{kWh/m}^2 \text{ . rok}$$

Výpočet:

LENI = 6,02 kWh/m^2 . rok

LENI pro tuto školní budovu je 6,02 kWh/m^2 . rok.

10 Závěr a doporučení

Spotřeba energie v budovách je jedním z rozhodujících faktorů energetické náročnosti společnosti ve vyspělých státech světa. Z tohoto důvodu je potřebě energie v těchto objektech věnována značná pozornost, která vyústila například v zemích EU do řady legislativních dokumentů (například zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií, jak vyplývá z pozdějších změn, zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), jak vyplývá z pozdějších změn, atd.), které v současnosti vycházejí například ze SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2002/91/ES o energetické náročnosti budov. Hodnocení spotřeby energie pro umělé osvětlení vstupuje do obecné roviny hodnocení energetické náročnosti budovy jako třetí faktor, po hodnocení potřeby energie na vytápění a klimatizaci.

Samo hodnocení je velmi závislé na možnosti využití denního světla v lokalitě objektu. Toto se také odráží na složitosti vývoje základního dokumentu - prEN 15193-1:2005 Energetické hodnocení budov – Energetické požadavky na osvětlení – Část 1: Stanovení potřeby energie pro osvětlení, která je v současnosti v přípravě. Proto současně udávané srovnávací údaje - stanovení roční spotřeby energie pro uvedené typy budov - údaje platí především pro budovy bez výrazného clonění – viz relativně úzké podmínky pro výpočet možnosti využití denního světla v kapitole 2 a kapitole 7. Po zavedení definitivního znění EN 15193-1 (73 0323) bude možno hodnotu LENI vypočítat pro téměř každou budovu.

Doporučení

S ohledem na dosud nesledované možnosti úspor energie v oblasti umělého osvětlení je třeba jednoznačně dopracovat především podmínky pro možnosti podrobného hodnocení možností využití denního osvětlení. Toto bude vhodné učinit po definitivním přijetí dokumentu EN 15193-1 (73 0323).

Současně nastavené hodnoty referenční hodnoty LENI je třeba prověřit ve větším rozsahu hodnocených budov a případně je upravit (zpřísnit).

Požadavky na možnost hodnocení spotřeby elektřiny pro umělé osvětlení vedou k nutnosti legislativního požadavku na zajištění možnosti sledování odběru elektřiny pro tento účel a to jak samostatným fakturačním či podružným elektroměrem, respektive sledováním využití jednotlivých světelných obvodů při využití prvků inteligentní budovy.

11 Užité termíny a definice

11.1 Měření a ovládání

11.1.1 ovládací zařízení

- součásti požadované pro ovládání činnosti světelného zdroje (světelných zdrojů)

11.2 Energie

11.2.1 příkon svítidla (P_i)

- elektrická energie z rozvodné sítě, spotřebovávaná světelným zdrojem (světelnými zdroji), ovládacím zařízením a ovládacím obvodem ve svítidle nebo k němu připojeným, měřená ve wattech

  POZNÁMKA

  Jmenovitý příkon svítidla (Pi) pro specifické svítidlo může být získán od výrobce svítidla.

11.2.2 parazitní příkon (P_p)

- pohotovostní příkon pro ovládání a příkon pro nabíjení baterie spotřebovávaný nouzovou osvětlovací soustavou, měřený ve wattech

11.2.3 celkový instalovaný příkon pro osvětlení instalovaný ve vnitřním prostoru nebo jeho vymezené části

- příkon svítidla pro všechny typy svítidel ve vnitřním prostoru nebo jeho vymezené části, měřený ve wattech

11.3 Doba

11.3.1 Doba činnosti (t_o)

- stanovený počet hodin činnosti svítidla

  POZNÁMKA

  Tento počet se určuje v závislosti na využití budovy.

