Få styr og styring på belysning

Indhold:

- Hvad siger reglerne – bygningsreglementet og belysningsstandarden?
- Hvilke krav skal overholdes og hvor?
- Udfasning af kviksølvholdige lyskilder i 2023, dvs. kompaktrør og lysstofrør inkl. T8 og T5
- Udskiftning eller ombygning af armaturer til LED?
- Hvornår kan det betale sig at udskifte armaturer og hvor bør man ombygge eksisterende armaturer?

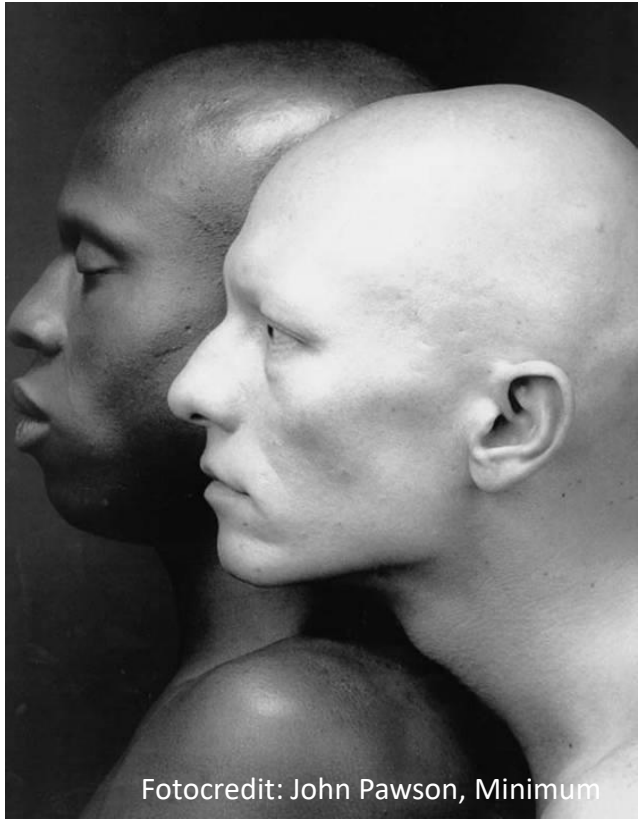
ARTELIA GROUP

Vi kan og skal være med til at gøre en forskel…

I virkeligheden kan man ikke se lys... før det rammer et materiale, der viser lys og skygge.

Fotocredit: Athur Zajonic

Saarinen MIT Chapel


Fotocredit: John Pawson, Minimum

Hvad siger reglerne?

BR18 Krav til elektrisk belysning

§ 382 - § 384 **Elektrisk belysning**

§ 382 Arbejdsrum mv. og fælles adgangsveje skal:

1. Have elektrisk belysning i fornødent omfang. Arbejdspladsbelysning skal udføres i overensstemmelse med DS/EN 12464-1 Lys og belysning – Belysning ved arbejdspladser – Del 1: Indendørs arbejdspladser sammen med DS/EN 12464-1 DK NA.
2. Forsynes med energieffektiv belysning.
3. Forsynes med automatisk dagslysstyring, hvis der er tilstrækkeligt dagslys.
4. Hvor der kun er lejlighedsvis benyttelse, forsynes med bevægelsesmeldere. Bestemmelsen gælder også baderum og toiletter i tilknytning til arbejdsrum mv. Anvendelse af bevægelsesmeldere kan udelades, hvor slukning af lyset kan give risiko for ulykker, eller hvor lyskilderne ikke er egnet hertil.
5. Udføres med belysningsanlæg opdelt i zoner med mulighed for benyttelse efter dagslysforhold og aktiviteter. I mindre arbejdsrum, f.eks. enkeltmandskontorer, kan kravet fraviges.

Stk. 2. Stk. 1 kan fraviges, når opfyldelsen vil betyde en afgørende ulempe for virksomhedens drift.

§ 383 § 382 gælder også ved udskiftning af armaturer. Ved udskiftning af armaturer er § 382, stk. 1, nr. 3-5, dog kun gældende, hvor foranstaltningerne samlet set har den fornødne rentabilitet, jf § 275.

§ 384 Der skal gennemføres en funktionsafprøvning af belysningsanlægget før ibrugtagning. Funktionsafprøvningen skal dokumentere, at belysningsanlægget overholder bygningsreglementets krav til belysningsstyrke, samt at dagslysstyring, bevægelsesmeldere og zoneopdeling fungerer efter hensigten

BR-V **Bygningsreglementets vejledning om funktionsafprøvning**

BR18 Vejledning for elektrisk belysning

1.3 **Elektrisk belysning (§ 382-383)**

Der skal sikres acceptable lysforhold gennem elektrisk belysning. Belysningen skal etableres så den modsvarer de enkelte rums anvendelse i bygningen.

På arbejdspladser stiller bygningsreglementet krav til, at man følger DS/EN 12464-1. Det drejer sig for eksempel om kontorarbejdspladser, klasseværelser og opholdsrum i institutioner. For de øvrige rum og arealer i arbejdsbygninger, hvor der ikke er arbejdspladser, fx spiserum, møderum, stillerum, depoter og printerrum vil man være sikker på at opfylde kravene om tilstrækkelig belysning, hvis man følger værdierne for belysningsniveau og blænding i DS/EN 12464-1.

Yderligere beskrivelse og mulige projekteringskriterier kan findes i DS/EN 12464-2 Lys og belysning - Lys ved arbejdspladser - Del 2: Udendørs arbejdspladser, DS/EN 12665 Lys og belysning - Grundlæggende begreber og kriterier til beskrivelse af krav til belysning, og DS/EN 12193 Lys og belysning – Sportsbelysning.

I rum med begrænset eller ingen dagslysadgang kan dagslysstyring udelades.

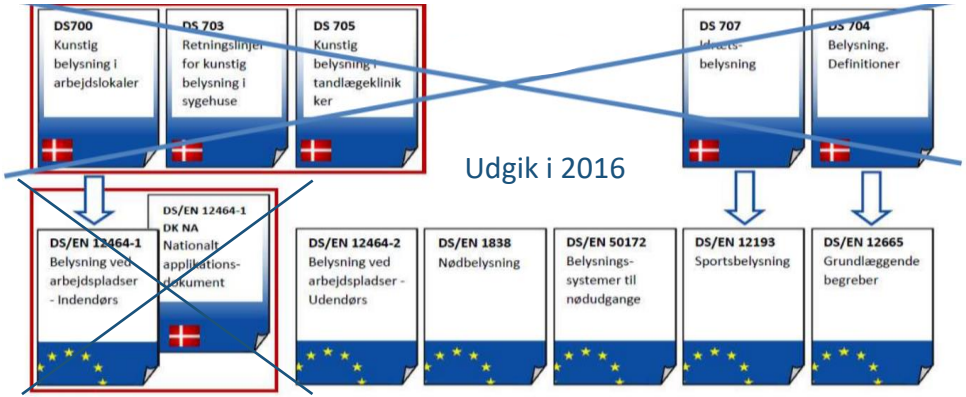
Bestemmelsen om bevægelsesmeldere gælder også baderum og toiletter i tilknytning til arbejdsrum mv. Ved f.eks. lagerhaller med truckkørsel kan bevægelsesmeldere give risiko for ulykker og der kan derfor i sådanne tilfælde fraviges fra kravet herom.

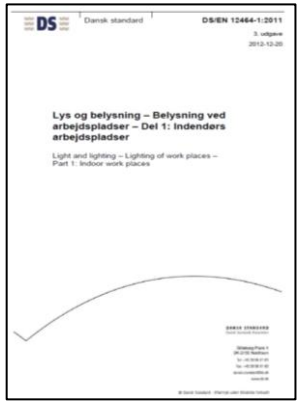
Zoneopdeling sikrer, at der er mulighed for at begrænse brugstiden mest muligt. Bestemmelsen indebærer f.eks., at belysningsarmaturer nær vinduer kan udgøre én zone, mens armaturer placeret inde i rummet kan udgøre én eller flere selvstændige zoner.

Der henvises til vejledning om installationer i eksisterende bygninger

1.4 **Funktionsafprøvning (§ 384)**

Hvad siger reglerne?





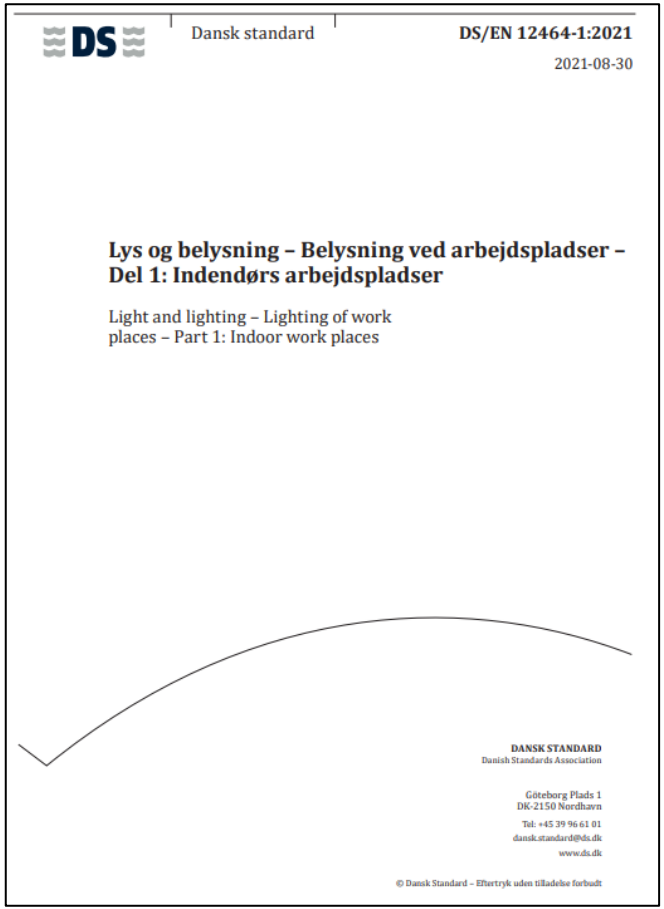
+

DS/EN 12464-1:2011
+ DKNA 2015

blev erstattet af

DS/EN12464-1:2021

pr. 01.01.2022



ARTELIA GROUP

Udfasning af kviksølvholdige lyskilder i 2023

EU Commission adopts regulation to ban all fluorescent lighting by September 2023

(eceee news, 17 Dec 2021) The European Commission has now adopted 12 regulations under the RoHS Directive effectively banning fluorescent lighting for sale in the EU by September 2023. On a cumulative basis between 2023 and 2035, the much-delayed decision to phase-out these mercury-containing lamps will save approximately €18.2 billion, as well as 190 TWh of electricity and 1.8 metric tonnes of toxic mercury. The EU decision will provide crucial support to a global effort to phase-out fluorescents under the Minamata Convention on Mercury, where a key decision is expected in late March.

