

9. Umělé osvětlení

Umělé osvětlení vhodně doplňuje nebo zcela nahrazuje denní osvětlení v případě jeho nedostatku a tím přispívá ke zlepšení zrakové pohody člověka. Umělé osvětlení ale potřebuje zdroj energie, protože vzniká transformací jiného druhu energie (např. elektrické nebo chemické).

Umělé osvětlení doplňuje nebo zcela nahrazuje denní osvětlení a ke svému provozu potřebuje zdroj energie.

9.1 Základní veličiny

Zářivý tok ϕ_e [W] je definován jako výkon přenesený zářením, resp. jako množství zářivé energie Q_e [W·s] přenesené tokem fotonů za jednotku času t [s]:

$$\phi_e = \frac{dQ_e}{dt} . \quad (9.1)$$

Světelný tok ϕ je fotometrická veličina vyjadřující schopnost zářivého toku způsobit zrakové vnímání. Jednotkou světelného toku je 1 lumen [lm], Pro přepočty fotometrických veličin na zářivé a naopak se používají rovnice:

$$1 \text{ lm} = 147 \cdot 10^{-5} \text{ W} , \text{ resp.} \quad (9.2)$$

$$1 \text{ W} = 680 \text{ lm} . \quad (9.3)$$

Prostorový úhel Ω [sr] je úhel, ve kterém se z určitého elementárního zdroje v prostoru šíří svazek paprsků. Je definován vztahem:

$$\Omega = \frac{S_r}{r^2} , \quad (9.4)$$

kde S_r [m²] je velikost plochy, kterou na povrchu koule o poloměru r [m] se středem v elementárním zdroji vytváří kuželová plocha, ve které se šíří světelné paprsky z elementárního zdroje.

Světelné množství Q [lm·s] je veličina, která se používá pro ekonomické posouzení zdrojů světla:

$$Q = \int_0^t \phi \cdot dt . \quad (9.5)$$

Důležitou fotometrickou veličinou ve světelné technice je svítivost. Svítivost (zdroje v daném směru) I je dána podílem světelného toku $d\phi$, který zdroj vyzařuje ve směru osy elementárního prostorového úhlu $d\Omega$, a velikosti tohoto prostorového úhlu:

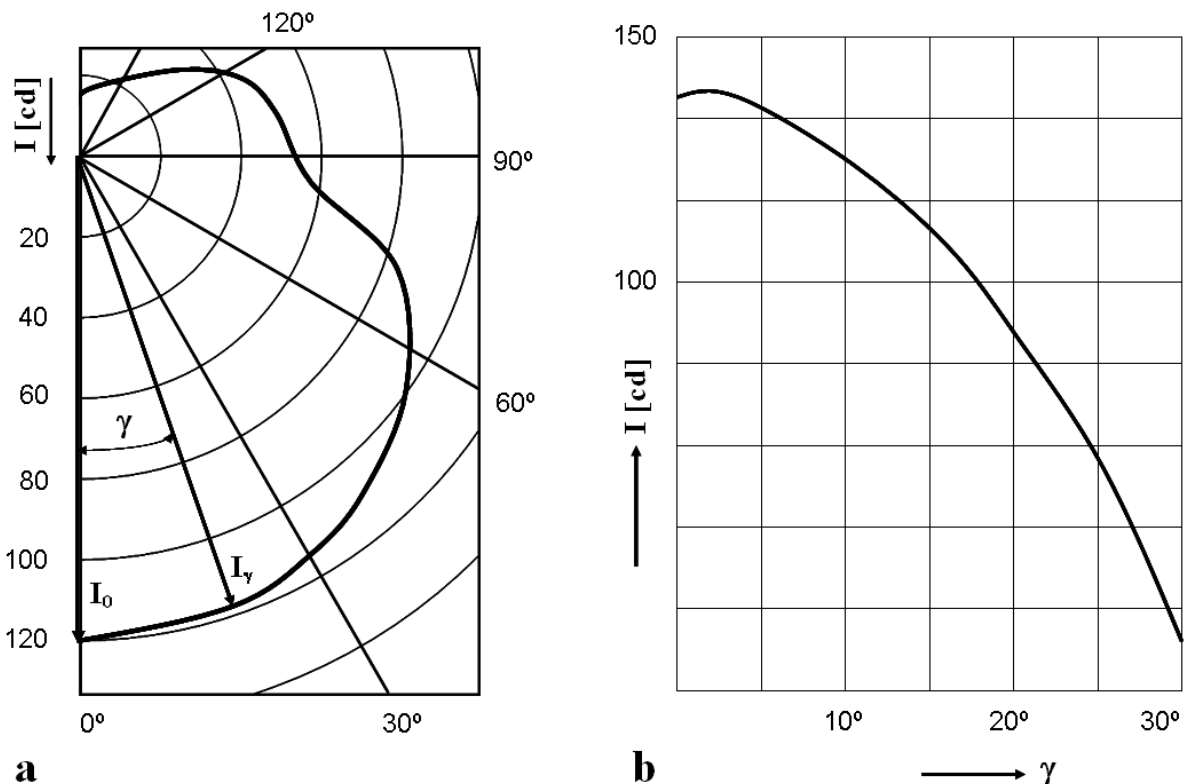
$$I = \frac{d\phi}{d\Omega} . \quad (9.6)$$