11.3.2 Standardní roční doba (t_y)

doba trvání jednoho standardního roku, stanovená na 8 760 hodin

11.3.3 Hodiny účinného ("efektivního") využití (t_u)

- hodiny účinného využití osvětlovacích soustav

11.3.4 Doba činnosti parazitního příkonu (t_p)

- hodiny účinného využití parazitního příkonu

11.4 Plocha

11.4.1 Celková užitková plocha budovy (A)

- podlahová plocha uvnitř obvodových stěn s vyloučením neobyvatelných sklepů a neosvětlených prostorů, měřená v m^2

11.4.2 Celková podlahová plocha

- celková osvětlená podlahová plocha budovy, měřená v m^2

  Poznámka

  Tato plocha se vypočítá s použitím buď vnějších nebo vnitřních rozměrů budovy, jejichž výsledkem je hrubá a čistá referenční podlahová plocha.Při výpočtech a certifikačním procesu se použije pouze jeden z obou typů. Typ je definován na národní úrovni.

11.4.3 Ovládaná plocha (As)

- největší plocha ovládaná jedním spínacím zařízením ve vnitřním prostoru, měřená v m^2

11.5 Činitele závislosti

11.5.1 Činitel závislosti na denním světle (F_D)

- činitel vztahující použití celkového příkonu pro osvětlení k dostupnosti denního světla ve vnitřním prostoru nebo jeho vymezené části

11.5.2 Činitel závislosti na obsazení (F_O)

- činitel vztahující použití celkového instalovaného příkonu pro osvětlení k době obsazení vnitřního prostoru nebo jeho vymezené části

11.6 Instalovaná svítidla

- všechna instalovaná svítidla určená pro účel osvětlení v budově

11.7 Numerický indikátor osvětlení (LENI)

- numerický indikátor energie pro osvětlení (LENI) je numerický indikátor roční spotřeby energie pro osvětlení požadované pro splnění funkce osvětlení a požadavků na účel budovy, dělený celkovou plochou této budovy

  POZNÁMKA

LENI se může použít pro přímá srovnání energie pro osvětlení použité v budovách, které mají podobné funkce, ale mají různé rozměry a uspořádání
Toto teplo je zvláště u vnitřních prostor s předepsanou vyšší osvětleností umělým světlem, ať již samostatně užívané umělé osvětlení, či umělé osvětlení jako složka sdruženého osvětlení, kde $\bar{E}_m \geq 300$ *lx.*

11.8 Osvětlení a jeho určující faktory

11.8.1 Celkové osvětlení

- Celkové osvětlení zajišťuje celkové rovnoměrné osvětlení celé místnosti. Realizuje se zpravidla rovnoměrně rozmístěnými svítidly po celém prostoru.

11.8.2 Činitel odrazu

- Udává, jaká část světelného toku dopadnuvšího na danou plochu se od této plochy odrazí. Například činitel odrazu 0,3 znamená, že po dopadu na daný materiál se odrazí 30 % světla. Činitele odrazu pro vybrané materiály udává tabulka 11-1.

TAB 11-1	**Činitelé odrazu vybraných povrchových úprav**		
Materiál	Činitel odrazu	Materiál	Činitel odrazu
Dub přírodní	0,30 - 0,40	Kámen světlý	0,10 - 0,40
Mahagon	0,15 - 0,20	Cihly červené	0,05 – 0,25
Zrcadlo	0,70 - 0,90	Omítka bílá, čistá, nová	0,80
Černý samet	0,01 - 0,04	Omítka bílá, špinavá, stará	0,30

11.8.3 Index podání barev (podání barev)

Barva určitého předmětu tak, jak se nám jeví, závisí jednak na dopadajícím světle, jednak na odrazných vlastnostech předmětu. Pokud si budeme svítit čistě modrým monochromatickým světlem, budou všechny předměty modré. Naopak, pokud ve světle zdroje určitá barva chybí, nemohou ji předměty odrážet. K číselnému ocenění jakosti podání barev se využívá indexu barevného podání, který vyjadřuje stupeň shodnosti vjemu barvy předmětů osvětlovaných hodnoceným zdrojem a barvy týchž předmětů osvětlených smluvním zdrojem světla za stanovených podmínek. Hodnota indexu podání barev Ra může být v rozmezí 0 až 100. Ve světle teplotních zdrojů a v přírodním (denním) světle vnímáme barvy předmětů nejvěrněji, čemuž odpovídá $R_a = 100$. Zářivky, včetně kompaktních zářivek, mají zpravidla index podání barev v rozmezí 50 - 98.

