

## 5.8 Měření osvětlení pracovní plochy

### 5.8.1 Úvod

Světlo je pro člověka především prostředkem k přenosu a získání informací o prostředí, které ho obklopuje. Podíl přijatých informací – vjemů, je pomocí zrakového orgánu u průměrného jedince a za normálních okolností přibližně 80-85%. Vezmeme-li v úvahu, že podle mezinárodních statistik, se tentýž jedinec, vzdálený přírodnímu prostředí, pohybuje až 90% svého života v krytých prostorech, je otázka kvalitního umělého osvětlování pak důležitá nejen z pohledu jeho zdraví, ale i vývoje od nejtělejšího věku.

Umělé osvětlení je v životním prostředí člověka, vzhledem k měnícímu se životnímu stylu, stále významnější a proto se umělým osvětlením snažíme přiblížit podmínkám, na které je oko navyklé.

Stávající ČSN 36 0450 pro umělé osvětlování vnitřních prostorů člení prostory do čtyř základních kategorií – A, B, C a D. A dále pro tyto kategorie, jimž přísluší odpovídající činnost, stanovuje hygienická minima průměrného osvětlení, rovnoměrnosti osvětlení, a dalších parametrů.

Měření má za úkol prověřit tyto parametry, v nakonfigurované osvětlovací soustavě.

### 5.8.2 Rozbor úlohy

Metodika vychází za dvou základních norem: ČSN 36 0011-1 *Měření osvětlení* a ČSN 36 0011-3 *Měření umělého osvětlení*. Metodika v podstatě obsahuje několik základních částí, které je třeba zpracovat jako podklad pro vypracování protokolu z měření. Kromě všeobecných základních údajů, jako jsou definice a charakteristika prostoru, osvětlovací soustavy, atd. (např. Obr. 5-13), jsou to údaje o měřicích přístrojích, světelných zdrojích, svítidlech, atd.

Měří se hlavní osvětlení. Fakticky to znamená, že se měří celkové osvětlení na srovnávací rovině (ve výšce 0,85 m nad podlahou) a osvětlení pracovních míst. Ve většině případů se jedná o horizontální složku osvětlení (výjimkou je například tabule, kde je rozhodující složka vertikální). Celkové osvětlení v prostoru nebo jeho funkčně vymezené části se měří v síti pravidelně rozložených bodů.

Nejmenší počet bodů je možno vypočítat za vztahu:

$$n = \frac{1}{k} = \frac{a \cdot b}{5 \cdot h \cdot (a + b)} \quad (5.28)$$

kde  $a, b$  ... rozměry měřené místnosti [m],  
 $h$  ... výška svítidla nad srovnávací rovinou [m],  
 $k$  ... činitel místnosti [-].

Při měření osvětlení pracovních částí (ploch) se měřicí body rozmístí v pravidelné síti ve vzdálenosti odpovídající velikosti této plochy, avšak minimálně po 0,2m. Při volbě bodů je třeba zohlednit polohu svítidla, aby se mohla postihnout místa největší i nejmenší intenzitou.

Naměřené hodnoty se zpracují tabelárně, přičemž se do výsledné hodnoty zahrnou všechny korekční činitele ovlivňující naměřené hodnoty.

Provedené měření hodnotíme následujícími kritérii:

- průměrná hodnota horizontálního osvětlení, jde o aritmetický průměr všech provedených měření:

$$E_{P,HR} = \frac{\sum_n E_{P,HR,n}}{n} \quad (lx) \quad (5.29)$$

kde  $n$  je celkový počet měření.

- maximální hladina intenzity osvětlení odpovídá nejvyšší změřené hodnotě:

$$E_{\max,HR} \quad (lx) \quad (5.30)$$

- minimální hladina osvětlení je nejnižší změřená hodnota:

