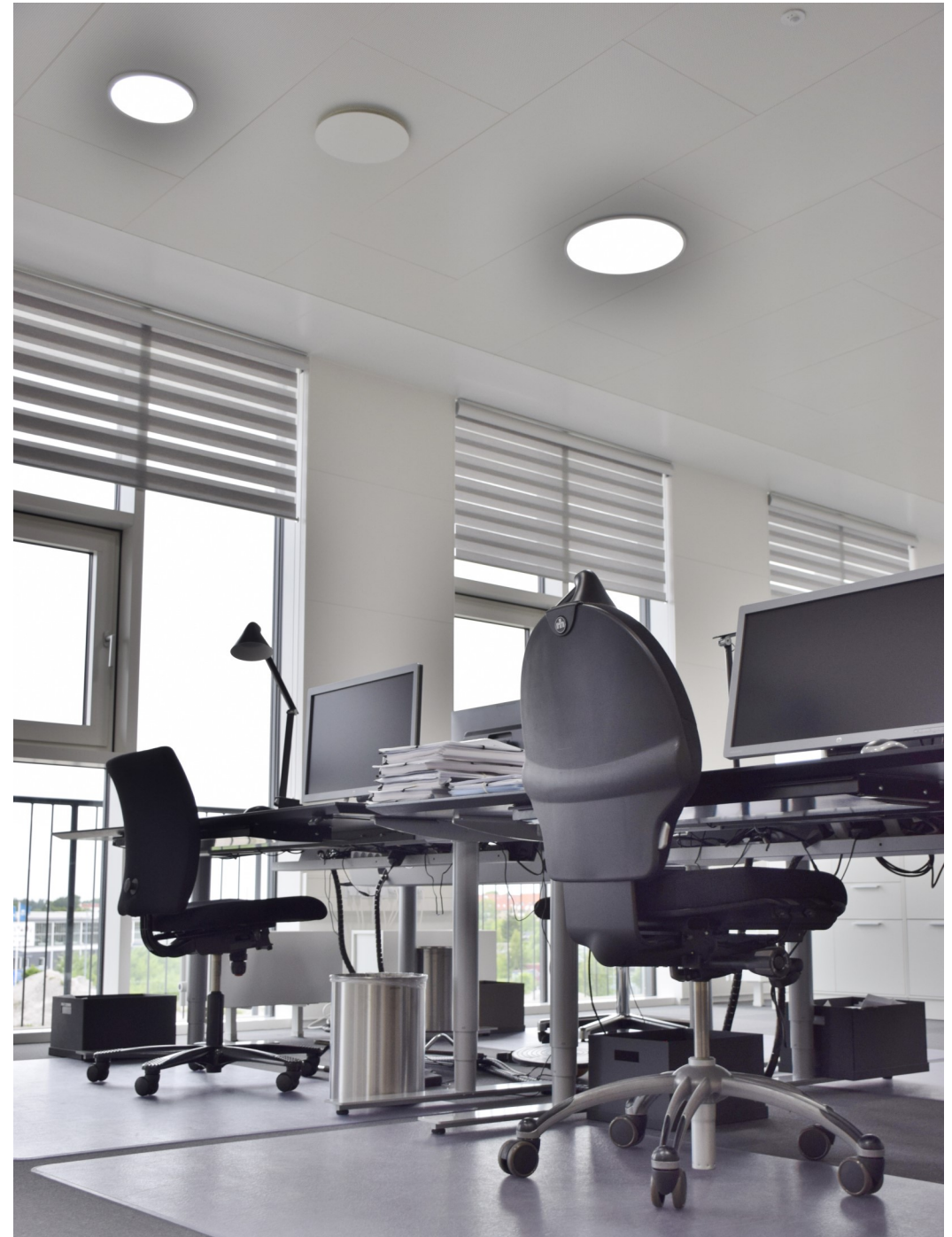


# BRANCHEVEJLEDNING

---

KUNSTLYSDESIGN  
TIL INDENDØRS  
ARBEJDSPLADSER

---



## Branchevejledningens formål

Masser af lysplanlægning foregår i dag på et mangelfuldt grundlag: Der kan f.eks. mangle oplysninger om indretningsplaner eller krav til lyskvalitet, ligesom standarderne kan lægge op til fortolkning. Jo mere optimistisk lysplanlæggeren er med hensyn til f.eks. vedligeholdelsesfaktorer, desto enklere bliver løsningen. Nærværende branchevejledning tjener til at give et fælles grundlag for lysplanlægning for hele lysbranchen, og skal som dialogværktøj mellem kunde og lysplanlægger skabe en fælles forståelse for ansvarsfordeling og kvalitet. Ud giveren er Dansk Center for Lys - se bagsiden.