V normách se dále zavádí členění zdrojů do stupňů podle barevného podání – viz tabulka 11-2. V prostorách s trvalým pobytem osob se požaduje hodnota indexu podání barev nejméně

80, v prostorech s vysokými nároky na rozlišování barev nejméně 90 (například výtvarná výchova ve školách).

TAB 11-2	Zatřídění světelných zdrojů do stupňů podle barevného podání [1]	
Index podání barev R_a	Stupeň podání barev	
	DIN	ČSN
90 -100	1A	1
80 - 89	1B	2
70 - 79	2A	3
60 - 69	2B	3
40 - 59	3	4

11.8.4 Jas

Jas je měřítkem pro vjem světelnosti svítícího nebo osvětlovaného tělesa, jak jej vnímá lidské oko. Jednotkou jasu je kandela na metr čtvereční ($cd.m^{-2}$).

11.8.5 Kombinované osvětlení

Kombinované osvětlení tvoří celkové nebo odstupňované osvětlení doplněné místním osvětlením.

11.8.6 Luminofor

Bělavá hmota nanesená na vnitřní povrch zářivkových trubic, která převádí absorbovanou energii ultrafialového záření na viditelné světlo.

11.8.7 Místní osvětlení

Místní osvětlení zajišťuje přisvětlení místa úkolu přídavnými svítidly.

11.8.8 Odstupňované osvětlení

Odstupňované osvětlení zajišťuje rovnoměrné osvětlení v jednotlivých částech místnosti podle vykonávané zrakové činnosti.

11.8.9 Oslnění

Nepříznivý stav zraku, k němuž dochází, je-li sítnice nebo její část vystavena jasu vyššímu, než na který je oko adaptováno. Podle stupně působení rozlišujeme oslnění rušivé (psychologické), omezující (fyziologické) a oslepující (absolutní). Rušivé oslnění narušuje zrakovou pohodu tím, že oslňující zdroj poutá pozornost na úkor místa, na které by se měl zrak soustředit. Při omezujícím oslnění jsou již měřitelně narušeny některé funkce zraku.

[1] V současnosti se má používat přímo hodnoty R_a

11.8.10 Osvětlenost (intenzita osvětlení, hladina osvětlení)

Vyjadřuje plošnou hustou světelného toku (lm) dopadajícího na jednotkovou plochu. Jednotkou osvětlenosti je jeden lux (lx). Rozměr jednotky 1 lx je 1 $lm.m^{-2}$. Měření osvětlenosti se provádí luxmetry se selenovými nebo křemíkovými fotočlánky.
Pro účely normování osvětlenosti je zavedena veličina $\bar{E}_m$ udržovaná osvětlenost- hodnota průměrné osvětlenosti na daném povrchu, pod kterou nesmí osvětlenost poklesnout (ekvivalentní dříve užívané veličině E_{pk} což je místně průměrná a časově minimální - tj. za nejhoršího stavu v provozu na konci intervalu údržby) hodnota osvětlenosti na srovnávací rovině v místě zrakového úkolu (obvykle se uvažuje 85 cm nad podlahou). Na komunikaci je srovnávací rovina v úrovni povrchu podlahy. Osvětlenost při uvádění soustavy do provozu musí být v závislosti na jejím předpokládaném poklesu v průběhu provozu vyšší o 25 až 70 %.

11.8.11 Reflektor

Část svítidla, která odrazem světla usměrňuje světelný tok do určitého směru. V přeneseném významu úzce směrové svítidlo.

