

VŠB - TU Ostrava, FEI

**MĚŘENÍ PARAMETRŮ  
OSVĚTLOVACÍCH SOUSTAV  
VEŘEJNÉHO OSVĚTLENÍ  
NAPÁJENÝCH Z REGULÁTORU E15**

**Řešitelé: Ing. Stanislav Mišák, Ph.D., Prof. Ing. Karel Sokanský, CSc.**

**V Ostravě dne 1.8.2007**

## 1 Úvod

V průběhu dne 30.7.2007 v rozmezí 21-24 hodin byly v rámci experimentálního měření definovány křížové charakteristiky osvětlovací soustavy RVO ulice Horní napájené z rozváděče RVO 658 a soustavy RVO v ulici Studentská (VTP) napájené z rozváděče RVO 909. Typy světelných zdrojů osvětlovací soustavy jsou pro jednotlivé napájecí body uvedeny v tabulce 1, 2 a 3. V rámci měření byl definován průběh osvětlenosti osvětlovací soustavy v závislosti na napájecím napětí a příkonu osvětlovací soustavy versus napájecí napětí. Osvětlovací soustava byla napájena z regulátoru napětí typ E15 (specifikace parametrů regulátoru viz. tab. 4). Příkon osvětlovací soustavy byl měřen pomocí analyzátoru BK-ELCOM provedení ENA 500 (bližší informace o technických vlastnostech tohoto měřicího přístroje jsou k dispozici na [www.elcom.cz](http://www.elcom.cz)). Osvětlení bylo měřeno digitálním luxmetrem MINI-LUX (výrobce mx-electronic, bližší informace: [www.mx-electronic.com](http://www.mx-electronic.com)).

Parametry osvětlovacích soustav

Tab. 1 RVO 658.

<b>Hellux NWS 131 /150 W</b>	<b>SON - T 150W</b>	<b>77 ks</b>
Koule ( Mareco luce)	SON – T 70 W	19 ks
Schröder Safir 12 /100 W	SON – T 100W	15 ks
Gewis Indy 150 W	SON – T 150W	2 ks
444028001/150 W (elektrosvit)	SON – T 150W	10 ks

Tab. 2 RVO osvětlení podchodu ul. Horní napojeno na měření z RVO 658.

Blahuta 70 W	SON – T 70 W	7 ks
Blahuta 50 W	SON – E 50	12 ks

Tab. 3 RVO osvětlení napojeno na měření z RVO 909 (Ulice Studentská, VTP).

<b>Schröder Sidonia- Z1 / 50 W</b>	<b>SON - E 50W</b>	<b>67 ks</b>
Schröder MC 2 / 100 W	SON – T 100W	39 ks

Pozn.: barevně jsou zvýrazněny měřené typy svítidel.

Tab. 4 Regulátor typ E15.

Napětí (V)	3x230 V/50Hz
Regulace napětí (V)	180-230
Proud max. (A)	40
Regulace proudu (A)	0-40
V.č.	1507.1
Rok výroby	2007
Typ regulátoru	E15
Výrobce	ERAM spol. s r.o.



## 2 Metoda měření a výpočtu

Požadované veličiny jsou matematicky určovány následovně:

$$\text{efektivní hodnota napětí (TRUE RMS)} \quad U_{\text{RMS}} = \frac{1}{128} \sqrt{\sum_{n=1}^{128} U_n^2} \quad (\text{V}) \quad (1)$$

$$\text{efektivní hodnota proudu (TRUE RMS)} \quad I_{\text{RMS}} = \frac{1}{128} \sqrt{\sum_{n=1}^{128} I_n^2} \quad (\text{A}) \quad (2)$$

$$\text{průměrná hodnota napětí} \quad U_{\text{U,V,W}} = \sqrt{\frac{U_{\text{U}}^2 + U_{\text{V}}^2 + U_{\text{W}}^2}{3}} \quad (\text{V}) \quad (3)$$

$$\text{střední hodnota proudu} \quad I_{\text{U,V,W}} = \frac{I_{\text{U}} + I_{\text{V}} + I_{\text{W}}}{3} \quad (\text{A}) \quad (4)$$

$$\text{zdánlivý výkon} \quad S = U_{\text{RMS}} I_{\text{RMS}} \quad (\text{V} \cdot \text{A}) \quad (5)$$

