



International Commission on Illumination  
Commission Internationale de l'Éclairage  
Internationale Beleuchtungskommission



SLOVENSKO DRUŠTVO ZA RAZSVETLJAVO / SDR  
LIGHTING ENGINEERING SOCIETY OF SLOVENIA

## Izjava CIE o stališču o neslikovnih učinkih svetlobe

# IZBIRA USTREZNE SVETLOBE OB PRAVEM ČASU

## 2. izdaja<sup>1</sup>

3. oktober 2019 (15. november 2019 - slovenski prevod)

### Ozadje

Svetloba je opredeljena kot elektromagnetno sevanje, ki lahko ustvari vidni občutek z neposrednim spodbujanjem fotoreceptorjev vidnega sistema na mrežnici. Poleg tega, da omogočajo vid, povzročajo ti fotoreceptorji tudi biološke učinke, ki imajo močen vpliv na zdravje, učinkovitost in dobro počutje ljudi. Svetloba je glavni dejavnik sinhronizacije človeške biološke ure. Z njeno pomočjo lahko dosežemo premik faze cirkadianega ritma in lahko uravnavamo čas in kakovost svojega spanja. Svetloba zvečer in ponoči lahko moti spanec in lahko povzroči akutno zaviranje nočnega sproščanja hormona melatonina. Poročila študij obenem navajajo, da lahko svetloba vpliva na povišanje srčnega utripa, izboljša pozornost, blaži sezonsko in nesezonsko depresijo ter vpliva na termoregulacijo in možgansko aktivnost, merjeno z elektroencefalogramom (EEG). Izpostavljenost svetlobi sproži hitre odzive (v območju milisekund in sekund) pri zeničnem refleksu ali možganski aktivnosti. Da jih razlikujemo od zaznavnega videnja te učinke pogosto imenujemo neslikovni (NS) ali nevizualni (NV) učinki svetlobe. V zadnjih letih so se pojavili različni tržni izrazi, kot so "*na ljudi osredotočena razsvetljava / human-centric lighting*" (HCL), "*cirkadiana razsvetljava / circadian lighting*" in "*biodinamična razsvetljava / biodynamic lighting*", za opis izvedb razsvetljave, ki upošteva te učinke. V nastajajoči 2. izdaji Mednarodnega slovarja za razsvetljava CIE, ki je trenutno na voljo pod imenom DIS (CIE 2016), je *INTEGRATIVNA RAZSVETLJAVA* uradno pojmovanje za razsvetljava namenjeno povezavi slikovnih in neslikovnih učinkov, ki povzročajo z znanstvenimi dokazi merljive fiziološke in psihološke učinke na ljudi.

Omenjeni biološki učinki svetlobe nastajajo s stimulacijo očesnih fotoreceptorjev. Tradicionalno znani receptorji za vid, paličnice in čepnice, so razmeroma dobro razumljeni in opisani v obstoječih publikacijah CIE. Pionirsko delo v zadnjih 25 letih pa je pokazalo, da se v očesu nahaja še tretja vrsta fotoreceptorjev. Ti fotoreceptorji igrajo pomembno vlogo pri neslikovnih učinkih svetlobe in imajo največjo občutljivost v območju nižjih valovnih dolžin vidnega spektra; znani so kot svetlobno občutljive mrežnične ganglijske celice (intrinsically-photosensitive retinal ganglion cells ipRGC). Njihova občutljivost na svetlobo temelji na fotopigmentu melanopsinu.

Na podlagi rezultatov neodvisne delavnice vodilnih znanstvenikov na področju neslikovnih učinkov svetlobe v Manchestru leta 2013 (glej [CIE TN 003: 2015](#) (CIE 2015)) je CIE izdala mednarodni standard [CIE S 026: 2018](#) (CIE 2018), ki določa merski sistem optičnega sevanja za odzive, ki jih povzroči svetloba, in jih lahko izzovejo ipRGC (učinki svetlobe zaradi delovanja ipRGC).

