**POCKET PRÍRUČKA**

**k hodnoteniu faktorov pracovného prostredia**

**Obsah**

Obsah

[1. POSTUP PRI HODNOTENÍ SENZORICKEJ ZÁŤAŽE PRI PRÁCI 3](#_Toc502659155)

[1.1 HODNOTENIE SENZORICKEJ ZÁŤAŽE PRI PRÁCI Z HĽADISKA CHARAKTERISTÍK PRÁCE A PRACOVNÉHO PROSTREDIA 3](#_Toc502659156)

[A.1 Metóda na hodnotenie senzorickej záťaže pri práci z hľadiska úrovne pracovných podmienok 3](#_Toc502659157)

[A.2 Metóda hodnotenia pracoviska so zobrazovacími jednotkami (orientačný dotazník na popis pracoviska) 5](#_Toc502659158)

[1.2 SUBJEKTÍVNA ODOZVA ZAMESTNANCOV NA ZRAKOVÚ ZÁŤAŽ PRI PRÁCI 8](#_Toc502659159)

[2. POSTUP PRI MERANÍ OSVETLENIA 10](#_Toc502659160)

[2.1 DENNÉ OSVETLENIE 10](#_Toc502659161)

[2.1.1. Kritéria svetelného stavu 10](#_Toc502659162)

[2.1.2. Projektovanie a výpočet denného osvetlenia budov (bytov) 11](#_Toc502659163)

[2.1.3. Meranie denného osvetlenia 12](#_Toc502659164)

[2.2 UMELÉ OSVETLENIE 12](#_Toc502659165)

[2.2.1 Osvetlenosť bezprostredného okolia úlohy a rovnomernosť osvetlenia 12](#_Toc502659166)

[2.2.2 Svetelné zdroje 13](#_Toc502659167)

[2.3 SVETELNOTECHNICKÝ PROJEKT 18](#_Toc502659168)

[2.3.1 Metóda pomerných príkonov 18](#_Toc502659169)

[2.3.2 Toková metóda 19](#_Toc502659170)

[2.3.3 Bodová metóda 19](#_Toc502659171)

[2.4 NORMY PRE VÝPOČTY A MERANIE OSVETLENIA 21](#_Toc502659172)

# POSTUP PRI HODNOTENÍ SENZORICKEJ ZÁŤAŽE PRI PRÁCI

## HODNOTENIE SENZORICKEJ ZÁŤAŽE PRI PRÁCI Z HĽADISKA CHARAKTERISTÍK PRÁCE A PRACOVNÉHO PROSTREDIA

### A.1 Metóda na hodnotenie senzorickej záťaže pri práci z hľadiska úrovne pracovných podmienok

|  |
| --- |
| *Protokol o hodnotení senzorickej záťaže pri práci z hľadiska úrovne pracovných podmienok* |

*Pracovisko: ................................................ Profesia: ......................................................*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | | | | | A | B | C |
| 1. | Veľkosť kritického detailu | | |  |  |  |  |  |
| 2. | Náročnosť na diskrimináciu detailov oproti pozadiu | | | | |  |  |  |
| 3. | Nároky na adaptáciu zraku | | |  |  |  |  |  |
| 4. | Nároky na akomodáciu a okohybné svaly | | | |  |  |  |  |
| 5. | Práce za sťažených svetelných podmienok | | | |  |  |  |  |
| 6. | Iné podmienky ovplyvňujúce zrakovú námahu | | | |  |  |  |  |
| 7. | Sluch |  |  |  |  |  |  |  |
| 8. | Ostatné zmyslové orgány | | |  |  |  |  |  |
|  | Stupeň zrakovej záťaže | | | | |  |  |  |
|  | Stupeň sluchovej záťaže | | | | |  |  |  |
|  | Stupeň záťaže ostatných zmyslov | | | | |  |  |  |
| V ý s l e d n ý s t u p e ň s e n z o r i c k e j z á ť a ž e  (najvyšší dosiahnutý stupeň záťaže zraku, sluchu a ostatných zmyslov) | | | | | |  | | |

Vyhodnotil: Za hodnotené pracovisko prítomný: Dátum:

Použitie Metódy na hodnotenie senzorickej záťaže pri práci z hľadiska úrovne pracovných podmienok

Táto metóda je určená ako základný skríningový nástroj preventívneho pracovného lekárstva pre hodnotenie senzorickej záťaže pri práci z hľadiska úrovne pracovných podmienok, ktoré môžu pôsobiť na zdravotný stav zamestnancov a ich pracovnú pohodu.

Hodnotí senzorickú záťaž pri práci v troch stupňoch podľa záťaže sluchu, záťaže ostatných zmyslových orgánov a podľa šiestich charakteristík práce a pracovného prostredia z hľadiska zrakovej záťaže: veľkosť kritického detailu, náročnosť na diskrimináciu detailov oproti pozadiu, nároky na adaptáciu zraku, nároky na akomodáciu a okohybné svaly, práce za sťažených svetelných podmienok a iné podmienky ovplyvňujúce zrakovú námahu.

Hodnotenie senzorickej záťaže pri práci podľa charakteristík práce a pracovného prostredia sa robí skupinovo pre pracovné činnosti alebo profesie v tých istých pracovných podmienkach, nie individuálne pre každého zamestnanca.

Súčasťou Protokolu o hodnotení senzorickej záťaže pri práci z hľadiska úrovne pracovných podmienok je odôvodnenie zaradenia každej charakteristiky práce a pracovného prostredia do stupňa A, B alebo C a prevod na výsledný stupeň 1, 2 alebo 3 v súlade s metódou.

Súčasťou kritérií nadmernej psychickej pracovnej záťaže na účely tohto nariadenia je tretí stupeň dosiahnutý v tejto metóde.

Prevod stupňov A, B a C na kvantitatívny stupeň 1, 2 alebo 3:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | PREVOD STUPŇOV A, B a C NA STUPNE 1, 2 a 3: | | | | | |
|  | Z Á Ť A Ž | POČET STUPŇOV A - C | | | | STUPEŇ 1 - 3 |
|  | A | B | C | D |
|  | Z R A K | ° | 0 - 3 | 0 | x | 1 |
|  | ° | 4 | 0 | x | 2 |
|  | ° | ° | 1 - 2 | x |
|  | ° | ° | ≥ 3 | x | 3 |
|  | S L U C H | 1 | 0 | 0 | x | 1 |
|  | 0 | 1 | 0 | x | 2 |
|  | 0 | 0 | 1 | x | 3 |
|  | OSTATNÉ  ZMYSLY  (vestibulárny aparát  a  taktilné vnemy) | 1 | 0 | 0 | x | 1 |
|  | 0 | 1 | 0 | x | 2 |
|  | 0 | 0 | 1 | x |
|  | 0 | 0 | 1 | x | 3 | Vysvetlivky: |
|  | 0 | 0 | 1 | x | ° = bez ohľadu na počet |
|  | plus min. stupeň C v hľadisku "intenzita práce" | | | x | x = neprichádza do úvahy |

### A.2 Metóda hodnotenia pracoviska so zobrazovacími jednotkami (orientačný dotazník na popis pracoviska)

*Dátum: ........................... Pracovisko: ................................................*

