

Michal Špes, Ľubomír Beňa, Miroslav Mikita, Martin Vojtek, Michal Márton

## Určenie svetelno-technických parametrov sústavy verejného osvetlenia meraním a využitie pre prax

Tento článok sa zaoberá problematikou verejného osvetlenia a to konkrétne meraním svetelno-technických vlastností sústavy verejného osvetlenia. Priamo popisuje metódu merania a spôsob svetelno-technického výpočtu. V úvode článku je popísaný význam verejného osvetlenia spolu s prvkami verejného osvetlenia. Okrem iného sú v článku uvedené aj najväčšie nedostatky verejného osvetlenia.

Kľúčové slová: verejné osvetlenie, meranie svetelno-technických vlastností, jas vozovky, rovnomernosť

### I. ÚVOD

Verejné osvetlenie patrí medzi základné vybavenie každej obce, ktoré plní viacero významných funkcií. Prvou z nich je bezpečnosť používateľov komunikácií. Sústava verejného osvetlenia prispieva k zníženiu nehodovosti a s tým spojené škody na zdraví, živote a majetku, či sa jedná o vodičov alebo chodcov.

Významný vplyv má verejné osvetlenie na oblasť kriminality. Podľa štatistík USA došlo po inštalácii moderného osvetlenia k poklesu zločinov spáchaných na verejnom priestranstve.

Človek prijíma 80% až 90% informácií prostredníctvom zraku. S tým je spojená funkcia orientácie sa v priestore, či už je to orientácia chodcov vstupujúcich na vozovku alebo vodičov.

Rovnaký význam má aj estetickosť verejného osvetlenia. Vhodným architektonickým osvetlením významných objektov je možné vylepšiť príťažlivosť mesta.

Najväčší rozvoj verejného osvetlenia bol v šesťdesiatych rokoch minulého storočia. Rovnako ako v minulosti aj v súčasnosti vstupuje do hodnotenia kvality verejného osvetlenia úroveň dosiahnutého pokroku a množstvo finančných prostriedkov, ktoré môžu byť pri rekonštrukcii verejného osvetlenia použité. Napriek tomu, že v súčasnej dobe sú k dispozícii najmodernejšie vysokoúčinné svietidlá, nie je stav v sústavách verejného osvetlenia vyhovujúci.

Tento stav je dôsledok nedostatku financií v obecných rozpočtoch.

### II. PRVKY OSVETĽOVACÍCH SÚSTAV A ICH NAJČASTEJŠIE NEDOSTATKY

Osvetľovacia sústava verejného osvetlenia je tvorená nasledujúcimi prvkami [1]:

- svietidlá,
- svetelné zdroje,
- rozvádzač verejného osvetlenia,
- nosné prvky osvetľovacej sústavy.

Svietidlo je definované ako „zariadenie určené na osvetlenie vozovky alebo na vyžarovanie svetelného signálu ostatným užívateľom. Vo všeobecnosti je tvorené dvoma časťami [1]:

- optická časť,
- mechanická časť.

Najčastejším problémom zastaraných svietidiel je znečistenie optických častí svietidiel z dôvodu nízkeho stupňa krytia, v dôsledku čoho dochádza k zanášaniam a obmedzovaniu svetelného toku svietidla.

Rovnako závažné je aj materiálne opotrebovanie, ktoré vyplýva z prekročenia hranice ich životnosti, čo sa odrazí v zníženom plnení ich funkcie (obr. 1).

Jadro osvetľovacej sústavy tvoria svetelné zdroje. Hospodárnosť celej sústavy sa odvíja od vhodnej voľby svetelných zdrojov. Z pohľadu hodnotenia stavu verejného osvetlenia je aj použitie svetelných zdrojov nevhodných pre osvetľovanie cestných komunikácií ako sú napríklad kompaktné žiarivky. Druhým nedostatkom, s ktorým je možné sa stretnúť v praxi je použitie nevhodných svetelných zdrojov, čo sa odrazí vo zvýšenej spotrebe elektrickej energie.

Medzi časté nedostatky rozvádzačov verejného osvetlenia patrí korózia a poškodenie skrine rozvádzača, čím dochádza k odkrytiu živých častí.

Medzi nosné časti osvetľovacej sústavy patria stožiare a výložníky. Najčastejším nedostatkom výložníkov je korózia ich ramienok. U podporných bodov hrozí zrútenie stožiarov verejného osvetlenia vplyvom vychýlenia.



