

## ОСВЕТЛЕНИЕ НА ПЪТИЦА СЪС СВЕТОДИОДИ

**Красимир Велинов**

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София

**РЕЗЮМЕ.** В доклада е описана нова концепция за проектиране и изграждане на улични осветителни уредби. Дефинирана и е решена оптимизационна задача с критерий постигане на определено ниво на видимост. Като резултат е възможно използване на светодиодни осветители с малка мощност и монтирани на малка височина.

### STREETLIGHTING WITH LED

**Krasimir Velinov**

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Sofia 1700, Bulgaria

**ABSTRACT:** The paper describes a new conception for street lighting, which uses the visibility level as a criterion

### Въведение

Прието е нормирането на уличното осветление да се извършва по яркост [1,2,3]. За улици от среден клас нормената стойност на яркостта е от 0.5 – 1.5 cd/m<sup>2</sup>. Дори и при оптимално светлоразпределение на осветителя, необходимия светлинен поток за постигане на яркост 1.0 cd/m<sup>2</sup> е по-голям от 2000 лумена (за широчина на улицата 7 м и междустълбие 30м) [4,5]. Реализиране на яркост 1.0 cd/m<sup>2</sup> в повечето случаи създава добри условия за виждане, но ако трябва да осветим междуселищен път или магистрала, то това ще бъде доста скъпо удоволствие. Поради характерната огледална отражателна характеристика на пътната настилка е възможно постигане на по-висока яркост чрез максимално използване на излъчването на осветителя в областта от 80 – 90°. Използването на тази зона е ограничено от стандарта, с оглед намаляване на заслепяването. Появата на голямо заслепяване е характерно за случая, когато осветителя е монтиран над нивото на очите на наблюдателя. Няма принципна пречка осветителя да се монтира на малка височина – примерно по-малка от 1м и в същото време да се екранира излъчването в горната полусфера.

### Формулировка на задачата

Цел на настоящата работа е да се получи такова светлоразпределение на осветителя, че светлинния поток на източника на светлина да бъде минимален. При това като основно ограничително условие да се съблюдава видимостта на тестовия обект да бъде по-голяма от предварително определено ниво. За условията на пътното движение се приема, че ниво 10 пъти по-голямо от граничното е приемливо. Като тестов обект се използва

стандартен зрителен обект възприет от международната комисия по осветление – куб със страна 0.2м и коефициент на отражение = 0.2.

Математически оптимизационната задача се дефинира така:

- (1)  $\Phi = \min$
- (2)  $I_{i,j} > 0$
- (3)  $V_{i,j} > V_0$
- (4)  $L_{voal} < T_i \cdot L_{av}$
- (5)  $G_1 = L_{i,j} / L_{av} > G_0$

Неизвестните в горните формули са интензитетите на светлината  $I_{i,j}$  за различни стойности на ъглите  $\gamma$  и  $C$  – равнините.

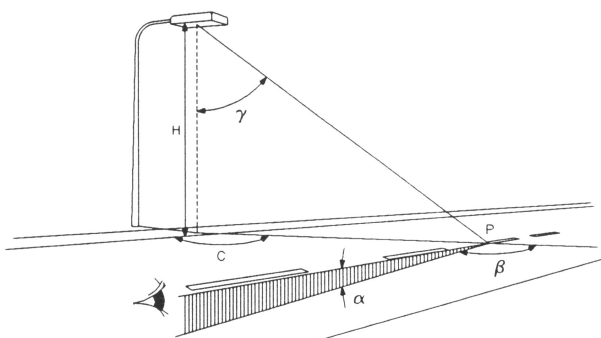
Изчисленията са проведени при следните фиксирани параметри:

- разположение на стълбовете – едностранно - ляво
- височина на стълба – 0.8 м.
- междустълбие – променливо 10-25м
- брой на осветители на стълб – 1
- тип на рогатката – едностранна
- наклон на рогатката – 0°
- отражателна характеристика на пътната настилка – RIII
- зададено ниво на видимост -  $V_0 = 10$ ;
- зададена обща неравномерност –  $G_0 = 0.4$
- брой ленти за движение – 1, 2, 3

- брой на изчислителните точки – 1200
- ъгъл на наклона на погледа -  $1^\circ$

На фиг. 1. е показана геометрията на зрителната задача.

Оптимизационната задача е формулирана като линейна. За решаването на линейни оптимизационни задачи множество алгоритми са доказали ефективността си. Такива са първичния симплекс метод, двойния симплекс метод и методи от вътрешни точки. В настоящия доклад за решаване на задачата се използва стандартен оптимизационен пакет MATLAB 6.5. За изчисляване на коефициентите пред неизвестните е създадена специализирана програма на базата на процедури от програма за проектиране на улични осветителни уредби EPS 1.4.2 [6]



фиг. 1.

