

8. přednáška KEE/ESV 6. dubna 2016

Elektrické světlo KEE/ESV

Lenka Raková

8. přednáška

2015/2016

1

Obsah

- Metody světelně technických výpočtů
- **Toková metoda výpočtu**

8. přednáška KEE/ESV

6. dubna 2016

2

8. přednáška KEE/ESV 6. dubna 2016

METODY SVĚTELNĚ TECHNICKÝCH VÝPOČTŮ

3

SVĚTELNĚ TECHNICKÉ VÝPOČTY

Základní dělení

1. Metody pracující s místně průměrnými hodnotami světelně technických veličin
2. Metody bodové

METODY SVĚTELNĚ TECHNICKÝCH VÝPOČTŮ

```

graph TD
    A[METODY SVĚTELNĚ TECHNICKÝCH VÝPOČTŮ] --> B[Předběžný návrh osvětlovací soustavy  
metody pracující s průměrnými E, L]
    A --> C[Bodové metody výpočtu]
    B --> D[Odhad příkonu osv. soustavy  
tab. měrných příkonů W/m², kVt/m²]
    D --> E[Toková metoda]
    E --> F[celkové osvětlení  
• jeden typ svítidel  
• odražené toky zahrnuté  
• překážky nerespektuje]
    C --> G[Podrobné výpočty  
přímých i odražených  
složek parametrů  
ve vybraných kontrol. bodech]
  
```

4

8. přednáška KEE/ESV 6. dubna 2016

METODA DUTIN

- **Toková metoda**
 - Vychází se z požadované průměrné hladiny **celkové osvětlenosti vodorovné výpočtové roviny**
 - Stanovení světelného toku zdrojů a příkonu OS → počet SZ a svítidel
 - Výpočet střední hodnoty jasu stěn a stropu
 - Neuvažuje se vliv zastínění části srovnávací roviny
- **Bodová metoda**
 - Výpočet ukazatelů jakosti osvětlení
 - Libovolně natočené pracovní roviny, střední kulová či válcová osvětlenost v libovolných bodech prostoru
 - Maximální a minimální hodnoty sledovaných veličin a jejich rovnoměrnosti

Ani bodová, ani toková metoda výpočtu není univerzální metodou.

8. přednáška KEE/ESV 6. dubna 2016

5

8. přednáška KEE/ESV 6. dubna 2016

ODHAD PŘÍKONU OSVĚTLOVACÍ SOUSTAVY

6

ODHAD PŘÍKONU OS

= orientační stanovení příkonu OS potřebného k **zajištění požadované průměrné hladiny osvětlenosti srovnávací roviny** v daném vnitřním prostoru

❖ Měrný příkon OS

$$p = \frac{P}{A} \quad (W \cdot m^{-2})$$

Elektrický příkon (W)

Osvětlovaná plocha (m²)

Závisí na:

- Druhu a rozmístění zdrojů (svítidel)
- Způsobu osvětlení
- Geometrických a světelných vlastnostech osvětlovaného prostoru

K odhadu měrných příkonů se **využívají tabulky** → výpočet **celkového příkonu OS** → ze znalosti příkonu jednoho svítidla **výpočet potřebného počtu svítidel**

- Výpočet potřebného počtu svítidel je **nutné dalšími metodami zpřesnit**

8. přednáška KEE/ESV

6. dubna 2016

7

ODHAD PŘÍKONU OS

Část tabulky **měrných příkonů** p (W.m⁻²) pro osvětlení interiéru k dosažení průměrné hladiny osvětlenosti $E_{tab} = 100 \text{ lx}$ při měrném výkonu světelných zdrojů $\eta_z = 10 \text{ lm} \cdot W^{-1}$

$$P_p = p \cdot A \cdot \left(\frac{\bar{E}_m}{100} \right) \cdot \left(\frac{10}{\eta_z} \right) \quad (W)$$

Měrný výkon zdrojů (lm · W⁻¹)

Udržovaná osvětlenost (lx)

Činitel μ je roven poměru šířky δ místnosti k výpočtové výšce h_v

$$\mu = \delta / h_v$$

Pro **přímé a smíšené** osvětlení je h_v výška roviny svítidel nad srovnávací rovinou.

