

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ
magisterský studijní program
Inteligentní budovy

ELEKTRICKÉ SVĚTLO

1

Prof. Ing. Jiří Habel, DrSc.
Ing. Petr Žák, Ph.D.

Praha
2009

Předmluva

Předkládaný učební text je určen studentům 1.roč. magisterského učebního programu „Inteligentní budovy“ – zaměření elektrotechnické / inženýrské jako pomůcka ke studiu předmětu Elektrické světlo 1.

Ve skriptu jsou probrány důležité poznatky z fyziologie zrakového systému a procesu vidění a dále základní světelně technické veličiny i jejich souvislosti. Pozornost je zaměřena též na měření svítivosti, světelného toku, osvětlenosti i jasů. Čtenář se seznámí s hlavními druhy a vlastnostmi světelných zdrojů a svítidel používaných pro všeobecné osvětlování a rovněž s nejdůležitějšími zásadami návrhu osvětlovacích soustav a řízení jejich provozu, s principy světelně technických výpočtů i s posuzováním energetické náročnosti umělého osvětlení.

Předložená učební pomůcka není jistě bez nedostatků. Proto budeme všem čtenářům vděční za veškeré jejich připomínky jak k obsahu, tak i ke způsobu zpracování látky.

V Praze, v září roku 2009

Autoři

Obsah

Předmluva

Obsah

ÚVOD

1. ELEKTROMAGNETICKÉ ZÁŘENÍ

1.1 Viditelné záření a světlo

1.2 Ultrafialové záření

1.3 Infračervené záření

2. ZRAKOVÝ ORGÁN A VIDĚNÍ

2.1 Zrakový systém

2.2 Akomodace oka

2.3 Adaptační mechanismy

2.4 Zorné pole

2.5 Rozlišovací schopnost

2.6 Spektrální citlivost zraku

2.7 Zraková pohoda

2.8 Oslnění

2.9 Vady optického vybavení oka

Literatura

3. ZÁKLADNÍ SVĚTELNĚ TECHNICKÉ VELIČINY A POJMY

3.1 Světelný tok

3.2 Prostorový úhel

3.3 Svítivost

3.4 Osvětlenost

3.5 Jas svazku světelných paprsků

3.6 Světlení

3.7 Veličiny charakterizující světelně technické vlastnosti hmot

3.8 Charakteristiky prostorových vlastností osvětlení

4. ZÁKLADY NAUKY O BARVĚ

4.1 Barva – vlastnost zrakového vjemu

4.2 Barevný tón a sytost barvy

4.3 Barevný podnět

4.4 Trichromatické soustavy

4.5 Trojúhelník barev – diagram chromatičnosti

4.6 Rovnoměrné kolorimetrické soustavy

4.7 Přirozené barevné souřadnice

4.8 Teplota chromatičnosti

4.9 Princip adičního míšení barev

4.10 Vzorníky barev

4.11 Jakost podání barev a chromatičnost světla zdrojů

4.12 Hodnocení kvality vjemu barev

Literatura

5. ZÁKLADY MĚŘENÍ SVĚTELNĚ TECHNICKÝCH VELIČIN

- 5.1 Měření svítivosti
 - 5.2 Měření čar svítivosti
 - 5.3 Měření světelného toku
 - 5.4 Měření osvětlenosti
 - 5.5 Měření jasu
 - 5.6 Měření integrálních charakteristik světelného pole
 - 5.7 Nejistoty měření
- Literatura

6. SVĚTELNÉ ZDROJE

- 6.1 Druhy elektrických světelných zdrojů
- 6.2 Ukazatele kvality světelných zdrojů
- 6.3 Stabilizace výboje výbojových zdrojů
- 6.4 Luminofory
- 6.5 Doba života světelného zdroje
- 6.6 Žárovky
- 6.7 Halogenové žárovky
- 6.8 Zářivky
- 6.9 Rtuťové vysokotlaké výbojky
- 6.10 Halogenidové výbojky
- 6.11 Nízkotlaké sodíkové výbojky
- 6.12 Vysokotlaké sodíkové výbojky
- 6.13 Světlo emitující diody – LED
- 6.14 Indukční výbojky