Predpisi, standardi in praksa o razsvetljavi se pogosto še vedno osredotočajo na vidne in energijske vidike svetlobe, neslikovnim učinkom pa se posveča premalo oz. skoraj nič pozornosti. Nasprotno pa

---

<sup>1</sup> Ta izdaja nadomešča leta 2015 izdano CIE izjavo o stališču o isti tematiki

na tržišče vstopa veliko izdelkov za razsvetljavo, ki so namenjeni predvsem vplivu na neslikovne učinke brez natančnega upoštevanja ostalih vidikov kakovosti razsvetljave. Neravnovesje med tema pristopoma lahko privede do razmer v svetlobnem okolju, ki ogrožajo dobro počutje, zdravje in učinkovitost ljudi ter tako ne izpolnjujejo zahtev splošne kakovosti razsvetljave. CIE je od prve objave te *IZJAVE O STALIŠČU* leta 2015 izdala pomembne publikacije in sodelovala pri skupnih dejavnostih za promocijo tega vznemirljivega pogleda na osnove, tehnologije in aplikacije v razsvetljavi.

## **1. Kako ovrednotiti svetlobo glede na njene neslikovne učinke; CIE S 026: 2018 CIE metrološki sistem optičnega sevanja za odzive na svetlobo pod vplivom ipRGC**

Mednarodni standard [CIE S 026: 2018](#) (CIE 2018) določa funkcije spektralne občutljivosti, količine in enačbe za opis zmožnosti optičnega sevanja za stimuliranje vsakega od petih ( $\alpha$ -opic<sup>2</sup>) fotoreceptorjev. Ti lahko preko melanopsina, ki se nahaja v svetlobno občutljivih mrežničnih ganglijskih celicah (ipRGC) vplivajo na neslikovne učinke pri ljudeh<sup>2,3</sup>. Enote  $\alpha$ -opskih veličin so skladne z Mednarodnim sistemom enot (SI) (BIPM 2019a, BIPM 2019b), kar je bistveno za izvajanje sledljivih meritev in izdelavo mednarodnih priporočil.

Opisovanje optičnega valovanja izključno glede na fotopsko občutljivost očesa pri preučevanju neslikovnih učinkov ne zadostuje. Poleg tega ni enotnega akcijskega spektra ali posrednika, ki bi lahko opisal vse neslikovne učinke svetlobe, ki jih posreduje oko. Vseh pet vrst fotoreceptorjev lahko prispeva k neslikovnim učinkom (Lucas et al 2014). Relativni prispevek posamezne vrste fotoreceptorjev se lahko razlikuje glede na posamezen odziv in lastnosti izpostavljenosti svetlobi, kot so intenzivnost, spekter, trajanje, čas (zunanji in notranji/cirkadiani), predhodna svetlobna izpostavljenost ter pomanjkanje spanca posameznika. Opozoriti je treba, da je v večini primerov izpostavljenost svetlobi za neslikovne učinke za določitev  $\alpha$ -opske obsevanosti (ali  $\alpha$ -opske ekvivalentne dnevne (D65) osvetljenosti ( $\alpha$ -opski EDO) veliko bolje predstavljena z uporabo vertikalne in ne horizontalne merilne ravnine.

## **2. Izbira ustrezne svetlobe ob pravem času**

To ostaja ključno vprašanje za številne ljudi. Kot je navedeno v *IZJAVI O STALIŠČU* iz leta 2015, je CIE dejavno sodelovala z mednarodno skupnostjo pri poskusu zagotavljanja priporočil, ki temeljijo na trdnih znanstvenih dokazih in konsenzu vseh deležnikov. CIE in ISO/TC 274 trenutno pripravljata prva mednarodna tehnična priporočila o *INTEGRATIVNI RAZSVETLJAVI* na osnovi konsenza. V pripravi je ISO/CIE TR 21783, kjer bodo zapisani tako njegovi potencialni koristni učinki kot možna tveganja, ki jih je treba preprečiti. Poleg tega je avgusta 2019 v Manchestru potekala druga neodvisna delavnica vodilnih znanstvenikov na tem področju, na kateri so razpravljali o tem, kako lahko spoznanja s tega področja prevedemo v priporočila za zdrav dnevni vzorec izpostavljenosti svetlobi. Udeleženci delavnice trenutno pripravljajo objavo rezultatov, ki ji bo sledilo podrobno tehnično poročilo CIE.

CIE poudarja, da je preživljanje časa na prostem čez dan povezano z boljšim zdravjem in počutjem ter da je izpostavljenost naravni svetlobi pomemben vzročni dejavnik teh učinkov. CIE tudi odsvetuje nepotrebno omejevanje dnevne svetlobe v zaprtih prostorih.