*Pohlavie: M / Ž Vek: ...... Profesia: ......................................................*

Počet obrazoviek v miestnosti:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Základné údaje o pracovisku | | | | | | | | | | | | | |
| 1. | Veľkosť obrazovky v palcoch | 14” | | 15” | | 17” | | 21” | | iná: | |  | |
| 2. | Obrazovka | farebná | | | | | | čiernobiela | | | | | |
| 3. | Znaky a pozadie prevládajúce na obrazovke | svetlé znaky, tmavé pozadie | | | | | | tmavé znaky, svetlé pozadie | | | | | |
| 4. | V čom spočíva charakter hlavnej činnosti pri obrazovke: | | | | | | | | | | | | |
| a) rutinné ukladanie číselných údajov podľa podkladov | | | | | | | | | | | | |
| b) rutinné písanie textov podľa podkladov | | | | | | | | | | | | |
| c) vyhľadávanie informácií | | | | | | | | | | | | |
| d) kombinovaná činnosť v a) – c) | | | | | | | | | | | | |
| e) účtovníctvo | | | | | | | | | | | | |
| f) tvorivá činnosť (programovanie, písanie, grafika) | | | | | | | | | | | | |
| g) iné: | | | | | | | | | | | | |
| 5. | Denný počet hodín práce pri obrazovke | minimálne: | | | | maximálne: | | | | priemer: | | | |
| 6. | Práca pri obrazovke je | denne sústavná a pravidelná | | | | | | nepravidelná | | | | | |
| 7. | Používanie myši | nie | | | | bežné | | | | intenzívne | | | |
| 8. | Filter na obrazovke | nie | | | | | | áno – značka: | | | | | |
| 9. | Stolná lampa | nie | | | | | | áno | | | | | |
| 10. | Podložka rúk na klávesnici | nie | | | | | | áno | | | | | |
| 11. | Podložka nôh | nie | | | | | | áno | | | | | |
| 12. | Držiak na písomnosti | nie | | | | | | áno | | | | | |
| 13. | Orientácia okien miestnosti na svetové strany | S | Z | | V | | J | SZ | SV | | JZ | | JV |
| 14. | Osvetlenosť miestnosti denným svetlom | tmavá miestnosť | | | | svetlá miestnosť | | | | presvetlená – priame slneč. svetlo | | | |
| 15. | Druh umelého osvetlenia | žiarivkové | | | | | | žiarovkové | | | | | |
| 16. | Prevládajúca farba nábytku | biela | | čierna | | iná: | | | | svetlá | | tmavá | |
| Ergonomické kritériá | | | | | | | | | | | | | |
| 17. | Stabilita obrazu | vyhovuje | | | | | | nevyhovuje | | | | | |
| (Viditeľné priestorové, farebné či časové skreslenie obrazu (plávanie, poskakovanie, skreslenie geometrie, blikanie) sa normálne vyskytuje len vo výnimočných prípadoch, kedy dochádza k ovplyvneniu technického zariadenia monitoru vonkajším magnetickým poľom. Tieto prípady sú z hľadiska zrakového vnímania neprípustné a je potrebné ich riešiť premiestnením monitora. Môže však ísť o poruchu monitora, ktorú je nutné opraviť, prípadne monitor vymeniť.) | | | | | | | | | | | | |
| 18. | Vzdialenosť obrazovky od očí zamestnanca | vyhovuje | | | | | | nevyhovuje | | | | | |
| (Pri 14 – 15” monitoroch je minimálna vzdialenosť 40 cm, pri 17” 50 cm, pri 21” 60 cm. Ako vyhovujúca sa hodnotí vzdialenosť rovnajúca sa uvedeným alebo väčšia.) | | | | | | | | | | | | |
| 19. | Výška horného okraja obrazovky | vyhovuje | | | | | | nevyhovuje | | | | | |
| (Optimálna výška je v rovine očí sediaceho zamestnanca, môže byť i nižšie, nie však vyššie.) | | | | | | | | | | | | |
| 20. | Umiestnenie obrazovky vzhľadom k ose priameho pohľadu sediaceho zamestnanca v horizontálnej rovine | vyhovuje | | | | | | nevyhovuje | | | | | |
| (Optimálne umiestnenie je priamo pred sediacim zamestnancom. Možno tolerovať umiestnenie do strany v plošnom uhle max. 20°, väčší uhol núti k natáčaniu očí, hlavy a trupu.) | | | | | | | | | | | | |
| 21. | Umiestnenie obrazovky vzhľadom k osvetľovacím otvorom (oknám), odraz denného svetla na obrazovke | vyhovuje | | | | | | nevyhovuje | | | | | |
| (Obrazovka nemá byť umiestnená tak, aby sa na nej odrážal jas osvetľovacích otvorov (zamestnanec sedí chrbtom k oknu), alebo aby zamestnanec mal okno vo svojom zornom poli (čelom k oknu alebo tesne pri oknách s obrazovkou umiestnenou tak, že pri vnímaní obrazovky je zamestnanec vystavený vysokému jasu osvetľovacích otvorov.) | | | | | | | | | | | | |
| 22. | Odraz zdrojov umelého osvetlenia a povrchov odrážajúcich svetlo na obrazovke. | vyhovuje | | | | | | nevyhovuje | | | | | |
| (Na obrazovke sa nemajú vyskytovať odrazy zrkadlové (ohraničené svetlé škvrny), ani difúzne (neohraničené).) | | | | | | | | | | | | |
| 23. | Odraz denného svetla na rôznych predmetoch v miestnosti z miesta výkonu práce zamestnanca | vyhovuje | | | | | | nevyhovuje | | | | | |
| (V zornom poli zamestnanca sa nemajú vyskytovať odrazy denného svetla na iných predmetoch s povrchom odrážajúcim svetlo – väčšinou ide o lesklé plochy, sklo, prístroje. Sklenené dosky na pracovný stôl nepatria.) | | | | | | | | | | | | |
| 24. | Odraz zdrojov umelého osvetlenia v miestnosti z miesta výkonu práce zamestnanca | vyhovuje | | | | | | nevyhovuje | | | | | |
| (Ide o rovnaký prípad ako v bode 23 pri umelom osvetlení.) | | | | | | | | | | | | |
| 25. | Jasové pomery na pracovisku | vyhovuje | | | | | | nevyhovuje | | | | | |
| (Bez merania sa hodnotia celkové jasové pomery, pričom je nutné brať do úvahy farbu nábytku a stien a celkovú úroveň osvetlenosti. V presvetlených miestnostiach s priamym slnečným svetlom nie je vhodný biely ani čierny nábytok. Biely nábytok sa hodí do tmavých miestností, nie však čierny. Meraním možno preukázať kontrasty jasov obrazovky (jas bielej a čiernej) s okolím a aj jas svetelných zdrojov, stropov, stien a bielych papierov.) | | | | | | | | | | | | |
| 26. | Osvetlenosť miesta výkonu práce denným osvetlením | vyhovuje | | | | | | nevyhovuje | | | | | |
| (Pri práci s písomnosťami má byť činiteľ dennej osvetlenosti na mieste zrakovej úlohy (písomnosti) 1,5% pre bočné osvetlenie, 3,0% pre horné a kombinované osvetlenie. Bez merania nemožno túto hodnotu stanoviť.) | | | | | | | | | | | | |
| 27. | Osvetlenosť miesta výkonu práce umelým osvetlením | vyhovuje | | | | | | nevyhovuje | | | | | |
| (Ak je hlavná pracovná činnosť tvorená okrem práce pri obrazovke aj prácou s písomnosťami, má byť udržiavaná osvetlenosť na tomto mieste pracovnej úlohy 500 luxov. Bez merania nemožno túto hodnotu stanoviť.) | | | | | | | | | | | | |
| 28. | Priame oslnenie zdrojmi svetla | vyhovuje | | | | | | nevyhovuje | | | | | |
| (Limit jasu svetelných zdrojov nie je stanovený, optimálne by však nemal prekročiť úroveň 500 cd.m-2 v priestore, vymedzenom plošnými uhlami 45-85° od vertikály. Bez merania nemožno túto hodnotu stanoviť.) | | | | | | | | | | | | |
| 29. | Priestor na pracovnom stole alebo pracovnej ploche | vyhovuje | | | | | | nevyhovuje | | | | | |
| (Na potrebné písomnosti a iné pracovné pomôcky vrátane počítačových prvkov musí byť na pracovnom stole dostatočný priestor.) | | | | | | | | | | | | |
| 30. | Priestorové požiadavky | vyhovuje | | | | | | nevyhovuje | | | | | |
| (Miestnosť preplnená nábytkom a ľuďmi nevyhovuje ustanoveniam o minimálnej plošnej (2m2) a priestorovej (12m3) výmere na jedného zamestnanca.) | | | | | | | | | | | | |
| 31. | Pracovné sedadlo | vyhovuje | | | | | | nevyhovuje | | | | | |
| (Hodnotí sa stabilita (u pojazdných stoličiek päťbodový základ), výšková nastaviteľnosť sedadla, ľahkosť ovládania, bezpečné zaistenie polohy, lumbálne zakrivenie opierky chrbta, skosenie prednej strany sedadla dole, podložka pod chodidlá.) | | | | | | | | | | | | |
| 32. | Výška pracovného stola alebo pracovnej plochy | vyhovuje | | | | | | nevyhovuje | | | | | |
| (Klávesnica a myš má byť v takej výške, aby pri vzpriamenom sede ruka zamestnanca zvierala uhol 90° (minimálna požiadavka) a viac. Optimálna výška tejto roviny je vo výške pupočnej jamky, výškový rozsah 650 až 750 mm. Nevyhovujúce polohy: ruky vysoko, ruka je v zápästí ohnutá hore alebo do strán.) | | | | | | | | | | | | |
| 33. | Poloha trupu | vyhovuje | | | | | | nevyhovuje | | | | | |
| (Optimálna poloha trupu je uvoľnene vzpriamená, bez natočenia hlavy, ramien, trupu. Je potrebné všímať si to, ako núti pracovná úloha zamestnanca k torzii trupu, záklonu hlavy, predklonu hlavy a trupu, nevyhovujúcej polohe rúk a ramien.) | | | | | | | | | | | | |
| 34. | Poloha dolných končatín | vyhovuje | | | | | | nevyhovuje | | | | | |
| (Dolné končatiny pri sedení majú spočívať celou plochou chodidla na podlahe alebo podložke pod chodidlá, stehná sa nemajú celou váhou opierať o sedadlo (medzi ne a okraj stoličky sa musí zmestiť dlaň ruky na plocho.) | | | | | | | | | | | | |
| 1.1.2 Vyjadrenie zamestnanca k zdravotným ťažkostiam, ktoré súvisia s prácou so zobrazovacími jednotkami (napríklad zrakové ťažkosti, ťažkosti spojené s pohybovým alebo nervovým systémom a iné) | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1.3 Pripomienky zamestnanca k pracovnému prostrediu | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1.4 Návrhy zamestnanca na odstránenie zistených nedostatkov | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | |

## SUBJEKTÍVNA ODOZVA ZAMESTNANCOV NA ZRAKOVÚ ZÁŤAŽ PRI PRÁCI

Dotazník zrakových ťažkostí pri práci a pretrvávajúcich po skončení práce

*Dátum: ........................... Pracovisko: ................................................*

*Pohlavie: M / Ž Vek: ...... Profesia: ......................................................*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Myslíte, že máte dobrý zrak? | | | |  | áno | nie |
| Ak nie, uveďte príznaky a obtiaže: | | | |  |  |  |
| Chyby a ochorenia zraku: | | |  |  | prekonané: |  |  |  |
|  |  |  |  |  | súčasné: |  |  |  |
| Nosíte okuliare? | |  |  |  | áno | nie |
| Ak áno, uveďte aké: | | |  |  |  |  |
| Kedy ste boli naposledy u očného lekára? | | | | | Uveďte výsledok vyšetrenia: | | | |

V nasledujúcom dotazníku uveďte, ako často trpíte v priebehu práce a po skončení práce uvedenými ťažkosťami. Odpoveď zaznačte číslicou podľa príslušnej stupnice:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ZRAKOVÉ ŤAŽKOSTI | | | | | **PRI PRÁCI**  nikdy  veľmi zriedka  občas  často  veľmi často  takmer trvalo | **PO PRÁCI**  vôbec sa neobjavuje  zmizne do 2 hodín po prac. zmene  zmizne do 6 hod. po práci (do večera)  zmizne do 12 hod. po práci (do rána)  zmizne až po dlhšom voľne  trvá takmer stále |
| 1 | Pocit celkovej zrakovej únavy | |  |  |  |  |
| 2 | Pálenie očí | | | |  |  |
| 3 | Sčervenanie očí |  |  |  |  |  |
| 4 | Slzenie očí | | | |  |  |
| 5 | Mykanie, trhanie v očiach, tiky | | | |  |  |
| 6 | Tlak v očiach (alebo tlak v očnicovej dutine) | | | |  |  |
| 7 | Mihanie pred očami | | | |  |  |
| 8 | Pocit zníženej citlivosti zraku | | | |  |  |
| 9 | Svetloplachosť | | | |  |  |
| 10 | Rozmazané neostré videnie | | | |  |  |
| 11 | Dvojité videnie | | | |  |  |
| 12 | Bolesť hlavy ako dôsledok zrakovej námahy | | | |  |  |
| 13 | Pocit nepohody z práce pri umelom alebo nedostatočnom osvetlení | | | |  |  |
| 14 | Potreba prerušiť prácu a pozrieť sa do voľného priestoru | | | |  |  |
| 15 | Pocit celkovej únavy a malátnosti | | | |  |  |

Použitie Dotazníka zrakových ťažkostí pri práci a pretrvávajúcich po skončení práce

Metóda umožňuje rýchlo a jednoducho získať všeobecný prehľad o zrakových ťažkostiach zamestnancov, vykonávajúcich zrakovo náročnú prácu.