Pro **nepřímé** osvětlení je h_v výška stropu nad srovnávací rovinou.

Osvětlení	Činitel μ	Stěny a strop osvětlovaného prostoru		
		světlé	středně světlé	tmavé
		Měrný příkon p (W.m ⁻²)		
Přímé	2	25	28	30
	2 až 4	19	20	22
	4	15	16	18
Smíšené	2	42	60	80
	2 až 4	28	36	48
	4	20	26	32

8. přednáška KEE/ESV 6. dubna 2016

TOKOVÁ METODA VÝPOČTU PRŮMĚRNÉ OSVĚTLENOSTI VE VNITŘNÍM PROSTORU

9

TOKOVÁ METODA

- Nejčastěji používaný způsob pro předběžný návrh OS

= výpočet **celkového časově maximálního (počátečního) světelného toku SZ**, potřebného k **zajištění průměrné udržované osvětlenosti**

❖ Světelný tok SZ, které je potřeba nainstalovat

$$\Phi_z = \frac{\bar{E}_m \cdot A}{z \cdot \eta_E} = \frac{E_{p0} \cdot A}{\eta_E}$$

Udržovaná osvětlenost (lx)

Osvětlovaná plocha (m²)

Místní průměrná a časově maximální (počáteční) osvětlenost (lx)

$$E_{p0} = \frac{\bar{E}_m}{z}$$

Udržovací činitel (MF – maintenance factor)

Činitel využití pro výpočet osvětlenosti

- Pro výpočet se využívá členění prostoru **tzv. metodou dutin**

8. přednáška KEE/ESV

6. dubna 2016

10

METODA DUTIN

• Předpoklady

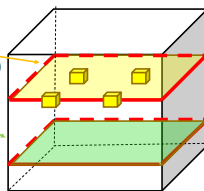
- Osvětlovaný prostor je ve tvaru kvádra
- Použití jednoho typu svítidel

1. Vyznačení rovin v prostoru

- Fiktivní rovina svítidel
- Srovnávací rovina (0,85 m nad podlahou)

2. Rozdělení prostoru na dutinu:

- Stropní
- Vnitřní = oblast výpočtu
- Podlahovou



8. přednáška KEE/ESV

6. dubna 2016

11

METODA DUTIN

- ✓ Stěny **vnitřní dutiny** se uvažují jako **jedna plocha** se střední hodnotou činitele odrazu ρ_2
- ✓ Stanovení **ekvivalentního činitele odrazu pro stropní dutinu a podlahovou dutinu**



6. dubna 2016

12

Popis geometrických parametrů prostoru

rozměry: c - šířka; d - délka; h - výpočtová výška

index místnosti m

$$m = \frac{c \cdot d}{h \cdot (c + d)}$$

činitel prostoru k

$$k = \frac{5}{m} = \frac{5 \cdot h \cdot (c + d)}{c \cdot d}$$

$$m = \frac{\text{plocha pudorysu prostoru}}{h \cdot (\text{plovina obvodu prostoru})}$$

$$k = \frac{5 \cdot h \cdot (\text{obvod prostoru})}{2 \cdot (\text{plocha pudorysu prostoru})}$$

m obv. v rozmezí 0,1 až 5

k obv. v rozmezí 1 až 10

Odrazné vlastnosti ploch

integrální činitele odrazu - střední (po ploše vážené) hodnoty

ρ_1 - fiktivní roviny svítidel

ρ_2 - stěn

ρ_3 - srovnávací roviny

13

METODA DUTIN

• Předpoklad

- počáteční toky dopadlé přímo ze svítidel jsou na plochách kam dopadly rovnoměrně rozloženy