Za dva pomembna in dobro raziskana neslikovna učinka svetlobe na ljudi (zaviranje nastajanja melatonina ter nadzor zenic) je zbranih dovolj dokazov za trditev, da je skupna svetlobna občutljivost teh odzivov v veliki meri odvisna od fotorecepcije na osnovi melanopsina (Nowozin et al. 2017, Souman et al. 2018, Prayag in sod. 2019, Spitschan 2019). Kot začetne smernice (medtem, ko se čaka, da bodo udeleženci delavnice avgusta 2019 v Manchestru razvili nadaljnja spoznanja in soglasje na tem področju) CIE priporoča manipulacijo s fotorecepcijo na osnovi melanopsina kot

---

<sup>2</sup> Izraz  $\alpha$ -opski predstavlja vseh pet receptorjev mrežnice (S-čepnice, M-čepnice, L-čepnice, paličnice in svetlobno občutljive mrežnične ganglijske celice (ipRGC)).

<sup>3</sup> Akcijski spektri petih človeških  $\alpha$ -opskih na svetlobo občutljivih senzorjev (S-čepnic, M-čepnic, L-čepnic, paličnic in ipRGC), ki so podani v korakih 1 nm v CIE S026, so na voljo na naslovu [http://files.cie.co.at/S026\\_Table2\\_Data.xlsx](http://files.cie.co.at/S026_Table2_Data.xlsx).

uporabno strategijo za upravljanje celotnega prispevka svetlobe k neslikovnim učinkom. To pomeni, da so priporočila v zvezi z melanopsko EDO razumna pot za zagotavljanje začetnih napotkov kako manipulirati s človeškim (polikromatskim) svetlobnim okoljem v tipičnem vsakdanjem življenju za neslikovne učinke pri ljudeh z običajnim dnevno-aktivnim urnikom (tako dolgo, dokler te specifikacije ne ogrožajo vidnega udobja in vidnih sposobnosti):

- **visoka melanopska EDO podnevi po navadi povečuje pozornost in zbranost, podpira cirkadiani ritem in dober spanec.**
- **nizka melanopska EDO zvečer in ponoči omogoča, da lažje zaspimo, in da je spanec trden.**

Primerni vzorci svetlobe za delavce v nočni izmeni so bolj zapleteni, saj so odvisni od posebnega urnika.

## Nadaljnja strategija CIE

Da bi zagotovili ustrezno svetlobo ob pravem času, bodo potrebni integrativni pristopi, ki ustrezajo potrebam vseh ljudi v prostoru. Tekoči projekti CIE na tem področju vključujejo skupne aktivnosti z ISO / TC 274 za revizijo mednarodnega standarda za notranjo razsvetljavo na delovnih mestih, ISO 8995-1: 2002 / CIE S 008: 2001 (ISO / CIE 2002).

CIE se pri vsem svojem delu zavezuje k zagotavljanju znanstveno utemeljenih priporočil. Zelo vzpodbuja napredek znanosti, ki bo podprla naslednjo generacijo standardov. Razvoj ustreznih priporočil, ki temeljijo na dokazih, še naprej zahteva usklajena raziskovalna prizadevanja, CIE pa v svoji raziskovalni strategiji poziva raziskovalno skupnost, naj sodeluje pri razvoju te baze znanja. Kot podpora raziskovalcem in izvajalcem na tem področju bo na spletnem mestu CIE kmalu na voljo zbirka orodij za olajšanje uporabe CIE S 026: 2018. Raziskovalci lahko za predloge študij s temami, ki se navezujejo na raziskovalno strategijo CIE, zaprosijo CIE za pisno podporo predlogu, tako da pošljejo obrazec s prošnjo na e-naslov: [ciecb@cie.co.at](mailto:ciecb@cie.co.at).

