

Tři metody výpočtu umělého osvětlení

J. Prokop

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1
prokoj12@fjfi.cvut.cz,

Abstrakt

Během experimentu jsem se zabýval výpočtem umělého osvětlení. Experiment se skládal ze tří způsobů výpočtů umělého osvětlení, provozní měření, výpočet pomocí programu Relux a ukázky zastaralého výpočtu umělého osvětlení. Naměřené hodnoty, jsem následně vyhodnotil, zapsal do grafů a tabulek.

1 Úvod

Umělé osvětlení je nedílnou součástí života každého člověka. Kvalita a provedení umělého osvětlení, má ve velké míře vliv na zdraví, bezpečnost, zajištění zrakové pohody a vnímání prostoru. Aby osvětlení plnilo svůj účel, byly s technickým pokrokem vyvinuty požadavky na jeho návrh. Tyto poznatky jsou v současné době shrnuty ČSN EN 12464-1. V průběhu životnosti osvětlovacích soustav dochází k působení vnějších vlivů, které příznivě i nepříznivě ovlivňují jejich parametry, účinnost světelných zdrojů se stářím snižuje. Zanedbáním údržby dochází např. k usazování nečistot na povrchu svítidel a tím je způsoben výrazný pokles svítivosti. Pro posouzení stavu těchto soustav se provádí měření založené na principech uvedených v ČSN 360011.

2 Teorie

2.1 Teoretický rozbor

Při všech měřeních umělého osvětlení se zařízení pro regulaci denního osvětlení uvedou do stavu obvyklého pro daný druh umělého osvětlení (např. zatažené záclony, závěsy, rolety, žaluzie, zavřené okenice atd.).

Při měření umělého osvětlení se vyloučí vliv denního osvětlení jedním z těchto způsobů:

- a. měří se v době bez denního světla (večer, v noci);
- b. měří se během dne při zatemnění (při zakrytých osvětlovacích otvorech).

Pro měření umělého osvětlení musí být dodržena minimální doba předběžného stárnutí světelných zdrojů, žárovky musí svítit celkem nejméně 10 hodin, výbojové zdroje (včetně zářivek) nejméně 100 hodin.

Před začátkem měření se zapne umělé osvětlení s takovým předstihem, aby se světelný tok stabilizoval. Za stabilizovaný se považuje tehdy, kdy měřená hodnota osvětlení při měření s odstupem několika minut třikrát po sobě, nevykazuje systematické změny. Při stanovení doby stabilizace se berou v úvahu i údaje výrobce. U výbojových zdrojů se považuje za minimální

dobu stabilizace světelného toku 20 minut, při uzavřených svítidlech může být tato doba ještě delší (ustálení provozní teploty).

Při přesném a provozním měření umělého osvětlení se měří faktory ovlivňující osvětlení, zejména teplota vzduchu a napájecí napětí světelného obvodu (v některých zařízeních je možné získat spolehlivé údaje od provozovatele). Při provozním měření se může použít běžných teploměrů a voltmetrů. V tomto případě se doporučuje použít přesných registračních přístrojů nebo přístrojů umožňujících stanovení průměrné hodnoty v měřeném intervalu. V případě, že je pokles napájecího napětí větší, než stanoví ČSN 33 0120, nelze přesná ani provozní měření osvětlení spolehlivě provádět.

Měření bylo provedeno dle ČSN EN 12464-1:2012, při provádění měření bylo dále postupováno v souladu s ČSN 36 0011-1:2014 a ČSN 360011-3:2014.

Tabulkové hodnoty pro měření: ČSN EN 12464-1 Tabulka 5.36-Vzdělávací zařízení-
Školské budovy.

Ref. Číslo	Druh prostoru	Em lx	UGR -	U -	Ra -	specifické požadavky
5.36.1	učebny, konzultační místnosti	300	19	0,6	80	osvětlení má být regulovatelné
5.36.17	komunikační protory a chodby	100	25	0,4	80	

2.2 Účel, druh a stupeň přesnosti měření

Účelem měření je zjištění aktuálního stavu osvětlovací soustavy ve vztahu k využití prostor a požadavkům platných ČSN. Na základě účelu měření a z toho plynoucích požadavků na přesnost bylo zvoleno PROVOZNÍ měření. Měření bylo dle zadání prováděno na referenčních vzorcích jednotlivých částí objektů. Konkrétní typ svítidel není v projektové dokumentaci uveden.

3 Praktická část

3.1 Postup měření

Před začátkem měření je potřeba se ujistit, že měření je prováděno v takovém čase, kdy na měření nemá vliv denní světlo. Ve všech měřených prostorech je potřeba nechat veškeré umělé osvětlení zapnuté minimálně 20 minut před měřením, aby bylo možné považovat světelný tok za ustálený.