Kompaktrør:

Undtagelse		Udstrækning og gyldighedsdatoer
»1.	Kviksølv i (kompakt)lysstofrør med én sokkel, højst (pr. brænder):	
1.a	til almenbelysning < 30 W: 2,5 mg	Udløber den 24. februar 2023
1.b	til almenbelysning ≥ 30 W, men < 50 W: 3,5 mg	Udløber den 24. februar 2023
1.c	til almenbelysning ≥ 50 W, men < 150 W: 5 mg	Udløber den 24. februar 2023
1.d	til almenbelysning ≥ 150 W: 15 mg	Udløber den 24. februar 2023
1.e	til almenbelysning, af cirkulær eller kvadratisk form og med rørdiameter ≤ 17 mm: 5 mg	Udløber den 24. februar 2023«

Kilde: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32022L0276

Lysstofrør, herunder T5, T8, og trepulver-rør:

Undtagelse		Udstrækning og gyldighedsdatoer
»2.a	Kviksølv i lineære lysstofrør med to sokler til almenbelysning, højst (pr. rør):	
2.a.1	trepulverrør med normal levetid og rørdiameter < 9 mm (f.eks. T2): 4 mg	Udløber den 24. februar 2023
2.a.2	trepulverrør med normal levetid og rørdiameter ≥ 9 mm, men ≤ 17 mm (f.eks. T5): 3 mg	Udløber den 24. august 2023
2.a.3	trepulverrør med normal levetid og rørdiameter > 17 mm, men ≤ 28 mm (f.eks. T8): 3,5 mg	Udløber den 24. august 2023
2.a.4	trepulverrør med normal levetid og rørdiameter > 28 mm (f.eks. T12): 3,5 mg	Udløber den 24. februar 2023
2.a.5	trepulverrør med lang levetid (≥ 25 000 timer): 5 mg.	Udløber den 24. februar 2023«

Kilde: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32022L0284

Hvad hvis man kun udskifter lyskilder?

- Ved udskiftning af enkelte lyskilder (E27, T5 lysstofrør osv.) skal man ikke leve op til DS/EN 12464-1, hvis belysningen ikke ændres og stadig lever op til belysningskravene på tidspunktet for bygningens myndighedsgodkendelse.
- Ved større udskiftning af lyskilder på rum- og bygningsniveau, skal belysningen leve op til DS/EN12464-1, dvs. at armatur og ny lyskilde skal lysmåles og belysningskrav dokumenteres.

Pas på ved 1:1 udskiftning af lyskilder.

- Lyskilden skal passe til armaturet – der er oftest en anden lysfordeling ved erstatningslyskilder. Det har belysning for hvordan armaturet lyser, lysets regelmæssighed i rummet og for blænding.
- Pas på dæmp – der er ofte anden dæmpningsprofil, så lyset ikke fungerer efter hensigten ved dæmp.
- Flimmer – nogle erstatningslyskilder flimrer for meget, , særligt ved dæmp.
- Spoler i lysstofrørsarmaturer kan være slidt, så armaturerne alligevel skulle have været udskiftet.
- Pas på PCB i lysstofrørsarmaturer (før 1886, T8, hvis kondensatoren lækker)
- Man bør kun bruge erstatningslyskilder i sekundære rum uden faste arbejdspladser og uden dæmp

DS/EN 12464-1 - krav til arbejdsfelter og/eller aktivitetsområder

7 Oversigt over specifikke belysningskrav (EN)

7.1 Tabellernes opbygning (EN)

For anvendelse af tabellerne i 7.3, se pkt. 6.

I **kolonne 1** er **reference**nummeret for hvert arbejdsfelt eller aktivitetsområde anført.

I **kolonne 2** er de **arbejdsfelter eller aktivitetsområder**, for hvilke der gælder særlige krav, anført. Hvis en bestemt opgave eller aktivitet ikke er anført, bør de værdier, der gælder for en tilsvarende sammenlignelig situation, anvendes. Arbejdsfelter eller aktivitetsområder kan også være et rum, fx en gang eller hvilerum.

I **kolonne 3** angives **driftsbelysningsstyrken**, $\bar{E}_m$, for referenceoverfladen (se 5.3) for det rum (område), hvori arbejdsopgaven eller aktiviteten fra kolonne 2 udføres.

I **kolonne 4** angives den modificerede **driftsbelysningsstyrke**, $\bar{E}_m$, under hensyntagen til kontekstbestemte tilpasninger, når synsforholdene afviger fra de almindelige forudsætninger (se 5.3.3) på referenceoverfladen (se 5.3) for det rum (område), hvori arbejdsopgaven eller aktiviteten fra kolonne 2 udføres.

NOTE — Lysstyring kan være påkrævet for at opnå passende fleksibilitet for de forskellige opgaver, der skal udføres.

I **kolonne 5** angives **mindsteværdierne for belysningsstyrkens regelmæssighed**, U_o, på referenceoverfladen for driftsbelysningsstyrken, $\bar{E}_m$, som vælges i henhold til pkt. 7.

I **kolonne 6** angives **mindsteværdier for farvegengivelsesindekset** (R_a) (se 5.7.3) for de situationer, der er anført i kolonne 2.

I **Kolonne 7** angives de **UGR-grænseværdier** (Unified Glare Rating limit, R_{UGL}), som gælder for de situationer, der er anført i kolonne 2 (se 5.5.3.2).

I **kolonne 8** angives den cylindriske **driftsbelysningsstyrke**, $\bar{E}_{m,z}$, til genkendelse af objekter og personer som beskrevet i 5.6.2.

I **kolonne 9** angives **driftsbelysningsstyrken på vægge**, $\bar{E}_{m,wall}$, som beskrevet i 5.2.3.

I **kolonne 10** angives **driftsbelysningsstyrken på lofter**, $\bar{E}_{m,ceiling}$, som beskrevet i 5.2.3.

I **kolonne 11** angives **særlige krav** til de situationer, der er anført i kolonne 2.

Tabel 34 — Kontorer

1 Ref. nr.	2 Type arbejdsfelt/ aktivitetsområde	3 $\bar{E}_m$ lx	4	5 U_o	6 R_a	7 R_{UGL}	$\bar{E}_{m,z}$ lx	$\bar{E}_{m,wall}$ lx	$\bar{E}_{m,ceiling}$ lx	Specifikke krav
		påkrævet[a]	modificeret[b]				8	9 $U_o \geq 0{,}10$	10	11
34.1	Arkivering, kopiering osv.	300	500	0,40	80	19	100	100	75	
34.2	Skrivning, tastning, læsning, databehandling	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Skærmarbejde, se 5.9. Rums oplevede lyshed, se 6.7 og anneks B. Belysning bør kunne reguleres, se 6.2.4. For mindre cellekontorer gælder kravet til vægge forvæggen. For andre vægge kan et mindre krav om minimum 75 lx accepteres.
34.3	Teknisk tegning	750	1 500	0,70	80	16	150	150	100	Skærmarbejde, se 5.9. Rums oplevede lyshed, se 6.7.
34.4	CAD-arbejdspladser	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Skærmarbejde, se 5.9.
34.5.1	Konference- og mødelokaler	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Belysning bør kunne reguleres, se 6.2.4.
34.5.2	Konferencebord	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Belysning bør kunne reguleres, se 6.2.4.
34.6	Receptionsskranke	300	750	0,60	80	22	100	100	75	Hvis receptionsskranken omfatter en regulær arbejdsplads, bør denne være belyst i overensstemmelse hermed.
34.7	Filarkivering	200	300	0,40	80	25	75	75	50	

[a] påkrævet: minimumværdi

[b] modificeret: tager højde for almindelige kontekstbestemte tilpasninger i 5.3.3

Krav til driftsbelysningsstyrken E_m for referenceoverfladen

Tabel 34 — Kontorer

Ref. nr.	Type arbejdsfelt/ aktivitetsområde	$\bar{E}_m$ lx		U_o	R_a	R_{UGL}	$\bar{E}_{m,z}$ lx	$\bar{E}_{m,wall}$ lx	$\bar{E}_{m,ceiling}$ lx	Specifikke krav
		påkræveta	modificeretb				$U_o \geq 0{,}10$			
34.1	Arkivering, kopiering osv.	300	500	0,40	80	19	100	100	75	
34.2	Skrivning, tastning, læsning, databehandling	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Skærmarbejde, se 5.9. Rums oplevede lyshed, se 6.7 og anneks B. Belysning bør kunne reguleres, se 6.2.4. For mindre cellekontorer gælder kravet til vægge forvæggen. For andre vægge kan et mindre krav om minimum 75 lx accepteres.
34.3	Teknisk tegning	750	1 500	0,70	80	16	150	150	100	Skærmarbejde, se 5.9. Rums oplevede lyshed, se 6.7.
34.4	CAD-arbejdspladser	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Skærmarbejde, se 5.9.
34.5.1	Konference- og mødelokaler	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Belysning bør kunne reguleres, se 6.2.4.
34.5.2	Konferencebord	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Belysning bør kunne reguleres, se 6.2.4.
34.6	Receptionsskranke	300	750	0,60	80	22	100	100	75	Hvis receptionsskranken omfatter en regulær arbejdsplads, bør denne være belyst i overensstemmelse hermed.
34.7	Filarkivering	200	300	0,40	80	25	75	75	50	

a påkrævet: minimumværdi

b modificeret: tager højde for almindelige kontekstbestemte tilpasninger i 5.3.3

I **kolonne 3** angives **driftsbelysningsstyrken**, $\bar{E}_m$, for referenceoverfladen (se 5.3) for det rum (område), hvori arbejdsopgaven eller aktiviteten fra kolonne 2 udføres.

5.3 Belysningsstyrke (EN)

5.3.1 Generelt (EN)

Områder, der skal belyses, er opgave- og aktivitetsområder, de omgivende felter og baggrundsområder, vægge, lofter og objekter i rummet.

Belysningsstyrken og dens fordeling på arbejdsfeltet og det omgivende felt har stor betydning for, hvor hurtigt, sikkert og ubesværet en person opfatter og udfører synsopgaven.

Alle værdier for belysningsstyrke, der er angivet i dette dokument, er værdier for driftsbelysningsstyrker og opfylder kravene til visuel komfort og præstation.

Ved projektering af højere belysningsstyrker er der mulighed for at benytte kontekstbestemte tilpasninger (se tabel 1 og tabel 2) og styringer. Højere belysningsstyrker skal anvendes, hvor det er relevant, fx kun enkelte perioder i løbet af dagen.

For beregning og måling af gennemsnitlige belysningsstyrker og regelmæssigheder skal beregningsnetspecifikationen i 5.4 bruges.

5.3.2 Skala for belysningsstyrker (EN)

For sansemæssigt at kunne skelne er de anbefalede luminanstrin (i lx) i henhold til EN 12665:

5 – 7,5 – 10 – 15 – 20 – 30 – 50 – 75 – 100 – 150 – 200 – 300 – 500 – 750 – 1 000 – 1 500 – 2 000 – 3 000 – 5 000 – 7 500 – 10 000

5.3.3 Belysningsstyrker på arbejdsfeltet eller aktivitetsområdet (EN)

Værdien for driftsbelysningsstyrken skal som minimum opfylde kravet i pkt. 7 ($\bar{E}_m$, krævet) og skal gælde normale synsforhold under hensyntagen til følgende faktorer:

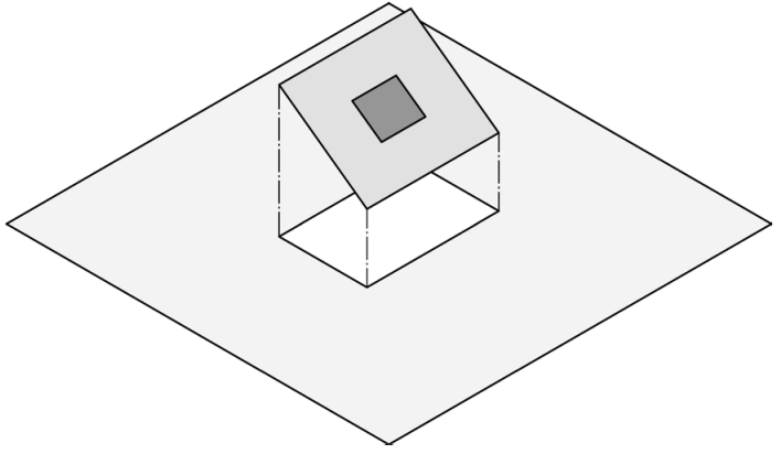
- psykofysiologiske aspekter så som visuel komfort og trivsel
- krav til synsopgaver
- synsergonomi
- praktisk erfaring
- bidrag til funktionel sikkerhed
- økonomi.