## Hvem har ansvaret?

Det er ejeren af en bygning, som har ansvaret for, at lyset i bygningen er tilstrækkeligt i forhold til bygningens anvendelse. Desuden har arbejdsgiveren et ansvar for synsergonomien for den enkelte medarbejder.

Når en belysningsløsning skal designes – uanset om anlægget er helt nyt eller skal renoveres – er der derfor en række forudsætninger, som skal opstilles.

## Hvad er reglerne?

Kunstlysdesign til indendørs arbejdspladser skal opfylde Bygningsreglementet BR15, inkl.

- DS/EN 12464-1:2011 Lys og belysning - Belysning ved arbejdspladser - Del 1: Indendørs arbejdspladser
- DS/EN 12464-1 DK NA:2015 Nationalt Annex
- CIE 97:2005 Maintenance of Indoor Electric Lighting Systems

	Kundens ansvar	Lysdesignerens/lysplanlæggerens ansvar
<b>Lysdesignet generelt</b>	Lysdesignet skal passe til brugerne og overholde Bygningsreglementets mindstekrav i hele brugperioden uanset ændringer i indretning, vægfarver, m.v. Kunden opgiver beregningsforudsætninger forud for tilbudsgivning	Et godt lysdesign, som med udgangspunkt i beregningsforudsætningerne tilgodeser brugernes visuelle og fysiske behov, er energirigtigt, og som minimum overholder kravene i Bygningsreglementet BR15 inkl. DS/EN 12464 1:2011 og DS/EN 12464 1 DK NA:2015
<b>Hvis ikke alle beregningsforudsætningerne er kendte</b>	Lysdesignet dimensioneres helt eller delvis efter standardforudsætninger, så anlægget skal tilpasses, når de rigtige beregningsforudsætninger kendes	Hvis beregningsforudsætningerne helt eller delvist ikke er angivet af kunden, skal lysdesignet projekteres efter standardforudsætninger. Lysdesigneren gør tydeligt kunden opmærksom på, hvor standardforudsætninger er anvendt, evt. vha. afkrydsninger i omstående skema. Standardforudsætninger dækker ikke alle situationer, men et erfaringsmæssigt gennemsnit