7. SVÍTIDLA

- 7.1 Světelně činné a konstrukční části svítidel
- 7.2 Třídění svítidel
- 7.3 Světelná účinnost svítidel

8. NEJDŮLEŽITĚJŠÍ ZÁSADY OSVĚTLOVÁNÍ

- 8.1 Hladiny jasů a osvětleností
- 8.2 Rozložení jasů a rovnoměrnost osvětlenosti v zorném poli
- 8.3 Oslnění a jeho hodnocení
- 8.4 Jakost podání barev
- 8.5 Směrovost a stínivost osvětlení
- 8.6 Stálost osvětlení
- 8.7 Hospodárnost osvětlení

9. OSVĚTLOVACÍ SOUSTAVY

- 9.1 Členění osvětlovacích soustav umělého osvětlení
- 9.2 Celkové, odstupňované a kombinované osvětlení
- 9.3 Osvětlení přímé, smíšené a nepřímé
- 9.4 Výběr světelných zdrojů, volba svítidel a jejich rozmístění
- 9.5 Návrh osvětlovací soustavy a světelně technický projekt
- 9.6 Údržba osvětlovacích soustav – udržovací činitel
- 9.7 K osvětlování různých typů interiérů

10. PŘEDBĚŽNÝ VÝPOČET PARAMETRŮ OSVĚTLOVACÍCH SOUSTAV

- 10.1 Odhad příkonu osvětlovací soustavy
- 10.2 Toková metoda výpočtu průměrné osvětlenosti ve vnitřním prostoru
- 10.3 Střední činitel odrazu plochy
- 10.4 Ekvivalentní činitel odrazu výstupního otvoru dutiny
- 10.5 Toková metoda výpočtu průměrného jasu stropní dutiny a stěn
- 10.6 Určení průměrné hodnoty střední kulové osvětlenosti
- 10.7 Toková metoda výpočtu průměrné osvětlenosti komunikace
- 10.8 Toková metoda výpočtu průměrného jasu vozovky

11. BODOVÁ METODA VÝPOČTU PARAMETRŮ OSVĚTLENÍ

- 11.1 Integrální charakteristiky v poli svítidla bodového typu
 - 11.1.1 Světelný vektor a osvětlenost v poli svítidla bodového typu
 - 11.1.2 Střední kulová a válcová osvětlenost v poli bodového zdroje
- 11.2 Výpočet parametrů v poli svítidel přímkového a plošného typu
- 11.3 Výpočet nepřímých složek parametrů
- 11.4 Hodnocení úrovně zábrany oslnění v interiérech

12. OVLÁDÁNÍ A ŘÍZENÍ OSVĚTLOVACÍCH SOUSTAV

- 12.1 Zapnutí a vypnutí osvětlení
- 12.2 Optimalizace spotřeby elektrické energie
- 12.3 Zlepšení komfortu ovládání
- 12.4 Biodynamické osvětlení
- 12.5 Monitoring a diagnostika osvětlovací soustavy

13. ENERGETICKÁ NÁROČNOST OSVĚTLOVACÍCH SOUSTAV

- 13.1 Energetická náročnost umělého osvětlení budov
- 13.2 Výpočet spotřeby elektrické energie pro osvětlení
- 13.3 Možnosti úsporných opatření
 - 13.3.1 Volba osvětlovací soustavy
 - 13.3.2 Volba technických prostředků
 - 13.3.3 Kontrola dimenzování osvětlovací soustavy
 - 13.3.4 Využití denního světla
 - 13.3.5 Kontrola přítomnosti osob
 - 13.3.6 Zavedení časových režimů

Literatura

ÚVOD

Zdravé životní prostředí podmiňuje řada důležitých činitelů, k nimž patří jak voda, půda a vzduch (s jeho určitou teplotou, vlhkostí i obsahem škodlivých látek), tak také světlo. Světlo totiž nejen zásadně ovlivňuje podmínky zrakového vnímání, ale významnou měrou přispívá i k vytváření celkové duševní pohody lidí. Prostřednictvím svého zraku získává člověk asi 80 až 90% všech informací o prostředí, které ho obklopuje. Proto se lidé snaží využitím vhodných technických prostředků dosáhnout co nejlepších podmínek pro práci zraku.

