

Osvetlenie v priemysle



EURÓPSKA ÚNIA
EURÓPSKY FOND REGIONÁLNEHO ROZVOJA
INVESTÍCIA DO VAŠEJ BUDÚCNOSTI

Prečo sa zaoberať osvetlením pracovísk

Príklady intenzity osvetlenia

Prirodzené osvetlenie

- jasný slnečný deň 100 000 lx
- zamračené počasie v lete 20 000 lx
- letný deň v tieni 10 000 lx
- mesačný svit 0,25 lx
- jasná hviezdna obloha 0,001 lx

Umelé osvetlenie

- operačná sála 10 000 lx
- televízne štúdio 1 000 lx
- jemné elektrotechnické práce 750 lx
- kancelárie 500 lx
- výrobná pneumatík 500 lx
- zvaračská dielňa 300 lx
- chodby 100 lx

Osvetlenie je dôležitý prvok pracovného prostredia, ktorý ovplyvňuje kvalitu, efektivitu, ale aj bezpečnosť práce. Hoci za posledné desaťročie prešiel vývoj svietidiel a svetelných zdrojov určených na osvetľovanie pracovných priestorov výraznými zmenami, aj v súčasnosti sa nájdu budovy s technicky zastaranými svietidlami. Ich opravy a prevádzka často stoja majiteľa viac ako kúpa nových zariadení.

Aby ste sa mohli v tejto problematike zorientovať, pripravili sme pre vás prehľad dôležitých informácií, vrátane základných parametrov, ktoré by malo moderné osvetlenie spĺňať podľa technických noriem.

Zraková pohoda

Vďaka svetlu dokážeme získať obrazovú informáciu o prostredí, v ktorom sa nachádzame. Prostredníctvom zraku človek získava 75 % až 90 % informácií z okolitého prostredia.

Psychologický stav, pri ktorom celý zrakový systém plní svoju funkciu optimálne, sa nazýva zraková pohoda. Dobré osvetlenie je pri nej významným faktorom. Pohodu zásadne ovplyvňuje typ svetelných zdrojov, druh a rozmiestnenie svietidiel, hladiny osvetlenosti a ich rovnomernosti v rôznych rovinách a taktiež rozloženie jasu v priestore.

Pri posudzovaní vhodných podmienok pre prácu zohrávajú dôležitú úlohu aj geometrické parametre priestoru, vlastnosti povrchov, vrátane farebnosti. Podstatné je, či nedochádza k oslneniu. Osvetlenie by malo byť dostatočné a rovnomerné, bez nadmerných jasov a kontrastov. Pri správnom rozložení svetla v priestore sa predmety javia plastické. Pri vhodne vytvorených svetelných podmienkach má človek i pri dlhšom pobyte pocit, že jasne vidí.

Zraková únava

Opakom zrakovkej pohody je zraková únava. Ide o komplexný stav, ktorého príčinou sú nedostatky v osvetlení. Príznakom zrakovkej únavy je napríklad pálenie očí, bolesti hlavy a zápal spojiviek.

Optimálna kombinácia osvetlenia. Prirodzené denné svetlo je doplnené lokálnym umelým osvetlením.



Osvetlenie vnútorných priestorov

Denné osvetlenie

Prirodzené denné osvetlenie je pre človeka nenahradiťelné. Preto je potrebné využívať ho účelne a efektívne. Už pri samotnom návrhu vnútorných priestorov určených pre dlhodobý pobyt ľudí by sa mali vytvoriť podmienky pre čo najlepšie využitie denného osvetlenia v súlade s funkciou daných miestností. V objektoch s trvalým pobytom ľudí má byť zaistený nerušený výhľad osvetľovacími otvormi do vonkajšieho okolia.

No existujú aj pracoviská bez denného svetla. Dôvodom zvyčajne bývajú vysoké nároky na čistotu vnútorného prostredia, ktoré by prevádzka s oknami nedokázala splniť. V takýchto prípadoch je potrebné zabezpečiť zamestnancom prirodzené vonkajšie svetlo aspoň v oddychových zónach.

Denné osvetlenie je v priebehu dňa veľmi premenlivé. Mení sa jeho množstvo, intenzita svetelného toku, ako aj spektrálne zloženie. V neposlednom rade je závislé aj od ročného obdobia. Neobmedzený prístup prirodzeného svetla nemusí byť vždy z hľadiska zrakovej pohody najvhodnejší. Preto je potrebné množstvo dopadajúceho svetla na pracoviskách regulovať. Možností je niekoľko. Na výber sú rôzne tónované sklá, žalúzie, záclony alebo markízy.



Druhy osvetlenia

- **Denné** – osvetlenie prirodzeným denným svetlom. Na zem dopadá ako priame slnečné svetlo a tzv. difúzne svetlo (rozptýlené atmosférou alebo sa môže odrážať od rôznych objektov).
- **Umelé** – osvetlenie pomocou umelých zdrojov svetla.
- **Združené** – využitie denného a umelého osvetlenia.

Strešné svetlíky umožňujú maximálne využiť denné svetlo.

Umelé osvetlenie

Umelým osvetlením len ťažko dosiahneme takú vysokú hladinu osvetlenosti, akú poskytuje prirodzené svetlo. Toto osvetlenie by malo pomáhať vytvárať zrakovo príjemné prostredie s čo najlepšimi podmienkami pre zrakovú pohodu a prispievať k zvýšeniu všeobecnej bezpečnosti. Osvetlenie má veľký vplyv na celkovú sústredenosť. Zabezpečením optimálnej hladiny osvetlenosti stúpa rýchlosť rozlišovania, čo vplýva napríklad aj na skrátenie času vykonávania danej úlohy. Zlepšuje sa pracovný výkon, klesá zraková únava a v neposlednom rade sa predchádza vzniku pracovných úrazov.

Treba však dať pozor na neprimerané zvyšovanie intenzity osvetlenia, pretože pri nadmerných hodnotách sa rýchlosť rozlišovania spomalí, alebo sa môže dokonca až zastaviť. Pri veľmi vysokých intenzitách osvetlenia sa zrak skôr unaví.

1. Využitie stropných svietidiel na osvetlenie veľkých plôch.

2. Doplnenie stropných svietidiel o svietidlá v miestach zrakovej úlohy.



Združené osvetlenie

Pri združenom osvetlení je prirodzené denné svetlo doplnené umelým osvetlením. Jeho účelom je, okrem iného, znížiť nedostatok denného svetla spôsobeného premenlivosťou vonkajších atmosférických podmienok. Potrebnú úroveň osvetlenia priamo v mieste zrakovej úlohy pomáha dosiahnuť miestne osvetlenie. Umožňuje prispôsobiť a regulovať intenzitu osvetlenia podľa nároku na zrakový vnem.



Lokálne umelé osvetlenie len dopĺňa celkové osvetlenie, ak denné svetlo alebo centrálné osvetlenie nepostačuje.

Požiadavky na osvetlenie

Mnohé osvetľovacie sústavy vo výrobných prevádzkach sú zastarané a nespĺňajú základné požiadavky na osvetlenie stanovené legislatívnymi predpismi a technickými normami. Z obavy o výšku nákladov na ich rekonštrukciu prevádzkovatelia riešenie týchto nedostatkov často odkladajú bez toho, aby si dali vyčíslieť predpokladanú výšku investície do obnovy a jej návratnosť. Získať tieto informácie pritom nemusí byť príliš zložitá. Podrobne zmapovať existujúci stav osvetľovacej sústavy, zistiť potenciál úspor a navrhnúť konkrétne riešenia je cieľom **svetelnotechnických auditov** a súčasťou **energetických auditov**. Úloha špecialistov zaoberajúcich sa svetelnou technikou je jasná – splniť klientovu požiadavku, navrhnúť opatrenia na zabezpečenie optimálneho osvetlenia pri dodržaní svetelnotechnických noriem a znížiť náklady na elektrinu a údržbu.

Zníženie spotreby elektriny je možné dosiahnuť nielen inštaláciou **kvalitnejších svietidiel a hospodárnejších svetelných zdrojov**. V priestoroch s možným využitím prirodzeného osvetlenia sa stále intenzívnejšie uplatňuje aj **inteligentná regulácia osvetlenia**. Pričom výsledky realizovaných projektov a poznatky zo svetelnotechnických auditov dokazujú, že výhodnejšie ako čiastkové riešenia s výmenou zopár svetelných zdrojov je vložiť prostriedky **do podstatnej obnovy osvetľovacej sústavy**. Investícia do systémovej zmeny (svietidlá – zdroje – riadenie osvetlenia) má často veľmi dobrú návratnosť.