**Rengøring — har det betydning for energiforbruget?**

**Min elektriker ved, om lyset er OK....**

**Er der lys nok, når jeg har malet væggen grøn?**

**Min ældste medarbejder brokker sig over lyset...**

# Beregningsforudsætninger

Angivet af kunden

Hvis ikke angivet af kunden: Standardforudsætninger

0	Projekt navn																																
1	<p>Rumspecifikationer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensioner inkl. placering af døre, vinduer mm.</li> <li>• Lofttype</li> <li>• Omgivelsestemperatur</li> </ul>	<input type="checkbox"/> Angivet <input type="checkbox"/> Ikke angivet																															
2	<p>Rummets brug (f.eks. kontor/gangforløb) - gerne iht. kategorierne i DS/EN 12464-1 afsnit 5.3</p>	<input type="checkbox"/> Angivet <input type="checkbox"/> Ikke angivet																															
3	<p>Reflektanser på alle betydende rumoverflader</p>	<input type="checkbox"/> Angivet <input type="checkbox"/> Ikke angivet	<p>Rummet planlægges med standardreflektanser:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Loft</th> <th>Vægge</th> <th>Gulv*</th> <th>Glasflader</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kontorer og mødelokaler, hoteller, restauranter og skoler</td> <td>0,7</td> <td>0,5</td> <td>0,3*</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>Sygehuse</td> <td>0,7</td> <td>0,6</td> <td>0,3*</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>Tøjbutikker</td> <td>0,6</td> <td>0,3</td> <td>0,3*</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>Industri, varehuse, teknikrum og sportshaller</td> <td>0,5</td> <td>0,3</td> <td>0,2</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>Andre rum</td> <td>0,7</td> <td>0,5</td> <td>0,3*</td> <td>0,1</td> </tr> </tbody> </table> <p>*Hvis indretningsplanen ikke kendes, planlægges rummet som umøbleret, og reflektansen på gulv sættes konservativt til 0,2 som kompensation</p>		Loft	Vægge	Gulv*	Glasflader	Kontorer og mødelokaler, hoteller, restauranter og skoler	0,7	0,5	0,3*	0,1	Sygehuse	0,7	0,6	0,3*	0,1	Tøjbutikker	0,6	0,3	0,3*	0,1	Industri, varehuse, teknikrum og sportshaller	0,5	0,3	0,2	0,1	Andre rum	0,7	0,5	0,3*	0,1
	Loft	Vægge	Gulv*	Glasflader																													
Kontorer og mødelokaler, hoteller, restauranter og skoler	0,7	0,5	0,3*	0,1																													
Sygehuse	0,7	0,6	0,3*	0,1																													
Tøjbutikker	0,6	0,3	0,3*	0,1																													
Industri, varehuse, teknikrum og sportshaller	0,5	0,3	0,2	0,1																													
Andre rum	0,7	0,5	0,3*	0,1																													
4	<p>Arbejdsfelternes størrelse og højde over gulv</p>	<input type="checkbox"/> Angivet <input type="checkbox"/> Ikke angivet	<p>Rummet planlægges efter DS/EN 12464-1 DK NA:2015 – erstatningen for afsnit 4.3.3, og det angives, hvilket alternativ, som er valgt. Hvis ikke angivet regnes arbejdsfeltet som vandret 0,75 m over gulvhøjde</p>																														
5	<p>Særlige brugere (brugere uden normalt syn)</p>	<input type="checkbox"/> Angivet <input type="checkbox"/> Ikke angivet	<p>Det forudsættes, at alle brugere har normalt syn</p>																														
6	<p>Krav til farvetemperatur inkl. evt. regulering af denne</p>	<input type="checkbox"/> Angivet <input type="checkbox"/> Ikke angivet	<p>Fast farvetemperatur</p> <input type="checkbox"/> 2700 K - fast farvetemperatur <input type="checkbox"/> 3000 K - fast farvetemperatur <input type="checkbox"/> 4000 K - fast farvetemperatur <input type="checkbox"/> Anden fast farvetemperatur _____ K <input type="checkbox"/> Variabel farvetemperatur fra _____ K til _____ K																														