De i pkt. 7 angivne værdier er værdier for driftsbelysningsstyrker på arbejdsfeltet eller på aktivitetsområdet på referenceoverfladen, som kan være vandret, lodret eller skrå.

Det anbefales dog at øge driftsbelysningsstyrken (med et eller to trin på belysningsstyrkeskalaen (se 5.3.2)) afhængigt af de kontekstbestemte tilpasninger angivet i tabel 1, hvis forudsætningerne adskiller sig fra de normale synsforhold.

Eksempelvis anbefales en øgning på et enkelt trin, hvis en eller to af de i tabel 1 angivne betingelser gælder, og en øgning på to trin anbefales, hvis mere end to af disse betingelser gælder. Se eksempler i anneks C.

Opgaveflet/aktivitetsområde – omgivende felt og baggrundsomr.



Forklaring

- opgavefelt eller aktivitetsområde (ikke målestokstro) i en specificeret størrelse og placering (se 5.3.3)
- omgivende felt (bredde på mindst 0,5 m omkring arbejdsfeltet eller aktivitetsområdet inden for synsfeltet)
- baggrundsområde (mindst 3 m bredt omkring det omgivende felt inden for rummets afgrænsning, for så vidt angår mindre rum) vandret i gulvniveau

Figur 1 — Minimumdimensioner for det omgivende felt og baggrundsområde i forhold til arbejdsfeltet og aktivitetsområdet (figuren er ikke målestokstro)

5.3.4 Belysningsstyrke på det omgivende felt (EN)

Store rumlige variationer i belysningsstyrker omkring arbejdsfeltet eller aktivitetsområdet kan føre til visuel stress og ubehag.

Belysningsstyrken på det omgivende felt skal stå i forhold til belysningsstyrken på arbejdsfeltet eller aktivitetsområdet og bør skabe en afbalanceret luminansfordeling i synsfeltet. Det omgivende felt bør have en bredde på mindst 0,5 m omkring arbejdsfeltet inden for synsfeltet.

Belysningsstyrken på det omgivende felt kan være lavere end belysningsstyrken på arbejdsfeltet men må ikke være mindre end de værdier, der er angivet i tabel 3.

Ud over belysningsstyrken på arbejdsfeltet og aktivitetsområdet skal belysningen give tilstrækkelig adaptationsluminans i henhold til 5.2.

Det omgivende felts størrelse og placering skal angives og dokumenteres.

Tabel 3 — Forholdet mellem belysningsstyrker på det omgivende felt og belysningsstyrke på arbejdsfeltet eller aktivitetsområdet

Belysningsstyrker på arbejds feltet eller aktivitetsområdet $\bar{E}_m$ lx	Belysningsstyrke på det omgivende felt lx
≥ 750	500
500	300
300	200
200	150
≤ 150	*lig med arbejdsfeltet*

Figur 1 viser minimumdimensionen for det omgivende felt i forhold til arbejdsfeltet.

5.3.5 Belysningsstyrke på baggrundsområdet (EN)

På indendørs arbejdspladser, især arbejdspladser uden dagslys, skal et stort område uden for det omgivende felt belyses. Baggrundsområdet udgøres af et vandret område i gulvniveau. Det støder op til det omgivende felt inden for rummets afgrænsning og skal belyses med en driftsbelysningsstyrke på 1/3 af værdien for det omgivende felt. For større rum skal området være mindst 3 m bredt.

Baggrundsområdets størrelse og placering skal angives og dokumenteres.

Figur 1 viser minimumdimensionen for baggrundsområdet i forhold til arbejdsfeltet og det omgivende felt.

Vedligeholdelsesfaktor (armatur L-værdi: L70, L80, L90 eller CLO)

6.3 Vedligeholdelsesfaktor (EN)

Belysningen skal projekteres under hensyntagen til en overordnet vedligeholdelsesfaktor (f_m), der er beregnet for det valgte belysningsudstyr, miljøet og den specificerede vedligeholdelsesplan for arbejdsfeltet eller aktivitetsområdet i henhold til ISO/CIE TS 22012.

Belysningsstyrkekravene for hver opgave som specificeret i pkt. 7 er angivet som værdier for driftsbelysningsstyrke ($\bar{E}_m$). Startbelysningsstyrken, $\bar{E}_i$, kan beregnes af $\bar{E}_m$ som følger:

$$\bar{E}_i = \frac{\bar{E}_m}{f_m} \qquad (3)$$

hvor

$\bar{E}_m$ er driftsbelysningsstyrken

$\bar{E}_i$ er startbelysningsstyrken

f_m er vedligeholdelsesfaktoren.

Den projekterende skal

- angive vedligeholdelsesfaktoren, f_m, og opliste alle forudsætninger, der er anvendt til bestemmelse af værdien
- specificere belysningsudstyr, der er egnet til omgivelserne, og
- udarbejde en vedligeholdelsesplan, der fx skal indeholde hyppigheden af lyskildeudskiftning, intervaller for rengøring af armaturer og rum.

Vedligeholdsfaktoren, f_m, har stor indflydelse på energieffektiviteten. Forudsætningerne, der anvendes til bestemmelse af vedligeholdelsesfaktoren, f_m, skal både være realistisk opnåelige og optimeres på en måde, som medfører en høj værdi.

NOTE 1 — ISO/CIE TS 22012 indeholder vejledning vedrørende vedligeholdsfaktoren, og yderligere oplysninger om bestemmelsen af f_m for elektriske indendørs belysningsanlæg kan findes i CIE 97.

Beregning af vedligeholdelsesfaktor ved pendlede armaturer i et rent miljø

Armatur	Lysnedgang	Lyskildeudfald	Armaturtilsmudsning	Rumtilsmudsning	Vedligeholdelsesfaktor
L80-armatur	0,80	× 1,00	× 0,94	× 0,95	= 0,71
L90-armatur	0,90	× 1,00	× 0,94	× 0,95	= 0,80

Værdier for lyskildeudfald, armaturtilsmudsning og rumtilsmudsning er angivet i CIE 97:2005.

Kilde: Fagerhult

L70-armatur	0,70	x 1,00	x 0,94	x 0,95	= 0,63

Vedligeholdelsesfaktor fremgår af lysberegningen

Grundflade: 26.94 m² | Reflektanser: Loft: 70.0 %, Vægge: 51.6 %, Gulv: 51.3 % | Vedligeholdelsesfaktor: 0.80 (fastlagt værdi) | Højde af oplyst rum: 2.750 m | Montagehøjde: 2.500 m

Rummets overfladers reflektanser

5.2.2 Overfladers reflektans (EN)

Høje overfladereflektanser bidrager til energibesparelser og kan føre til bedre visuel komfort. For valg af materialer anbefales følgende reflektansområder:

- lofter: 0,7 til 0,9
- vægge: 0,5 til 0,8
- gulve: 0,2 til 0,6.

Større objekters reflektans (fx møbler, maskiner osv.) bør ligge mellem 0,2 og 0,7.

NOTE — Klart indvendigt glas har typisk en reflektans på 0,1.

Ved projekteringsberegninger bør overfladereflektanser defineres så tæt på de virkelige overflader som muligt, idet der tages højde for variation i reflektansen hen over overfladen.

Reflektanser for rummets overflader fremgår af lysberegningen

Grundflade: 26.94 m² | Reflektanser: Loft: 70.0 %, Vægge: 51.6 %, Gulv: 51.3 % | Vedligeholdelsesfaktor: 0.80 (fastlagt værdi) | Højde af oplyst rum: 2.750 m | Montagehøjde: 2.500 m

Kontekst modificering - belysningen bør øges

Tabel 34 — Kontorer

Ref. nr.	Type arbejdsfelt/ aktivitetsområde	$\bar{E}_m$ lx		U_o	R_a	R_{UGL}	$\bar{E}_{m,z}$ lx	$\bar{E}_{m,wall}$ lx	$\bar{E}_{m,ceiling}$ lx	Specifikke krav
		påkrævet[a]	modificeret[b]				$U_o \geq 0{,}10$			
34.1	Arkivering, kopiering osv.	300	500	0,40	80	19	100	100	75	
34.2	Skrivning, tastning, læsning, databehandling	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Skærmarbejde, se 5.9. Rums oplevede lyshed, se 6.7 og anneks B. Belysning bør kunne reguleres, se 6.2.4. For mindre cellekontorer gælder kravet til vægge forvæggen. For andre vægge kan et mindre krav om minimum 75 lx accepteres.
34.3	Teknisk tegning	750	1 500	0,70	80	16	150	150	100	Skærmarbejde, se 5.9. Rums oplevede lyshed, se 6.7.
34.4	CAD-arbejdspladser	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Skærmarbejde, se 5.9.
34.5.1	Konference- og mødelokaler	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Belysning bør kunne reguleres, se 6.2.4.
34.5.2	Konferencebord	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Belysning bør kunne reguleres, se 6.2.4.
34.6	Receptionsskranke	300	750	0,60	80	22	100	100	75	Hvis receptionsskranken omfatter en regulær arbejdsplads, bør denne være belyst i overensstemmelse hermed.
34.7	Filarkivering	200	300	0,40	80	25	75	75	50	

[a] påkrævet: minimumværdi

[b] modificeret: tager højde for almindelige kontekstbestemte tilpasninger i 5.3.3

I **kolonne 4** angives den modificerede **driftsbelysningsstyrke**, $\bar{E}_m$, under hensyntagen til kontekstbestemte tilpasninger, når synsforholdene afviger fra de almindelige forudsætninger (se 5.3.3) på referenceoverfladen (se 5.3) for det rum (område), hvori arbejdsopgaven eller aktiviteten fra kolonne 2 udføres.

NOTE — Lysstyring kan være påkrævet for at opnå passende fleksibilitet for de forskellige opgaver, der skal udføres.

Pkt. 7 angiver en justeret værdi, som tager højde for almindelige kontekstbestemte tilpasninger ($\bar{E}_m$, justeret). Denne justerede værdi skal ikke betragtes som en øvre grænse.

Tabel 1 — Kontekstbestemte tilpasninger til øgning af driftsbelysningsstyrken

synsarbejdet er særligt vigtigt
fejl er dyre at rette
nøjagtighed, højere produktivitet eller øget koncentration er af stor betydning
detaljerne i synsopgaven er usædvanligt små eller med ringe kontraster
arbejdet udføres over en usædvanligt lang tidsperiode
arbejdsfeltet eller aktivitetsområdet har lav dagslystilgang
den ansattes synsevne er lavere end normalt.

NOTE 1 — Nethindens lysfølsomhed forringes med alderen som følge af reduceret pupilstørrelse og den krystallinske linses øgede spektrale absorption. Det giver mening for belysningseksperter at øge belysningsstyrken på opgaven for at hjælpe ældre med at kompensere for aldersrelateret forringelse af nethindens lysfølsomhed. Yderligere oplysninger kan findes i CIE 227:2017.

NOTE 2 — 6.5 indeholder overvejelser om dagslystilgang.

Det krævede $\bar{E}_m$ i 7.3 er en minimumværdi for almindelige arbejdsbetingelser.

Det kan overvejes at nedsætte belysningsstyrken, når betingelserne i tabel 2 gælder.

