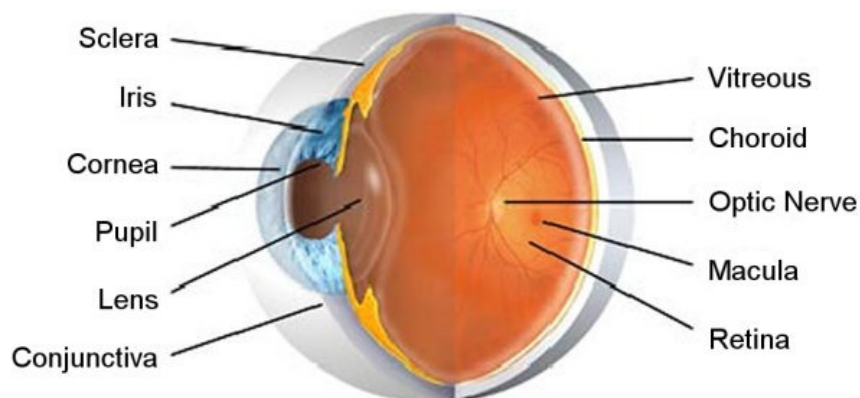


FOTOBIOLOŠKA BEZBEDNOST IZVORA SVETLOSTI

Jelena Dinić, JKP“Javno osvetljenje“ Beograd

Fotobiološka bezbednost je termin, koji je široj javnosti poznat u kontekstu zdravog sunčanja i rizika koji ono povlači sa sobom. Poslednjih godina su sprovedena mnoga istraživanja bezbednosti proizvoda sa aspekta uticaja zračenja. Ovim radom su definisani osnovni pojmovi fotobiološke bezbednosti, izvršena je klasifikacija izvora svetlosti i predstavljeni su rezultati pojedinih istraživanja.

Fotobiološki efekti zračenja. Infracrveno vidljivo i ultravioletno elektromagnetno zračenje, pod određenim okolnostima, mogu da ostave posledice po zdravlje. Do danas nije utvrđeno da LED diode kao izvori svetlosti mogu da izazovu oštećenja ljudskog oka. Međutim, sa povećanjem efikasnosti LED izvora, od posebne je važnosti razumevanje efekata ovakvog izlaganja. Takođe, nameće se neophodnost poznavanja dozvoljenih granica izlaganja definisanih usvojenim standardima.



Slika br.1- Oko

Ljudsko oko može da podnese samo određenu količinu zračenja, pa veće vrednosti mogu prouzrokovati nepovratna oštećenja. Slika br.1 predstavlja morfološki prikaz ljudskog oka. Oko sadrži dva elementa: rožnjaču i sočivo. Rožnjača obezbeđuje sposobnost fokusiranja, dok sočivo omogućava prilagođavanje. Zajedničkim radom, ova dva elementa omogućavaju konvertovanje svetlosne energije u elektro-biološke nadražaje koji se obrađuju u mozgu.

Opšta bezbednost proizvoda. Bezbednost proizvoda na tržištu Evropske unije se potvrđuje CE obeležavanjem, koje je usklađeno sa direktivama koje primenjuje unija (Direktiva niskog napona, Direktiva o opštoj bezbednosti proizvoda, ...). Da bi se olakšalo tumačenje tih uslova, CEN (Comite Europeen de Normalisation) ili CENELEC (Comite Europeen de Normalisation Electrotechnique) izdaju (ili usvajaju) relevantne bezbednosne standarde, često zasnovane na onima koje izdaje IEC (International Electrotechnical Committee).



Slika br.2 Oznaka CE proizvoda

Ovi evropski standardi (sa oznakom EN) su usklađeni sa jednom ili više direktiva, i objavljuju ih pojedinačno zemlje članice EU (ponekad sa odstupanjima). Nacionalni standardi pored prefiksa „EN“ imaju i oznaku zemlje koja ih objavljuje. Poštovanje standarda nije obavezujuće.

Na osnovu člana 16(1) Direktive 89/391/EEC, iz 1989, uvedene su mere za podsticanje poboljšanja bezbednosti i zdravlja radnika na radu. Među njima su mere zaštite od buke, vibracija, elektromagnetnog, veštačkog optičkog zračenja,...