Dotazník orientačne zisťuje výskyt zrakových ťažkostí vyskytujúcich sa v priebehu práce a pretrvávajúcich po skončení práce. Zrakové ťažkosti zisťuje prostredníctvom pätnástich príznakov rozdelených do štyroch skupín:

1. **okulárne**, spojené so zrakovým orgánom – pálenie očí, sčervenanie očí, slzenie očí, mykanie v očiach a tiky, tlak v očiach,
2. **vizuálne**, spojené so zmenami vo vnímaní – mihanie pred očami, pocit zníženej citlivosti zraku, rozmazané videnie, dvojité videnie,
3. **nešpecifické**, súvisiace s psychickou pohodou – svetloplachosť, bolesti hlavy zo zrakovej námahy, pocit nepohody pri umelom alebo nedostatočnom osvetlení, potreba prerušiť prácu a pozrieť sa do voľného priestoru,
4. **všeobecné** – zraková únava, celková únava a malátnosť.

# POSTUP PRI MERANÍ OSVETLENIA

Činnosť človeka je v dnešnej dobe značne závislá od zraku. Okrem toho, že denné svetlo pôsobí ako stimulátor hormónov v ľudskom tele a ovplyvňuje naše biologické, fyzické a psychické správanie, pomocou oka prijímame 75 až 90 % všetkých informácií. Preto je veľmi dôležité kvalitné denné svetlo alebo umelé osvetlenie v dostatočnom množstve. To zaisťuje ***zrakovú pohodu***, ktorá je charakterizovaná ako príjemný a priaznivý psychofyziologický stav organizmu, vyvolaný optickou situáciou vonkajšieho prostredia, ktoré odpovedá potrebám človeka pri práci alebo odpočinku a zároveň umožňuje zraku optimálne plniť jeho funkcie. V konečnom dôsledku rozlišujeme tri druhy osvetlenia:

***a) Denné osvetlenie*** - je prírodné osvetlenie pochádzajúce zo slnka (priame slnečné svetlo alebo rozptýlené oblohové svetlo).

***b) Umelé osvetlenie***- je osvetlenie, ktoré vzniká pomocou umelých zdrojov v ktorých sa transformuje energia iného druhu (elektrická, chemická a pod.) na energiu svetelnú.

***c) Združené osvetlenie***- je kombináciou denného a umelého osvetlenia.

V praxi sa potom dáva prednosť dennému osvetleniu pred umelým hlavne z dôvodov hygienických a ekonomických.

## DENNÉ OSVETLENIE

Denné osvetlenie môžeme charakterizovať ako nestály zdroj svetla s ohľadom na ročné obdobie, poveternostné podmienky, deň/noc a pod. Vyžaruje ho Slnko, ktoré je od Zeme vzdialené asi 150 mil. km. Tento druh žiarenia je pre ľudský organizmus najprirodzenejší a preto by sme ho mali pri návrhoch osvetlenia interiérov uprednostňovať.

### Kritéria svetelného stavu

Kritérium denného osvetlenia rozdeľujeme na kvantitatívne a kvalitatívne.

1. ***Kvantitatívne kritérium***

Zrakovú pohodu môžeme dosiahnuť dostatočným množstvom svetla, pričom za kvantitatívne kritérium denného osvetlenia považujeme činiteľ dennej osvetlenosti ***D***[%].

kde ***E*** je osvetlenosť v kontrolnom bode danej roviny v interiéry a ***Eh*** je osvetlenosť nezatienenej vonkajšej vodorovnej roviny.

1. ***Kvalitatívne kritérium***

Tak ako je potrebné dostatočné množstvo svetla, je potrebná aj jeho kvalita. Jedným z najdôležitejších kvalitatívnych kritérií je rovnomernosť denného osvetlenia ***r***.

kde ***Dmin*** minimálna hodnota činiteľa dennej osvetlenosti a ***Dmax***je jeho maximálna hodnota.

Existujú aj ďalšie kvalitatívne kritéria medzi ktoré patrí napr. rozloženie svetelného toku, rozloženie jasu plôch v zornom poli, zábrana oslnenia, farebné podanie plôch interiéru.

### Projektovanie a výpočet denného osvetlenia budov (bytov)

V hygienických predpisoch a normách sú uvedené kritéria a postupy hodnotenia denného osvetlenia a preslnenia interiérov. V skratke sú to:

1. ***Výpočty preslnenia***

Pre stanovenie doby oslnenia a polohy slnka na oblohe je vhodné používať model pravouhlého slnečného diagramu, pričom pre naše územie sa využíva diagram zostrojený pre 50° severnej zemepisnej šírky. Výpočty slnečných dráh prebiehajú pre kritické dni 1. marca a 21. júna v najnižšom obytnom podlaží posudzovaného bytového domu

Všetky byty sú zároveň navrhované tak aby boli preslnené. K tomu musia spĺňať nasledovné podmienky:

* pôdorysný uhol slnečných lúčov s hlavnou priamkou roviny okenného otvoru musí byt najmenej 25° a výška slnka nad horizontom najmenej 5°,
* otvory cez ktoré vniká slnečné žiarenie do miestnosti sú zasklené priehľadným a farby neskresľujúcim materiálom, pričom celková plocha otvorov je najmenej 10 % podlahovej plochy miestnosti, kde najmenší rozmer osvetľovacieho otvoru je 900 mm,
* pri jasnej oblohe musia byť dňa 1. marca a 21. júna doba preslnenia väčšia ako 90 minút.

1. ***Výpočty denného osvetlenia***

Pri výpočte činiteľa denného osvetlenia sa jeho celková hodnota rozdelí na tri základné iným spôsobom počítané časti:

1. ***Oblohová zložka***- získaná z jasov rovnomerne zatiahnutej oblohy. Na výpočet oblohovej zložky sa používa klasická bodová metóda.
2. ***Vonkajšia odrazená zložka***- získaná od vonkajších prekážok. Na jej výpočet sa používa metóda mnohonásobných odrazov s numerickou integráciou.

***c) Vnútorná odrazená zložka*** *-* odrazy svetla vo vnútri miestnosti. Počíta sa rovnako metódou mnohonásobných odrazov.

### Meranie denného osvetlenia

Denné osvetlenie sa hodnotí pomocou intenzít osvetlenia a jasu, z nich sa počítajú ďalšie parametre. Pri meraní intenzity sa používajú súčasne dva luxmetre s fotónkou. Meranie je pomerne náročné pretože musia byť splnené určité podmienky pri zatiahnutej oblohe, preto sa nedá presne určiť termín merania.

## UMELÉ OSVETLENIE

Umelé osvetlenie vzniká transformáciou iného druhu energie (chemickej, elektrickej a pod.) na energiu svetelnú. Doplňuje alebo úplne nahradzuje denné osvetlenie, pričom sa kladie veľký dôraz na jeho kvalitatívne a kvantitatívne vlastnosti. Účelom je zlepšenie zrakovej pohody človeka. Pri jeho návrhu musia byť dodržané tieto požiadavky:

* odpovedajúca úroveň osvetlenia podľa druhu pracovnej činnosti,
* rovnomernosť osvetlenia,
* primerané rozloženie jasu plôch v zornom poli pozorovateľa,
* vhodný prevažujúci smer osvetlenia a tienivosti,
* obmedzenie oslnenia,
* vhodné spektrálne zloženie svetla a primerané podanie farieb žiarenia,
* možnosť použitia miestneho prisvietenia a regulácia celkového osvetlenia,
* údržba a pravidelná kontrola osvetľovacej sústavy.

