

# Pirmenybinėmis spalvinėmis savybėmis pasižyminčio konversijos fosfore šviestuko prototipavimas ir charakterizavimas

## The Design and Characterization of Phosphor-Converted Light-Emitting Diodes of Preferential Colour Rendition

Akvilė Zabaliūtė-Karaliūnė, Henrikas Dapkus, Pranciškus Vitta, Andrius Petrusis, Artūras Žukauskas  
Vilniaus universiteto Taikomųjų mokslų institutas, Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius  
[akvile.zabaliute@tmi.vu.lt](mailto:akvile.zabaliute@tmi.vu.lt)

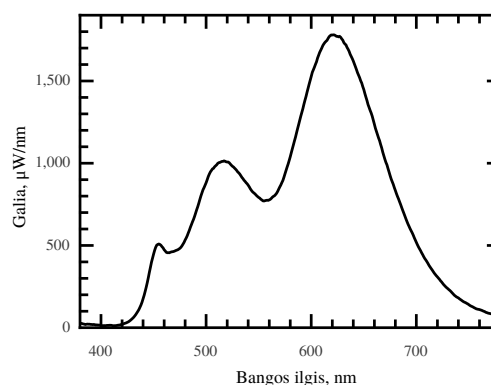
Šviesos diodams (šviestukams) našumu pranokus įprastus apšvietimo šaltinius jie įsivertino bendrojo ir nišinio apšvietimo rinkose. Šiuo metu šviestukų tobulinimas daugiausiai paremtas Tarptautinės apšvietimo komisijos (CIE) spalvų atgavos indekso ( $R_a$ ) bei santykinio šviesinio veiksmingumo didinimu (SŠV), atitinkamai siekiant pagerinti apšvietimo spalvinę kokybę bei sumažinti energijos sąnaudas. Tačiau psichofizikiniai tyrimai rodo, kad žmonės pirmenybę teikia apšvietimui, šiek tiek sodrinančiam spalvas [1].

Šiame darbe pristatomas konversijos fosfore kieta-kūnis šviestukas, pasižymintis pirmenybine spalvų atgava. Mėlynai šviestuvo spektrinės galios skirstinio (SGS) komponentei bei fosforų sužaditimui panaudoti aštuoni prekiniai mėlyni šviestukai (Cree Royal Blue  $\lambda_{\max} = 455$  nm), kurie buvo maitinami 0,5 A srove. Mėlynos šviesos keitikliai pagaminti naudojant skaidraus silikono (Dow Corning AS 70963N) ir žalio silikatinio (Intematix G1758  $\lambda_{\max} = 509$  nm) bei raudono nitridinio (Intematix ER6436  $\lambda_{\max} = 623$  nm)  $\text{Eu}^{2+}$  jonais legiruotų fosforų mišinius. Šie fosforai buvo parinkti pagal fotoluminescencijų smailių bangos ilgius, atsižvelgiant į ankstesnius psichofizikinius tyrimus bei pirmenybine spalvų atgava pasižyminčių konversijos fosfore šviestukų SGS teorinį optimizavimą [2]. Žalio ir raudono keitiklių storiai ir fosforų masės dalys juose buvo optimizuojami gaminant skirtingų parametru keitikius bei matuojant suminius žadinančios mėlynos šviesos, bei fosforų fotoluminescencijos SGS. Nustatytos optimalios vertės buvo 1 mm keitiklio storis ir 25 wt% fosforo koncentracija bei 0,2 mm keitiklio storis ir 15 wt% fosforo koncentracija atitinkamai žaliai ir raudonam fosforų keitikiams.

Sukurto šviestuvo SGS atvaizduotas 1 pav. Jis pasižymi 2900 K susietąją spalvine temperatūra (SST),  $R_a$  vertė siekia 87, SŠV yra 271 lm/W, o spalvinių koordinatų nuokrypis nuo juodojo kūno spinduliuotę atitinkančio Planko lanko ( $D_{uv}$ ) yra vos 0,0014, kas tenkina baltai šviesai keliamus reikalavimus. Pasitelkus VU mokslininkų sukurtą apšvietimo spalvinės kokybės įvertinimo įrankį [3] bei išanalizavus sukurto šviestuvo SGS, nustatyta, kad jo spalvinio sodrinimo statistinis rodiklis siekia 29%, taigi šviestukas pasižymi savybe perteikti padidinto sodrio spalvas.

Šviestukas taip pat testuotas gretutinio psichofizikinio eksperimento metu, kuomet juo ir panašios SST (2912 K) halogenine lempa buvo apšviestos dvi identiškų scenos. Praėjus spalvinei adaptacijai, subjektai vienu

metu stebėjo abi scenas ir įvertino apšvietimo šaltinius. Eksperimento metu nustatyta, kad sukurto šviestuvo SGS subjektams malonus ir gali būti naudojamas bendrajame apšvietime, ypač komercinėse patalpose: prekybos ir pramogų centruose bei parduotuvėse.



1 pav. Pirmenybine spalvų atgava pasižyminčio šviestuko spektrinės galios skirstinys.

*Reikšminiai žodžiai:* šviestukas, LED, spalvos, konversija fosfore, apšvietimas

### Literatūra

- [1] A. Žukauskas, R. Vaicekauskas, P. Vitta, A. Tuzikas, A. Petrusis, and M. Shur, *Opt. Express* **20**, 5356 (2012).
- [2] A. Žukauskas, R. Vaicekauskas, P. Vitta, A. Zabaliūtė, A. Petrusis, and M. Shur, *Opt. Express* **21**, 26642 (2013).
- [3] D. Lebedenko, R. Vaicekauskas, <http://demo.lrg.projektas.vu.lt/lcq/>.