Mere zaštite od veštačkog optičkog zračenja su predstavljene Direktivom 2006/25/EC, objavljene u zvaničnom Glasniku EU 27. aprila 2006, a u primeni su od 27. aprila 2010. Ove mere su uvedene u cilju prevencije narušavanja zdravlja radnika koji su izloženi veštačkim izvorima svetlosti na radnom mestu. Solarno zračenje nije obuhvaćeno ovom direktivom.

Bezbednost LED proizvoda. U prošlosti, LED izvori svetlosti su klasifikovani kao uređaji tipa laser, definisani standardom EN 60825:2001. Publikovanjem standarda IEC 60825:2007, i harmonizovanjem u EN 60825:2007, izričito je postalo jasno da LED izvori više nisu obuhvaćeni pomenutim standardom, izuzev onih koji se primenjuju u komunikacijama.

Trenutno, standard EN 62471:2008 (“Photobiological Safety of Lamps and Lamp Systems“), dokument zasnovan na CIE S009:2002 i IEC 62471:2006, uređuje oblast bezbednosti primene LED dioda. EN 62471-1:2008 daje smernice za procenu fotobiološke bezbednosti izvora i sistema izvora svetlosti koji emituju optičko zračenje iz opsega 200-3000nm i definiše granične vrednosti izloženosti.

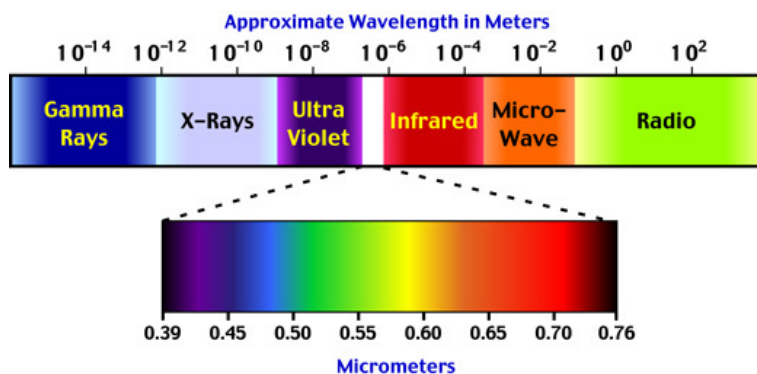
Neke zemlje, među kojima su Australija i Novi Zeland, pokrenule su proceduru za usvajanje standarda IEC 62471. Hong Kong i Republika Korea standard fakultativno primeljuju.

Institut za standardizaciju Srbije je izdao standard SRPS EN 62471:2010, pod nazivom „Fotobiološka bezbednost sijalica i sistema sijalica“, koji je identičan sa EN 62471:2008 i objavljen je na engleskom jeziku .

Definicije osnovnih pojmova.

Optičko zračenje:

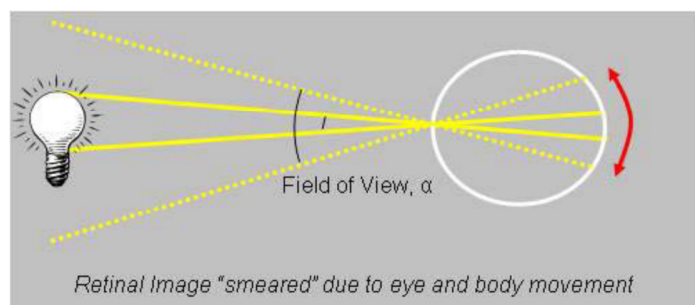
Vidljivi deo spektra elektromagnetnog zračenja, u opsegu 390-760nm.



Slika br.3 Spektar elektromagnetnog zračenja

Vidno polje:

Prostorni ugao koji kojim se „prima“ zračenje. Jedinica : *srad*.



Slika br.4 Vidno polje

Najmanja slika koju može da percipira mrežnjača oka, je sa prostornim uglom od 1,7mrad. Sa povećanjem dužine ekspozicije, pokretanjem oka, vrednost vidnog polja može biti do 100mrad.

Rizično plava svetlost (BLH):

Potencijal fotohemijskih povreda mrežnjače oka izazvanih zračenjem, iz opsega 400-500nm. Ovo oštećenje je dominantnije od termičkog oštećenja.

Ultravioletno zračenje (UV):

Optičko zračenje iz opsega talasne dužine manje od vidljivog zračenja, tj. 100-400nm.