Treba tiež poznamenať, že niektoré z týchto zásad platia pre iné než umelé osvetlenie a že intenzita umelého osvetlenia musí byť tým väčšia, čím menšie detaily musí človek rozpoznávať, čím sú menšie kontrasty rozlišovaných plôch alebo čím dlhšie trvá namáhavá zraková činnosť.

### Osvetlenosť bezprostredného okolia úlohy a rovnomernosť osvetlenia

Osvetlenosť bezprostredného okolia úlohy musí súvisieť s osvetlením miesta zrakového úkonu a má poskytnúť vyvážené rozloženie jasov v zornom poli pozorovateľa. Zrakovú nepohodu alebo namáhanie zraku môžu spôsobiť práve veľké priestorové zmeny osvetlenosti v okolí zrakového úkonu. Z toho teda vyplýva, že osvetlenosť bezprostredného okolia úlohy môže byť menšie ako osvetlenosť zrakového úkonu, ale nesmie byť menšie než hodnoty, ktoré sú uvedené v Tabuľke 2.1. Rovnako zobrazuje rovnomernosť osvetlenia miesta zrakovej úlohy a jeho bezprostredného okolia, ktoré nesmie byť opäť menšie, ako sú hodnoty v nej spomínané. Pritom musí byť zreteľný aj dostatočný adaptačný jas.

***Tabuľka 2.1 Rovnomernosť osvetlenia a pomer osvetlenosti okolia a úlohy***

|  |  |
| --- | --- |
| ***Osvetlenosť úlohy [lx]*** | ***Osvetlenosť bezprostredného okolia úlohy [lx]*** |
| ≥ 750 | 500 |
| 500 | 300 |
| 300 | 200 |
| ≤ 200 | Eúlohy |
| **Rovnomernosť osvetlenia ≥ 0,7** | **Rovnomernosť osvetlenia ≥ 0,5** |

### Svetelné zdroje

Svetelný zdroj je jednoducho povedané zariadenie, ktoré vyžaruje svetlo v určitej kvalite a množstve.

Z hľadiska pôvodu svetelného žiarenia sa delia na:

1. ***Prírodný***

* zdroj, ktorý vzniká v prírode bez ľudského činnosti (svetlo slnka, mesiaca, blesku, polárnej žiary a pod.)

1. ***Umelý***

* zdroj , ktorý mení určitý druh energie na energiu svetelnú (sviečka, plynová lampa, žiarovka, dióda atď.).

Z hľadiska spôsobu vzniku optického žiarenia:

1. ***Teplotný zdroj***

* viditeľné žiarenie vznikajúce pri zahrievaní pevnej látky na vysokú teplotu;

1. ***Výbojový zdroj***

* viditeľné žiarenie, ktoré vzniká atómovým vybudením plynov alebo pár určitých kovov v elektrickom výboji;

1. ***Luminiscenčný zdroj***

* žiarenie vznikajúce luminiscenciou pevných látok;

1. ***Kvantový generátor***

* Laser.

Svetelný zdroj môžeme charakterizovať z dvoch hľadísk:

1. ***Kvantitatívna charakteristika***

* Pod ňou si môžeme predstaviť merný výkon. Je to podiel vyžarovaného svetelného toku a príkonu.



1. ***Kvalitatívna charakteristika***

Rozumieme ňou dĺžku života zdroja, stálosť a priestorové rozloženie svetelného toku počas starnutia zdroja. Dva najdôležitejšie kvalitatívne parametre svetelných zdrojov sú však index podania farieb ***Ra*** a farebný dojem (teplota chromatičnosti).

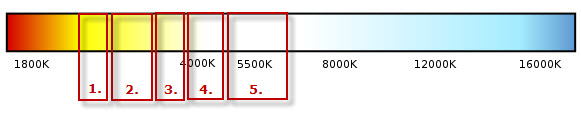
* *Index podania farieb Ra (CRI- color rendering index)*

Je hodnotenie vernosti farebného vnemu, ktorý vzniká umelým osvetlením, v porovnaní s tým, aký farebný vnem by vznikol v svetle referenčného ideálneho zdroja. Jeho hodnota môže byť od 0 do 100, pričom *Ra = 0* znamená, že pri tomto osvetlení nie je možné rozoznať farby. Hodnota *Ra* = 100 hovorí o prirodzenom podaní farieb

Je svetelný parameter a väčšinou sa spája s teplotou chromatickosti. Slnečné svetlo má index farebného podania 100 Ra (CRI). A všetky umelé svetlené zdroje sú porovnávané s týmto denným svetlom a vyjadrujú percentuálne zastúpenie všetkých farieb oproti slnku. To znamená, že číselný údaj napr. 80 Ra (CRI) znamená, že umelý svetlený zdroj obsahuje 80 % všetkých vlnových dĺžok oproti slnku. Normy STN hovoria o minimálnom Ra (CRI) pre určité priestory a s rôznym využitím týchto priestorov. Napríklad kancelárske priestory majú predpísaných minimálne 80 Ra (CRI). Základná podstata indexu farebného podania je pravidlo odrazu svetla od materiálov. Je to odraz žiarenia rôznych vlnových dĺžok od pozorovaných predmetov. Znamená to, že vnímame červený predmet len pre to lebo sa od neho odráža práve vlnová dĺžka červenej farby. Ak by táto vlnová dĺžka chýbala v svetelnom žiarení nevideli by sme ju a vnímali ju ako šedú. Parameter indexu farebného podania je často potláčaný a verejnosti nezverejňovaný pretože hromadne vyrábané trubice spĺňajú minimálne Ra (CRI) 80 a výroba kvalitnejších trubíc s vyšším indexom farebného podania je finančne podstatne náročnejšia – zdravie ľudí je aj tu na druhom mieste. Objavujú sa na žiarivkových trubiciach názvy ako „Day light“ „cool light“ ale je to len údaj o teplote chromatickosti a nie o kvalite svetla.

* *Teplota chromatickosti (farebný dojem)*

Charakterizuje spektrum bieleho svetla. Svetlo určitej teploty chromatickosti má farbu tepelného žiarenia vydávaného čiernym telesom zahriatym na túto teplotu, meranú v *K.* Kelvin sa používa na označenie farebnej teploty svietidla. Na nasledujúcom obrázku *(Obrázok 2.1)* môžeme vidieť farebnú škálu od mäkkej bielej až po dennú bielu. Na základe vyjadrenia v Kelvinoch môžeme zaradiť farebnú teplotu do 5 kategórií.



*Obrázok 2.1 Teplota monochromatickosti (Melč, 2009)*

1. Mäkká biela = 2500-2900 Kelvin  
2. Teplá biela = 3000-3400 Kelvin  
3. Neutrálna biela = 3500-3900 Kelvin  
4. Chladná biela = 4000-4900 Kelvin  
5. Denná biela = 5000-5700 Kelvin.