Aktuálna európska technická norma o osvetľovaní pracovných priestorov v interiéroch **STN EN 12464-1**, platná od marca 2012, podporuje komplexné riešenia. Pri návrhu osvetľovacej sústavy pracoviska by malo byť prioritou vytvoriť optimálne podmienky pre zrakový výkon v konkrétnom pracovnom prostredí tak, aby bola maximálne zabezpečená zraková pohoda. Vzhľadom na nové možnosti svetelnej techniky norma síce niektoré požiadavky sprísnila, zároveň však platí, že predpísané hodnoty sa nevzťahujú na celý vnútorný priestor. Požadovaná intenzita osvetlenia, maximálne prípustné oslnenie či optimálne podanie farieb svetelnými zdrojmi musia byť dodržané pri jednotlivých druhoch pracovných prostredí špeciálne v miestach zrakovej úlohy a v jej bezprostrednom okolí.

Čo vplyva na správne osvetlenie?



Dôležité predpisy

● **Podľa zákona č. 476/2008 Z. z.** o efektívnosti pri používaní energie je nutné v priemyselných prevádzkach s vyššou spotrebou energie vykonávať opakované energetické audity zamerané na zistenie možností úspor aj v osvetlení.

● **Zákon č. 555/2005 Z. z.** o energetickej hospodárnosti budov a príslušná vyhláška určujú postupy pri hodnotení energetickej náročnosti prevádzky nevýrobných budov, vrátane osvetlenia.

● **Podľa § 36 zákona č. 355/2007 Z. z.** o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia je zamestnávateľ povinný zabezpečiť dostatočné osvetlenie pracovných priestorov.

● **V nariadení vlády č. 391/2006** o minimálnych bezpečnostných a zdravotných požiadavkách na pracovisko sa uvádza, že pracoviská sa musia v čo najväčšej miere osvetliť denným svetlom.

● **Vyhláška č. 541/2007 Z. z.** o podrobnostiach a požiadavkách na osvetlenie pri práci stanovuje podmienky pre denné, umelé a združené osvetlenie a pre pracovisko bez denného osvetlenia.

● **Norma STN EN 12464-1** definuje požiadavky na osvetlenie vnútorných pracovných priestorov.

● **V norme STN EN 12464-2** sú uvedené požiadavky na osvetlenie vonkajších pracovísk.

Stupnica intenzity osvetlenia v mieste zrakovej úlohy

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

Predpísaná osvetlenosť bezprostredného okolia

– v okruhu so šírkou minimálne 0,5 m okolo miesta zrakovej úlohy v zrakovom poli

Osvetlenosť (E) úlohy	Osvetlenosť (E) bezprostredného okolia
(lx)	(lx)
≥ 750	500
500	300
300	200
200	150
≤ 150	E úlohy

Predpísaná osvetlenosť okolia zrakovej úlohy

– do 3 metrov od bezprostredného okolia zrakovej úlohy má byť zabezpečená minimálne 1/3 osvetlenosti bezprostredného okolia zrakovej úlohy

Prevádzka s potrebou zvýšenej intenzity osvetlenia.

Základné vzorce

$$\text{Svietivosť } I \text{ (cd)} = \frac{\text{Svetelný tok } \Phi \text{ (lm)}}{\text{Priestorový uhol } \Omega \text{ (sr)}}$$

$$\text{Osvetlenosť } E \text{ (lx)} = \frac{\text{Dopadajúci svetelný tok } \Phi \text{ (lm)}}{\text{Osvetlená plocha } A \text{ (m}^2\text{)}}$$

Intenzita osvetlenia

Osvetlenosť alebo intenzita osvetlenia (E) je kvalitatívnou fyzikálnou veličinou, ktorá popisuje dosiahnutú úroveň osvetlenia. Je to podiel intenzity svetelného toku a osvetlenej plochy bez ohľadu na odrazivosť tejto plochy. Udáva sa v luxoch (lx). Plocha má osvetlenosť 1 lux, ak pri veľkosti 1 m² na ňu rovnomerne dopadá svetelný tok veľkosti 1 lm. Osvetlenosť klesá s kvadratickou závislosťou od vzdialenosti svetelného zdroja.

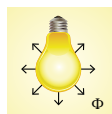
Osvetlenosť má vplyv na to, ako rýchlo, bezpečne a pohodlne vnímame a vykonávame potrebnú zrakovú úlohu. Priemerná hodnota osvetlenosti na pracovisku v mieste zrakovej úlohy nesmie klesnúť pod normou stanovené hodnoty uvedené v tabuľkách na str. 10 a 11 bez ohľadu na stav osvetľovacej sústavy.

Ak sa svetelné podmienky v mieste zrakovej úlohy líšia od bežných predpokladov, hodnota intenzity osvetlenia sa môže upraviť najviac o 1 stupeň na stupnici intenzity osvetlenia. V normálnych svetelných podmienkach sa vyžaduje 20 lx na rozpoznanie črt ľudskej tváre. Táto hodnota bola prijatá ako najnižšia na stupnici intenzity osvetlenia. V priestoroch s trvalým pobytom osôb nesmie byť udržiavaná intenzita osvetlenia menšia ako 200 lx.



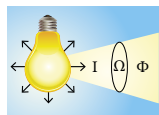
Základné jednotky

Svetelný tok Φ (lumen - lm)



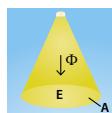
Vyjadruje množstvo svetla, ktoré vyžiari svetelný zdroj do všetkých smerov za 1 sekundu. Pre konkrétny typ svetelného zdroja je tento údaj uvedený v katalógu alebo na obale.

Svietivosť I (kandela – cd)



Predstavuje veľkosť svetelného toku vyžiareného v smere orientovaného priestorového uhla Ω . Charakterizuje zdroje svetla, predovšetkým však svietidlá. Diagramy svietivosti v jednotlivých smeroch sa nazývajú krivky svietivosti. Využívajú sa vo svetelnotechnických výpočtoch pri návrhu osvetlenia.

Osvetlenosť E (lux – lx)



Osvetlenosť alebo intenzita osvetlenia udáva pomer dopadajúceho svetelného toku na osvetlenú plochu. Intenzita osvetlenia 1 lx znamená, že svetelný tok 1 lm dopadá rovnomerne na plochu 1 m².

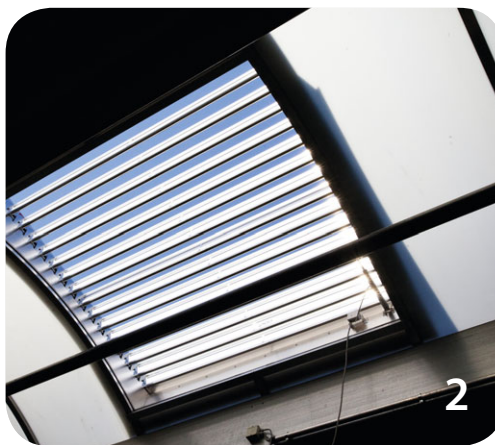
Obmedzenie oslnenia

Oslnenie je nepriaznivý stav zrakového vnímania. Vzniká vtedy, keď je sieťnica alebo jej časť vystavená vyššiemu jas, ako je ten, na ktorý je adaptovaná. Oko sa adaptuje na určitý priemerný jas zorného poľa, ktorý ovplyvňuje všetky funkcie oka, teda aj pracovný výkon, kvalitu práce, či únavu. Pri oslnení dochádza k prerušeniu príjmu obrazových informácií prostredníctvom zraku. Tým je výrazne negatívne ovplyvnená činnosť zrakového systému.

Oslnenie v interiéri nesmie prekročiť hodnoty stanovené pre danú kategóriu priestoru alebo vykonávanej činnosti normou STN EN 12464-1. Maximálne hodnoty oslnenia, označované ako UGR_L , sú uvedené v tabuľke na str. 10.

Oslnenie spôsobené odrazmi od zrkadlových povrchov sa nazýva závojevý odraz alebo závojevové oslnenie. Tento typ oslnenia možno minimalizovať nasledujúcimi spôsobmi:

- rozmiestnením svetidiel a pracovných miest,
- povrchovou úpravou – vhodnejšie sú matné povrchy predmetov a svetlé farby interiéru, ktoré zabezpečia zvýšenie jas pozadia,
- použitím svetidiel s malým jasom a vhodným rozložením svetelného toku,
- obmedzením jas z okien a svetlíkov.



Vo vnútorných pracoviskách býva oslnenie spôsobené najčastejšie priamym slnečným svetlom prenikajúcim cez okná alebo svetlíky a taktiež svetidlami s veľkým jasom. Takéto nepriaznivé vnemy môžeme eliminovať clonením svetelného zdroja. Pri oknách a svetlíkoch je potrebné zabezpečiť dodatočné clonenie, respektíve použiť tónované sklá, žalúzie, záclony alebo markízy. Minimálne uhly clonenia stanovuje norma STN EN 12464-1.