Infracrveno zračenje (IR):

Optičko zračenje iz opsega talasne dužine veće od vidljivog zračenja, tj. 780-10⁶nm.

Iradiansa:

Količnik elementarnog fluksa (snage zračenja) $d\Phi$ tačke i elementarne površine dA koja sadrži tu tačku izvora zračenja, tj.

$$E = \frac{d\Phi}{dA} [\text{Wm}^{-2}]$$

Spektralna iradiansa:

Odnos iradianse i diskretne talasne dužine u intervalu $d\lambda$, tj.

$$El = \frac{d\Phi}{dA \cdot d\lambda} [\text{Wm}^{-2}\text{nm}^{-1}]$$

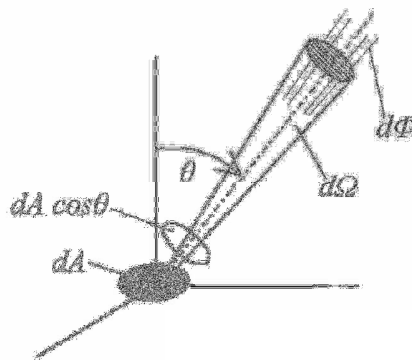
Radiansa:

$$L = \frac{d\Phi}{dA \cdot \cos\varphi \cdot d\Omega} [\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}]$$

Spektralna radiansa:

Odnos radianse i diskretne talasne dužine u intervalu $d\lambda$, tj.

$$Ll = \frac{d\Phi}{dA \cdot \cos\varphi \cdot d\Omega \cdot d\lambda} [\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}\text{nm}^{-1}]$$



Slika br.5 Tačkasti izvor zračenja

Granica izloženosti (Exposure limit-EL). Granice izloženosti predstavljaju uslove pod kojima većina populacije može biti izložena zračenju više puta bez negativnih efekata po zdravlje. Međutim, ove vrednosti nisu primenljive na izuzetno foto-osetljivim pojedincima. Granica izloženosti, definisana standardom EN 62471, primenljiva na izvorima kod kojih dužina trajanja ekspozicije nije manja od 0,01ms, a nije veća od 8 časovnog perioda, koristi se kao smernica u kontroli izlaganja zračenju.

Specifični faktori koji ograničavaju granice izloženosti mrežnjače oka. Za zračenje iz talasnog opsega 380-1400nm, za određivanje granica izloženosti, treba uvažiti rizično plavu svetlost, kao i rizik termičkog oštećenja mrežnjače. Merenja emitovanog zračenja iz svetlosnog izvora, za najmanju vrednost prostornog ugla koji oko može da percipira u iznosu od 1.7mrad, za treptaj oka prilikom izračunavanja granica izloženosti je 0.25s.

Granična rizična izlaganja.

1. *Aktiniumska UV granična izloženost za kožu i oko, E_S*

Ograničenje prilikom izlaganja ultravioletnog zračenja nezaštićene kože ili oka je 8 sati. U cilju sprečavanja oštećenja oka ili kože od dejstva ultravioletnog zračenja, karakteristika svetlosnog izvora ne sme premašiti vrednost:

$$E_S * t = \sum_{200}^{400} \sum_t E(\lambda, t) * S_{UV}(\lambda) * \Delta\lambda * \Delta t * \Delta l \leq 30 \quad \text{Jm}^{-2}$$

gde je:

$E_\lambda(\lambda, t)$ spektralna iradiansa ($\text{W m}^{-2}\text{nm}^{-1}$)

$S_{UV}(\lambda)$ aktiniumski rizik ultravioletnog zračenja u funkciji talasne dužine

$\Delta\lambda$ priraštaj talasne dužine (nm)

t vreme trajanja izloženosti (s).

Maksimalno trajno dozvoljeno vreme izloženosti UV zračenju nezaštićenog oka ili kože je:

$$t_{\max} = \frac{30}{E_S}$$

2. *Granična vrednost neposrednog UV zračenja za oko, E_{UVA}*

Za zračenje iz opsega 315-400nm najveća vrednost izlaganja oka zračenju ne ni trebalo da premaši 10000 Jm^{-2} , za period manji od 1000s. Spektralna iradiansa za izlaganje zračenju veće od 1000s ne bi trebala da bude veća od 10 Wm^{-2} .

$$E_{UVA} * t = \sum_{315}^{400} \sum_t E(\lambda, t) * \Delta\lambda * \Delta t * \Delta l \leq 1000 \quad \text{Jm}^{-2}, (t < 1000s)$$

$$E_{UVA} \leq 10 \text{ Wm}^{-2} (t \geq 1000s)$$

gde je:

$E_\lambda(\lambda, t)$ spektralna iradiansa ($\text{W m}^{-2}\text{nm}^{-1}$)

$\Delta\lambda$ priraštaj talasne dužine (nm)

t vreme trajanja izloženosti(s).