Farba svetla je však veľmi dôležitá. Pre človeka je najprirodzenejšie sledovať svoje okolie pri slnečnom svetle, resp. s osvetlením podobnej farebnosti. Napriek tomu, že by ste mali výkonnejšie osvetlenie, jeho neprirodzená farba by vám už po krátkej dobe spôsobovala problémy so sledovaním okolia. Pre do priestorov s technickým zameraním a priestorom kde je potrebná dobrá viditeľnosť (Kuchyňa, Kúpeľňa, Pracovný stôl, Sklad, Cestná komunikácia, kancelária) je dobré voliť "Dennú Bielu" (viď aj ďalší faktor [CRI Ra](http://www.uspornaziarovka.sk/pages/Index-farebn%C3%A9ho-podania-Ra-%28CRI%29%3F.html)). Pre priestory relaxačné, oddychové, priechodné, intímne (Obývačka, Spálňa, Hosťovská, Chodba, Hotelová chodba, Spoločenský priestor) je dobré voliť varianty "Teplej bielej", ktorá má tendenciu ukludniť a zrelaxovať, ale Denná Biela má funkciu podporiť vitalitu a bdelosť.

Príklad osvetlenia miestnosti (naľavo studená biela, zatiaľ čo napravo môžeme vidieť teplú bielu) a sú uvedené aj v Tabuľke 2.2.



***Obrázok 2.2 Príklady osvetlenia miestnosti*** *(*[*www.imao.sk*](http://www.imao.sk)*)*

***Tabuľka 2.2 príklady teploty chromatickosti***

|  |  |
| --- | --- |
| **Svetelný zdroj, farebný dojem** | **Teplota [K]** |
| sviečka | **1200** |
| Žiarovka, slnko pri východe alebo západe | **2700** |
| Teplá biela | **3000** |
| Neutrálna biela | **4000** |
| Studená biela, štandardizované denné svetlo | **6500** |

**Zopár príkladov teploty farieb z praxi:**

1200 K: Sviečka  
1700 K: Plameň zápalky  
2000 K: Západ letného slnka  
2800 K: Klasická žiarovka, žiarovka, slnko pri východe a západe  
3000 K: štúdiové osvetlenie  
3200 K: Halogénová žiarovka automobilu  
3400 K: Ateliérové a fotografické svetlá  
4100 K: Mesačné svetlo  
5000 K: Denné svetlo  
5500 K: fotografické blesky; toto je zvyčajná farebná teplota používaná v profesionálnej fotografii  
5770 K: Silné slnečné svetlo  
6000 K: Xenónové výbojky, jasné poludnajšie svetlo  
7000 K: Ľahko zamračená obloha  
7500 K: Zamračená obloha  
8000 K: Bledomodré svetlo, oblačno, hmlisto (mraky zafarbujú svetlo do modra)  
9300 K: TV obrazovka (analógová)  
10 000 K: silno zamračená obloha alebo len modré nebo bez slnka

Je dobré sa v prvom rade zamyslieť kde bude žiarovka umiestnená a aký bude jej účel. Spektrum bielej je široké. Pri hodnote 3000 Kelvinov je svetlo žlté, a pri 5000 Kelvinov už modrasté. Odlišná farebná teplota spôsobuje odlišné osvetlenie a odlišnú viditeľnosť. Každá vlnovú dĺžka produkuje odlišné farby pre ľudské oko od pomarančovej, žltej, zelenej, modrej, modro-fialovej až po fialovú. Citlivosť oka sa mení spolu s vlnovou dĺžkou.

Ak pri spracovaní potravín v kuchyni majú pokrmy zvláštne farby alebo sa vám zdá, že vaša návšteva má zelenkavý odtieň pokožky, nemusí ísť o vašu zrakovú chybu, ale o nevhodný výber farby svetla. Našťastie, úsporné žiarovky alebo LED žiarovky sa vyrábajú v rôznych farbách svetla – od bielej farby denného svetla až po extra teplú bielu, ktorá približne zodpovedá farbe svetla klasickej žiarovky. Táto farba je ideálna na vytvorenie útulných kútikov, v ktorých sa výborne oddychuje. Pracovné plochy najlepšie osvetlíte svetlom vo farbe neutrálnej bielej alebo bielej denného svetla.

U žiariviek je hodnota indexu podania farieb a teploty chromatickosti súčasťou typového označenia, kde prvá číslica za lomenom určuje veľkosť Ra v desiatkach percent a ďalšie dve číslice určujú teplotu chromatickosti.

*Príklad:*

*18W/840 je zdroj s príkonom 18 W, Ra = 80 - 89 s teplotou chromatickosti 4000 K (neutrálna biela).*

Rozdelenie elektrických svetelných zdrojov (Obrázok 2.3)

V minulosti používané **klasické žiarovky** fungovali na princípe ohrevu wolfrámového vlákna.

**Výhody**: nízka cena, spojité spektrum vyžarovaného svetla a veľmi dobré podania farieb, kde Ra = 100.

**Nevýhody**: krátka životnosť 500 – 1000 hodín, na svetlo sa premení len 3- 5 % vloženej elektrickej energie (nehospodárnosť), zvyšok sa premení na teplo.

**Halogénové** **žiarovky** – majú cca o15 % vyšší svetelný tok, životnosť 1500 až 2000 hod., čo spôsobuje ich vyššiu cenu pri kúpe. Princíp je podobný ako u klasickej žiarovky, len s tým rozdielom, že výplň tvoria namiesto vákua plyny halogénov (prevažne organické zlúčeniny brómu). Prebieha v nich teda chemický dej.



***Obrázok 2.3 Rozdelenie elektrických svetelných zdrojov***

**Žiarivky** - na svetlo premení asi 25% elektrickej energie. Nevyžarujú teplo, preto sa im aj hovorí studené zdroje. Fungujú na princípe ortuťového nízkotlakového výboja, ktorý je zažíhaný predradníkom. Tento výboj je zdrojom UV žiarenia, ktorý sa vo vrstve luminoforu, ktorým je trubica žiarivky pokrytá, mení na svetlo. V závislosti na druhu luminoforu, môžeme dosiahnuť rôzne spektrálne zloženie svetla a tiež index podania farieb. Žiarivky sa vyrábajú ako ***lineárne***trubice s dĺžkou 60, 120 alebo 150 cm, alebo ako ***kompaktné***v bežnej reči úsporné žiarovky. Výhodou kompaktných žiariviek je veľká svetelná účinnosť, malá spotreba elektrickej energie, životnosť 10 000 hod. Dnes na trhu nájdeme kompaktné žiarivky s lepším Ra, avšak stále nedosahujú index podania farieb klasických žiaroviek.

**Vysokotlaké ortuťové výbojky**- vyrábajú sa v rôznych modifikáciách, napr. s modrozeleným až modrobielym svetlom, halogenidové a zmesové výbojky. Žltooranžovú farbu majú sodíkové výbojky (tieto môžu byť aj nízkotlaké). Majú však nízky index podania farieb, čo môže byť v určitých prípadoch nevýhoda.

**LED diódy** (luminiscenčné diódy) -fungujú na princípe PN prechodu elektrónov za pomoci elektrickej energie. Emitujú žiarenie s určitým spektrálnym zložením od UV až po IR. Napriek pokroku, ktorý sa v oblasti vývoja LED svietidiel uskutočnil, ich obstarávacia cena je stále pomerne vysoká.

Príklady svetelných zdrojov, ktoré sa využívajú v interiéri aj exteriéri je viacero (Tabuľka 2.3).