Na pracoviskách situovaných v exteriéri je potrebné kontrolovať rušivé svetlo, takzvané svetelné znečistenie. Takéto svetlo negatívne pôsobí na zrakovú pohodu.

Smer svetla a tienenie

Na dosiahnutie požadovanej zrakovéj pohody musia byť predmety, ľudia a prvky v mieste zrakovéj úlohy osvetlené tak, aby sa ich štruktúra a tvar javili jasne a presne. Optimálne podmienky sú vtedy, ak svetlo prichádza prevažne z jedného smeru a tieň, ktoré vrhajú predmety, sa vytvárajú bez skreslenia. Pri väčšine zrakových úloh by malo osvetlenie prichádzať zozadu, zhora, mierne sprava. Zatiaľ čo príliš smerované svetlo vytvára ostré tieň, priveľmi difúzne (rozptýlené) osvetlenie spôsobuje fádnosť prostredia, narúša zrakovú pohodu a vedie k predčasnej únave. Vyváženosť medzi difúznym a smerovým svetlom sa nazýva modelácia. Patrí medzi jedno z kritérií kvality osvetlenia vo vnútorných priestoroch.

Farba svetla

Pre dosiahnutie vhodného zrakového výkonu je farba svetla a farebnosť povrchov nesmierne dôležitá. Vzťah farby svetla vychádzajúceho zo svetelného zdroja k zdanlivej farbe vyžarovaného svetla sa vyjadruje tzv. teplotou chromatickosti, ktorá sa udáva v kelvinoch (K). Aby sa zabezpečila zraková pohoda, majú byť na osvetlenie pracoviska použité svetelné zdroje s rovnakou farbou svetla. Výber je nutne prispôbiť prostrediu. Cieľom by malo byť, aby sa svetlo javilo čo najprirodzenejšie.

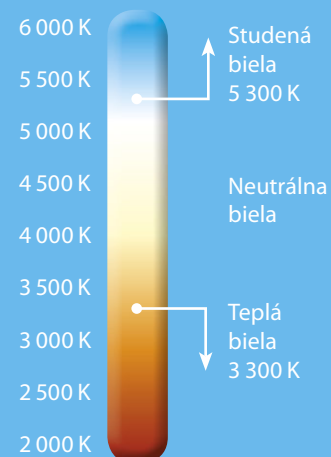
Minimálne uhly clonenia

Jas svetelného zdroja ($kcd.m^{-2}$)	Minimálny uhol clonenia
$20 < 50$	15°
$50 < 500$	20°
≥ 500	30°

1. Pri nesprávne zvolenom povrchu odrazu svetla pracovisko nevhodne osľujú.

2. Oblúkový strešný svetlák s možnosťou clonenia pred nepriaznivým oslnením pracoviska.

Farba svetla



Orientačné hodnoty indexov podania farieb

Ra 100 - klasická/halogénová žiarovka (3 200 K)

Ra 96 - halogenidová výbojka studená biela (5 400 K)

Ra 85 - halogenidová výbojka neutrálna biela (4 200 K)

Ra 76 - halofosfátová žiarivka studená biela (6 430 K)

Ra 64 - halofosfátová žiarivka neutrálna biela (4 230 K)

Ra 51 - halofosfátová žiarivka teplá biela (2 940 K)

Ra 24 - vysokotlaková sodíková výbojka - MIG, SON (2 100 K)

Ra 5 - nízkotlaková sodíková výbojka - LPS, SOX (1 800 K)

Význam bezpečnostných farieb

Červená: zákaz, núdzové vypnutie, protipožiarna ochrana

Oranžová: bezprostredné nebezpečenstvo

Žltá: výstraha, prekážky, akou je napríklad začiatok schodiska

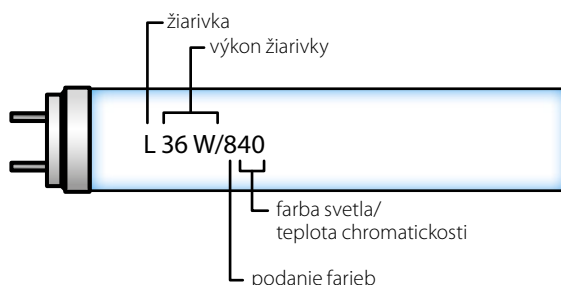
Zelená: bezpečie, voľný priechod, bezpečnostné zariadenia

Modrá: informácie, orientácia, príkaz

Informácie zobrazované bezpečnostnými farbami majú byť vždy rozlíšiteľné, preto musia mať svietidlá minimálny index podania farieb 20.

Podanie farieb

Pre objektívne posúdenie vlastností svetelných zdrojov z hľadiska prirodzeného podania farieb sa používa index podania farieb Ra (CRI - color rendering index). Index podania farieb udáva mieru zhodnosti skutočnej farby povrchu predmetov s farbou pri osvetlení rôznymi zdrojmi svetla. Najvyšší index Ra na úrovni 100 má slnečné žiarenie. Index vyjadruje percentuálny podiel vlnových dĺžok slnečného svetla v umelom osvetlení. Napríklad ako červený vnímame predmet preto, že sa od neho odráža vlnová dĺžka tejto farby. Ak by táto vlnová dĺžka chýbala v svetelnom žiarení, nevideli by sme ju a vnímali by sme ju ako šedú. Parameter indexu podania farieb je menší pri svetelných zdrojoch s menšou kvalitou podania farieb.



Ako čítať typové označenie?

Pri žiarivkách (lineárnych, kompaktných) je hodnota indexu podania farieb súčasťou typového označenia. V typovom označení prvá číslica za lomítkom určuje veľkosť indexu v desiatkach percent.

L36 W/840 je lineárna žiarivka s výkonom 36 W, indexom podania farieb Ra 80 a farbou svetla 4 000 K (neutrálna biela).

Zdroje svetla musia mať index podania farieb minimálne 20, aby bolo možné rozoznať informácie zobrazené bezpečnostnými farbami.

Svetelné zdroje s indexom podania farieb menším ako 80 sa nemajú používať v miestnostiach, v ktorých ľudia pracujú alebo sa tam zdržujú dlhší čas. Výnimočne sa môžu použiť napríklad pri osvetlení vysokých hál. Vyhovujúcim svetlom je potrebné zaistiť osvetlenie tam, kde sa nachádzajú pracovné miesta s trvalým pobytom pracovníkov. Normami stanovené minimálne hodnoty indexu podania farieb pre jednotlivé typy priestorov sú uvedené v tabuľke na str. 10 a 11.



Rozloženie a distribúcia jasů

Rozloženie jasů v zornom poli má vplyv na úroveň adaptácie zraku, ktorý ovplyvňuje viditeľnosť pracovnej úlohy. Dobré rozloženie jasů umožňuje zrakovú ostrosť a zabezpečuje lepšiu rozlišovaciu schopnosť vnemu aj pri malých rozdieloch v jase. Zvyšuje sa aj celková efektívnosť funkcií zraku.

Pre správne rozloženie jasů je potrebné vylúčiť:

- príliš vysoký jas z dôvodu možného oslnenia,
- príliš vysoké jasové kontrasty, ktoré vyžadujú nepretržitú adaptáciu očí a zapríčiňujú únavu,
- príliš nízky jas a jasové kontrasty, ktoré vytvárajú jednotvárne a nestimulujúce prostredie.



V pracovnom prostredí, kde sa vykonáva zraková úloha, je dôležitý jas povrchov, ktoré sa tam nachádzajú. Určuje sa na základe odrazivosti a osvetlenosti povrchov.

	Časť miestnosti	Odporúčaný činiteľ odrazu povrchov
	Strop	0,7 až 0,9
	Steny	0,5 až 0,8
	Podlaha	0,2 až 0,4
	Veľké predmety (nábytok, stroje)	0,2 až 0,7

Odrazy od obrazoviek

V priestoroch s displejmi a obrazovkami treba mať už pri projektovaní osvetľovacej sústavy pracoviska na zreteli možné nežiaduce odrazy, ktoré vytvárajú zobrazovacie zariadenia. Preto je nutné výber a usporiadanie svietidiel realizovať tak, aby sa zamedzilo odrazom s vysokým jasom. V norme STN EN 12464-1 sú v závislosti od kvality monitorov uvádzané maximálne hodnoty priemerného jasů osvetlenia v uhloch 65° a viac od vertikálnej osi monitorov.

Pri **obrazovkách s vysokým jasom (> 200 cd.m⁻²)** nesmú pri bežných požiadavkách na farbu a detaily znázornenej informácie hodnoty priemerného jasů osvetlenia, ktorý sa môže odraziť od plochých obrazoviek, prekročiť 3 000 cd.m⁻². V prípade vyšších požiadaviek na farbu a detaily znázornenej informácie je maximálna hodnota 1 500 cd.m⁻².