3. Granična vrednost izlaganja mrežnjače plavoj svetlosti L_B

U cilju zaštite mrežnjače oka od izlaganja plavoj svetlosti, spektralna radianisa izvora svetlosti ne bi trebalo da bude veća od vrednosti definisane formulom:

$$L_B * t = \sum_{300}^{700} \sum_t L(l, t) * B(l) * \Delta t * \Delta l \leq 10^6 \text{ Jm}^{-2}\text{sr}^{-1} \quad (t \leq 10^4 \text{ s})$$

$$L_B = \sum_{300}^{700} L * B(l) * \Delta l \leq 100 \text{ Wm}^{-2}\text{sr}^{-1} \quad (t > 10^4)$$

gde je:

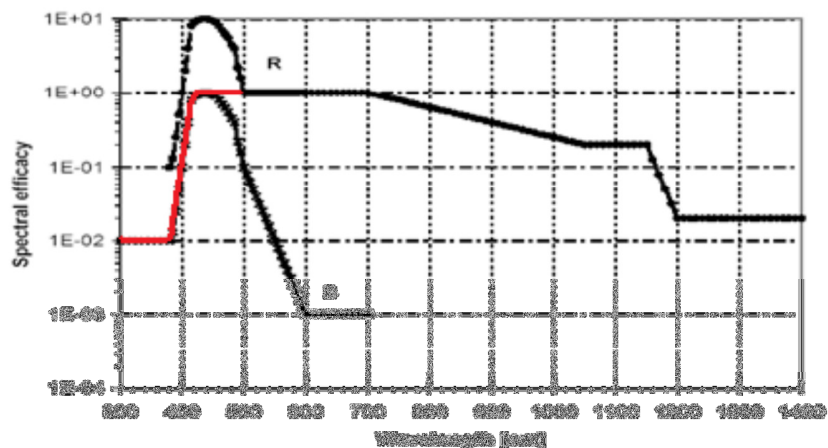
$L_\lambda(\lambda, t)$ spektralna radianisa ($\text{W m}^{-2}\text{sr}^{-1}\text{nm}^{-1}$)

$B(\lambda)$ funkcija rizika izloženosti plavoj svetlosti

$\Delta \lambda$ priraštaj talasne dužine (nm)

t vreme trajanja izloženosti(s).

Funkcija spektralne raspodele plave svetlosti $B(\lambda)$ i termičkog izlaganja mrežnjače $R(\lambda)$ je data u prilogu.



Slika br.6 Funkcije $B(\lambda)$ i $R(\lambda)$

4. Granična vrednost izlaganja mrežnjače toploti, L_R

Za zaštitu mrežnjače od izlaganja toploti, definisana je granična vrednost koja je ograničena na:

$$L_{IR} = \sum_{780}^{1400} L * R(l) * \Delta l \leq \frac{6000}{a} \text{ Wm}^{-2}\text{sr}^{-1} \quad (t > 10 \text{ s})$$

gde je:

$L_\lambda(\lambda, t)$ spektralna radianisa ($\text{W m}^{-2}\text{sr}^{-1}\text{nm}^{-1}$)

$R(\lambda)$ funkcija rizika izloženosti toploti

$\Delta\lambda$ priraštaj talasne dužine (nm)

t vreme trajanja izloženosti(s).

