

## СЪСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВИ ЗА РАЗВИТИЕ НА СВЕТОДИОДНОТО ОСВЕТЛЕНИЕ В БЪЛГАРИЯ

**Красимир Велинов, Росен Стефанов, Владимир Василев**

*Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, candela@mail.bg; http://light-bg.eu/*

**РЕЗЮМЕ.** В доклада се обобщават данни от около 850 светодиодни осветителя, измерени в продължение на 3 години. Проследено е повишаване на светлинния добив във времето. Поотделно са разгледани осветители за вътрешно и улично осветление. Обобщени са перспективи за развитие, проблеми и често повтарящи се грешки при конструирането им.

### STATUS AND PROSPECTS OF THE LED LIGHTING IN BULGARIA

**Krasimir Velinov, Rosen Stefanov, Vladimir Vasilev**

*University of mining and geology "St. Ivan Rilski", candela@mail.bg, http://lighting-bg.eu/*

**ABSTRACT.** The report summarizes data from about 850 LED luminaires measured for 3 years. Detected is to increase the light yield in time. Separately examined for internal and street luminaires. Summarizes the prospects, problems and frequent errors in their construction.

**Keywords:** LED, luminaire, current, voltage, power, light output

### Въведение

Производителите на осветители са задължени да обявяват техническите параметри на своите изделия. Съгласно изискванията на БДС EN 60598 трябва да се декларират следните параметри:

- работно напрежение **Un**;
- работен ток **Ip**;
- активна мощност **Pa**;
- фактор на мощността **cos(φ)**;
- светлинен поток **Фл**;
- светлинен добив **η**;
- цветна температура **Tcol**;
- индекс на цвето предаване **CRI**.

Разпространена практика е декларираните от производителя параметри да не съответстват на реалните. Контролирането на тези параметрите от страна на потребителите е от изключителна важност и това трябва да се извършва в специализирани изпитателни лаборатории.

Научно изследователската лаборатория "Осветителна техника" към Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски" е основана със заповед на Ректора на МГУ Р1115/14.11.2011 г. с предмет на дейност научно-изследователска, изпитателна, експертна, консултантска и други дейности в областта на проучването, проектирането, оценката и изпитването на осветителни уредби и светлотехнически изделия. Основна дейност на лабораторията е изпитване на светлотехническа продукция. В нея също се извършват научни изследвания и се създават уникални измервателни устройства. За

изминалия период от време в лабораторията са изпитани около 1000 осветителни тела от различен вид. Преобладаващ брой от тях – 850 са светодиодни. Около 90% от изпитваните осветители се произвеждат от около 50 български фирми. Една малка част от тях е внос – предимно от Китай. Натрупаният голям брой експериментален материал позволява да се направят оценки на състоянието на светодиодните осветители и тенденциите на промяна на техните параметри.

### Опитна постановка

Като опитна постановка е използван създаденият през 2010 г. гониофотометър (Velinov K., P. Velinova, 2013) и модернизираният през 2012 г. в НИЛ "Осветителна техника" към МГУ "Св. Иван Рилски" кълбов фотометър (Велинов К, 2012).

С помощта на тези уреди се извършва измерването на светлинния поток на светлинните източници и светлоразпределението на осветителни тела (БДС EN 13032-1, 2:2005).

За да се контролират електрическите параметри на осветителите, по време на измерването се използва лабораторният измервател на мощност HM-8115-2 (фиг. 1). Той позволява измерване на напрежение, ток, активна и реактивна мощност, фактор на мощността. Управлението на уреда може да се извърши от компютър и резултатите да се получат по вградения интерфейс (Hameg HM8115-2, Programmable AC Power Meter).

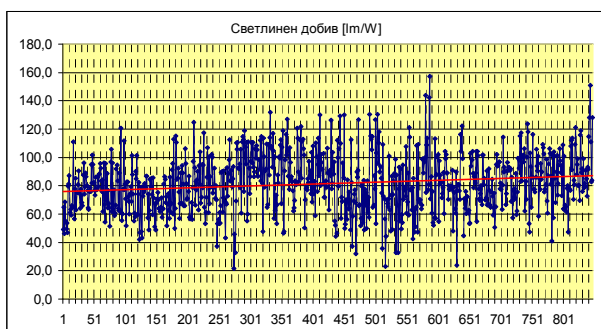


Фиг. 1. Измервател на мощност HM-8115-2

За извършване на измерванията и обработката на измерените стойности от трите уреда е създаден специализиран софтуер. Програмите са написани на DELPHI.