V prípade **obrazoviek so stredným jasom (≤ 200 cd.m⁻²)** nesmú pri bežných požiadavkách na farbu a detaily znázornenej informácie hodnoty priemerného jasů osvetlenia, ktorý sa môže odraziť od plochých obrazoviek, prekročiť 1 500 cd.m⁻². V prípade vyšších požiadaviek na farbu a detaily znázornenej informácie ide o hodnotu 1 000 cd.m⁻².

Ak sa uvažuje s použitím **obrazovky s vysokým jasom pri jasoch menej ako 200 cd.m⁻²**, uplatňujú sa požiadavky stanovené pre obrazovky so stredným jasom.

Jas L (cd/m²)

Jas je jediná svetelnotechnická veličina, ktorú je schopné vnímať ľudské oko. Udáva, aké množstvo svetelného toku sa zo svietiaceho alebo osvetľovaného telesa šíri v danom smere.

$$\text{Jas } L \left(\frac{\text{cd}}{\text{m}^2} \right) = \frac{\text{Svietivosť } I \text{ (cd)}}{\text{Pozorovaná svietiacia plocha (m}^2\text{)}}$$

1. Príliš vysoké jasové kontrasty môžu zrak pri práci zbytočne unavovať.

2. Podlahy s vysokou odrazivosťou môžu mať nepriaznivý vplyv na rozloženie jasů.

Činiteľ odrazu povrchov

Pre zvýšenie adaptačných úrovní a zrakovej pohody užívateľov je vhodnejšie, ak sú povrchy v miestnostiach svetlé.

Farba stien	Odrazivosť
● Biela	0,75 – 0,89
● Žltá	0,44 – 0,78
● Hnedá	0,12 – 0,45
● Sivá	0,15 – 0,67
● Čierna	0,02 – 0,04

Vnútorné priestory

Pri výbere osvetľovacej sústavy je prvoradé dosiahnuť požadované predpísané hodnoty osvetlenia priestoru podľa charakteru vykonávanej činnosti v súlade s **STN EN 12464-1** pre vnútorné pracoviská. Tabuľka obsahuje iba stručný výber z takmer 300 priestorov uvedených v predmetnej norme.

Legenda

E_m – udržiavaná osvetlenosť na porovnávacej rovine pre vnútorný priestor, úlohu alebo činnosť uvedené v tabuľke
 UGR_L – hraničné hodnoty rušivého oslnenia
 U_o – minimálna rovnomernosť osvetlenia na porovnávacej rovine pre udržiavanú osvetlenosť
 R_a – minimálny index podania farieb

Požiadavky na osvetlenie vybraných vnútorných priestorov

Typ miestnosti, úlohy alebo činnosti	E_m (lx)	UGR_L -	U_o -	R_a -
Pekárne				
Príprava a pečenie	50	28	0,40	20
Chemický, plastikársky a gumárenský priemysel				
Výroba pneumatík	500	22	0,60	80
Rezanie, konečná povrchová úprava, kontrola	750	19	0,70	80
Elektrotechnický priemysel				
Výroba káblov a drôtov	300	25	0,60	80
Montážne práce - hrubé (napr. veľké transformátory)	300	25	0,60	80
Montážne práce - stredné (napr. rozvádzače)	500	22	0,60	80
Montážne práce - jemné (napr. telefóny, rádiá, výrobky IT)	750	19	0,70	80
Montážne práce - veľmi jemné (napr. meracie prístroje)	1 000	16	0,70	80
Zlievarne a liatie kovov				
Odlievareň	200	25	0,40	80
Ručné formovanie	300	25	0,60	80
Modeláreň	500	22	0,60	80
Výroba a spracovanie kovov				
Zváranie	300	25	0,60	80
Galvanizovanie	300	25	0,60	80
Elektrárne				
Kotolne	100	28	0,40	40
Strojovne	200	25	0,40	80
Dozorne	500	16	0,70	80
Výroba a spracovanie textilu				
Snovanie, tkanie, opletie, pletenie	500	22	0,60	80
Sušiareň	100	28	0,40	60
Kontrola farieb, kontrola tkaniny	1 000	16	0,70	80
Výroba automobilov				
Výroba karosérií a montáž	500	22	0,60	80
Lakovanie, opravy laku	1 000	19	0,70	90
Výstupná kontrola	1 000	19	0,70	80
Administratívne priestory				
Písanie, písanie na stroji, čítanie, spracovanie údajov	500	19	0,60	80
Technické kreslenie	750	16	0,70	80
Komunikačné zóny v budovách				
Komunikačné priestory a chodby	100	28	0,40	40
Schody, eskalátory, pohyblivé chodníky	150	25	0,40	40

Vonkajšie priestory

Prehľad požiadaviek na osvetlenie vybraných vonkajších priestorov, zrakových úloh a činností podľa **STN EN 12464-2**.

Požiadavky na osvetlenie vybraných vonkajších priestorov

Druh priestoru, úlohy alebo činnosti	E_m (lx)	GR_L -	U_o -	R_a -
Všeobecné komunikačné plochy				
Chodníky vyhradené pre chodcov	5	50	0,25	20
Komunikačné plochy pre pomaly sa pohybujúce vozidlá	10	50	0,40	20
Pravidelná premávka vozidiel (max. 40 km/h)	20	45	0,40	20
Pasáže pre chodcov, miesta otáčania, nakládky a vykládky vozidiel	50	50	0,40	20
Staveniská				
Asanácie, výkopy a nakladanie	20	55	0,25	20
Montáž prvkov nosnej konštrukcie	100	45	0,40	40
Spájanie prvkov, náročná montáž	200	45	0,50	40
Poľnohospodárske farmy				
Hospodársky dvor	20	55	0,10	20
Ohrady na triedenie zvierat	50	50	0,20	40
Parkoviská				
Slabá premávka	5	55	0,25	20
Stredná premávka	10	50	0,25	20
Silná premávka	20	50	0,25	20
Priemyselné zariadenia a skladové priestory				
Krátkodobá manipulácia s veľkými dielmi a so surovinami	20	55	0,25	20
Nepretržitá manipulácia s veľkými dielmi a so surovinami	50	50	0,40	20
Čítanie adries, kryté nakladacie plošiny, práca s náradím	100	45	0,50	20
Náročné inštalácie	200	45	0,50	60
Elektrárne, plynárne a teplárne				
Pohyb chodcov v elektricky nebezpečných priestoroch	5	50	0,25	20
Celková kontrola	50	50	0,40	20
Všeobecná servisná činnosť	100	45	0,40	40
Oprava elektrických zariadení	200	45	0,50	60
Železnice a električky				
Otvorené nástupištia, vidiecke a lokálne vlaky	15	50	0,25	20
Údržba vlakov a rušňov	20	50	0,40	40
Kryté nástupištia, medzimestská doprava	100	45	0,50	40
Pily				
Manipulácia s drevom na zemi	20	55	0,25	20
Triedenie a balenie	200	45	0,50	40
Podávanie do odkôrovacích a štiepkovacích strojov	300	45	0,50	40

Legenda

E_m – udržiavaná osvetlenosť na porovnávacej rovine pre priestor, úlohu alebo činnosť uvedené v tabuľke
 GR_L – hraničné hodnoty rušivého oslnenia
 U_o – minimálna rovnomernosť osvetlenia na porovnávacej rovine
 R_a – minimálny index podania farieb

Svetelné zdroje

Kritériá výberu

-  merný výkon (lm/W)
-  životnosť (h)
-  index podania farieb (R_a)
-  teplota chromatickosti (K)

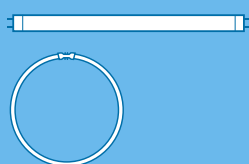
Klasické žiarovky



Halogénové žiarovky



Lineárne a kruhové žiarivky



Z hľadiska fyzikálnych princípov rozoznávame tri základné elektrické svetelné zdroje: **teplotné** (žiarovky), **výbojové** (žiarivky a výbojky) a **elektroluminiscenčné** (známe ako LED).

Teplotné svetelné zdroje

Žiarovky

Klasické žiarovky sú najznámejšie a najrozšírenejšie, ale zároveň energeticky najmenej hospodárne. Na svetlo premieňajú iba 3 % až 8 % vstupujúcej energie. Zvyšok sa premení na teplo. Aj preto ich výrobu Európska únia postupne zastavila. Vyradovanie začalo najskôr 100 W žiarovkami v roku 2009. Žiarovky s najnižším výkonom dostali stop v septembri 2012. Žiarovky sa využívali predovšetkým v kancelárskych priestoroch a v domácnostiach.