Tabel 2 — Kontekstbestemte tilpasninger ved reduktion af den krævede driftsbelysningsstyrke

synsopgaven har usædvanligt store detaljer eller kontraster
arbejdet udføres over en usædvanlig kort tidsperiode.

Brug af dæmpning vil tage højde for eventuelle fremtidige ændringer i arbejdsforholdene.

NOTE 3 — For personer med nedsat syn kan særlige krav være nødvendige i relation til belysningsstyrker og kontraster.

Arbejdsfeltets eller aktivitetsområdets størrelse og placering skal angives og dokumenteres, se figur 1.

For arbejdspladser, hvor arbejdsfeltets eller aktivitetsområdets størrelse og/eller placering er ukendt

- opfattes hele området som arbejdsfeltet eller
- belyses hele området regelmæssigt ($U_o \geq 0{,}40$) til et belysningsniveau angivet af den projekterende; hvis arbejdsfeltet bliver kendt, skal belysningsprojekteringen ændres for at sikre de påkrævede eller modificerede belysningsstyrker.

Hvis arbejdsopgavens art ikke er kendt, må den projekterende opstille nogle forudsætninger om de sandsynlige opgaver og angive opgavekravene.

Belysningens regelmæssighed (U_o)

Tabel 34 — Kontorer

Ref. nr.	Type arbejdsfelt/ aktivitetsområde	$\bar{E}_m$ lx		U_o	R_a	R_{UGL}	$\bar{E}_{m,z}$ lx	$\bar{E}_{m,wall}$ lx	$\bar{E}_{m,ceiling}$ lx	Specifikke krav
		påkræveta	modificeretb				$U_o \geq 0{,}10$			
34.1	Arkivering, kopiering osv.	300	500	0,40	80	19	100	100	75	
34.2	Skrivning, tastning, læsning, databehandling	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Skærmarbejde, se 5.9. Rums oplevede lyshed, se 6.7 og anneks B. Belysning bør kunne reguleres, se 6.2.4. For mindre cellekontorer gælder kravet til vægge forvæggen. For andre vægge kan et mindre krav om minimum 75 lx accepteres.
34.3	Teknisk tegning	750	1 500	0,70	80	16	150	150	100	Skærmarbejde, se 5.9. Rums oplevede lyshed, se 6.7.
34.4	CAD-arbejdspladser	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Skærmarbejde, se 5.9.
34.5.1	Konference- og mødelokaler	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Belysning bør kunne reguleres, se 6.2.4.
34.5.2	Konferencebord	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Belysning bør kunne reguleres, se 6.2.4.
34.6	Receptionsskranke	300	750	0,60	80	22	100	100	75	Hvis receptionsskranken omfatter en regulær arbejdsplads, bør denne være belyst i overensstemmelse hermed.
34.7	Filarkivering	200	300	0,40	80	25	75	75	50	

a påkrævet: minimumværdi

b modificeret: tager højde for almindelige kontekstbestemte tilpasninger i 5.3.3

I **kolonne 5** angives **mindsteværdierne for belysningsstyrkens regelmæssighed**, U_o, på referenceoverfladen for driftsbelysningsstyrken, $\bar{E}_m$, som vælges i henhold til pkt. 7.

5.3.6 Belysningsstyrkens regelmæssighed (EN)

I arbejdsfeltet eller aktivitetsområdet må belysningsstyrkens regelmæssighed (U_o) ikke være under de minimumværdier, der er angivet i tabellerne i 7.3.

Regelmæssigheden skal være $U_o \geq 0{,}40$ i det omgivende felt

På baggrundsområdet, væggene og loftet skal regelmæssigheden være $U_o \geq 0{,}10$.

Elektrisk belysning (§ 382-383) *BR18 vejledning*

Der skal sikres acceptable lysforhold gennem elektrisk belysning. Belysningen skal etableres så den modsvarer de enkelte rums anvendelse i bygningen.

På arbejdspladser stiller bygningsreglementet krav til, at man følger DS/EN 12464-1. Det drejer sig for eksempel om kontorarbejdspladser, klasseværelser og opholdsrum i institutioner. For de øvrige rum og arealer i arbejdsbygninger, hvor der ikke er arbejdspladser, fx spiserum, møderum, stillerum, depoter og printerrum vil man være sikker på at opfylde kravene om tilstrækkelig belysning, hvis man følger værdierne for belysningsniveau og blænding i DS/EN 12464-1.

Yderligere beskrivelse og mulige projekteringskriterier kan findes i DS/EN 12464-2 Lys og belysning - Lys ved arbejdspladser - Del 2: Udendørs arbejdspladser, DS/EN 12665 Lys og belysning - Grundlæggende begreber og kriterier til beskrivelse af krav til belysning, og DS/EN 12193 Lys og belysning – Sportsbelysning.

I rum med begrænset eller ingen dagslysadgang kan dagslysstyring udelades.

Bestemmelsen om bevægelsesmeldere gælder også baderum og toiletter i tilknytning til arbejdsrum mv. Ved f.eks. lagerhaller med truckkørsel kan bevægelsesmeldere give risiko for ulykker og der kan derfor i sådanne tilfælde fraviges fra kravet herom.

Zoneopdeling sikrer, at der er mulighed for at begrænse brugstiden mest muligt. Bestemmelsen indebærer f.eks., at belysningsarmaturer nær vinduer kan udgøre én zone, mens armaturer placeret inde i rummet kan udgøre én eller flere selvstændige zoner.

Der henvises til vejledning om installationer i eksisterende bygninger

Belysningens regelmæssighed (U_o)

Tabel 10 — Almenområder i bygninger – Toilet- og badefaciliteter og førstehjælpsrum

Ref. nr.	Type arbejdsfelt/ aktivitetsområde	$\bar{E}_m$ lx		U_o	R_a	R_{UGL}	$\bar{E}_{m,z}$ lx	$\bar{E}_{m,wall}$ lx	$\bar{E}_{m,ceiling}$ lx	Specifikke krav
		påkræveta	modificeretb				$U_o \geq 0{,}10$			
10.1	Kantiner og pauseområder	200	500	0,40	80	22	75	75	50	
10.2	Hvilerum	100	200	0,40	80	22	50	50	30	
10.3	Lokaler til fysisk træning	300	500	0,40	80	22	100	100	75	
10.4	Garderober (-område), vaskerum, baderum, omklædningsrum, garderobeskabe, bruseområder, håndvask- og toiletområder	200	300	0,40	80	25	75	75	50	På hvert toilet, hvis disse er helt lukkede.
10.5	Ansigtsbelysning foran spejle	200	300	0,40	80	–	–	–	–	Lodret belysningsstyrke 0,5 m foran spejl i hovedhøjde.
10.6	Sygeværelse	500	750	0,60	80	19	150	150	100	
10.7	Lokaler til lægebehandling	500	1 000	0,60	90	19	150	150	100	$4\,000\ K \leq T_{cp} \leq 5\,000\ K$
10.8	Generel rengøring	100	150	0,40	–	–	50	50	30	Kan anvendes, hvor regelmæssig rengøring er nødvendig.

a påkrævet: minimumværdi

b modificeret: tager højde for almindelige kontekstbestemte tilpasninger i 5.3.3

5.3.6 Belysningsstyrkens regelmæssighed (EN)

I arbejdsfeltet eller aktivitetsområdet må belysningsstyrkens regelmæssighed (U_o) ikke være under de minimumværdier, der er angivet i tabellerne i 7.3.

Regelmæssigheden skal være $U_o \geq 0{,}40$ i det omgivende felt

På baggrundsområdet, væggene og loftet skal regelmæssigheden være $U_o \geq 0{,}10$.

Elektrisk belysning (§ 382-383) *BR18 vejledning*

Der skal sikres acceptable lysforhold gennem elektrisk belysning. Belysningen skal etableres så den modsvarer de enkelte rums anvendelse i bygningen.

På arbejdspladser stiller bygningsreglementet krav til, at man følger DS/EN 12464-1. Det drejer sig for eksempel om kontorarbejdspladser, klasseværelser og opholdsrum i institutioner. For de øvrige rum og arealer i arbejdsbygninger, hvor der ikke er arbejdspladser, fx spiserum, møderum, stillerum, depoter og printerrum vil man være sikker på at opfylde kravene om tilstrækkelig belysning, hvis man følger værdierne for belysningsniveau og blænding i DS/EN 12464-1.

Yderligere beskrivelse og mulige projekteringskriterier kan findes i DS/EN 12464-2 Lys og belysning - Lys ved arbejdspladser - Del 2: Udendørs arbejdspladser, DS/EN 12665 Lys og belysning - Grundlæggende begreber og kriterier til beskrivelse af krav til belysning, og DS/EN 12193 Lys og belysning – Sportsbelysning.

I rum med begrænset eller ingen dagslysadgang kan dagslysstyring udelades.

Bestemmelsen om bevægelsesmeldere gælder også baderum og toiletter i tilknytning til arbejdsrum mv. Ved f.eks. lagerhaller med truckkørsel kan bevægelsesmeldere give risiko for ulykker og der kan derfor i sådanne tilfælde fraviges fra kravet herom.

Zoneopdeling sikrer, at der er mulighed for at begrænse brugstiden mest muligt. Bestemmelsen indebærer f.eks., at belysningsarmaturer nær vinduer kan udgøre én zone, mens armaturer placeret inde i rummet kan udgøre én eller flere selvstændige zoner.

Der henvises til vejledning om installationer i eksisterende bygninger

Belysningens regelmæssighed (U_o)

Tabel 9 — Færdselsområder i bygninger

Ref. nr.	Type arbejdsfelt/ aktivitetsområde	$\bar{E}_m$ lx		U_o	R_a	R_{UGL}	$\bar{E}_{m,z}$ lx	$\bar{E}_{m,wall}$ lx	$\bar{E}_{m,ceiling}$ lx	Specifikke krav
		påkrævet[a]	modificeret[b]				$U_o \geq 0{,}10$			
9.1	Gange og færdselsarealer	100	150	0,40	40	28	50	50	30	Belysningsstyrke ved gulvniveau. R_a og R_{UGL} skal ligne nærliggende områder. 150 lx hvis der er køretøjer på ruten. Belysningen ved ind- og udgange skal udgøre en overgangszone for at undgå pludselige ændringer i belysningsstyrken mellem indendørs- og udendørsområder om dagen eller natten. Blænding af bilister og fodgængere bør undgås.
9.2	Trapper, rulletrapper, rullende fortov	100	150	0,40	40	25	50	50	30	Belysningsstyrke ved gulvniveau. Kræver forbedret kontrast forrest på trinene.
9.3	Elevatorer, lifte	100	150	0,40	40	25	50	50	30	Belysningsstyrke ved gulvniveau. Lys foran elevatoren, se ref.nr. 8.4.
9.4	Område foran elevatorer, lifte og rulletrapper	200	300	0,40	40	25	75	75	50	Område op til 1 m foran elevatorer, lifte og rulletrapper Belysningsstyrke ved gulvniveau.
9.5	Læsseramper/-stationer	150	200	0,40	40	25	50	50	–	
9.6	Bygningsindgang med udhæng	30	50	0,40	–	–	–	–	–	

a påkrævet: minimumværdi

b modificeret: tager højde for almindelige kontekstbestemte tilpasninger i 5.3.3

5.3.6 Belysningsstyrkens regelmæssighed (EN)

I arbejdsfeltet eller aktivitetsområdet må belysningsstyrkens regelmæssighed (U_o) ikke være under de minimumværdier, der er angivet i tabellerne i 7.3.

Regelmæssigheden skal være $U_o \geq 0{,}40$ i det omgivende felt

På baggrundsområdet, væggene og loftet skal regelmæssigheden være $U_o \geq 0{,}10$.