Obr. 1 Poškodenie optickej časti svietidla



Obr. 2 Korózia rozvádzača, chýbajúca spodná časť skrine rozvádzača

### III. SVETELNO-TECHNICKÉ POŽIADAVKY KLADENÉ NA VEREJNÉ OSVETLENIE

Svetelno-technické požiadavky pre sústavu verejného osvetlenia sú zahrnuté v nasledujúcich normách:

- STN EN 13201 – 1: Osvetlenie pozemných komunikácií. Časť 1: Výber tried osvetlenia,
- STN EN 13201 – 2: Osvetlenie pozemných komunikácií. Časť 2: Svetelno-technické požiadavky,
- STN EN 13201 – 3: Osvetlenie pozemných komunikácií. Časť 3: Svetelno-technický výpočet,
- STN EN 13201 – 4: Osvetlenie pozemných komunikácií. Časť 4: Metódy merania svetelno-technických vlastností.

Určeniu svetelno-technických parametrov osvetľovacej sústavy a prípadnému návrhu rekonštrukcie verejného osvetlenia predchádza zatriedenie pozemnej komunikácie do príslušnej triedy v závislosti od hlavných používateľov danej komunikácie.

Kategorizácia osôb alebo vozidiel vstupujúcich do relevantného priestoru je nasledovná [2]:

- M – motorové vozidlá,
- S – motorové vozidlá, ktorých rýchlosť nepresiahne hodnotu 40 km/hod,
- C – cyklisti, táto kategória zahŕňa aj vodičov mopедov,
- P – osoby vstupujúce do relevantného priestoru.

Na základe zatriedenia cestnej komunikácie do príslušnej triedy osvetlenia vieme povedať, aké sú minimálne svetelno-technické požiadavky, kladené na osvetľovaciu sústavu.

Vo všeobecnosti sú pri meraní a návrhu novej osvetľovacej sústavy sledované nasledujúce svetelno-technické parametre [3]:

- Priemerný jas vozovky ( $\bar{L}$ )

$$\bar{L} = \sum_{n=1}^i \frac{L_i}{n} \quad (1)$$

kde:  $L_i$  (cd/m<sup>2</sup>) je jas povrchu vozovky *i-teho* meraného bodu,  $n$  je počet meraní jasu vozovky,

- Celková rovnomernosť jasu ( $U_0$ )

$$U_0 = \frac{L_{\min}}{L} \quad (2)$$

kde:  $L_{\min}$  (cd/m<sup>2</sup>) je najmenšia hodnota jasu v meraných bodoch,

- Pozdĺžna rovnomernosť jasu ( $U_l$ )

$$U_l = \frac{L_{\min}}{L_{\max}} \quad (3)$$

kde:  $L_{\min}$  (cd/m<sup>2</sup>) je najmenšia hodnota jasu v meraných bodoch,  $L_{\max}$  (cd/m<sup>2</sup>) je najväčšia hodnota jasu v meraných bodoch.

### IV. SVETELNO-TECHNICKÁ ŠTÚDIA SÚSTAVY VEREJNÉHO OSVETLENIA V PREDMETNEJ OBCI

Prvým krokom pre vypracovanie svetelno-technickej štúdie je obhliadka sústavy verejného osvetlenia, na základe čoho sa vytvorí prehľad prvkov nasadených v sústave a zdokumentuje ich technický stav.

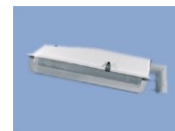
Predmetnú sústavu tvorí 189 svietidiel, ktorých svetelné zdroje sú ortuťové výbojky RVL 125 s výkonom 125 W (79 %) a kompaktné žiarivky s výkonom 2 x 36 W (21 %). Prehľad jednotlivých svietidiel a ich početnosť v sústave verejného osvetlenia je na nasledujúcich obrázkoch.



Obr. 3 Svetidlo Elektrosvit 444 19 7x (22%)



Obr. 4 Svetidlo Elektrosvit 444 231x (34%)



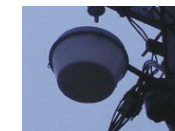
Obr. 5 Svetidlo Attache (21%)



Obr. 6 Svetidlo Elektrosvit 444 2x (12%)



Obr. 7 Svetidlo Kuriér (8%)



Obr. 8 Svetidlo Elektrosvit 130x.xx (3%)

Medzi najväčšie nedostatky svietidiel nasadených v osvetľovacej sústave patrí poškodenie optických častí svietidiel. Taktiež v dôsledku zníženého stupňa krytia došlo k znečisteniu svietidiel, čím je vyžarovaný svetelný tok obmedzený.

Druhý aspekt, ktorý negatívne vplyva na kvalitu verejného osvetlenia je materiálne opotrebovanie. V dôsledku fyzického opotrebovania a prekročenia hranice životnosti súčasne používaných svietidiel je znížené plnenie ich funkcie. V prípade niektorých svietidiel a ich poškodeniu môžeme hovoriť o neplnení ich funkcie.