• Povrchy mají **vlastnosti rovnoměrně rozptýlně odrazějících ploch**

♦ Střední činitel odrazu plochy

- při mnohonásobných odrazech se stanoví pro daný povrch jediná hodnota činitele odrazu a předpokládá se, že je stejná ve všech směrech

♦ Ekvivalentní činitel odrazu

- činitel odrazu, který se počítá pro fiktivní plochu a vychází z mnohonásobných odrazů v obecné duté ploše s otvorem

8. přednáška KEE/ESV

6. dubna 2016

14

Střední činitel odrazu plochy

Střední hodnota ρ_s činitele odrazu povrchu A ,

kteřý má n částí o plochách $A_1, A_2, A_3 \dots A_n$
s činiteli odrazu $\rho_1, \rho_2, \rho_3 \dots \rho_n$

$$\rho_s = \frac{\rho_1 \cdot A_1 + \rho_2 \cdot A_2 + \rho_3 \cdot A_3 + \dots + \rho_n \cdot A_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n}$$

Příklad: střední hodnota činitele odrazu ρ_{1s} všech ploch, které tvoří **stropní dutinu** se vypočte ze vztahu

$$\rho_{1s} = \frac{\rho_{11} \cdot (c \cdot d) + \rho_{21} \cdot 2 \cdot h_1 \cdot (c + d)}{c \cdot d + 2 \cdot h_1 \cdot (c + d)}$$

kde ρ_{11} - střední hodnota činitele odrazu povrchu samotného stropu,
 c, d - šířka a délka osvětlovaného prostoru (m),
 h_1 - vzdálenost fiktivní roviny svítidel od stropu (m),
 ρ_{21} - střední činitel odrazu **stěn** ve stropní dutině.

15

STŘEDNÍ ČINITEL ODRAZU PLOCHY

$$\rho_{1s} = \frac{\rho_{11} \cdot (c \cdot d) + \rho_{21} \cdot 2 \cdot h_1 \cdot (c + d)}{c \cdot d + 2 \cdot h_1 \cdot (c + d)}$$

Pokud se zavedou činitele prostoru pro stropní a podlahovou dutinu:

$$k = \frac{5 \cdot h \cdot (\text{obvod prostoru})}{2 \cdot (\text{plocha pudorysu prostoru})}$$

$$k_1 = \frac{5 \cdot h_1 \cdot (c + d)}{c \cdot d}$$

$$k_3 = \frac{5 \cdot h_3 \cdot (c + d)}{c \cdot d}$$

Střední činitel odrazu povrchů stropní a podlahové dutiny

$$\rho_{1s} = \frac{\rho_{11} + 0,4 \cdot k_1 \cdot \rho_{21}}{1 + 0,4 \cdot k_1}$$

$$\rho_{3s} = \frac{\rho_{33} + 0,4 \cdot k_3 \cdot \rho_{23}}{1 + 0,4 \cdot k_3}$$

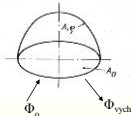
8. přednáška KEE/ESV

6. dubna 2016

16

Ekvivalentní činitel odrazu ρ_e

roviny výstupního otvoru A_o dutiny



$$\rho_e = \frac{\Phi_{vych}}{\Phi_o}$$

$$\rho_e = \frac{\rho \cdot \frac{A_o}{A}}{1 - \rho \cdot \left[1 - \frac{A_o}{A} \right]}$$

kde A_o - velikost rovinné plochy výstupního otvoru duté plochy (m^2),
 A - velikost plochy celého vnitřního povrchu duté plochy (m^2),
 ρ - střední činitel odrazu vnitřního povrchu A uvažované duté plochy (-).