Elektrisk belysning (§ 382-383) *BR18 vejledning*

Der skal sikres acceptable lysforhold gennem elektrisk belysning. Belysningen skal etableres så den modsvarer de enkelte rums anvendelse i bygningen.

På arbejdspladser stiller bygningsreglementet krav til, at man følger DS/EN 12464-1. Det drejer sig for eksempel om kontorarbejdspladser, klasseværelser og opholdsrum i institutioner. For de øvrige rum og arealer i arbejdsbygninger, hvor der ikke er arbejdspladser, fx spiserum, møderum, stillerum, depoter og printerrum vil man være sikker på at opfylde kravene om tilstrækkelig belysning, hvis man følger værdierne for belysningsniveau og blænding i DS/EN 12464-1.

Yderligere beskrivelse og mulige projekteringskriterier kan findes i DS/EN 12464-2 Lys og belysning - Lys ved arbejdspladser - Del 2: Udendørs arbejdspladser, DS/EN 12665 Lys og belysning - Grundlæggende begreber og kriterier til beskrivelse af krav til belysning, og DS/EN 12193 Lys og belysning – Sportsbelysning.

I rum med begrænset eller ingen dagslysadgang kan dagslysstyring udelades.

Bestemmelsen om bevægelsesmeldere gælder også baderum og toiletter i tilknytning til arbejdsrum mv. Ved f.eks. lagerhaller med truckkørsel kan bevægelsesmeldere give risiko for ulykker og der kan derfor i sådanne tilfælde fraviges fra kravet herom.

Zoneopdeling sikrer, at der er mulighed for at begrænse brugstiden mest muligt. Bestemmelsen indebærer f.eks., at belysningsarmaturer nær vinduer kan udgøre én zone, mens armaturer placeret inde i rummet kan udgøre én eller flere selvstændige zoner.

Der henvises til vejledning om installationer i eksisterende bygninger

Farvgengivelsesindekset (*Ra/CRI*)

Tabel 34 — Kontorer

Ref. nr.	Type arbejdsfelt/ aktivitetsområde	$\bar{E}_m$ lx		U_o	R_a	R_{UGL}	$\bar{E}_{m,z}$ lx	$\bar{E}_{m,wall}$ lx	$\bar{E}_{m,ceiling}$ lx	Specifikke krav
		påkræveta	modificeretb				$U_o \geq 0{,}10$			
34.1	Arkivering, kopiering osv.	300	500	0,40	80	19	100	100	75	
34.2	Skrivning, tastning, læsning, databehandling	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Skærmarbejde, se 5.9. Rums oplevede lyshed, se 6.7 og anneks B. Belysning bør kunne reguleres, se 6.2.4. For mindre cellekontorer gælder kravet til vægge forvæggen. For andre vægge kan et mindre krav om minimum 75 lx accepteres.
34.3	Teknisk tegning	750	1 500	0,70	80	16	150	150	100	Skærmarbejde, se 5.9. Rums oplevede lyshed, se 6.7.
34.4	CAD-arbejdspladser	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Skærmarbejde, se 5.9.
34.5.1	Konference- og mødelokaler	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Belysning bør kunne reguleres, se 6.2.4.
34.5.2	Konferencebord	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Belysning bør kunne reguleres, se 6.2.4.
34.6	Receptionsskranke	300	750	0,60	80	22	100	100	75	Hvis receptionsskranken omfatter en regulær arbejdsplads, bør denne være belyst i overensstemmelse hermed.
34.7	Filarkivering	200	300	0,40	80	25	75	75	50	

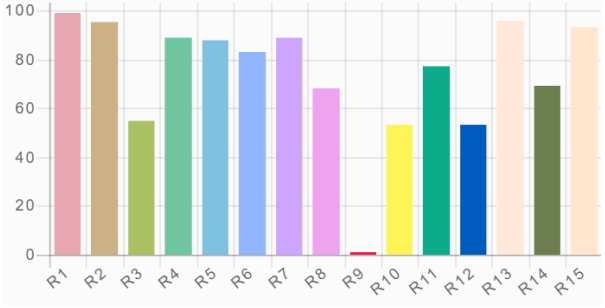
a påkrævet: minimumværdi

b modificeret: tager højde for almindelige kontekstbestemte tilpasninger i 5.3.3

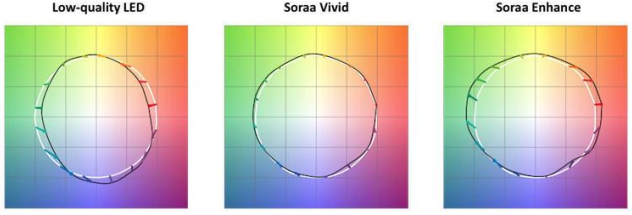
I **kolonne 6** angives **mindsteværdier for farvegengivelsesindekset** (R_a) (se 5.7.3) for de situationer, der er anført i kolonne 2.

Colour Rendering Index - nu og måske i fremtiden

CRI standard (R1-R8)
CRI R9 - bedre rød
CRI extended (R1-R14) – mere naturligt



TM-30 (99 farver)
+ colour rendering, saturation and hue



ARTELIA GROUP

Blændings som UGR-grænseværdi

Tabel 34 — Kontorer

Ref. nr.	Type arbejdsfelt/ aktivitetsområde	$\bar{E}_m$ lx		U_o	R_a	R_{UGL}	$\bar{E}_{m,z}$ lx	$\bar{E}_{m,wall}$ lx	$\bar{E}_{m,ceiling}$ lx	Specifikke krav
		påkræveta	modificeretb				$U_o \geq 0{,}10$			
34.1	Arkivering, kopiering osv.	300	500	0,40	80	19	100	100	75	
34.2	Skrivning, tastning, læsning, databehandling	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Skærmarbejde, se 5.9. Rums oplevede lyshed, se 6.7 og anneks B. Belysning bør kunne reguleres, se 6.2.4. For mindre cellekontorer gælder kravet til vægge forvæggen. For andre vægge kan et mindre krav om minimum 75 lx accepteres.
34.3	Teknisk tegning	750	1 500	0,70	80	16	150	150	100	Skærmarbejde, se 5.9. Rums oplevede lyshed, se 6.7.
34.4	CAD-arbejdspladser	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Skærmarbejde, se 5.9.
34.5.1	Konference- og mødelokaler	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Belysning bør kunne reguleres, se 6.2.4.
34.5.2	Konferencebord	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Belysning bør kunne reguleres, se 6.2.4.
34.6	Receptionsskranke	300	750	0,60	80	22	100	100	75	Hvis receptionsskranken omfatter en regulær arbejdsplads, bør denne være belyst i overensstemmelse hermed.
34.7	Filarkivering	200	300	0,40	80	25	75	75	50	

a påkrævet: minimumværdi

b modificeret: tager højde for almindelige kontekstbestemte tilpasninger i 5.3.3

I **Kolonne 7** angives de **UGR-grænseværdier** (Unified Glare Rating limit, R_{UGL}), som gælder for de situationer, der er anført i kolonne 2 (se 5.5.3.2).

5.5.3.2 Ubehagsblænding fra elektrisk lys – anvendelse af UGR-tabelmetoden (EN)

For at vælge et armatur, der passer til belysningsanlægget i et givet rum, skal ubehagsblænding, som er direkte forårsaget af armaturerne, bestemmes ved UGR-tabelmetoden fra CIE.

NOTE 1 — UGR-tabelmetoden er beskrevet i CIE 117-1995 og i CIE 190:2010.

Denne UGR-værdi, som er bestemt vha. UGR-tabelmetoden, må ikke overstige R_{UG}-grænseværdien (R_{UGL}) angivet i pkt. 7.

Alle forudsætninger vedrørende armatur, rumdimensioner, rummets overfladereflektanser samt forholdet mellem afstand og højde i bestemmelsen af R_{UGL} (tidligere: UGR) skal fremgå af projekteringsmaterialet.

Tabelmetoden er baseret på anvendelse af formel (2) på et sæt standardbetingelser (iagttagerposition, rumdimensioner og refleksionsfaktorer).

$$R_{UG} = 8 \log_{10}\left(\frac{0{,}25}{L_B} \Sigma \frac{L^2\,\omega}{p^2}\right) \qquad (2)$$

R_{UG} er UGR-værdien

L_B er baggrundsluminansen i cd·m^{-2}, beregnet som $E_{ind} \cdot \pi^{-1}$, hvor E_{ind} er den lodrette, indirekte belysningsstyrke på iagttagerens øje

L er luminansen i cd·m^{-2} af de lysende dele fra hvert armatur i retning mod iagttagerens øje

ω er rumvinklen i steradianer (rumvinkel) af de lysende dele fra hvert armatur på iagttagerens øje

p er Guthpositionsindekset for hvert enkelt armatur; indekset relaterer sig til armaturets forskydning fra synslinjen.

NOTE 2 — For mere information om ubehag forårsaget af blænding fra armaturer med en ikke-regelmæssig lyskildeluminans henvises der til CIE 232:2019.

NOTE 3 — Grænseværdierne for R_{UGL} udgør en serie, hvor trinene indikerer ændringer i blænding, som kan bemærkes. R_{UGL}-serien er: 16, 19, 22, 25, 28, hvor en lav værdi betyder "lille sandsynlighed for ubehagsblænding", og en høj værdi betyder "væsentlig sandsynlighed for ubehagsblænding".

NOTE 4 — Der kan også angives en variation af UGR-værdien med ±. Denne UGR-variation i rummet kan bestemmes ved hjælp af de omfattende tabeller vedrørende forskellige iagttagerpositioner som angivet i CIE 117-1995. En stor variation indikerer, at selv små ændringer i iagttagerpositionen kan medføre større ændringer i blænding. Det indendørs belysningsanlægs overensstemmelse tager ikke højde for variationer i UGR-tabelmetoden.

Randbetingelserne for bestemmelse af UGR-værdien ved hjælp af tabelmetoden omfatter kun at have én type armatur i et rektangulært rum, et standardarmaturnet, samme installationshøjde, samme orientering (C- og γ-vinkler).

