

Ján Babjak, Marek Pavlík, Ľubomír Beňa

Posúdenie a návrh osvetlenia pozemných komunikácií

Tento článok pojednáva o meraní súčasného stavu osvetľovacej sústavy verejného osvetlenia v obci. Namerané hodnoty intenzity osvetlenia pozemnej komunikácie a jas vozovky boli porovnané s príslušnou normou a následne vyhodnotené. Na základe zistenia, že súčasný stav verejného osvetlenia nevyhovuje bol realizovaný nový návrh osvetlenia pozemnej komunikácie.

Kľúčové slová: osvetlenie, intenzita osvetlenia, jas

This paper deal with the measuring of the current state of the lighting system of road lighting in the village. The measured values of illuminance and grightness of the road were compared with the relevant standards and subsequently evaluated. On the based of finding that the current situation is not in conformity with the standard was designed new lighting road. **(Assessing and design of lighting roads)**

Keywords: lighting, illuminance, brightness

I. ÚVOD

Svetlo je základným predpokladom života. V momente keď sa začne stmievať, potrebujeme pomocou umelého osvetlenia zaistiť kontinuitu práce, aby sa život nezastavil. Návrh vhodného umelého osvetlenia nesie so sebou množstvo technických požiadaviek. V STN TR 13201-1 sa dôraz kladie na intenzitu osvetlenia, rovnomernosť osvetlenia, vhodné podanie farieb a minimalizáciu rušivých účinkov osvetlenia. Návrhom osvetlenia pozemných komunikácií sa má doceliť v prvom rade zabezpečenie vyššie uvedených požiadaviek, pričom sa má zohľadniť efektívnosť využívania elektrickej energie t.j. účinnosť svetelných zdrojov a dopad na životné prostredie.

Tento článok je zameraný na meranie osvetlenia pozemnej komunikácie v obci Nižný Hrušov ako aj na návrh osvetlenia na tejto pozemnej komunikácii.

II. POŽIADAVKY KLADENÉ NA OSVETLENIE POZEMNÝCH KOMUNIKÁCIÍ

Funkcia verejného osvetlenia je veľmi rozsiahla a zahŕňa niekoľko aspektov – bezpečnostný, kultúrny, sociálny, psychologický, ekologický a ekonomický. Bezpečnostným aspektom sa rozumie optimálne osvetlené cestné ťahy, zóny, chodníky, námestia, parky, ktoré taktiež prispievajú aj k zvýšeniu bezpečnosti premávky a zníženiu kriminality. Verejné osvetlenie má vplyv na atraktivitu a je vizitkou našich miest a obcí a teda aj z kultúrneho hľadiska zastáva svoju úlohu. Sociálne a psychologické aspekty súvisia s bezpečnosťou na komunikáciách a preto má verejné osvetlenie výrazný vplyv na zníženie kriminality, vandalizmu a násilníctva [1][2][3].

Svetelno-technické požiadavky pre pozemné komunikácie závisia od triedy osvetlenia komunikácie. Pri samotnom návrhu osvetlenia sú podľa príslušnej normy STN TR 13201-1 smerodajné hodnoty týchto veličín [4]:

- L jas vozovky
- U_0 celková rovnomernosť osvetlenia
- U_l pozdĺžna rovnomernosť osvetlenia
- TI obmedzujúce oslnenie
- SR pomer okolitej osvetlenosti

Na základe situácie, v ktorej sa pozemná komunikácia nachádza sa podľa Tabuľky I vyberie správny súbor situácie. Ďalej sa vo vybranom súbore situácie osvetlenia vyberie trieda osvetlenia ME, ktorá sa vyberá na základe prevažujúceho typu povetria, upokojenia premávky, hustoty križovatiek na km, obťažnosti jazdného pruhu a intenzity premávky vozidla za deň [4][5].

TABUĽKA I
Skupiny situácií osvetlenia[4]

Okamžitá Rýchlosť HP	Typy užívateľov v relevantnom priestore			Súbor situácií osvetlenia
	Hlavný používateľ HP	Iní povolení používatelia PP	Vylúčení používatelia VP	
> 60	MD		VPV, C, CH	A1
		VPV	C,CH	A2
		VPV, C, CH		A3
30< ≤60	MD, VPV	C, CH		B1
	MD, VPV, C			B2
5< ≤30	C	CH	MD, VPV	C1
	MD, CH		VPV, C	D1
		VPV, C		D2
	MD, C	VPV, CH		D3
Rýchlosť	MD, VPV, C, CH			D4
	CH		MD, VPV, C	E1