Výhody:

- + nízka cena
- + dobré podanie farieb
- + menšia záťaž životného prostredia

Nevýhody:

- nízka hospodárnosť
- krátka životnosť
- ukončená výroba

	10 lm/W
	1 000 h
	$R_a = 100$
	2 700 – 3 000 K

Halogénové žiarovky sa vyznačujú o 15 % vyšším svetelným tokom, ako majú klasické žiarovky. Ich životnosť je podstatne dlhšia a nezávisí od počtu spínacích cyklov ako pri kompaktných žiarovkách. S klasickými žiarovkami majú spoločné rovnako dobré podanie farieb, sú však niekoľkonásobne drahšie. Teploty halogénových žiaroviek sú vysoké, preto by nemali byť umiestnené v blízkosti horľavých látok. Využívajú sa v domácnostiach, pri scénickom osvetlení, v automobiloch a pri osvetlení letiskových dráh.

Výhody:

- + o 15 % vyšší merný výkon oproti žiarovkám
- + vyššia životnosť
- + dobré podanie farieb

Nevýhody:

- potreba odolnejšieho skla
- vyššia cena
- pri dotyku sa poškodia

	16 – 20 lm/W
	2 000 – 4 000 h
	$R_a = 100$
	3 000 K

Vákuové žiarovky slúžia na špeciálne účely. Ich sklenená banka musí byť odolná. Využívajú sa napríklad na osvetlenie priemyselných pecí a rúr na pečenie.

Výbojové svetelné zdroje

Vďaka vhodnému pomeru ceny a výkonu patria medzi veľmi rozšírené svetelné zdroje. Sú omnoho hospodárnejšie ako žiarovky. Na svetlo premienia 25 % a viac vstupujúcej energie. Na rozdiel od žiaroviek vyžarujú oveľa menej tepla. Označujú sa preto ako studené zdroje svetla. Podľa tlaku plnacej látky rozlišujeme nízkotlakové a vysokotlakové výbojky.

Nízkotlakové výbojové zdroje

Nízkotlakové ortuťové výbojky (žiarivky) patria v súčasnosti medzi najpoužívanejšie. Výboj vznikajúci v parách ortuti je po zapálení predradníkom zdrojom ultrafialového žiarenia. To sa vo vrstve luminoforu, ktorým je trubica pokrytá, premení na viditeľné svetlo. Luminofovy môžu byť širokopásmové alebo úzkopásmové. V závislosti od použitého luminoforu je možné dosiahnuť rôzne spektrálne zloženie vyžarovaného svetla a účinnosti. Zloženie ovplyvňuje taktiež index podania farieb.

Nie je vhodné používať ich na vonkajšie osvetlenie, pretože pri nízkej teplote pod + 7 °C sa nespoľahlivo zapalujú a výrazne klesá ich svetelný tok. Počas prevádzky sa merný výkon žiariviek postupne znižuje. Preto sa v katalógoch udávajú hodnoty merného výkonu nových žiariviek po zahorení - 100 h svietenia. Životnosť podstatne závisí aj od počtu zapnutí žiarivky.

Ich prednosťou je vysoká svetelná účinnosť, malá spotreba elektriny a dlhá životnosť. Vydávajú svetlo podobné žiarovke, ktoré umožňuje kvalitné podanie farieb. Vyrábajú sa ako lineárne žiarivky s dvojbodovým uchytením do špeciálnych objímok a ako kompaktné žiarivky, ktoré nahrádzajú klasické žiarovky.

Pri **lineárnych žiarivkách** sa oplatí siahnuť po tých efektívnejších a dôležité je tiež správny výber svietidla.

Na mnohých pracoviskách sa stále používajú lineárne žiarivky v starších typoch svietidiel s elektromagnetickými predradníkmi, pri ktorých dochádza v závislosti od frekvencie napájacieho napätia k pulzácii svetelného toku, čo spôsobuje stroboskopický jav. Ten môže byť veľmi nebezpečný na pracoviskách s točivými strojmi. V moderných svietidlách k tomuto javu nedochádza vďaka elektronickým predradníkom. Žiarivky v takýchto svietidlách majú vyššiu životnosť a vyšší merný výkon, pretože sú napájané napätím s vyššou frekvenciou, čím sa odstráni stroboskopický efekt, zmenšili sa rozmery predradníkov a výrazne znížila ich vlastná spotreba.

V súčasnosti sa menej efektívne lineárne žiarivky typu T8, ktoré majú merný svetelný výkon nižší ako 65 lm/W, nahrádzajú modernejšími žiarivkami typu T5 s trojpásmovým luminoforom a merným svetelným výkonom nad 90 lm/W. Lineárne žiarivky nachádzajú uplatnenie najmä vo výrobných a kancelárskych priestoroch.

Kompaktné žiarivky sú typické pre domácnosti. V priemysle sa používajú pri osvetlení menších priestorov. Špeciálne druhy sú vhodné aj na osvetlenie pri nízkych vonkajších teplotách, v mäsiarňach, soláriách alebo na osvetlenie rastlín a akvárií.

Výhody:

- + vysoká hospodárnosť
- + dlhá životnosť
- + kvalitné podanie farieb

Nevýhody:

- teplotná závislosť svetelného toku
- vyšší obsah ortuti
- väčšie rozmery



80 – 100 lm/W



12 000 h



$R_a = 85$



2 700 – 6 000 K

V **nízkotlakových sodíkových výbojkách** svetlo vzniká v parách sodíka. Je monochromatické so žltoranžovou farbou s vlnovou dĺžkou 589,0 nm a 589,6 nm. Patria medzi najúčinnnejšie svetelné zdroje. Ich využitie v priemysle je veľmi obmedzené. Inštalovať ich možno len tam, kde nie je nutné vôbec rozoznávať farby.

Výhody:

- + vysoká účinnosť

Nevýhody:

- nemožnosť rozoznať farby



110 – 150 lm/W



8 000 – 15 000 h



$R_a = 0$



2 000 K

Vysokotlakové výbojové zdroje

Vysokotlakové ortuťové výbojky sú svetelné zdroje, v ktorých hlavná časť svetla vzniká v ortuťovom výboji pri parciálnom tlaku prevyšujúcom 100 kPa. Táto definícia sa vzťahuje na výbojky s čírou vonkajšou bankou a s bankou pokrytou luminoforom, v ktorých časť svetla vzniká vo výboji a časť vo vrstve luminoforu vybudenom UV žiarením výboja.

V minulosti sa využívali na osvetľovanie vnútorných priestorov a vonkajších priestranstiev. Dnes sú nevhodným a zastaralým svetelným zdrojom. Z hľadiska efektívnosti a podania farieb nevedia konkurovať halogenidovým výbojkám.

Výhody:

- + nízka cena
- + spoľahlivo pracujú pri teplote od -20 °C

Nevýhody:

- nízky index podania farieb
- nízky merný výkon
- výrazný pokles svetelného toku



50 – 60 lm/W



8 000 – 15 000 h



$R_a = 50 - 60$



4 100 K

Vysokotlakové sodíkové výbojky možno rozpoznať podľa žltoranžovej farby svetla. Vďaka vysokému mernému výkonu sú vhodné na použitie pri osvetľovaní komunikácií, verejných priestorov a v oblastiach s častým výskytom hmly. Ich nevýhodou je nízky index podania farieb. Preto sú vhodné iba tam, kde je veľká viditeľnosť dôležitejšia ako presnejšie rozlíšenie.

Výhody:

- + vysoký merný výkon
- + dlhá životnosť
- + cenová dostupnosť

Nevýhody:

- nízky index podania farieb



90 – 140 lm/W



16 000 – 25 000 h



$R_a = 20 - 40$



2 000 – 2 200 K

Vysokotlakové halogenidové výbojky sa dnes vyrábajú v mnohých modifikáciách. Výboj vzniká v parách ortuti a halogenidov kovov. Vyžarované svetlo je biele, blízke prirodzenému. Majú oveľa lepšie podanie farieb ako ostatné výbojky. Vznikli inováciou vysokotlakových ortuťových výbojok. Možno ich vyrobiť s ľubovoľnou farbou svetla (denné, biele, teplébiele).

Používajú sa všade tam, kde sa požadujú vysoké intenzity osvetlenia a dobré podanie farieb. Napríklad v systémoch verejného osvetlenia, v priemyselných budovách, na športoviskách a v nákupných centrách.

Výhody:

- + vysoké podanie farieb
- + vysoký merný výkon
- + dostupná cena

Nevýhody:

- vyššia teplota
- obmedzené možnosti stmievania
- prítomnosť ortuti



80 – 130 lm/W



16 000 – 25 000 h



$R_a = 60 - 90$



2 500 – 6 000 K

Xenónové výbojky sú špeciálne typy výbojok, v ktorých svetlo vzniká výbojom medzi volfrámovými elektródami v banke naplnenej ionizovaným plynom xenónom. Často sú inštalované v stretávacích svetlách automobilov.



