

ПРОЕКТИРАНЕ НА УЛИЧНИ ОСВЕТИТЕЛНИ УРЕДБИ ПО МИНИМАЛНИ ГОДИШНИ РАЗХОДИ

Красимир Велинов¹, Христо Василев²

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

2 - Технически университет - София

РЕЗЮМЕ :В доклада е описан програмен продукт за проектиране на улични осветителни уредби по критерий минимум на годишните разходи.

STREETLIGHTING DESIGN BY MINIMIZING THE ANNUAL OUTLAYS

Krasimir Velinov, Hristo Vasolev

University of Mining and Geology "St Iv. Rilski", 1700 Sofia, Technical University - Sofia

ABSTRACT: The paper presents a software for streetlighting design, according to minimizing the annual outlays.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

При проектиране на улични осветителни уредби трябва да се съблюдават следните две главни условия:

- да бъдат спазени изискваните в стандартите нормени стойности на светлотехническите показатели на улични осветителните уредби (УОУ) [1, 2, 3];

- ефективността на УОУ да бъде максимална. По своя характер проектирането на УОУ представлява решаване на оптимизационна задача.

Върху ефективността на полученото решение много голямо влияние оказва светлоразпределението на осветителя. От него зависи до каква степен светлинния поток излъчен от осветителя ще се използва пълноценно.

С хармонизирането на новите европейски норми [3] като български стандарт се вмени по никое време реализираната яркост да не спада под нормената. Това се контролира по време на проектирането с експлоатационният фактор (MF)

В процеса на експлоатация на уличните осветителни уредби средната яркост на уличното платно непрекъснато намалява. Степента на снижение на яркостта е функция от няколко параметъра, основни от които са следните:

- степен на защита на осветителните тела (ОТ),

- тип на светлинния източник,

- степен на замърсяване на околната среда

- експлоатационни параметри на УОУ – време за почистване на осветителите и време за подмяна на лампите, както и начина им на подмяна.

Експлоатационният фактор MF отчита почистване на оптичните системи на ОТ и намаляването на средната яркост върху подмяна на изгорелите лампи, следствие на което началната яркост на уличното платно в процеса на експлоатация на УОУ се намалява с MF

Едновременното отчитане на горните фактори от проектанта на УОУ е сложна задача. При използване на стандартен софтуер за компютърно проектиране [4] горните фактори не се отчитаха. Досегашната практика в проектирането обръщаше внимание предимно на получаване на светлотехническо решение отговарящо на нормените изисквания. В същото време уличното осветление вече е собственост на общините, които заплащат експлоатационните разходи. Спрямо общите им разходи – тези за улично осветление възлизат на около 3%. За финасовото обезпечение на реконструкцията на УОУ общините получават от банковите институции специализирани дългосрочни нисколихвени кредити. Поради това възникна необходимост от създаване на подходящ софтуер за проектиране на УОУ и оценка на годишните разходи при горната постановка.

2. Последователност на решаване на задачата

Задачата за проектиране на УОУ по минимални годишни разходи се разклонява на няколко подзадачи:

- проектиране на нова осветителна уредба; (1)
- реконструкция на съществуваща уредба; (2)
- оценка на офертни предложения; (3)
- предварителна оценка на разходите за отдаване на концесия; (4)
- избор на стратегия за експлоатация на осветителната уредба. (5)

Всяка от горните задачи има своята свобода предоставена на проектаната. Така например първата задача предоставя най-много възможности за избор: тип на осветителя, междустълбие, височина на стълба, наклон на рогатката, време за подмяна на лампите и почистване на осветителя. Изборът на решение в дадения случай представлява оптимизационна задача при критерий

минимални годишни разходи. Намирането на оптимума на тази задача може да се извърши чрез класическите приложни пакети за нелинейно оптимизиране [5]. В дадения случай по-подходящ е метода на обхождане на вариантите и последваща подходяща визуализация, тъй като проектантът може да се ориентира в коя посока може да се отклони от оптималното решение.

Задача (2) може да се реши с конвенционален продукт за проектиране на УОУ [4], какъвто е предоставен и на студентите от МГУ. В случая, когато се търси минимум на годишните разходи при промяна на параметрите на експлоатация броят на възможните варианти се увеличава значително.

Задачи (3), (4) и (5) могат да се причислят към първата или втората задача в зависимост от конкретните условия.