Aflæsning af UGR tabel for et armatur

$\bar{E}_m$	$\bar{E}_{væg}$	$\bar{E}_{loft}$	$\bar{E}_z$	$\bar{E}_z / \bar{E}_m$	$U_0 = E_{min}/E_m$	UGR
500 lx	75 lx	50 lx	150 lx	0,3-0,6	0,6	☺ 19

Dialux-beregnet

UGR tabel for armatur

ρ Loft		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Vægge		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Gulv		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Rumstørrelse X	Y	Synsretning på tværs af armaturerne til armaturakse					Synsretning på langs af armaturerne til armaturakse				
2H	2H	15.3	16.4	15.6	16.6	16.8	15.3	16.4	15.6	16.6	16.8
	3H	15.7	16.6	16.0	16.8	17.1	15.7	16.6	16.0	16.8	17.1
	4H	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2
	6H	16.0	16.8	16.3	17.1	17.4	16.0	16.8	16.3	17.1	17.4
	8H	16.0	16.8	16.4	17.1	17.4	16.0	16.8	16.4	17.1	17.4
	12H	16.1	16.8	16.5	17.2	17.5	16.1	16.8	16.5	17.2	17.5
4H	2H	15.4	16.3	15.7	16.6	16.8	15.4	16.3	15.7	16.6	16.8
	3H	15.9	16.6	16.3	16.9	17.3	15.9	16.6	16.3	16.9	17.3
	4H	16.2	16.8	16.5	17.1	17.5	16.2	16.8	16.5	17.1	17.5
	6H	16.4	17.0	16.8	17.4	17.7	16.4	17.0	16.8	17.4	17.7
	8H	16.6	17.1	17.0	17.5	17.9	16.6	17.1	17.0	17.5	17.9
	12H	16.7	17.1	17.1	17.5	18.0	16.7	17.1	17.1	17.5	18.0
8H	4H	16.2	16.8	16.7	17.1	17.5	16.2	16.8	16.7	17.1	17.5
	6H	16.6	17.0	17.1	17.5	17.9	16.6	17.0	17.1	17.5	17.9
	8H	16.8	17.2	17.3	17.6	18.1	16.8	17.2	17.3	17.6	18.1
	12H	17.0	17.3	17.5	17.8	18.3	17.0	17.3	17.5	17.8	18.3
12H	4H	16.2	16.7	16.7	17.1	17.5	16.2	16.7	16.7	17.1	17.5
	6H	16.6	17.0	17.1	17.4	17.9	16.6	17.0	17.1	17.4	17.9
	8H	16.9	17.2	17.4	17.7	18.2	16.9	17.2	17.4	17.7	18.2
Variationer ved observatørposition for armaturafstand S											
S = 1.0H		+0.8 / -1.1					+0.8 / -1.1				
S = 1.5H		+1.9 / -1.9					+1.9 / -1.9				
S = 2.0H		+3.3 / -2.4					+3.3 / -2.4				
Standardtabel		BK03					BK03				
Korrektionsaddend		-0.8					-0.8				
Korrigerede blændindikeringer i relation til 3500lm Samlet lysstrøm											

Rumdimensioner

Højde *(monteringshøjde over betragterhøjde)* = 2,65 m – 1,2 m = 1,45 m

H

Rumstørrelse, normeret

Bredde = X = 6 m

Længde = Y = 20 m

X *(bredde, normeret)* = 6 m /1,45 m ≈ 4H

Y *(længde, normeret)* = 20 m / 1,45 m ≈ 12H

UGR = 16.7/16.7

Variationer

S *(armaturafstand på tværs, normeret)* = 19 m / 8 stk. = 2,375 m ≈ 1,5H

UGR ≈ 16,7 ±1,9 ≈ **15-19**

Kilde: Anne Bay, Danske Center for Lys, *Blænding og UGR – næsten ingen regner rigtigt*, Lysets Dag 2018

UGR-tabelmetoden og ikke regelmæssig belysning i skæve rum

Blænding fra arbejdspladsbelysning fx laboratorieinventar?

Cylindrisk driftsbelysningsstyrke ($E_{m,z}$)

Tabel 34 — Kontorer

Ref. nr.	Type arbejdsfelt/ aktivitetsområde	$\bar{E}_m$ lx		U_o	R_a	R_{UGL}	$\bar{E}_{m,z}$ lx	$\bar{E}_{m,wall}$ lx	$\bar{E}_{m,ceiling}$ lx	Specifikke krav
		påkræveta	modificeretb				$U_o \geq 0{,}10$			
34.1	Arkivering, kopiering osv.	300	500	0,40	80	19	100	100	75	
34.2	Skrivning, tastning, læsning, databehandling	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Skærmarbejde, se 5.9. Rums oplevede lyshed, se 6.7 og anneks B. Belysning bør kunne reguleres, se 6.2.4. For mindre cellekontorer gælder kravet til vægge forvæggen. For andre vægge kan et mindre krav om minimum 75 lx accepteres.
34.3	Teknisk tegning	750	1 500	0,70	80	16	150	150	100	Skærmarbejde, se 5.9. Rums oplevede lyshed, se 6.7.
34.4	CAD-arbejdspladser	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Skærmarbejde, se 5.9.
34.5.1	Konference- og mødelokaler	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Belysning bør kunne reguleres, se 6.2.4.
34.5.2	Konferencebord	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Belysning bør kunne reguleres, se 6.2.4.
34.6	Receptionsskranke	300	750	0,60	80	22	100	100	75	Hvis receptionsskranken omfatter en regulær arbejdsplads, bør denne være belyst i overensstemmelse hermed.
34.7	Filarkivering	200	300	0,40	80	25	75	75	50	

a påkrævet: minimumværdi

b modificeret: tager højde for almindelige kontekstbestemte tilpasninger i 5.3.3

I **kolonne 8** angives den cylindriske **driftsbelysningsstyrke**, $\bar{E}_{m,z}$, til genkendelse af objekter og personer som beskrevet i 5.6.2.

5.6.2 Krav til cylindrisk belysningsstyrke i aktivitetsområdet (EN)

God visuel kommunikation og genkendelse af objekter i et rum kræver, at hele rummet, hvori mennesker bevæger sig eller arbejder, er oplyst. Dette opfyldes ved tilstrækkelig gennemsnitlig cylindrisk belysningsstyrke, $\bar{E}_z$, i rummet.

Den krævede gennemsnitlige cylindriske driftsbelysningsstyrke ($\bar{E}_{m,z}$), der skal bestemmes på et vandret plan i rummet (som i tabel 8),er angivet i pkt. 7 for hver type opgave eller aktivitet. Regelmæssigheden af den gennemsnitlige cylindriske belysningsstyrke skal være $U_o \geq 0{,}10$. Højden på det vandrette plan skal være 1,2 m over gulvet for siddende personer og 1,6 m over gulvet for stående personer.

Særlig opmærksomhed henledes på de rum, hvor visuel genkendelse og kommunikation er af større betydning.

Når det samlede rum betragtes som arbejdsfeltet eller aktivitetsområdet og anvendes til beregning af den krævede vandrette gennemsnitlige belysningsstyrke, $\bar{E}_m$, skal den gennemsnitlige cylindriske driftsbelysningsstyrke, $\bar{E}_{m,z}$, beregnes for samme områdestørrelse og placering. Når arbejdsfeltet og aktivitetsområdet / det omgivende felt / baggrundsområdet er defineret særskilt, skal kravet til den cylindriske belysningsstyrke angivet i tabellerne i 7.3 beregnes og opfyldes for rummet, herunder arbejdsfelt og aktivitetsområde samt det omgivende felt.

NOTE — Som en tilnærmelse af den cylindriske belysningsstyrke kan gennemsnitsværdien af fire lodrette belysningsstyrker vinkelret på hinanden anvendes.

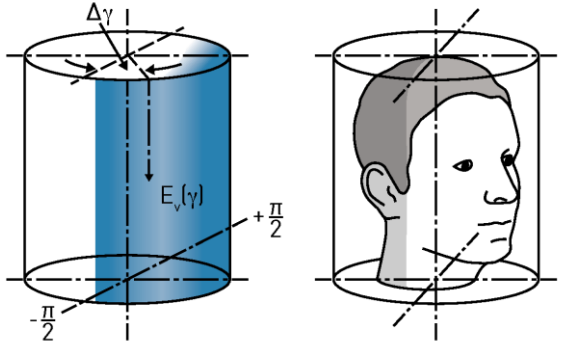
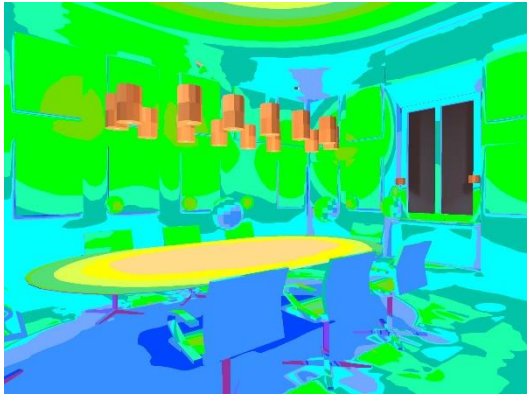
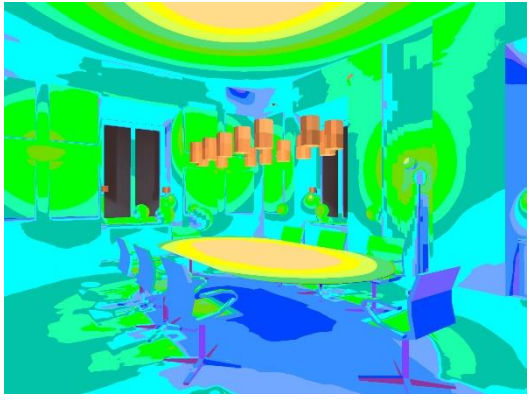


Illustration: Trilux

Cylindrisk belysning – eksempel på anvendelse

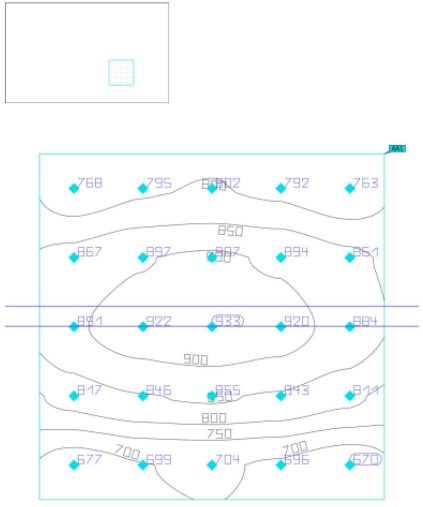




Beregningseksempel på cylindrisk belysning

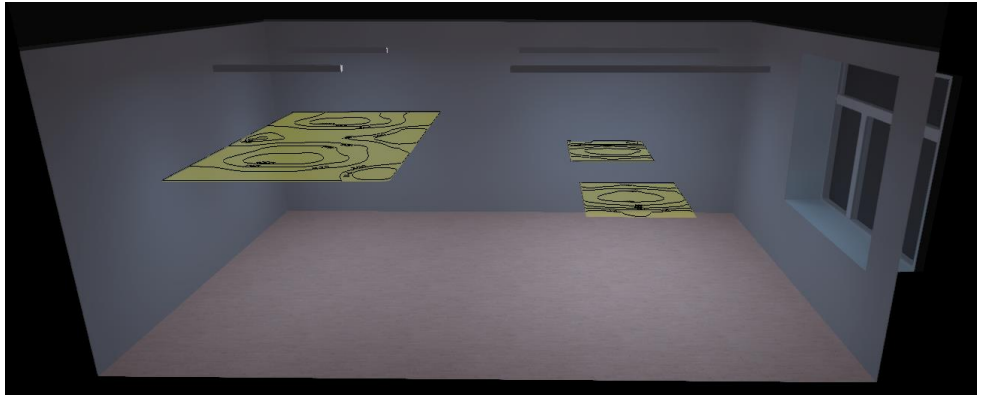
Bygning 1 · Etage 1 · Cellekontor NØ (Lysscene 1)

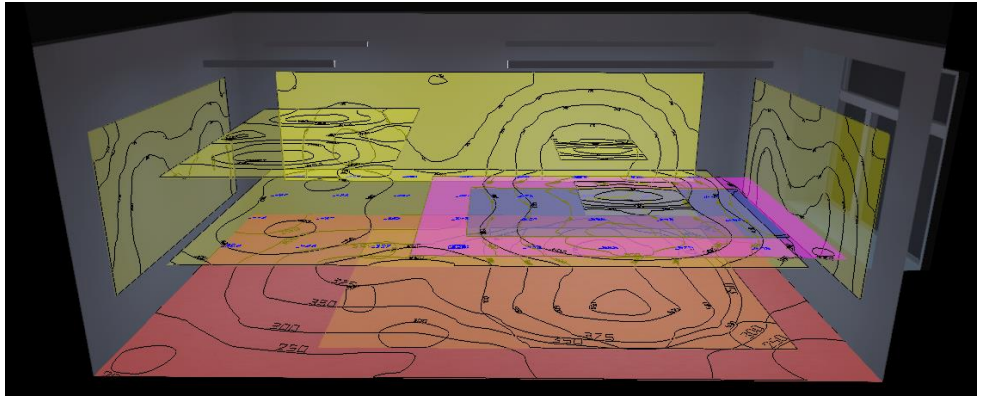
Aktivitetsområde 1



Egenskaber	Ø (Nominel)	min	maks	g_1	g_2	Indeks
Aktivitetsområde 1 Horisontal belysningsstyrke Højde: 1.200 m	821 lx (≥ 50.0 lx) ✓	670 lx	933 lx	0.82	0.72	AA1
Aktivitetsområde 1 Cylindrisk belysningsstyrke Højde: 1.200 m	229 lx (≥ 50.0 lx) ✓	213 lx	248 lx	0.93	0.86	AA1