11.8.12 Sdružené osvětlení

Sdružené osvětlení je záměrné současné osvětlení vnitřního prostoru denním a doplňujícím umělým osvětlením. Používá se v prostorách, kde není možno dosáhnout dostatečné osvětlenosti denním světlem zpravidla u hlubokých místností (například velkoplošných kanceláří) nebo značně zacloněných prostor.

11.8.13 Světelný tok

Světelný tok udává, kolik světla celkem vyzáří zdroj do všech směrů. Je to světelný výkon, který je posuzován z hlediska citlivosti lidského oka na světlo různých vlnových délek. Jednotkou je 1 lumen (lm).

11.8.14 Světlo

Pod pojmem světlo se rozumí elektromagnetické záření, které vyvolává v lidském oku vjem jasu, tedy je viděno. Jedná se o záření v rozmezí vlnových délek 360 a 830 nm.

11.8.15 Svítivost

Při nerovnoměrném rozložení světelného toku zdroje či svítidla do různých směrů prostoru je třeba kromě úhrnného světelného toku znát ještě prostorovou hustou světelného toku v různých směrech, tj. svítivost zdroje, popř. svítidla v těchto směrech. Svítivost lze stanovit pouze pro bodový zdroj (zdroj jehož rozměry jsou zanedbatelné vzhledem ke vzdálenosti od

kontrolního bodu). Jednotkou svítivosti je kandela (cd), která patří k základním jednotkám soustavy SI.

11.8.16 Míhání a stroboskopický jev

Vzniká při osvětlení světelnými zdroji s periodicky proměnným světelným tokem, obvykle v důsledku jejich napájení střídavým proudem. Projevuje se při pohybu lesklých předmětů a točivých součástí, kdy se v závislosti na rychlosti pohybu nebo otáčení jeví plynulý pohyb zdánlivě jako přerušovaný a u otáčivého pohybu se zdánlivě mění rychlost a směr otáčení, popř. se otáčení zcela zastaví. Vznikající mylná zraková informace způsobila již řadu úrazů.

11.8.17 Teplota chromatičnosti

Teplotou chromatičnosti (barevná teplota) světelného zdroje je označována ekvivalentní teplota černého zářiče, při které je spektrální složení záření těchto dvou zdrojů blízké. Jednotkou je kelvin (K).

Každé těleso vyzařuje elektromagnetické záření, jehož vlnová délka je nepřímo úměrná teplotě tohoto tělesa. Pro oblast viditelného elektromagnetického záření (světla) to znamená, že zvýší-li se teplota tělesa, stoupne podíl energie vyzářený v modré části spektra a klesne podíl vyzářený v červené části.

Běžná standardní žárovka má teplotu chromatičnosti 2700 K (tato teplota odpovídá teplotě vlákna). Teplota chromatičnosti denního světla je 4500-6000 K, což opět přibližně odpovídá teplotě povrchu slunce. Zářivky nejsou teplotními zářiči a stanovuje se pro ně tzv. náhradní teplota chromatičnosti, která udává teplotu teplotního světelného zdroje, který by měl podobné spektrální rozložení vyzařované energie. Teplota chromatičnosti zářivek tedy nemá nic společného s teplotou výboje, který v nich probíhá, ale závisí na použitém luminoforu, který mění původní ultrafialové záření na viditelné světlo. Díky tomu lze vyrobit zářivku s téměř libovolnou teplotou chromatičnosti. Běžně rozlišujeme tři základní odstíny (viz tabulka 11-3).

TAB 11-3	**Barevné tóny světla a teplota chromatičnosti**
Barevný tón světla	Teplota chromatičnosti
Teple bílý	Do 3300 K
neutrální bílý	3300 až 5300 K
Chladně bílý (denní)	Nad 5300 K

Při použití různých světelných zdrojů v jednom prostoru a nedokonalém promísení jejich světla musí být jejich teplota chromatičnosti a index podání barev co nejbližší.