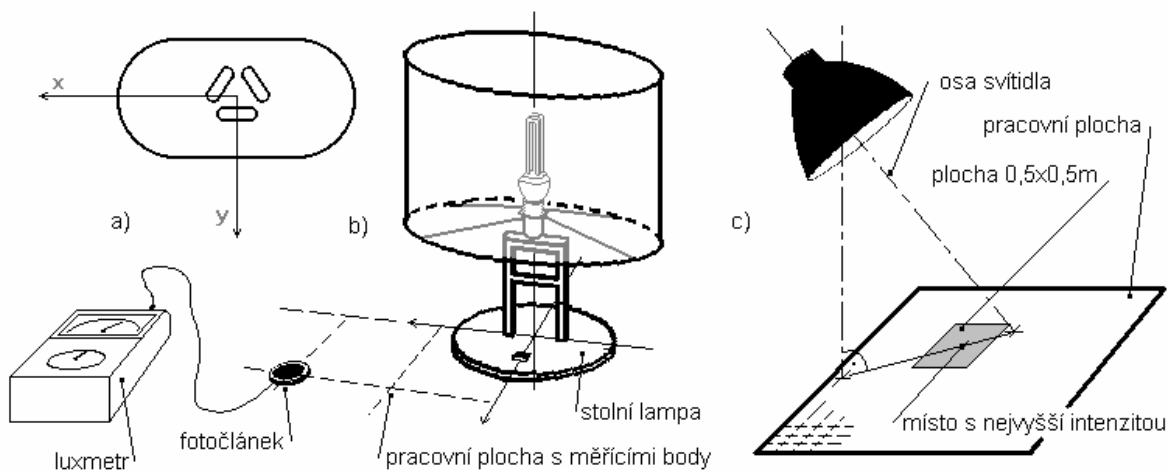
$$E_{\min,HR} \quad (lx) \quad (5.31)$$

- rovnoměrnost osvětlení je dána poměrem minimální intenzity osvětlení k průměrné intenzitě osvětlení dle vztahu:

$$r = \frac{E_{\min,HR}}{E_{P,HR}} \quad (-;lx;lx) \quad (5.32)$$

hodnoty rovnoměrnosti musí být dle normy nejméně:

- pro trvalý pobyt  $r=0,65$  (1:1,5),
- pro krátkodobý pobyt  $r=0,4$  (1:2,5),
- pro občasný pobyt  $r=0,1$  (1:10).



Obr. 5-13 – Orientace svítidla a zdroje pro měření izoluxních průběhů - a) orientace světelného zdroje v systému svítidla, b) vzájemná poloha svítidla, zdroje a souřadnicového systému pracovní plochy, c) systém pro měření a zpracování hodnot v případě že osa svítidla není kolmá na pracovní plochu

Kromě těchto hodnotících parametrů a kritérií, je třeba mít k dispozici grafický průběh osvětlení v prostoru a také izoluxní průběh. Izoluxa popisuje místa se stejnou intenzitou osvětlení a tvoří ji uzavřená křivka či její část (viz. Obr. 5-14).

Osvětlení na pracovní ploše pomocí stolního svítidla (např. Obr. 5-13), je zvláštní případem a je třeba mít na paměti, že slouží především k místnímu přisvětlení.

### 5.8.3 Úkol měření

Změřte osvětlení pracovní plochy ve zvolených bodech od zadaného svítidla a zakreslete graf průběhu intenzity osvětlení.

Dále vynesete izoluxní průběhy pro jednotlivé hodiny osvětlení a vypočtete kvalitativní a kvantitativní ukazatele osvětlení na pracovní ploše, při dané konfiguraci.

V grafu izolux ohraničte prostor v níž je na pracovní ploše rovnoměrnost osvětlení  $r > 0,1$ .

### 5.8.4 Postup měření

1. Nastavte svítidlo do zvolené polohy a запиšte si jeho x, y, z souřadnice. Zaznamenejte si rovněž polohu osy svítidla k osvětlované pracovní ploše (viz. Obr. 5-13c)).
2. Zapněte svítidlo a postupně změřte intenzitu osvětlení předloženým luxmetrem ve všech zvolených bodech srovnávací roviny-pracovní plochy.
3. Intenzitu osvětlení запиšte do tabulky a proveďte zadaná vyhodnocení.

### 5.8.5 Zpracování výsledků

Změřené hodnoty запиšte do vhodné tabulky respektující geometrické rozměry měřeného prostoru (např. Tab. 5-4) a dále je vynesete do grafů (viz. Obr. 5-14). Nejvýhodnější způsob zpracování je využití programu s nástroji pro 2D a 3D vykreslování. Například EXEL, atd. , ale nejlepší z dostupných je MATLAB.

Tab. 5-4 – Naměřené hodnoty osvětlení na srovnávací rovině dané lampy

E [lx]		x [cm]												
		0	10	20	..	..	..	..	..	..	..			
cm]	0	vertikální umístění zdroje (osa lampy)												
	10													
	20													
	..													