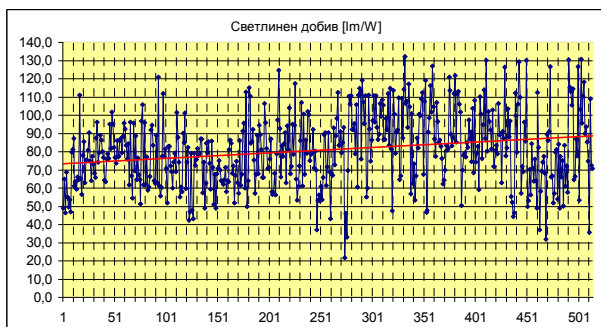
## Резултати

Резултатите от измерванията са обобщени в таблица, съдържаща информация за номера на протокола, фирмата производител, типа на осветителя, неговата активна мощност, светлинен поток, светлинен добив, цветна температура, индекс на цвето предаване и др. Визуализацията на тези данни позволява да се проследят тенденциите в развитието на светодиодната техника и практическите граници на произвежданите осветителни тела.

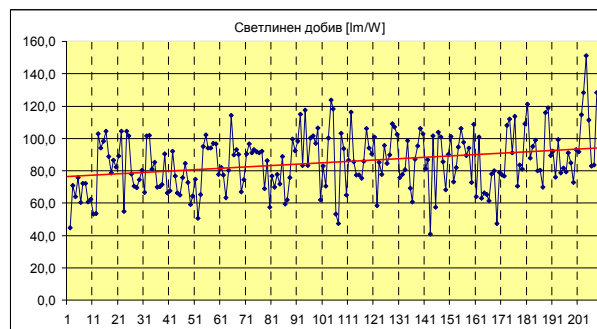


Фиг. 2. Промяна на светлинния добив на светодиодните осветители във времето

На фиг. 2 е показана промяната на светлинния добив на светодиодните осветители във времето. По абсцисата е показан поредният номер на измерването. На фигурата е даден трендът на нарастване на светлинния добив. Вижда се, че в началото на измерванията светлинният добив е бил около 75 lm/W, докато в последните месеци той достига до около 85 lm/W. Горните данни са обобщени за всички видове осветители. Затова интерес представлява как ефективността на осветителя зависи от неговото предназначение, което е показано на фиг. 3 и 4.



Фиг. 3. Промяна на светлинния добив на светодиодни осветители за вътрешно осветление във времето



Фиг. 4. Промяна на светлинния добив на светодиодни улични осветители във времето

Аналогично на фиг. 2, 3 и 4 по абсцисата е показан поредният номер на измерването за съответния тип осветители. И на трите фигури ординатата съответства на светлинния добив на осветителя. На фиг. 3 трендът на нарастването на светлинния добив на осветители за вътрешно осветление показва увеличаване от 70 до 90 lm/W. В същото време за улични осветители (фиг. 4) той се увеличава от 75 до 95 lm/W. Това увеличение показва повишаване на ефективността на светодиодните осветители в продължение на две години и половина.

На фиг. 5, 6, 7 и 8 е показана хистограма на разпределение на светлинния добив на светодиодни осветители. По абсцисата е показан светлинният добив на осветителя, а по ординатата – броят на осветителите от даден тип в интервал от 10 единици.



Фиг. 5. Хистограма на разпределение на светлинния добив на светодиодни осветители

От фигурата се вижда, че максимално групирани има в интервала 70-90 lm/W.



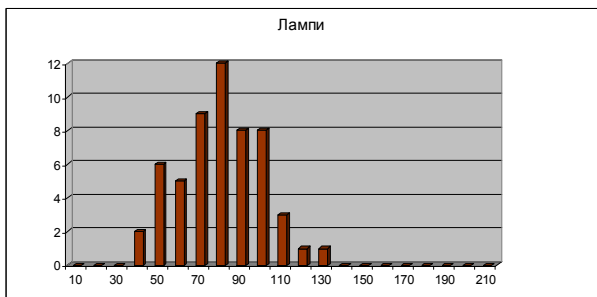
Фиг. 6. Хистограма на разпределение на светлинния добив на светодиодни осветители за вътрешно осветление



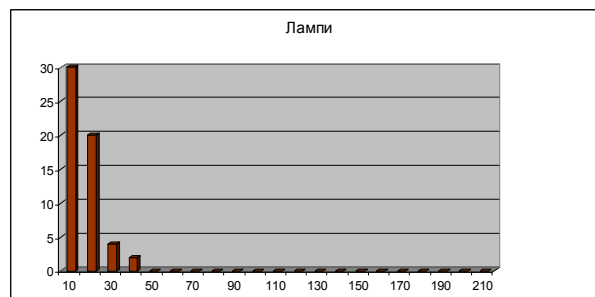
Фиг. 7. Хистограма на разпределение на светлинния добив на светодиодни улични осветители