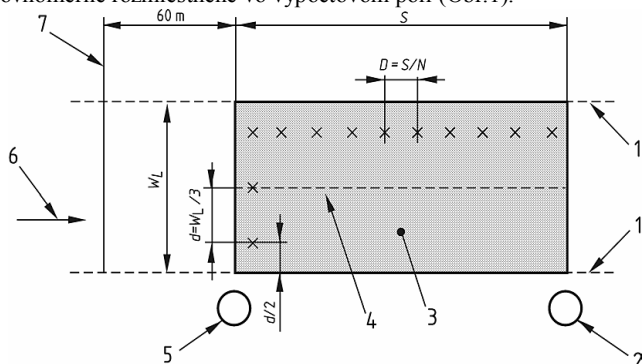
chôdze	MD, VPV, C	E2
MD- motorová doprava, VPV- veľmi pomalé vozidlá, C- cyklisti, CH- chodci		

Pozemná komunikácia v obci Nižný Hrušov, ktorá je predmetom tohto príspevku je triedy ME5. Požadované fotometrické hodnoty pre triedu osvetlenia ME5 sú uvedené v Tabuľke II. Všetky hodnoty okrem hodnoty veličiny *TI* sú minimálne hodnoty požadujúce pre triedu osvetlenia ME5.

TABUĽKA II
Požadované fotometrické hodnoty pre skupinu ME5[4]

Trieda	Jas suchého povrchu vozovky jazdného pásu		Obmedzujúce oslnenie	Pomer okolitej osvetlenosti	
	<i>L</i>	<i>U₀</i>		<i>U_f</i>	<i>TI</i>
ME5	0,5	0,35	0,4	15	0,5

Pri meraní jasu vozovky musia byť body merania a výpočtu rovnomerne rozmiestnené vo výpočtovom poli (Obr.1).



Obr. 1. Pole na výpočet jasu

Vyznačené body na Obr.1 sú:

- 1 Okraj jazdného pruhu
- 2 Posledné svetidlo vo výpočtovom poli
- 3 Výpočtové pole
- 4 Os pruhu
- 5 Prvé svetidlo vo výpočtovom poli
- 6 Smer pozorovania
- 7 Poloha pozorovateľa v pozdĺžnom smere
- X Označený rad bodov výpočtu v priečnom a pozdĺžnom smere

Vzdialenosť bodov v pozdĺžnom smere je určená podľa (1) ako [5][7]:

$$D = \frac{S}{N} (m) \tag{1}$$

Kde *D* je vzdialenosť medzi bodmi v pozdĺžnom smere v metroch, *S* je vzdialenosť medzi svetidlami v tom istom rade v metroch, *N* je počet bodov výpočtu v pozdĺžnom smere s týmito hodnotami – pre *S* < 30 m je *N* = 10, pre *S* > 30 m je *N* najmenšia celá hodnota, pre ktorú platí *D* < 3 [6][7].

Vzdialenosť bodov v priečnom smere je určená podľa (1).

$$d = \frac{W_L}{3} (m) \tag{1}$$

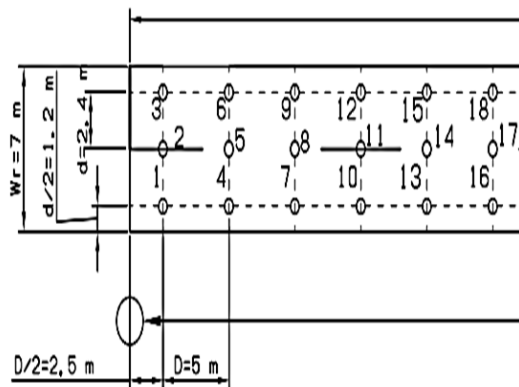
Kde *d* je vzdialenosť medzi bodmi v priečnom smere v metroch a *W_L* je šírka jazdného pruhu v metroch. Vzdialenosti meracích bodov pre toto meranie sú zobrazené na Obr.3.

III. MERANIE SVETELNO-TECHNICKÝCH VLASTNOSTÍ POZEMNEJ KOMUNIKÁCIE

Meranie jasu a intenzity osvetlenia pozemnej komunikácie prebiehalo na vyznačenej trase (Obr.2). Vzdialenosti bodov v priečnom a pozdĺžnom smere boli vypočítané na základe (1) a (2), kde *D* = 5m a *d* = 2,4m, čo bližšie popisuje Obr.3. Meranie bolo vykonané s luxmetrom PU550 od spoločnosti Metra Blansko. Meranie jasu vozovky bolo vykonané jasomerom Konica Minolta LS-110. Meranie sa začalo presným vytýčením meracích bodov v trase. Následne boli eliminované parazitné zdroje umelého osvetlenia, t.j. meranie bolo realizované za neprítomnosti iných svetelných zdrojov akými sú prechádzajúce autá cez komunikáciu. Postupne bola umiestnená sonda pre meranie intenzity osvetlenia na vytýčené body a odcítali sa hodnoty. Meranie jasomerom prebiehalo odlišne. Kým pri meraní s luxmetrom bola sonda umiestnená na komunikáciu, pri meraní jasu bol snímač vo výške približne 150 cm nad vozovkou a obráteným smerom k vozovke. Merania boli niekoľkokrát zopakované a výsledná hodnota bola ich priemerom [5][6][7].