11.8.18 Zraková pohoda

Příjemný psychofyziologický stav, při němž celý zrakový systém optimálně plní své funkce a při kterém má člověk i po delším pobytu nejen pocit, že dobře vidí, ale cítí se také psychicky dobře v prostředí, v němž se nachází, a toto je mu vzhledově příjemné. Zraková nepohoda tedy vede nejen k narušení zrakových funkcí a tím k oční únavě, ale projevuje se nepříznivě v celkové kondici i náladě člověka a v jeho pracovní výkonnosti.

11.8.19 Život světelného zdroje

Život světelných zdrojů je statistickou veličinou. To znamená, že nemůžeme předpovědět, kdy přesně konkrétní zdroj přestane svítit, můžeme pouze říci, s jakou pravděpodobností se tak v určité době stane. Můžeme tedy sestavit tzv. křivku úmrtnosti, která udává, jaké procento zdrojů z testovaného souboru svítilo po určité době.

Obvykle udávaným parametrem je střední doba života, což je doba, po které ještě svítí 50 % testovaného souboru zdrojů. Především u výbojových světelných zdrojů může doba života, v závislosti na použité metodě zapalování, citelně klesat s počtem zapálení. Dalším problémem měření životnosti světelných zdrojů je postupné zhoršování jejich vlastností během používání. Z tohoto důvodu se zavádí pojem „užitečný život“, který končí při poklesu světelného toku zdroje pod 70% jmenovité hodnoty.

12 Užité podklady

12.1 Zákony, vyhlášky

- SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2002/91/ES
- Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií, jak vyplývá z pozdějších změn;
- Zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), jak vyplývá z pozdějších změn;
- Vyhláška MZ č. 108/2001 Sb. kterou se stanoví hygienické požadavky na prostory a provoz škol, předškolních zařízení a některých školských zařízení;
- Vyhláška MMR 137/1998 Sb. o obecných technických požadavcích na výstavbu;

12.2 Normy, TNI

- ČSN EN 12665:2003 (36 0001) Světlo a osvětlení – Základní termíny a kritéria pro stanovení požadavků na osvětlení;
- ČSN EN 12464-1:2004 (36 0450) Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 1: Vnitřní pracovní prostory;
- prEN 15193-1:2005 (bude zavedena s třídícím znakem 73 0323) Energetické hodnocení budov – Energetické požadavky na osvětlení – Část 1: Stanovení potřeby energie pro osvětlení;
- prEN 15315 – Energetická náročnost budov – Obecné užití energie, primární energie a CO_2 emise;
- ČSN 36 0020-1:1994 Sdružené osvětlení – Základní požadavky;
- ČSN 73 0580-1:1999 Denní osvětlení budov – Část 1: Základní požadavky;
- ČSN 73 0580-2:1992 Denní osvětlení budov – Část 2: Denní osvětlení obytných budov;
- ČSN 73 0580-3:1994 Denní osvětlení budov – Část 3: Denní osvětlení škol;
- ČSN 73 0580-4:1994 Denní osvětlení budov – Část 2: Denní osvětlení průmyslových budov;
- ČSN 73 4301-změna Z1:2005 Obytné budovy;
- TNI 36 0451:2006 – Údržba vnitřních osvětlovacích soustav;

- DIN V 18599-1 Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwasser, und Beleuchtung – Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger
- DIN V 18599-4 Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwasser, und Beleuchtung – Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung

12.3 Literatura

- Světelná technika a osvětlování – Jiří Hábel a kolektiv – FCC PUBLIC 1995;
- Světelná technika a osvětlování – Jiří Hábel a kolektiv – FCC PUBLIC připravováno 2006;
- Úsporné umělé osvětlení škol a bytů - publikace ČEA – 1994;
- Úsporné umělé osvětlení administrativních budov - publikace ČEA – 1995;
- Sborník technických řešení inteligentních budov- publikace ČEA – 2005;
- Katalog - ÚSPORY ENERGIE PŘI ŠTÍTKOVÁNÍ - publikace ČEA – 2002;