NB Krav
$E_{m,z}$ 150 lux, U_o 0,1





ARTELIA GROUP

Belysningsstyrken på vægge og lofter ($E_{m,wall}$, $E_{m,ceiling}$)

Tabel 34 — Kontorer

Ref. nr.	Type arbejdsfelt/ aktivitetsområde	$\bar{E}_m$ lx		U_o	R_a	R_{UGL}	$\bar{E}_{m,z}$ lx	$\bar{E}_{m,wall}$ lx	$\bar{E}_{m,ceiling}$ lx	Specifikke krav
		påkrævet[a]	modificeret[b]				$U_o \geq 0{,}10$			
34.1	Arkivering, kopiering osv.	300	500	0,40	80	19	100	100	75	
34.2	Skrivning, tastning, læsning, databehandling	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Skærmarbejde, se 5.9. Rums oplevede lyshed, se 6.7 og anneks B. Belysning bør kunne reguleres, se 6.2.4. For mindre cellekontorer gælder kravet til vægge forvæggen. For andre vægge kan et mindre krav om minimum 75 lx accepteres.
34.3	Teknisk tegning	750	1 500	0,70	80	16	150	150	100	Skærmarbejde, se 5.9. Rums oplevede lyshed, se 6.7.
34.4	CAD-arbejdspladser	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Skærmarbejde, se 5.9.
34.5.1	Konference- og mødelokaler	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Belysning bør kunne reguleres, se 6.2.4.
34.5.2	Konferencebord	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Belysning bør kunne reguleres, se 6.2.4.
34.6	Receptionsskranke	300	750	0,60	80	22	100	100	75	Hvis receptionsskranken omfatter en regulær arbejdsplads, bør denne være belyst i overensstemmelse hermed.
34.7	Filarkivering	200	300	0,40	80	25	75	75	50	

[a] påkrævet: minimumværdi

[b] modificeret: tager højde for almindelige kontekstbestemte tilpasninger i 5.3.3

I **kolonne 9** angives **driftsbelysningsstyrken på vægge**, $\bar{E}_{m,wall}$, som beskrevet i 5.2.3.

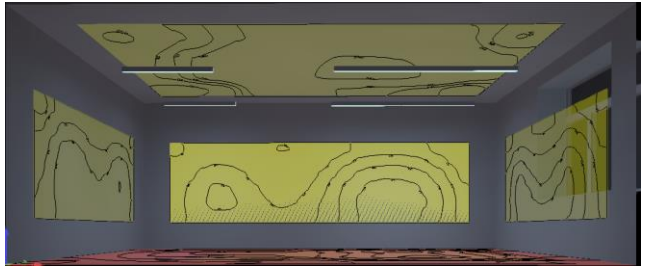
I **kolonne 10** angives **driftsbelysningsstyrken på lofter**, $\bar{E}_{m,ceiling}$, som beskrevet i 5.2.3.

5.2.3 Belysningsstyrke på overflader (EN)

Belysningsstyrker på vægge og lofter sammen med overfladereflektanser (se 5.2.2) bidrager til luminanser og er indikatorer for rummets oplevede lyshed.

Pkt. 7 indeholder minimumkrav til driftsbelysningsstyrken på vægge ($\bar{E}_{m,wall}$) og lofter ($\bar{E}_{m,ceiling}$) afhængigt af de opgaver og/eller aktiviteter, der udføres i rummet. Regelmæssigheden for vægge og lofter skal være $U_o \geq 0{,}10$ (se 5.3.6).

NOTE — Yderligere vejledning kan findes i pkt. 6.



Bygning 1 · Etage 1 · Cellekontor NØ (Lysscene 1)

Sammenfatning

Resultater

	Størrelse	Beregnet	Nominel	Check	Indeks
Belysningsniveau	$\bar{E}_{krdret}$	464 lx	≥ 500 lx	✗	WP9
	g_1	0.50	-	-	WP9
	Specifik tilslutningsværdi	5.10 W/m²	-	-	
		1.10 W/m²/100 lx	-	-	
Rum-hovedoverflader	$\bar{E}_{Loft}$	133 lx	≥ 30.0 lx	✓	RC1
	$g_{1\ Loft}$	0.78	≥ 0.10	✓	RC1
	$\bar{E}_{Vægge}$	190 lx	≥ 50.0 lx	✓	RM4
	$g_{1\ Vægge}$	0.67	≥ 0.10	✓	RM4

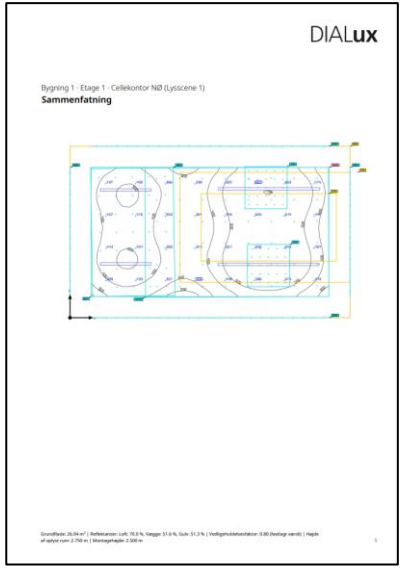
Kontrol af lysberegninger

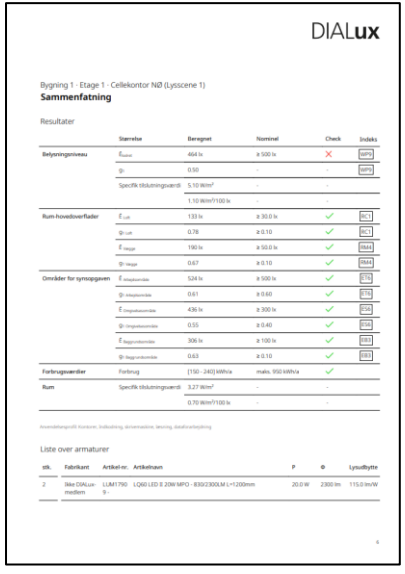
Tabel 34 — Kontorer

Ref. nr.	Type arbejdsfelt/ aktivitetsområde	$\bar{E}_m$ lx		U_o	R_a	R_{UGL}	$\bar{E}_{m,z}$ lx	$\bar{E}_{m,wall}$ lx	$\bar{E}_{m,ceiling}$ lx	Specifikke krav
		påkrævet[a]	modificeret[b]				$U_o \geq 0{,}10$			
34.1	Arkivering, kopiering osv.	300	500	0,40	80	19	100	100	75	
34.2	Skrivning, tastning, læsning, databehandling	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Skærmarbejde, se 5.9. Rums oplevede lyshed, se 6.7 og anneks B. Belysning bør kunne reguleres, se 6.2.4. For mindre cellekontorer gælder kravet til vægge forvæggen. For andre vægge kan et mindre krav om minimum 75 lx accepteres.
34.3	Teknisk tegning	750	1 500	0,70	80	16	150	150	100	Skærmarbejde, se 5.9. Rums oplevede lyshed, se 6.7.
34.4	CAD-arbejdspladser	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Skærmarbejde, se 5.9.
34.5.1	Konference- og mødelokaler	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Belysning bør kunne reguleres, se 6.2.4.
34.5.2	Konferencebord	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Belysning bør kunne reguleres, se 6.2.4.
34.6	Receptionsskranke	300	750	0,60	80	22	100	100	75	Hvis receptionsskranken omfatter en regulær arbejdsplads, bør denne være belyst i overensstemmelse hermed.
34.7	Filarkivering	200	300	0,40	80	25	75	75	50	

a påkrævet: minimumværdi

b modificeret: tager højde for almindelige kontekstbestemte tilpasninger i 5.3.3





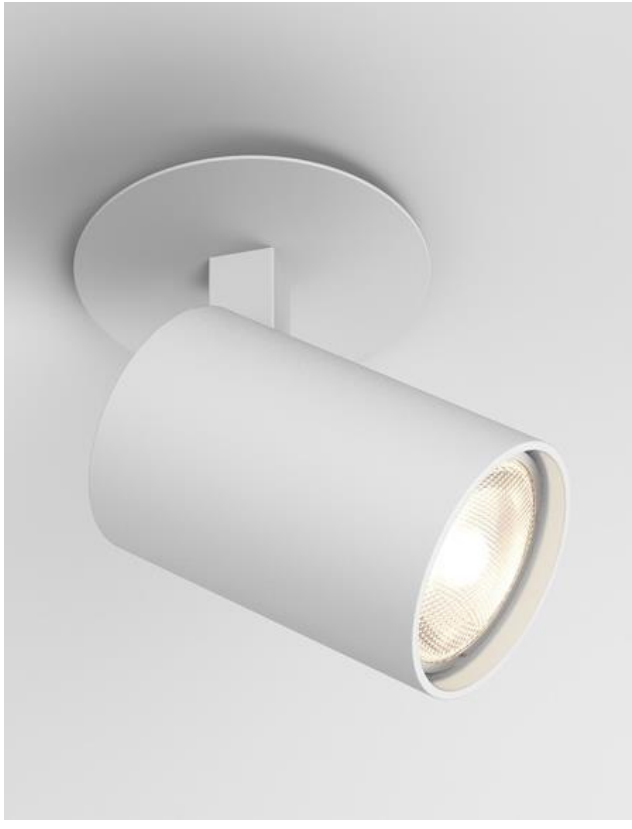
Kontrol af lysberegninger:
Belysningsniveauer, regelmæssigheder og blændingsgrænse iht. arbejdsfelt/aktivitetsområder
+ at vedligeholdelsesfaktoren stemmer overens med armaturets L-værdi, samt armaturets - og rummets tilsmudsning (armaturets L-værdi ses af datablad)
+ at rummets reflektanser er indenfor de anbefalede værdier og/eller stemmer overens med de faktiske forhold
+ at blændingsgrænser overholdes (aflæses af UGR-tabel for armatur)

Testbelysning – se lamperne med lys i

Simpel/privat i tal:
GU10 LED
(udskiftelig lyskilde),
ø 80,
345 lm,
36 grader,
2700/3000K,
Ra 80-90,
5W,
70 lm/W,
levetid ca. 15.000 timer…

+ oplevelsen af lys-kvalitet, blænding, farvegengivelse mv. iht. funktionalitet, krav og ønsker

Ca. 900,- kr.



Høj kvalitet/ Professionel i tal:
LED (integreret),
ø 75,
2140 lm,
12 lysdistributioner,
2700, 3000, 3500, 4000K,
Ra 95-97,
20 W,
107 lm/W
Levetid L90 v. 50.000 timer…

+ oplevelsen af lys-kvalitet, blænding, farvegengivelse mv. iht. funktionalitet, krav og ønsker.

Ca. 2700,- kr.

Funktionsafprøvning af belysning

4.0 Belysning

Der skal gennemføres en funktionsafprøvning af belysningsanlæg før ibrugtagning. Funktionsafprøvningen skal påvise om belysningsanlægget overholder bygningsreglementets krav til:

- Belysningsstyrke

Samt at dagslysstyring, bevægelsesmeldere og zoneopdeling fungerer efter hensigten.