$$\text{činný výkon} \quad P = \frac{1}{128} \sum_{n=1}^{128} U_n I_n \quad (\text{W}) \quad (6)$$

$$\text{činitel výkonu} \quad PF, \lambda = \frac{P}{S} \quad (-) \quad (7)$$

$$\text{jalový výkon} \quad Q = \sqrt{S^2 - P^2} \quad (\text{var}) \quad (8)$$

$$\text{činný výkon 1. harmonické} \quad P = U_1 I_1 \cos(\varphi_{\text{U1}} - \varphi_{\text{I1}}) \quad (\text{W}) \quad (9)$$

$$\text{jalový výkon 1. harmonické} \quad Q = U_1 I_1 \sin(\varphi_{\text{U1}} - \varphi_{\text{I1}}) \quad (\text{var}) \quad (10)$$

$$\text{účinnost 1. harmonické} \quad dPF, \cos \varphi = \cos(\varphi_{\text{U1}} - \varphi_{\text{I1}}) \quad (-) \quad (11)$$

$$\text{celkový zdánlivý výkon} \quad S_{\text{U,V,W}} = S_{\text{U}} + S_{\text{V}} + S_{\text{W}} \quad (\text{V} \cdot \text{A}) \quad (12)$$

$$\text{celkový činný výkon} \quad P_{\text{U,V,W}} = P_{\text{U}} + P_{\text{V}} + P_{\text{W}} \quad (\text{W}) \quad (13)$$

$$\text{celkový jalový výkon} \quad Q_{\text{U,V,W}} = Q_{\text{U}} + Q_{\text{V}} + Q_{\text{W}} \quad (\text{var}) \quad (14)$$

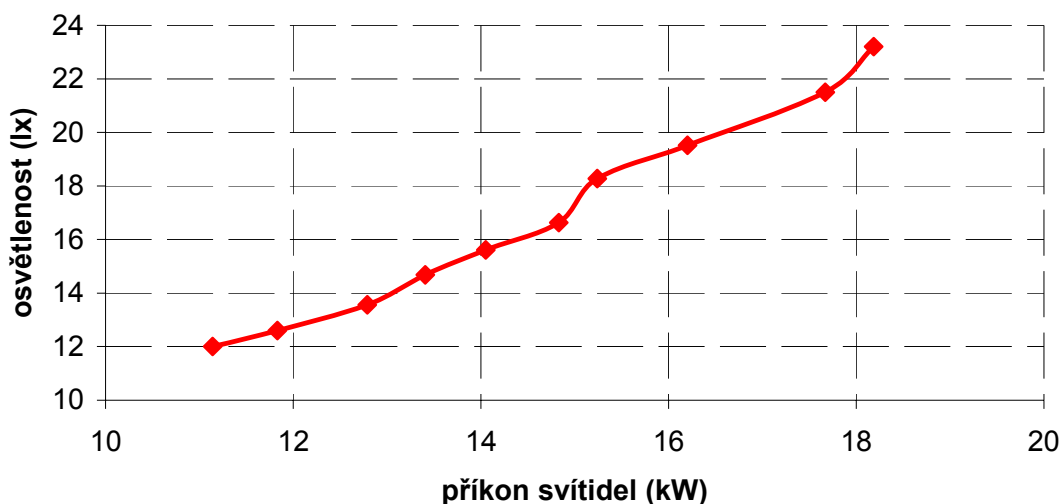
$$\text{celkový činitel výkonu} \quad PF_{\text{U,V,W}}, \lambda = \frac{P_{\text{U,V,W}}}{S_{\text{U,V,W}}} \quad (-) \quad (17)$$