Определяне на светлоразпределението по видимост се извършва в следната последователност:

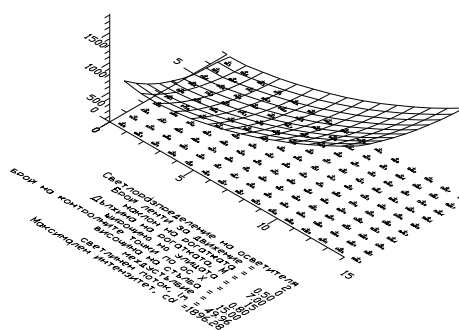
1. Задава се условно светлоразпределение  $I_a = \text{const} = 10000 \text{cd}$
2. Изчисляват се:
  - Разпределение на яркостта  $L_{\text{фон}}$  за  $I_a = 10000 \text{cd}$
  - Разпределение на вертикалната осветеност
  - Разпределение на яркостта  $L_{\text{обект}}$  за  $I_a = 10000 \text{cd}$  - тестов обект  $0.2 \times 0.2 \text{m}$ ,  $R_o = 0.2$
  - Разпределение на яркостната разлика  $L_{\text{обект}} - L_{\text{фон}}$  за  $I_a = 10000 \text{cd}$
  - Определя се праговата яркостна разлика - условно ( $L_{\text{фон}} = 1 \text{cd/m}^2$ )
  - Разпределение на видимостта ( $(L_{\text{обект}} - L_{\text{фон}}) / \Delta L_{\text{прагова}}$  за  $I_a = 10000 \text{cd}$
3. Изчислява се светлоразпределението на осветителя  $I_a$  = (за всяка изчислителна точка)  $\text{cd}$  при ниво на видимост = 10
4. Изчислява се светлинния поток
5. Проверява се каква е реализираната яркост на пътного платно
6. Проверява се каква е реализираната яркост на тестовия обект

## Резултати

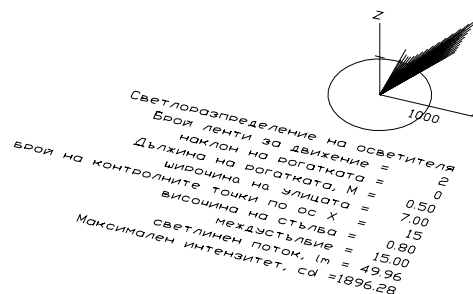
За визуализация на получените решения бяха съставени специализирани процедури. Примерен вид на резултатите от решенията на оптимизационната задача при конкретни входни параметри е показан на фиг. 2 и 3. Светлоразпределението на осветителя е показано съответно в декартова и полярна координатна система.

На фиг. 4. са визуализирани резултатите от изчисленията и получения необходим светлинен поток при промяна на междустълбието от 10 до 25м и броя на лентите за движение от 1 до 3. От графиката се вижда, че основно влияние върху големината на светлинния поток оказва междустълбието, което е отразено на фиг. 5.

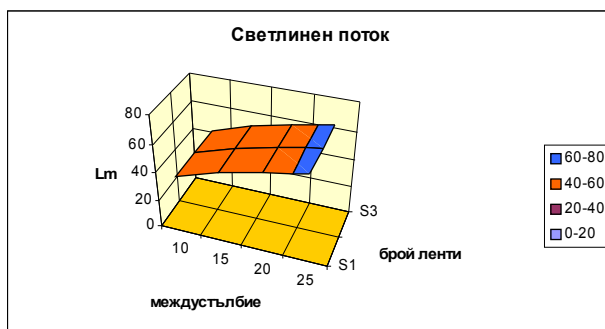
Това което прави силно впечатление е, че е достатъчен светлинен поток от 40 до 60 лумена за да се постигне зададеното ниво на видимост.



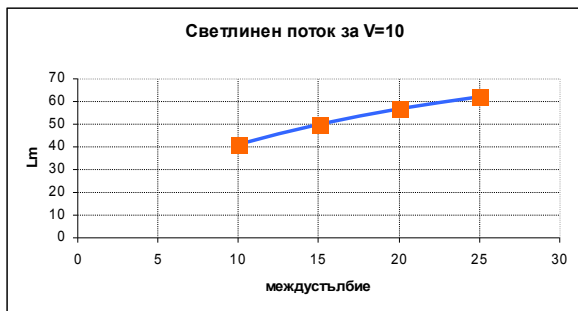
фиг. 2.



фиг. 3.



фиг. 4.



фиг. 5.

### Практическа реализация

Реализирането на осветител с посоченото на фиг. 2 и 3. светлоразпределение е възможно и с традиционните средства. По принцип такава реализация има във всеки автомобилен фар. Възможността да се постигнат добри условия на видимост със светлинен поток около 50 лумена позволява още на сегашния етап да се конструират осветители изградени от светодиодна или лазерна полупроводникова матрица. На сегашния етап на развитие на полупроводниковите светодиоди не е проблем да се произведат такива с мощност 1 – 5W, а светлоотда-

ваемостта на обикновенните мощни диоди е в границите около 10-15lm/W. Осветител изграден от такива елементи ще има мощност от 3 до 5W и живот над 100000 часа.

### Литература

- БДС 5504-82. Осветление на улици и пешеходни зони. Технически изисквания. София 1983.
- DIN 5044-82. Beleuchtung von Strassen fur den Kraftfahrzeugverker
- EUROPAISCHEN NORMEN, Strassenbeleuchtung, Teil 3: Berechnung der Gutemerkmale, FNL 11/FGSV 3.9 Nr 05-98
- Vassilev H., Velinov K., Optimization of the Light Distribution of Street Luminaires, 5. Ulusal Aydinlatma Kongresi ve Interlight Istanbul Fuari, 7-8 Okt. 2004, Istanbul
- Vassilev H., Velinov K., Gancho Ganchev, HIGH EFFICIENCY STREET LUMINAIRES, Conferinta internationala Iluminat 2005, (BALKANLIGHT 2005), 61. 06.2005, Clush-Napoka, Romania, p.48-1, 48-7
- Велинов К, EPS 1.4.2 – Програмен продукт за проектиране на улични осветителни уредби. Техническо описание. СД "ЕЛЕКТРОПРОГРАМА", София 1996 г

*Препоръчана за публикуване от Катедра "Електрификация на минното производство", МЕМФ*