Jednotkou svítivosti je 1 kandela [cd = lm·sr⁻¹], která patří mezi sedm základních jednotek v soustavě SI. Svítivost zdroje je obecně jiná v různých směrech (tzn. vzhledem k úhlu γ). Z tohoto důvodu se svítivost zdroje charakterizuje křivkou svítivosti, která bývá uvedena v katalogovém listu svítidla. Křivky svítivosti se zakreslují v polárních nebo pravoúhlých souřadnicích (viz obr. 9.1) pro zdroj se světelným tokem $\phi = 1000$ lm.

Svítivost je dána podílem světelného toku, který zdroj vyzařuje ve směru osy elementárního prostorového úhlu, a velikosti tohoto prostorového úhlu.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky





Obr. 9.1: Křivky svítivosti (a – polární souřadnice, b – pravoúhlé souřadnice)

Intenzita osvětlení (resp. osvětlenost) E je fotometrická veličina, která je dána poměrem dopadajícího světelného toku ϕ [lm] na elementární plochu S [m²] a velikostí této plochy:

$$E = \frac{d\phi}{dS} \quad (9.7)$$

Jednotkou osvětlenosti je 1 lux [lx = lm · m⁻²].

Osvětlenost je dána podílem světelného toku dopadajícího na elementární plochu a velikosti této elementární plochy.

Čáry, které na dané rovině spojují místa se stejnou osvětleností, se nazývají izoluxy.

Osvětlenost všeobecně klesá se čtvercem vzdálenosti l [m] od zdroje světla. Tuto skutečnost popisuje kvadratický zákon:

$$E = \frac{I}{l^2} \quad (9.8)$$

V případě, že světelné paprsky nedopadají kolmo na osvětlovanou plochu, ale obecně pod nějakým úhlem dopadu α , platí kosinový (resp. Lambertův) zákon pro osvětlenost:

$$E = \frac{I \cdot \cos \alpha}{l^2} \quad (9.9)$$

Pozn.: Při kolmém dopadu světelných paprsků na osvětlovanou plochu (tzn. ve směru osy normály procházející touto plochou) je úhel dopadu $\alpha = 0^\circ$ a v tomto případě platí rovnice (9.8) při stanovení osvětlenosti. V ostatních případech je třeba stanovit osvětlenost z rovnice (9.9).

Světlení M [lm · m⁻²] je dáno podílem vyzařovaného světelného toku ϕ , určitou plochou a velikostí této plochy:

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky



$$M = \frac{d\phi_v}{dS} \quad (9.10)$$

Jas L [$\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$] (v určitém směru na daném místě povrchu) je definován rovnicí:

$$L = \frac{d^2\phi}{d\Omega \cdot dS \cdot \cos\alpha}, \quad (9.11)$$

kde ϕ je světelný tok vycházející, dopadající nebo procházející elementární plochou dS a $dS \cdot \cos\alpha$ – průmět elementární plochy do roviny, která je kolmá ke směru danému osou elementárního prostorového úhlu $d\Omega$.

Osvětlení H [$\text{lx} \cdot \text{s}$] je definován buď jako plošná hustota světelného množství nebo jako součin osvětlení a doby jeho trvání.

$$H = \frac{dQ}{dS} = \int_{t_0}^t E \cdot dt \quad (9.12)$$

Měrný výkon světelného zdroje η_v [$\text{lm} \cdot \text{W}^{-1}$] je dán poměrem vyzařovaného světelného toku a příkonu P [W] spotřebovaného ve světelném zdroji:

$$\eta_v = \frac{\phi}{P} \quad (9.13)$$

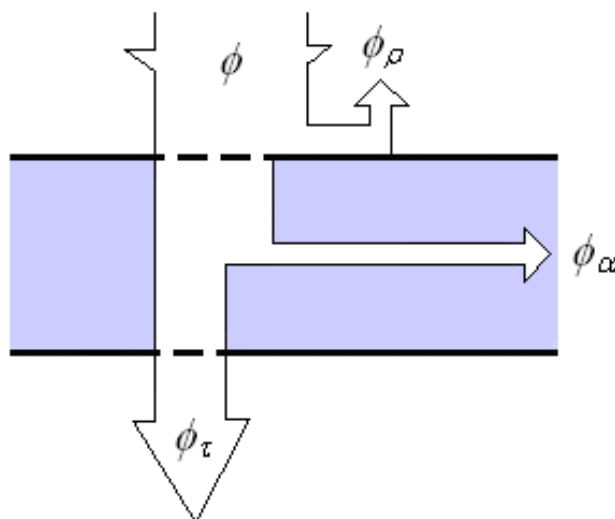
9.2 Energetická bilance při šíření světla