80 – 90 lm/W



2 500 h

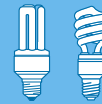


$R_a = 60 - 70$

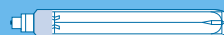


4 100 – 6 000 K

Kompaktné žiarivky



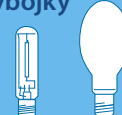
Nízkotlakové sodíkové výbojky



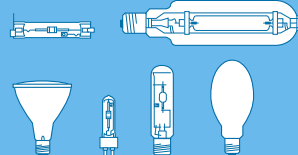
Vysokotlakové ortuťové výbojky



Vysokotlakové sodíkové výbojky



Vysokotlakové halogenidové výbojky



Xenónové výbojky



LED



Elektroluminiscenčné zdroje

LED

Ďalšou alternatívou sú svetelné zdroje využívajúce **LED** technológiu, ktoré postupne nahrádzajú aj úsporné žiarivky a žiarovky. Zdrojom svetla je dióda emitujúca svetlo (LED = Light-Emitting Diode).

V svetidlách je väčšinou umiestnený súbor diód. V prípade konštrukčného vyhotovenia v tvare žiarovky sa môžu používať namiesto klasických žiaroviek. Ich spotreba je rádovo v jednotkách wattov, v závislosti od počtu použitých LED. Životnosť závisí od kvality, pohybuje sa od 4 000 hodín do 100 000 hodín. Sú veľmi citlivé na zvýšené napájacie napätie a vyššiu prevádzkovú teplotu, než na aké sú konštruované. Ich nevýhodou je zatiaľ relatívne vysoká cena. Vývoj v prípade LED technológie je veľmi rýchly. Rastú jednotkové výkony a ich účinnosť premeny elektriny na svetlo. Umožňujú vysokú variabilitu farby svetla, ako aj farebného podania.

Výhody:

- + narastajúci merný výkon
- + dlhá životnosť
- + možnosť stmievania

Nevýhody:

- vysoká cena
- pokles svetelného toku počas životnosti
- rôzna kvalita

	80 – 140 lm/W
	4 000 – 100 000 h
	Ra = 60 – 95
	2 500 – 7 000 K

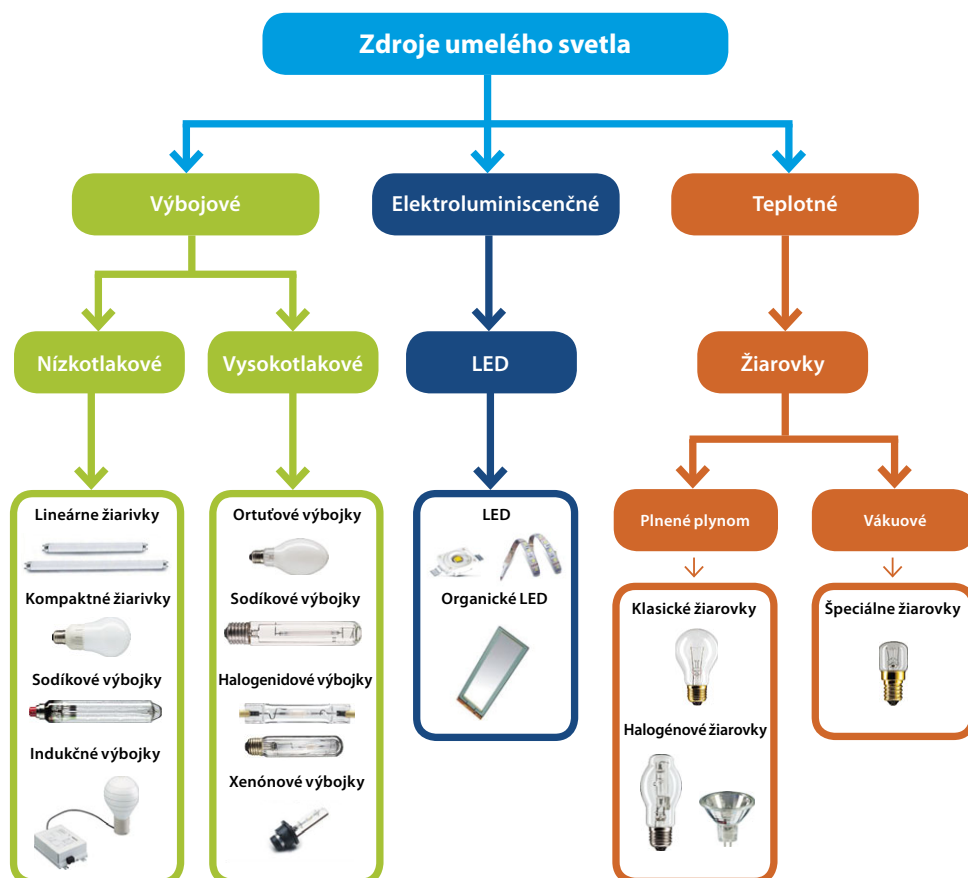
OLED



OLED

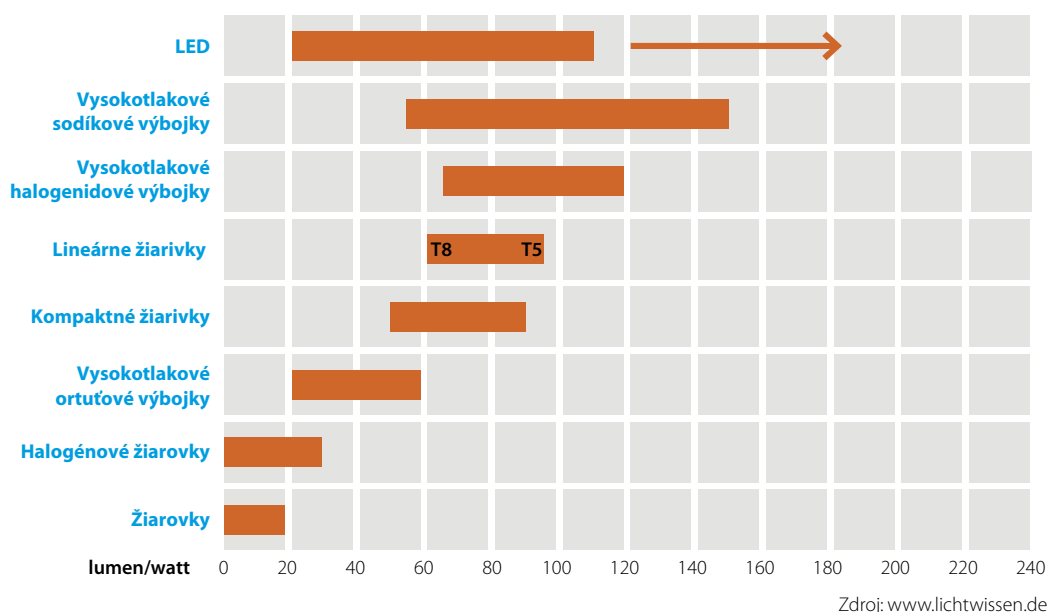
Technológia **OLED** (organické LED) zatiaľ nachádza uplatnenie predovšetkým pri podsvietení displejov. V osvetľovaní sa pri nej dosahujú pomerne malé plošné svetelné výkony a nízke účinnosti cca do 50 lm/W.

Rozdelenie svetelných zdrojov



Ako zefektívniť systémy osvetlenia

Účinnosť najpoužívanějších svetelných zdrojov v priemysle

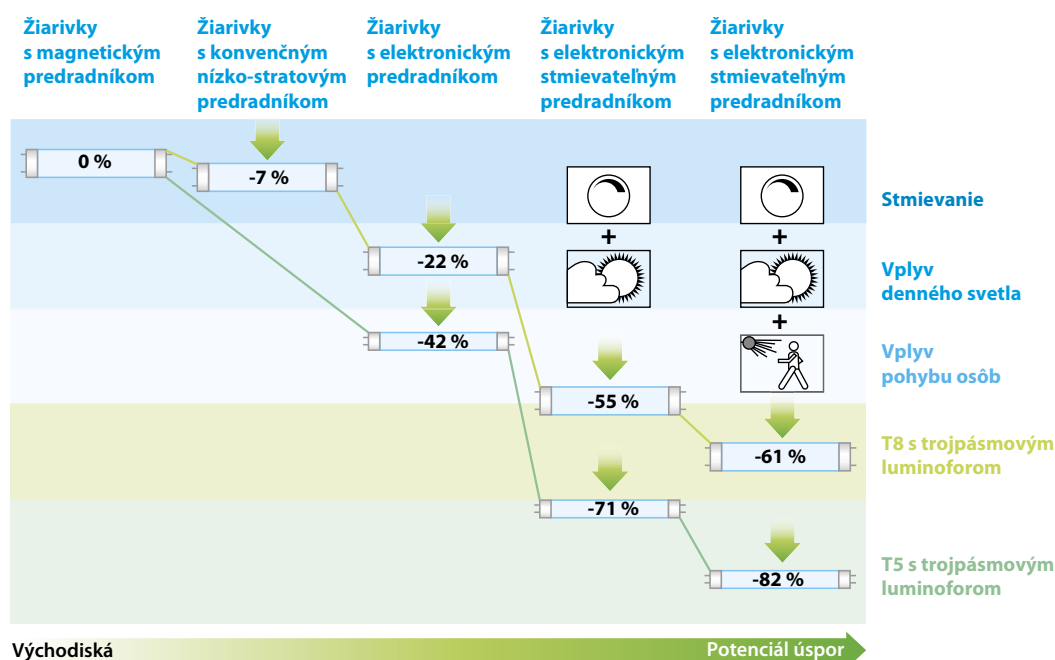


Merný svetelný výkon η (lm/W)