Фиг. 11. Хистограма на разпределение на мощността на светодиодни улични осветители



Фиг. 8. Хистограма на разпределение на светлинния добив на светодиодни лампи



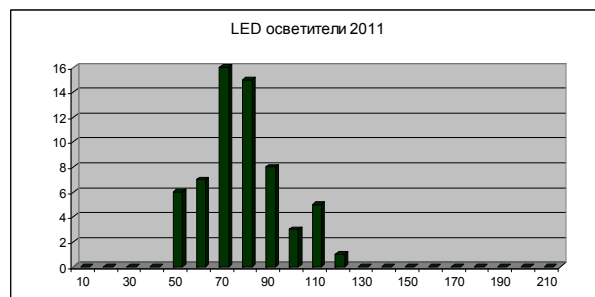
Фиг. 12. Хистограма на разпределение на мощността на светодиодни лампи

На фиг. 9, 10, 11 и 12 е показана хистограма на разпределение на мощността на изпитваните светодиодни осветители. По абсцисата е показана мощността на осветителя, а по ординатата – броят на осветителите от даден тип в интервал от 10 единици.

На фиг. 13, 14, 15 и 16 е дадена хистограма на разпределение на светлинния добив на изпитваните светодиодни осветители за 2011, 2012, 2013 и 2014 г. По абсцисата е показан светлинният добив на осветителя, а по ординатата – броят на осветителите от даден тип в интервал от 10 единици.



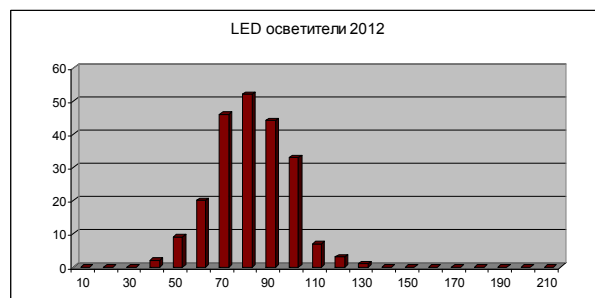
Фиг. 9. Хистограма на разпределение на мощността на светодиодни осветители



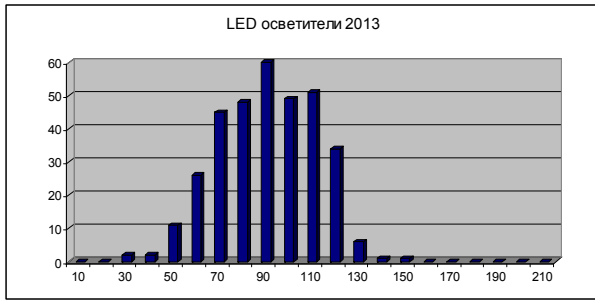
Фиг. 13. Хистограма на разпределение на светлинния добив на светодиодни осветители през 2011 г.



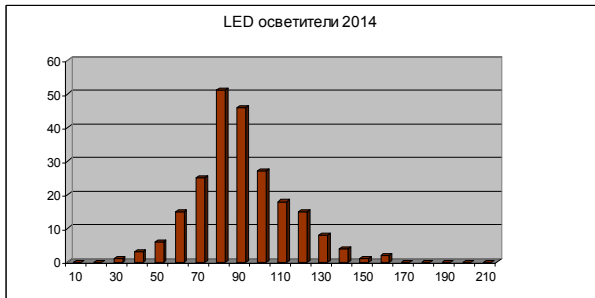
Фиг. 10. Хистограма на разпределение на мощността на светодиодни осветители за вътрешно осветление



Фиг. 14. Хистограма на разпределение на светлинния добив на светодиодни осветители през 2012 г.



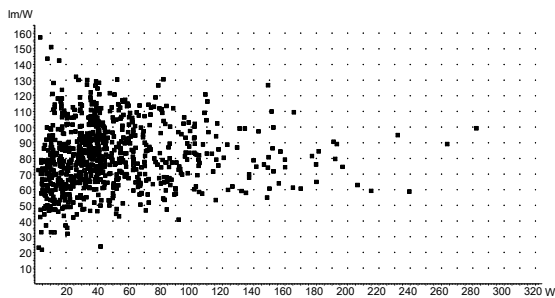
Фиг. 15. Хистограма на разпределение на светлинния добив на светодиодни осветители през 2013 г.