Předpokládejme světelný tok dopadající na světelně činnou látku. Tento tok se může od dané látky odrazit, pohltit v látce (dojde k zahřátí látky na vyšší teplotu) nebo prostoupit touto látkou. Dopadající světelný tok ϕ je tedy součtem dílčích světelných toků:

$$\phi = \phi_\rho + \phi_\tau + \phi_\alpha, \quad (9.14)$$

kde ϕ_ρ je světelný tok, který se odrazí, ϕ_τ – světelný tok, který prostoupí přes látku a ϕ_α – světelný tok, který látka pohltí.

Energetická bilance šíření světelného toku přes světelně činnou látku je znázorněna na obr. 9.2. Na základě této energetické bilance jsou definovány světelné činitele.



Obr. 9.2: Energetická bilance šíření světelného toku přes látku

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky



9.2.1 Světelné činitele

Světelně technické vlastnosti látek jsou charakterizovány třemi bezrozměrnými činiteli.

Činitel odrazu ρ je podíl odraženého světelného toku od povrchu látky a dopadajícího světelného toku na povrch této látky:

$$\rho = \frac{\phi_{\rho}}{\phi}. \quad (9.15)$$

Činitel prostupu τ je podíl prošlého světelného toku danou látkou a dopadajícího světelného toku na povrch této látky:

$$\tau = \frac{\phi_{\tau}}{\phi}. \quad (9.16)$$

Činitel pohltivosti α je podíl pohlceného světelného toku v látce a dopadajícího světelného toku na povrch této látky:

$$\alpha = \frac{\phi_{\alpha}}{\phi}. \quad (9.17)$$

Činitel odrazu světla je podíl odraženého světelného toku od povrchu látky a dopadajícího světelného toku na tuto látku. Činitel prostupu světla je podíl prošlého světelného toku látkou a dopadajícího světelného toku na tuto látku. Činitel pohltivosti světla je podíl pohlceného světelného toku v látce a dopadajícího světelného toku na tuto látku.

Vyjádří-li se dílčí světelné toky z rovnic (9.15) až (9.17) a následně dosadí do rovnice (9.14), získá se rovnice popisující závislost mezi dílčími světelnými toky ve tvaru:

$$\rho + \tau + \alpha = 1. \quad (9.18)$$

Z předchozí rovnice je zřejmé, že součet činitele odrazu, činitele prostupu a činitele pohltivosti je roven 1. To je v souladu se zákonem zachování energie.

9.3 Světelné zdroje, jejich rozdělení

Světelný zdroj je předmět nebo jeho povrch, který vyzařuje světlo v něm vyrobené. Světelné zdroje jsou popsány kvantitativními a kvalitativními parametry. Kvantitativním parametrem světelných zdrojů je měrný výkon. Ke kvalitativním parametrům patří životnost světelného zdroje, stálost světelného toku v průběhu života zdroje, prostorové rozložení světelného toku a chromatičnost světla zdroje (tj. teplota chromatičnosti a index podání barev).

Existují dvě hlediska rozdělení světelných zdrojů. Z hlediska původu se dělí světelné zdroje na:

- přírodní – tj. zdroj, který vznikl bez zásahu člověka (např. slunce, blesk, měsíc a polární záře),
- umělé – tj. zdroj určený na přeměnu nějaké energie (především elektrické, chemické aj.).

Podle způsobu vzniku optického záření se rozdělují světelné zdroje na:

- teplotní (inkadescenční) – optické záření vzniká zahřátím pevné látky na vysokou teplotu,
- výbojové – optické záření vzniká vybuzením atomů plynů nebo par kovů v elektrickém výboji,
- luminiscenční – optické záření vzniká luminiscencí (světélkováním) pevných látek,
- kvantové generátory – lasery.

Podrobné rozdělení světelných zdrojů je schématicky znázorněno na obr. 9.3.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky



Podle způsobu vzniku optického záření se rozdělují světelné zdroje na teplotní, výbojové, luminiscenční a lasery.

9.3.1 Teplotní světelné zdroje

Světlo u teplotních zdrojů vzniká zahřátím pevné látky na vysokou teplotu. Mezi teplotní zdroje patří:

- žárovky,
- halogenové žárovky,
- nízkovoltové halogenové žárovky.