5. *Granična vrednost izlaganja oka infracrvenom zračenju, E_{IR}*

Da bi se izbegle toplotne povrede rožnjače oka prilikom izlaganja infracrvenom zračenju iz opsega 780-3000nm, za period veći od 1000s, spektralna iradiansa ne bi trebala da bude veća od:

$$E_{IR} = \sum_{780}^{3000} E * \Delta l \leq 18000 * t^{-0.75} \text{ Wm}^{-2} \quad (t \leq 1000s)$$

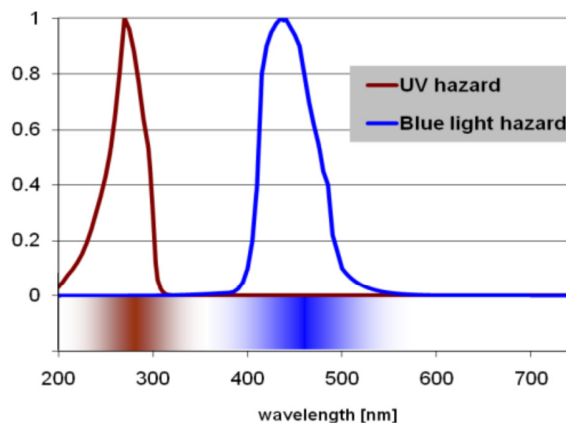
$$E_{IR} = \sum_{780}^{3000} E * \Delta l \leq 100 \text{ Wm}^{-2} \quad (t > 1000s)$$

gde je:

$E_{\lambda}(\lambda, t)$ spektralna iradiansa ($\text{W m}^{-2}\text{nm}^{-1}$)

$\Delta\lambda$ priraštaj talasne dužine (nm)

t vreme trajanja izloženosti (s).



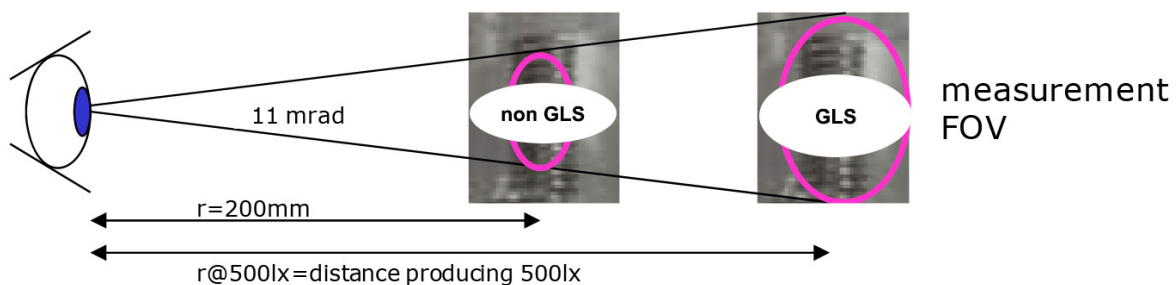
Slika br.7 Granice UV i plavog zračenja

Merenje optičkog zračenja izvora svetlosti. Merenje optičkog zračenja u cilju izračunavanja fotobiološke radijacije predstavlja veliki izazov za radiometriju. Spektralna raspodela aktinijumskog rizika ultravioletnog zračenja, $S_{UV}(\lambda)$ ima velike promene vrednosti u širem opsegu.

Dok je merenje iradianse rutinski izvodljivo, merenje radianse je često vrlo teško, posebno fotobiološkog rizika, jer uključuje vidno polje, koje je promenljivo. Zbog toga, neophodno je uvažiti uslove merenja koji će uticati na definisanje rizične grupe klasifikacije izvora svetlosti sa aspekta fotobiološke bezbednosti.

1. Starost izvora svetlosti
2. Uslovi sredine
3. Uticaj zračenja nekog drugog izvora
4. Standardno funkcionisanje izvora

Merenje udaljenosti. Udaljenost sa koje treba vršiti evaluaciju izvora zavisi od njegove primene, tj. da li je izvor za opštu (GLS) ili specijalne namene (non-GLS). Vrednovanje se vrši na udaljenosti na kojoj je moguće izmeriti 500lux. Ova udaljenost je primenljiva kod merenja izvora za opštu namenu, i može varirati od jednog do nekoliko metara. Za izvore svetlosti koji ne pripadaju grupi opštih (npr. LED), koristi se udaljenost od 200mm, koja predstavlja najgori mogući scenario po mrežnjaču oka.



Slika br.8 Merenje udaljenosti

Klasifikacija izvora svetlosti. Klasifikovanje izvora svetlosti je izvršeno prema kriterijumu dužine vremenskog intervala izloženosti (niža klasa izvora iziskuje duži period izlaganja zračenju).

