

QUANTITATIVE ESTIMATION THE ENERGY EFFICIENCY OF THE STREET LUMINAIRES

Vassilev N. I., T. K. Peycheva

КОЛИЧЕСТВЕНА ОЦЕНКА НА ЕФЕКТИВНОСТТА НА ОСВЕТИТЕЛИТЕ ЗА УЛИЧНО ОСВЕТЛЕНИЕ

Н.И.Василев, Ц.К.Пейчева

In the paper is investigated the energy efficiency of the Bulgarian luminaires for street lighting. For the quantitative estimation of the efficiency are used two criteria: maximum possible distance between the luminaires for the new streets lighting installation and minimum possible installed electric power of luminaire by reconstruction of old installation. According the results are necessary luminaires with new luminous intensity distribution for the different category of streets.

В светлотехническата практика се решават две задачи – проектиране и изграждане на нови осветителни уредби или реконструиране на съществуващи осветителни уредби. Тяхната ефективност обикновено се оценява по енергийни и икономически критерии, чиито конкретни стойности в най-голяма степен се обуславят от вида на избрания осветител. В настоящия доклад се изследва ефективността на използваните в нашата страна улични осветители.

Нови осветителни уредби

Необходимите инвестиции за изграждане на нова осветителна уредба с дължина 1000 m могат да се определят по следния начин:

$$K = n.k_o = \frac{1000}{l} k_o, \quad (1)$$

където: n е броят на монтираните на 1000 m осветители; k_o – цена на един осветител; l – разстояние между два съседни осветители.

Годишните разходи за консумираната електроенергия от осветителна уредба с дължина 1000 m са съответно:

$$C_e = n.p.T_z.b = \frac{1000}{l} p.b, \quad (2)$$

където: p е мощността на лампите в един осветител, вкл. загубите на мощност в дроселите, W; T_z – годишната продължителност на включване на осветителната уредба, h; b – цена на 1 kWh електрическа енергия, лв/kWh.

Годишните разходи за сменяване на изгорелите лампи:

$$C_n = n.m.\frac{T_z}{T_n} g = \frac{1000}{l} m.\frac{T_z}{T_n} g, \quad (3)$$

където: m е броят на лампите в един осветител, W; T_n – трайност на лампите, h; g – цена на лампата, вкл. разходите за нейното сменяване, лв.

Годишните разходи за почистване и профилактика на осветителите:

$$C_n = n \cdot q \cdot d = \frac{1000}{l} q \cdot d, \quad (4)$$

където: q е броят на почистванията за 1 година; d – цена на почистване на един осветител, лв.;

Съгласно формула (1), (2), (3) и (4) както първоначалните разходи K , така и експлоатационните разходи са право-пропорционални на броя на монтираните осветители за 1000 m. Следователно при максимално разстояние между два съседни осветители

$$L = \max$$

При условие, че са спазени нормените предписания за L_{cp} , U_L , U_o и TI , (5) шната консумация на електроенергия ще бъде минимална. Показателят за енергийна ефективност също ще има минимална стойност:

$$eef = \frac{P}{b \cdot l \cdot L_{норм}} = \min, \quad (6)$$

където: b е широчината на уличното платно, m; $L_{норм}$ – нормената средна яркост, cd/m^2 ;

Българските осветители са практически с еднаква цена. Осветителите на водещите фирми Philips, Schreder, Siteco са неколkokратно по-скъпи, но с тях се постигат значително по-големи разстояния между осветителите. Като се има предвид, че един стоманено тръбен стълб с неговия фундамент и електрическа инсталация е $6 \div 10$ пъти по-скъп от осветителя, решаващо за ефективността на осветителната уредба остава разстоянието между осветителите.

