



Технически Университет - София



ЕЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ

V

НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ

ЕФ 2013

Созопол, 2 - 5 септември 2013 г.

СЪДЪРЖАНИЕ

МОДЕЛИРАНЕ НА ФОТОВОЛТАИЧНА ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛА. ВИДОВЕ. ИЗБОР НА МОДЕЛ -----	3
Таньо Танев -----	3
ПРОБЛЕМИ ПРИ ПРИЛОЖЕНИЕТО НА СВЕТОДИОДНИ ТРЪБНИ РЕТРОФИТ ЛАМПИ-----	12
Красимир Велинов, Христо Василев, Благой Мечков-----	12
СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ И МЕНИДЖМЪНТ НА УЛИЧНО ОСВЕТЛЕНИЕ -----	21
Вълчан Георгиев, Станимир Стефанов, Ива Драганова, Николай Бърдарски -----	21
ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА НАМАЛЯВАНЕ НА ЗАСЛЕПЯВАЩИЯТ ЕФЕКТ ПРИ ОСВЕТИТЕЛИ ЗА ПЕШЕХОДНИ И ПАРКОВИ ЗОНИ -----	29
Станимир Стефанов, Николай Бърдарски, Владимир Василев -----	29
МЕЖДУЛАБОРАТОРНИ СРАВНЕНИЯ НА СВЕТОДИОДЕН ОСВЕТИТЕЛ -----	37
Красимир Велинов, Димитър Гълъбов, Георги Чимев -----	37
ПРИЛОЖЕНИЕ НА СВЕТОДИОДИТЕ В АВАРИЙНОТО ОСВЕТЛЕНИЕ	41
Ганчо Ганчев, Иван Цонев, Милена Недева, Христо Василев -----	41
ФАМИЛИЯ БИТОВИ СВЕТОДИОДНИ ОСВЕТИТЕЛИ -----	52
Николай Бърдарски, Пламен Диков, Милена Недева-----	52
МЕТОДИКА ЗА ОЦЕНКА НА ТРЪЖНИ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРИ ОБЩЕСТВЕНИ ПОРЪЧКИ ЗА УЛИЧНО ОСВЕТЛЕНИЕ -----	55
Христо Василев, Радослав Кючуков, Николай Бърдарски-----	55
АКТУАЛНИ ВЪПРОСИ ЗА ЕНЕРГИЙНО ЕФЕКТИВНО УЛИЧНО ОСВЕТЛЕНИЕ -----	64
Петър Алексиев, Красимир Велинов, Христо Василев-----	64

МОДЕЛИРАНЕ НА ФОТОВОЛТАИЧНА ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛА. ВИДОВЕ. ИЗБОР НА МОДЕЛ

Таньо Танев

Резюме: С все по-широкото използване на фотоволтаични системи за производство на електроенергия при различни и увеличаващ се брой приложения нарастват и схемните решения. Това води до голям диапазон от модели и все по-повече признаци на класификация на тези модели. Основна цел на настоящия доклад е да представи класификация на фотоволтаичните електроцентрали, основните методи за моделирането им, както и критериите за избор на модел.

Ключови думи: моделиране на фотоволтаична електроцентрала, класификация, методи, избор

MODELING OF PHOTOVOLTAIC POWER PLANT.TYPES.CHOISING A MODEL

Tanyo Tanev

Abstract: Given the widening usage of the photovoltaic systems in the electricity generation for increasing number of different types of applications the schemes of such systems is also rising. This leads to wider variety of models and multiplying amount of classification criteria between those models. Main objective for this report is to highlight classification for photovoltaic power plants, main methods of modeling and criteria to choose a model.

Keywords: modeling of photovoltaic power plant, classification, methods, choosing

1. Въведение

В последните години, интересът към електроцентрали, разположени в близост до консуматорите се увеличава [1]. Фотоволтаични системи стават все по-популярни и са подходящи за гореспоменатия тип централи. Поради екологични норми, разходи за коридори за изграждане на електропроводи високо напрежение, проблеми пред сигурността и други съображения, конвенционалните електро централи със значителна инсталирана мощност стават икономически неизгодни в много региони. В допълнение, новите технологични постижения в малки генератори, силова електроника и устройства за съхранение на енергия представят нова възможност за централи, които са разположени по-близо до товара. Съществуват и редица други стимули, насърчаващи използването на възобновяеми енергийни източници, както и по-децентрализиран подход към производството на електроенергия.

Въпреки сравнително високата им към момента цена, се забелязва забележителен растеж на изградените фотоволтаични електроцентрали. Последните проучвания показват експоненциално нарастване на фотоволтаичните мощности в света. Разработват се множество изследвания за намаляване на разходите и за постигане на по-висока ефективност. В допълнение, закони в редица страни водят до задължително развитие на електроцентралите базирани на енергия от възобновяеми източници, което разшири този пазар по света. Изграждането на фотоволтаични централи активно се насърчава, за да се смекчат екологичните проблеми като замърсяването на въздуха и околната среда като цяло. Слънчевата енергия е източникът с най-висок потенциал на възобновяема енергия и е на разположение навсякъде в различни количества. Фотоволтаичните панели нямат никакви движещи се части, работят безшумно и не генерират емисии. Друго сериозно предимство е, че фотоволтаичната технология е силно делима и може лесно да бъде мащабирана за да се осигури необходимата мощност за различни товари.

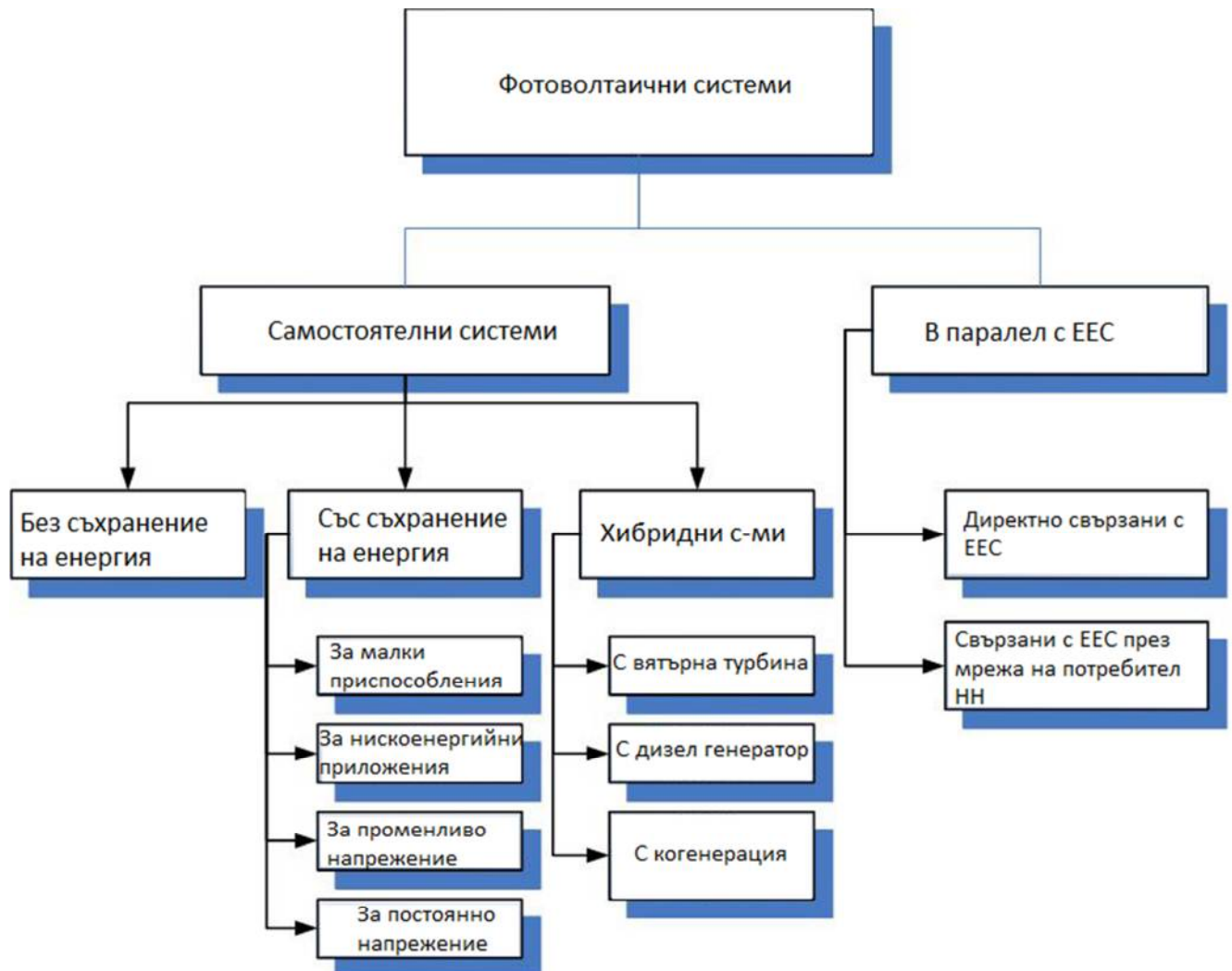
Моделирането е една много важна част от всяка инженерна дейност. Днес с използването на компютри и мощен софтуер, изключително сложни системи могат да бъдат симулирани и тяхното изпълнение може да се предвиди и контролира. Типична фотоволтаична централа може да се състои от самия слънчев генератор и други компоненти, които могат да бъдат всеки един от следните: елементи за съхранение на енергия (особено в самостоятелните централи); разпределителната мрежа; мощностни преобразуватели (DC / DC или инвертори), и свързаните с тях системи за управление. Наличието на модели на всички тези компоненти (по-специално за фотоволтаичните генератори) на всички етапи на развитие на централата е много важно за оразмеряването, анализ на себестойността и наблюдението. Освен това, тези модели могат да бъдат тествани заедно с други разпространени модели, за да се оцени и прогнозира работата на цялостната система.

При проектирането на фотоволтаични централи е необходимо да се вземат предвид специфичните особености на устройството на фотоволтаичните модули. Условиата на околната среда имат огромно влияние върху характеристиките и работата на фотоволтаичния модул.

Една от най-важните данни е слънчевата радиация върху фотоволтаичния масив в малък мащаб и време (няколко минути) през продължителен период (една година или повече). За съжаление, пълни експериментални данни (радиация за всички наклони и ориентации на модулите) никога не са на разположение. Например, единствените измерени величини са често часовата или дневната пълна радиация на хоризонтална равнина. Това налага моделиране на атмосферата за да се изчисли от частично наличната информация реалистично предположение за радиацията върху модулите и спектралните характеристики на тази радиация.

Съставени са от взаимносвързани елементи проектирани за изпълнението на специфични цели, като последните варират от захранване на малко устройство до производство на електрическа енергия, директно изнасяна към

преносната или разпределителна мрежа. Класификация на фотоволтаичните системи е представена във фиг.1. Двата главни клона от класификацията са показани като самостоятелни системи и системи свързани с ЕЕС. Главният фактор, който ги отличава е, че при самостоятелните системи произведената чрез слънчевата радиация енергия трябва да отговаря на товарния график на потребителите.



Фиг.1

Целта на настоящата работа е да представи различни техники за моделиране на фотоволтаични електроцентрали, различните видове модели и основни принципи за избор на модел.

2. Моделиране на фотоволтаична електроцентрала

Базирайки се на знанието, което имаме за дадена система, преди да я моделираме, има три класа модели :

- Черна кутия – моделиране чрез статистически методи, използващи емпирични данни. Обикновено се използват невронни мрежи. Тук структурната информация се губи.
- Сива кутия – За този клас структурната информация е позната и физическите параметри могат да се измерят. Необходима е верификация на модела.
- Бяла кутия – модел, при който структурата и параметрите могат да се изчислят от физични принципи и имаме цялата необходима информация по задание. Няма нужда от експериментална информация.

Поради спецификата в работата фотоволтаичните централи подходящ е методът на сивата кутия : външната температура и слънчева енергия могат да се измерят или предвидят. Чрез външните параметри и производствените характеристики на основния елемент – фотоволтаичната клетка - могат да се определят работните електрически характеристики. Съществуват четири и пет – параметърни модели: –

I_{ph} -фотонно генерирания електрически ток

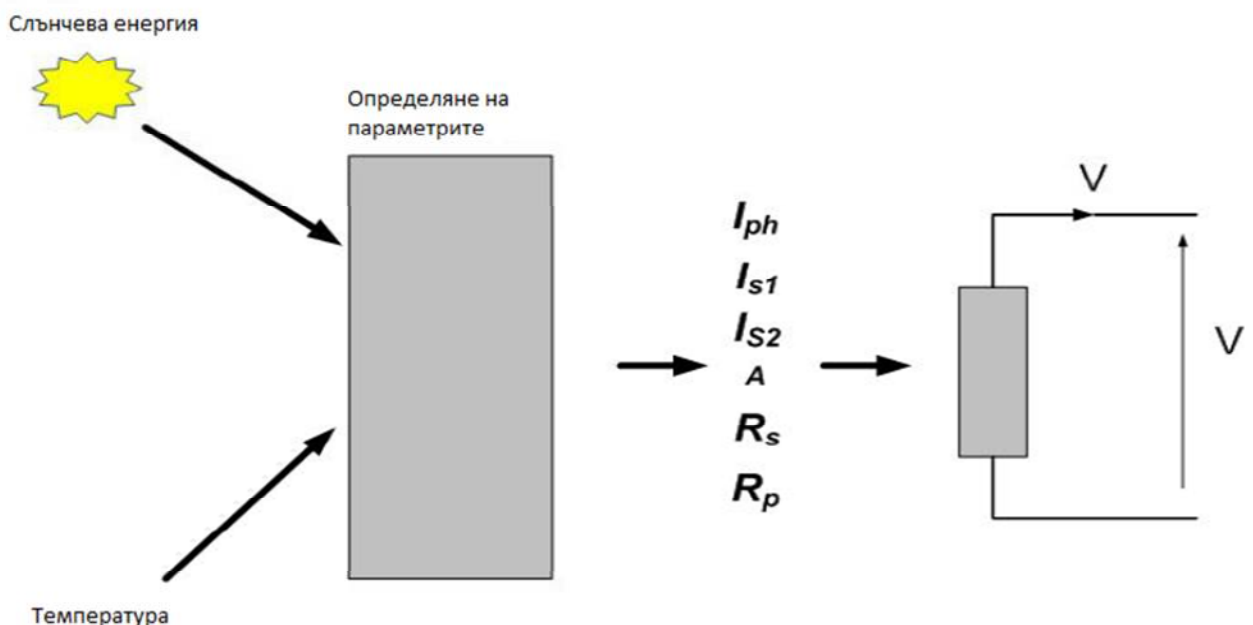
I_{S1} -ток на насищане поради дифузия,

I_{S2} -ток на насищане поради рекомбинация

A -фактор на качеството на диода

R_s -сериенно съпротивление на клетката

R_p -паралелно съпротивление на клетката – фиг.2 на същата.[2]

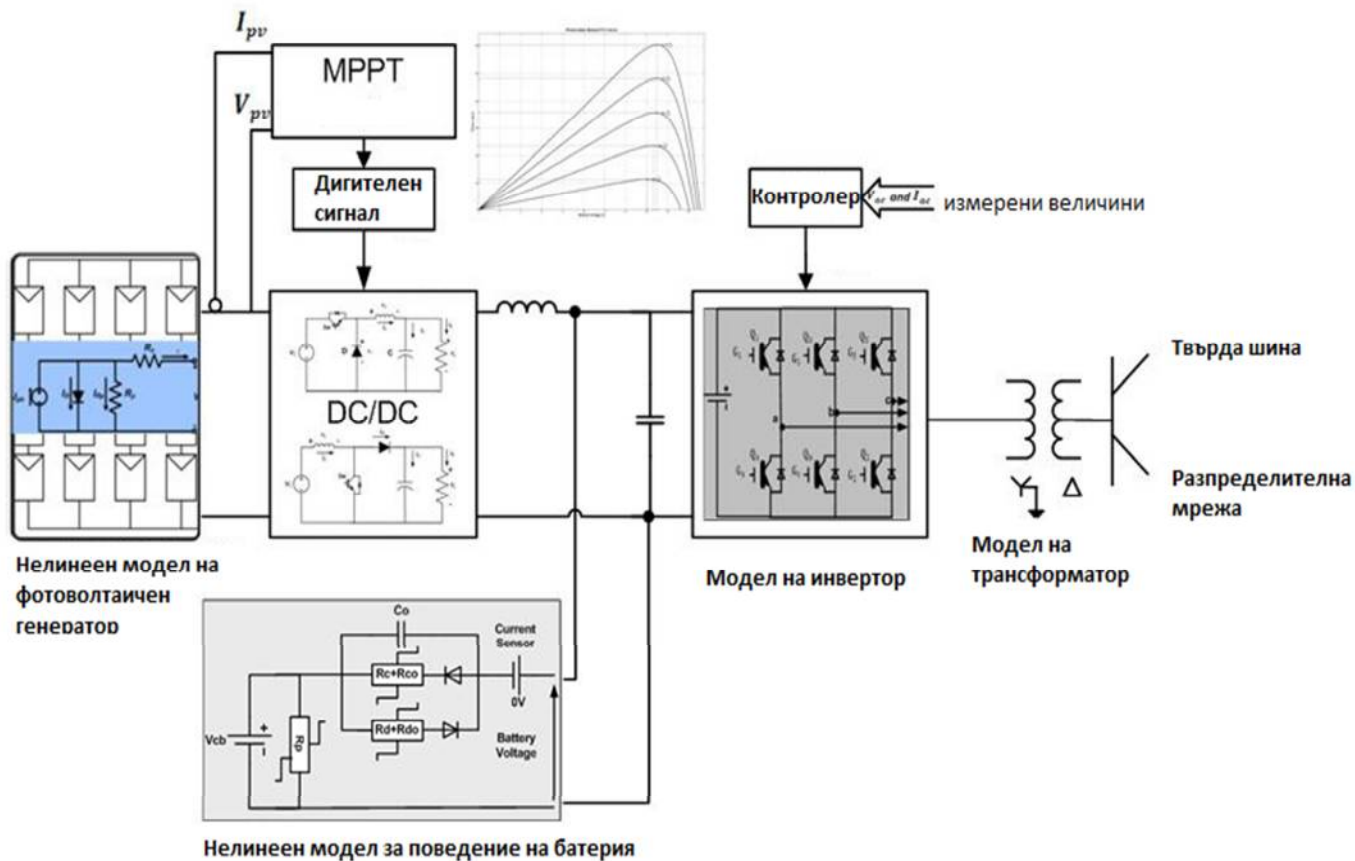


Фиг.2

Моделирането на фотоволтаична електроцентрала има различни нива на задълбоченост. Може да се приеме, че моделирането на фотоволтаична електроцентрала се основава на модел на фотоволтаична клетка, и с

концентрично натрупване на всеки следващ елемент от системата, в зависимост от спецификата и целта на същата, се постига по-висока пълнота на модела.

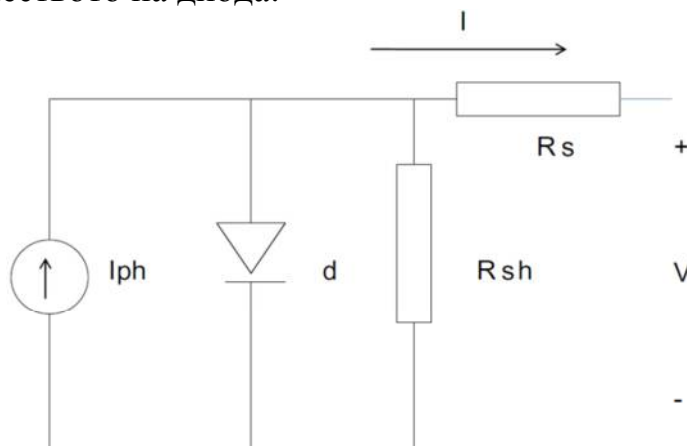
На фигура 3 е показана схема на модел на ФЕЦ, свързана със ЕЕС, със съхранение на енергия чрез батерия, образуван чрез натрупване на моделите на основните елементи на централата, връзката със системата и ЕЕС[3].



Фиг. 3

Използват се различни видове методи за моделиране на фотоволтаичната клетка, но сред най-разпространените са :

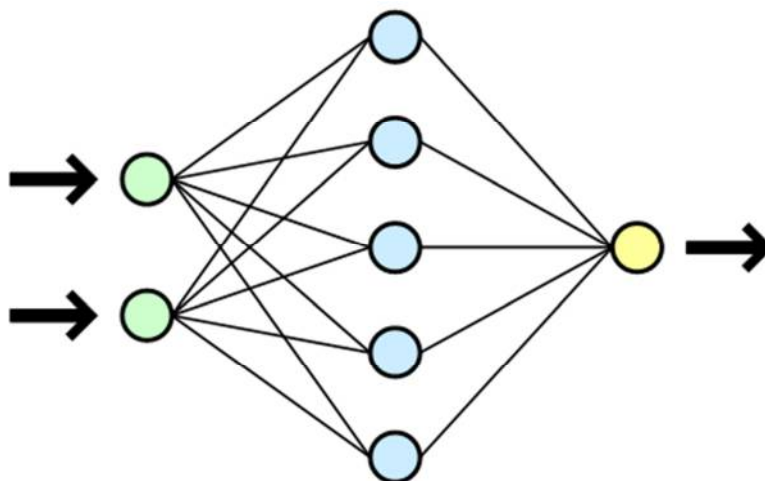
- Метод на единичния диод – този метод приема, че токът на утечка може да се опише чрез единична експоненциална зависимост, определена от качеството на диода.



