



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



**Studijní materiály k předmětu
Osvětlovací soustavy a jejich projektování**

Osvětlování interiérů

Osvětlování vnitřních prostorů

Požadavky na osvětlení vnitřních prostorů v určité etapě vývoje společnosti jsou **kompromisem** vycházejícím z obecných zákonitostí zrakového vnímání, rozsáhlých aplikačních experimentů a statistických šetření v reálných interiérech na jedné straně, a z technických a ekonomických možností společnosti na straně druhé.

Při odvozování světelně-technických parametrů osvětlovacích soustav se vychází ze dvou souhrnných kritérií charakterizujících úroveň vidění.

Zrakový výkon je určen spíše fyziologickými vlastnostmi lidského zraku a pro danou zrakovou činnost je poměrně objektivním měřítkem úrovně osvětlení, zpravidla vyhovujícím pro prostory určené pro jasně definovanou činnost, tedy pracovní prostory.

Zraková pohoda zahrnuje i psychické činitele. Z tohoto hlediska je více ovlivněna subjektivními vlastnostmi uživatelů, a proto je upřednostňována v prostorech společenských, kulturních a oddechových (například v restauracích, kulturních domech, bytech apod.).

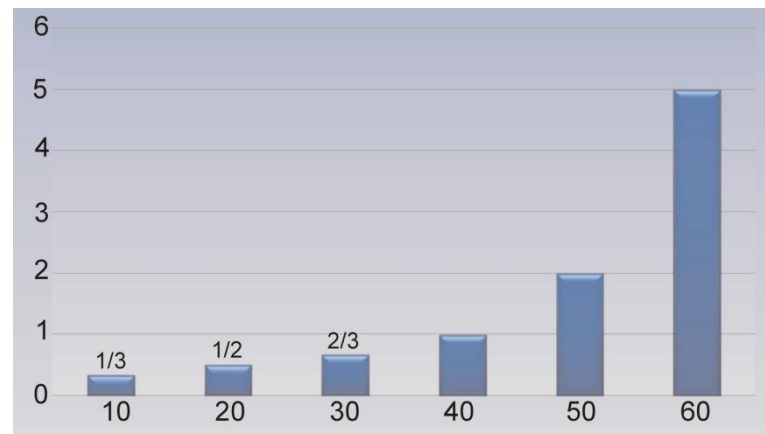
Umělé osvětlení

Umělé osvětlení je realizováno pomocí umělých světelných zdrojů. Jejich světlo nahrazuje denní světlo tam, kde je ho nedostatek, např. vzdálená místa od oken nebo při zastínění pracovní plochy překážkou. Intenzitu umělého osvětlení navrhujeme na požadovaný zrakový výkon. **Hlavními parametry určujícími světelné prostředí jsou rozložení jasu, osvětlenost, oslnění, směrnost světla, podání barev, barevný tón světla a míhání světla.**

Osvětlenost (lx)	Prostor, místo, druh činnosti
20-30-50	základní jednoduchá zraková orientace v prostředí
50-75-100	jednoduchá orientace, kratší doba jednoduché činnosti
100-150-200	prostory, které nejsou dlouhodobě užívány pro pracovní účely, prostory obytné a společenské
200-300-500	zraková místa pro jednodušší, běžné pracovní úkoly (kanceláře, školy)
500-750-1 000	zraková místa pro vizuálně náročnější déle trvající pracovní úkony
1 000-1 500-2 000	zvláště náročné zrakové úkoly
více než 2 000	velmi náročné zrakové úkoly

