



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

## CIE holdningserklæring om ikke-visuelle effekter af lys

### ANBEFALING AF DET RETTE LYS TIL DEN RETTE TID

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

Oktober 3, 2019

#### Baggrund

Lys er defineret som elektromagnetisk stråling, der kan skabe en visuel oplevelse ved direkte at stimulere nethindens fotoreceptorer i det visuelle system. Udover at muliggøre synsansen, styrer disse fotoreceptorer også biologiske effekter, der mærkbart regulerer menneskets sundhed, ydeevne og velvære. Lys er den vigtigste effekt til at synkronisere det menneskelige biologiske ur. Det kan ændre faserne af døgnrytmen og kan regulere timingen og kvaliteten af vores søvn. Lys om aftenen og natten kan forstyrre vores søvn og kan forårsage akut undertrykkelse af den natlige frigivelse af hormonet melatonin. Der er også rapporter om, at lys kan øge hjerterytmen, forbedre årvågenheden, lindre både vinterdepression og ikke-sæsonbetonet depression, påvirke kroppens termoregulering og påvirke hjerneaktivitet målt med elektroencefalogram (EEG). Lyseksposering fremkalder hurtige reaktioner (i tidsintervaller fra millisekunder til sekunder) i pupillerefleksen eller i hjerneaktivitet. For at markere forskellen til perceptuel syn, omtales disse effekter ofte som ikke-billeddannende (Non-Image-forming NIF) eller ikke-visuelle (Non-Visual) effekter af lys. I de senere år er forskellige markedsføringsbetegnelser, såsom "human-centreret belysning" (Human centric lighting HCL), "døgnrytmebelysning" og "biodynamisk belysning", blevet brugt til at beskrive belysningsløsninger, der er målrettet mod sådanne effekter. I den kommende 2. udgave af CIEs standardiserede internationale belysnings ordliste, der i øjeblikket findes som DIS (CIE 2016), er "integrerende belysning" den officielle betegnelse for belysning, der specifikt er beregnet til at integrere visuelle og ikke-visuelle effekter, og hvor de genererede fysiologiske og psykologiske effekter på mennesker afspejles i videnskabelige evidens.

De ovennævnte biologiske effekter fremkaldes, når lys stimulerer fotoreceptorer i øjnene. De klassiske receptorer for syn, stave og tappe, er relativt godt forstået og beskrevet indgående i eksisterende CIE-publikationer. Banebrydende arbejde har indenfor de sidste 25 år afsløret, at øjet har en anden slags fotoreceptorer. Disse fotoreceptorer spiller en vigtig rolle i ikke-visuelle effekter af lys og har en høj følsomhed i den del af det synlige spektrum med kortere bølgelængder. Sådanne fotoreceptorer er kendt som intrinsisk-fotofølsomme nethindeganglionceller (eng.: intrinsically-photosensitive retinal ganglion cells (ipRGC)), og deres intrinsiske fotosensitivitet er baseret på fotopigmentet melanopsin.

Baseret på resultatet af en uafhængig workshop med førende forskere inden for kvantificering af lys til ikke-visuelle effekter i Manchester i 2013 (se CIE TN 003:2015 (CIE 2015)) udstedte CIE en international standard, CIE S 026:2018 (CIE 2018), der definerer et system til metrologi for optisk stråling for lysinducerede responser, der kan fremkaldes af ipRGCs (ipRGC-

---

<sup>1</sup> Denne udgave erstatter holdningserklæringen fra CIE fra 2015 om samme emne.

induceret lys(IIL)-respons). Regulatorer og praksis for belysning fokuserer stadig ofte på visuelle og energieffektivitetsaspekter ved lys, hvor der kun er lidt eller ingen opmærksomhed mod IIL-respons. Omvendt er der mange belysningsprodukter, der kommer ind på markedet, primært beregnet til at påvirke IIL, men uden omhyggelig overvejelse af andre kvalitetsaspekter af belysningen. En ukorrekt balance mellem disse to tilgange kan resultere i lysforhold, der går på kompromis med menneskers velvære, sundhed og funktion, og som mislykkes med hensyn til den samlede belysningskvalitet. Siden den første udgave af denne holdningserklæring i 2015, har CIE udstedt relevante publikationer og engageret sig i forskellige samarbejdsaktiviteter for at gøre fremskridt indenfor dette spændende aspekt af belysningens grundprincipper, teknologi og anvendelser.