Фиг.4 Еквивалентна схема на моделът на единичния диод

- Метод Нютон-Рафсон – използва се за намиране на приблизителни стойности на корените на реални функции. Той използва поредица от последователни все по-точни приближения, до достигане на търсената точност на решението. Започва се със стойност, относително близка до истинското решение.

- Метод за моделиране чрез невронна мрежа – метод за обработка на информация, разработен по математически аналог на биологичната невронна мрежа - представлява множество от взаимосвързани прости изчислителни елементи (неврони). Всеки неврон приема сигнали от другите (под формата на числа), сумира ги, като сумата минава през активационна функция, и така определя своята активация, която се предава по изходящите връзки към другите неврони. Всяка връзка има тегло, което умножавайки се със сигнала, определя неговата значимост (сила).



Фиг.5.Опростен изглед на изкуствена невронна мрежа

3. Видове модели

Приложенията на фотоволтаичните системи са многобройни и разширяващи се поради тяхната модулност и наличието на първичен енергоизточник практически навсякъде, дори в космоса. Това затруднява пълното и точно класифициране на видовете системи, а оттам и на моделите.

В оглед насоката на настоящия доклад ще разглеждаме моделите за прогнозиране на производството на енергия на фотоволтаичните системи. Поради това видовете модели ще зависят основно от класификацията на предназначението на системата:

- Модели за прогнозиране производството на фотоволтаични системи свързани с ЕСС - Моделите на фотоволтаична електроцентрала за прогнозиране на производството се използват за пресмятане на очакваната произведена енергия и ефективност.

Тези модели създават производствен профил на съответната конфигурация на базата на специфичното географско местоположение. Метеорологичните входни данни за всяко населено място се различават за географска ширина и дължина, сезона и променящите се метеорологични условия. Някои модели правят общи предположения за компоненти на системата и оценки, докато други по-сложни модели вземат под внимание параметрите на производителя, произтичащи параметри и емпирично получени данни. Тези модели могат да бъдат използвани за оценка на работата на реална система с течение на времето чрез сравняване, и ако произведената енергия започне изведнъж да намалява, може да се сметне за необходимо да се изследва причината и да се отстрани.

Икономическите съображения също са от значение, когато се разглежда ФЕЦ. Поради това някои модели включват предсказване на капиталовите и оперативните разходи, както и очакваните ползи по отношение на периода на изплащане, избегнати разходи, вътрешната норма на възвръщаемост, средните разходи за себестойност на енергията, паричните потоци, амортизируемата основа и др.

Техническата деградация на оборудването с експлоатационния живот оказва осезаемо влияние върху произведената енергия. Включването на това съображение допълва точността на модела.

- Модели за прогнозиране производството на хибридни системи - използват се за симулиране на работата на хибридни системи, които обикновено включват един или повече възобновяеми източници на електроенергия, комбинирани с традиционна изкопаеми източници на енергия. Тези модели са създадени първоначално за разглеждане използването на PV и вятъра като резервен източник за малки и отдалечени приложения извън мрежата. Може да включват и съхранение на енергията и експлоатационните аспекти на батерия (предимно от оловно-киселинни). Последните се добавят при необходимост от непрекъснат източник на енергия. По-новите модели може да включват източници като биомаса, водна енергия, и други устройства за съхранение на енергия, като например друг тип батерии, горивни клетки, кондензатори, маховици и състен въздух. Тези модели могат да включват свързани към мрежата системи с цел да се изчислят и взаимодействията в случаите на по-големи мащаби.

- Модели за прогнозиране производството на фотоволтаични системи, включващи съхранение на енергия и др.

Фотоволтаичните системи осигуряват различни количества енергия през денонощието поради периодичността на слънчевата светлина. Облачни дни, различна температура, географска ширина, модулна конфигурация и засенчване – също директно влияят върху количеството и времето на подаване на електроенергия от ФЕЦ.

За изглаждане на променливостта в производството на енергия и да се отговори на товарния график, се използват устройства за съхраняване на излишната енергия и нейното използване, когато товарът е по-голям, отколкото произвежданата енергия от ФЕЦ. Най-често към момента това са акумулаторни батерии. Батериите, използвани във фотоволтаичните системи са подложени на различни натоварвания в сравнение с акумулаторите в традиционните приложения поради плиткия цикъл на заряд-разряд и др. За по-добро разбиране как батериите съхраняват и предоставят електроенергия, моделите се разработват въз основа на различни методологии и общо могат да бъдат групирани в следните групи:

- 1) характеристики на работата през експлоатационния живот или физико-химични
- 2) базирани на броенето на циклите или претеглени Ah
- 3) базирани на случайни събития[3][4].

4. Избор на модел

Съществуват множество модели на фотоволтаични компоненти и системи, разработени от институти, организации, производители и др, предназначени да послужат за изучаването и решаването на определени проблеми. Тези модели могат да се класифицират според различни характеристики, сред които:

- Пълнота на модели (дали моделира само даден компонент или цялостна система)
- Модел на определяне на слънчевата радиация върху равнината на панелите като функция на времето. Зависи от няколко фактора, сред които : позиция на слънцето, ориентация на панелите, отражение на земната повърхност, засенчване и характеристики на радиацията (директна и дифузна)
- Модел на фотоволтаичния генератор
- Фотоволтаични технологии включени в модели – поликристална, монокристална, тънкослойна
- Източник на метеорологични данни
- Наличие и детайлност на пресмятане финансовото и икономическо представяне с оглед на инженерните резултати от симулацията.
- Статус на модела – поддръжка и осъвременява.
- Валидираност на модела
- Цел на симулацията.[5]

5. Заключение

Представена е класификация на фотоволтаичните електроцентрали, базирана на тяхното предназначение, работа в паралел със системата, наличие на съоръжения на съхранение на енергия и друг източник на електрическа

енергия. Проведеното проучване на съществуващите модели на фотоволтаични системи и компоненти, както и тяхната класификация, показва до голяма степен методите на моделиране, критериите за избор на модел, създаване и извършване на симулации, и съответно възможност за последващо сравняване на резултатите на различни варианти на опитна постановка, съобразена с научно-изследователската база при ЕФ на ТУ-София.

С изграждането на лабораторна установка ще се изследват режимите на работа на фотоволтаични системи, което ще подобри професионалната квалификация на студентите при ЕФ на ТУ-София, чрез сравняване на резултати от симулационни модели използвани при проектиране на фотоволтаични електроцентрали и сравняването на резултатите с получените в реални условия.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] – European photovoltaic industry association, report of Global market outlook 2013-2017, <http://www.epia.org/home/> 2012
- [2] - Aissa Chouder, Santiago Silvestre, Nawel Sadaoui, Lazhar Rahmani, Modeling and simulation of a grid connected PV system based on the evaluation of main PV module parameters, 2011 Elsevier B.V.
- [3] - Gwinyai Dzimano, MODELING OF PHOTOVOLTAIC SYSTEMS, The Ohio State University, USA, 2008
- [4] - Comparison of different approaches for lifetime prediction of electrochemical systems—Using lead-acid batteries as example Dirk Uwe Sauer a, Heinz Wenzl b
a Electrochemical Energy Conversion and Storage Systems Group, Institute for Power Electronics and Electrical Drives (ISEA), RWTH Aachen University, Jägerstrasse 17/19, D-52066 Aachen, Germany b Electrical Energy Storage Group, Institute of Electrical Power Engineering, Clausthal University of Technology and Beratung für Batterien und Energietechnik, Am Bergwäldchen 27, D-37520 Osterode, Germany
Available online 26 August 2007
- [5] - Geoffrey T. Klise and Joshua S. Stein, SANDIA REPORT, Models Used to Assess the Performance of Photovoltaic Systems, Sandia National Laboratories Albuquerque, New Mexico 87185 and Livermore, California 94550, 2009

Автор:

Маг. инж. Таньо Иванов Танев, докторант в катедра „Електроенергетика“ при Електротехнически факултет на Технически Университет – София;
e-mail: tanio_ivanov@yahoo.com

ПРОБЛЕМИ ПРИ ПРИЛОЖЕНИЕТО НА СВЕТОДИОДНИ ТРЪБНИ РЕТРОФИТ ЛАМПИ

Красимир Велинов, Христо Василев, Благой Мечков

Резюме: В работата са разгледани проблемите при използване на светодиодни лампи предназначени за директна замяна на тръбни луминесцентни лампи.

Ключови думи: светодиодни лампи, луминесцентни лампи

PROBLEMS IN THE APPLICATION OF PIPE LED RETROFIT LAMPS

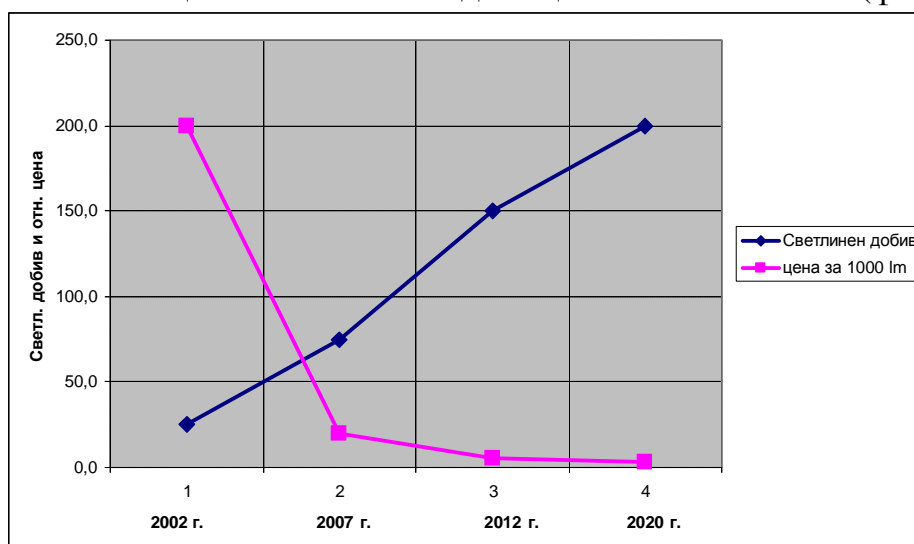
Krasimir Velinov, Hristo Vassilev, Blagoj Mechkov

Abstract: The paper discussed the problems of using LED lamps for direct replacement of fluorescent tubes.

Keywords: LED lamps, fluorescent lamps

1. Въведение

От десетина години се говори за светодиодите като перспективен светлинен източник. Едва в последните години развитието на технологиите даде възможност това да стане реалност. Вложените големи инвестиции в тази област си казаха думата и 2009 година стана преломна както за получаването на светодиоди с бяла светлина и висок светлинен добив, така и със значително намаляване на тяхната цена отнесено за единица светлинен поток (фиг.1.).



фиг.1

През последните години развитието на технологиите даде възможност да се произвеждат светодиоди с бяла светлина и висок светлинен добив [1]. Съобщение от фирма CREE – водеща в производството на светодиоди през февруари 2013 г. съобщава за нов рекорд за светлинен добив от 276 lm/W на

светодиод с цветна температура 4400K при ток 350 mA [2]. Тази стойност на светлинния добив многократно надхвърля светлинния добив на останалите светлинни източници. Получените резултати са в лабораторни условия. В момента в търговската мрежа могат да се закупят светодиоди със светлинен добив 170 lm/W, като се очаква до края на 2013 г. те да достигнат 200 - 230 lm/W.

Независимо от високите постижения в тази област пазарът търси ценово добри решения и това налага използването на светодиодни източници със светлинен добив 100 - 130 lm/W. В същото време има монтирани голям брой осветители, които използват стандартните луминесцентни лампи. За тях се произвеждат аналогични светодиодни лампи имащи същата геометрия както луминесцентните. Те са така конструирани, че позволяват директната им подмяна в съществуващите луминесцентни осветители без да бъдат преустройвани. Тези лампи за замяна (ретрофит) имат характеристики различни от стандартните луминесцентни лампи – мощност, светлинен поток и светлоразпределение. Това поражда проблеми в осветителната уредба като променя техните количествени и качествени показатели. В настоящият доклад се обръща внимание на някои от тези проблеми.

2. Методика за изпитване

Изследването на осветителите се извърши в НИЛ „Осветителна техника” към МГУ „Св. Иван Рилски”. Като опитна постановка беше използван разработеният в НИЛ „Осветителна техника” към МГУ „Св. Иван Рилски” гониофотометър [3] и модернизираният през 2012 г. кълбов фотометър с 12 бр. цифрови фотосензора [4]. За да се контролират електрическите параметри на осветителите, по време на измерването беше използван лабораторния измервател на мощност НМ-8115-2 [5]. За визуализация на светлоразпределението на осветителите в 3D е използван ILEXA Ray-Viewer [6].

Изследвани са следните обекти:

1. Светодиодна лампа с мощност 24W и дължина 1200мм, предназначена да замени 36W луминесцентна лампа.
2. Луминесцентен осветител 2x36W със светодиодни ретрофит лампи.
3. Луминесцентен осветител 1x18W със светодиодна ретрофит лампа.
4. Светодиоден осветител използващ корпус на луминесцентен осветител 2x18W.

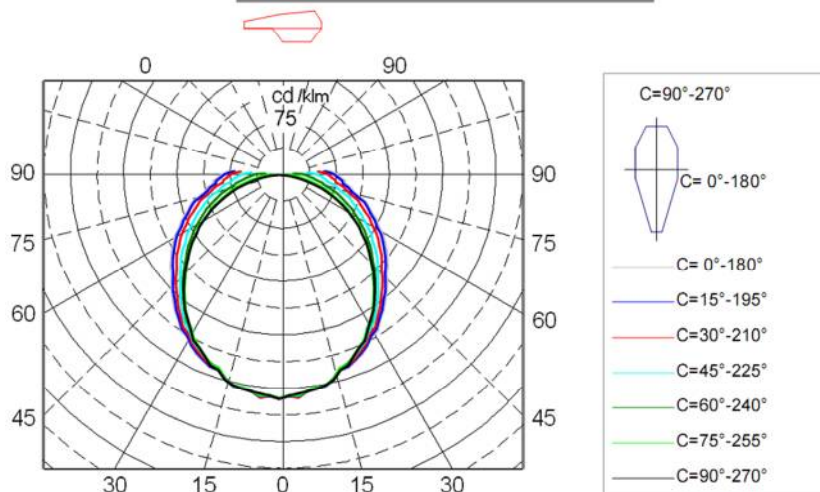
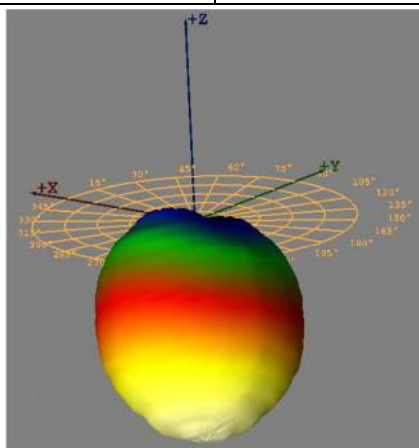
За всеки от горните обекти са измерени светлинния поток, светлоразпределенията, електрическите параметри и промяната им след включване на лампата.

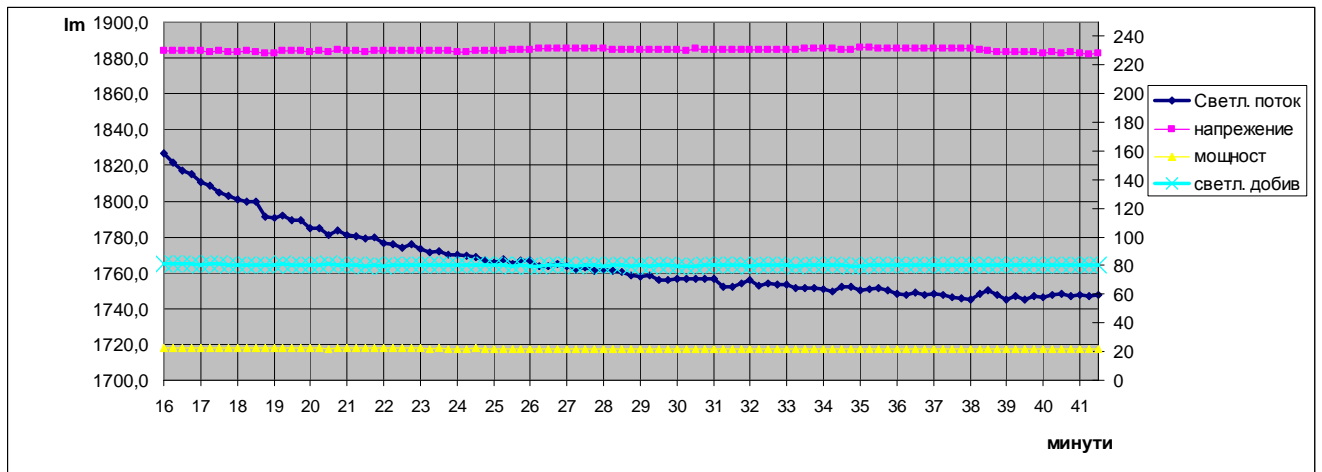
3. Резултати от изпитването

1. Проба №1 - Светодиодна лампа с мощност 24W и дължина 1200мм, предназначена да замени 36W луминесцентна лампа.



	Проба №1	Л.Л. 36W
Захранващо напрежение	АС 230V	АС 230V
Работен ток	АС 0.10A	
Активна мощност	22.4W	39W
Cos(φ)	0.97	
Светлинен поток	1745lm	3350lm
Светлинен добив	77.9 lm/W	85.9 lm/W



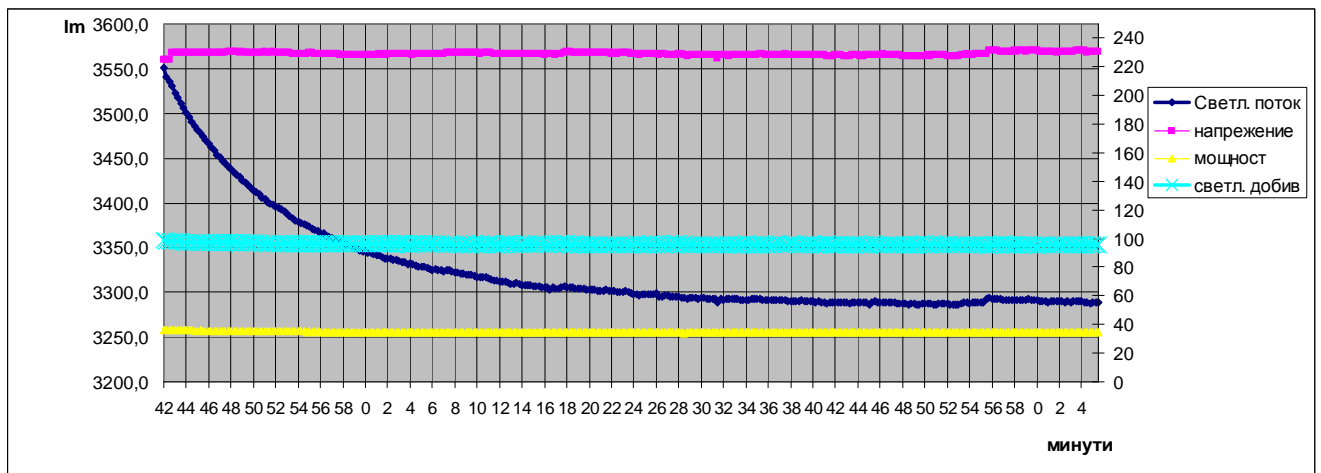
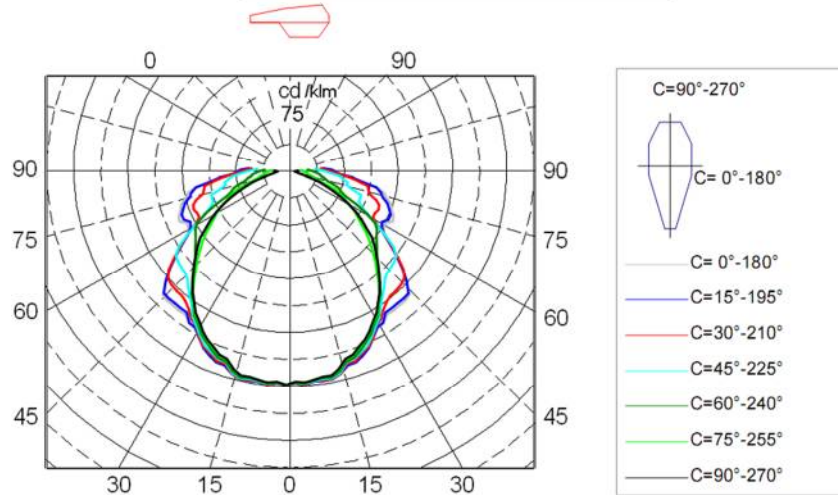
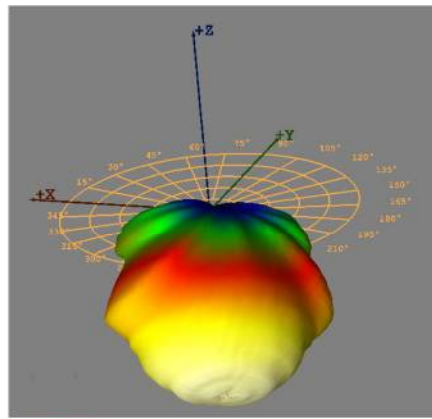


Промяна на светлинния поток след включване на лампата

2. Проба №2 - Луминесцентен осветител 2x36W с две светодиодни ретрофит лампи.