Potřebná úroveň
osvětlení pro stejný
zrakový výkon
při různém věku lidí

Doporučené rozsahy osvětlenosti podle CIE

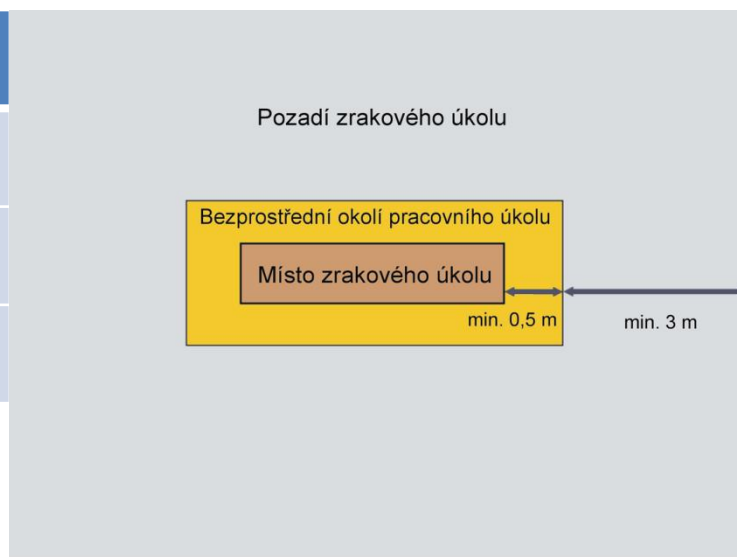


Rozložení jasů

Rozložení jasů - je základním kvalitativním parametrem osvětlení. Pro zrakový výkon, zrakovou pohodu a zamezení únavy jsou rozhodující jasy a jejich rozložení v zorném poli. **Optimální poměr jasů** místa úkolu k jasů okolí úkolu a jasů vzdáleného okolí je **10:4:3**. Účelného rozložení jasů je možno dosáhnout vhodnou úpravou povrchů (stěny, stropy, nábytek, atd.) a vhodnou volbou světelných zdrojů.

Odrazná plocha	Činitel odrazu povrchů
strop	0,7 až 0,9
stěny	0,5 až 0,8
podlaha	0,2 až 0,4

Účelný rozsah činitelů odrazu hlavních povrchů místnosti



Minimální rozměry bezprostředního okolí a pozadí úkolu ve vztahu k místu zrakového úkolu

Hodnoty osvětleností

Osvětlenost a její rozložení v místě zrakového úkolu a v jeho bezprostředním okolí má velký vliv na to, jak rychle, bezpečně a pohodlně osoba vnímá a vykonává zrakový úkol. Doporučené hodnoty osvětlenosti, v místě zrakového úkolu, jsou pro přesně definované činnosti uvedené v normě ČSN EN 12464-1. Doporučená řada osvětleností (v luxech) je:

20 – 30 – 50 – 75 – 100 – 150 – 200 – 300 – 500 – 750 – 1 000 – 1 500 – 2 000 – 3 000 – 5 000

V prostorech s **trvalým pobytem osob** nesmí být udržovaná osvětlenost menší než **200 lx**.

Osvětlenost místa zrakového úkolu (lx)	Osvětlenost bezprostředního okolí úkolu (lx)
≥ 750	500
500	300
300	200
200	150
150	150
100	100
≤50	≤50
rovnoměrnost osvětlení: ≥ 0,7	rovnoměrnost osvětlení: ≥ 0,5

Doporučená rovnoměrnost osvětlení a poměr osvětleností bezprostředního okolí úkolu

Oslnění

Oslnění - ve vnitřních prostorech se hlavně jedná o oslnění relativní, které může být způsobeno buď přímo zdroji světla, svítidly, nebo odrazy od lesklých povrchů. Při návrhu osvětlení musíme oslnění oka omezit na nejmenší míru dle platných norem. Toho se dosáhne správným rozmístěním svítidel, užitím svítidel s malým jasnem, vhodnou mřížkou a použitím rozptylných povrchů.