4.1 Relevante standarder og anvisninger

4.2 Belysningsstyrke

Formål med funktionsafprøvning af belysningsstyrke

Det skal eftervises, at det elektriske belysningsanlæg opfylder bygningsreglementets krav for belysningsstyrke, jf. DS/EN 12464-1, *Lys og Belysning - Belysning ved arbejdspladser – Del 1: Indendørs arbejdspladser.*
For nogle arbejdspladser er kravene til belysningsstyrke yderligere specificeret i det nationale anneks DS/EN 12464-1 DK NA. Eksempler på krav til middelbelysningsstyrke og regelmæssighed er givet i tabel 3. Regelmæssigheden af belysningen, U0, defineres som minimums belysningsstyrken, E_{min}, i forhold til middelbelysningsstyrken, E_{mid}.

De tekniske krav til belysningen skal kunne opfyldes i hele anlæggets levetid.

Forudsætninger for udførelse af funktionsafprøvning

Inden funktionsafprøvningen udføres skal følgende være opfyldt:

- Belysningsinstallationen er afsluttet og installeret med de projekterede lyskilder, armaturer og lysstyring. Nye lyskilder skal have overstået indebrændingstid (mindst 100 timer).
- Midlertidig arbejdspladsbelysning anvendt under byggeriet er nedtaget eller slukket.
- Alle indvendige bygningsdele, fx skillevægge, nedsænkede lofter, indvendige døre, er færdige og overfladerne er færdigbehandlede. Der er ikke dagslysindfald under måleperioden fra vinduer, yderdøre med glas, ovenlysvinduer eller ovenlyskupler m.m. Målingen kan derfor med fordel udføres om natten.
- Evt. opsatte PC-skærme er slukkede under måling på kontorarbejdspladser og lign.
- For at sikre en konstant lysudsendelse fra lyskilderne, bør belysningen være tændt mindst 1 time, før belysningsstyrkemålingerne påbegyndes.

Funktionsafprøvning af styring af elektrisk belysning

Bevægelsesmeldere

For bevægelsesmeldere udføres der en manuel afprøvning, der efterviser, at bevægelsesmelderen reagerer effektivt med hensyn til at reducere driftstiden for belysningsanlægget og er i overensstemmelse med forudsætningerne i byggeansøgningen. Følgende afprøves og registreres:

- Lyset tænder umiddelbart, når person går ind i rummet
- Lyset slukkes efter t_{sluk} minutter
- Målt tidsforsinkelse (holdetid) t_{sluk} svarer til indstillingsværdi
- Sensorplacering og følsomhed er tilstrækkelig til ikke at slukke almenbelys-ning ved stillesiddende/arbejdende person.

Zoneopdeling

Der udføres en manuel afprøvning af om zoneopdelingen for belysningsanlægget er udført iht. byggeandragende. Følgende afprøves og registreres:

- Belysningen dæmpes mest i zoner med meget dagslys og mindre i zoner med mindre dagslys.
- Ved maksimal dæmpning opfyldes kravene til belysningsstyrke

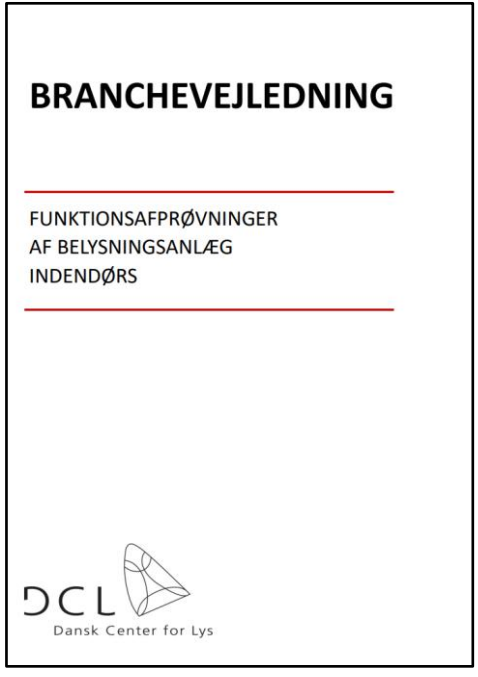
Acceptkriterium

Funktionsafprøvningens resultat for lysstyringen kan accepteres, hvis det konstateres, at den anvendte lysstyring reagerer i fuld overensstemmelse med dokumentationen anvendt til byggeandragende. Afvigelser i forhold til byggeandragende, som ikke medfører et øget elforbrug til belysningsanlægget, kan dog accepteres så længe minimumsværdier ifølge EN12464 er overholdt.

Dokumentation

Vejledninger til funktionsafprøvning af belysningsanlæg:

- Videncenter for Energibesparelser i Bygninger
- Dansk Center for Lys



Funktionsafprøvning af belysningsstyrken - målepunkter

Målepunkter

Som målepunkter udvælges et grid, der dækker mindst 25% repræsentative arbejdspladser (dog mindst svarende til en arbejdsplads) og enkelte typiske målesteder i områder med normal færdsel, fx gange og trapper. Antallet af målepunkter i et grid kan bestemmes ved brug af tabel A.1 i DS/EN 12464-1. Hvis afprøvningen påviser fejl, øges omfanget af repræsentative arbejdspladser til 100%.

Hvis arbejdspladserne endnu ikke er indrettet inden funktionsafprøvningen må der antages arbejdspladszoner mm. Antagelserne skal beskrives i dokumentationen for funktionsafprøvningen.

Måling af belysningsstyrken kan for eksempel foretages med et kali-breret luxmeter og udføres, jf. DS/EN 12464-1, kap. 6.

Acceptkriterium

Funktionsafprøvningens resultat kan accepteres, hvis det konstateres, at alle målte middelbelysningsstyrker mindst opfylder kravet til belys-ningsstyrker i DS/EN 12464-1 eller DS/EN 12464-1 DK NA.

Der kan accepteres en afvigelse på 10 % grundet usikkerhed ved må-ling af belysningsstyrken.

Dokumentation

Der udarbejdes en funktionsafprøvningsrapport, der beskriver:

- Hvilke forudsætninger og forhold målingen er udført under
- Målepunkter
- Måleapparatur der er anvendt samt hvor og hvornår dette sidst blev kalibreret
- De opnåede måleresultater
- Det samlede resultat
- Oplysninger om, hvem der har udført funktionsafprøvning.

DS/EN 12464-1:2011

Anneks A
(informativt)

Typiske værdier for afstanden mellem beregningspunkterne

Tabel A1 indeholder typiske værdier for afstanden mellem beregningspunkterne baseret på formel (1) i 4.4.

Tabel A.1 – Anbefalet antal beregningspunkter

Arealets længde m	Den maksimale afstand mellem beregningspunkterne m	Mindste antal beregningspunkter
0,40	0,15	3
0,60	0,20	3
1,00	0,20	5
2,00	0,30	6
5,00	0,60	8
10,00	1,00	10
25,00	2,00	12
50,00	3,00	17
100,00	5,00	20

Udskiftning eller ombygning af eksisterende armaturer

Udskiftning af armaturer

- Når anlægget er gammelt (spoler, energiforbrug, flimmer)
- Når rummets funktion har ændret sig
- Når belysningsanlægget ikke opfylder funktion og behov

- Husk at bortskaf armaturer, lyskilder og elektronik miljøansvarlig til genanvendelse. Se fx https://elretur.dk/

Ombygning af armaturer

- Når armaturet har historisk og/eller arkitektonisk værdi
- Når armaturerne er skabt til særlige rum og/eller funktioner

Eksempel på ombygning af eksisterende armatur

Eksempel på ombygning af eksisterende armaturer

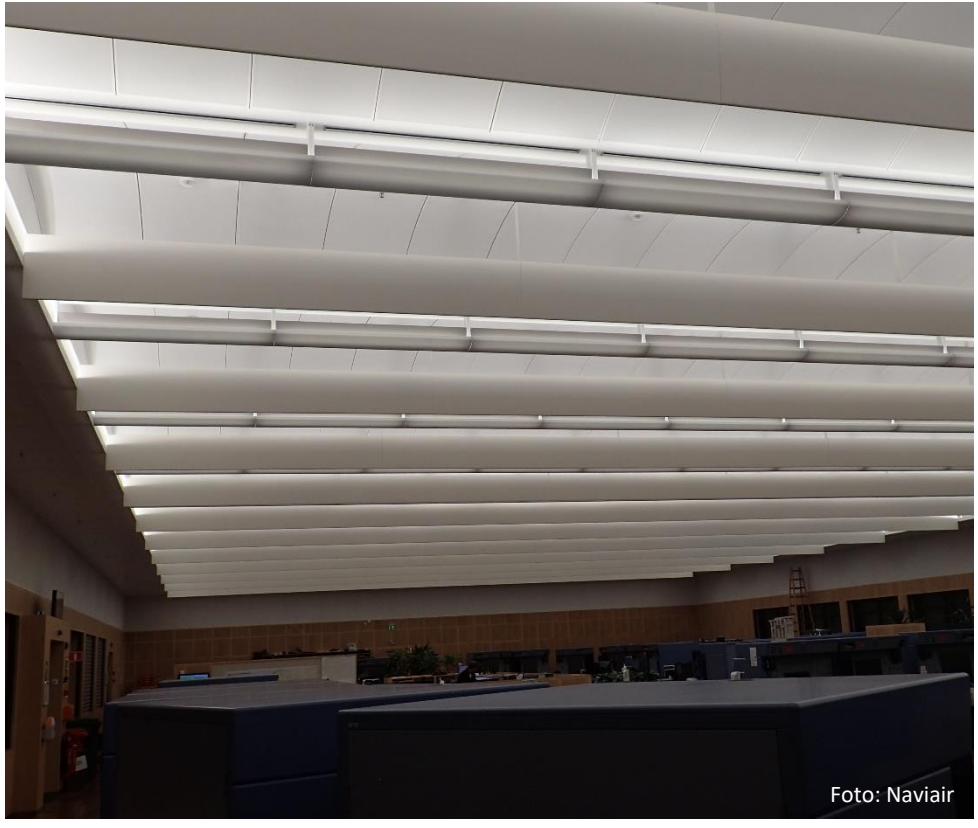


Foto: Naviair

Foto: Naviair

Eksempel på ombygning af eksisterende armaturer

80% af et belysningsanlægs CO2-udledning er i driftsfasen

- Vælg/skab god belysning, der opfylder menneskers behov og tager hensyn til biodiversitet
- Projekter/brug (kun) lys i rette omfang, (kun) på rette sted og (kun) i rette tidsrum
- Brug mindst muligt materiale (lamper, lyskilder, elektronik osv.) og stil krav til genbrug/genanvendelse af komponenter
- Prioriter lysstyring og mulighed for personligt lys
- Tommelfingerregel for energieffektiv lysstyring indendørs: manuel tænd på og automatisk sluk
- Tommelfingerregel for energieffektiv lysstyring udendørs: Dæmp belysning i løbet af skumrings-perioderne

Bæredygtige tendenser for belysningsprodukter

Nye lamper med fokus på bæredygtighed som fx Fagerhult's re-think

Professionelle virksomheder specialiseret i ombygning af gamle armaturer til nye som fx Fisher Lighting

Belysningsleverandører med nye forretningskoncepter om at købe deres lamper tilbage og reparer dem og sælge lamperne igen som fx Rebel Light

https://www.fagerhult.com/Campaigns/multilume-rethink/

https://www.fischer-lighting.com/om-os/

https://rebellight.com/