Mieru hospodárnosti, akou je dodávaný elektrický príkon premieňaný na svetlo, vyjadruje merný svetelný výkon (η). Tento údaj je možné zistiť z energetických štítkov svetelných zdrojov.

$$\text{Merný svetelný výkon } \eta \text{ (lm/W)} = \frac{\text{Vyžiarený svetelný tok } \Phi \text{ (lm)}}{\text{Dodávaný elektrický príkon (W)}}$$

Aké úspory možno dosiahnuť pri osvetľovaní pracovných priestorov žiarivkami



Zdroj: www.lichtwissen.de

Úspory vďaka riadeniu osvetlenia

V prevádzkach, kde sa využíva aj denné svetlo, je možné dosiahnuť podstatné úspory inštalovaním radiacných systémov osvetlenia. V minulosti bol trend iba vymeniť žiarivky s magnetickým predradníkom za žiarivky s predradníkom s nižšími stratami. Toto opatrenie však zabezpečuje úspory len do 10 %.

Podstatne zaujímavejšie zníženie prevádzkových nákladov sa dá dosiahnuť inštaláciou nových svetiel s elektromagnetickým predradníkom a so žiarivkami s trojpásmovým luminoforom. Tie umožňujú znížiť spotrebu až do 42 %. Keď sa popritom využijú aj systémy riadenia intenzity osvetlenia v závislosti od denného svetla, úspory môžu dosiahnuť až 71 %. Ak to druh prevádzky dovoľuje, treba využiť aj senzory pohybu. Vtedy je možné ušetriť až 82 % spotreby elektriny oproti pôvodnému stavu. Potenciálne dodatočné úspory sa skrývajú v možnosti vytvoriť osvetľovacie zóny a v optimálnom nastavení a programovaní radiaceho systému. Kvalitné systémy je zvyčajne možné podľa potreby upraviť. Moderné radiace systémy zároveň umožňujú sledovanie informácií o aktuálnej spotrebe elektrickej energie alebo intenzite osvetlenia na pracoviskách. Vďaka nim je tiež možné okamžite identifikovať nefungujúce svietidlá v sústave.

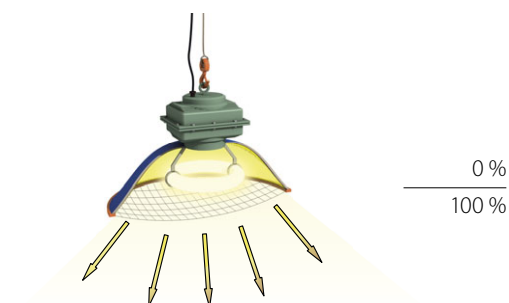
Svietidlá v priemysle

Výhody variability

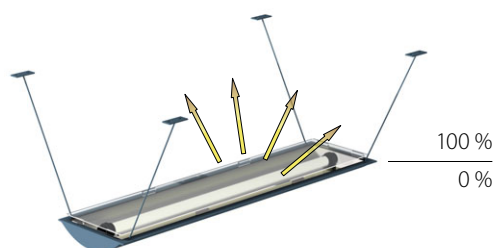
Posúdenie vhodnosti použitia určitého typu svietidiel, respektíve druhu svetelného zdroja je nevyhnutné prenechať odborníkom v danej oblasti. Dobre spracovaná štúdia s variantným riešením môže výrazne pomôcť projektantovi pri návrhu konkrétneho osvetľovacieho systému. Jednou z dôležitých okolností návrhu nového alebo rekonštruovaného systému osvetlenia by mala byť možnosť variability prípadnej zmeny pracovných pozícií. Znamená to, že ak sa navrhne systém s určitou výkonovou rezervou, ktorá sa dá veľmi dobre riadiť, nie je potrebné pri zmene pracovných pozícií inštalovať nové svietidlá aj s ich napájaním. Stačí iba k novovytvoreným pracovným zónam priradiť konkrétne svietidlá a prispôsobiť tomu nastavenie pomocou riadiaceho systému.

V priemysle sa využívajú všetky druhy svietidiel a svetelných zdrojov. Ich príkony sa pohybujú až do 2 000 W, vo výnimočných prípadoch aj viac. Voľba svietidiel závisí od požadovaných parametrov osvetľovaných priestorov, výšky umiestnenia a kvality osvetlenia.

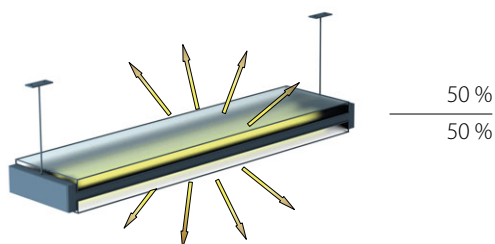
Rozdelenie svietidiel podľa šírenia svetla



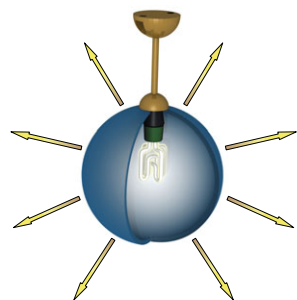
Priame svietidlá – svetlo je smerované na pracovnú plochu. Reflektory na moderných svietidlách sú chránené hermeticky uzatvoreným krytom. Tento druh osvetlenia je najčastejšie využívaný vo výrobných halách s výškou viac ako 6 m. Používajú sa prevažne ako hlavné osvetlenie v týchto priestoroch.



Nepriame svietidlá – takmer všetko svetlo je smerované nahor. Aby bolo dosiahnuté požadované osvetlenie pracovnej plochy, mal by byť strop miestnosti svetlý a čistý. Nepriame svietidlá sa zvyčajne používajú v kanceláriách a vo vstupných priestoroch budov, kde je nutné minimalizovať oslnenie.



Polopriame svietidlá – svetlo je smerované rovnomerne nahor a nadol. Svetlo odrazené od stropu a stien presvetľuje celý priestor, čím potláča prípadné oslnenie. Polopriame osvetlenie je najvhodnejším typom osvetlenia v administratívnych priestoroch.



Zmiešané svietidlá – svetelný tok je rozptyľovaný rovnomerne všetkými smermi. Rovnako je preto osvetlená podlaha, strop aj stena. Tento spôsob osvetlenia vyhovuje tam, kde sa nepožaduje väčšie osvetlenie určitého miesta. V minulosti sa často využívali v kanceláriách. V súčasnosti sú pre pracovné priestory nevhodné kvôli vyššej miere oslnenia. Pri dlhodobej pracovnej činnosti môžu spôsobovať únavu zraku.

Osvetlenie v závislosti od konštrukčnej výšky

Najdôležitejšou zásadou pre dobré celkové osvetlenie priemyselných hál je rovnomerné osvetlenie miesta zrakovej úlohy, ktoré dovoľuje voľné usporiadanie pracovných strojov.

Výška miestnosti do 3,5 m

V súčasnosti dochádza k sústreďovaniu priemyselnej výroby do viacposchodových budov. Pri danej výške miestností sa používa podobné osvetlenie ako v kanceláriách. Prevláda systém svetelných pásov montovaných priamo na strop alebo zapustených do podhľadu.



Svetelné pásy zapustené do podhľadu sa používajú v kanceláriách i v priemyselných prevádzkach s nízkym stropom.

Výška miestnosti do 6 m

Najčastejšie sa vyskytuje v jednoposchodových priemyselných halách. Väčšinou v nich bývajú svetlíky, odkiaľ vniká do priestoru denné svetlo. To býva doplnené umelým osvetlením. Pri danej montážnej výške svietidiel sa používa systém svetelných pásov usporiadaných v radoch súbežne s oknami.



Žiarivkové stropné svietidlá zavesené na pevných konštrukciách v jednoposchodovej hale.

Výška miestnosti nad 6 m

Pri týchto výškach treba mať na zreteli technické vybavenie a zabezpečenie priemyselných hál. Napríklad mostové žeriavy alebo dvíhacie zariadenia závažne obmedzujú možnosti výberu osvetľovacej sústavy. V takýchto prípadoch sa často používajú halové reflektory s vysokotlakovými halogenidovými výbojkami, so sodíkovými výbojkami alebo s vysokovýkonnými žiarivkami T5.