### *1. Hvordan karakteriseres lys med hensyn til dets ikke-visuelle effekter: CIE S 026:2018 "CIE System for Metrology of Optical Radiation for ipRGC-Influenced Responses to Light"*

Den internationale standard [CIE S 026:2018](#) (CIE 2018) definerer funktioner for spektral følsomhed, fysiske størrelser og standardmål til at beskrive den optiske strålings evne til at stimulere hver enkelt af de fem typer af ( $\alpha$ -opiske<sup>2</sup>) fotoreceptorer, der kan bidrage til nethindemedierede, ikke-visuelle effekter af lys hos mennesker via melanopsin-indeholdende intrinsisk-fotofølsomme nethindeganglionceller (ipRGC)<sup>3</sup>. Måleenhederne for disse  $\alpha$ -opiske størrelser er i overensstemmelse med det internationale system af enheder (SI) (BIPM 2019a, BIPM 2019b), hvilket er en forudsætning for at kunne lave sporbare målinger og internationale retningslinjer.

For ikke-billeddannende effekter af lys er en beskrivelse af optisk stråling udelukkende i henhold til det fotopiske aktionspektrum ikke tilstrækkelig. Der er desuden ikke et enkelt aktionsspektrum eller lignende simplifikation, der kan beskrive alle øje-relaterede, ikke-visuelle responser på lys. Alle fem receptortyper kan bidrage til disse responser (Lucas et al. 2014). Det relative bidrag af hver enkel fotoreceptortype kan variere afhængigt af det specifikke respons og af egenskaberne ved lyseksponeringen, såsom intensitet, spektrum, varighed, timing (ekstern og intern/døgnrytme), tidligere lyshistorie og individets tilstand i forhold til søvnmangel. Det er værd at bemærke, at i mange tilfælde er lyseksponering for IIL-respons bedre repræsenteret ved at bruge det lodrette måleplan snarere end det vandrette plan til at bestemme  $\alpha$ -opisk irradians (eller  $\alpha$ -opisk ækvivalent dagslys (D65) illuminans ( $\alpha$ -opisk EDI)).

### *2. Identificer det rette lys til den rette tid*

Dette er stadig et centralt spørgsmål for mange mennesker. Som beskrevet i - holdningserklæringen fra 2015 - er CIE aktivt engageret i det internationale fællesskab der forsøger at yde vejledning baseret på solid videnskabelig evidens og konsensus. CIE og ISO / TC 274 udvikler i øjeblikket den første internationale konsensusbaserede tekniske rapport om integrerende belysning (ISO / CIE TR 21783, som er under forberedelse), der anfører såvel de potentielle fordelagtige virkninger som de mulige risici, der skal undgås. Endvidere fandt der i august 2019 i Manchester en anden uafhængig workshop sted, hvor førende forskere på dette område mødtes for at diskutere, hvordan den nuværende indsigt på dette område kan oversættes til retningslinjer for et sundt dagligt mønster for lyseksponering. En konsensuspublikation om resultaterne af workshoppen forberedes i øjeblikket af workshopdeltagerne og vil blive fulgt op af en CIE rapport i form af en Technical Note med flere detaljer fra workshoppen.

---

<sup>2</sup> Ordet  $\alpha$ -opisk repræsenterer S-tap-opisk, M-tap-opisk, L-tap-opisk, rhodopisk eller melanopisk.

<sup>3</sup> CIE S 026 standardens aktionsspektra for de fem humane  $\alpha$ -opiske fotoreceptorklasser (S-tap, M-tap, L-tap, stave og ipRGC'er), tabellagt for hver 1 nm, er tilgængelige her [http://files.cie.co.at/S026\\_Table2\\_Data.xlsx](http://files.cie.co.at/S026_Table2_Data.xlsx).

CIE anerkender, at det at tilbringe tilstrækkelig tid udendørs i løbet af dagen er forbundet med bedre sundhed og velvære, og at eksponering for naturligt lys er en betydelig årsagskomponent i disse effekter. CIE anbefaler også, at man ikke unødigt begrænser dagslys i indendørs miljøer.