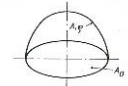
Např. pro **stropní dutinu kvádry**: $A_o = c \cdot d$; $A = c \cdot d + 2 \cdot h_1 \cdot (c + d)$
ekvivalentní činitel ρ_1 odrazu stropní dutiny, který se připsuje fiktivní rovině svítidel

$$\rho_1 = \frac{\rho_{1s} \cdot \frac{c \cdot d}{c \cdot d + 2 \cdot h_1 \cdot (c + d)}}{1 - \rho_{1s} \cdot \left[1 - \frac{c \cdot d}{c \cdot d + 2 \cdot h_1 \cdot (c + d)} \right]}$$

h_1 - výška stropní dutiny (m)
 ρ_{1s} - střední činitel odrazu povrchů stropní dutiny

17

MNOHONÁSOBNÉ ODRAZY V DUTÉ PLOŠE S OTVOREM



Činitel vazby Ψ_{AAo} plochy A s rovinou otvoru A_o

pro difúzní odrazy $\Psi_{AAo} = A_o / A$

Činitel vlastní vazby $\Psi_{AA} = \Psi = 1 - \Psi_{AAo}$

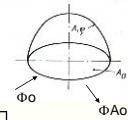
$$1 = \Psi + \Psi_{AAo}$$

sloupec 1	sloupec 2	sloupec 3	sloupec 4
na plochu A dopadné tok	z toku ve sl. 1 plocha A odrazí tok	z toku ve sl. 2 na plochu A znovu dopadné	z toku ve sl. 2 vychází otvorem A_o tok
Φ_o	$\rho \cdot \Phi_o$	$\Psi \cdot \rho \cdot \Phi_o$	$(1 - \Psi) \cdot \rho \cdot \Phi_o$
$\Psi \cdot \rho \cdot \Phi_o$	$\Psi \cdot \rho \cdot \rho \cdot \Phi_o$	$\Psi^2 \cdot \rho^2 \cdot \Phi_o$	$(1 - \Psi) \cdot \Psi \cdot \rho^2 \cdot \Phi_o$
$\Psi^2 \cdot \rho^2 \cdot \Phi_o$	$\Psi^2 \cdot \rho^2 \cdot \rho \cdot \Phi_o$	$\Psi^3 \cdot \rho^3 \cdot \Phi_o$	$(1 - \Psi) \cdot \Psi^2 \cdot \rho^3 \cdot \Phi_o$
$\Psi^3 \cdot \rho^3 \cdot \Phi_o$	$\Psi^3 \cdot \rho^3 \cdot \rho \cdot \Phi_o$	$\Psi^4 \cdot \rho^4 \cdot \Phi_o$	$(1 - \Psi) \cdot \Psi^3 \cdot \rho^4 \cdot \Phi_o$
⋮	⋮	⋮	⋮
$\Phi = \frac{1}{1 - \Psi} \Phi_o$			$\Phi_{Ao} = \frac{1}{1 - \Psi \cdot \rho} (1 - \Psi) \cdot \rho \cdot \Phi_o$

18

MNOHONÁSOBNÉ ODRAZY V DUTÉ PLOŠE S OTVOREM

Na difúzně odrážející plochu A dopadá
po mnohonásobných odrazech tok Φ



$$\Phi = \frac{1}{1 - \rho} \Phi_0 = \gamma \cdot \Phi_0$$

$$\psi = \psi_{AA} = 1 - \psi_{AAo}$$

γ je číselník mnohonásobných odrazů

$$\gamma = \frac{1}{1 - \psi \cdot \rho}$$

Tok Φ_{Ao} vycházející otvorem Ao :

$$\Phi_{A \rightarrow Ao} = \Phi_{Ao} = \rho \cdot \Phi \cdot \psi_{AAo} = \frac{\rho}{1 - \psi_{AA} \cdot \rho} \Phi_0 \cdot \psi_{AAo} = \frac{\rho \cdot \psi_{AAo}}{1 - (1 - \psi_{AAo}) \cdot \rho} \Phi_0$$

Ekvivalentní číselník odrazu ρ_e

$$\rho_e = \frac{\Phi_{Ao}}{\Phi_o} = \frac{\rho \cdot \psi_{AAo}}{1 - (1 - \psi_{AAo}) \cdot \rho}$$