Obr. 2. Vyznačený úsek komunikácie na ktorom prebiehalo meranie



Obr. 3. Vzdialenosť medzi meracími bodmi vo výpočtovom poli

IV. VÝSLEDKY

Tabuľka III zobrazuje súradnice meraných bodov umiestnených priamo na vozovke, v ktorých bolo vykonané meranie. Platí, že napríklad bod 1.1 je bod na vozovke (prvý bod v ľavom hornom rohu vozovky) a jemu prislúchajú namerané hodnoty 0,73 lx a 0,05 cd.m⁻².

TABUĽKA III
Súradnicový systém nameraných hodnôt

1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	1.11	1.12
2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	1.7	2.8	2.9	2.10	2.11	2.12
3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10	3.11	3.12

Namerané hodnoty sú zobrazené v Tabuľke IV a v Tabuľke V.

TABUĽKA IV
Namerané hodnoty intenzity osvetlenia E v lx

0,73	0,59	0,46	0,25	0,15	0,09	0,05	0,04	0,03	0,03	0,06	0,14
1,42	0,89	0,65	0,35	0,17	0,09	0,06	0,04	0,03	0,03	0,05	0,15
2,46	1,28	0,75	0,38	0,17	0,10	0,08	0,04	0,04	0,04	0,07	0,15

TABUĽKA V
Namerané hodnoty jasů L v cd.m⁻²

0,05	0,04	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
0,07	0,05	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
0,11	0,06	0,05	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Súčasný stav osvetlenia tejto pozemnej komunikácie bol na základe meraní vyhodnotený ako nedostačujúci až kritický aj keď bolo súčasné osvetlenie navrhované len nedávno. Najzávažnejším problémom je veľká vzdialenosť osvetľovacích bodov, ktorá je až 80 m. Z toho dôvodu bolo potrebné navrhnuť osvetlenie nanovo. Najprv bol návrh vykonaný bez použitia prídavných stožiarov verejného osvetlenia a teda využili by sa súčasné stožiare verejného osvetlenia. Avšak pri vzdialenosti 80 metrov nie je možné navrhnuť osvetlenie tak, aby spĺňalo všetky požiadavky kladené normou. Jediným možným riešením by bolo umiestnenie stožiarov verejného osvetlenia tak aby ich vzájomná vzdialenosť bola 40 m.

Svietidlá použité pri návrhu sú vybavené LED s rôznymi stmievačmi a vzdialenou správou, ktorá umožňuje zníženie spotreby elektrickej energie a tiež sú vybavené systémom LensoFlex 2. Tento systém bol navrhnutý pre osvetlenie priestorov, kde bezpečnosť ľudí je nevyhnutná. Tento systém je založený na princípe aditívneho sčítania fotometrických distribúcií jednotlivých LED. Každá dióda je spojená s konkrétnym objektívom, ktorý vytvára kompletné fotometrické svietidlo. Je to práve počet LED v kombinácii s hnačím prúdom, ktorý určuje úroveň intenzity a rozloženia svetla.

Celková spotreba celej navrhovanej osvetľovacej sústavy, ktorá pozostáva z 280svietidiel je 31117 kWh, čo je dvojnásobok pôvodnej osvetľovacej sústavy. Je však nutné podotknúť, že pôvodný stav osvetľovacej sústavy nebol navrhnutý správne a podľa minimálnych požiadaviek.