По тези съображения са изследвани максималните разстояния, на които могат да се монтират българските осветители и осветители на фирмата Philips. Разгледани са следните категории улици:

- обслужващи: $L_{cp} = 0.25$, $U_L = 0.4$, $U_o = 0.3$, $TI = 20$;
- събирателни: $L_{cp} = 0.5$, $U_L = 0.5$, $U_o = 0.4$, $TI = 20$;
- градска артерия: $L_{cp} = 1.0$, $U_L = 0.6$, $U_o = 0.4$, $TI = 10$;
- градска магистрала: $L_{cp} = 1.5$, $U_L = 0.6$, $U_o = 0.4$, $TI = 10$;

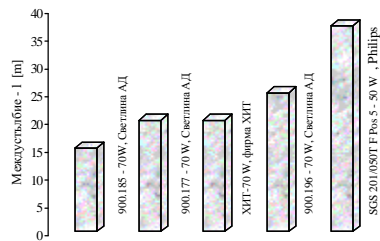
За различни височини на окачване на осветителите, са определени предварително оптималната дължина и наклон на конзолата и за тях са изчислени възможните максимални разстояния между осветителите.

На фиг. 1, 2, 3, 4, 5, 6 и 7 са представени графично получените резултати. Въз основа на тях могат да се направят следните изводи:

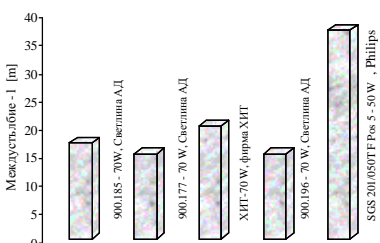
а) В таблица 1 е направен сравнителен преглед на енергийните показатели на български осветители за обслужващи и събирателни улици и подобни осветители на Philips. Впечатляващи са високата енергийна ефективност eef и големите междустълбие, които се постигат с осветителите на Philips.

Енергийни показатели на улични осветители

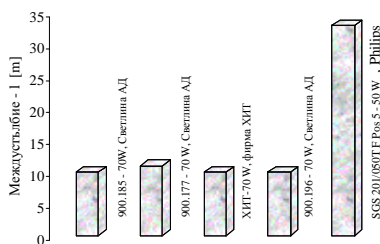
Ширина, m	Височина	Максимално разстояние, m		Показател на енергийна ефективност, <i>eef</i>	
		Български осветители, 70W	Осветители на Philips	Български осветители 70 W	Осветители на Philips
Обслужващи улици					
6	6	14 ÷ 24	37	3.95 ÷ 2.30	1.12 (50 W)
6	8	23 ÷ 33	47	2.40 ÷ 1.68	0.88 (50 W)
7.5	6	13 ÷ 15	37	3.40 ÷ 2.95	0.89 (50 W)
7.5	8	23 ÷ 33	48	1.92 ÷ 1.34	0.69 (50 W)
Събирателни улици					
6	6	10 ÷ 11	33	2.77 ÷ 2.52	0.63 (50 W)
6	8	15 ÷ 20	43	1.84 ÷ 1.38	0.64 (70 W)
7.5	8	10 ÷ 15	42	2.21 ÷ 1.48	0.53 (70 W)



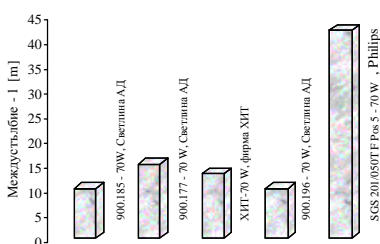
Фиг. 1. Максимални междустъпья за обслужваща улица, $b=6$ метра и $h=6$ метра



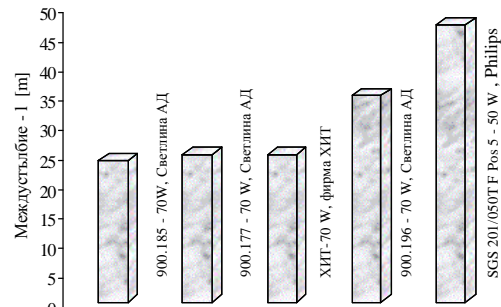
Фиг. 3. Максимални междустъпья за обслужваща улица, $b=7.5$ метра и $h=6$ метра