19

UDRŽOVACÍ ČÍTEL

$$z < 1$$

$$z = z_z \cdot z_s \cdot z_p \cdot z_{fz}$$

$$MF = LLMF \cdot LMF \cdot RSMF \cdot LSF$$

z – udržovací číselník; MF – maintenance factor

z_z – číselník stárnutí světelného zdroje

LLMF – Lumen lamp maintenance factor

z_s – číselník znečištění svítidla (udržovací číselník svítidla)

LMF – Luminaire maintenance factor

z_p – číselník znečištění ploch (udržovací číselník povrchů)

RSMF – Room surface maintenance factor

z_{fz} – číselník funkční spolehlivosti světelného zdroje

LSF – Lamp survival factor

Přůmerná časově maximální (počáteční) osvětlenost E_{po}

$$z = 0,5 \Rightarrow E_{po} = 2 \cdot \bar{E}_m$$

$$E_{po} = \frac{\bar{E}_m}{z}$$

Údržba vnitřních osvětlovacích soustav – Technická zpráva CIE 97:2005; TNI 360451

20

Při určování udržovacího číselníka se postupuje následujícím způsobem:

- Pro řešený prostor se navrhne vhodný typ světelného zdroje a svítidla.
- Pokud je pro danou osvětlovací soustavu výhodná skupinová výměna, stanoví se její interval.
- Pro interval z kroku 2 se zjistí hodnoty číselníka stárnutí zdrojů z_z (LLMF) a číselníka jejich funkční spolehlivosti z_f (LSF) z údajů výrobce světelných zdrojů, popřípadě podle typických údajů v normě TNI 360451 Údržba vnitřních osvětlovacích soustav, ČSN EN 13201-2 Osvětlování pozemních komunikací, část 2 Požadavky.
- Při individuální výměně je číselník funkční spolehlivosti zdrojů z_f (LSF) = 1.
- Stanoví se kategorie prostředí (viz tab.).
- Stanoví se interval čištění svítidel a obnovy povrchů (u vnitřních prostorů).
- Pro interval stanovený v kroku 5 se zjistí hodnota udržovacího číselníka svítidla z_s (LMF) z údajů výrobce svítidel, popřípadě podle typických údajů ve zmíněných normách.
- Pro interval stanovený v kroku 5 se stanoví hodnota RSMF podle typických údajů v normě TNI 360451 nebo se zjistí výpočtem.
- Vypočítá se udržovací číselník z jako součin dílčích číselníků

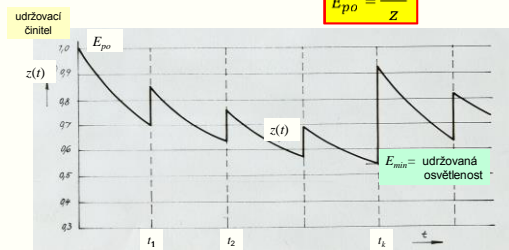
$$z = z_z \cdot z_{fz} \cdot z_s \cdot z_p$$

$$MF = LLMF \cdot LSF \cdot LMF \cdot RSMF$$

21

Změna průměrné osvětlenosti během provozu osvětlovací soustavy

$$E_{po} = \frac{\bar{E}_m}{z}$$



Plán údržby

1. čištění svítidel

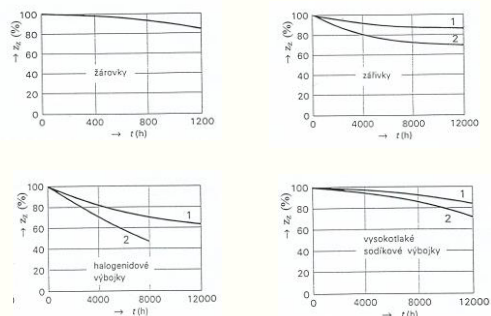
2. čištění svítidel

...