Klasické žárovky jsou jedním z nejvíce rozšířených světelných zdrojů s povrchovou teplotou až 250 °C. K jejich výhodám patří jednoduchá instalace a údržba. Nedostatkem žárovek je nízký měrný výkon a nízká životnost. Tyto nedostatky odstraňují halogenové žárovky využívající halogenového regeneračního cyklu. Jejich nevýhodou je vysoká cena. Povrchová teplota halogenových žárovek dosahuje 600 °C. Pro nízká napětí (12 V, resp. 24 V) se používají nízkovoltové halogenové žárovky, k jejichž výhodám patří dlouhá životnost, stálost světelného toku, možnost stmívání, jednoduché rozvody aj. K nevýhodám nízkovoltových halogenových žárovek patří náročná výroba a nutnost transformátoru při jejich zapojování.

9.3.2 Výbojové světelné zdroje

Světlo u výbojových zdrojů vzniká vybuzením atomů plynů nebo par při elektrickém výboji, který probíhá za nízkého nebo vysokého tlaku. Z hlediska velikosti tlaku se výbojové zdroje dělí na:

- nízkotlaké – tj. zářivky, svítící trubice a nízkotlaké sodíkové výbojky,
- vysokotlaké – tj. výbojky rtuťové, sodíkové směšové, s velmi vysokým tlakem a xenonové.

Za účelem zvýšení měrného výkonu některých výbojových zdrojů a lepšího barevného podání se používají tzv. luminifory (tj. pevné látky nanášené na vnitřní povrch trubice nebo baňky).

9.3.3 Luminiscenční světelné zdroje

Luminiscenční zdroje světla se dělí na:

- fotoluminiscenční – využití luminiferů (tj. fluorescence a fosforescence),
- elektroluminiscenční – měrný výkon (1 ÷ 5) lm·W⁻¹,
- radioluminiscenční – aplikace v místech bez elektrické energie s negativními účinky radioaktivního záření.

9.4 Svítidla

Svítidlo je zařízení skládající se ze světelného zdroje a ostatních částí, které slouží ke změně světelného toku, upevnění a ochraně světelného zdroje a připojení světelného zdroje k elektrickým rozvodům.

Stínidlo (clona) zabraňuje přímému pohledu na světelný zdroj.

Svítidlo je definováno jako zařízení skládající se ze světelného zdroje a ostatních pomocných částí.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Důležitým parametrem svítidla je jeho účinnost. Světelný tok vyzařovaný svítidlem je vlivem optických ztrát systému svítidla menší než světelný tok světelných zdrojů instalovaných ve svítidle. Potom účinnost svítidla η_s [-] je dána poměrem:

$$\eta_s = \frac{\phi_s}{\phi_z}, \quad (9.19)$$

kde ϕ_s je světelný tok vyzařovaný svítidlem a ϕ_z – celkový světelný tok všech světelných zdrojů, pro který je svítidlo určeno.

9.4.1 Rozdělení svítidel

Svítidla se rozdělují podle různých kritérií:

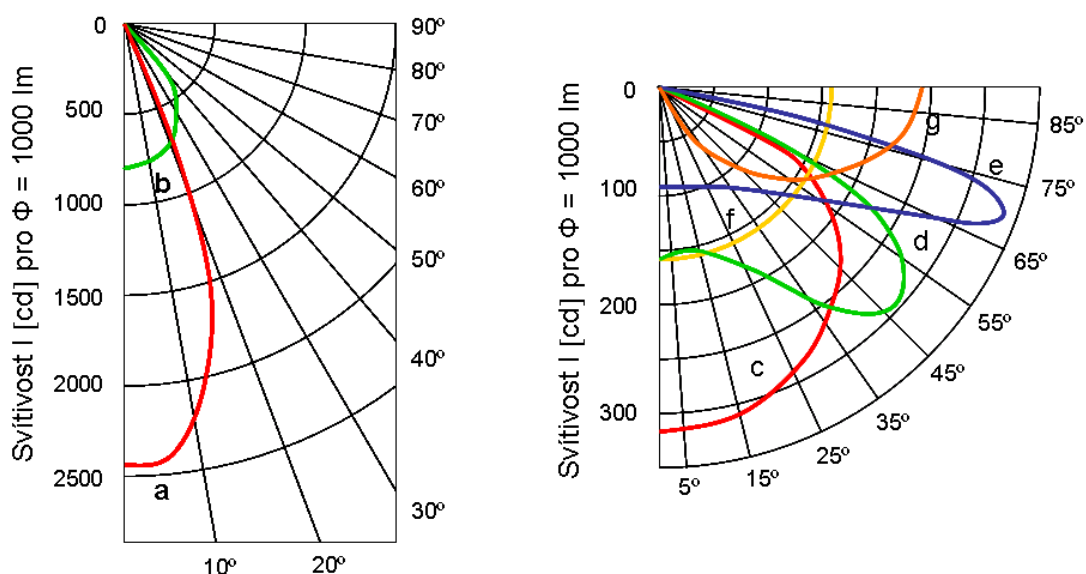
a) podle světelně technických vlastností:

- z hlediska rozložení světelného toku – existuje 5 tříd rozložení světelného toku (viz tab. 9.1) na základě usměrněného světelného toku U [%] do dolního poloprostoru z celkového vyzařovaného světelného toku svítidla. Podle těchto tříd se svítidla dělí do pěti druhů.

Třída	Druh svítidla	U [%]
I	přímé	nad 80
II	převážně přímé	60 ÷ 80
III	smíšené	40 ÷ 60
IV	převážně nepřímé	20 ÷ 40
V	nepřímé	do 20

Tab. 9.1: Rozdělení svítidel podle třídy rozložení světelného toku

- z hlediska tvaru křivky svítivosti – křivka koncentrovaná, hluboká, kosinová, pološiroká, široká, rovnoměrná, sinusová.



Obr. 9.4: Tvary křivek svítivosti (a – koncentrovaná, b – hluboká, c – kosinová, d – pološiroká, e – široká, f – rovnoměrná, g – sinusová)

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky



- b) podle třídy ochrany před nebezpečným dotykovým napětím neživých částí – třídy 0 (minimální ochrana), I, II a III (pouze pro napětí 12 V, resp. 24 V).
- c) podle krytí – proti vnikání cizích předmětů a vody. Označuje se písmeny IP a dvěmi čísly za těmito písmeny. První číslo charakterizuje krytí proti vnikání cizích předmětů (včetně prachu) a nabývá hodnot od 0 (nechráněno) do 6 (prachotěsné). Druhé číslo charakterizuje krytí proti vniknutí vody a nabývá hodnot od 0 (nechráněno) do 8 (možnost trvalého ponoření svítidla do vody).
- d) podle způsobu připevnění – svítidla pevná (např. nástěnná, stropní a závěsná) nebo přemístitelná (např. stolní, ruční a přílbová).
- e) podle požární bezpečnosti – z hlediska montáže svítidel na hořlavý nebo nehořlavý materiál.
- f) podle ostatních kritérií – např. podle umístění svítidel (vnitřní nebo venkovní prostory), druhu osvětlení (tzn. celkové, místní nebo kombinované), místa jejich použití (např. pro byty, průmysl a společenské prostory) apod.

9.5 Světelně technické výpočty

Cílem světelně technických výpočtů je návrh osvětlovacích soustav (tzn. stanovení příkonu a počtu světelných zdrojů a svítidel) nebo zjištění, zda kvalita osvětlení odpovídá normám a předpisům v konkrétním případě.

Světelně technické výpočty se provádí metodou poměrných příkonů, tokovou metodou a bodovou metodou.

9.5.1 Metoda poměrných příkonů

Metoda poměrných příkonů se používá pouze pro předběžný návrh osvětlovací soustavy pomocí tabulek poměrných příkonů (viz tab. 9.2). Tyto tabulky udávají hodnoty poměrných příkonů [$W \cdot m^{-2}$], které jsou potřebné pro stanovení určité osvětlenosti E (zpravidla 100 lx) na jednotkově osvětlované ploše pro daný typ osvětlení. Celkový příkon všech světelných zdrojů se následně stanoví na základě poměrného příkonu, požadované osvětlenosti pro konkrétní zrakový úkol a velikosti pracovní plochy, která je pro tento zrakový úkol určena.

Osvětlení	Žárovkami ^x			Zářivkami		
	Stěny			Stěny		
	Světlé	Tmavé	Tmavé	Světlé	Tmavé	Tmavé
	Strop			Strop		
	Světlý	Světlý	Tmavý	Světlý	Světlý	Tmavý
Přímé	14	16	18	4	5	6
Převážně přímé	18	22	25	5	6	6,5
Směšené	22	27	34	6	7	9
Převážně nepřímé	25	34	44	6,5	9	10
Nepřímé	29	42	57	7	10	15

^xHodnoty platí pro žárovku 100 W a výše

Tab. 9.2: Hodnoty poměrných příkonů [$W \cdot m^{-2}$] pro $E = 100 \text{ lx}$

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky



9.5.2 Toková metoda

Tokovou metodou lze stanovit průměrnou osvětlenost vnitřních prostorů, průměrný jas stěn a stropu, průměrnou osvětlenost komunikace a průměrný jas vozovky.