	Проба №2	л.л. осветител с 2x36W
Захранващо напрежение	AC 230V	AC 230V
Работен ток	AC 0.232A	
Активна мощност	34.5W	75W
Cos(φ)	0.65	0.9
Светлинен поток излъчен от осветителя	3288 lm	4000-4700 lm
Светлинен добив	95.3 lm/W	53.3-62.5 lm/W

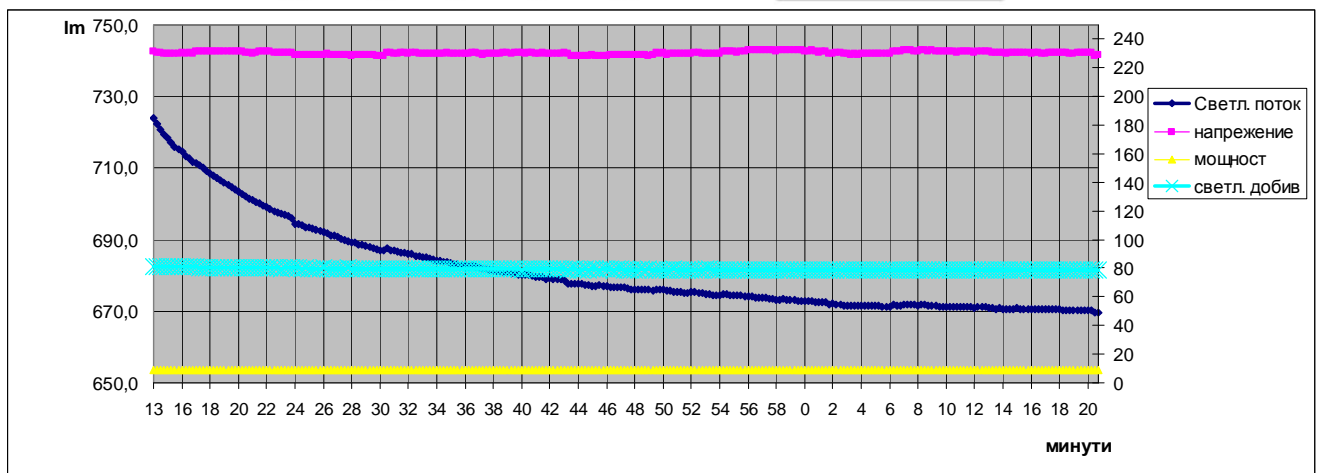
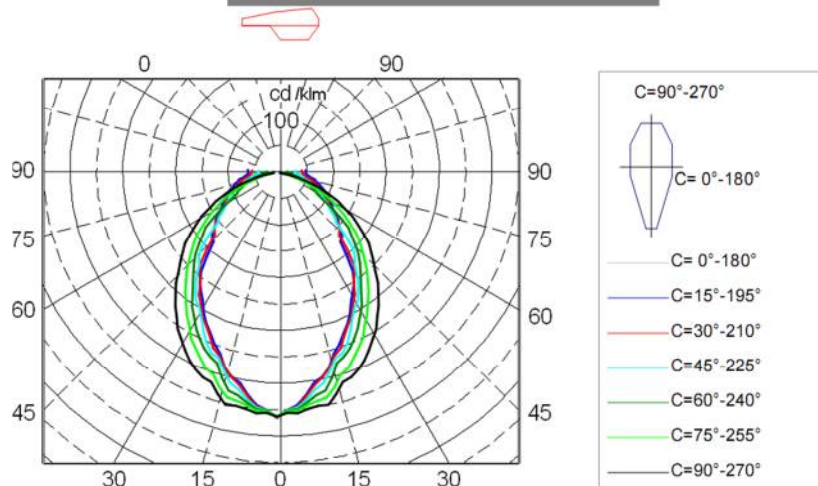
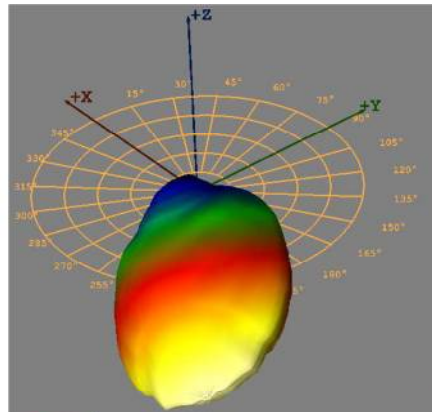


Промяна на светлинния поток след включване на лампата

3. Проба №3 - Луминесцентен осветител 1x18W със светодиодна ретрофит лампа.



	Проба №3	Л.Л. осветител с 1x18W
Захранващо напрежение	AC 230V	AC 230V
Работен ток	AC 0.06A	
Активна мощност	8.5W	21W
Cos(φ)	0.62	0.9
Светлинен поток излъчен от осветителя	670 lm	840-945 lm
Светлинен добив	78.8 lm/W	40 – 45 lm/W

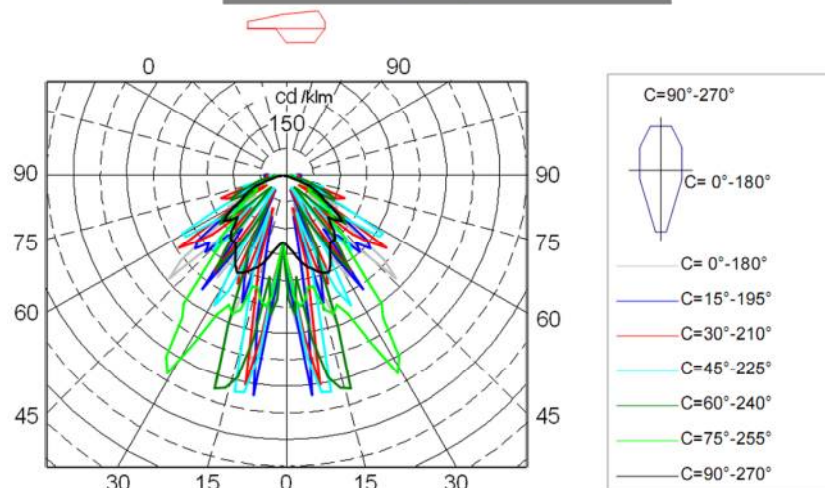
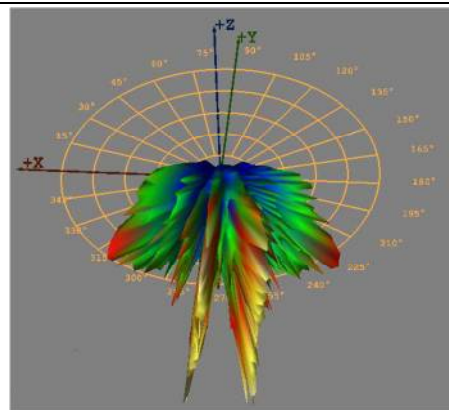


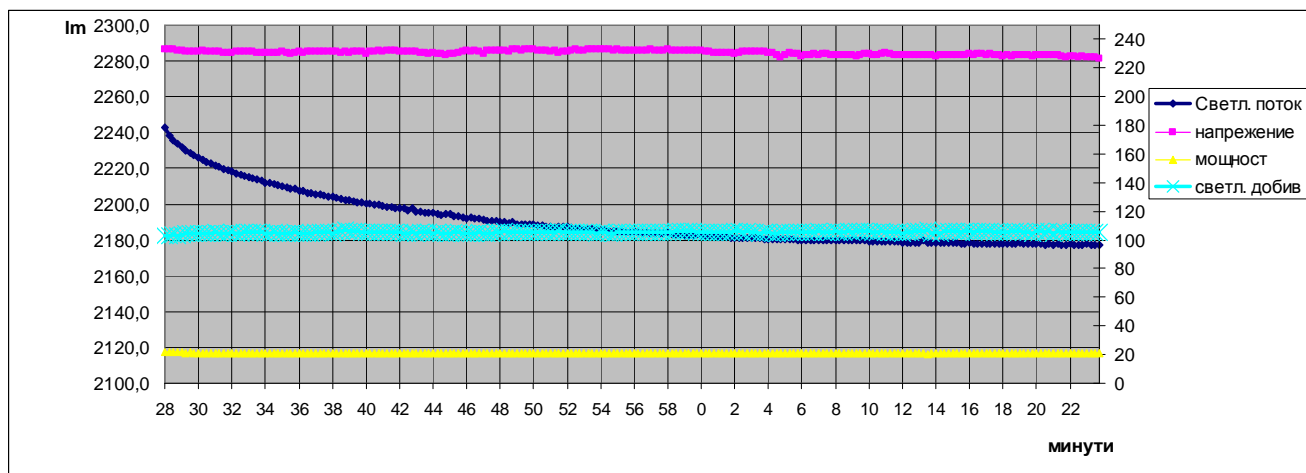
Промяна на светлинния поток след включване на лампата

4. Проба №4 - Светодиоден осветител използващ корпус на луминесцентен осветител 2x18W.



	Проба №4
Захранващо напрежение	AC 230V
Работен ток	AC 0.095A
Активна мощност	20.6W
Cos(φ)	0.94
Светлинен поток излъчен от осветителя	2177lm
Светлинен добив	105.7 lm/W





Промяна на светлинния поток след включване на лампата

4. Анализ на резултатите и изводи

В резултат на измерванията могат да се направят следните изводи:

1. Светодиодната лампа с мощност 24W и дължина 1200мм, има почти два пъти по-малък светлинен поток от предназначенията за нея 36W луминесцентна лампа. Докато луминесцентната лампа има еднаква яркост и константно светлоразпределение в равнината $\Sigma=0-180^\circ$, то ретрофит лампата има косинусно светлоразпределение. Това води до промяна на светлоразпределението на осветителите в които са монтирани тези лампи. В случай на осветител с параболична решетка и реализиращ "batwing" светлоразпределение с луминесцентната лампа, в случая с ретрофит лампа светлоразпределението ще се деформира в косинусно. Замяната в този случай е неефективна.

2. Луминесцентен осветител 2x36W със светодиодни ретрофит лампи от Проба №2 има почти същия светлинен поток както ако в осветителя са монтирани луминесцентни лампи, но мощността е два пъти по-малка. При тази проба са използвани по-ефективни светодиодни ретрофит лампи от Проба №1. Светлоразпределението на осветителя се променя от широко излъчващо в близко до косинусно. Замяната в този случай е ефективна.

3. Луминесцентен осветител 1x18W със светодиодна ретрофит лампа от Проба №3 има малко по-малък светлинен поток както ако в осветителя е монтирана луминесцентна лампа, но мощността е два и половина пъти по-малка. Светлоразпределението се е променило от косинусно до дълбокоизлъчващо. Замяната в този случай е ефективна.

4. Светодиоден осветител използващ корпус на луминесцентен осветител 2x18W в който са монтирани светодиоди без оптика води до силна промяна на светлоразпределението. Причина за това е френеловата оптика на разсейвателя, който в случая на луминесцентна лампа осъществява широко светлоразпределение, при използване на голям брой светодиоди с малка площ и голяма яркост води до силно деформиране на светлоразпределението и поява на голям брой локални пикове. Монтирането на такава лампа в осветителната уредба ще предизвика голяма локална неравномерност на осветеността, която е

неприятна за окото. Този пример е даден като типичен, защото много фирми повтарят тази грешка и опитват да произведат такъв осветител.

5. Тръбните ретрофит лампи имат по малка мощност и по-малък светлинен поток от луминесцентните лампи, които заменят. В повечето случаи замяната на луминесцентните лампи с ретрофит води до намаляване на реализираната осветеност. За да се реализира нормената стойност трябва да се монтират допълнителни осветители, което оскъпява подмяната. Въпреки че животът на ретрофит лампите е по-голям от този на луминесцентните, монтирането им в стандартни осветители може да предизвика поява на откази. Във всички случаи икономически по-изгодно е да се подменят луминесцентните осветители със светодиодни, конструирани за целта, вместо да се използват ретрофит лампи.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Cree® XLamp® Long-Term Lumen Maintenance, July 2009.
- [2] Cree Sets New R&D Performance Record with 276 Lumen-Per-Watt Power LED
- [3] Velinov Kr. Velinova P, Goniophotometer with large number of digital photo sensors, Lux junior 2013, 11. Forum fur den lichttechnischen Nachwuchs 27. bis 29. September 2013 Dornfeld bei Ilmenau
- [4] Велинов К, В. Венков, Модернизация на кълбов фотометър с цифрови фотосензори. Научна сесия на МГУ "Св. Иван Рилски", 18-19.10.2012. Годишник на МГУ "Св. Иван Рилски", 2012 г. Том 55, св. III, стр. 22-25
- [5] Hameg HM8115-2, Programmable AC Power Meter, <http://www.testequipmentdepot.com/hameg/powersupplies/hm81152.htm>
- [6] Йорданов Вл., ILEXA Ray-Viewer за визуализиране, оценка и обработка на данни за светлоразпределение -<http://www.ilexa.de/>
- [7] Велинов К, Samel-90, Проблеми при конструирането на LED осветители Romanian Lighting Convention - 18-20th May 2011, JW Marriott Bucharest Grand Hotel, Bucharest, Romania.

Автори:

1. доц. д-р. Красимир Велинов, МГУ „св. Иван Рилски”, катедра: „Електрификация на минното производство”, каб. 111 *email:* ksi@mgu.bg
WEB: <http://lighting-bg.eu/>
2. проф. д-р. Христо Василев, изпълнителен директор на "ДЕНИМА 2001" ООД, *email:* hristo.vasilev@denima2001.com
3. доц. д-р. Благой Мечков Университет "Проф.д-р Асен Златаров" директор на „Технически колеж” *email:* bmechkov@abv.bg

Изследванията и подготовката на статията по описания проблем бяха извършени с финансовата подкрепа на Проект ДУНК 02/3.

СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ И МЕНИДЖМЪНТ НА УЛИЧНО ОСВЕТЛЕНИЕ

**Вълчан Георгиев, Станимир Стефанов, Ива Драганова, Николай
Бърдарски**

Резюме: В доклада са разгледани съвременните системи за управление на уличното осветление.

STREET LIGHTING CONTROL AND MANAGEMENT SYSTEMS

**Valchan Georgiev, Stanimir Stefanov, Iva Draganova,
Nikolay Bardarski**

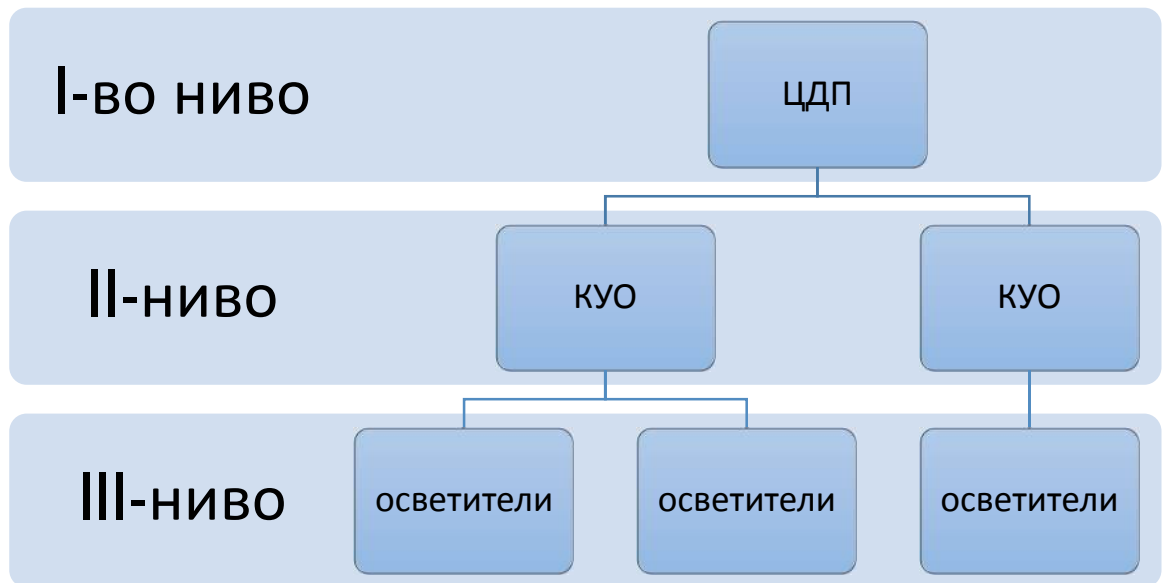
1. Въведение

Както всички елементи на уличното осветление, така в частност и системите за управление и мониторинг претърпяха множество революционни промени в техническо отношение. Последните достижения на системите за комуникация предоставиха на инженерите такива възможности за, които преди можеше само да се мечтае. Всичко това комбинирано с непрестанно намаляващите цени на компонентите предполага масовото въвеждане на модерни системи за управление на уличното осветление. Изграждането на система за управление на уличното осветление води до повишаване на качеството и надеждността на уличното осветление, като същевременно допринася за намаляване на текущите разходи за електрическа енергия и за поддръжка. Като следствие от намаленото потребление на електрическа енергия се постига и екологичен ефект за сметка на намаляване на емисиите от вредни газове.

Най-общо казано една система за контрол на улична осветителна уредба може да се раздели на три йерархични нива. Първото ниво е връзката между диспечерския център и отделните табла, хранващи определен район на уредбата. Второто ниво е връзката между хранващите табла и отделните осветителни тела намиращи се в техния район. Третото ниво е начина на управление и регулиране на ПРА в дадено осветително тяло. Начините за трансфер на данни между отделните компоненти на системата са различни и за трите йерархични нива. Обхвата на наблюдаваните/регулираните/ параметри също може да бъде различен. Като се добави и многообразието от предлагани компоненти и софтуер, задачата за избор на подходяща система става доста сложна.

2. Структура на система за управление на УО

На следващата фигура е показана принципна обобщена структура на система за наблюдение и управление на улична осветителна уредба.



Фиг. 1 Обобщена принципна структура на система за наблюдение и управление на улична осветителна уредба. (ЦДП – централен диспечерски пункт, КУО – касета улично осветление).

На първо йерархично ниво се намира централния диспечерски пункт /ЦДП/ управляващ и контролиращ работата на уличната осветителна уредба. На това ниво са и съответно връзките с отделните табла захранващи части от системата.

На второ йерархично ниво се намират таблата или касетите за улично осветление /КУО/. Тук са връзките между таблата и отделните осветители.

На трето йерархично ниво се намират осветителните тела. Тук се причислява връзката между системата и пуско-регулиращата апаратура на осветителя.

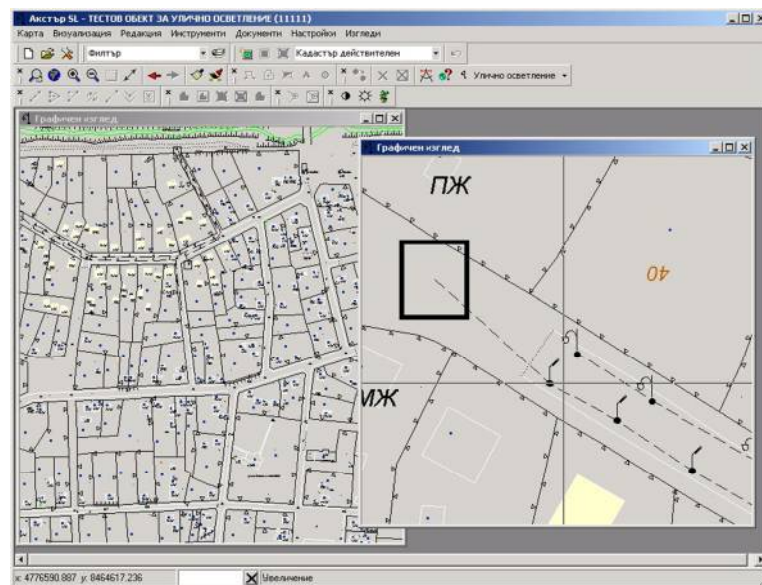
Начините за комуникация и техническите средства за всяко едно ниво са различни и могат да съществуват както самостоятелно, така и в една обща система. Ето защо ще разгледаме поотделно популярните системи за всяко едно ниво, като още веднъж ще подчертаем, че са възможни комбинации между различните нива на управление.