čištění svítidel + výměna sv. zdrojů + čištění ploch

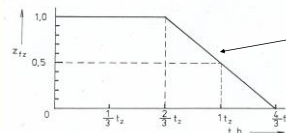
22

POKLES SVĚTELNÉHO TOKU ZDROJŮ BĚHEM ŽIVOTA



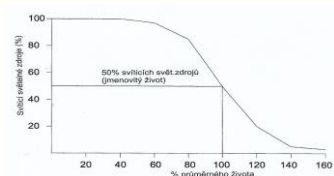
23

Číselník funkční spolehlivosti z_{fz}



Nejsou-li k dispozici přesnější údaje, uvažuje se zjednodušený průběh z_{fz}

Příklad čáry úmrtnosti vybraného typu zářivky



TŘÍDĚNÍ VNITŘNÍCH PROSTORŮ PODLE KATEGORIE PROSTŘEDÍ A DOPORUČENÉ INTERVALY KONTROLY OSVĚTLENOSTÍ

Označení	Kategorie prostředí	Typy prostorů	Kontrolní interval t (rok)
VČ	Velmi čisté	Čisté místnosti, závody na výrobu polovodičů, nemocniční oddělení, výpočetní střediska	3
Č	Čisté	Úřady, školy, areály nemocnic	3
N	Normální	Obchody, laboratoře, restaurace, obchodní domy, montážní plochy, dílny	2
Š	Špinavé	Ocelárny, chemické závody, slévárny, svařování, leštění, práce s dřevem	1

8. přednáška KEE/ESV

6. dubna 2016

25

TŘÍDĚNÍ VENKOVNÍHO PROSTŘEDÍ PODLE ÚROVNĚ ZNEČIŠTĚNÍ

Znečištění okolí	Popis prostředí	Koncentrace prachových částic c (μg/m³)
Malé	Nevyskytuje se činnost vytvářející kouř nebo prach, prostředí s nízkou úrovní znečišťujících látek, malá intenzita silniční dopravy, obytné a venkovské oblasti	c < 150
Střední	Vyskytují se činnosti vytvářející mírný kouř nebo prach, střední až velká intenzita silniční dopravy	150 ≤ c < 600
Velké	Svitidla obvykle zahalují oblaka kouře nebo prachu způsobená činnostmi v blízkém okolí	c ≥ 600

8. přednáška KEE/ESV

6. dubna 2016

26

DOPORUČENÉ INTERVALY ČIŠTĚNÍ JEDNOTLIVÝCH TYPŮ SVÍTIDEL PRO RŮZNÉ KATEGORIE PROSTŘEDÍ

Ozn.	Typ	Popis	Interval čištění (roky)		
			VČ, Č	N	Š
A	Necloněné svítidlo	Svítidlo s necloněným světelným zdrojem	3	2	1
B	Otevřené svítidlo bez horního krytu (přirozené provětrání)	Přímé-nepřímé svítidlo bez krytu; přímo nepřímé svítidlo s nepřímým reflektorem a s uzavřeným optickým systémem; bokozář (s vertikálním výstupním otvorem); nástěnné svítidlo nahore a dole otevřené; stropní směrové svítidlo nahore otevřené	3	2	1
C	Svítidlo s horním krytem (nevětrané)	Podhledové svítidlo (např. mřížkové); stropní svítidlo směrové; světlomet	3/2	1	X
D	Uzavřené svítidlo IP2X	Svítidlo pro všeobecné osvětlování s krytem a optickým systémem	3/2	1	X
E	Svítidlo s ochranou proti prachu IP5X	Svítidlo chráněné proti prachu IP5X (svítidla pro čisté místnosti)	3	3	2
F	Nepřímé svítidlo	Stojanové, závěsné nebo nástěnné svítidlo dole uzavřené; římsa pro nepřímé osvětlení	2/1	1	X
G	Provětrávané svítidlo	Svítidlo s optickým systémem kombinované se systémem vzduchotechniky	3	3	2