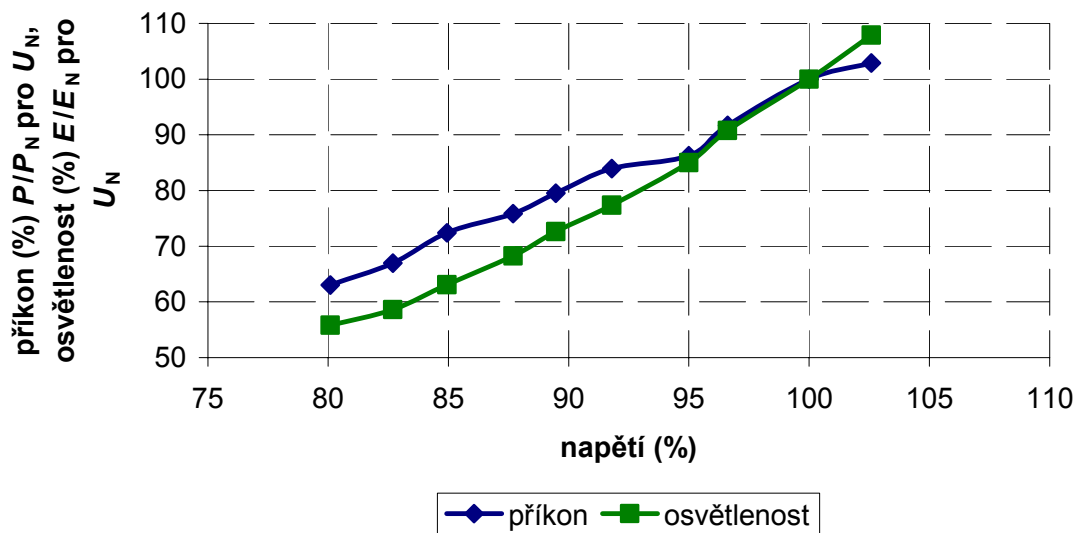
Tab. 5 Tabulka přesnosti měření jednotlivých veličin pro analyzátor.

Veličina	Označení	Přesnost v (%) z měřeného rozsahu
Napětí	$U$	0,8
Proud	$I$	0,8
Činný výkon	$P$	1,6
Zdánlivý výkon	$S$	2,0
Harmonická - napětí	$U_v$	1,1
- proudy	$I_v$	1,1

### 3 Výsledky měření



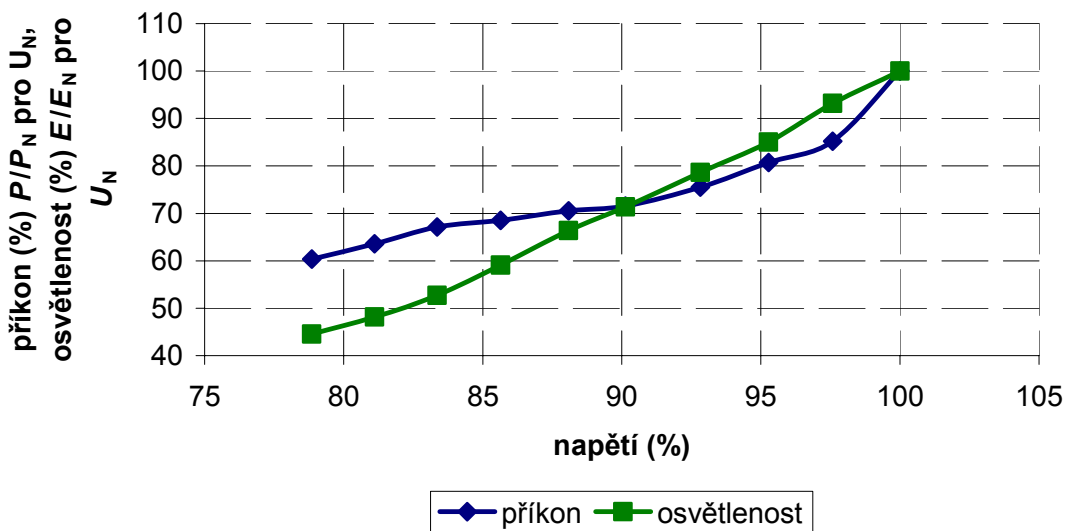
Obr. 1 Průběh osvětlenosti v závislosti na příkonu svítidel – lokalita 1: RVO osvětlení podchodu ul. Horní napojeno na měření z RVO 658.



Obr. 2 Průběh příkonu ( $P/P_N$ ) a osvětlenosti ( $E/E_N$ ) v závislosti na napájecím napětí ( $U/U_N$ ) svítidel – lokalita 1: RVO osvětlení podchodu ul. Horní napojeno na měření z RVO 658.



Obr. 3 Průběh osvětlenosti v závislosti na příkonu svítidel – lokalita 2: RVO osvětlení napojeno na měření z RVO 909 (Ulice Studentská, VTP).



