International Scientific Conference 20 UNITECH 26

INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
19-21 November 2026
GABROVO

# ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕКСПЛОАТАЦИОННИТЕ ПАРАМЕТРИ НА ДИМИРУЕМО LED ОСВЕТЛЕНИЕ НА СПОРТНА ЗАЛА

**Жулиета Добрева[1], Цанко Табаков[2], Валентин Гюров[3]**

*[1]Технически университет- Варна, Варна, България*
*[2] Технически университет- Варна, Варна, България*
*[3] Технически университет- Варна, Варна, България*
**кореспондиращ автор: valentin.giurov@tu-varna.bg*

# INVESTIGATION OF THE OPERATIONAL PARAMETERS OF DIMMABLE LED LIGHTING SYSTEM IN A SPORTS HALL

**Zhuliata Dobreva[1], Tsanko Tabakov[2], Valentin Gyurov[3]**

*[1]Technical university of Varna, Varna, Bulgaria*
*[2] Technical university of Varna, Varna, Bulgaria*
*[3] Technical university of Varna, Varna, Bulgaria*
**Corresponding author: valentin.giurov@tu-varna.bg*

**Abstract**
*The report presents a theoretical and experimental study of the operational parameters of dimmable LED lighting in a sports hall, which can be considered as a typical facility in the student and university amateur and semi-professional sports sector. Hundreds of public organizations have halls of the same class, which suggests a high degree of multiplicativeness of the results obtained for similar facilities. The study presents a comparative analysis of the parameters at the design level, at the implementation stage and in the third year of operation. The study used already obtained operational characteristics for the same type of luminaires, obtained from research in an industrial environment. The results obtained enrich the knowledge about the actual efficiency of real LED systems in sports halls, implemented with modern LED luminaires and optimized control systems. The object of the study is a sports hall for university sports at the Technical University of Varna, implemented with Ultralux LIKX100L60 luminaires, equipped with a diffuser to reduce glare and 1-10V control.*

**Keywords:** LED lighting, dimmable, operational parameters, sparts hall

## ВЪВЕДЕНИЕ

Изследването има за цел да анализира и установи промяната на експлоатационните параметри експериментално и теоретично в процеса на работа след три годишен период на функциониране на спортна зала при реална употреба.

Използвани са осветители подходящи за осветяване на помещения с висока монтажна височина като спортни зали, индустриални халета, логистични центрове и др. Отчетени са светлотехнически характеристики за тригодишен период на експлоатация. Измерените стойности на осветеността се сравняват с отчетените по време на пускане на осветителната уредба в експлоатация преди 3 год., както и с теоретично симулираните. Получените количествени оценки дават възможност за адекватна оценка на промяната на количествените и качествените показатели на светлинната среда по време на експлоатация. Данните се верифицират към предходен анализ за употребата на същия тип осветители в индустриална среда, което може да бъде по-


*Print ISSN: 1313-230X, Online ISSN: 3033-1404*

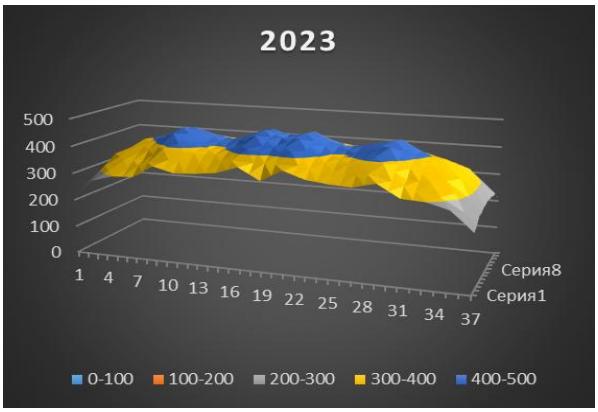
казател за въздействието на външните фактори върху изменението на светлинният поток и осветеността.