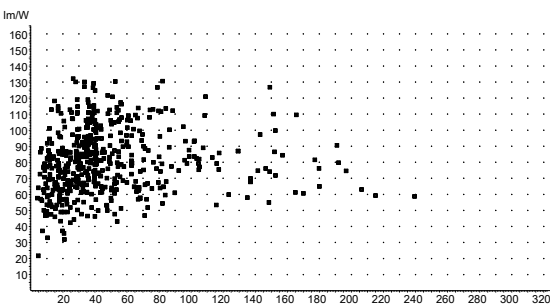
Фиг. 16. Хистограма на разпределение на светлинния добив на светодиодни осветители през 2014 г.

От фигурите се вижда, че докато през 2011 г. максимален брой осветители са имали ефективност в интервала 60 – 70 lm/W, за 2012 г. те са в интервала 70 – 80 lm/W, за 2013 г. - съответно 80 – 90lm/W, а за 2014 г. има отстъпление и максимумът е в интервала 70 – 80 lm/W.

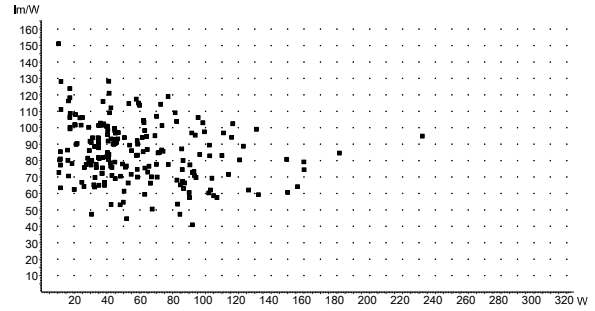
На фиг. 17, 18, 19 и 20 е показана зависимостта на светлинния добив от мощността на изпитваните светодиодни осветители. По абсцисата е показана мощността на осветителя, а по ординатата – светлинният добив.



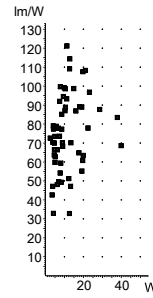
Фиг. 17. Светлинен добив във функция от мощността на светодиодни осветители – за всички осветители



Фиг. 18. Светлинен добив във функция от мощността на светодиодни осветители за вътрешно осветление

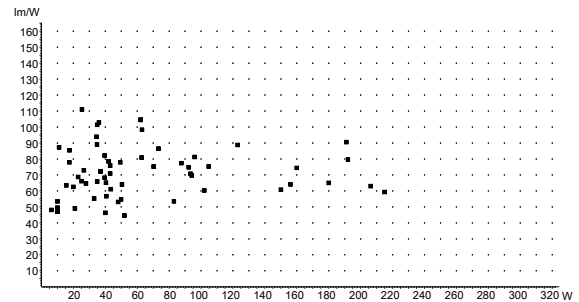


Фиг. 19. Светлинен добив във функция от мощността на светодиодни осветители за улично осветление

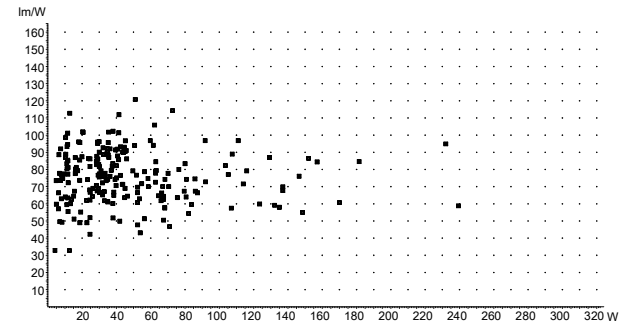


Фиг. 20. Светлинен добив във функция от мощността на светодиодни лампи

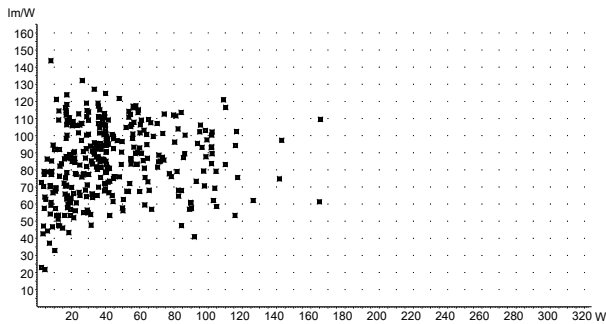
На фиг. 21, 22, 23 и 24 е показана зависимостта на светлинния добив от мощността на изпитваните светодиодни осветители за 2011 до 2014 година. По абсцисата е показана мощността на осветителя, а по ординатата – светлинният добив