3. Резултати

За решаване на горните задачи бяха създадени два програмни продукта, които по същество по зададени входни данни извършват многократно изчисляване на реализираната яркост на пътното платно подбират подходящите варианти и ги визуализират. Продуктите са оформени като потребителски програми и са написани на програмния език DELPHI-7. Първият продукт позволява да се определят годишните разходи на осветителната уредба за 1 км дължина при следните входни данни:

- зададена експлоатационна яркост;
- зададена обща равномерност n и яркостта;
- зададена надлъжна равномерност n_a и яркостта;
- избран тип на осветителя;
- наклон на рогатката;
- годишна използваемост на уредбата;
- време за подмяна на лампите;
- време за почистване на осветителите;
- степен на замърсяване;

Отделно в базата данни на програмата са вкарани данни за цени на осветителя, цени на лампите, цени за подмяна на лампи и почистване на осветителя, цени на стълбове в зависимост от тяхната височина, цена на

електроенергия и тенденция за покачването и, лихвен процент за погасяване на заема и др.

На фиг. 1 е показан екрана с редактора на входните данни за решаване на тази задача. Изборът на осветител се извършва от списък в каталог на осветителите, за всеки от които са съхранени необходимите данни. С горните данни от програмата се генерират варианти с промяна на междустълбието от 10 до 50 м със стъпка 1 м и височината на стълба със стъпка 0.25 м. Общо се генерират 960 варианта. За всеки вариант се определя експлоатационният фактор. От тези варианти се отсяват тези, които отговарят на зададената нормена яркост и равномерност на яркостта.

На фиг. 2 са показани резултатите от изчисленията при зададените входни данни. Визуализират се реализираните годишни разходи на осветителната уредба в зависимост от междустълбието и при параметър височина на стълба.

Вторият програмен продукт се използва за оценка на годишните разходи за 1 км УОУ. Той е създаден на базата на първия като се променят автоматично времето за подмяна на лампите и времето за почистване на осветителя. Последователността на работа е същата като при първия продукт, само че за всеки от горните 960 варианта се намира оптималното решение. В зависимост от времето за почистване на осветителя и времето за подмяна на лампите се определя експлоатационния фактор.

На фиг. 3 е показан екрана с редактора на входните данни за решаване на тази задача.

На фиг. 4 са показани резултатите от изчисленията. Резултатите се визуализират при параметър ъгъл на наклона на рогатката.

При оценка на резултатите се вижда, че при един и същи осветител в зависимост от параметрите на експлоатация или проектното решение разликите в годишните разходи могат да варират няколко пъти. Това показва големите възможности за намаляване на разходите.

№	Осветител модел	Код	Тип
1	DEN 1x 50+A1	DENIMA	SON T+50W
2	DEN 1x 70+A1	DENIMA	SON T+70W
3	DEN 1x100+A1	DENIMA	SON T+100W
4	DEN 1x50+NEW	DENIMA	SON T+50W
5	DEN 1x70+NEW	DENIMA	SON T+70W
6	DEN 1x150+NEW	DENIMA	SON T+150W
7	DEN 1x250+NEW	DENIMA	SON T+250W
8	DEN SOX E66W	DENIMA	SOX-E 66W
9	DENS 1x50M+	DENIMA	SON T+50W