OBSAH

1	Úvod	1
1.1	Denní světlo	1
1.2	Umělé osvětlení	1
1.2.1	Základní aspekty umělého osvětlení	2
1.3	Spotřeba energie pro umělé osvětlení	2
1.4	Upozornění	3
2.	Využití denního světla k úsporám energie pro umělé osvětlení	5
2.1.	Denní osvětlení - obecně	5
2.1.1.	Denní osvětlení - obytné budovy	5
2.1.2.	Denní osvětlení - administrativní budovy	6
2.1.3.	Sdružené osvětlení	8
2.1.4.	Denní osvětlení – budovy pro zdravotnictví	11
2.1.5.	Druhy denního osvětlení	13
2.1.6.	Úroveň denního osvětlení	13
2.1.7.	Kvalita denního osvětlení	15
2.1.8.	Návaznost denního a umělého osvětlení	16
2.2.	Požadavky na vlastnosti vnitřních prostorů	17
2.3.	Sdružené osvětlení	18
2.3.1.	Předpisy a normy pro sdružené osvětlení	18
2.3.2.	Základní požadavky na sdružené osvětlení	18
2.4.	Denní osvětlení – školní budovy	21
2.4.1.	Sdružené osvětlení školních prostor	22
2.5.	Omezení spotřeby energie pomocí denního světla, činitel FD,n	26
2.5.1.	Činitel dostupnosti denního osvětlení FDS,n	26
2.5.2.	Stanovení hodin činnosti s využitím denního světla	27
2.5.3.	Stanovení vymezených částí vnitřních prostorů, členění budov na úseky	28
2.5.4.	Pronikání denního světla	29
2.5.5.	Dostupnost denního světla	34
2.5.6.	Jiné doby využití	34
2.5.7.	Měsíční metoda	35
2.5.8.	Ovládání umělého osvětlení FD,C závislé na denním osvětlení	35
2.6.	Stanovení doby obsazení FO	35
2.6.1.	Výchozí hodnota	35
2.6.2.	Podrobné stanovení FO	35
2.6.3.	Vysvětlující poznámka: motivace pro výběr funkcí FO	40
3.	Umělé osvětlení	43
3.1.	Obecně	43
3.2.	Základní požadavky na umělé osvětlení	44
3.2.1.	Základní požadavky na osvětlenost umělým světlem	44
3.2.2.	Požadavky na umělé osvětlení bytových domů	60

4.	Stanovení typických řešení osvětlovacích soustav	63
4.1.	Příklady hodnocení Umělého osvětlení ve vybraných objektech –umělé osvětlení zdravotnických prostorů	63
4.1.1.	Základní typy umělého osvětlení pro zdravotnická zařízení	63
4.1.2.	Příklad hodnocení umělého osvětlení vybraných administrativních prostorů	67
4.1.3.	Hodnocení umělého osvětlení vybraných prostorů ve školách	68
4.2.	Světelné zdroje	72
4.2.1.	Žárovky	72
4.2.2.	Zářivky	73
4.3.	Výběr svítidel pro osvětlení interiérů	77
4.3.1.	Základní vlastnosti svítidel	77
4.3.2.	Rozložení světelného toku svítidla do prostoru – typ osvětlovací soustavy	78
4.3.3.	Účinnost svítidla	81
4.3.4.	Svítidla využitá v praxi	82
4.4.	Nové normy pro hospodárné využití energie k umělému osvětlení budov a využití prvků inteligence	85
5	Stanovení spotřeby elektřiny pro umělé osvětlení	87
5.1	Výpočtové metody	87
5.1.1	Rychlá metoda	87
5.1.2	Podrobná metoda	88
5.1.3	Stanovení FD	89
5.2	Měření odběru elektřiny pro umělé osvětlení	90
5.2.1	Začlenění inteligence budovy do vyhodnocování spotřebované energie	90
5.2.2	Všeobecné požadavky na měření odběru elektřiny pro umělé osvětlení	90
5.3	Možnost zkreslení skutečné hodnoty Numerického ukazatele energie pro osvětlení – LENI	94
5.4	Metoda měření celkového příkonu svítidel a přidruženého parazitního příkonu v souladu s požadavky EN 15193-1	95
6.	Numerický indikátor energie pro osvětlení (LENI)	97
6.1.	Stanovení LENI	97
6.2.	Měření spotřeby elektřiny pro účely stanovení LENI	97
7.	Informativní hodnoty LENI	99
7.1.	Informativní hodnoty LENI pro rodinné domy	99
7.2.	Informativní hodnoty LENI pro obytné domy	100
7.3.	Informativní hodnoty LENI pro administrativní budovy	101
7.4.	Informativní hodnoty LENI pro budovy škol	102
7.5.	Informativní hodnoty LENI pro nemocnice, zdravotnická zařízení	103
7.6.	Informativní hodnoty LENI pro hotely a restaurace	104
7.7.	Informativní hodnoty LENI – budovy pro sportovní zařízení	105
7.8.	Informativní hodnoty LENI - budovy pro obchodní účely	106
8	Uvolněné teplo z umělého osvětlení	107