Okrem iného je nutné brať do úvahy aj morálne opotrebovanie. V súčasnej dobe sú vyvinuté svietidlá, ktorých svetelno-technické vlastnosti prevyšujú vlastnosti súčasne používaných svietidiel. Prevádzka súčasnej sústavy je výrazne drahšia ako prevádzka osvetľovacej sústavy tvorenej novými svietidlami.

**V. MERANIE SVETELNO-TECHNICKÝCH VLASTNOSTÍ**

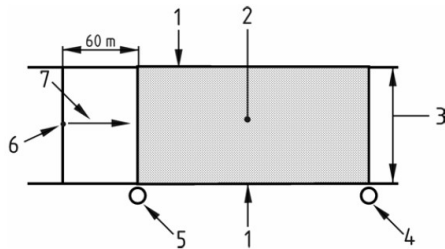
Meraním svetelno-technických vlastností sa zaoberá norma STN EN 13201-4, ktorá presne popisuje spôsob a techniku merania.

Pre meranie musí byť zvolený relevantný priestor, pričom v pozdĺžnom smere tohto priestoru musí pole merania obsahovať dve svietidlá v tom istom rade.

Pozícia pozorovateľa je vo vzdialenosti 60 metrov od prvého svietidla relevantného priestoru (obr. 9).

Legenda k obrázku č. 9 [3] [5]:

- 1 okraj relevantného priestoru,
- 2 výpočtové pole,
- 3 šírka relevantného priestoru  $W_r$ ,
- 4 posledné svietidlo relevantného priestoru,
- 5 prvé svietidlo relevantného priestoru,
- 6 pozorovateľ,
- 7 smer pozorovania.

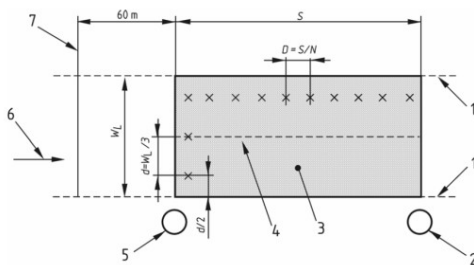


Obr. 9 Situácia pre meranie svetelno-technických parametrov, pole jasov pre relevantný priestor

Pred uskutočnením merania je nutné zadefinovať jednotlivé body, pričom vychádzame z nasledujúceho obrázka.

Legenda k obrázku č. 10 [3] [5]:

- 1 okraj jazdného pruhu,
- 2 posledné svietidlo vo výpočtovom poli,
- 3 výpočtové pole,
- 4 os pruhu,
- 5 prvé svietidlo vo výpočtovom poli,
- 6 smer pozorovania,
- 7 poloha pozorovateľa v pozdĺžnom smere,
- x označený rad bodov výpočtu v priečnom a pozdĺžnom smere.



Obr. 9 Situácia pre meranie svetelno-technických parametrov, poloha bodov merania v jazdnom pruhu

Meraním určíme šírku jazdného pruhu  $W_l$  a vzdialenosť medzi svietidlami  $S$ . Tieto údaje využijeme pre výpočet vzdialenosti jednotlivých bodov v pozdĺžnom  $D$  a priečnom smere  $d$  podľa nasledujúcich rovníc [3] [5]:

$$d = \frac{W_L}{3} \tag{4}$$

$$D = \frac{S}{N} \tag{5}$$

Pričom hodnota konštanty  $N$  je normou stanová ako  $N = 10$ , pretože vzdialenosť medzi svietidlami v tom istom rade je  $S \leq 30$  m.

TABUĽKA I  
Určenie bodov merania

S	30 m
$W_L$	2,9 m
D	3 m
d	0,97 m
N	10

Celkovo boli vykonané dve merania. Prvé meranie pre jazdný pruh relevantného priestoru bližšie k podporným bodom verejného osvetlenia. Rovnaké meranie svetelno-technických vlastností bolo vykonané aj v druhom jazdnom pruhu. Prehľad jednotlivých jasov v meraných bodoch je v nasledujúcich tabuľkách.