Избран осветител: 4 DEN 1x50+NEW DENIMA SON T+50W КИД = 77.4%

Нормена яркост [cd/m²]: 0.50

Зададена надлъжна равномерност: 0.50

Зададена обща равномерност: 0.40

Експлоатационен фактор: 0.87 = 0.98x0.98x0.91

Време за подмяна на лампите: 4000 h

Степен на замърсяване: високо

Време за почистване на осветителя: 1 година

Лихвен процент: 7.00

Широчина на улицата: 12.00

Брой на осветители на стълб: 1

Разстояние ръб платно - ос стълб, М: 1.00

Наклон на рогатката: 20

Дължина на рогатката, М: 1.00

Брой ленти за движение: 2

Цена на осветителя: 150.00

Цена за почистване на осветителя: 15.00

Цена на лампата: 20.00

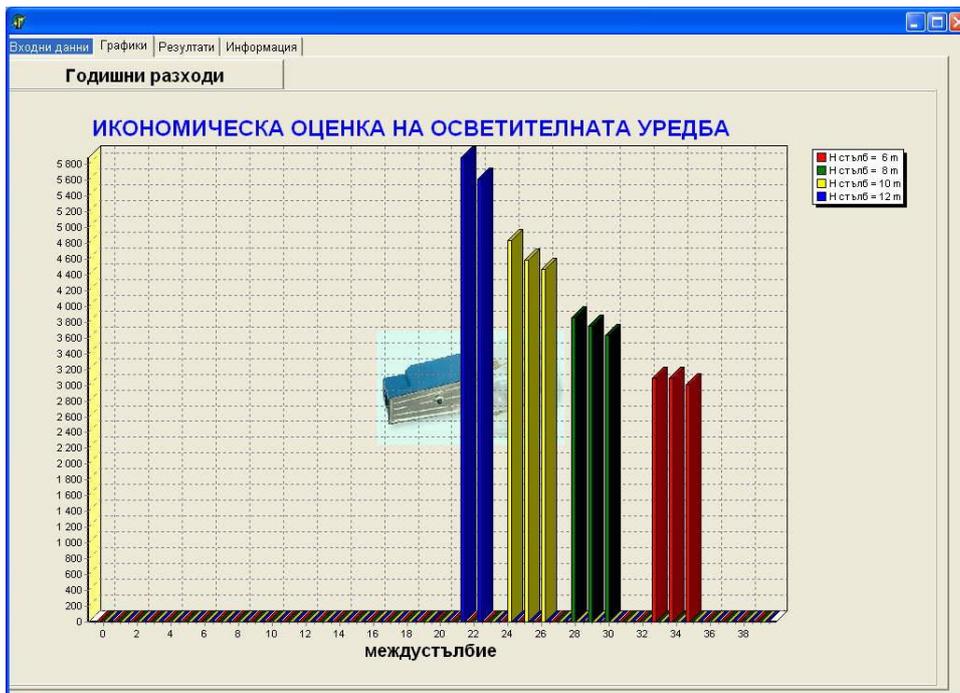
Цена за подмяна на лампата: 15.00

Цена на с-мата за управление: 2000.00

Цена на ел. енергия лв./Кwh: 0.14

Годишна използваемост, часа: 4000

Фиг. 1. Входни данни за програмен продукт №1



Фиг. 2. Резултати от изчисленията за програмен продукт №1

Входни данни | Графики | Резултати | Информация

№	Осветител модел	Код	Мощност
1	DEN 1x 50+A1	DENIMA	SON T+50W
2	DEN 1x 70+A1	DENIMA	SON T+70W
3	DEN 1x100+A1	DENIMA	SON T+100
4	DEN 1x50+NEW	DENIMA	SON T+50W
5	DEN 1x70+NEW	DENIMA	SON T+70W
6	DEN 1x150+NEW	DENIMA	SON T+150
7	DEN 1x250+NEW	DENIMA	SON T+250
8	DEN SOX E66W	DENIMA	SOX-E 66W
9	DENS 1x50W+	DENIMA	SON T+50W
10	DEN 1x50W+	DENIMA	SON T+50W

Избран осветител: 4 DEN 1x50+NEW DENIMA SON T+50W КПД = 77,4%

Нормена яркост [cd/m²] : 0.50 IP-65
 Зададена надлъжна равномерност: 0.50 Pд = 65W
 Зададена обща равномерност: 0.40 фд = 4400lm

Експлоатационен фактор: 0.87 = 0.98x0.98x0.91
 Степен на замърсяване: високо
 Лихвен процент: 7.00

Изчисления

Входни данни за изчисленията:

- Ширина на улицата: 12.00
- Брой на осветители на стълб: 1
- Разстояние ръб платно - ос стълб, М: 1.00
- Наклон на рогатката: 20
- Дължина на рогатката, М: 1.00
- Брой ленти за движение: 2
- Цена на осветителя: 150.00
- Цена за почистване на осветителя: 15.00
- Цена на лампата: 20.00
- Цена за подмяна на лампата: 15.00
- Цена на ел. енергия лв./kwh: 0.14
- Годишна използваемост, часа: 4000

Фиг. 3. Входни данни за програмен продукт №2



наклон на рогатката = 5°



наклон на рогатката = 10°



наклон на рогатката = 15°



наклон на рогатката = 20°

Фиг. 4. Входни данни за програмен продукт №2

ЛИТЕРАТУРА

- БДС 5504-82. Осветление на улици и пешеходни зони. Технически изисквания. София 1983.
- DIN 5044-82. Beleuchtung von Strassen fur den Kraftfahrzeugverkehr
- EUROPAISCHEN NORMEN, Strassenbeleuchtung, Teil 3: Berechnung der Gutemerkmale, prEN 13201: Strassenbeleuchtung 06/1998
- Велинов К., EPS 1.4.2 – Програмен продукт за проектиране на улични осветителни уредби. Техническо описание. СД “ЕЛЕКТРОПРОГРАМА”, София 1996 г.
- MATLAB 6.5.1 Програмен продукт

Препоръчана за публикуване от катедра “Електрификация на минното производство”, МЕМФ