***Tabuľka 2.3 Potrebný elektrický príkon svetelného zdroja pri porovnateľnom množstve svetla***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Klasická žiarovka** | **Halogénová žiarovka** | **Kompaktná žiarivka** |
| **60 W** | **40 W** | **11 W** |
| **75 W** | **60 W** | **15 W** |
| **100 W** | **73 W** | **20 W** |
| **2 x 60 W** | **100 W** | **23 W** |

Výber vhodného svetelného zdroja musí zohľadňovať tieto ukazovatele:

* merný svetelný výkon a s tým súvisiacu hospodárnosť,
* zaistenie kvality vnímania farieb,
* dosiahnutie zrakovej ako aj svetelnej pohody,
* náročnosť údržby a jeho životnosť,
* vhodný typ zdroja a svietidla do konkrétneho interiéru.

## SVETELNOTECHNICKÝ PROJEKT

Pri návrhu umelého osvetlenia v interiéri (príp. v exteriéri), musí daný návrh spĺňať všetky požiadavky, predpisy a normy. Ide najmä o konštrukciu a inštaláciu osvetľovacích sústav, ich rozmery, montáž, prevádzku, údržbu počas života a pod. Tak isto je vhodné dopredu vedieť farby povrchov okolia a prípadných prekážok, druh činnosti, ktorá sa bude v danom objekte vykonávať, umiestnenie budovy a jej samotnú prevádzku. Toto je len časť problémov s ktorými by mali rátať inžinieri a odborníci, ako svetelný technik, technológ, architekt, projektant elektrického rozvodu a pod. Preto by mali mať vždy na pamäti určité východiskové zásady a predpoklady, ktoré sú pri vypracovávaní svetelnotechnického projektu nevyhnutné:

1. Rozmerové údaje priestoru
2. Druh a doba pracovnej činnosti a jej zraková náročnosť
3. Rozmery a umiestnenie výrobného a technického zariadenia v danom priestore
4. Popis hlavných povrchov, ich svetelné a farebné vlastnosti
5. Charakteristika a vyhodnotenie denného osvetlenia
6. Spôsob upevnenia svietidiel a vodičov
7. Napájanie osvetľovacej sústavy elektrickou energiou
8. Údaje o objekte vzhľadom na bezpečnosť a spoľahlivosť prevádzky osvetlenia

Samotný svetelnotechnický výpočet prebieha na základe platných STN EN noriem a jeho cieľom je dodržiavať hodnoty osvetlenia spojené s určitou kvalitou a kvantitou, ktorá je v nich požadovaná (napr. množstvo a rovnomernosť spomínaného osvetlenia, index podania farieb, zábrana oslnenia a pod.). Predpokladá sa, že pri samotnom výpočte sú už vyriešené požiadavky na hospodárnosť a ekonomickú stránku umelého osvetlenia, spolu s druhom činnosti, ktorá má byť v danom mieste vykonávaná. Cieľom všetkého je vytvoriť zrakovú pohodu a zabezpečiť bezpečnosť pri bežných ako aj pracovných činnostiach. Na výpočet môžeme okrem tabuliek, rovníc a grafov používať simulačné programy (napr. Wils 6.3), ktoré nám v súčasnosti poskytuje výpočtová technika a ktorá urýchľuje a spresňuje požadované výsledky. Obrovskou výhodou takto získaných výstupov je možnosť vizualizácie v 3D rozmere. Čo sa týka samotných metód výpočtu poznáme metódu pomerných príkonov, tokovú metódu a bodovú metódu. Poslednú spomínanú používa aj simulačný program Wils 6.3.

### Metóda pomerných príkonov

Táto metóda je pomerne jednoduchá a používa sa zväčša **len pri predbežných** návrhoch osvetľovacej sústavy. Výpočet prebieha za pomoci tabuliek pomerných príkonov, v ktorých nájdeme hodnoty týchto príkonov. Tie sú potom potrebné pri stanovení osvetlenosti E (z pravidla 100 lx) pre daný typ umelého osvetlenia na jednotku plochy, ktorá je osvetľovaná. Celkový príkon ***Pc*** všetkých svetelných zdrojov teda vypočítame ako podiel pomerného príkonu ***p***, ktorý nájdeme v tabuľkách, veľkosti pracovnej plochy ***A***a požadovanej osvetlenosti ***E*** delenej *100*.



Pred výpočtom samozrejme potrebujeme vedieť aspoň približné odtiene stien a stropov.

***Tabuľka 2.4 Hodnoty pomerných príkonov pre E = 100 lx*** *(Vašina, 2009)*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Osvetlenie** | **Žiarovkami** | | | **Žiarivkami** | | |
| **Svetlé** | **Tmavé** | **Tmavé** | **Svetlé** | **Tmavé** | **Tmavé** |
| **Strop** | | | **Strop** | | |
| **Svetlý** | **Tmavý** | **Tmavý** | **Svetlý** | **Tmavý** | **Tmavý** |
| **Priame** | **14** | **16** | **18** | **4** | **5** | **6** |
| **Prevažne priame** | **18** | **22** | **25** | **5** | **6** | **6,5** |
| **Zmiešané** | **22** | **27** | **34** | **6** | **7** | **9** |
| **Prevažne nepriame** | **25** | **34** | **44** | **6,5** | **9** | **10** |
| **Nepriame** | **29** | **42** | **57** | **7** | **10** | **15** |

### Toková metóda

Cieľom tejto metódy je stanovenie celkového svetelného toku osvetľovacej sústavy,. Výpočet pomocou tokovej metódy vychádza z nasledovnej rovnice:



kde ***ϕc***je celkový svetelný tok všetkých zdrojov, ***E***je priemerná osvetlenosť v bodoch zrovnávanej roviny, prípadne udržovaná osvetlenosť podľa noriem STN EN, ***A***je plocha pôdorysu interiéru, ***η***je činiteľ využitia osvetľovacej sústavy a *z* je udržiavací činiteľ (stanovený ako súčin činiteľa starnutia svetelného zdroja, činiteľa znečistenia svietidla, činiteľa znečistenia osvetľovanej plochy a činiteľa funkčnej spoľahlivosti svietidla).

*(Pozn.: Činiteľ* ***η*** *dokážeme zistiť z katalógových listov výrobcov svietidiel a činiteľ* ***z*** *vypočítame z tabuliek a rovníc k nemu prislúchajúcim, jeho hodnota je však v bežných podmienkach v rozmedzí od 0,45 do 0,65).*

### Bodová metóda

Bodová metóda slúži na zistenie osvetlenosti alebo jasu v daných kontrolných bodoch alebo miestach. Touto metódou dokážeme zistiť ich hodnoty vo vodorovných a zvislých bodoch, ako aj v naklonených rovinách. **Nevýhodou** tejto metódy môže byť fakt, že získané výsledky nezahrnujú odrazené svetelné toky a platia len pre bodové zdroje svetla, ktorých rozmery sa blížia nule. V reálnom živote však svetelný zdroj nie je bezrozmerný, čo logicky spôsobuje určitú chybu pri samotnom výpočte. Na korekciu tejto chyby využívame delenie zdrojov svetla.