TABUĽKA II

Prehľad nameraných hodnôt v prvom jazdnom pruhu relevantného priestoru

Vzdialenosť [m]	$L_i$ [cd/m <sup>2</sup> ]		
60	0,06	0,03	0,05
63	0,07	0,05	0,06
66	0,05	0,04	0,07
69	0,04	0,06	0,06
72	0,04	0,04	0,04
75	0,05	0,04	0,04
78	0,08	0,05	0,05
81	0,08	0,04	0,04
84	0,07	0,05	0,04
87	0,08	0,06	0,05

TABUĽKA III

Prehľad nameraných hodnôt v druhom jazdnom pruhu relevantného priestoru

Vzdialenosť [m]	$L_i$ [cd/m <sup>2</sup> ]		
60	0,05	0,03	0,02
63	0,06	0,04	0,03
66	0,07	0,03	0,03
69	0,06	0,03	0,02
72	0,04	0,02	0,01
75	0,04	0,01	0,01
78	0,05	0,02	0,02
81	0,04	0,03	0,02
84	0,04	0,03	0,02
87	0,05	0,04	0,03

Pre vyhodnotenie merania svetelno-technických parametrov osvetľovacej sústavy využijeme pre výpočet rovnice uvedené v III. kapitole tejto práce (1), (2), (3). Tieto hodnoty po zatriedení cestnej komunikácie podľa normy STN EN 13201-1 do triedy osvetlenia ME4a následne porovnáme s požadovanými hodnotami pre túto triedu.

TABUĽKA IV

Porovnanie skutočných a požadovaných svetelno-technických veličín

	$\bar{L}$	$U_0$	$U_1$	
			$U_{11}$	$U_{12}$
Skutočné hodnoty	0,04283	0,2335	0,375	0,143
Svetelno-technické požiadavky	0,75	0,4	0,5	0,5

Ako vyplýva z vykonaného merania, sústava verejného osvetlenia v predmetnej obci nespĺňa požiadavky kladené na verejné osvetlenie cestnej komunikácie pre triedu ME4a uvedené v norme STN EN 13201 – 2. Na základe vykonaného merania môžeme tvrdiť, že rekonštrukcia je viac ako nutná, keďže takáto sústava nenesie charakter a účel verejného osvetlenia.

## VI. ZÁVER

Tento článok sa zaoberá meraním svetelno-technických parametrov osvetlenia vozovky pozemných komunikácií. Presne popisuje spôsob merania a vyhodnotenia.

Problémom praxe z pohľadu rekonštrukcie verejného osvetlenia najčastejšie býva chýbajúci protokol o meraní svetelno-technických parametrov, resp. nízky dôraz na poznanie svetelno-technických parametrov. Najčastejším zámerom pri rekonštrukcii verejného osvetlenia je zníženie energetickej náročnosti osvetľovacej sústavy no splnenie požiadaviek noriem je často až druhotné.

Cieľom tohto článku je poukázať na dôležitosť merania pred rekonštrukciou a následne po vykonaní rekonštrukcie pre poznanie svetelno-technických vlastností.

## POĎAKOVANIE

Túto vedeckú prácu podporila Vedecká grantová agentúra Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky a Slovenskej akadémie vied grantom VEGA č. 1/0388/13.

## LITERATÚRA

- [1] K. SOKANSKÝ: Světelná technika. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011, ISBN 978-80-01-04941-9
- [2] STN EN 13201-1. Osvetlenie pozemných komunikácií: Výber tried osvetlenia. 2005
- [3] STN EN 13201-2. Osvetlenie pozemných komunikácií: Svetelnotechnické požiadavky. 2005
- [4] STN EN 13201-3. Osvetlenie pozemných komunikácií: Svetelno-technický výpočet. 2005
- [5] STN EN 13201-4. Osvetlenie pozemných komunikácií: Metódy merania svetelno-technických vlastností. 2005

## ADRESY AUTOROV

Ing. Michal Špes, Technická Univerzita Košice, Katedra elektroenergetiky, Mäsiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská Republika,

[Michal.Spes@tuke.sk](mailto:Michal.Spes@tuke.sk)

doc. Ing. Lubomir Beňa, PhD., Technická Univerzita Košice, Katedra elektroenergetiky, Mäsiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská Republika,

[Lubomir.Bena@tuke.sk](mailto:Lubomir.Bena@tuke.sk)

Ing. Miroslav Mikita, Technická Univerzita Košice, Katedra elektroenergetiky, Mäsiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská Republika,

[Miroslav.Mikita@tuke.sk](mailto:Miroslav.Mikita@tuke.sk)

Ing. Martin Vojtek, Technická Univerzita Košice, Katedra elektroenergetiky, Mäsiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská Republika,

[Martin.Vojtek@tuke.sk](mailto:Martin.Vojtek@tuke.sk)

Bc. Michal Márton, Technická Univerzita Košice, Katedra elektroniky a multimediálnych telekomunikácií, Vysokoškolská 4, Košice, SK 040 01, Slovenská republika,

[Michal.Marton.3@student.tuke.sk](mailto:Michal.Marton.3@student.tuke.sk)