## ИЗЛОЖЕНИЕ

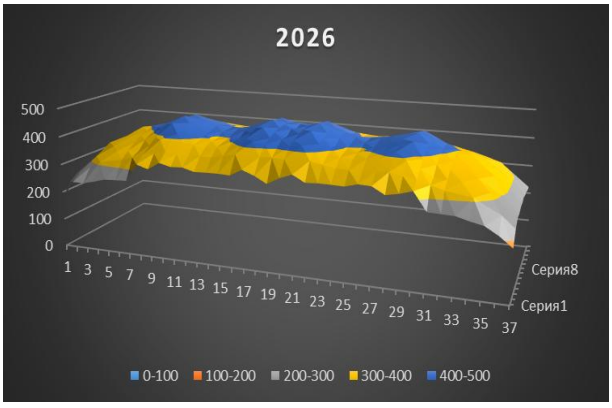
Обект на изследване е осветителната уредба на спортна зала в Технически университет – Варна, оборудвана през 2023 г. с осветители Ultralux LIKX 100W, 90 deg, 5000K, 14636 Lm, Dimmable + дифузен разсейвател за намаляване на заслепяването LIKX100L60. Изградената осветителна уредба покрива всички изисквания на стандарт EN 12193:2019 Light and lighting - Sports lighting [1]. Цел на изследването е установяване на експериментални зависимости за изменението на осветеността по време на експлоатация. Съществуват други изследвания разглеждащи изменението на осветеността, но те предлагат ускорен метод за оценяване на намаляването на светлинния поток с отчитане значението на времето и температурните условия [2]. Оценявайки LED осветителите се изисква разграничаване между първоначалните електрически и фото-метрични характеристики. При изпитване на LED осветление в международната практика се използват американски стандарти ANSI/IES LM-80 и ANSI/IES TM-21[3], които се отнасят за прогнозирането и измерването на светлинния поток във времето. Съгласно IEC 62717 стандарта [5] определящ изискванията за експлоатация на LED модулите както и условията на изпитване, IEC 62722-2-1 [6], който се отнася до ефективността и безопасността на LED осветителите, ISO/CIE TS 22012:2019 [4] отчитащ съвкупността от фактори влияещи върху средата, където функционират осветителите. Следователно запазената работоспособност не означава, че осветителната уредба продължава да поддържа условията налагани от стандарт EN 12193:2019 Light and lighting - Sports Lighting [1].

В настоящия доклад се оценява промяната на осветеността за три годишен период на експлоатация в реални условия при ежедневно ползване до в тъмната част от денонощието до 22 ч.

Измерването е извършено в тъмната част на деня без съществуваща дневна светлина при зададено ниво на управление на LED осветителите 100%. При направените първоначални и последващи (след 3 год.) измервания е използван еднакъв измервателен уред - луксметър Minolta T10A. Въз основа на отчетените данни е изчислено относителното намаляване на осветеността в %. Получените резултати са представени графично, чрез диаграми на Фигура 1 и Фигура 2, които представят пространственото разпределение и измененията на осветеността след тригодишната експлоатация. Резултатите показват запазване на равномерността на осветеността.




***Фиг. 1**. Визуализация на нивото на осветеност в спортна зала на ТУ-Варна през 2023г.*




***Фиг. 2**. Визуализация на нивото на осветеност в спортна зала на ТУ-Варна през 2026г.*

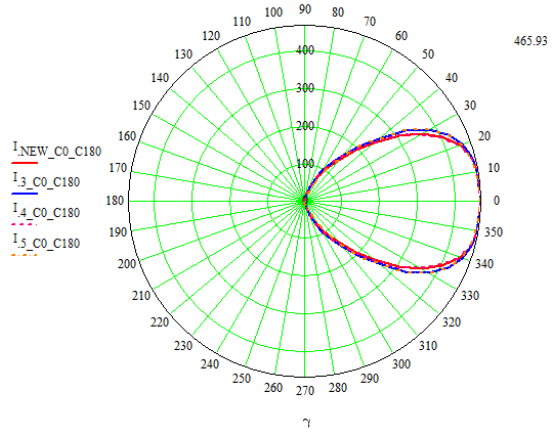
### *Експериментално изследване*

В таблица 1 са показани минималната, максималната и средната осветеност при внедряване в експлоатация и след 3 год. експлоатация.