Rušivé oslnění - činitel oslnění přímo od svítidel osvětlovací soustavy vnitřního prostoru musí být stanoven jednotným systémem hodnocení oslnění tabulkovou metodou CIE (UGR) podle vzorce:

$$UGR = 8 \log_{10} \left(\frac{0,25}{L_b} \sum \frac{L^2 \cdot \omega}{p^2} \right)$$

kde L_b - jas pozadí vypočtený jako E_{ind}/π
a E_{ind} je svislá nepřímá osvětlenost oka pozorovatele v ($\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$); L - jas svítící části každého svítidla ve směru oka pozorovatele v ($\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$); ω - prostorový úhel svítící části každého svítidla vzhledem k oku pozorovatele (sr); p - činitel polohy podle Gutha pro každé svítidlo podle jeho odchýlení od směru pohledu

Oslnění

Omezení oslnění cloněním - jasné zdroje světla s vysokým jasnem mohou oslňovat a zhoršovat viditelnost předmětů. Tomu se musí zabránit například vhodným cloněním světelných zdrojů a světlíků nebo vhodným odstíněním jasného denního světla od oken.

Minimální úhly clonění v zorném poli jsou uvedené v tabulce a musí být pro uvedené jasy zdrojů zajištěny.

Jas světelného zdroje ($\text{kcd} \cdot \text{m}^{-2}$)	Minimální úhel clonění $\alpha(^{\circ})$
20 až <50	15
50 až <500	20
≥ 500	30

Závojevé oslnění odrazem a oslnění odrazem - odrazy světla v místě zrakového úkolu mohou měnit viditelnost úkolu, zpravidla ji zhoršovat. Závojevé oslnění a oslnění odrazem mohou být zamezeny nebo zmenšeny uspořádáním pracovních míst vzhledem ke svítidlům, oknům a světlíkům, povrchovou úpravou (**matové povrchy**), omezením jasu svítidel, oken a světlíků a **světlým stropem a světlými stěnami**.

Kvalitativní požadavky na osvětlení

Směrovost světla - směr osvětlení se má volit tak, aby svítidlo **nebylo v zorném poli** a tudíž neoslňovalo. Světlo má dopadat do místa úkolu převážně **zleva a shora**, pokud možno zezadu přes levé rameno. Směřované osvětlení může být použito pro zvýraznění předmětů, vyjevení textury a vzhledu osob v prostoru. Směřované osvětlení zřakového úkolu může také ovlivnit jeho viditelnost.

Modelace je vyváženost mezi difúzním a směrovaným světlem. Je to platné kritérium jakosti osvětlení prakticky ve všech typech vnitřních prostorů. Celkový dojem vnitřního prostoru je možné zlepšit, jsou-li jeho stavební tvary, osoby a předměty v něm osvětleny tak, že jejich tvar a textura se jeví jasně a příjemně. To nastává tehdy, když světlo má převážně jeden směr; stíny, jež jsou základem dobré modelace, se tvoří bez problémů. **Osvětlení nesmí být příliš směrované nebo vytvářet ostré stíny ani nesmí být příliš difúzní (modelace se nesmí zcela ztratit), což by vedlo k velmi monotónnímu světelnému prostředí.**

Hledisko barev - jakost barvy světelných zdrojů smluvně bílého světla se charakterizuje dvěma příznaky:

(zjevný, viděný, subjektivní) **barevný vzhled (tón)** světla samotného světelného zdroje, schopnost **podání barev**, která ovlivňuje barevný vzhled předmětů osvětlovaných světelným zdrojem.

Tyto dva příznaky musí být uvažovány odděleně.

Kvalitativní požadavky na osvětlení

Barevný vzhled (tón) světelného zdroje se vztahuje k zdánlivé barvě (chromatičnosti) vyzařovaného světla. Ta se kvantifikuje náhradní teplotou chromatičnosti (T_{cp}).

Volba barevného tónu je záležitostí psychologie, estetiky a přirozených požadavků. Volba bude záviset na úrovni osvětlení, barevné úpravě místnosti a nábytku, klimatickém pásmu a druhu prostoru (uživatelské oblasti). V horkých klimatických podmínkách se preferuje chladnější barevný tón, zatímco v chladnějším podnebí se upřednostňuje teplejší barevný tón světla.