## Literatura

- BIPM (2019a) *The International System of Units (SI), 9th Edition*  
Downloadable at <https://www.bipm.org/utills/common/pdf/si-brochure/SI-Brochure-9-EN.pdf>
- BIPM (2019b) *The International System of Units (SI), 9th Edition – Appendix 3: Units for photochemical and photobiological quantities*  
Downloadable at <https://www.bipm.org/utills/common/pdf/si-brochure/SI-Brochure-9-App3-EN.pdf>
- CIE (2015) CIE TN 003:2015 *Report on the First International Workshop on Circadian and Neurophysiological Photometry, 2013*  
Downloadable at [http://files.cie.co.at/785\\_CIE\\_TN\\_003-2015.pdf](http://files.cie.co.at/785_CIE_TN_003-2015.pdf)
- CIE (2016) CIE DIS 017:2016 *ILV: International Lighting Vocabulary, 2nd Edition*
- CIE (2018) CIE S 026:2018 *CIE System for Metrology of Optical Radiation for ipRGC-Influenced Responses to Light*
- ISO/CIE (2002) ISO 8995-1:2002/CIE S 008:2001 *Lighting of Work Places - Part 1: Indoor*
- ISO (in preparation) ISO/CIE TR 21783 *Light and lighting — Integrative lighting — Non-visual effects*
- Lucas, R.J., Peirson, S.N., Berson, D.M., Brown, T.M., Cooper, H.M., Czeisler, C.A., Figueiro, M.G., Gamlin, P.D., Lockley, S.W., O'Hagan, J.B., Price, L.L., Provencio, I., Skene, D.J., Brainard, G.C. (2014) Measuring and using light in the melanopsin age. *Trends in Neuroscience* 37(1): 1-9.
- Nowozin, C., Wahnschaffe, A., Rodenbeck, A., de Zeeuw, J., Hadel, S., Kozakov, R., Schopp, H., Munch, M., Kunz, D. (2017) Applying Melanopic Lux to Measure Biological Light Effects on Melatonin Suppression and Subjective Sleepiness. *Curr Alzheimer Res* 14(10): 1042-1052.
- Prayag, A.S., Najjar, R.P., Gronfier, C. (2019) Melatonin suppression is exquisitely sensitive to light and primarily driven by melanopsin in humans. *Journal of Pineal Research* 0(ja): e12562.

Souman, J.L., Borra, T., de Goijer, I., Schlangen, L.J.M., Vlaskamp, B.N.S., Lucassen, M.P. (2018) Spectral Tuning of White Light Allows for Strong Reduction in Melatonin Suppression without Changing Illumination Level or Color Temperature. *Journal of Biological Rhythms* 33(4): 420-431.

Spitschan, M. (2019) Photoreceptor inputs to pupil control. *Journal of Vision* 19(9): 5-5

## O CIE, SDR in izjavah o stališčih

Mednarodna komisija za razsvetljavo - znana tudi kot CIE iz njenega francoskega naslova, Commission Internationale de l'Éclairage - je namenjena mednarodnemu sodelovanju in izmenjavi informacij o vseh tematikah, ki so povezane z znanostjo ter umetnostjo svetlobe in razsvetljave, barv in vida, fotobiologije ter slikovne tehnologije.

CIE je s tehničnimi, znanstvenimi in kulturnimi temelji neodvisna neprofitna organizacija, ki prostovoljno služi državam članicam. CIE je bil od ustanovitve leta 1913 sprejet kot najpomembnejši organ na tem področju. Zato ga mednarodna standardizacijska organizacija ISO priznava kot mednarodno telo za standardizacijo, ki objavlja mednarodno veljavne standarde o temeljih svetlobe in razsvetljave.

Izjave o stališčih CIE odobri upravni odbor CIE, ki vključuje direktorje vseh sekcij CIE (organov, ki izvajajo znanstveno delo CIE), potem ko so predhodno poskrbeli za dogovor z vsemi ustreznimi tehničnimi odbori CIE.

Slovensko društvo za razsvetljavo povezuje vse, ki se ukvarjajo z razsvetljavo na strokovnem in znanstvenem področju. SDR je prostovoljna, neprofitna in nevladna organizacija v javnem interesu. SDR povezuje slovensko strokovno in splošno javnost z mednarodnimi organizacijami kot je CIE. CIE pa preko SDR širi spoznanja in novosti o razsvetljavi v Sloveniji. Slovenski nacionalni komite pri CIE je pripravil ta prevod IZJAVE O STALIŠČU.

Originalno izjavo v angleškem jeziku najdete tukaj:

[http://www.cie.co.at/files/CIE%20Position%20Statement%20-%20Proper%20Light%20at%20the%20Proper%20Time%20%282019%29\\_0.pdf](http://www.cie.co.at/files/CIE%20Position%20Statement%20-%20Proper%20Light%20at%20the%20Proper%20Time%20%282019%29_0.pdf)

Dodatne informacije:

Centralni urad CIE

Kathryn Nield, generalna sekretarka

Babenbergerstraße 9 / 9A

A-1010 Dunaj, Avstrija

e-pošta: [kathryn.nield@cie.co.at](mailto:kathryn.nield@cie.co.at)

Spletna stran: <http://www.cie.co.at>

SDR

Matej B. Kobav, tajnik društva

Tržaška cesta 25

1000 Ljubljana

e-pošta: [matej.kobav@fe.uni-lj.si](mailto:matej.kobav@fe.uni-lj.si)

Spletna stran: <http://www.sdr.si>