8.1	Stanovení uvolněného tepla z umělého osvětlení	107
8.2	Tabulky koeficientu $d_{LI,n}$	108
9	Vzorový postup pro certifikaci prostorů budovy– typový školní pavilon	119
9.1	Určení spotřeby elektřiny pro umělé osvětlení v objektu	119
9.2	Stanovení LENI	120
10	Závěr a doporučení	121
11	Užité termíny a definice	123
11.1	Měření a ovládání	123
11.1.1	ovládací zařízení	123
11.2	Energie	123
11.2.1	Příkon svítidla (P_i)	123
11.2.2	Parazitní příkon (P_p)	123
11.2.3	Celkový instalovaný příkon pro osvětlení instalovaný ve vnitřním prostoru nebo jeho vymezené části	123
11.3	Doba	123
11.3.1	Doba činnosti (t_o)	123
11.3.2	Standardní roční doba (t_y)	123
11.3.3	Hodiny účinného ("efektivního") využití (t_u)	123
11.3.4	doba činnosti parazitního příkonu (t_p)	124
11.4	Plocha	124
11.4.1	Celková užitková plocha budovy (A)	124
11.4.2	Celková podlahová plocha	124
11.4.3	Ovládaná plocha (As)	124
11.5	Činitele závislosti	124
11.5.1	Činitel závislosti na denním světle (F_D)	124
11.5.2	Činitel závislosti na obsazení (F_O)	124
11.6	Instalovaná svítidla	124
11.7	Numerický indikátor osvětlení (LENI)	124
11.8	Osvětlení a jeho určující faktory	125
11.8.1	Celkové osvětlení	125
11.8.2	Činitel odrazu	125
11.8.3	Index podání barev (podání barev)	125
11.8.4	Jas	126
11.8.5	Kombinované osvětlení	126
11.8.6	Luminofor	126
11.8.7	Místní osvětlení	126
11.8.8	Odstupňované osvětlení	126
11.8.9	Oslnění	126
11.8.10	Osvětlenost (intenzita osvětlení, hladina osvětlení)	127
11.8.11	Reflektor	127
11.8.12	Sdružené osvětlení	127
11.8.13	Světelný tok	127

11.8.14	Světlo	127
11.8.15	Svítivost	127
11.8.16	Míhání a stroboskopický jev	128
11.8.17	Teplota chromatičnosti	128
11.8.18	Zraková pohoda	129
11.8.19	Život světelného zdroje	129
12	Užité podklady	131
12.1	Zákony, vyhlášky	131
12.2	Normy, TNI	131
12.3	Literatura	132

POSTUP PODLE EN PRO EA A EP PRO BUDOVY V ČÁSTI UMĚLÉ A DENNÍ OSVĚTLENÍ

Zpracoval STÚ-E, a.s. pro ČEA v roce 2006

Publikace je určena pro poradenskou činnost a je zpracována v rámci Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2006- část A.