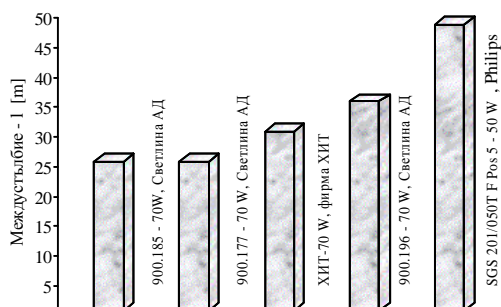
Фиг. 5. Максимални междустъпья за събирателна улица, $b=6$ метра и $h=6$ метра



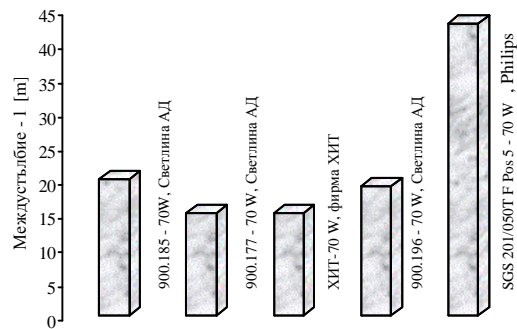
Фиг. 7. Максимални междустъпья за събирателна улица, $b=7.5$ метра и $h=8$ метра



Фиг. 2. Максимални междустъпья за обслужваща улица, $b=6$ метра и $h=8$ метра



Фиг. 4. Максимални междустъпья за обслужваща улица, $b=7.5$ метра и $h=8$ метра



Фиг. 6. Максимални междустъпья за събирателна улица, $b=6$ метра и $h=8$ метра

б) Изискванията за равномерност на осветлението са меродавни при определяне на максимално допустимата разстояние между осветителите при осветяване на обслужващи улици с български осветители. В резултат на това реализираната средна яркост значително надвишава нормената. Това се дължи на нецелесъобразното светлоразпределение на нашите осветители. С осветителите на Philips се постигат 2 ÷ 3 пъти по-големи междустълбия, въпреки че мощността на лампата е по-малка. Крайно време е нашите производители да обърнат внимание на светлоразпределенията на произвежданите от тях осветители. За различните категории улици трябва да се предлагат осветители с подходящо светлоразпределение. Това е пътят за повишаване на енергийната ефективност на нашето улично осветление и конкурентноспособността на българските осветители.

в) У нас се предлагат осветители с минимална мощност на лампата 70W, докато за реализиране на средна яркост $L_{cp} = 0.25 \text{ cd/m}^2$ е достатъчна натриева лампа с 50W. Нагледно доказателство са осветителите на Philips с лампи 50W – фиг. 1, 2, 3 и 4. Нашият пазар се нуждае от нови осветители с натриеви лампи 50W и с компактни със подобна мощност за осветяване на обслужващи улици. Това е задължителна предпоставка, за да се приближим до показателите за енергийна ефективност на Philips (Таблица 1).

г) с наличните български осветители не може да се изпълни “нормално” осветление на събирателни улици. При максимално възможни междустълбия $l = 15 \div 20 \text{ m}$, не може да се мисли за енергийно ефективно осветление

Реконструиране на съществуващи уредба

При реконструиране на съществуващи улични осветителни уредби не се променят разположението и височината на стълбовете. Повишаването на ефективността се постига чрез избор на осветител с най-подходящо светлоразпределение, евентуално коригиране на наклона на конзолата и използване само на един осветител на стълб. Критерият за енергийна ефективност очевидно ще бъде минимална мощност на осветителя, при което се постигат нормените светлотехнически показатели:

$$p_{осв} = \min \quad (7)$$

В случай, че нормените светлотехнически показатели се реализират от няколко вида осветители с еднаква мощност, следва да се избере тази, за която:

$$eef' = \frac{1000}{l} \frac{p_{осв}}{L_{cp}} = \min, \quad (8)$$

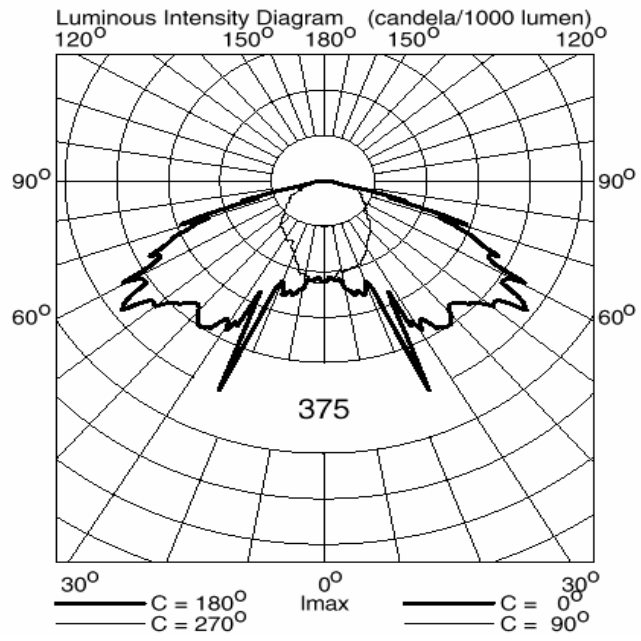
Като се имат предвид посочените в таблица 1 енергийни показатели на български и на Philips осветители, могат да се направят следните съществени изводи:

а) Разстоянието между осветителите в обслужващи улици е обикновено между 28 и 35 m, а широчината на уличното платно – $b = 5, 6$ и 7.5 m . При височина на окачване $h = 6 \text{ m}$ с българските осветители не могат да се постигнат нормените светлотехнически показатели, тъй като $l_{max} < 28 \text{ m}$.

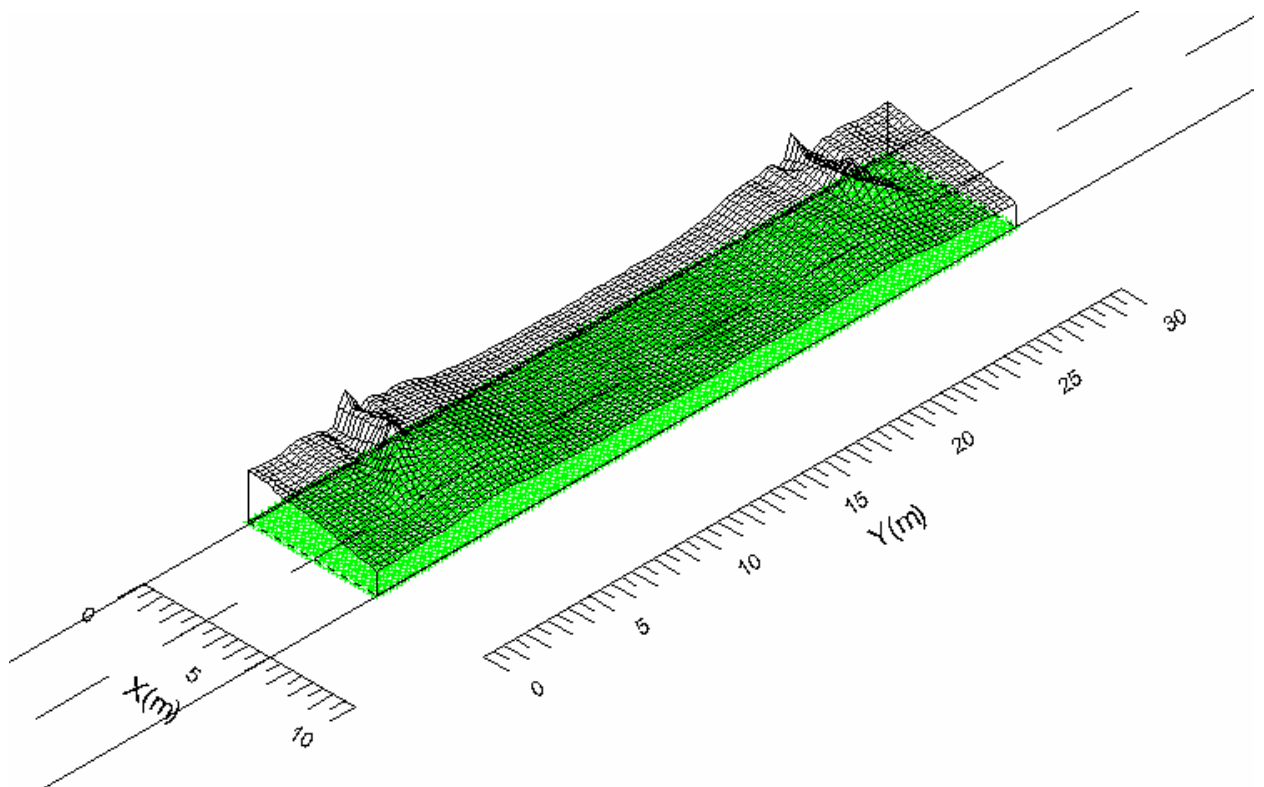
При височина на окачване $h = 8 \text{ m}$ и широчина на уличното платно $b = 6$ и 7.5 m , реконструкция на съществуваща осветителна уредба може да се проведе само с осветители 900.196 – 70W на фирма Светлина АД.