Příjemný psychofyziologický stav, při němž zrak plní své funkce s maximální účinností a při němž má člověk nejen pocit, že dobře vidí, ale cítí se také psychicky dobře a rovněž prostředí, v němž se nachází, je mu vzhledově příjemné, se označuje pojmem **zrková pohoda**. Činnost lidí zaměřená k dosažení podmínek zrakové pohody, včetně využití různých technických prostředků, se nazývá **osvětlování**.

Působením světelného záření vyvolává okolní prostředí v člověku nejen fyziologické, ale i psychologické reakce, které jsou ovlivněny jak množstvím světelné energie, tak také jejím prostorovým a časovým rozdělením, druhem světla a jeho barevnou jakostí. Proto je nedílnou součástí prostředí, které člověka obklopuje, rovněž i prostředí světelné (světelné mikroklima). Dobré osvětlení v průmyslových podnicích umožňuje výrazně zvýšit produktivitu práce, její bezpečnost a rovněž jakost výroby. Dokonalejším uličním osvětlením lze snížit počet dopravních nehod po setmění téměř o jednu třetinu a zabránit tak mnoha hmotným škodám i ztrátám na lidských životech. Dobré veřejné osvětlení přispívá ke zvýšení všeobecné bezpečnosti osob i majetku, zvyšuje pravděpodobnost identifikace pachatele trestných činů a některé pachatele od trestné činnosti přímo odrazuje. Neméně závažnou roli hraje kvalitní osvětlení zdravotnických zařízení, kulturních a společenských prostorů i domácností. I v odpočinkových prostorech přispívá dobré osvětlení podstatnou měrou k dokonalejší a rychlejší psychické i fyzické regeneraci organismu člověka.

Nevhodné osvětlení může být příčinou úrazů nejen při práci a při běžném pohybu po komunikacích uvnitř budov nebo venku, ale také i při jiných činnostech spojených s rychlými pohyby, které vyžadují okamžité reakce jak na přijaté zrakové vjemy, tak i na jiné podněty. Nesprávné osvětlení zrakového úkolu při pracovních činnostech se projevuje nejen zrakovou, ale i celkovou únavou, kterou organismus signalizuje přetížením. Po určité době se pak obvykle dostavuje pálení očí, bolest hlavy a další obtíže.

Působením viditelného záření spolu se zářením ultrafialovým a infračerveným může u některých citlivějších materiálů (tkaniny, obrazy a jiné umělecké předměty, dokumenty aj.) docházet k jejich rychlejšímu stárnutí, ke ztrátě barevných vlastností (kolority), popřípadě i k dalším poškozením (narušení jejich struktury a mechanické pevnosti). Na druhé straně správně řešené osvětlení může umělecká díla, architekturní prvky, popřípadě i celé stavby zvýraznit a zvýšit jejich působivost.

V souvislosti se zvyšujícími se požadavky na kvalitu, efektivnost i množství vykonávané práce i se vzrůstajícími úkoly v oblasti zlepšování pracovního a životního prostředí stále stoupají nároky na úroveň osvětlení a zvětšuje se i rozsah a doba využití prostorů s umělým osvětlením. Technika osvětlování je proto důležitým prostředkem, kterým lidé ve značné míře mohou ovlivnit úroveň svého životního prostředí. Při dodržení zásad správného osvětlení lze totiž v souladu s technickými a ekonomickými možnostmi vytvořit příznivé podmínky pro požadovanou činnost lidí a pro vznik jejich zrakové pohody.