Podání barev - pro zrakový výkon, pocit celkové a duševní pohody je důležité, aby barvy předmětů a lidské pokožky v prostředí byly podány přirozeně, věrně a tak, aby lidé vypadali přitažlivě a zdravě.

Světelné zdroje s indexem podání barev menším než 80 nesmějí být použity ve vnitřních prostorech, v nichž osoby pracují nebo pobývají dlouhodobě.

Minimální hodnoty všeobecného indexu podání barev pro jednotlivé typy prostorů (ploch), zrakových úkolů nebo činností jsou uvedeny v normě ČSN EN 12464-1.

Kvalitativní požadavky na osvětlení

Míhání a stroboskopický jev - míhání působí rušivě a může vyvolat fyziologické projevy, jako například bolesti hlavy. Stroboskopický jev může vést k nebezpečným situacím při změně vnímaného pohybu strojů točivých nebo strojů s vratným pohybem.

Osvětlovací soustavy musí být navrženy tak, aby nevznikalo míhání ani stroboskopický jev. Toho lze zpravidla dosáhnout použitím napájení světelných zdrojů stejnosměrným proudem nebo vyšším kmitočtem (kolem 30 kHz).

Udržovací činitel - projekt osvětlení musí být vypracován s uvažováním celkového udržovacího činitele vypočteného pro zvolené osvětlovací zařízení, prostředí a plán údržby. Doporučená osvětlenost pro každý zrakový úkol se uvádí jako udržovaná osvětlenost. Udržovací činitel závisí na provozních charakteristikách světelných zdrojů a předřadníků, svítidel, prostředí a na plánu údržby.

Projektant musí uvést udržovací činitel a přehled předpokladů přijatých při odvození jeho hodnoty, specifikovat osvětlovací zařízení vhodné pro užití v daném prostředí, připravit kompletní plán údržby, včetně intervalů výměny světelných zdrojů, čištění svítidel a místností a způsobů jeho provádění.

Kvalitativní požadavky na osvětlení

Z energetického hlediska osvětlovací soustava musí vyhovovat požadavkům na osvětlení daného prostoru bez plýtvání energií. Přesto je důležité **nedělat kompromisy z hlediska vizuálního a jednoduše nezmenšovat spotřebu energie**. To vyžaduje vhodnou volbu osvětlovací soustavy, zařízení, řízení a využití dostupného denního světla.

Stálost osvětlení - rychlé časové změny osvětlenosti, způsobené kolísáním napětí popřípadě mechanickými příčinami, rušivě ovlivňují zrakový vjem a navíc mohou zapříčinit vznik stroboskopického jevu.

Rovnoměrnost osvětlení - je ovlivněna roztečí a rovnoměrným rozmístěním svítidel. Nedodržením požadované rovnoměrnosti negativně ovlivníme zrakový výkon tím, že oko musí stále adaptovat. Rovnoměrnost se určuje poměrem na srovnávací rovině v místě zrakového úkolu nejmenší a místně průměrnou osvětleností. Požadované rovnoměrnosti pro zrakové třídy jsou uvedeny v normách.

Ukázka požadavků na osvětlení vzdělávacích zařízení (citováno z normy ČSN EN 12464-1).

Ref. číslo	Druh prostoru, úkolu nebo činnosti	\bar{E}_m (lx)	UGR _L –	U _o –	R _a –	Specifické požadavky
5.36.1	učebny, konzultační místnosti	300	19	0,6	80	osvětlení má být regulovatelné
5.36.3	auditoria a posluchárny	500	19	0,6	80	osvětlení má být regulovatelné, aby splňovalo požadavky na prostory pro audiovizuální prezentace
5.36.5	demonstrační stůl	500	19	0,7	80	v přednáškových sálech 750 lx
5.36.7	místnosti pro výtvarnou výchovu v uměleckých školách	750	19	0,7	90	5 000 K < T _{CP} 6 500 K.
5.36.9	místnosti pro praktickou výuku a laboratoře	500	19	0,6	80	
5.36.17	komunikační prostory a chodby	100	25	0,4	80	