3. I-во йерархично ниво

Централния диспечерски пункт /ЦДП/ е сърцето на системата за управление. В него се монтира главния компютър управляващ системата. Софтуера за управление в повечето случаи е базиран на географска информационна система /ГИС/. Компонента на ГИС управляващ улично осветление включва подробни семантични данни относно елементите на уличната осветителна уредба:

- уличните стълбове – съдържат информация за височината на стълба, монтажните характеристики и вида осветители, монтирани на стълба

- осветителите - вида и мощността им, дата на последна смяна и прогнозна дата за следваща смяна и други
- касетите, захранващи стълбовете – данни за електромерите и техните показанията и други
- електрически захранващи линии – съдържат информация за вида и начина на полагане на проводите, дата на полагане, състояние и други данни.



Фиг. 2 Скриншот от типична програма за управление на осветлението.

На фиг.2 е показан екрана на една типична програма за управление на улично осветление. Възможностите за потребителски настройки са много и във всеки един момент може да се направи справка за състоянието на определен елемент от системата. При инсталирането на система за управление в дадено населено място софтуера се адаптира като се въвежда картата на града с нанесена върху нея графична информация за уличното осветление. След първоначалното въвеждане на данните, оператора обслужващ уличното осветление има грижата да поддържа информацията в базата актуална.

Изключително важно е как ще се организира мрежата от табла за улично осветление и как ще се осъществи комуникацията между тях и централния диспечерски пункт. Връзката между КУО и ЦДП може да бъде едно или двупосочна зависимост от избраната платформа. При еднопосочната връзка може да се изпращат команди от ЦДП към КУО за включване, изключване или димиране, но не може да се получава обратна информация за състоянието на системата. При двупосочната връзка освен изпращането на команди централния компютър може да получава информация от таблата за конкретни параметри и да следи текущото състояние на системата. От друга страна мрежата може да бъде кабелна или безжична. В близкото минало основно се използваха радиоканални УКВ системи базирани на фиксирана честота на излъчване. Като основен недостатък на тази система може да се посочи, че комуникацията е

еднопосочна от ЦДП към КУО, а също и необходимостта от изграждане на междинни ретранслаторни станции за осигуряване на добро радиопокрытие в цялата зона на управление. Предимството на тази система са ниските експлоатационни разходи и високата надеждност.

В последно време все по-широка популярност придобиват системите базирани на GSM-модули. При тях се използва вече изградената мрежа от ретранслатори и междинни станции на даден мобилен оператор. Във всяко табло за улично осветление се монтира GSM комуникационен модул и SIM карта за данни. Основно предимство е възможността за двупосочна информация, а също и лесната инсталация и настройка. Като известен недостатък може да се посочи необходимостта от заплащането на месечна такса за трафик на данни на мобилния оператор. При един средно голям град с 500 табла тази такса може да достигне 2000-2500 лева на месец, което утежнява месечните експлоатационни разходи. На следващата фигура 3 е показан един типичен GSM комуникационен модул, а също така и схематично представяне на система за управление базирана на GPRS връзка.



Фиг. 3 Система за управление базирана на GPRS връзка.

Другата възможност за изграждане на комуникационна връзка между елементите на системата за улично осветление са кабелните мрежи на интернет и телевизионните оператори. Вече има изградени такива мрежи в почти всяко по-голямо населено място. На пазара се предлагат и доста добри Ethernet контролери чрез които може да се изгради интернет базирана виртуална мрежа. Предимството на тази система са сравнително ниските първоначални и експлоатационни разходи. Също така съвременните системи за криптиране предлагат и доста добра защита от нерегламентиран достъп. Един типичен представител на етернет контролерите е iLON Smart Server на фирмата Echelon /фиг.4/.



Фиг. 4

Съществува още една хипотетична възможност за изграждане на комуникационна мрежа. При условие, че в населеното място има подземни тръбни канални трасета би могло да се проектира и изгради нова оптична мрежа. Тя освен уличното осветление може да обслужва и доставчиците на информационни услуги, което ще носи допълнителни приходи на Общината. За първоначалното изграждане на една такава мрежа е необходим свободен финансов инвестиционен ресурс с какъвто за съжаление повечето български общини не разполагат.

4. II-ро йерархично ниво

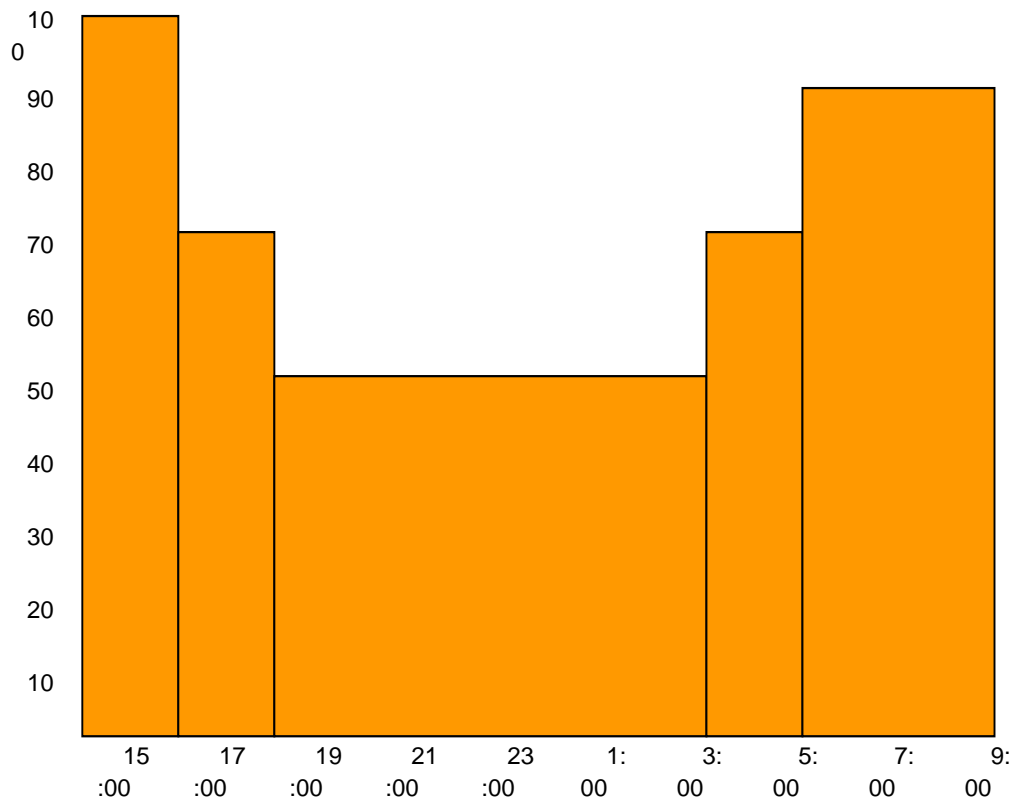
Както вече споменахме на това ниво са таблата за управление КУО и връзките между тях и осветителните тела. Таблото за улично осветление или още наричано касета обикновено захранва между 20 и 60 осветителни тела и в редки случаи може да обслужва повече осветители. Ако централния диспечерски пункт ЦДП е сърцето на системата за управление, то таблото за улично осветление е основната клетка. Във всяко едно табло има монтиран сегментен контролер, осигуряващ връзката с ЦДП. Възможностите за връзка между сегментния контролер и осветителите са две - кабелна и безжична. При всички случаи в осветителното тяло се монтира контролер осъществяващ комуникацията с таблото. За кабелната връзка вариантите са два – да се монтира отделен комуникационен кабел паралелно на захранващата мрежа или да се използва честотно модулиран сигнал разпространяван по захранващата мрежа /т.нар. power line комуникация PLC/. Ако захранващата мрежа е съществуваща кабелна и подземна е трудно да се разкопава и изтегля допълнителен кабел. При ремонт на въздушни захранващи мрежи производителите на кабели предлагат усукан изолиран кабел от типа AL-R с монтирана допълнителна усукана двойка 2x1.5 мм². В този случай сравнително лесно може да се изгради кабелна връзка между осветителните тела и таблото за управление.

Системите базирани на power line комуникация придобиха изключителна популярност в последните няколко години и повечето големи производители предлагат точно такива модули. Протокола по който се обработва и предава сигнала по захранващите линии е стандартизиран съгласно CENELEC EN50065-1. Както вече споменахме във всеки осветител е монтиран контролер който приема сигнала от сегментния контролер в таблото и връща обратна информация за състоянието на тялото. Основното предимство на този начин на връзка е, че не е необходимо допълнително изграждане на комуникационни линии. Като главен недостатък е високата цена на контролерите за осветителите, която се мултиплицира още един път от големия брой осветителни тела.

Доскоро никой не използваше безжични системи за комуникация между осветителите и захранващите табла. Това е така заради проблемите с големите разстояния в уличните осветителни уредби. Напоследък все по-популярна става системата базирана на ZigBee протокол. Това е система подобна Wi-Fi

безжичната връзка между мобилните устройства. Първоначално е създадена като протокол за домашна автоматизация и безжична връзка между различните устройства на „умната къща“. През 2012 г. големите производители PHILIPS, OSRAM, GE и други създават Lighting Alliance и в резултат се появи на бял свят ZigBee Light Link Standard разглеждащ конкретно връзката между устройствата за управление на осветление.

ZigBee Light Link се прилага както за вътрешни осветителни уредби, така и при външни, в частност улично осветление. Максималното разстояние на което може да се предава сигнал между устройствата при външни уредби е 400 метра. Удобното тук е, че сигнала се препредава от устройствата на всяко осветително тяло и спокойно може да се обхване целия район на отделно табло улично осветление.



Фиг. 5

5. III-то йерархично ниво

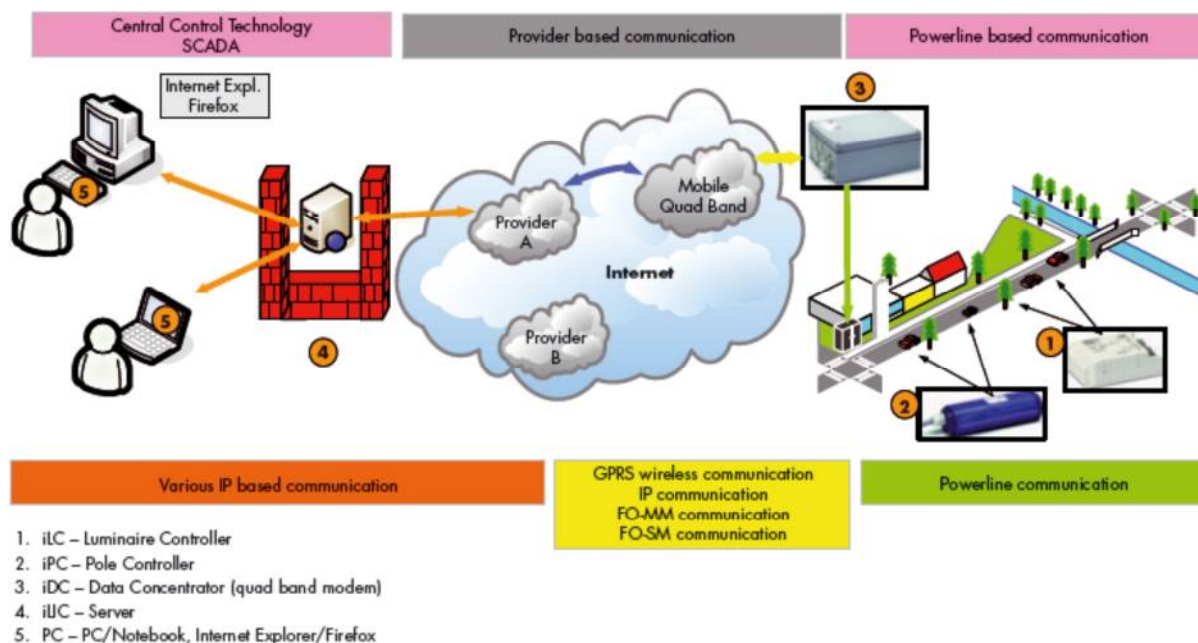
На това йерархично ниво са осветителните тела. При връзката контролер – осветител вече се наложи стандартно протокола DALI или 0-10V. В зависимост от командите подавани от ЦДП, контролера на осветителното тяло трансформира сигнала в DALI команда или съответното ниво от 0 до 10V. Почти всички съвременни драйвери за светодиоди се произвеждат серийно с възможност за регулиране по DALI или 0-10V. Обратната информация подавана от контролера на осветителното тяло към сегментния контролер може да има различен обем според производителя и софтуера. Стандартно се връща

информация за състоянието на лампата – вкл./изкл., ниво на димиране, живот, време за подмяна, алармени събития и др.

Другата стандартно наложила се вече функция при светодиодните драйвери е системата постоянен светлинен поток /CLO/, която осигурява константен светлинен поток на светодиодния модул за целия период на работа.

Изключително надеждно и евтино решение за управление на III-то йерархично ниво са така наречените Stand Alone модули. Тяхната философия е че след подадената команда за включване, модула димира нивата на светене по предварително зададена схема. Нивата и времевите периоди могат да бъдат до 5 на брой.

На фиг.5 е показан такъв примерен времеви график. Възможностите за спестяване на енергия достигат до 40%. Предлагат се на пазара и Stand Alone системи с вградени датчици за движение, ниво на естественото осветление и датчици за трафика. Те също действат на подобен принцип, като осигуряват светлина когато е необходимо.



6. Техничко-икономически сравнения на системи за управление на улично осветление

Изграждането на система за управление на УО изсква определени инвестиции. Освен пестенето на енергия, не по-маловажно е и снижаването на експлоатационните разходи, а също и оптимизирането на първоначалните капиталовложения. Това предполага съставянето на технико-икономически анализ и сравнение на предлаганите варианти и избор на икономически най-изгодния.

$$C_{aa} = \alpha_i C_{in} + \beta_i C_{op}$$

7. Заключение

На базата на предварителни проучвания и технико-икономически изчисления ще се направи обстойно изследване на предлаганите в момента системи. В резултат ще бъде взето правилното решение за избор на икономически най-изгодния вариант за Възложителя. Това прединвестиционно проучване ще помогне да се направи точен избор на платформата за трансфер на данни, обхвата на наблюдение /регулиране / на отделните елементи, както и изискванията към софтуерната база. След уточняване на броя на хранващите табла и други изходни данни ще се състави индикативна количествено-стойностна сметка за оценка размера на инвестицията за избрания вариант. Ще бъде направена и оценка на очаквания икономически ефект от внедряването на система за управление, както при прякото спестяване на средства за електроенергия, така и при снижаването на експлоатационните разходи.

ЛИТЕРАТУРА

[1] БДС EN 13201 – Road lighting – Part 1; Part 2; Part 3; Part 4

Автори: Вълчан Георгиев, доц. д-р - ЕФ, ТУ - София; Станимир Благоев Стефанов, гл. ас. д-р инж., ТУ – София, ф-л Пловдив; Ива Драганова – докторант ЕФ,ТУ-София; Николай Бърдарски – „ЕЛКО“ООД-Плевен, e-mail: elkop1@abv.bg

ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА НАМАЛЯВАНЕ НА ЗАСЛЕПЯВАЩИЯТ ЕФЕКТ ПРИ ОСВЕТИТЕЛИ ЗА ПЕШЕХОДНИ И ПАРКОВИ ЗОНИ

Станимир Стефанов, Николай Бърдарски, Владимир Василев

Резюме: В работата е извършен анализ на методите за определяне нивото на заслепяване при открити пространства. Разгледани са противоречивите изисквания между високите нива на полуцилиндрична осветеност и ограничаването на заслепяващия ефект. В табличен вид са показани резултати от изчисляването на GR за различни конфигурации на осветителната уредба.

Ключови думи: заслепяване, полуцилиндрична осветеност, паркови зони

POSSIBILITIES OF DECREASE OF GLARE RATING FACTOR IN AMENITY AND PARK AREAS

Stanimir Stefanov, Nikolay Bardarski, Vladimir Vasilev

Abstract: In this paper is made analysis of methods of glare rating calculations in open areas and particularly in pedestrian zones. Conflicting requirements between high level of semi cylindrical illuminance and decrease of glare rating is considered. Results of glare rating calculations in different configurations is shown in tabular form.

Keywords: glare rating, semi-cylindrical illuminance, park areas

1. Въведение

Настоящото изследване е предизвикано от предишна публикация на авторите на тема "Оптимизиране светлоразпределителната крива на паркови осветители по полуцилиндрична осветеност Esc". Постигнатите сравнително високи стойности на полуцилиндрична осветеност са пряко свързани и с увеличаване на заслепяващия ефект от осветителните тела. Ето защо напълно закономерно възникна въпроса ,какви мерки могат да се предприемат с цел ограничаване на заслепяването ,като естествено не се влошават постигнатите количествени резултати.

2. Изложение

Характерно за натоварените пешеходни зони е изискването лицата на пешеходците да са добре видими и разпознаваеми. А за да са добре разпознаваеми е необходимо да се осигурят едновременно висока полуцилиндрична осветеност, ниско заслепяване и висок яркостен контраст. Но тези две изисквания в голяма степен са взаимно противоречиви, тъй като на практика едни и същи лъчи създават полуцилиндричната осветеност върху

- β_i - ъгълът между вертикалната равнина, съдържаща вектора на интензитета, и посоката на наблюдение;

- γ_i - ъгълът между посоката на вектора на интензитета и вертикалната ос на полуцилиндъра;

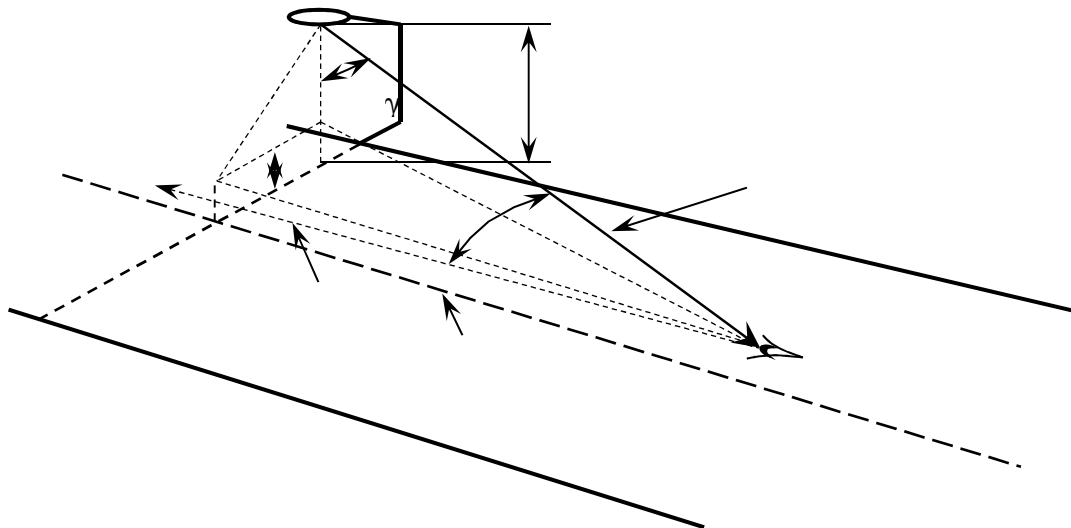
- MF - експлоатационният фактор.

Сумарната полуцилиндрична осветеност в дадена точка е:

$$E_{sc\Sigma} = \sum_{i=1}^{i=n} E_{sci} \cdot I_x \quad (2)$$

където n е броят на осветителите, създаващи осветеност в точката на наблюдение. Обикновено при уличното осветление с достатъчна за практиката точност n може да приема стойности 1, 2 или 3 в зависимост от геометрията на УОУ. В настоящото изследване е взето под внимание влиянието на първите 2 източника преди началото на изчислителното междустълбие

Заслепяващото въздействие на уредбата в доклада се определя по (3), съобразно фигура 2.



Фиг. 2. Изчисляване на воалиращата яркост L_v

1 - линия на движение на наблюдателя; 2 - светлинен лъч към зеницата; 3 - зрителна ос;

H - височина на осветителя, m ; e - височина на наблюдателя, m .

То е оценено на база на показателя на заслепяване GR [3, 4], използван при нормирането на външни осветителни уредби, осигуряващи осветяване на открити работни площадки и външни обекти, в които се извършва трудова дейност. Съгласно [3, 4], показателят на заслепяването GR за осветителна уредба се изчислява за нейното начално състояние, когато тя има най-високи нива на светлинния поток с нови и чисти осветители. Той се определя по следния израз [3, 4]

$$GR = 27 + 24 \log(L_v / L_{ve}^{0,9}) \quad (3)$$

където

$$L_v = K \sum_{k=1}^n \frac{E_k}{\theta_k^2}, \text{ cd/m}^2 \quad (4)$$

е воалиращата яркост, създавана от осветителите, влизащи в ползрението на наблюдателя, а $K=10$ при 23 годишен наблюдател според EN 13201-3:2003. За други възрасти K се определя по израза (5)

$$K = 9,86 \cdot \left[1 + \left(\frac{A}{66,4} \right)^4 \right] \quad (5)$$

като в него с A е означена възрастта на наблюдателя.