Prevádzka s vysokotlakovými halogenidovými výbojkami upevnenými na lankových závesoch.

Rozhoduje krytie

Odolnosť svietidla voči vniknutiu nečistôt sa vyjadruje stupňom krytia označovaným ako IP XX (Ingress Protection). Prvé číslo v rozsahu 0 až 6 predstavuje stupeň ochrany pred dotykom a vniknutím cudzích predmetov. Druhé číslo v rozsahu 0 až 8 vyjadruje stupeň ochrany pred vniknutím vody. Ak sú použité svietidlá s nižším krytím svetelnotechnickej časti ako IP 50, je ich odolnosť voči znečisteniu výrazne nižšia ako u svietidiel s vysokým stupňom krytia, napríklad IP 65 a IP 66.

- 1. Pri svietidlách s lineárnymi žiarivkami staršej konštrukcie často dochádza k vytečeniu oleja z kondenzátora na kryt, čím sa znečistí, a tým výrazne zníži prestup svetla.
- 2. Výbojkové svietidlá bez krytia so svetelnými zdrojmi s rozličnou teplotou chromatickosti a merným výkonom.

Vysoké krytie svetelnotechnickej časti v moderných výbojkových svietidlách zabezpečuje dostatočnú kvalitu osvetlenia aj po mesiacoch prevádzky a znižuje náklady na údržbu.

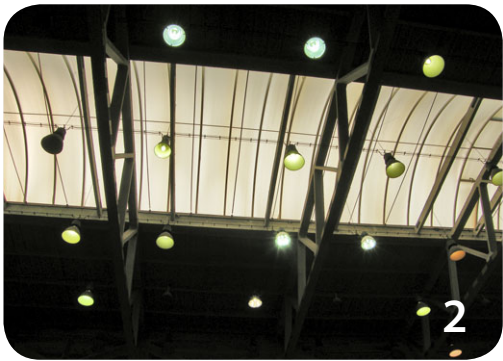
Znečistenie svietidiel a osvetľovaných povrchov

Pri návrhu svietidiel v priemyselnej prevádzke je nutné zohľadniť aj spôsob ich údržby a čistenie. Počas prevádzky dochádza k znečisteniu svetelných zdrojov a svietidiel, ktoré spôsobuje straty účinnosti svetelnej sústavy. Medzi hlavné zdroje znečistenia svietidiel patrí prach, hmyz, aerosóly s prachom zachytávajúcím sa na tienidlách a odrazových plochách a zatekajúca voda.

Negatívny vplyv na zrakovú pohodu v pracovnom priestore a na hospodárnosť celej svetelnej sústavy má aj znečistenie povrchov stien a okenných výplní. Pravidelným čistením alebo natieraním povrchov ho možno výrazne eliminovať.

Vplyv znečistenia svietidiel na svetelnú účinnosť

Charakter prevádzky	Čistý stav (%)	Svetelná účinnosť po mesiacoch prevádzky (%)					
		1	2	3	4	5	6
Kancelárie a laboratória	100	92	88	85	80	75	72
Čisté dielne a sklady	100	88	80	72	66	60	53
Prašné dielne	100	84	71	63	54	46	40



Na čo sa zamerať pri výbere svietidla

- **Správna funkčnosť** - malo by dostatočne osvietiť určený priestor, ale nesmie oslňovať. Správnu kombináciou svietidiel dosiahneme požadovanú intenzitu osvetlenia v rôznych častiach priemyselnej prevádzky.
- **Vhodnosť použitia pre konkrétnu prevádzku** - svietidlo vyberáme s ohľadom na použité materiály tak, aby dotváralo celkovú atmosféru v prevádzke.
- **Vhodný svetelný zdroj** - farba svetla a jeho výkon sú aspekty dôležité pre správne osvetlenie. Použitím vhodnej farby svetla zabezpečíme svetelnú pohodu a dosiahneme vyšší pracovný výkon.
- **Bezpečnosť** - pri výbere konkrétneho svietidla je nutné sa oboznámiť s požiadavkami na jeho bezpečnú prevádzku v danom prostredí. Dôležitý je hlavne stupeň krytia podľa príslušnej normy.
- **Hospodárnosť** - pri všetkých systémoch osvetlenia, a najmä pri svietidlách v nepretržitej prevádzke, je vhodné použiť svietidlá a svetelné zdroje s nižšou energetickou náročnosťou. Ak je možné, i s riadením prevádzky osvetľovacej sústavy (regulácie intenzity a doby svietenia).
- **Primeraná nákupná cena** - aj svietidlá je možné nakúpiť v rôznych cenových reláciách. Ich výber závisí od náročnosti a požiadaviek investora. Samozrejme, malo by sa pritom prihliadať na dodržanie technických parametrov vyžadovaných normami.

Príklad úspor po zásadnej rekonštrukcii osvetlenia

Z orientačného príkladu dôslednej rekonštrukcie osvetlenia vo výrobné hale postavené v období medzi rokmi 1960 až 1985 vyplýva, že vhodným naprojektovaním nového systému je možné dosiahnuť takmer polovičnú spotrebu energie. Okrem výmeny svietidiel má na vyššiu efektivitu zásadný vplyv aj riadenie osvetlenia podľa intenzity denného svetla a potreby svietenia v konkrétnych pracovných zónach. Svietidlá sa využívajú iba vtedy, tam a do takej miery, ako je to nevyhnutné.

- Prostredie** **Rozmery miestnosti:** šírka – 17 m, dĺžka – 60 m, závesná výška svietidiel – 8 m
Odrazivosť plôch: strop – 40 %, steny – 30 %, podlaha – 20 %
- Spôsob prevádzkovania** **Priemerná doba svietenia v dvojzmennej prevádzke:** 3 000 h/rok
Čistenie svietidiel a haly: 1 x za 2 roky

Osvetľovacia sústava

	Pôvodná sústava	Návrh novej sústavy
Svietidlo a svetelný zdroj	Závesné rotačne symetrické výbojkové svietidlo so smaltovaným reflektorom, bez ochranného skla, pre vysokotlakové ortuťové výbojky 400W (RVL-X 400W, HQL 400W, HGLI 400W)	Závesné rotačne symetrické výbojkové svietidlo s Al reflektorom, pre vysokotlakovú halogenidovú výbojku s keramickým horákom, IP 65, s elektronickým stmievateľným predradníkom CMH 250 W
Príkon svietidla	430 W	270 W
Príkon svetelného zdroja	400 W	250 W
Počet svietidiel	50 ks	50 ks
Inštalovaný príkon	21,5 kW	13,5 kW
Priemerný prevádzkový príkon	21,5 kW	10,8 kW
Priemerná intenzita osvetlenia	350 lx	420 lx
Podiel denného osvetlenia	20 % plochy strechy	20 % plochy strechy
Regulácia osvetlenia podľa intenzity denného osvetlenia	nie	áno ✓
Regulácia osvetlenia podľa činiteľa využitia	nie	áno ✓
Spotreba elektriny za rok	64 500 kWh	32 400 kWh
		32 100 kWh
Ročná úspora		49,8 %

Literatúra

Čánská, M.: Několik poznámek k osvětlení pracovišť, České pracovní lékařství č. 1/2006

Formánek, E. – Horňák, P.: Svietidlá, Alfa Bratislava, 1975

Gašparovský, D. – Smola, A.: Návrh umelého osvetlenia interiérov a exteriérov, Slovenský elektrotechnický zväz - Komora elektrotechnikov Slovenska, 2011

Kačík, E.: Hodnotenie osvetlenia v priemysle, prednáška z prípravného kurzu na skúšky energetických auditorov, december 2011

Bezplatné energetické poradenstvo ŽIŤ ENERGIU

Bezplatná linka 0800 199 399 • www.siea.sk • www.zitenergiou.sk

www.facebook.com/senergiouefektivne

Slovenská inovačná a energetická agentúra
Poradenské centrum ŽIŤ ENERGIU
Rudlovská cesta 53
974 28 **Banská Bystrica**
poradenstvo.bb@siea.gov.sk

Slovenská inovačná a energetická agentúra
Poradenské centrum ŽIŤ ENERGIU
Krivá 18
041 94 **Košice**
poradenstvo.ke@siea.gov.sk

Slovenská inovačná a energetická agentúra
Poradenské centrum ŽIŤ ENERGIU
Jiráskova 5
911 01 **Trenčín**
poradenstvo.tn@siea.gov.sk

Vydané Slovenskou inovačnou a energetickou agentúrou
v rámci projektu odborného energetického poradenstva ŽIŤ ENERGIU, január 2013.

Spolufinancované z prostriedkov Európskeho fondu regionálneho rozvoja a štátneho rozpočtu SR
prostredníctvom Operačného programu Konkurencieschopnosť a hospodársky rast.