Rizična grupa	Uticaj na zdravlje
Izuzetak (RG0)	Bez fotobiološkog rizika
Grupa 1 (RG1)	Bez fotobiološkog rizika u normalnim zdravstvenim granicama
Grupa 2 (RG2)	Ne predstavlja opasnost za slučaj izlaganju pojedinim vrstama zračenja
Grupa 3 (RG3)	Rizično već i trenutno izlaganje

Determinišuće numeričke vrednosti su date u narednoj tabeli:

Rizična grupa	Aktinijska UV granična izloženost za kožu i oko, E_S	Granična vrednost neposrednog UV zračenja za oko, E_{UVA}	Granična vrednost izlaganja mrežnjače plavoj svetlosti L_B	Granična vrednost izlaganja mrežnjače toploti, L_R	Granična vrednost izlaganja oka infracrvenom zračenju, E_{IR}
Izuzetak (RG0)	8h	1.000s	10.000s	10s	1.000s
Grupa 1 (RG1)	10.000s	300s	100s	10s	100s
Grupa 2 (RG2)	1.000s	100s	0.25s	0.25s	10s

Objašnjenje klasifikacije i preventivne metode:

Zračenje iz opsega	Izuzetak (RG0)	Grupa 1 (RG1)	Grupa 2 (RG2)	Grupa 3 (RG3)
200-400nm	-	Smanjiti izlaganje očiju i kože. Koristiti adekvatnu zaštitu	Koristiti adekvatnu zaštitu	Izbegavati izlaganje očiju i kože
300-400nm	-	-	Ne zuriti u izvor	Ne gledati u izvor
400-780nm	-	-	Ne zuriti u izvor	Ne gledati u izvor
780-3000nm	-	Koristiti adekvatnu zaštitu	Izbegavati izlaganje očiju	Izbegavati izlaganje očiju
780-1400nm	-	Ne zuriti u izvor	Ne zuriti u izvor	Ne gledati u izvor

Rezultati istraživanja. Svetska organizacija LIGHTING EUROPE, objavila je u svom izdanju „LIGHTING EUROPE GUIDE ON PHOTOBIOLOGICAL SAFETY IN GENERAL LIGHTING PRODUCTS FOR USE IN WORKING PLACES“ iz februara 2013, rezultate ispitivanja pojedinih izvora svetlosti sa aspekta fotobiološke bezbednosti.

Bezbednim se smatra izvor, ukoliko je zračenje u granicama:

- 2 mW/klm, za UV zračenje;
- 1 W/m², za plavu svetlost;
- 100 W/ m², za IR zračenje.

Treba naglasiti da je standardom IEC 60598-1 predviđeno da izvor svetlosti emituje UV zračenje veće od 2 mW/klm. U tom slučaju, izvori se obeležavaju sa:



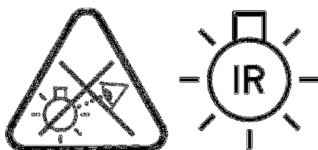
Slika br.9 Simbol izvora svetlosti koji mora biti zaštićen

Ovaj simbol je indikator da se izvor ne može koristiti u otvorenim svetiljkama, tj. bez protektora.

Sa aspekta fotobiološke bezbednosti, ispitivanja na UV, IR zračenje i plavu svetlost, zadovoljavajuće rezultate su dala ispitivane:

- ✓ Inkandescentne sijalice
- ✓ Halogene sijalice primenjene u domaćinstvu
- ✓ Fluorescentne sijalice

Projektorske, sijalice za primenu u fotografiji i scensko osvetljenje, označavaju se simbolima:



Slika br.10 Simboli izvora svetlosti koje ne treba direktno gledati i emituju povišeno IR zračenje

Izvori svetlosti sa pražnjenjem (natrijum niskog pritiska, natrijum visokog pritiska, živa visokog pritiska i metal-halogeni) se smatraju bezbednim sa aspekta emisije IR i UV zračenja. Riziku izlaganja plave svetlosti mogu biti podložni natrijum niskog i visokog pritiska (RG1).

Kod LED izvora svetlosti je zabeležena manja vrednost emisije IR i UV zračenja od dozvoljenih. Posebnu pažnju treba posvetiti merenjima koja se odnose na emisiju plave svetlosti.

Renomirani proizvođač LED dioda, kompanija CREE, angažovala je nezavisnu laboratoriju u cilju fotobioloških testiranja svojih proizvoda, koja se prevashodno odnose na istraživanja plave svetlosti. Rezultati ispitivanja ukazuju da postoji rizik po zdravlje, ukoliko se LED komponente posmatraju bez difuzora ili druge opreme.