Осветеността E_k , създавана от k -тия осветител върху зеницата на наблюдателя по зрителната ос, е

$$E_k = \Phi_k \cdot I'_k(C_k, \gamma_k) \cdot \cos(\theta_k) / r_k^2, \text{ lx} \quad (6)$$

където:

- Φ_k - светлинния поток на източника в k -тия осветител, klm;
- $I'_k(C_k, \gamma_k)$ - стойността интензитета според светлоразпределителната крива в зависимост от ъглите C_k и γ_k на k -тия осветител, cd;
- θ_k - ъгъла, под който пада светлината от k -тия осветител в зеницата на наблюдателя спрямо зрителна ос, °;
- r_k - разстоянието от зеницата на наблюдателя до осветителя, m;
- n – броят осветители, влизащи в зрителното поле;
- L_{ve} - еквивалентната воалираща яркост, създавана от околната среда среда.

Съгласно [3, 4], при дифузно отразяващи земни настилки, тази яркост може да се изчисли по формулата

$$L_{ve} = 0,035 \cdot L_{av} = 0,035 \rho E_{av} / \pi, \text{ cd/m}^2 \quad (7)$$

където:

- L_{av} е средната яркост в наблюдаваната зона, cd/m^2 ;
- E_{av} - средната хоризонтална осветеност на наблюдаваната зона, lx;
- ρ - коефициент на дифузно отражение, който най-често е $\rho=0,2$ [3].

При настилки с насочено-дифузно отражение, съгласно CIE 115:2010 и CIE 140:2000, при познат среден яркостен фактор q_0 на отразяващата повърхност за определяне на L_{av} може да се използва и зависимостта:

$$L_{av} = q_0 E_{av}, \text{ cd/m}^2; \quad (8)$$

Съгласно [3], очите на наблюдателя се намират на височина 1,5 метра от повърхността на уличното платно, а зрителната ос е насочена на 2° надолу

спрямо хоризонта. Наблюдателя се позиционира във всяка една точка от изчислителното поле с основна посока на наблюдение съвпадаща с надлъжната посока на придвижване по пешеходните зони. За настоящото изследване са използвани светлоразпределителни криви, получени при оптимизационни процедури имащи за цел минимизиране на светлинния поток на осветителите при нормиране по полуцилиндрична осветеност. Споменатите криви са създадени за височини на окачване H от 5 m, 4 m и 3,5 m, при междустълбови разстояния s от 15 m (10 m за височина 3,5 m) и широчина на изчислителното поле 5 метра [10].

Съгласно формула (4)

$$L_v = K \sum_{k=1}^n \frac{E_k}{\theta_k^2}$$

воалиращата яркост може да се намали или ако се намали вертикалната осветеност E_k върху зеницата, или ако се увеличи ъгъла θ_k . Тъй като, както вече бе споменато, вертикалната осветеност върху зеницата на практика се създава от същите светлини лъчи на осветителите, които участват във формирането на полуцилиндричната осветеност, вертикалната осветеност E_k не може да бъде значително променена, без да се промени значително полуцилиндричната осветеност. По отношение на ъгъла θ_k положението на пръв поглед е малко по-добро, тъй като близко стоящите осветители при по-големи височини рядко влизат в полезрението на наблюдателя. Но по-голямата стойност на θ_k е обвързана и с по-голяма стойност на ъгъла γ_i (фигура 1) и съответно с по-малки стойности на $\cos\gamma_i$ (формула (1)), а от там и по-ниски стойности на полуцилиндричната осветеност и необходимост от по-високи стойности за интензитета в близките до стълбовете зони, съответно и до повишаване на светлинния поток на осветителите. В потвърждение на тези съждения са и резултатите от направените математически изследвания за влиянието на междустълбовото разстояние и височината на окачване върху GR и E_{scmin} представени в таблици 1 и 2 за споменатите по-горе три оптимизирани светлоразпределителни криви.

Таблица 1

Крива 1(оптимизирана за $H = 3,5\text{m}$, $s = 10\text{m}$)					Крива 2(оптимизирана за $H = 4\text{ m}$ $s = 15\text{m}$)				
H , m	s , m	GR	E_{scmin} , lx	U_0	H , m	s , m	GR	E_{scmin} , lx	U_0
3,5	1 0	50, 5	4,9	0, 39	4	1 5	53, 61	4,9	0, 4
3,5	1 4	50	2,6	0, 2	4	1 9	52, 8	3,41	0, 34
3,5	8	51	4,5	0, 37	4	1 0	53	6,11	0, 41
4	1 0	48, 55	3,47	0, 4	5	1 5	50, 1	3,33	0, 5
4	1 5	48, 37	2,38	0, 15	3, 5	1 5	55, 96	5,29	0, 35

Таблица 2

Крива 3 (оптимизирана за $H = 5$ m $s = 15$ m)				
H , m	s , m	GR	E_{scmin} , lx	U 0
5	1 5	49, 5	5	0, 4
5	1 9	49, 46	3,36	0, 38
5	1 0	49, 3	6,31	0, 35
6	1 5	46, 99	4,44	0, 54
4	1 5	52, 91	5,25	0, 26

Вижда се, че:

- с увеличаване на междустълбието има леко понижаване на GR и силно понижаване на E_{scmin} ;

- с увеличаване на височината има по-значително понижаване на GR – около 6% и по-слабо изразено понижаване на E_{scmin} в рамките на 10% – 30% от приетата в изчисленията нормена стойност 5 lx [3, 4].

Съгласно израза (3)

$$GR = 27 + 24 \log(L_v / L_{ve}^{0,9})$$

стойността на показателя GR може да бъде понижена, ако се намали или воалиращата яркост или се увеличи еквивалентната воалираща яркост L_{ve} , създавана от околната среда. Какви са възможностите за увеличаване на стойността на L_{ve} ? В съответствие с изразите (7) и (8) това може да се постигне или чрез увеличаване на средната хоризонтална осветеност E_{av} или чрез повишаване на отразяващите качества на настилките на пешеходните алеи. В таблица 3 са поместени резултатите от изследване за влиянието на стойността на интегралния коефициент на дифузно отражение ρ върху стойностите на GR , при използван на споменатите оптимални криви.

Таблица 3

Крива 1, $s = 10$ m, $H = 3,5$ m		Крива 2, $s = 15$ m, $H = 4$ m		Крива 1, $s = 15$ m, $H = 5$ m	
ρ	GR	ρ	GR	ρ	GR
0,1	57,0	0,1	60,1	0,1	56,0
0,2	50,5	0,2	53,61	0,2	49,5
0,3	46,7	0,3	49,08	0,3	45,07
0,4	43,99	0,4	47,1	0,4	43,0
$E_{av} = 15,99$ lx, $\rho_{\text{базово}} = 0,2$		$E_{av} = 16,44$ lx, $\rho_{\text{базово}} = 0,2$		$E_{av} = 21,38$ lx, $\rho_{\text{базово}} = 0,2$	

Вижда се, че при използване на настилки с по-добри отражателни характеристики имаме между 6% и 12% понижаване на показателя на заслепяването при запазени всички други качествени показатели.

Повишаването на средната осветеност E_{av} трудно, дори почти невъзможно може да се осъществи със стандартна осветителна уредба с по един осветител окачен на определена височина, тъй като повишаването на хоризонталната осветеност неминуемо ще е обвързано с ненужно повишаване на полуцилиндричната върху лицето и на вертикалната върху зеницата. В тази насока биха могли да бъдат създадени дву- или три-компонентни осветителни уредби създаващи допълнителна хоризонтална осветеност, без осветителите от тази част на уредбата да влизат в ползването на наблюдателите със високи стойности на интензитета и осветяващи пешеходната настилка с „заливаща“ светлина. Друг възможен вариант е да бъдат разработени нетрадиционни вертикални дълги светодиодни осветителни тела с голяма излъчваща повърхност интегрирани в стълбовете и имащи ниски гранични яркости, или интегрирани осветители, излъчващи по зоново.

3. Заключение

От направеното проучване се налагат няколко извода /препоръки/ относно възможността за намаляване на заслепяващия ефект. Първо - Препоръчваме да се повиши осветеността на фона, от една страна с подобряване отражателните характеристики на настилката ,а от друга чрез използване на ниски или вградени в настилката за осветяване на пътеките ,комбинирани с високи осветители за осигуряване на E_{sc} . Нещата се подобряват и чрез вмъкване на ефектно осветление на характерни паркови елементи.

Второ - По възможност да се монтират парковите осветители на максимална височина/диапазона си остава 3-6 метра/ ,като се съблюдава изискването за естетика на архитектурните елементи.

Трето - При високите осветителни тела задължително да се използват full cut off криви с цел ограничаване на заслепяването и да се намаляват габаритните яркости. Постигането на добър компромис между изискването за високи нива на полуцилиндрична осветеност и ниско ниво на заслепяване е гаранция за изграждането на една комфортна среда за обитаване.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] БДС EN 13201 – Road lighting – Part 1; Part 2; Part 3; Part 4
- [3] CIE 129-1998, Guide for lighting exterior work areas.
- [4] CIE DS 015/E:2002, Lighting of work places – outdoor work places
- [5] CIE 13X – 1999, Guide to the lighting of urban areas
- [6] CIE 102 – Recommended file format for electronic transfer of luminaire photometric data, 1st Edition, 1993.
- [7] INDALUX ES – Lighting engineering 2002.

- [8] Велинов К., Хр. Василев, Влияние на геометричните параметри и нормативните ограничения върху оптималното светлоразпределение на уличните осветители, Осветление'2007 - XIII Национална конференция Варна, Сборник доклади, стр.94-104, 2007.
- [9] Стефанов Ст., Минимизиране на светлинният поток на улични осветителни уредби за обслужваща, събирателна и главна улица нормирани по видимост, Годишник на ТУ-София, том 59, книга 1, 2009, стр. 128-137, 2009.
- [10] Стефанов С, Бърдарски Н., Василев Хр., Оптимизиране светлоразпределението на осветители за пешеходни зони, Годишник на ТУ-София, том 60, книга 2, 2010, стр. 153-160.
- [11] Поршнев С. MATLAB 7 основы работы и программирования, Бином, Москва, 2006.
- [12] БДС EN60598-1 – ОСВЕТИТЕЛИ, Част 1 – Общи изисквания и изпитвания.
- [13] Гуторов М., Основы светотехники и источники света.
- [14] Василев Н. и И.Василева, Архитектурно, художествено и рекламно осветление.

Авторите изказват благодарност на проекта ДУНК 01/3 за подкрепата при проведените проучвания.

Автори:

Станимир Благоев Стефанов, гл. ас. д-р инж., ТУ – София, ф-л Пловдив, *e-mail*: glasst@abv.bg; Николай Цветков Бърдарски, маг.инж. „ЕЛКО“ООД-Плевен , elkop1@abv.bg ; Владимир Василев, маг.инж. МГУ-София.

МЕЖДУЛАБОРАТОРНИ СРАВНЕНИЯ НА СВЕТОДИОДЕН ОСВЕТИТЕЛ

Красимир Велинов, Димитър Гълъбов, Георги Чимев

Резюме: В работата е направено изпитване на един осветител от няколко независими лаборатории. Сравнени са резултатите от измерванията.

Ключови думи: светодиодни лампи, междулабораторни сравнения

PROBLEMS IN THE APPLICATION OF PIPE LED RETROFIT LAMPS

Krasimir Velinov, Dimitar Galabov, Georgi Ghimev

Abstract: The work done on a test lamp from several independent laboratories. It compares the results of the measurements.

Keywords: LED lamps, interlaboratory comparisons ps

1. Въведение

Оценката на един осветител се извършва като се знаят неговите светлотехнически и електрически параметри. Докато електрическите параметри могат да се измерят с много висока точност, то извършването на фотометричните измервания е свързано с допускане на различни грешки. Едно от възловите измервания е фотометриране на светлоразпределението на осветителите и свързаното с това измерване на интензитет на светлината. Измерването на интензитета на светлината се извършва с определена точност, зависеща от обективни и субективни фактори. Като следствие от него се получава друга светлотехническа величина – светлинен поток. Тази величина може да се измери и чрез кълбов фотометър, но обикновено грешката при този метод е по-голяма.

Измерването на интензитета на светлината при фотометриране на осветители е свързано с допускането на следните грешки [1]:

1. $V(\lambda)$ корекция
2. Cos-корекция
3. Грешка на измервателния уред
4. Температурен коефициент и измерване на температура.
5. Грешка при измерване на разстоянието
6. Ъглова грешка
7. Грешка от времето за интегриране на сигнала
8. Грешка в допълнителната оптична система – лещи, огледало
9. Грешка от размера на светещия обект

Най-голяма грешка се получава от не добре коригиран фотоприемник

Човешкото око възприема само лъчи с дължина на вълната от 380 до 760 nm. Поради различната спектрална чувствителност на зрителния анализатор към

видимите лъчи само една част от енергията, попадаща в областа на видимите лъчи се възприема от зрителния анализатор.

Отзивчивостта на зрителния анализатор към електромагнитните излъчвания се нарича спектрална чувствителност и за нея е възприета специална функция $V(\lambda)$. Смята се че добре коригиран фотоприемник има грешка по-малка от 3% [2].

2. Методика за изпитване и резултати от измерванията

Обект на изследването беше уличен осветител на известна фирма. Целта беше да се проследи повтаряемостта на резултатите от измерванията. По принцип такива сравнения между лабораториите е препоръчително да се правят периодично, за да се отстраняват субективни или обективни грешки. В междулабораторните сравнения участваха 3 независими лаборатории.

По отношение на електрическите параметри резултатите от измерванията за трите лаборатории бяха почти идентични, което можеше да се очаква.

По отношението на светлотехническите показатели резултатите са както следва:

1. Светлинен поток

Лаборатория №	Светлинен поток	Отклонение спрямо средното	Отклонение спрямо данните на фирмата производител
Лаборатория №1 измерване 1	4881 lm	7,58%	-3,15%
Лаборатория №1 измерване 2	4733 lm	4,31%	-6,09%
Лаборатория №2	4589 lm	1,14%	-8,95%
Лаборатория №3	3946 lm	-13,0%	-21,7%
Данни на фирмата производител	5040 lm	11.1%	-
средно	4537 lm	-	-10,6%

2. Интензитет на светлината по оптичната ос

Лаборатория №	I_0 cd/klm	Отклонение	I_0 cd	I_0 cd
Лаборатория №1 измерване 1	290	-1,7%	1415,5	5,79%
Лаборатория №1 измерване 2	295	0,0%	1396,2	4,35%
Лаборатория №2	293	-0,7%	1344,7	0,49%
Лаборатория №3	303	2,7%	1195,6	-10,64%
средно	295	-	1338	-

3. Светлоразпределение на осветителя:

Лаборатория №	светлоразпределение	Реализирана осветеност
Лаборатория №1 измерване 1		
Лаборатория №1 измерване 2		
Лаборатория №2		
Лаборатория №3		

4. Анализ на резултатите и изводи

В резултат на измерванията могат да се направят следните изводи:

1. Всички лаборатории имат добра сходимост на резултатите по отношение на светлоразпределението на осветителя за 1000 lm светлинен поток.
2. По отношение на измерените стойности на светлинния поток лаборатория №3 се отклонява от останалите. Стойността на светлинния поток даден в каталожните данни на производителя обикновено е завишен с 5%, което се потвърждава от измерванията на лаборатория №1 и №2.
3. По отношение на формата на светлоразпределението измерванията на всички лаборатории съвпадат.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] . Велинов К., Оценка на грешките при измерване интензитет на светлината, II научна конференция ЕФ 2010, Созопол, 23 септември 2010 г.
- [2] DIN 5032-7, Klassenleitung von Beleuchtungsstarke und Leuchtdichtemessgeraten, Lichtmessung, 1999

Автори:

доц. д-р. Красимир Велинов, МГУ „св. Иван Рилски“, НИЛ “Осветителна техника” *email*: ksi@mgu.bg WEB: <http://ligh-bg.eu/>

инж. Димитър Гълъбов, САМЕЛ 90 АД, Акредитирана изпитвателна лаборатория, *email*: office@samel90.com

инж. Георги Чимев “МАРЕЛИ” ЕООД *email*: mareli@mareli-bg.com

ПРИЛОЖЕНИЕ НА СВЕТОДИОДИТЕ В АВАРИЙНОТО ОСВЕТЛЕНИЕ

Ганчо Ганчев, Иван Цонев, Милена Недева, Христо Василев

Резюме. В статията са разгледани някои от разработените в Денима 2001 ООД евакуационни осветители със светодиоди и автономно захранване. Разгледани са и някои принципни проблеми, свързани с изграждането на евакуационно осветление в пътни и ж.п тунели, аварийно осветление в домовете, изискванията към евакуационно осветление за незряци и др. Предстоящо е съществено изменение на нормативната база за аварийно и евакуационно осветление. Основен мотив за промените е синхронизиране на терминологията и изискванията за осигуряване на пожарна безопасност, определени в Наредба № Из-1971 от 2009 г. за строително-техническите правила и норми за осигуряване на безопасност при пожар. Наредба № Из-2377/15.09.2011 г. поставя срок от две години, в който срок обектите следва да бъдат обследвани и аварийното и евакуационното осветление да бъде проектирано и изпълнено в съответствие с новите изисквания.

Ключовидуми: аварийно осветление, светодиоди, резервно осветление в бита, аварийно осветление в пътни и ж.п тунели.

APPLICATION OF THE LED FOR EMERGENCY LIGHTING

Gancho Ganchev, Ivan Tsonev, Milena Nedeva, Hristo Vasilev

Abstract: Some of the developed in Denima 2001 Ltd evacuation luminaires on the basis of LED and autonomous supplied are consider in the present paper. Some of the principal problems in relations to building of the evacuation lighting in road tunnels and railway tunnels, emergency lighting in home, requirements to the evacuation lighting for disabled (the blind) and etc. Forthcoming is substantial correction of the standard base for emergency and evacuation lighting. A main reason for the revision is synchronizing the terminology and requirements for ensuring the fire safety according to the definition in Regulation № Из-1971 from 2009 for ensuring of the fire safety. Regulation № Из-2377/15.09.2011 puts time limit of two years in the frame of which the objects have to be investigated and emergency and evacuation lighting have to be designed and installed in accordance with the new requirements.

Keywords: emergency lighting, LED, home reserve lighting, emergency lighting in tunnels and rail way tunnels.

1. Въведение

Нормативната рамка в областта на аварийното и евакуационното осветление се формира от:

- Наредба № Из-1971/29.10.2009 г. на МВР, която определя изискванията и техническите правила и норми за осигуряване на безопасността при пожар.

- Наредба № Из-2377/ 15.09.2011 г. на МВР, която определя правилата и нормите за пожарна безопасност (ПБ) при експлоатацията на обектите в урбанизираните, земеделските, горските и защитените територии и в на рушените територии за възстановяване.

- Наредба № 7/23.09.1999 г. на МТСП, която определя минималните изисквания за здравословни и безопасни условия на труд на работните места и при използване на работното оборудване.

- Наредба № 49/10.08.1976 г. за изкуствено осветление на сгради.

Последно издадената Наредба № Из-2377/15.09.2011 г. отменя ползваната до средата на 2011 година Наредба № I-209/2004 г.

Стандартите в областта на аварийното и евакуационното осветление са:

- БДС EN 1838:2005 - Приложно осветление. Аварийно и евакуационно осветление.

- БДС EN 50172: 2006 - Системи за осветление при авария.

- БДС EN 50171: 2006 - Централни системи за електрозахранване.

- БДС EN 60598-2-22:1998/A1:2004 - Осветители. Част 2-22: Специфични изисквания.

IEC 60598-2-22:1997/A1:2002: Осветители за аварийно осветление.

Стандартът определя изискванията за осветители за аварийно осветление за употреба с халогенни лампи, тръбни луминесцентни лампи и други разрядни лампи със захранващо напрежение, непревишаващо 1000V.

Аварийното осветление е част от цялостната система за осветление, която продължава да работи в случай на авария (прекъсване или отпадане на централното електрозахранване и основното осветление). Захранването на аварийните осветителни тела се извършва чрез независими енергийни източници – акумулаторни станции (централни енергийни системи) или автономни батерии. Чрез тях се постига осветление в зоната на работното място и/или евакуационните изходи в продължение на 1-3 часа.