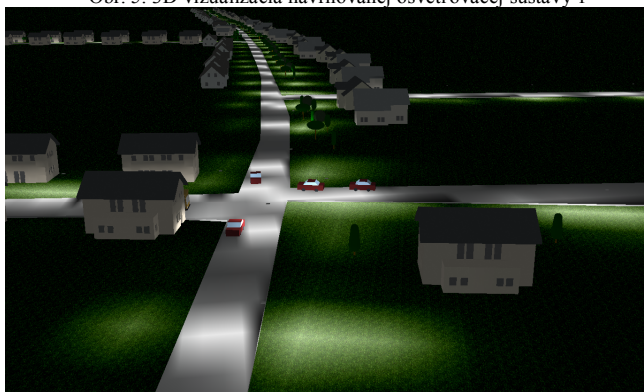


Obr. 4. Použité Svietidlo

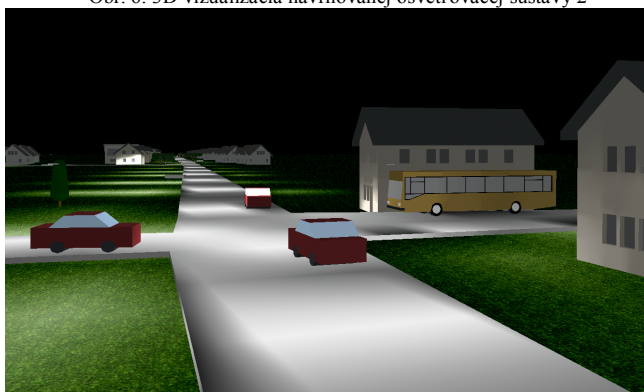
Program pre návrh osvetlenia umožňuje pri samotnom návrhu osvetlenia aj stváranie 3D. Tým je možné navrhnutú osvetľovaciu sústavu preniesť do 3D pohľadu pre lepšiu názornosť navrhovanej osvetľovacej sústavy. 3D vizualizácia navrhovanej osvetľovacej sústavy je zobrazená na Obr. 5 až 7.



Obr. 5. 3D vizualizácia navrhovanej osvetľovacej sústavy 1



Obr. 6. 3D vizualizácia navrhovanej osvetľovacej sústavy 2



Obr. 7. 3D vizualizácia navrhovanej osvetľovacej sústavy 3

V. ZÁVER

Tento článok pojednáva o meraní fotometrických veličín osvetľovacej sústavy. Ďalej sa zaoberá vyhodnotením tohto súčasného nevyhovujúceho stavu a navrhnutím nového stavu verejného osvetlenia. Po energetickej stránke je súčasný stav verejného osvetlenia dokonalý. Nízka spotreba elektrickej energie a menší počet svietidiel má však za dôsledok nedodržanie požiadaviek kladených príslušnou normou. Za tmy sa striedajú príliš osvetlené miesta s tmavými, čo negatívne ovplyvňuje zrakovú pohodu. Bolo zistené, že vzdialenosť stožiarov verejného osvetlenia je vysoká a je potrebné ju znížiť na 40 m, čo je polovica zo vzdialenosti súčasného stavu.

Použitím programu pre návrh osvetlenia bol navrhnutý nový stav verejného osvetlenia podľa príslušnej normy, ktorý síce zvýšil energetickú náročnosť osvetľovacej sústavy no splnil požiadavky kladené normou.

LITERATÚRA

- [1] D. Gašparovský, B. Herdová "Rekonštrukcia verejného osvetlenia", Bratislava: CEVO, 2006, ISBN 80-969403-4-1.
- [2] D. Vrbík "Hygienické aspekty rušivého svetla v komunálnom prostredí" In: Světlo [online]. roč. 14, 2013, č. 1, s. 13 - 14 [cit. 18. 05. 2013]. Dostupné na internete: <http://www.odbornecasopisy.cz/flipviewer/Svetlo/2013/01/Svetlo_01_2013_output/web/flipviewerexpress.html?pn=0004>
- [3] J. Hollan "Uliční osvětlení, ze kterého mají všichni radost" In: Světlo [online]. roč. 1, 2000, č. 4, [cit. 18. 05. 2013]. Dostupné na internete: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=22858
- [4] STN TR 13201-1. Osvetlenie pozemných komunikácií: Výber tried osvetlenia. 2005
- [5] STN EN 13201-2. Osvetlenie pozemných komunikácií: Svetelnotechnické požiadavky. 2005.
- [6] STN EN 13201-3. Osvetlenie pozemných komunikácií: Svetelnotechnický výpočet. 2005
- [7] STN EN 13201-4. Osvetlenie pozemných komunikácií: Metódy merania

svetelnotechnických vlastností. 2005

ADRESY AUTOROV

Ján Babjak, Technická Univerzita Košice, Katedra elektroenergetiky, Mäsiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská Republika, Jan.babjak@student.tuke.sk

Marek Pavlík, Technická Univerzita Košice, Katedra elektroenergetiky, Mäsiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská Republika, marek.pavlik@tuke.sk

Lubomír Beňa, Technická Univerzita Košice, Katedra elektroenergetiky, Mäsiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská Republika, lubomir.bena@tuke.sk