Bez obzira na boju diode, CREE preporučuje korisnicima da ne posmatraju direktno LED diode, dok je instalacija pod naponom.

Dalje, CREE savetuje proizvođačima svetiljki koji inkorporiraju njihove LED diode u svoje proizvode da naprave procenu rizika izloženosti zračenja zaposlenih u toku procesa proizvodnje. Opasnost se smanjuje korišćenjem ekrana sa filterima ili opreme za ličnu bezbednost.

U prilogu je klasifikacija CREE LED dioda.



EYE SAFETY WITH LED COMPONENTS

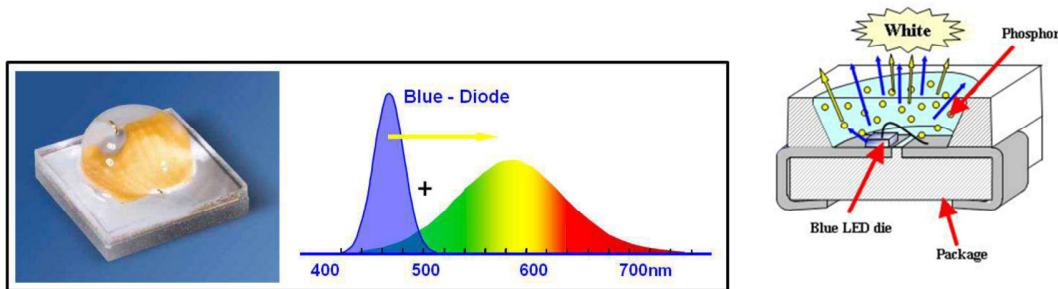
XLamp LED	Testing Date	Drive Current	Risk Group Classification
CXA1507	July 27, 2012	0.375 A	RG-1 Low risk
CXA1512	August 24, 2012	0.500 A	RG-1 Low risk
CXA2011	June 9, 2011	0.270 A	RG-1 Low risk
MC-E White (4S)	June 26, 2009	2.800 A	RG-2 Moderate risk
ML-E Blue	May 3, 2013	0.350 A	RG-2 Moderate risk
ML-E White	April 27, 2012	0.150 A	Exempt
MP-L EasyWhite (per string)	June 9, 2011	0.150 A	RG-1 Low risk
MT-G EasyWhite (6V)	June 9, 2011	1.100 A	RG-1 Low risk
MX-6 White	September 4, 2009	0.350 A	RG-1 Low risk
XB-D Green	October 5, 2012	1.000 A	Exempt
XB-D Royal Blue	October 5, 2012	1.000 A	RG-2 Moderate risk
XB-D White	April 27, 2012	0.350 A	RG-2 Moderate risk
XB-D White	October 5, 2012	1.000 A	RG-2 Moderate risk
XM-L EasyWhite (12V)	June 4, 2012	0.350 A	RG-1 Low risk
XM-L High Voltage White	April 27, 2012	0.044 A	Exempt
XM-L White	June 5, 2011	0.700 A	RG-2 Moderate risk
XP-E Blue	June 26, 2009	0.700 A	RG-2 Moderate risk
XP-E High Efficiency White	June 5, 2011	0.350 A	Exempt
XP-E Royal Blue	June 26, 2009	0.700 A	RG-2 Moderate risk
XP-E White	June 26, 2009	0.700 A	RG-2 Moderate risk
XP-G White	July 31, 2012	1.500 A	RG-2 Moderate risk
XR-E Blue	June 26, 2009	1.000 A	RG-2 Moderate risk
XR-E Royal Blue	June 30, 2009	1.000 A	RG-3 High risk
XR-E White	June 26, 2009	1.000 A	RG-2 Moderate risk
XT-E Royal Blue	October 5, 2012	1.500 A	RG-2 Moderate risk
XT-E White	April 27, 2012	0.350 A	Exempt

Table 2: Summary table of XLamp LED eye safety test results

LED Module	Testing Date	Drive Current	Risk Group Classification
LMH2 - 850 lumens	November 18, 2011	0.440 A	Exempt
LMH2 - 1250 lumens	November 18, 2011	0.440 A	Exempt
LMH2 - 2000 lumens	March 23, 2012	0.900 A	Exempt
LMH2 - 3000 lumens	March 23, 2012	0.900 A	Exempt
LMR4	August 22, 2011	0.070 A	Exempt

Table 3: Summary table of LED module eye safety test results

Još jedan proizvođač LED dioda, kompanija OSRAM, sugeriše oprez po pitanju emisije plave svetlosti. Klasične bele diode takođe pripadaju ovoj rizičnoj grupi, što je direktna posledica načina izrade belih LED dioda: poluprovodnička dioda koja emituje plavu svetlost se prevlači jednim ili više slojeva fosfora. Fosfor apsorbuje i konvertuje deo plave svetlosti, pa se svetlost dobijena na taj način doživljava kao bela.