8. přednáška KEE/ESV

6. dubna 2016

27

POČTY PROVOZNÍCH HODIN UMĚLÉHO OSVĚTLENÍ PRO TYPICKÉ APLIKAČNÍ OBLASTI

Aplikační oblast	Charakteristika provozu	Počet provozních hodin t (h/rok)	
		bez řízení podle denního světla	s řízením podle denního světla
Průmysl	nepretržitý provoz	8 760	7 300
	dvě směny, 6 dnů / týden	4 960	3 720
	jedna směna, 6 dnů / týden	3 100	1 760
	jedna směna, 5 dnů / týden	2 580	1 550
Obchody	6 dnů / týden	3 100	x
Kanceláře	5 dnů / týden	2 580	1 550
Školy	5 dnů / týden	1 900	1 140
Nemocnice	7 dnů / týden	5 840	3 504

8. přednáška KEE/ESV

6. dubna 2016

28

Toková metoda

výpočtu počátečního průměrného jasu L_{20} stěn interiéru

Na všechny stěny o celkové ploše A_2 dopadá včetně vlivu odrazů počáteční tok Φ_2 a odráží se od ní tok $(\rho_2 \cdot \Phi_2)$

Přepoklad : stěny vykazují vlastnosti **difúzně** odrazejícího povrchu \Rightarrow

$$M_{20} = (\rho_2 \cdot \Phi_2) / A_2 = \pi \cdot L_{20}$$

$$L_{20} = \frac{\rho_2 \cdot \Phi_2}{\pi \cdot A_2} = \frac{\Phi_z}{A} \cdot \frac{\rho_2}{\pi} \cdot \frac{A}{\Phi_z} \cdot \frac{\Phi_2}{A_2} = \frac{\Phi_z}{A} \cdot \eta_{L2}$$

kde A - plocha srovnávací roviny (m^2)

Φ_z - časově maximální (počáteční) hodnota světelného toku (lm) všech světelných zdrojů instalovaných k zajištění průměrné udržované osvětlenosti E_m na ploše A

η_{L2} - **činitel využití pro výpočet jasu stěn**, který se zjistí z výrazu

$$\eta_{L2} = \frac{\rho_2}{\pi} \cdot \frac{A}{A_2} \cdot \frac{\Phi_2}{\Phi_z}$$

29

Toková metoda

výpočtu počátečního průměrného jasu L_{1e0} fiktivní roviny svítidel

Na fiktivní rovinu svítidel **dopadá** včetně vlivu odrazů počáteční tok Φ_1 a odráží se od ní tok $(\rho_1 \cdot \Phi_1)$

Přepoklad : fiktivní rovina svítidel o ploše A_1 má **difúzní** charakter \Rightarrow

(světlení M_{1e0} plochy A_1) = $M_{1e0} = (\rho_1 \cdot \Phi_1) / A_1 = \pi \cdot L_{1e0}$

$$L_{1e0} = \frac{\rho_1 \cdot \Phi_1}{\pi \cdot A_1} = \frac{\Phi_z}{A_1} \cdot \frac{\rho_1}{\pi} \cdot \frac{\Phi_1}{\Phi_z} = \frac{\Phi_z}{A_1} \cdot \eta_{L1}$$

Φ_z - časově maximální (počáteční) hodnota světelného toku (lm) všech světelných zdrojů instalovaných k zajištění průměrné udržované osvětlenosti E_m

na ploše A srovnávací roviny rovné ploše A_1 fiktivní roviny svítidel

η_{L1} - **činitel využití pro výpočet jasu** fiktivní roviny svítidel (stropní dutiny), který se zjistí z výrazu

$$\eta_{L1} = \frac{\rho_1}{\pi} \cdot \frac{\Phi_1}{\Phi_z}$$

30

Příště

BODOVÁ METODA

prof. Ing. Jiří Habel, DrCs.