Две са основни функции на този вид осветителна инсталация:

-Осигуряване на непрекъснато работно осветление – **аварийно осветление;**

-Маркиране на изходите с цел евакуация на персонала от сградата, при възникване на някакъв вид авария – пожар, наводнение, природно бедствие и т.н. – **евакуационно осветление.**

Съобразено с действащите стандарти - EN 1838, EN 50171:2001 и EN 60598-2-22:2002 [1,2,3], се въвеждат точни и ясни изисквания за вида, местонахождението, захранването и продължителността на светене на

различните осветителни тела. Някои от основните параметри са определени от тези стандарти като минимални изисквания:

- при път за евакуация до 2 метра ширина, трябва да има осветеност $1lx$ на централната ос и $0.5lx$ на разстояние 50% от ширината (фиг.2);

- разликата между най-високата и най-ниската осветеност по продължение на централната линия на коридора трябва да не превишава 40:1 (фиг. 3);

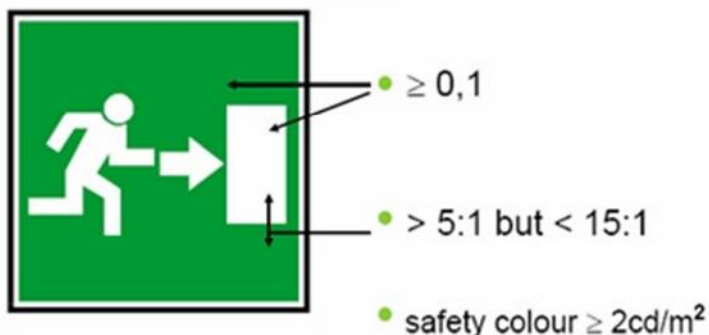
- светлинния поток в зрителното поле трябва да бъде насочено, така че да избягва заслепяване;

- индекс на цвето предаване $Ra \geq 40$;

- номиналното време за светене на аварийния осветител показващ пътя за евакуация $\geq 1 h$;

- трябва да се достигне 50% от обявения светлинен поток за 5s след включването на аварийния осветител и 100% от обявения в рамките на 60s. Светлинния поток не трябва да пада под 50% от началния, установен след 60s след изключване на мрежовото напрежение, в периода от 60s – 1h;

За ефективността на аварийното евакуационно осветление от голямо значение е пиктограмата (знака), който се поставя на осветителя. Необходимо е той да отговаря на специални изисквания: цвят, вид на фигурата, размери и др. (фиг.1). Пиктограмите, който трябва да се използват, се определят от европейския стандарт EN 1838:1999, но цветово трябва да се съобразяват със стандарт ISO 3864[5,10].



Фигура 1. Пиктограма на евакуационен знак- бягащ човек в бял цвят на зелен фон. Дадени са съотношения на яркостите на белия и зелен цвят

Трябва да се достигне поне 50% от обявения светлинен поток за 5s след включването на аварийния осветител и достигане на 100% от обявения в рамките на 60s;

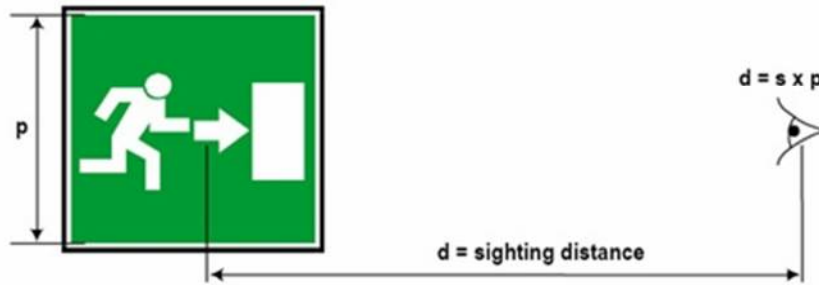
- излъчване $\geq 2cd/m^2$ от знака;

- съотношението между най-високото и най-ниското ниво на излъчване не трябва да бъде по-голямо от 10:1 за белия цвят, както и за цветната част от пиктограмата;

- излъчването от бялата и цветната част, трябва да бъде не по-малка от $L_{white}/L_{colour} = 5:1$, и не по голяма от $L_{white}/L_{colour} = 15:1$;

- максималната дистанция (фиг.2) от която трябва да се различават

знаците за безопасност, в зависимост от тяхната големина: $d = s \times p$



Фигура 2. Определяне на максималната дистанция, от която се вижда знакът при дадена големина

- европейската директива за вида на пиктограмата, която е в сила от април 1996, е показана на фиг. (Фиг. 3).



Фигура 3. Пиктограма по европейската директива

2. Разработване на знаци за евакуационно осветление осветявани със светодиоди

В настоящия момент голяма част от осветителите и знаците за аварийно осветление се реализират предимно с луминесцентни лампи. Всички препоръчани стойности на параметри и тяхното измерване са съобразени с тези светлинни източници (Фиг.1,2). Има публикации за разработени евакуационни осветители със светодиоди [9], в които са отчетени изискванията за основните параметри и измерването им.

В други страни, извън ЕС, са избрани други цветове за пиктограмите в евакуационните знаци (фиг.4). В САЩ, в случай на авария, се излъчва и звуков сигнал. Освен това, знаците се съпровождат с текст, написан на Брайлово писмо[13] (фиг.4). Основни проблеми възникват с определяне на разстоянието от светодиодния модул до дифузно пропускащия капак (пиктограмата) на знака. Това изисква подбиране на подходяща яркост и разстояние. При неправилен избор се формират фигури върху видимата част на знака, които пречат за правилното възприемане на символа.



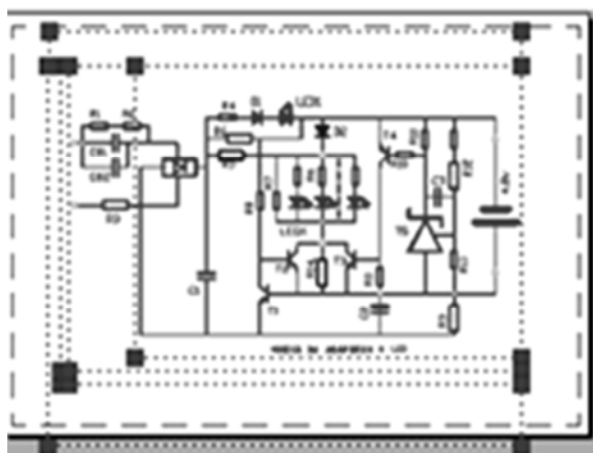
Фигура 4.Евакуационни знаци за хора с увредено зрение -нанесени са текстове с Брайлово писмо, упътващи евакуиращите се.

Принципна схема на захранването на светодиодите (фиг.5)

Захранващо напрежение – 220 V, 50Hz синусоидално напрежение, реактивен делител за зареждане на акумулаторната батерия с постоянен ток –до 24 h – пълно разреждане, а принципната схема резисторите R5 и R6 ,разпределят тока за заряд на батерията и за постоянно светещи светодиоди (24 броя и 32 броя LED с добив 110 lm/W. LED1 – свети при заряд на батерията(т.е. при наличие на мрежово напрежение).

T1, C2, R9- определят мрежовото напрежение, при което LED да се включат на батерия.

T1, T4 – след зареждане на батерията ”прехвърлят” тока на заряд към постоянно светещите LED.



а)



б)

Фигура 5. Принципна схема (а) и печатна платка на захранването

Приложената схема е с автономно захранване. При необходимост се предлагат аварийни осветители с централно захранване и/или със захранване от мрежата и с индикация за състоянието.

На фигура 5б е показано изпълнението на схемата върху печатна платка.

3. Измерване на основните параметри на знаците със светодиоди

3.1 Апаратура за измерване на място [1].

Всички измервания на осветеността трябва да бъдат направени с косинусов $V(\lambda)$ коригиран и калиброван измервателен уред, а всички измервания на яркостта трябва да бъдат извършени с $V(\lambda)$ коригиран и калиброван измервателен уред. Измервателният уред трябва да има допустима грешка, непревишаваща 10 %. Измерването може да бъде извършено на височина до 20 mm над нивото на знака[8].

Таблица 1



№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1
$L_{cd/m}$	4.1	2.2	3.3	2.5	3.7	3.5	2.4	4.2	1.9	2.7

Фигура 6. Схема на измерване на яркостите и таблица с резултатите

В Таблица 1 са дадени резултатите от измерване на яркостта в точките, посочени на фигура 6. Средната яркост е 3.05 cd/ m²

Аварийно осветление за дома

Тази част от аварийното осветление, която е осигурена за да могат нормалните дейности да продължат, без да бъдат значително променяни (IEC 50 – Глава 845)

Знак за безопасност - знак, който дава общо съобщение за безопасност, получено от комбинацията на цвят и геометрична форма и който с добавянето на графичен символ на текст предава конкретно съобщение за безопасност (ISO 3864:1984).

За да се осигури видимост за целите на евакуацията, се изисква осветление в обема на пространството. Според стандарта препоръките за това се изпълняват посредством монтаж на осветителни тела на минимална височина от 2 m над пода.

Аварийно осветление на пътни тунели

Стандартът PrEN 16276 [6] определя евакуационното осветление в пътни тунели по-дълги от 500 метра и с годишен среднодневен трафик по-висок от 500 МПС. Той трябва да съдейства за безопасна евакуация на намиращите се в превозните средства при възникнали състояние на евакуация, като пожар, напр. Той е адресиран към фундаментални последици на евакуационното осветление за пътя на евакуация, аварийните изходи, спасителните пътища и пресечни връзки, както и да дава някои практически съвети от гледна точка на инсталациите и поддръжката на пътните тунели.

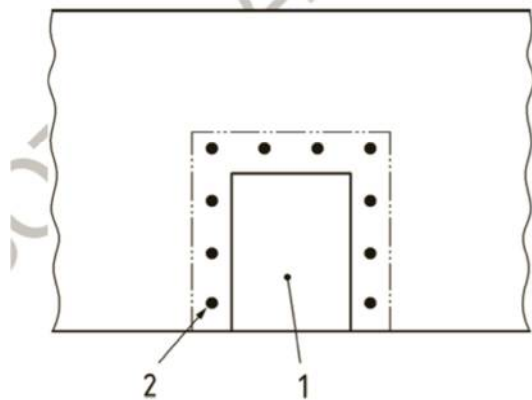
Евакуационното осветление, което включва светлината на евакуационните маркери, осветление на аварийните изходи, както и осветление на спасителните изходи трябва да осигури водене на намиращите се в тунела да го напуснат пеша, в случай на нужда, напр. при пожар. Да осигурява водене

на шофьорите и достатъчна видимост и възможност да напуснат тунела с техните коли;

Всички осветителни системи, описани в този раздел, трябва да са захранени от непрекъсваем източник на захранване.

В случай на прекъсване на източника на захранване, съответстващото време и продължителността на евакуацията трябва да бъдат в съгласие с националните изисквания.

Стандартът е насочен към фундаментални изисквания на евакуационното осветление за пътя на евакуацията, аварийните изходи, спасителните пътища и пресечки, както и да дава някои практически съвети. Евакуационното осветление, което включва светлината на евакуационните маркери, осветление на аварийните изходи, както и осветление на спасителните изходи трябва да осигури водене на ползвателите да напуснат тунела пеша. Ако няма национални стандарти, тогава съответстващото време от 0,30 s и продължителност на поне 30 min се препоръчват в съгласие с резултатите от специални изследвания.



Фигура 7-Изискване за осветление на аварийните изходи в тунели

Аварийно осветление на ж.п. тунели

Системите за осветление на тунела трябва да реализират експлоатационната осветеност:

- а) 10 lx средно, 5 lx минимум, хоризонтално върху релсите;
- б) 2 lx минимум, вертикално 1,0 lx над нивото на релсите;

При проектирането на системите за осветление на ж.п.тунели трябва да се държи сметка за: а) сигналните знаци на изходите б) възможността на засегнатите пешеходци и шофьори да попаднат под стробоскопичен ефект; с)необходимостта да се поддържа високо ниво на равномерност за да помогне за адаптацията.

Изграждането на осветителна система трябва също така: а) Да отчита пълно възможното състояние в тунела, следвайки аварийно състояние (пожар или смог) б) Да се взема решение кога и как осветлението ще работи. Въз можностите включват:1)Постоянно включено; 2)Включване автоматич но съобразно възникнал инцидент (обстановка); 3)Ръчно управление.

Разработени са осветители за евакуационно осветление за ж.п тунели, захранвани с PV батерии.

Аварийно осветление за дома

Освен основното осветление в дома е необходимо да има и допълнително осветление с малка мощност, захранвано от автономен източник на захранване, което да осветява нощем стълбища, коридори, сервизни помещения и др. При честите изключвания на захранващото напрежение в страната и особено при аварийно изключване, това осветление идва да замести досадното търсене на свещи, кибрити и пр. в пълния мрак, който настъпва.



Фигура 8- Един от модулите за битово аварийно осветление

Във фирма Денима 2001 ООД са разработени осветители за битова аварийно осветление, които се включват автоматично при изключване на напрежението от мрежата. Те са с автономно захранване и могат да се включват и изключват по желание. Произвеждат се в различни модификации-единични осветители с правоъгълна форма, линейни осветители за коридори с различни дължини и пр. Този вид инсталации трябва да станат достояние до широкия кръг потребители и проектанти и да се разпространяват по-активно в жилищни сгради, които не влизат в обхвата на стандартите и наредбите за аварийно и евакуационно осветление. Може би тук е моментът да допълним, че аварийно осветление се изисква вече и в асансьорните кабинки, което ще влезе в сила от януари 2015 г. съгласно изменение в Наредбата на инспекцията за държавен технически надзор.

Предимства на светодиодите за аварийно осветление

Предимствата са много: до 3 пъти по-висок добив на светодиодите (LED) в сравнение с луминесцентната лампа (ЛЛ), работеща в аварийен режим с поток (от 11% до 27% от номиналния); LED имат едностранно ориентиран светлинен поток, което увеличава светлината към наблюдателя; добивът на съвременните LED се увеличава постоянно. Сега се работи с 110 lm/W, утре 180 lm/w и т.н.; увеличава се времето за светене с LED при една и съща монтирана акумулаторна батерия; с LED може да се постигне време на светене над 8 часа. С намаляване на батериите се намаляват емисиите в околната среда.

При работа на луминесцентни лампи може да се получи искрене на изводите им, което при LED не съществува. Важно преимущество на LED при използване на аварийно осветление във взривоопасни среди;

LED не се износват при комутация, което допуска използване на микропроцесори за пълна диагностика и индикация на състоянието във всяко тяло;

LED имат стабилна работа при много ниски температури -40°C /. Запазват светлинния поток, светват безотказно, докато при ниски температури потока на ЛЛ намалява допълнително в пъти. Телата с LED имат много по-висока надеждност. При LED не се налага смяна на лампи и гаранционен срок е максимален.

Монтаж и обслужване на евакуационните осветители

Препоръката за монтаж на осветителите за евакуационно осветление е на височина – 2 м. от пода и да са разположени на видими места. Много често се срещат инсталации, обаче, където осветителите са монтирани много високо – човек трябва да вдигне глава високо, за да ги забележи и то скрити между монтираните на тавана осветители за общо осветление: плафони, луминесцентни осветители и др. На снимките на фиг.9 са показани два случая от верига магазини в България и от един Mall, в които евакуационните осветители трудно се забелязват и трудно биха послужили на евакуиращите се хора към най-преките изходи.



Фигура 9 Снимки от популярни вериги магазини с лошо изпълнено евакуационно осветление.

Когато се говори за евакуационно осветление, не трябва да се забравят и други публични сгради, като театри, кинозали, зали за забавление (казина, дискотеки и м. др.). Да припомним няколко пожара в азиатски дискотеки и стотици загинали поради липса на ориентация към аварийните изходи. Очевидно има тотално подценяване на проблема „евакуационно осветление” по света.

Въпроси за обсъждане

1. Какъв цвят е най-подходящ за аварийните знаци-зелен, син, червен?

2.Каква яркост трябва да имат знаците?

3.Колко трябва да бъде светлинния поток на евакуационния осветител?

4.Какъв трябва да бъде контрастът между двата използвани цвята ?

5.Представява ли проблем възприемането на евакуационните знаци и за какви възрасти се разработват: размер на знака, яркост, контраст ?

6.Как се ориентират незрящи хора и ще се използва ли американският метод за обозначаване с Брайлови знаци?

7.Необходимо ли е евакуационно осветление в мините?

8. Издават ли се сертификати за евакуационните осветители?

9.Необходимо ли е системно обучение за евакуация ?

Заклучение

От изложеното по-горе се вижда, че има много проблеми, свързани с аварийното и евакуационното осветление. Част от тях са оформени като самостоятелни теми и въпроси и са насочени към съответните органи: Инспекцията по безопасност и здраве, МТСП, Институт по хигиена, ППО и др. Въпросът става още по-актуален във връзка с предстоящото съгласуване със Закона за противопожарна безопасност и евакуация при пожар. Проблемите са много сериозни и не търпят отлагане.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] БДС EN 50172: 2006 - Системи за осветление при авария.
- [2] БДС EN 1838:2005 - Приложно осветление. Аварийно и евакуационно осветление.
- [3] (ЕС 60598-2-22:1997/A1:2002, Осветители за аварийно осветление.
- [4] Директива 2004/54/ на Европейския парламент и на Съвета от 29 април 2004 година относно минималните изисквания за безопасност за тунелите на трансевропейската пътна мрежа.
- [5] БДС EN 1838:2005 Приложно Осветление. Аварийно и Евакуационно осветление.
- [6] prEN 16276, Evacuation Lighting in Road Tunnels - Draft
- [7] Наредба № Из-1971 от 2009 г. за строително-техническите правила и норми за осигуряване на безопасност при пожар.
- [8] Наредба № Из-2377/15.09.2011 г.
- [9] Захари Иванов, Светлин Иванов, Разработване и изследване на осветител със светодиоди за евакуационно осветление, XIII Национална конференция по осветление, Юни 2007 г., „Осветление'2007”, Варна
- [10] ISO 3864:1984
- [11] Safety in Railway Tunnels –Requirements for Lighting, December 2007
- [12] Решение 2008/163-Безопасност в ж. п. тунели.

[13] Occupational Safety and Health Administration , 29 CFR Part 1910, RIN 1218-AB82, Exit Routes, Emergency Action Plans, and Fire Prevention Plans

Автори:

Ганчо Ганчев, Доц. Д-р, Денима 2001 ООД, giganchev@abv.bg

Иван Цонев, инж., Денима 2001 ООД, ivan.tzonev@dir.bg

Милена Недева, инж. Колеж по енергетика – Смолян, mneleva@abv.bg

Христо Василев, Проф. Д-р, Денима 2001 ООД, h.vasilev@denima2001

Това изследване е извършено с подкрепата на Фонд научни изследвания, за което изказваме благодарност.

ФАМИЛИЯ БИТОВИ СВЕТОДИОДНИ ОСВЕТТЕЛИ

Николай Бърдарски, Пламен Диков, Милена Недева

Резюме: В работата е описана разработената от екипа светодиодна матрица. Матрицата се използва като източник на светлина за различни серии осветителни тела. Показани са постигнатите светлотехнически параметри.

Ключови думи: светодиоди, захранване, битово осветление

FAMILY OF LUMINAIRES FOR INDOOR LIGHTING WITH LED MATRIX SOURCES

Nikolay Bardarski, Plamen Dikov, Milena Nedeva

Abstract: In the work is described developed from authors LED matrix source for indoor luminaires.

Keywords: LED, drivers, indoor lighting

1. Въведение

Съвременното развитие на светодиодите и полупроводниковата техника създава революционно предизвикателство пред производителите на осветителни тела и източници на светлина. В тази връзка екип на фирма „ЕЛКО“ и фирма „ПЛАДИК“ създаде светодиодна матрица като източник на светлина за плафониерите от серия „КВАДРА“ и „АКВА“ произвеждани от фирма „ЕЛКО“.

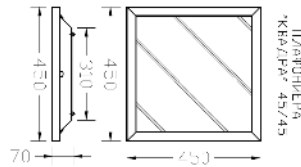
2. Осветителни тела тип плафониера серия „КВАДРА“

Плафониерите от серия "КВАДРА" са предназначени за общо осветление на интериорни помещения. Разсейвателя се произвежда от стъкло с дебелина 3мм ,а основата от стоманена ламарина с прахово-полимерно покритие. Разсейвателя е монтиран в декоративна рамка от ламиниран MDF с различни дървесни текстури. Плафониерите се произвеждат в три типоразмера - с дължина на сраната 31 см ,45 см и 104 см. Габаритните размери на изделието са показани на фиг.1. Има възможност също така да се изработи и висящ вариант на плафониерата ,окачена на стоманени корди с регулируема дължина от 0.5 до 1 м. Плафониерите са предназначени за монтаж на тавана . Степента на защита е IP20 ,а класа на защита от поражения от ел.ток е I. Като вид на използвания източник на светлина плафониерите се произвеждат за три типа лампи. С фасунга E27 за компактни енергоспестяващи лампи , с фасунга 2G13 за кръгла луминесцентна лампа T5 и също така със светодиодна матрица.