С осветителите на Philips могат да се реконструират всички съществуващи осветителни уредби на обслужващи улици показани в таблица 1.

б) Особено неефективни са българските осветители за събирателни улици. Не е възможно да се реализират съвременни улични осветителни уредби, когато максимално допустимото междустълбие е $15 \div 20 \text{ m}$.



Фиг. 8



Фиг. 9

Следователно реконструирането на съществуващите осветителни уредби на събирателни улици е възможно само с вносни осветители, за да се гарантират нормените светлотехнически изисквания.

в) Сравнително по-благоприятни решения могат да се реализират с наличните осветители с натриева лампа 150W при реконструиране на съществуващи осветителни уредби на градски артерии и районни магистрали. Но в случая енергийно по-ефективни са осветителите на фирмата Philips.

г) Както за нови осветителни уредби, така и за реконструиране на съществуващи уредби са необходими нови осветители с подходящо светлоразпределение за различните категории улици. Незаинтересоваността на нашите производители може да се обясни само с липсата на икономически стимули и неразбиране на значението на светлоразпределението на осветителите за енергийната ефективност на произвежданите у нас осветители.

В заключение трябва да се отбележи още един често срещан недостатък на произвежданите у нас осветители. На фиг. 8 е показана “гребеновидна” светлоразпределителна крива. При изчисляване на L_{cp} , U_L , U_o и TI по традиционните изчислителни методи “назъбения” характер на светлоразпределителната крива не оказва смущаващо влияние на получените резултати. Това обаче може да се констатира, ако се начертае “планината” на осветеността, която се получава при използване на такова светлоразпределение – фиг. 9.

Прякото визуално впечатление обаче е неприятно. Върху уличното платно под и до осветителя се наблюдават тъмни и светли ивици (раета), което очевидно е недопустимо за съвременно улично осветление и такива осветители не трябва да се използват. Това се дължи на неподходящата форма и материал на рефлектора и неправилно подбрана форма на разсейвателя.

Автори:

-
1. проф. д-р инж. Николай Василев,
 2. н.с. II ст. инж. Цветанка Кръстанова Пейчева
- Технически университет – София, НИЛ по Осветителна техника**
 София 1797 – Студентски град, блок III, каб. 3101а
 Тел.: 02-965-27-14; 02-965-39-03, Факс: 02-68-67-19
 E-mail: onilot@vmei.acad.bg
-