Tabelarizované hodnoty představují v podstatě matici, jejíž řádky a sloupce jsou souřadnicový systém s ekvidistantní vzdáleností (souřadnicová síť 10x10 cm). Velikost souboru je dostatečná pro analýzu základních parametrů (viz. 5.8.2), ale například pro vynesení izoluxních průběhů je naopak nedostatečná. Proto je vhodné změřenou síť bodů rozšířit interpolací na matici s více prvky.

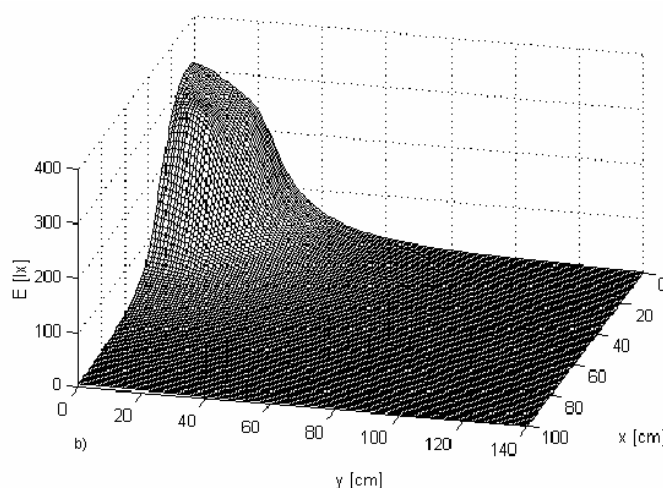
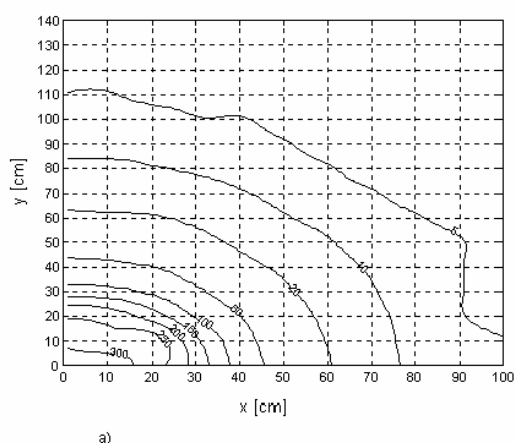
Příkazy MATLABu vybrané pro vhodné řešení úlohy jsou:

- `X`, `Y`, `Z` –definice základního prostoru,
- `meshgrid` –rozšíření souřadnicové sítě,
- `interp2` –interpolace změřených hodnot kvadratickou funkcí respektující fyzikální základ,
- `mesh` –vykreslení trojrozměrného grafu (viz. Obr. 5-14),
- `contour` –vykreslení nadefinovaných izolux (viz. Obr. 5-14),
- `clabel`, `flipud` –další související příkazy.

Pro správné zadání parametrů uvedených funkcí je možno využít rozsáhlé a mnohdy i kvalitní nápovědy.

Osvětlení pracovní plochy pomocí stolní lampy nazýváme místní a proto ho budeme i stejným způsobem hodnotit. Jelikož je zřejmé, že na velké pracovní ploše nemůžeme jen pomocí stolní lampy, bez celkového osvětlení, vytvořit podmínky požadované hygienickými normami (rovnoměrnost  $r < 0,1$ ), je zapotřebí přijmout doplňující informace.

Kritéria kvality osvětlení  $E_{P,HR}$  a  $r$ , tedy na základě předchozího, omezíme na prostor 0,5x0,5m se středem v místě s největší intenzitou. Osa svítidla nemusí být vždy kolmá k pracovní ploše a tudíž místo s největší intenzitou se nemusí nacházet kolmo pod ním, ale nemusí být ani v místě kde se protne osa svítidla s pracovní plochou (viz Obr. 5-13 c)).



Obr. 5-14 – Isoluxní křivky v jednom kvadrantu na srovnávací rovině dané lampy a); Průběh osvětlení v jednom kvadrantu na srovnávací rovině dané lampy b)

### 5.8.6 Závěr

V závěru zhodnoťte výsledky kvantitativních a kvalitativních ukazatelů a rozhodněte o vhodnosti použité stolní lampy pro samostatné osvětlení pracovní plochy při dané konfiguraci prostoru.