3. Габаритни размери и видове

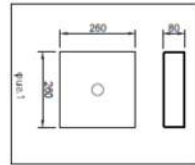
Плафониерите от серия КВАДРА се произвеждат в следните размери

104x31 см
45x45 см
31x31 см



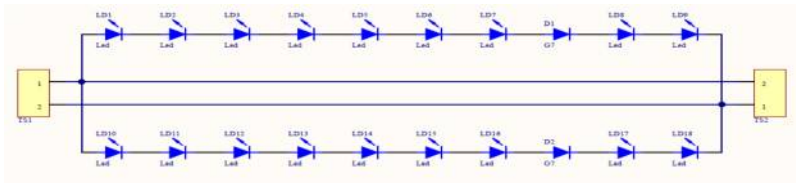
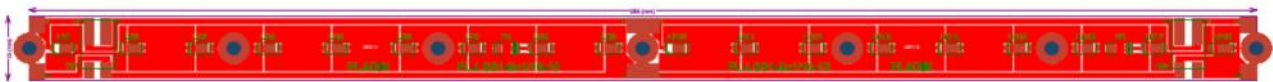
Плафониерите от серия АКВА се произвеждат в следните размери

25x25 см
35x35 см



4. Светодиодната матрица

Светодиодите използвани в матриците са производство на SAMSUNG серия 5630 за SMD монтаж. Матрицата съдържа 18 броя диоди и е така проектирана, че може да се раздели механично на две по-малки части с по 9 броя светодиоди. Габаритните размери са 288 x 15 мм.



5. Захранване и конфигурация

Като захранващ блок за светодиодните матрици е използван регулатор на ток с мощност 13W и постоянен ток 350mA на руската фирма НЕОСВЕТ. Режима на работа на диодите и размерите на платката са така подбрани, че осигуряват оптимален температурен режим на работа. В работна точка температурата на платката не надвишава 35°C. Светодиодните матрици не се нуждаят от никакви допълнителни охлаждащи елементи.

6. Светотехнически параметри



При направените контролни измервания в лабораторията на ТУ-София се установи ,че излъчения светлинен поток от 2 броя матрици с 36 светодиода е 1200lm при консумирана мощност от драйвера 12W. Поставени в осветително тяло от серията КВАДРА ,матриците осигуряват 1000lm излизаци от осветителя. Ефективността на системата доближава 80 lm/W ,което е добро постижение към момента. Цветната температура на светодиодите е 5000К. Предстои въвеждането в производство и на матрици с цветна температура 3000К. Както може и да се очаква за матирано стъкло ,светлоразпределителната крива на осветителя е косинусна.

7. Заключение

Постигнатия висок светлинен добив ,липсата на каквито и да било охлаждащи елементи и удобните геометрични размери са добра предпоставка за широкото изпозване на светодиодните матрици в битови и офисни осветителни тела.

ЛИТЕРАТУРА

[1] www.samsung.com/global/business/led/

[2] www.neosvet.net

Автори:

Николай Цветков Бърдарски – маг.инж. „ЕЛКО“ООД-Плевен, e-mail: elkop1@abv.bg; Пламен Диков, маг.инж, ЕТ“Пладик“, e-mail: pladik@el-soft.com; Милена Недева, гл. ас. ,маг. инж., ТУ – София, ф-л Смолян,

МЕТОДИКА ЗА ОЦЕНКА НА ТРЪЖНИ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРИ ОБЩЕСТВЕНИ ПОРЪЧКИ ЗА УЛИЧНО ОСВЕТЛЕНИЕ

Христо Василев, Радослав Кючуков, Николай Бърдарски

Резюме: В работата се предлага разработка на критериална система за обществени поръчки за улично осветление. Тя е базирана на опита в тази област в Германия. Конкретизирана е съобразно условията на България и актуалната нормативна уредба.

Ключови думи: обществени поръчки, улично осветление, критериална система.

THE PUBLIC PROCUREMENT FOR STREET LIGHTING

Christo Vasilev, Radoslav Kyuchukov

Abstract: The paper proposes the development of criteria system for public street lighting. It is based on experience in this field in Germany. Is specified under the conditions of Bulgaria and the current regulations.

Keywords: public procurement, street lighting, criteria system

1. Въведение

Обществените поръчки за изпълнение на улични осветителни уредби и тяхната елементна база се обявяват от публични институции (държавни, общински, неправителствени и други) за обекти, финансирани с публични средства. Агенцията по обществени поръчки (АОП) провежда своята дейност в изпълнение на Закона за обществените поръчки. АОП има като приоритет осигуряването на ефективност на системата за обществени поръчки в България, съблюдавайки принципите за: публичност и прозрачност; свободна и лоялна конкуренция; равнопоставеност и недопускане на дискриминация. В областта на уличното осветление практически няма единни критерии за реализацията на уличното осветление, което води до енергийно неефективни, технически неиздържани и неестетични решения. Критерият „Най - ниска цена” е несъстоятелен, доколкото, като правило, неговото абсолютизиране е свързано с приложение на некачествени светлотехнически решения на уличните осветителни уредби [1,2,3].

2. Практиките на обществените поръчки за улично осветление

При организацията и провеждането на обществените поръчки в областта на осветлението се прилагат формални и добри професионални практики [1].

Формалните практики при формирането на критериите и показателите се базират на: европейски, национални и други стандарти за осветление; национални законови и подзаконови нормативни актове, в т.ч. наредби, правилници, инструкции и др.; европейски директиви и регламенти;

други задължително прилагани нормативни актове, регламентиращи например специфични екологични, продуктови и други изисквания и т.н.

Като надстройка, формираща добрите практики, служат: препоръки на международни организации, като Международната комисия по осветление (СІЕ), Международната електротехническа комисия (ІЕС) и други; препоръки и документи на органи и организации на водещи европейски страни в областта на осветителната техника и енергийната ефективност; водещите европейски и национални практики при проектирането, изграждането, експлоатацията на ефективни осветителни уредби; собствено ноу-хау на съответните фирми; фирмени стандарти; бенчмаркинг; друга информация и данни.

Актуалното положение е свързано с широкото навлизане на светодиодната техника и технологии в уличното осветление. Налице е възможност нещата около светодиодите да излязат от контрол, особено по отношение на техническите изисквания. Наред с това е важно да се търси и икономическата логика. Последната ще позволи замяната на осветителните тела с конвенционални светлинни източници да стане етапно, следвайки развитието на светодиодите като светлоотдаваемост, надеждност, цвят на светлината, цена и други.

3. Добрите чуждестранни практики в областта на обществените поръчки за уличното осветление

Преди всичко чуждестранният опит навлиза със стандартизационната уредба чрез стандарти от серията 13201 [3]. Налице са и европейски директиви и регламенти, които залагат съвременни изисквания, а и рестрикции [4 и др.].

Уличното осветление в германия е с водещи позиции в европа. това произтича и от факта, че стандартизационното нормиране на осветителните уредби в ЕС се базира на немската стандартизация и на немските добри практики. в германия се работи активно и в областта на обществените поръчки в областта на уличното осветление. представителна е разработката на **ЦЕНТРАЛНА АСОЦИАЦИЯ НА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАТА И ЕЛЕКТРОННАТА ИНДУСТРИЯ** (zvei - zentralverband elektrotechnik- und elektronikindustrie e.v.) [5,6 и др.]. разработени са **ПРАКТИЧЕСКИ ИНСТРУМЕНТИ ЗА ПРОЦЕСА НА ОБЩЕСТВЕНИТЕ ПОРЪЧКИ ЗА УЛИЧНО ОСВЕТЛЕНИЕ, КОИТО СЪДЪРЖАТ СЛЕДНАТА КРИТЕРИАЛНА СИСТЕМА:**

Основните критерии са:

1. Цена.
2. Консумация на електрическа енергия, (kWh/год или kWh/km x год.).
3. Качество на продуктите & Светлотехнически показатели.
4. Естетика.

Участниците се класират по точкова система, в която за първите три критерии се дават по 30 точки, а за четвъртия – 10 точки (общо 100 точки). Вижда се, че цената на инвестицията има само 30-процентно участие, а

тежестта се дава на енергийните разходи и на светлотехническата реализация. Справедливо участие се дава и на естетичното изпълнение на уличните осветителни уредби, което се потвърждава и от експертната оценка на светлинната среда в България. Оценено е, че във факторите, характеризиращи най-общо осветлението, относителното тегло на осветлението като естетически фактор е 10.04 % [7].

4. Критериална система за реализиране на обществени поръчки в областта на уличното осветление

В настоящата работа се предлага критериална система за реализиране на обществени поръчки, адаптираща основните пунктове на немската система в условията на България и в съответствие с актуалната нормативна уредба и актуалните подходи за оценка на уличното осветление. В табл. 1 са представени основните критерии за оценка. Конкретно за оценка на енергийната ефективност се прилагат не годишните енергийни разходи, а относителните показатели *SLEEC-L* и *SLEEC-E* (EN 13201-5).

В табл. 2 е представена системата за оценяване по 7 показатели към 3 компоненти на критерий 3. Техническо изпълнение. За показателите 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3 са дадени относителните стойности за примерно (опорно) оценяване, доколкото за различните класове улици те са с различни стойности.

В табл. 3 е представена естетическата оценка на уличните осветителни уредби. Приложена е точкова система, но съобразена с оценъчната система съгласно [8]. Експертната оценка е 5-бална, като се оценява статусът (позитивен или негативен) и степента наприемливост на дизайнерското решение. Оценява се и оригиналността и европейската регистрация на дизайна.

Таблица 1
Оценка по критериите за оценка на обществената поръчка (търг, конкурс)

Критерии за оценка	Максимален брой точки	Точки за компонент и на критериите	Нормализиран тегловен коефициент
1	2	3	4
1. Цена на продукта, лева (BGN)	30	-	1.00
Енергийна ефективност: <i>SLEEC-L</i> , $W/(cd/m^2) \cdot m^2$ За улици клас ME. Препоръчително: <i>SLEEC-L</i> < 1 $W/(cd/m^2) \cdot m^2$ (при $L = 0.3-2.0$ cd/m^2) <i>SLEEC-E</i> , $W/lx \cdot m^2$	30	-	1.00

За улици класове S и SE. Препоръчително: $SLEEC-E < 0.065 W/lx \cdot m^2$ (при $E = 2-50 lx$)			
3. Техническо изпълнение (Отделна оценка по компонентите 3.1, 3.2, 3.3 на критерий 3)	30	28 (При оценка по 4-бална оценъчна система)	1.07 (Нормализирани към максималния брой точки: $28/30 = 1.07$)
4. Естетичност на изпълнението (дизайн)	10	-	1.00
Общ брой точки:	100	28 (30 нормализирани точки: $28 \times 1.07 = 30$)	-

таблица 2

Оценка (брой точки) на компонентите на критерий 3. Техническо изпълнение

Компонент и на критерия	Показатели към компонентите на критерия	Примерни (опорни) оценки/стойности на показателите към компонентите на критерия	Брой точки (4-бална система)	Нормализиране на тегловния коефициент	Нормализиран брой точки
1	2	3	4	5	6
3.1. Експлоатационна ефективност	3.1.1. Ремонтпригодност	Обслужване без инструменти	4	1.07	4.29
		Обслужване чрез един централен болт	3		3.21
		Обслужване чрез няколко болта	2		2.14
		Осветители за еднократна употреба	0		0.00
3.2. Светлотехнически показатели [БДС EN 13201]	3.2.1. Средна яркост на уличното платно, L_{CP} cd/m ² (респ. средна осветеност E_{CP} на осветяваната повърхност, lx)	$L_{CP} = (>1.05 \dots 1.2) L_{CP.NORM.}$	4	1.07	4.29
		$L_{CP} = (1.0 \dots 1.05) L_{CP.NORM.}$	3		3.21
		$L_{CP} \leq 0.99 L_{CP.NORM.}$	0		0.00
	3.2.2. Обща равномерност U_0 (по яркост или по осветеност)	$U_0 > 1.05 U_{0.NORM.}$	4	1.07	4.29
		$U_0 = (1.0 \dots 1.05) U_{0.NORM.}$	3		2.14
		$U_0 \leq 0.99$	0		0.00

		U _{О.НОРМ.}			
	3.2.3. Показател на заслепяване TI, %	TI < 0.85 TI _{НОРМ}	4	1.07	4.29
		TI = (0.85 ... 1.0) TI _{НОРМ}	3		2.14
		TI ≥ 1.1 TI _{НОРМ}	0		0.00
	3.2.4. Съотношение „Фон/обкръжение” SR	SR > 0.75	0	1.07	0.00
		SR = 0.5 ... 0.75	4		4.29
		SR < 0.5	0		0.00
3.3. Цветови характе-ристики	3.3.1. Индекс на цвето предаване R _a	R _a ≥ 80	4	1.07	4.29
		R _a = 65 - <80	2		2.14
		R _a < 65	0		0.00
	3.3.2. Корелирана цветна температура T _{ЦВ} , К	T _{ЦВ} < 3300 К	4	1.07	4.29
		T _{ЦВ} = 3300 ... 5300К	2		2.14
		T _{ЦВ} > 5300 К	0		0.00
Максимален брой точки по критерий 3:			28	1.07	30

За всеки от участниците, оценките по критериите $N_{i,j}$ се пресмятат, както следва:

Критерий 1. Участникът, предложил най-ниска цена C_{min} , получава максималния брой от $N_j = 30$ точки. Останалите участници, дали съответно цена C_j получават редуциран брой точки: $N_{1,j} = 30 \cdot C_{min} / C_j$.

Критерий 2. Участникът, предложил решение с най-малки електроенергийни разходи, оценявани с показателите $SLEEC-L$, $W/(cd/m^2) \cdot m^2$ (или $SLEEC-E$, $W/lx \cdot m^2$) $C_{e,min}$, получава максималния брой от $N_2 = 30$ точки. Останалите участници, дали съответно цена $C_{e,j}$ получават редуциран брой точки: $N_{2,j} = 30 \cdot C_{e,min} / C_{e,j}$.

Критерий 3. За всеки от участниците се присъждат сумарен брой точки $N_{3,j}$ съгласно примерни (опорни) оценки/стойности на показателите към компонентите на критерия (табл. 2, колона б).

Критерий 4. За всеки участник се присъждат точки от експертна група от най-малко 5 специалисти $k = 1 \dots p$ в областта на индустриалния дизайн (с опит в светлинния дизайн). По индивидуалната оценка $N_{4,j,k}$ на всеки от членовете на експертната група се формира средноаритметичната оценка по критерия $N_{4,j}$, която се задава при оформяне на крайното решение по процедурата:

$$N_{4,j} = 1/p \sum_{j=1 \dots m; k=1 \dots p} N_{4,j,p} \quad (1)$$

За всеки от участниците $j = 1 \dots m$, оценките по критериите $i = 1-4$ се пресмята окончателната оценка, както следва:

$$N_j = \sum_{i=1 \dots 4; j=1 \dots m} N_{i,j} = N_{1,j} + N_{2,j} + N_{3,j} + N_{4,j}, \quad (2)$$

където $N_{i,j}$ са оценките по критериите $i = 1-4$ за всеки от участниците.

Гореописаната система е примерна и е целесъобразно тя да бъде експертно оценена по отношение на броя на точките, давани за съответните критерии и показатели. Системата има разработен автоматизиран вариант, при който оценките се задават на съответни прозорци и резултатите излизат обобщено.

5. Примерно приложение на методиката

Като пример е представено класирането на 3 участници, с данни съгласно табл. 4. Вижда се, че офертата с най-ниска цена на участник 1 не е печеливша поради некачественото изпълнение на уличната осветителна уредба. При бързото навлизане на светодиодите, много важно е приложението на качествени светлотехнически изделия, позволяващи

изявяването на основните предимства на светодиодите при доказана икономическа логика и енергийна ефективност [9,10].

Таблица 3

Оценка (брой точки) по критерий 4. Естетичност на изпълнението (дизайн)

Критерий	Оценка по критерия	Брой точки по 10-балната система
1	2	3
Естетичност на изпълнението (дизайн)	Висока оценка (позитивен статус на пълна приемливост; оригинален дизайн с художествена стойност (регистриран дизайн на изделието в Office for harmonization in the internal market (OHIM) – Аликанте, Испания).	10
	Много добра оценка (позитивен статус на пълна приемливост)	7.5
	Добра оценка (позитивен статус на частична приемливост)	5.0
	Задоволителна оценка (негативен статус на частична неприемливост)	2.5
	Незадоволителна оценка (негативен статус на пълна неприемливост)	0.0
-	Максимален брой точки по критерия:	10.0

Забележка: Оценка от експертна група от най-малко 5 специалисти в областта на индустриалния дизайн (с опит в светлинния дизайн).

Таблица 4
Рекапитулация на оценката на участници в обществена поръчка за улично осветление

Критерий, показател	Участник 1		Участник 2		Участник 3	
	Реализация (стойност)	Начислени точки	Реализация (стойност)	Начислени точки	Реализация (стойност)	Начислени точки
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
1	1000	30	1200	25	1500	20
2 (SLEEC-L)	1.0	21	0.8	26.25	0.7	30
3.1	Няколко болта	2.14	Централен болт	3.21	Без инструменти	4.29
3.2.1	0.28	0.00	0.3	3.21	0.36	4.29
3.2.2	0.33	0.00	0.35	3.21	0.4	4.29
3.2.3	17	0.00	15	3.21	12	4.29
3.2.4	0.8	0.00	0.5	0.00	0.6	4.29
3.3.1	50	0.00	75	2.14	80	4.29
3.3.2	5500	0.00	4500	2.14	3000	4.29
4	-	6.25	-	7.75	-	8.55
Общо За участника	-	59.39	-	76.12	-	88.58
Класиране (място)	-	III място	-	II място	-	I място

6. Заключение

1. Предложена е критериална система за оценка на участниците в обществените поръчки за реализиране на улично осветление. Системата е базирана на немската система, като съдържа 4 измерими критерия и допълнително 7 измерими показателя.

2. Системата съдържа оригинални елементи: оценка на консумацията на електрическа енергия чрез показателите $SLEEC-L$, $W/(cd/m^2)$, m^2 и $SLEEC-E$, $W/lx \cdot m^2$ и; оценъчните показатели са дадени с относителните стойности за примерно (опорно) оценяване, доколкото за различните класове улици те са с различни стойности; прилага се 5-бална естетическа оценка, като се оценява статусът (позитивен или негативен) и степента наприемливост на

дизайнерското решение (оценява се и оригиналността и европейската регистрация на дизайна).

3. С конкретен пример е показана ефективността на методическия подход. Офертата на оферента с най-ниска цена не е печеливша поради некачественото изпълнение на уличната осветителна уредба. Активното и безалтернативно навлизане на светодиодите налага приложението на качествени светлотехнически изделия, позволяващи изявяването на основните предимства на светодиодите при доказани икономическа логика, енергийна ефективност, адекватен дизайн.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кючуков Р. Недобрите практики в обществените поръчки. Семинар по повод навършване на една година от създаването на Браншовата камера за светодиодни технологии за осветление (БКСТО), София, 26 април 2013 г.
- [2] Кючуков Р., Х. Василев. Обществени поръчки за улично осветление и осветление на офиси. Енергиен форум 2011, Сборник доклади, Варна, 2011.
- [3] СД CEN/TR 13201-1:2005. Улично осветление. Част 1: Ръководство за избор на класове на осветление; БДС EN 13201-2:2005. Улично осветление. Част 2: Технически изисквания; БДС EN 13201-3:2005. Улично осветление. Част 3: Изчисляване на светлотехническите показатели; БДС EN 13201-2:2005. Улично осветление. Част 4: Методи за измерване на светлотехническите показатели на осветителни уредби; EN 13201- 5. Road Lighting - Part 5: Energy performance in road lighting”.
- [4] Регламент (ЕО) № 245/2009; Регламент (ЕС) № 347/2010; Регламент (ЕО) № 244/2009 на Комисията
- [5] Minnerup Jörg; Kilian Topp. Praktische Werkzeuge für den Beschaffungsprozess bei der Straßenbeleuchtung. Bewertungsmatrix für Energieeffizienz und Produktqualität & Auswahl geeigneter Kriterien. Trilux GmbH & Co. KG, Fachverband Licht im ZVEI, 2012
- [6] Nitschke, Kai. Beschaffung von Straßenbeleuchtung: Praktische Werkzeuge zur Bewertung und Auswahl . AG Öffentlichkeit und Politik im Fachverband Licht des ZVEI e. V., Strassen-und Aussenbeleuchtung 2012, Warnemunde, 2012
- [7] Kyuchukov R., T. Kyuchukov. The Light Environment in Bulgaria. BalkanLight 2012, Proceedings, Belgrade, 2012 (ISBN 978-86-7466-438-4)
- [8] Kyuchukov T. Systematic and methodical approaches to lighting design. “SATI” system. 9th International Congress "Machines, Technologies, Materials" 19 - 21.09.2012, Varna, Bulgaria. Machines Technologies Materials. International virtual journal for science, technics and innovations for the industry. Year VI, Issue 10/2012 (ISSN 1313-0226).
- [9] Василев Н., Б. Маринова, М. Вълев. Състояние, проблеми и перспективи на светодиодното улично осветление. Енергетика, 2013, № 3
- [10] Василев Хр. Енергийната ефективност на светодиодите. Сборник с доклади. Енергиен Форум 2013, Варна, 2013

Авторите изказват благодарност на проекта ДУНК 01/3 за подкрепата при проведените проучвания.