Při návrhu osvětlovací soustavy ve vnitřním prostoru pomocí tokové metody se vychází ze základního vztahu:

$$\phi_c = \frac{E_{pk} \cdot S}{\eta \cdot z}, \quad (9.20)$$

kde ϕ_c je celkový světelný tok všech zdrojů, E_{pk} – místně průměrná a časově minimální osvětlenost v bodech srovnávací roviny, S – plocha půdorysu vnitřního prostoru, η – činitel využití osvětlovací soustavy při respektování mnohonásobných odrazů světla a z – udržovací činitel.

Cílem je stanovení celkového příkonu osvětlovací soustavy podle následujícího postupu:

- Stanoví se velikost půdorysné plochy S a poloha srovnávací roviny.
- Určí se velikost osvětlenosti E_{pk} dle norem ČSN pro konkrétní zrakový úkol.
- Zvolí se druh světelného zdroje.
- Zvolí se vhodný typ svítidla z katalogových listů.
- Stanoví se světelný tok jednoho svítidla ze vztahu:

$$\phi_{zs} = \phi_z \cdot n_z, \quad (9.21)$$

kde ϕ_z je světelný tok jednoho zdroje a n_z – počet zdrojů ve svítidle.

- Stanoví se činitel využití osvětlovací soustavy η , který závisí na tvaru fotometrické plochy svítivosti svítidel, rozměrech osvětlovaného prostoru a činitelích odrazu světelně činných ploch. Hodnota činitele využití se dá zjistit z tabulek, které jsou součástí katalogového listu každého svítidla.
- Určí se udržovací činitel z , který charakterizuje míru stárnutí, znečištění a poruchovosti osvětlovacího zařízení a je definován rovnicí:

$$z = z_z \cdot z_s \cdot z_{fz}, \quad (9.22)$$

kde z_z je činitel stárnutí světelných zdrojů, z_s – činitel znečištění svítidel a z_{fz} – činitel funkční spolehlivosti.

Činitel stárnutí světelných zdrojů z_z je udáván výrobcem daného světelného zdroje. Pokud není tento činitel výrobcem uveden, u žárovek se uvažuje $z_z = 0,85$, u zářivek a výbojek se předpokládá $z_z = 0,7$.

Velikost činitele znečištění svítidel z_s se stanoví z grafických závislostí a závisí na době používání svítidla, umístění krytů na svítidle a na míře znečištění osvětlovaného prostoru.

Činitel funkční spolehlivosti z_{fz} je udán výrobcem nebo se stanoví na základě doby používání t , která uplyne ze jmenovité doby životnosti t_z světelného zdroje podle následujících vztahů:

$$t \in \langle 0, 2t_z/3 \rangle \dots z_{fz} = 1, \quad (9.23)$$

$$t \in \langle 2t_z/3, 4t_z/3 \rangle \dots z_{fz} = 2 - 1,5t/t_z, \quad (9.24)$$

$$t \geq 4t_z/3 \dots z_{fz} = 0. \quad (9.25)$$

- Stanoví se celkový světelný tok ϕ_c všech zdrojů z rovnice (9.20).

- Určí se minimální potřebný počet svítidel n_s z rovnice:

$$n_s = \frac{\phi_c}{\phi_{zs}}. \quad (9.26)$$

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky



- j) Provede se vhodné (zpravidla rovnoměrné) rozmístění svítidel nad osvětlovanou rovinu na základě doporučujících pravidel pro rozmístění svítidel. Obvykle nastane situace, že konečný skutečný počet svítidel je vyšší než vypočtený, tzn. $n_{sk} > n_s$.
- k) Pro skutečný počet svítidel n_{sk} se stanoví místně průměrná a časově minimální osvětlenost E'_{pk} :

$$E'_{pk} = \frac{\phi_{ck} \cdot S}{\eta \cdot z}, \quad (9.27)$$

kde ϕ_{ck} je celkový světelný tok všech zdrojů při skutečném počtu svítidel stanovený z rovnice:

$$\phi_{ck} = n_{sk} \cdot \phi_{zs}. \quad (9.28)$$

Dále se určí počáteční místně průměrná a časově maximální osvětlenost E_{p0} ze vztahu:

$$E_{p0} = \frac{E'_{pk}}{z}. \quad (9.29)$$

- l) Pro navrženou osvětlovací soustavu se stanoví hodnoty celkového příkonu P_c a poměrného příkonu P :

$$P_c = n_{sk} \cdot P_s, \quad (9.30)$$

$$P = \frac{P_c}{S}, \quad (9.31)$$

kde P_s je příkon jednoho svítidla.