*(Pozn.: Simulačný program Wils 6.3 počíta bodovou metódou mnohonásobných odrazov osvetlenia za pomoci numerickej integrácie)*

Na popis princípu fungovania tejto metódy predpokladajme bodový zdroj svetla s maximálnym rozmerom menším, než tretina vzdialenosti daného svietidla od najbližšieho kontrolného bodu (miesta). V takom prípade je chyba výpočtu menšia ako 10 %. Princípom je teda stanovenie osvetlenosti v bode *P*, ktorý je súčasťou obecnej roviny *ρ*, pri šírení žiarenia z bodového zdroja *Z*, pričom platí rovnica:



kde ***Iγ*** je svietivosť zdroja pri uhle ***γ***, určená z krivky svietivosti svetelného zdroja, ***β***je uhol dopadu svetla na kontrolnú rovinu ***ρ*** a ***l, h, p***označujú vzdialenosti.

Krivky svietivosti zvyčajne uvádzame pre referenčný svetelný tok *ϕ* = 1000 lm. Avšak treba poznamenať, že tento tok sa líši od svetelného toku všetkých zdrojov svetla ***ϕz*** vyžarovaných svietidlom. Kvôli tomu je nutné svietivosť ***Iγ*,** ktorá je stanovená z krivky svietivosti, prepočítať na skutočný svetelný tok svietidla ***ϕz***.





***Obrázok 2.4 Stanovenie osvetlenosti v bode obecnej roviny***

Ďalšou možnosťou určenia osvetlenosti v bode ***P***je preložiť tento bod rovinou ρ0, ktorá je kolmá na smer svietivosti I0, pričom platí:





***Obrázok 2.5 Stanovenie osvetlenosti v bode obecnej roviny ρ0 kolmej na smer I0***

## NORMY PRE VÝPOČTY A MERANIE OSVETLENIA

Normy, ktoré sú potrebné pri výpočtoch , meraniach alebo návrhu osvetlenia a vypracovanie svetelnotechnického projektu sú:

1. ***STN EN 12464-1: 2012 Svetlo a osvetlenie. Osvetlenie pracovísk. Časť 1: Vnútorné pracoviská.( Light and lighting.Lighting of work places.Part 1:Indoor work places)***

Stanovuje požiadavky na osvetlenie pre vnútorné pracovné priestory z hľadiska zrakovej pohody a zrakového výkonu. Sú v nej uvedené všetky bežné zrakové úkony. Stanovuj požiadavky na riešenie osvetlenia pre väčšinu vnútorných pracovných priestorov. Sú v nej tiež odporúčania pre správnu osvetľovaciu prax. Bola revidovaná a zdokonalená, preto sa v nej kladie dôraz na dôležitosť denného osvetlenia, ďalej požiadavky na osvetlenie sú všeobecne použiteľné nezávisle na tom, či je osvetlenie denné alebo umelé, alebo kombinované (združené). Je špecifikovaná minimálna osvetlenosť stropov a stien, tiež valcová osvetlenosť. Sú uvedené nové limity jasov svietidiel atď.

***Tabuľka 2.5 Normované požiadavky na osvetlenie, oslenenie a index podania farieb***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Typ priestoru, úlohy alebo činnosti** | **Ēm**  **[lx]** | **UGR**  **[-]** | **Ra**  **[-]** |
| Cirkulačné priestory a chodby | 100 | 28 | 40 |
| Schodiská, eskalátory, pohyblivé chodníky | 150 | 25 | 40 |
| Nakladacie rampy a miesta | 150 | 25 | 40 |
| Kancelárie (kopírovanie, zakladanie a pod.) | 300 | 19 | 80 |
| Písanie, čítanie, spracovanie dát | 500 | 19 | 80 |
| Technické kreslenie | 750 | 16 | 80 |
| Pracovná stanica CAD | 500 | 19 | 80 |
| *Konferenčné a zhromažďovacie miestnosti* | 500 | 19 | 80 |
| Recepčný stôl | 300 | 22 | 80 |
| Archív | 200 | 25 | 80 |
| *Učebne a konzultačné miestnosti* | 300 | 19 | 80 |
| Učebne pre večerné štúdium a vzdelávanie dospelých | 500 | 19 | 80 |
| Prednáškové sály | 500 | 19 | 80 |
| Tabule | 500 | 19 | 80 |
| Miestnosti pre výtvarnú výchovu | 500 | 19 | 80 |
| Miestnosti pre výtvarnú výchovu na výtvarných školách | 750 | 19 | 90 |

1. ***STN EN 12464-2: 2015 Svetlo a osvetlenie. Osvetlenie pracovísk. Časť 2: Vonkajšie pracoviská. (Light and lighting. Lighting of work places. Part 2: Outdoor work places)***

Obsahuje termíny a ich definície, kritéria pre stanovenie požiadaviek na osvetlenie vonkajších pracovísk, ktoré zodpovedajú nárokom na zrakovú pohodu a na prevádzku. Uvedené sú všetky bežné zrakové úlohy., rozsiahly súbor väčšiny vonkajších priestorov a činností s uvedenými základnými parametrami osvetlenia (rovnomernosť osvetlenia, činiteľ oslnenia ***GRL***, index podania farieb ***Ra*** a pod.). Obsahuje tiež požiadavky na obmedzenie rušivého oslnenia v dobe nočného kludu a v prílohe A tiež svetelnotechnické požiadavky na bezpečnosť pracovísk.

1. ***STN EN 12193: 2009 Svetlo a osvetlenie. Osvetlenie športovísk. Revízia STN EN 12193: 2001***

Je zameraná na osvetlenie športovísk pre zabezpečenie dobrých podmienok videnia pre športovcov, atlétov, rozhodcov, divákov atď. Popisuje optimalizáciu vnímania zrakovej informácie počas športovej aktivity, udržanie úrovne zrakového výkonu, dosiahnutie zrakovej pohody a obmedzenie rušivého oslnenia. Určuje osvetlenie krytých aj otvorených športovísk pre tie druhy športov, ktoré sú v Európe najčastejšie. Určuje tiež metódy merania hodnôt osvetlenia a pod.

1. ***STN 36 0452: 1986 Umelé osvetlenie obytných budov (Home lighting)***
2. ***STN 73 0580-1: 1986 Denné osvetlenie budov. Časť 1: Základné požiadavky (Daylighting in buildings)***
3. ***STN 73 0580-2: 2000 Denné osvetlenie budov. Časť 2: Denné osvetlenie budov na bývanie (Daylighting of residential building)***
4. ***STN EN 1838: 2014 Svetlo a osvetlenie. Núdzové osvetlenie. (Lighting applications. Emergency lighting)***
5. ***STN EN 12193: 2009 Svetlo a osvetlenie. Osvetlenie športovísk. Revízia SRTN EN 12193:2001 ( Light and lighting. Sports lighting)***
6. ***STN IEC 60050-845: 1999 Medzinárodný elektrotechnický slovník. Časť 195: Uzemňovanie a ochrana pred úrazom elektrickým prúdom. (International Electrotechnical vocabulary. Part 195: Earthing and protection against electric shock)***
7. ***STN EN 12665: 2012 Svetlo a osvetlenie. Základné termíny a kritéria na stanovenie požiadaviek na osvetlenie (Light and lighting.Basic terms and criteria for specifying lighting requirements)***
8. ***TNI CEN/TR 13201-1: 2015 Osvetlenie pozemných komunikácií. Časť 1: Výber tried osvetlenia (Road lighting - Part 1: Selection of lighting classes)***