Автори:

Проф. д-р инж. Христо Василев, Технически университет – София,
E-mail: hristo.vasilev@denima2001.com

Доц. д-р инж. Радослав Кючуков, Русенски университет „Ангел Кънчев”,
E-mail: rivanov@uni-ruse.bg

Маг. инж. Николай Бърдарски , „Елко” ООД, Плевен, e-mail: elkop1@abv.bg

АКТУАЛНИ ВЪПРОСИ ЗА ЕНЕРГИЙНО ЕФЕКТИВНО УЛИЧНО ОСВЕТЛЕНИЕ

Петър Алексиев, Красимир Велинов, Христо Василев

Резюме: Бързото развитие на енергийно ефективните технологии прави необходимо актуализиране на проектирането на улични и пътни осветителни уредби в съответствие със съвременните постижения и новите международни изисквания.

Ключови думи: улично осветление, енергийна ефективност, разходи ползи

ACTUAL PROBLEMS OF ENERGY EFFICIENCY STREET LIGHTING

Petar Aleksiev, Krasimir Velinov, Hristo Vasilev

Abstract: Advanced development in energy efficiency technologies make necessary actualization of street lighting design according contemporary achievements and new international requirements.

Key words: street lighting, energy efficiency, cost-benefit analysis.

1. Въведение

В последно време енергийно ефективните технологии се развиват бързо. Цел на доклада е аргументиране на необходимост от актуализация на теорията и практиката на проектиране на улични и пътни осветителни уредби поради следните причини:

1. Бързото развитие на теорията и практиката в тази област;
2. Доста неактуални налични публикации по нея и
3. Актуалните изисквания в документите на Европейския съюз.

2. Европейска стратегия за енергийна ефективност

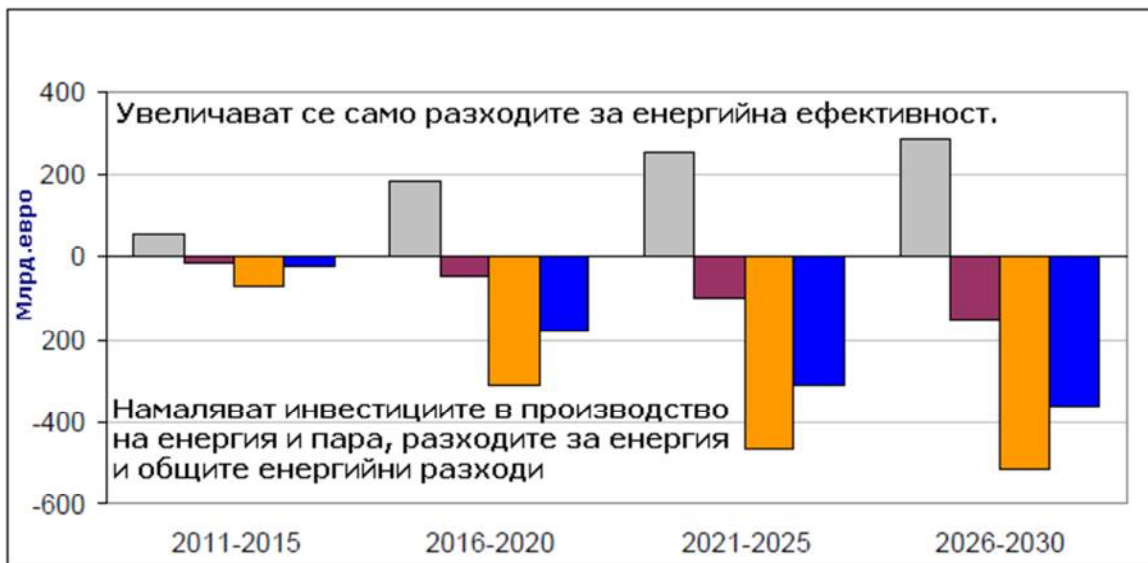
Директива 2012/27/ЕС на Европейския парламент и на Съвета от 25.10.2012 г.[1] започва с т.1: *Съюзът е изправен пред безпрецедентни предизвикателства в резултат на повишената си зависимост от внос на енергия и оскъдните си енергийни ресурси, както и поради необходимостта от ограничаване на изменението на климата и преодоляване на икономическата криза. Енергийната ефективност е ценно средство за преодоляване на тези предизвикателства. Тя подобрява сигурността на енергийните доставки в Съюза, като намалява първичното енергийно потребление и понижава вноса на енергия.*

В т. 16 на Директивата е записано: (16) ... с цел да се използват възможностите за растеж и заетост в занаятчийския и строителния сектор, както и в производството на строителни материали и в професионални дейности като архитектурата, консултантските и инженерните услуги, държавите членки следва да установят дълготрайна стратегия за периода след 2020 г. за мобилизиране на инвестиции за саниране

на жилищни и търговски сгради с оглед на подобряването на енергийните характеристики на сградния фонд. [1]



Фиг. 1. Цели на ЕС за енергийна ефективност до 2020 г.



Фиг. 2. Планиране на разходите за подобряване на енергийната ефективност според Директива 2012/27 [1].

И по-нататък в същата Директива: Държавите членки правят необходимото задължените страни да предоставят при поискване следните данни: образование и обучение, включително консултантски програми в областта на енергетиката, водещи до прилагането на енергийно ефективни технологии или техники и чийто ефект е намаляване на крайното потребление на енергия.

В Препоръката на Съвета от 9 юли 2013 година относно Националната програма за реформи на България за 2013 г. и съдържаща становище на Съвета относно Конвергентната програма на България за периода 2012—2016 се казва: (България) Да положи повече усилия за подобряване на енергийната ефективност.

3. Енергийна стратегия на България до 2020 година

В Енергийна стратегия на България до 2020 г., ДВ, 43/2011 г. [2] е посочена амбициозна национална цел: първичната енергийна интензивност през 2020 г. да бъде намалена два пъти в сравнение с 2005 г. Прогнозата в Енергийната стратегия и сравнение по базовия и целеви сценарий е:

ИНДИКАТОРИ ЗА СРАВНЕНИЕ	СЦЕНАРИИ: БАЗОВ	ЦЕЛЕВИ	2005	2020	2020
Брутно вѐтр. Потребление (Мтне)			20	21,6	15,8
Крайно потребление (Мтне)			9,6	11,1	9,16
Съотношение крайно/общо (%)			48	51	58
Енергийна интензивност (тне/1БВП)			913,3	623,6	456
Енергия от ВЕИ (Мтне)			1,1	1,71	1,96
Дял на ВЕИ (%)			9,4	13	18,8

4. Енергийно ефективно улично и пътно осветление със съвременни светлинни източници

По данни на Philips [3] уличното и пътно осветление консумира 19 % от електроенергията в света. А общо осветлението емитира 1,9 милиарда тона въглероден двуокис годишно. Ако се постигне 40% икономия на ел.енергия от осветление годишно ще се икономисат 128 милиарда евро разходи за ел.енергия и 670 милиона тона въгледвуокис, което би направило излишна работата на над 640 средни електроцентрали. Финансовите икономии от ефективно улично осветление са от: експлоатация 85% (вкл. Енергия) и 15 % капитални разходи.

Anteil Beleuchtung am Strombedarf	
Дял на осветлението в потреблението	
Lager Складове	60 – 80 %
Einzelhandel Textil Текст.магазин	bis 80 %
Büro- und Verwaltungsgebäude	30 – 50 %
Schulen Училища	30 – 50 %
Hotel Хотели	30 – 40 %
Krankenhäuser Болници	20 – 30 %
Einzelhandel Lebensmittel хр.маг.	bis 25 %
Fabriken Фабрики	bis 15 %
Wohnhäuser Жилища	bis 10 %

Фиг. 3. Дял на осветлението в потреблението на ел.енергия в помещения



Фиг. 4. Ел.енергия годишно за улично осветление в Германия

По оценка на Philips, Европа може да спести 3 милиарда евро годишно от внедряване на нови технологии в осветлението на улици и пътища. Икономисана тази енергия е равна на 45 милиона барела нефт и на 11 млн. тона емисии на CO₂. По данни на Кинси град с 1 милион жители с договор за доставка и поддържане на LED улично осветление с трета страна (напр.

компания ESCO), може да получи до 22% енергийни икономии на стойност до 2.3 милиона евро годишно.

Община	Брой жители	Брой светещи точки в Общината	Общи годишни разходи за 2010 г.	Общи годишни разходи за УО на жител	Разходи за УО в % от БВП на жител
	бр.	бр.	хил. лв / г	лв / жител	%БВП / жител
София	1 359 520	83,000	11790	8.45	0.104
Пловдив	331 796	22,000	1324	3.99	0.049
Варна	339223	20,500	3500	10.32	0.128
Русе	164 202	10,300	1680	10.23	0.127
Ст. Загора	157 831	16,000	1560	9.88	0.122
Бургас	209 615	16,374	2139.4	10.21	0.126

Фиг. 5. Разходи за улично осветление в някои големи български градове [8].

Анализът на подмяната на НЛВН с LED в публикуваните примери води до извода, че при точен избор на нови осветители икономии от ел.енергия може да изкупят първоначалните инвестиционни разходи в рамките на 7 – 10 години, а ако има и субсидии – за по-къс срок.

5. Икономическа оценка с анализ разходи - ползи

Много важно приложение IX на Директива 2012/27 се отнася за метода на оценка на ефективността: Анализът Разходи-Ползи (АРП). Този метод се прилага задължително при инфраструктурни проекти с пари от ЕС над определена стойност и се препоръчва за доказване на добавената стойност на всички проекти. В Директивата пише: *Анализът на разходите и ползите може да обхване оценка на проект или на съвкупност от проекти за разширена оценка на местно, регионално или национално равнище, за да се установи икономически най-ефективната и изгодна възможност за отопление или охлаждане за даден географски район за целите на планирането на топлоподаването. Анализите на разходите и ползите включват анализ, обхващащ социално-икономическите и екологичните фактори. Времевият хоризонт се избира така, че да се включат всички разходи и ползи, свързани със сценариите.* [1].

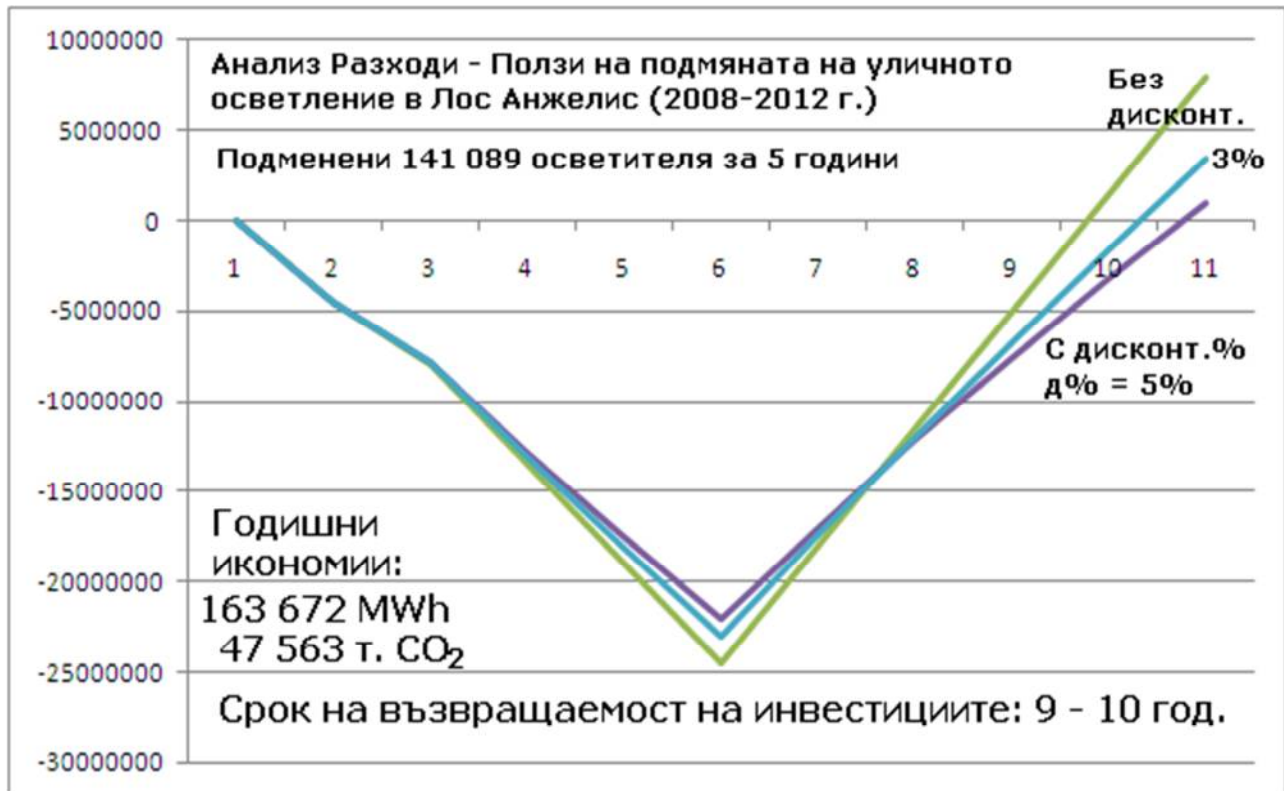
Това е общоприет метод за икономическа оценка на инфраструктурни проекти.

Пример: реновирано улично осветление на Лос Анжелис (2008-2013) [4]:
 Общо инвестиции: 57 млн. \$ (за 5 г.); подменени 141 089 осветители;
 Икономия на ел.енергия: 63 672 MWh; на CO₂: 47 563 тона годишно.
 Общата нетна настояща стойност става положителна (фиг.6):

а) без дисконтиране: през 10-та година (горна графика)

б) с дисконтиране при диск.% = 5%: в средата на 11-та година.

Намаление в Лос Анжелис има и: на кражбите на автомобили – с 13.6 %; на взломните кражби със 7.8 %, на вандализма – с 10.9 % [4]. Там, където има данни и оценки на загубите от вреди като: смъртни случаи, наранявания, кражби и екологични замърсявания, те се отчитат при анализа на разходите и ползите.



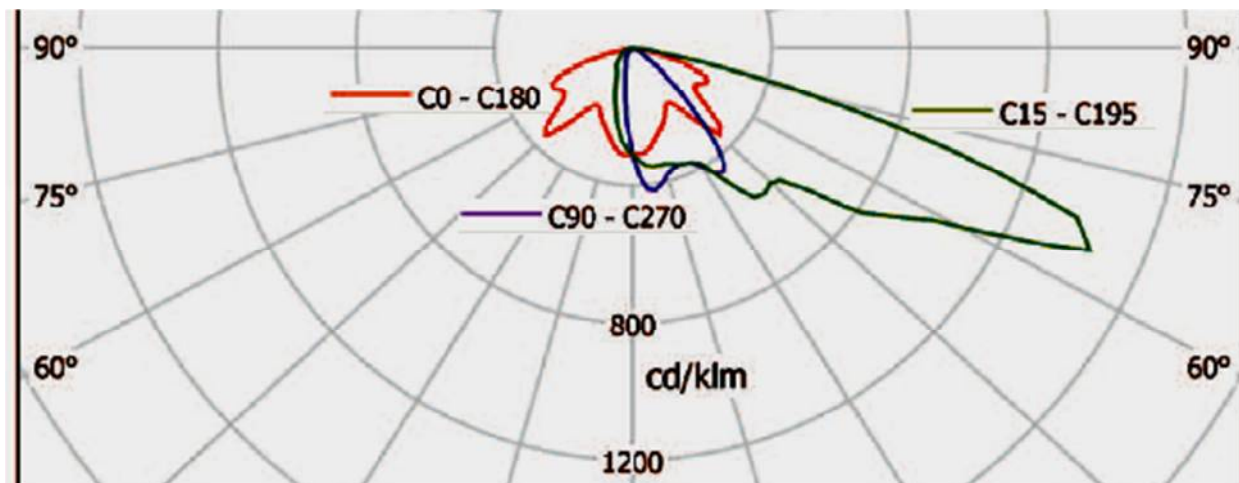
Фиг. 6. Анализ Разходи – Ползи на замяната на улични осветители в Л.А.

Графиката показва необходимостта от дисконтиране на паричните потоци за коректно изчисляване на срока на възвращаемост на инвестициите.

6. Други фактори за ефективно улично осветление

6.1. Влияние на светлоразпределението на осветителите

Направените сравнения на проектни и практически стойности на основните светлотехнически параметри на улични осветителни уредби показват значими различия, дължащи се на светлоразпределението на осветителите.



Фиг. 7. Светлоразпределение на уличен осветител с добри резултати [6].

Осветители за улично и пътно осветление с несиметрично „Bat wing” светлоразпределение осигуряват най-висока средна яркост и равномерност и най-ниска енергийна консумация на единица дължина (kWh/km).

6.2. Влияние на промените при скотопично и мезопично зрение

Dr. Berman и Dr. Jewett са разработили корекционен коефициент спрямо изходящия светлинен поток на източниците, превръщайки потока в „зенични лумени” при мезопични условия:

$$\text{Зенични лумени ("plm")} = \text{Фотопични лумени} * S/P^{0.78} \quad \text{например:}$$

НЛВН 365 W 37000 lm има 25530 “plm”; LED 15 W 1500 lm има 2475 “plm”

т.е. „зеничните лумени” на НЛВН са 70 “plm”/W; а тези на LED са 165 “plm”/W, което значи по-добри зрителни условия с LED – светлинни източници [5].

6.3. Договорите за коректни отношения инвеститор-изпълнител са също от съществено значение за осигуряване на ефективност на реновирането [7].



Фиг. 8. Възможни форми на договаряне на иновации .

Препоръчва се да се сключват договори за цялостно изграждане и обслужване, включващи и разходите за електроенергия и поддържането на осветлението най-малко за периода на възвръщане на инвестициите.

7. примери на успешно реновиране на улично осветление

Примери на успешно публично-частно партньорство в Германия, Обединеното кралство [9] ...

Град	Проект	Икономии
Halle (Г)	Замяна на 22 000 улични осветителни тела	Годишни бюджетни икономии около 37%
Burgdorf (Г)	Замяна на 2 700 улични осветителни тела от съществуващите 4 580	Енергийни икономии 43%; намалени разходи за улично осв.тяло около 32 евро/годишно
Lehrte (Г)	Замяна на 4 500 улични осветителни тела от съществуващите 6 570	Енергийни икономии около 54%; намалени разходи за улично осв.тяло около 56 евро/годишно
Surrey (ОК)	Замяна на 66 000 улични осветителни тела	Годишни енергийни икономии над 5.3 GWh и над 750 тона CO ₂

... и проекти за реновиране на улично осветление в България:

Град	Проект	Икономии
Дупница	Инвестиции: 524 647 € за 2 880 LED улични осветители	Годишни икономии от разходи за ел.енергия около 200 000 лв.
Община Тунджа	Подмяна на 6580 улични осветители с LED за 4,3 мил.лв. без ДДС	Намаление на енергийните разходи за улично осветление на общината с около 65 на сто
Севлиево	Подмяна на 1411 осветителя със LED; Инвестиции 297 397 €	Обща годишна икономия в размер на 131 391 лв.

8. Заключение

1. Компетентните проектантите и инвеститори и енергийно ефективните проекти трябва да отчитат както съвременните достижения в техническите области, така и съвременните изисквания към техническите характеристики.

2. Специалистите - проектантите трябва да умеят практически да преценяват техническите характеристики, за да се ориентират в многото възможности за приложение на технологиите за енергийна ефективност.

3. За икономическа оценка на проектите трябва да се използва методът Анализ Разходи – Ползи.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Директива 2012/27/ЕС на Европейския парламент и на Съвета, 25.10.2012
- [2] *Енергийна стратегия на България до 2020 г.*, ДВ, 43/2011 г.
- [3] Philips: *Lighting the Clean Revolution*, The Climate Group, 2012.
- [4] *LED Street Lighting Case Study*, City of Los Angeles, 2013.
- [5] Richman E.: *The elusive "life" of LEDs*. LEDs Magazine, Nov. 2011

[6] Anne-Mari Ylinen, Leena Tahkamo, Marjukka Puolakka, Liisa Halonen: *Road Lighting Quality, Energy Efficiency, and Mesopic Design – LED Street Lighting Case Study*, 2010.

[7] Elbing C. *Erprobte Partnerschaftsmodelle im Bereich der Strassenbeleuchtung*. 8.LiTG-Tagung Stadt-und Aussenbeleuchtung, Weimar, Januar 2013.

[8] Илиев И.: *Енергийно обследване на уличното осветление в Столична община*. EnCon Services Ltd, 2013.

[9] *Energy Efficient Sreet Lighting*. European PPP expertise Centre, 2012.

Автори:

д-р. инж. Петър Алексиев, Ямбол.

доц. д-р. Красимир Велинов, МГУ „св. Иван Рилски”, катедра: „Електрификация на минното производство”, каб. 111, *email*: ksi@mgu.bg WEB: <http://lighting-bg.eu/>

проф. д-р. Христо Василев, изпълнителен директор на "ДЕНИМА 2001" ООД, *email*: hristo.vasilev@denima2001.com