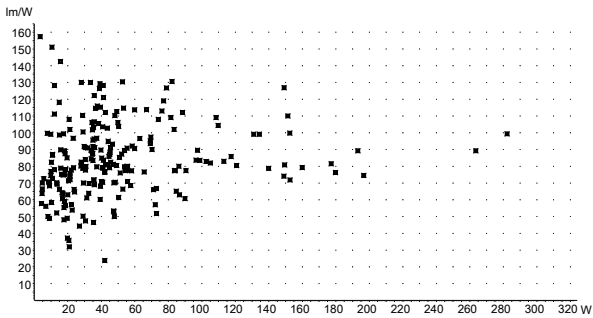
Фиг. 21. Светлинен добив във функция от мощността на светодиодни осветители за 2011 година



Фиг. 22. Светлинен добив във функция от мощността на светодиодни осветители за 2012 година

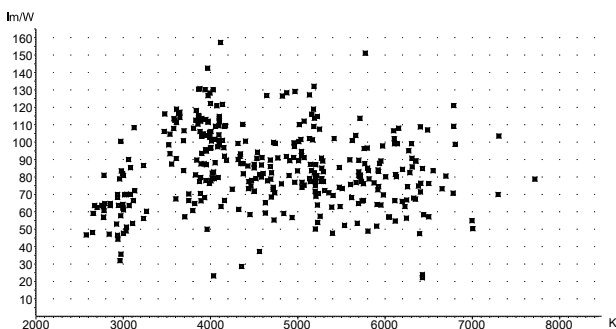


Фиг. 23. Светлинен добив във функция от мощността на светодиодни осветители за 2013 година



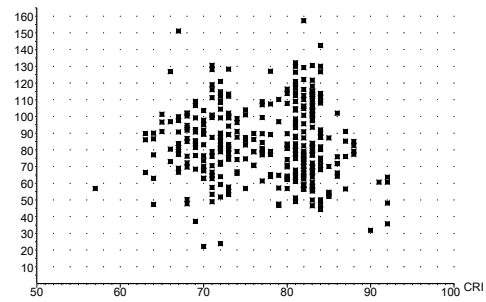
Фиг. 24. Светлинен добив във функция от мощността на светодиодни осветители за 2014 година

Забелязва се разширяване на диапазона на мощността и бройката на осветителите в диапазона 120 – 320 W.



Фиг. 25. Светлинен добив във функция от цветната температура на светодиодни осветители

Няма ясно изразена зависимост на светлинния добив от цветната температура в изпитваните осветители. В същото време за определен тип светодиоди, тези с по-висока цветна температура имат по-висока ефективност.



Фиг. 26. Светлинен добив във функция от индекса на цвето-предаване на светодиодни осветители

Няма ясно изразена зависимост на светлинния добив от индекса на цвето-предаване, но се забелязва групиране на осветителите около две зони – CRI=72 и CRI=85. Това е следствие от предназначението на осветителите. Докато приложението в офисното и битовото осветление изисква използването на светодиоди с CRI > 80, то за улично осветление е допустим по-нисък индекс на цвето-предаване. В същото време светодиодите с по-нисък CRI имат по-висока ефективност.

## Изводи

1. В течение на три години средният светлинен добив на светодиодните осветители се е повишил от 75 на 85 lm/W. През 2013г. се появяват известен брой осветители с ефективност 130 lm/W, а през 2014г. – и такива със 140 – 150 lm/W.
2. Наблюдава се постепенно повишение на мощността на осветителите, като през последната – 2014 година има известен брой в диапазона 180 – 330 W.

## Литература

- Velinov K., P. Velinova, 2013, 11 Goniophotometer with large number of digital photo sensors. LuxJunior. Internationales Forum fur den lichttechnischen Nachwuchs 23 bis 27.09.2013, Dornfeld/Ilmenau.
- Велинов К., 2012, Модернизация на гониофотометър с голям брой цифрови фотосензори, Годишник на МГУ "Св. Иван Рилски".
- БДС EN 13032-1, 2:2005, Светлина и осветление. Измерване и представяне на фотометрични данни на лампи и осветители.
- Hameg HM8115-2, Programmable AC Power Meter, <http://www.testequipmentdepot.com/hameg/powersupplies/hm81152.htm>
- Cree® XLamp® Long-Term Lumen Maintenance, July 2009.

Статията е рецензирана от доц. д-р Г. Ганчев и препоръчана за публикуване от кат. „Електрификация на мините“.