E_{min0} - minimální naměřená hodnota osvětlenosti [lx]

E_{m0} - průměrná hodnota osvětlenosti vypočítaná z naměřených hodnot [lx]

z - udržovací činitel

E_{min} - minimální udržovaná osvětlenost, $E_{min} = z \cdot E_{min0}$ [lx]

E_m - udržovaná osvětlenost, $E_m = z \cdot E_{m0}$ [lx]

u - rovnoměrnost, $u = \frac{E_{min}}{E_{mo}}$

E_{max0} - maximální hodnota osvětlenosti [lx]

Všechny osvětlovací soustavy se od okamžiku uvedení do provozu postupně znehodnocují. Ztráty jsou způsobené celkovým stárnutím svítidla a světelných zdrojů. Na ztráty má také vliv prostředí a znečištění okolí. Pokud tento jev nebudeme brát do úvahy, osvětlenost se sníží na nízké hodnoty a soustava se stane energeticky neúčinnou a nebezpečnou. Ztrátu světelného toku v čase je nutné odhadnout už v etapě navrhování soustavy a do výpočtu zahrnout tuto opravu ve formě udržovacího činitele, který je závislý na typu soustavy, prostředí a plánu údržby.

Pro měření osvětlení ve školních prostorách jsem zvolil udržovací činitel o hodnotě 0,75. Přesné určení udržovacího činitele za těchto podmínek není možné.

4 Výsledky

4.1 Výsledky provozního měření

Lokace	E_{m0}	E_{max0}	E_{min0}	E_m	u	$E_{min.}$	z
už. č. 10	586,685	1026	230	440,013	0,294	172,5	0,75
chodba	5,777	15	1	4,333	0,129	0,75	0,75
uč. č. 101	281,599	460	100	211,193	0,266	75	0,75

Tab. 1: Vypočítané hodnoty

4.2 Výsledky v softwarovém prostředí

Lokace	E_{m0}	E_{max0}	E_{min0}	E_m	u	$E_{min.}$	z
už. č. 10	570,6	611	201	428	0,47	150,75	0,75
chodba	129,86	226	25,9	97,4	0,27	19,425	0,75
uč. č. 101	1600	1760	526	1200	0,44	394,5	0,75

Tab. 2: Výsledný výpočet v programu Relux

5 Závěr

5.1 Závěr provozního měření

Lokace	Popis místnosti	Vyhodnocení změřené intenzity osvětlení vzhledem k ČSN EN 12464-1	
"Trojanka"		-	-
	Přednášková místnost 101	211,1992 < 300 lx 0,266336 < 0,6	Změřená intenzita osvětlení prostoru <u>není v souladu s</u> požadavky dle platné ČSN. Vypočtená minimální rovnoměrnost osvětlení ze změřených hodnot <u>nesplňuje</u> požadavky dle platné ČSN.
"Břehovka"		-	-
	Chodba	4,33333 < 200 lx 0,1298 < 0,4	Změřená intenzita osvětlení prostoru <u>není v souladu s</u> požadavky dle platné ČSN. Vypočtená minimální rovnoměrnost osvětlení ze změřených hodnot <u>nesplňuje</u> požadavky dle platné ČSN.
	Učebna č. 10	440,01333 > 300 lx 0,294025 < 0,6	Změřená intenzita osvětlení prostoru <u>je v souladu s</u> požadavky dle platné ČSN. Vypočtená minimální rovnoměrnost osvětlení ze změřených hodnot <u>nesplňuje</u> požadavky dle platné ČSN.

Tab. 3: Závěr provozního měření

5.2 Závěr modelování v softwarovém prostředí

Lokace	Popis místnosti	Vyhodnocení změřené intenzity osvětlení vzhledem k ČSN EN 12464-1	
"Trojanka"		-	-
	Přednášková místnost 101	1200 > 300 lx 0,44 < 0,6	Změřená intenzita osvětlení prostoru <u>je v souladu s</u> požadavky dle platné ČSN. Vypočtená minimální rovnoměrnost osvětlení ze změřených hodnot <u>nesplňuje</u> požadavky dle platné ČSN.
"Břehovka"		-	-
	Chodba	97,4 < 200 lx 0,27 < 0,4	Změřená intenzita osvětlení prostoru <u>není v souladu s</u> požadavky dle platné ČSN. Vypočtená minimální rovnoměrnost osvětlení ze změřených hodnot <u>nesplňuje</u> požadavky dle platné ČSN.
	Učebna č. 10	428 > 300 lx 0,47 < 0,6	Změřená intenzita osvětlení prostoru <u>je v souladu s</u> požadavky dle platné ČSN. Vypočtená minimální rovnoměrnost osvětlení ze změřených hodnot <u>nesplňuje</u> požadavky dle platné ČSN.

Tab. 4: Závěr modelování v softwarovém prostředí