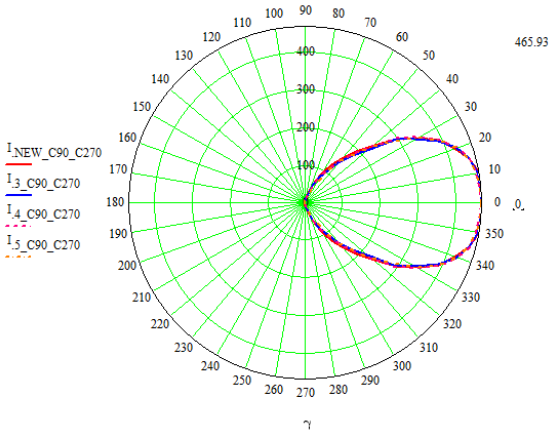
Таблица 1

| *Година на измерване* | $E_{av}$*[lx]* | $E_{min}$[lx] | $E_{max}$[lx] | $u_0$ |
|---|---|---|---|---|
| пускане | 377 | 212 | 457 | 0.56 |
| 3 год. | 347 | 180 | 432 | 0.6 |

Резултатите показват спадане на осветеността с 8%. Експериментални изследвания за същия тип осветители по отношение на изменението на светлоразпределението за 3-та, 4-та и 5-та година от екс-плоатацията са показани на Фигура 3 и Фигура 4. Резултатите показват стабилност на светлоразпределението.




***Фиг. 3**. Изменение на светлоразпределението в равнина C0-C180 за 3-та, 4-та и 5-та година на експлоатация.*



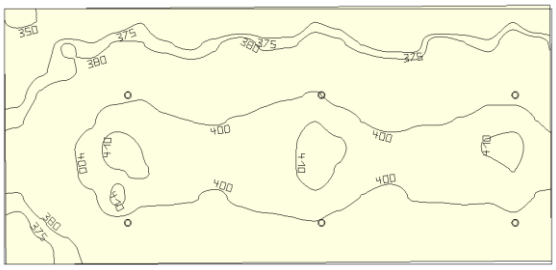

***Фиг. 4**. Изменение на светлоразпределението в равнина C90-C270 за 3-та, 4-та и 5-та година на експлоатация.*



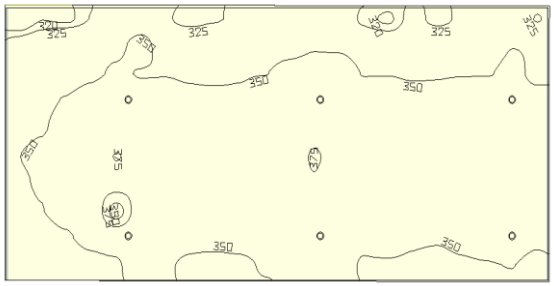
***Фиг. 5**. Визуализация на 3D симулация на спортна зала в Технически университет – Варна със софтуер Dialux Evo 14*

### *Симулационно изследване*

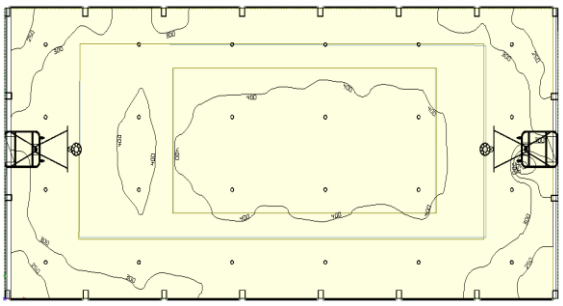
За визуализация и сравнение на теоретични и експериментални данни е направена симулация на съществуващата ситуация в софтуер Dialux Evo 14. Изглед на симулацията е показан на Фигура 5. Изменението на изолуксните криви на работната повърхност за игрище „волейбол" е показано на Фигура 6 и Фигура 7. Изменението на изолуксните криви на работната повърхност за игрище „хандбал" е показано на Фигура 8 и Фигура 9. Теоретичните резултати съответстват на експерименталните с точност 7%.