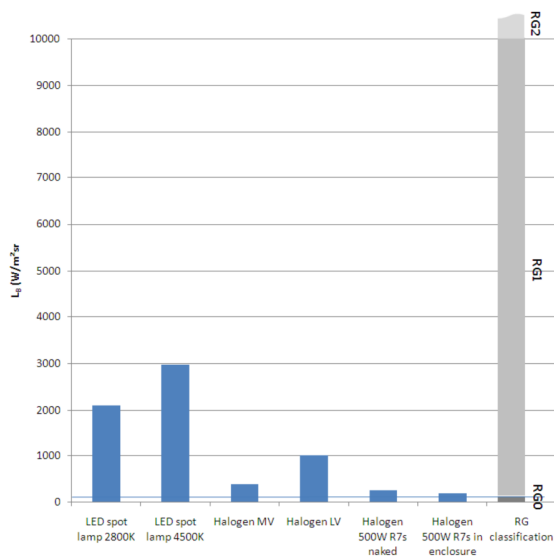
Slika br. 12 Bela dioda i princip konverzije

Generalno, trenutno raspoložive visoko efikasne LED OSRAM zelene, žute, narandžaste, crvene diode uvek su klasifikovane kao RG 0. Nasuprot njima, izvestan broj plavih i zelenih mogu da prouzrokuju oštećenja mrežnjače, pa su tipa RG 2.

Takođe, u izveštaju OSRAM-a se navodi da primenjujući trenutnu tehnologiju poluprovodnika, ne postoji bojazan da LED diode mogu biti označene kao RG 3.

Istraživanje koje je sprovedla CELMA-ELC i objavila rezultate u „*Position paper optical safety LED lighting final*“ iz oblasti emisije plave svetlosti, ukazuje na količinu pomenute svetlosti različitih tipova izvora svetlosti. Rezultati su dati u prilogu.

Rizična plava svetlost. Obzirom da je povećana emisija plave svetlosti okarakterisana kao „rizična“, važno je naglasiti neophodnost njenog učešća u životu. Plava svetlost je zadužena za regulaciju biološkog sata, budnosti i metaboličkih procesa. U prirodnim uslovima, na otvorenom, sunčeva svetlost reguliše regularnu absorbciju plave svetlosti. Ipak, najveći deo obdanice ljudi provode u zatvorenim uslovima, bez dotoka prirodne, pa samim tim i plave svetlosti. Plavi i hladno beli izvori mogu da simuliraju uslove slične prirodnoj svetlosti (tokom zime), čime se psihološki održava ritam smene dana i noći.



Slika br.13 Količina rizične plave svetlosti emitovane iz izvora svetlosti

Očigledno je da još uvek postoji izvesna anksioznost, ili bar skepticizam kada je u pitanju potencijal opasnosti nastale eksploatacijom LED dioda i proizvoda koji ih sadrže. Uzrok prisutne nesigurnosti među korisnicima je svakako nedovoljna informisanost i poznavanje LED tehnologije. Uz to, od velikog značaja su smernice i uputstva proizvođača opreme. Pravovremenom edukacijom i podizanjem svesti na viši nivo, stvoriće se uslovi za nastanak bezbednog okruženja za pravilan izbor proizvoda, njihovu namenu i način upotrebe.

Literatura:

- EN 62471:2008 ("Photobiological Safety of Lamps and Lamp Systems"),
- „Details on Photobiological Safety of LED light sources“- OSRAM
- „LIGHTING EUROPE GUIDE ON PHOTOBIOLOGICAL SAFETY IN GENERAL LIGHTING PRODUCTS FOR USE IN WORKING PLACES“- LIGHTING EUROPE
- „Eye Safety with LED Components“-CREE