For to vigtige, velstuderede, menneskelige ikke-visuelle effekter af lys (undertrykkelse af melatonin og pupilkontrol) samler evidensen sig om at den overordnede lysfølsomhed af disse effekter i vid udstrækning styres af melanopsin-baseret fotoreception (Nowozin et al. 2017, Souman et al. 2017, Souman et al. al. 2018, Prayag et al. 2019, Spitschan 2019). Mens man venter på, at deltagerne fra workshoppen i august 2019, i Manchester udvikler yderligere indsigt og konsensus på dette felt, kommer CIE med følgende indledende anbefaling: Manipulation af melanopsin-baseret fotoreception er en nyttig strategi til at manipulere det overordnede lysinput for at fremkalde en bestemt ikke-visuel respons. Dette betyder, at specifikationer med hensyn til melanopisk EDI er en rimelig førstehåndsmetode som vejledning for, hvordan man manipulerer det menneskelige (polykromatiske) belysningsmiljø. Dette vil gælde for ikke-visuelle reaktioner hos mennesker med et typisk hverdagsliv, altså med en almindelig dagsaktiv tidsplan (så længe disse specifikationer ikke går ud over visuel komfort og visuel ydeevne):

- *En høj melanopisk EDI i løbet af dagen er normalt understøttende for årvågenhed, døgnrytme og en god nats søvn.*
- *En lav melanopisk EDI om aftenen og om natten fremmer start og konsolidering af søvn.*

Egnede lysvariationsmønstre for nat-skifteholdsarbejdere er mere komplekse, da de afhænger af den specifikke tidsplan.

## Mere om CIEs strategi

At levere det rette lys til det rette tidspunkt kræver integrerende tilgange, der imødekommer behov for alle menneskers i et rum. Igangværende CIE-projekter på dette område omfatter den fælles aktivitet med ISO / TC 274 for at revidere den internationale standard for indendørs arbejdspladsbelysning, ISO 8995-1:2002 / CIE S 008:2001 (ISO / CIE 2002).

CIE er forpligtet i alt sit arbejde, til at levere videnskabeligt funderede anbefalinger og til at fremme videnskab, der vil understøtte den næste generation af standarder. Udviklingen af korrekte evidensbaserede anbefalinger kræver en fortsat samlet forskningsindsats, og CIE opfordrer i sin [forskningsstrategi](#) forskningssamfundet til at engagere sig i at videreudvikle dette vidensgrundlag. Som støtte til forskere og praktikere på dette område vil en digital værktøjskasse til at lette anvendelsen af CIE S 026:2018 snart være tilgængelig på [CIEs hjemmeside](#). Forskere, der vil ansøge om forskningsmidler til at studere emner, der er relevante for CIEs forskningsstrategi, kan anmode CIE om et støttebrev til ansøgningen ved at e-maile denne [formular](#) til [ciecb@cie.co.at](mailto:ciecb@cie.co.at).

## References

- BIPM (2019a) *The International System of Units (SI), 9<sup>th</sup> Edition*  
Downloadable at <https://www.bipm.org/utis/common/pdf/si-brochure/SI-Brochure-9-EN.pdf>
- BIPM (2019b) *The International System of Units (SI), 9<sup>th</sup> Edition – Appendix 3: Units for photochemical and photobiological quantities*  
Downloadable at <https://www.bipm.org/utis/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, 2<sup>nd</sup> 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

## Om CIE og dens holdningserklæring

Den Internationale belysningskommission - også kendt som CIE fra dens franske titel, Commission Internationale de l'Éclairage - er viet til internationalt samarbejde og udveksling af oplysninger om alle spørgsmål, der vedrører videnskab og kunst inden for lys og belysning, farve og synssans, fotobiologi og billedteknologi.

Med et stærkt teknisk, videnskabeligt og kulturelt fundament er CIE en uafhængig, non-profit organisation, der betjener medlemslandene på frivillig basis. Siden sin oprettelse i 1913 har CIE været accepteret som repræsentant for den højeste autoritet inden for emnet, og som sådan anerkendes CIE af ISO som et internationalt standardiseringsorgan, der offentliggør globale standarder for grundprincipperne indenfor lys og belysning.

CIE-holdningserklæringer er godkendt af CIE's bestyrelse, der inkluderer direktører for alle CIE-divisioner (de organer, der udfører det videnskabelige arbejde i CIE), efter først at have sikret overensstemmelse med de relevante CIE tekniske komiteer.

### **For yderligere information, kontakt venligst**

CIE Central Bureau  
Kathryn Nield, General Secretary  
Babenbergerstraße 9/9A, A-1010 Vienna, Austria  
Telefon: +43 1 714 31 87  
Email: [kathryn.nield@cie.co.at](mailto:kathryn.nield@cie.co.at)  
Hjemmeside: <http://www.cie.co.at>