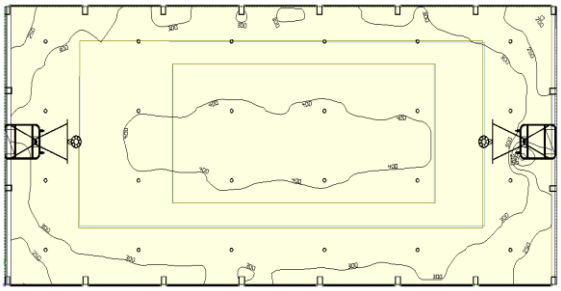
***Фиг. 7**. Изолуксни криви на игрище „волейбол" при пускане в експлоатация*



***Фиг. 8**. Изолуксни криви на игрище „волейбол" на трета година от експлоатация.*



***Фиг. 9**. Изолуксни криви на игрище „хандбал" при пускане в експлоатация*



***Фиг. 10**. Изолуксни криви на игрище „хандбал" на третата година от експлоатация.*

За количествена оценка на различията в Таблица 2 са представени зададените изменения на светлинния поток на база експерименталните данни чрез промяна параметрите на базата данни на осветителите.

Таблица 2

| ***Година на измерване*** | ***Φ [lm]*** | ***ΔΦ [%]*** |
|---|---|---|
| пускане | 14699 | 0 |
| 3 год. | 13299 | 9.52 |

В Таблица 3 са задени резултатите за симулационното изследване за двата варианта – първоначален и на трета година от експлоатация.

Таблица 3

| ***Година на измерване*** | $E_{av}$***[lx]*** | $E_{min}$**[lx]** | $E_{max}$**[lx]** | $u_0$ |
|---|---|---|---|---|
| пускане | 351 | 201 | 433 | 0.57 |
| 3 год. | 318 | 182 | 392 | 0.57 |

В резултат на експлоатацията на осветителната уредба техническите й показатели се изменят поради стареене на светлинните източници, натрупване на прах, замърсявания и промяна в отразяващите свойства на повърхностите на помещението. Съгласно ISO/CIE TS 22012:2019 [4] тези фактори се отчитат от коефициента за поддръжка.

$$f_m = f_{LF} \cdot f_S \cdot f_{LM} \cdot f_{SM} \qquad (2)$$

Където: $f_{LF}$ - коефициента на светлинния поток; $f_S$ - фактор отчитащ отказите на осветителите; $f_{LM}$ - фактор отичащ замърсяването; $f_{SM}$ - фактор отчитащ отразяващите свойства на повърхностите.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученото намаляване на осветеността с 8% за 3 год. период може да бъде сравнено към това в индустрилна среда за същия тип осветители. При различна схема на димиране то варира от 3.5 до 12% за 3 год. период. В изследвания случай то доближава максималните стойности на амортизация поради недотам оптимален режим на димиране – все още не са въведени автоматични сензори за осветеност и се димира в ръчен режим според желанието на ползвателите. Получените трендове на изменение показват, че в края на 5 год. гаранционен срок спадането на светлинният поток се очаква да е 10%, а в края на 10 год. експлоатационен срок – от 17 до 20%. Първоначалното проектиране на уредбата с коефициент на запаса 1.3 и наличието на система за димиране гарантира поддържане на високо качество на светлинната среда за целият 10 год. експлоатационен срок при спазване изискванията на стандартите.

## ЛИТЕРАТУРА


[1] EN 12193:2019 Light and lighting - Sports lighting

[2] C. Qian, X.J. Fan, J.J. Fan, C.A. Yuan, G.Q. Zhang - An accelerated test method of luminous flux depreciation for LED luminaires and lamps

[3] ANSI/IES LM-80-21: Approved Method: Measuring Maintenance Of Light Output Characteristics Of Solid-State Light Sources, is used to measure the light emitted by LEDs., 2022.

[4] ISO/CIE TS 22012:2019 Light and Lighting - Maintenance Factor Determination

[5] IEC 62717- LED modules for General Lighting - Performance Requirements.

[6] IEC 62722-2-1 Performance Requirements for LED Luminaires.