Lighting Metropolis
- Green Economy

INDENDØRS BELYSNING

2020-04-20
Version 1.0
Udarbejdet af: STB
Kontrolleret af: JHO

FAKTAARK
Kvalitetskrav h: Sundhedslys

Indledning

Dette faktaark er udarbejdet af NIRAS A/S til brug for projektet "Lighting Metropolis – Green Economy". Formålet er at sikre at kommunerne indenfor det konkrete anvendelsesområde opnår en energieffektiv belysning i høj kvalitet. I faktaarket er der specificeret kvalitetskrav for rumtyper: 1 Færdsel, 2 undervisning, 3 kontor, 4 ophold og 5 spiserum. Er der afvigende krav rumtyperne imellem er det specificeret.

Faktaarket skal anvendes i sammenhæng med flg.:

- Den tekniske kravspecifikation for den aktuelle bygningsanvendelse
- Faktaark a – g, med andre relevante kvalitetskrav til indendørs belysning.

Kvalitetskrav

Der skelnes mellem forskellige kategorier for sundhedslys:

Døgnrytmelys der påvirker mennesker biologisk, og **dynamisk lys** hvor det er den perceptuelle oplevelse, der er i fokus. Der skal tages højde for både visuelle og ikke-visuelle effekter, hvor visuelle kvalitetsparametre for sundhedslys, som krav til farvegengivelse og farvestabilitet, er skærpet i forhold til traditionel belysning. For døgnrytmelys skelnes der mellem systemer der indgår i anvendelser med aktiviteter alene i dagtimer, og systemer hvor døgnrytmelyset anvendes over hele døgnet (24/7).

I oversigten med bygningsanvendelser og rumtyper fremgår det hvilke rumtyper der har potentiale for etablering af sundhedslys.

Den korrelerede farvetemperatur (CCT) skal frit kunne vælges som følgende:

- Dynamisk lys 2.700 – 5.500 Kelvin
- Døgnrytmelys (dag) 2.500 – 6.500 Kelvin
- Døgnrytmelys (24/7) 1.800 – 6.500 Kelvin

For sundhedslys specificeres krav til farvetolerance/farveforskel efter ANSI-metoden (omfatter specifikation for alle nominelle farvetemperaturer, og specificerer de respektive centerpunkter), som angives i *n*-trin i u'v'-cirkel (tilsvarende n-trin i MacAdam ellipse skalaen). Værdier på u'v-cirklen angives i *n* (tilsvarende SDCM-værdi (Standard Deviation Colour Matching)).

For sundhedslys skal følgende *n*-værdier for u'v'-cirklen (nyværdi/vedligeholdt værdi) kræves:

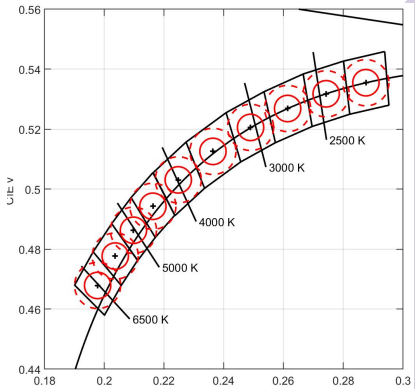
- Færdsel $n \leq$ 4 / 5
- Undervisning, spiserum $n \leq$ 3 / 4
- Kontor, ophold $n \leq$ 3 / 5

GATE 21 INNOVATION SKÅNE Interreg Öresund-Kattegat-Skagerrak European Regional Development Fund EUROPEAN UNION

For lyskildens farvestabilitet over tid kræves (efter 6.000 driftstimer) at den maksimale ændring udgør: Duv (6.000 t) ≤ 0,004

Nominal CCT [K]	Center punkt af cirkel				Radius af cirkel
	CCT [K]	D_{uv}	u'	v'	
2200	2238	0,0000	0,2876	0,5355	0,0044 i (u',v') diagram
2500	2460	0,0000	0,2743	0,5318	
2700	2725	0,0000	0,2614	0,5269	
3000	3045	0,0001	0,2490	0,5206	
3500	3465	0,0005	0,2364	0,5126	
4000	3985	0,0010	0,2248	0,5031	
4500	4503	0,0015	0,2163	0,4943	
5000	5029	0,0020	0,2098	0,4863	
5700	5667	0,0025	0,2037	0,4777	
6500	6532	0,0031	0,1978	0,4679	
Fleksibel CCT	T_F	$D_{uv}(T_F)$			

Tabel 1. Nominelle CCT-værdier med 4-trin u'v' cirkeltolerancer. Kilde: DTU Fotonik



Figur 1. CIE 1976 (*u',v'*) diagram 4-trin (lukkede cirkler) resp. 7-trin (stiplede cirkler) u'v'-cirkler. Kilde: DTU Fotonik

For at sikre et melatonin-niveau med en god, biologisk respons, skal sundhedslys specificeres med følgende niveauer for melanopic equivalent daylight (D65) Illuminance $E_{v,mel}$, som måles vertikalt i øjenhøjde*, og angives i lux:

- Dynamisk lys (ingen krav)
- Døgnrytmelys (dag) $E_{v,mel}$ ≥ 250 lux
- Døgnrytmelys (24/7) (Dag) $E_{v,mel}$ ≥ 250 lux
  (Aften) $E_{v,mel}$ 25 – 100 lux
  (Nat) $E_{v,mel}$ ≤ 3 lux

*) I henhold til anbefalinger i CIE S026 (A.6) skal den vertikale måling af $E_{v,mel}$ udføres med fysiske baffler (hætter), således at detektorens respons svarer til det menneskelige øjes synsfelt.

For sundhedslys skal farvegengivelsen, i alle anvendelser og CCT-værdier, specificeres i kvalitet:

- CRI (Ra) ≥ 90, CRI (R9)≥ 60

Sundhedsbelysningsanlægget skal udføres med et styringssystem med forudindstillede lysscenarier og evt. døgnrytmer, og med mulighed for frit at ændre lysintensitet 0 – 100 % og lysfarve efter anvendelse.

<u>Verifikation</u>

- Lysarmaturproducenten skal levere dokumenterede oplysninger dynamisk CCT (D_{uv}), α-opic EDI (D65), farvegengivelse og (TLA) flimmer. For at sikre målingernes gyldighed bør kontrolmålinger udføres af et uafhængigt målelaboratorium.
- Måling på stedet af installerede og idriftsatte lysarmaturer med kalibreret farvespektrometer og flicker-meter, udført af en uafhængig part.

<u>Referencer</u>

- CIE S 026/E:2018 - CIE system for Metrology of Optical Radiation for ipRGC-Influenced Responses to Light
- ANSI C78.377-2017 Specifications for the Chromaticity of Solid-State Lighting Products
- Lys der forebygger. Rapport. DOLL Green Lab for Belysning og Fotonik, 2015
- Dynamic Lighting in Classrooms: A new interactive tool for teaching. Report. University of Oulu, 2020