Obr. 4 Průběh příkonu ( $P/P_N$ ) a osvětlenosti ( $E/E_N$ ) v závislosti na napájecím napětí ( $U/U_N$ ) svítidel – lokalita 2: RVO osvětlení napojeno na měření z RVO 909 (Ulice Studentská, VTP).

## 4 Vyhodnocení

Na základě výsledků z měřicího systému ENA 500 a údajů digitálního luxmetru MINILUX byl graficky znázorněn průběh osvětlenosti v závislosti na příkonu osvětlovací soustavy pro napájení RVO 658 a RVO 909 (viz. obr. 1 a 3). Osvětlovací soustavy byly napájeny prostřednictvím regulátoru typ E15. Specifikace osvětlovací soustavy je uvedena pro jednotlivá místa měření v tabulce 1,2 a 3. Parametry regulátoru jsou obsaženy v tabulce 4.

V rámci experimentálního měření byly určeny křížové charakteristiky osvětlovacích soustav pro napájení RVO 658 a RVO 909. Výsledné průběhy závislosti poměrné hodnoty osvětlenosti a příkonu na napájecím napětí jsou pro případ napájení z RVO 658 zobrazeny na obr. 2. Z obr. 2 je zřejmé, že při poklesu napájecího napětí na 80%, dojde k poklesu poměrné hodnoty příkonu na hodnotu 63% a osvětlenosti na hodnotu 56%. Dle teoretického předpokladu závislosti křížových charakteristik dochází k průniku průběhu příkonu a osvětlenosti při jmenovité hodnotě napájecího napětí. Při zvyšování napájecího napětí na hodnotu 103% jmenovitého napětí je příkon zvýšen na hodnotu 103% a osvětlenosti 108%.

Křížové charakteristiky byly definovány taktéž pro osvětlovací soustavu napájenou z testovaného regulátoru typu E15 z rozváděče RVO 909. Výsledná grafická interpretace křížové charakteristiky je uvedena na obr. 4. Z obr. 4 je zřejmé, že k průniku průběhu poměrného příkonu a osvětlenosti dojde při napětí cca 90% a 100% jmenovitého napětí. Tímto procentním vyjádřením je vymezena oblast, kdy při poklesu napájecího napětí (ze 100% na 90%  $U_N$ ) klesá poměrná hodnota příkonu s větší strmostí v porovnání s poměrnou hodnotou osvětlenosti. Konkrétně pro hodnotu napájecího napětí 95% klesne poměrná hodnota příkonu na 81%, poměrná hodnota osvětlenosti na hodnotu 85%.

## 5 Komentář

První měření prokázalo v souladu s teorií, že pokles světelného toku (osvětlenosti) je při snižování napětí větší než pokles příkonu. Lze však konstatovat, že rozdíly mezi těmito poklesy jsou menší než ty, které vycházejí z teoretických úvah. 20% pokles napětí vyvolal 37% pokles příkonu a 44% pokles světelného toku (osvětlenosti). Což je v poměru 1:1,85:2,2 ( $U\%:P\%:\Phi\%$ ). Při vypnutém měřeném VO činila hodnota osvětlenosti pozadí 0,03 lx. Vliv pozadí je tedy možné zanedbat. Čidlo luxmetru bylo umístěno pod jedním svítidlem VO na zemi.

V rámci druhého měření byl pokles světelného toku (osvětlenosti) až do hodnoty cca 90% jmenovitého napájecího napětí menší než pokles příkonu osvětlovacích soustav. Což je v rozporu s teoretickými předpoklady. Při dalším snižování se chovala osvětlovací soustava v souladu s teoretickými předpoklady. Pro pokles napájecího napětí o 20% (ze 100%) klesl příkon o 37% a světelný tok (osvětlenost) o 62%, což je v poměru 1:1,85:3,1. Při vypnutém měřeném VO činila hodnota osvětlenosti pozadí 0,1 lx, vliv pozadí je minimální.

Výše popsané poměry nejsou konstantní, se snižováním napájecího napětí se poměry zvětšují.

Nejistota měření byla odhadnuta na velikost cca 20%.

V Ostravě dne 8.8.2007

Prof. Ing. Karel Sokanský, CSc.

---