9.5.3 Bodová metoda

Bodovou metodou se v daném kontrolním bodě kontroluje osvětlenost, popř. jasy. Tato kontrola se provádí v bodech vodorovných, svislých i obecně nakloněných rovin. Nevýhodou této metody je skutečnost, že v získaných výsledcích nejsou zahrnuty odražené světelné toky. Bodová metoda navíc platí pouze pro bodový zdroj světla, jehož rozměry se blíží k nule. Skutečný zdroj světla má však určité rozměry, což způsobuje chyby výpočtu. Aby tato chyba nebyla příliš velká, tak se tyto zdroje rozdělují.

Předpokládejme nyní bodový zdroj světla, za který lze považovat svítící prvek, jehož maximální rozměr je menší než třetina vzdálenosti svítidla od nejbližšího kontrolního místa. V takovém případě je chyba výpočtu do 10 %. Na obr. 9.5 a 9.6 je znázorněn princip bodové metody, u které se stanoví osvětlenost v bodě P při šíření světla z bodového zdroje Z. Předpokládejme nejprve řešení osvětlenosti v bodě P, který je součástí obecné roviny ρ (viz obr. 9.5). V tomto případě se osvětlenost v bodě P na rovině ρ určí z rovnice:

$$E_{pp} = \frac{I_\gamma \cdot \cos \beta}{l^2} = \frac{I_\gamma \cdot \cos \beta}{h^2 + p^2}, \quad (9.32)$$

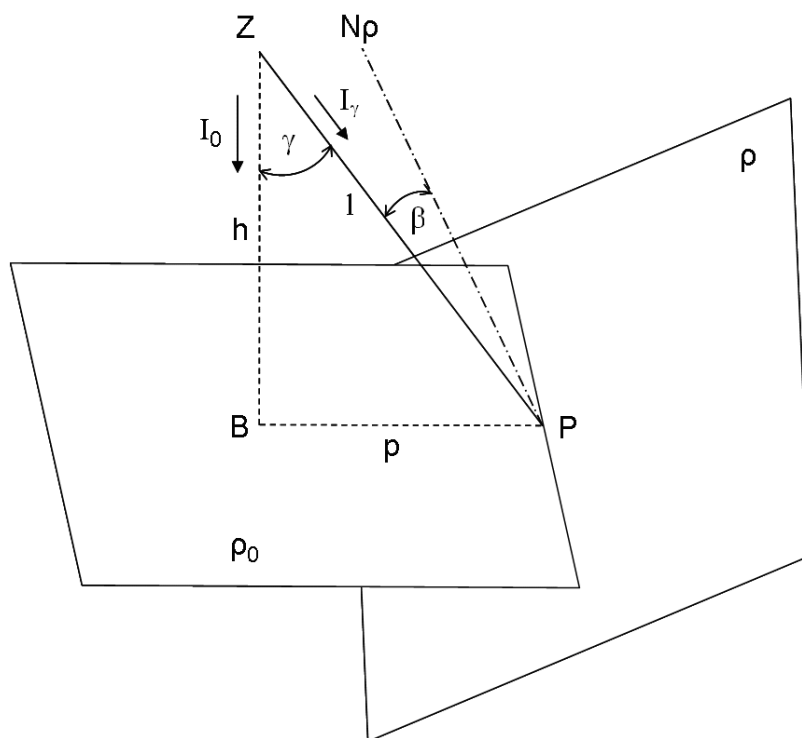
kde I_γ je svítivost zdroje při úhlu γ určená z křivky svítivosti světelného zdroje, β – úhel dopadu světla na kontrolní rovinu ρ a l, h, p – vzdálenosti (viz obr. 9.5 a 9.6).

Křivky svítivosti jsou obvykle uvedeny pro referenční světelný tok $\phi = 1000$ lm. Protože světelný tok všech zdrojů světla ϕ_z instalovaných ve svítidle se obecně liší od referenčního světelného toku ϕ , je nutno svítivost I_γ stanovenou z křivky svítivosti přepočítat na skutečný světelný tok svítidla ϕ_z podle rovnice:

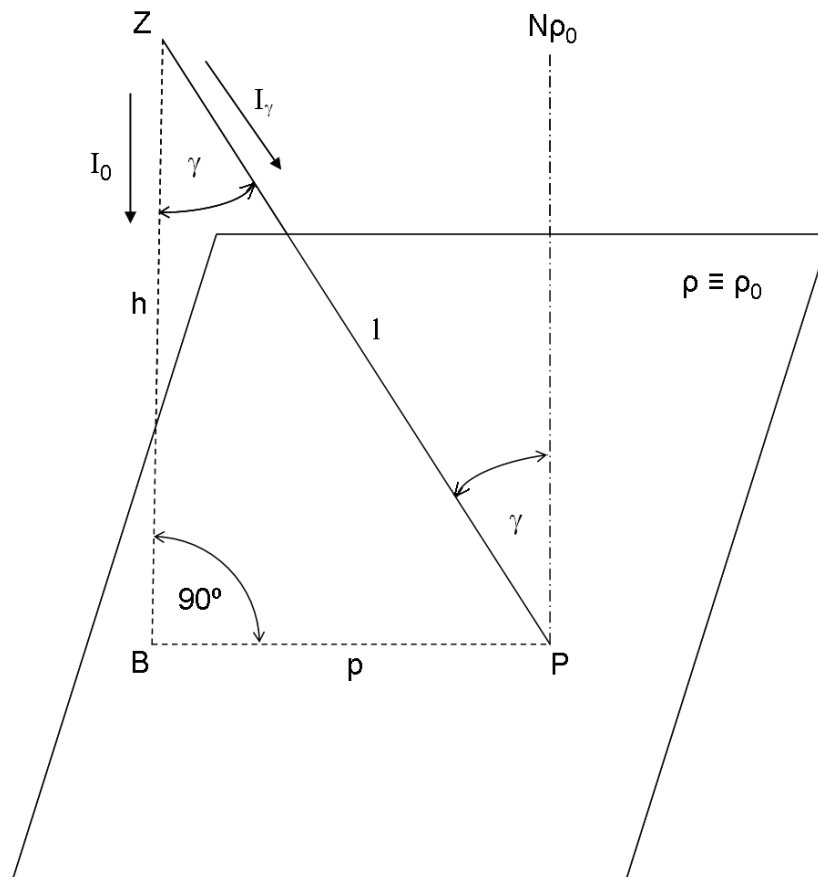
$$I_\gamma = I'_\gamma \cdot \frac{\phi_z}{\phi} = I'_\gamma \cdot \frac{\phi_z}{1000}. \quad (9.33)$$

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky





Obr. 9.5: Stanovení osvětlenosti bodovou metodou v bodě obecné roviny ρ



Obr. 9.6: Stanovení osvětlenosti bodovou metodou v bodě obecné roviny ρ_0 kolmé ke směru

I_0
Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Druhou možností stanovení osvětlenosti v bodě P je proložit tento bod rovinou ρ_0 , která je kolmá ke směru svítivosti I_0 (viz obr. 9.6). V tomto případě lze osvětlenost v bodě P na rovině ρ_0 určit z rovnice:

$$E_{pp0} = \frac{I_\gamma \cdot \cos \gamma}{l^2} = \frac{I_\gamma \cdot \cos^3 \gamma}{h^2} = I_\gamma \cdot \frac{h}{l^3} = I_\gamma \cdot \frac{h}{(\sqrt{h^2 + p^2})^3}. \quad (9.34)$$

9.6 Testové otázky ke kapitole 9

1. Definujte pojem umělé osvětlení.
2. Definujte veličinu svítivost. Uveďte dále její definiční vztah včetně významu a jednotek jednotlivých veličin.
3. Co nám znázorňují křivky svítivosti? Jaké jsou typy znázornění křivek svítivosti? Zakreslete tyto typy.
4. Definujte pojem osvětlenost. Dále uveďte jeho definiční vztah a význam jednotlivých veličin. Napište vztahy pro kvadratický a kosinový (tzn. Lambertův zákon) pro osvětlenost. Co nám tyto zákony vyjadřují?
5. Definujte pojmy zářivý tok, světelný tok, jas, osvit, světlení a měrný příkon světelného zdroje. Uveďte jejich definiční vztahy a významy jednotlivých veličin.
6. Nakreslete schéma energetické bilance při šíření světla. Definujte jednotlivé světelné činitele (včetně jejich vztahů) a napište vzájemný vztah mezi těmito činiteli.
7. Podle jakých hledisek se rozdělují světelné zdroje. Proveďte rozdělení světelných zdrojů podle těchto hledisek. Definujte jednotlivé typy světelných zdrojů a uveďte některé příklady daných typů světelných zdrojů.
8. Definujte pojem svítidlo. Podle jakých kritérií se rozdělují svítidla?
9. Kolik je tříd rozložení světelného toku? Jaký je typ svítidla a jaké je rozložení světelného toku (v %) pro danou třídu?
10. Jak se rozdělují svítidla z hlediska tvaru křivky svítivosti? Vyjmenujte je. Zakreslete graficky jednotlivé tvary křivek svítivosti.
11. Vyjmenujte metody používané u světelně technických výpočtů. Popište princip metody poměrných příkonů.
12. Popište postup při návrhu osvětlovací soustavy tokovou metodou – napište jednotlivé kroky včetně definičních vztahů daných veličin.
13. Popište postup výpočtu osvětlenosti bodovou metodou. Napište vztahy pro stanovení osvětlenosti bodovou metodou a nakreslete k tomu patřičné obrázky.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