# Beregningsforudsætninger

Angivet af kunden

Hvis ikke angivet af kunden: Standardforudsætninger

7	Krav til farvegengivelse	<input type="checkbox"/> Angivet <input type="checkbox"/> Ikke angivet	Minimumskrav efter DS/EN 12464-1
8	Krav til belysningsform (rettet/diffust, direkte/indirekte)	<input type="checkbox"/> Angivet <input type="checkbox"/> Ikke angivet	Lysplanlæggerens eget valg
9	Krav til montageform (f.eks. indbygget, påbygget, nedhængt, stående, separat arbejdsbelysning, wallwashing, særbelysning etc.)	<input type="checkbox"/> Angivet <input type="checkbox"/> Ikke angivet	Lysplanlæggerens eget valg
10	Krav til automatik og sensorstyring Krav til gruppering og lysscenerier Krav til dæmpning	<input type="checkbox"/> Angivet <input type="checkbox"/> Ikke angivet	Planlægges efter bygningsreglementets minimumskrav. Hvis ikke andet angivet, er armaturerne ikke-dæmpbare
11	Vedligeholdelsesplan (udskiftningsplan, miljøtype og rengørings-intervaller) til brug for beregning af vedligeholdelsesfaktor – se omstående afsnit om beregning af vedligeholdelsesfaktor	<input type="checkbox"/> Angivet <input type="checkbox"/> Ikke angivet	Driftstid mellem lyskildeudskiftninger/armaturudskiftninger _____h (hvis ikke andet angivet regnes for LED-løsninger med 50.000 timers levetid)  Valgt miljø: <input type="checkbox"/> Rent <input type="checkbox"/> Normalt <input type="checkbox"/> Snavset  Valgt rengøringsinterval for armaturer: <input type="checkbox"/> 1 år <input type="checkbox"/> 2 år <input type="checkbox"/> 3 år <input type="checkbox"/> 4 år <input type="checkbox"/> 5 år  Resulterende faktorer:  LLMF _____ LSF _____ LMF _____ RSMF _____  Samlet vedligeholdelsesfaktor MF: _____
12	Krav til nødbelysning og flugtvejsbelysning	<input type="checkbox"/> Angivet <input type="checkbox"/> Ikke angivet	Armaturerne er ikke forberedt for nødlys og flugtvejsbelysning
13	Er der skærpede krav ifm. mærkning efter certificeringsordning f.eks. BREEAM, LEED eller DGNB?	<input type="checkbox"/> Angivet <input type="checkbox"/> Ikke angivet	Det forudsættes at der ikke er sådanne skærpede krav
14	Sportsbelysning: Lighting Class I / II /III	<input type="checkbox"/> Angivet <input type="checkbox"/> Ikke angivet	Det forudsættes at anlægget er Lighting Class II (regional/local/training)

# Beregning af vedligeholdelsesfaktor

Ifølge DS/EN 12464-1:2011 ”skal lysdesigneren (lysplanlæggeren) angive vedligeholdelsesfaktoren samt opliste alle forudsætninger, der er anvendt til bestemmelse af værdien”. Desuden skal lysplanlæggeren/lysdesigneren udarbejde en vedligeholdelsesplan, der skal indeholde eventuelle lyskildeudskiftninger, og rengøringsintervaller for rum og armaturer.

Det fremgår af DS/EN 12464-1, at vedligeholdelsesfaktorer (MF, Maintenance Factor) kan beregnes efter CIE 97:2005 Maintenance of Indoor Electric Lighting Systems:

$$MF = LLMF \cdot LSF \cdot LMF \cdot RSMF$$

Imidlertid tager CIE-publikationen på grund af sin alder ikke højde for LED.

Vejledende værdier for disse faktorer findes i tabellerne på de følgende sider. De nedenstående tabeller er sammenstillet, forenklet og interpoleret af DCL på baggrund af CIE 97:2005, samt diverse nyere kilder i lysindustrien, således at også LED-løsninger er indeholdt. Elektroniske forkoblinger forudsættes.

## Beregningseksempel på vedligeholdelsesfaktor

Til LED-belysning af et almindeligt, åbent kontorareal (rent rum) angiver kunden følgende:

- Forventet driftstid mellem armaturudskiftninger 40.000 h
- Valgt armaturrengøringsinterval er 2 år
- Valgt rumrengøringsinterval er 2 år

Lysdesigneren vælger en LED-armaturtype, hvor levetiden fra leverandøren er opgivet til L80 = 50.000 timer. Armaturet er IP21 (åbent), direkte lysende

Resulterende faktorer (opslag i tabel markeret med gult på de følgende sider):

- LLMF: 0,84
- LSF: 1,00
- LMF: 0,96
- RSMF: 0,98

Samlet vedligeholdelsesfaktor:

$$MF = LLMF \cdot LSF \cdot LMF \cdot RSMF = 0,84 \cdot 1,00 \cdot 0,96 \cdot 0,98 = \underline{0,79}$$

LSF Lamp Survival Factor Lyskildens overlevelse		Findes i lyskildespecifikationen (eller leveres af armaturproducenten), og ellers benyttes nedenstående oversigt over gængse lyskilder					LLMF Lamp Lumen Maintenance Factor Lyskildens lysstrømsnedgang over tid					Findes i lyskildespecifikationen (eller leveres af armaturproducenten), og ellers benyttes nedenstående oversigt over gængse lyskilder. For LED er oversigten beregnet efter TM21. Hvis ikke andet er opgivet, sammenlignes normalt ved 50.000 timer mellem udskiftninger						
Forventet tid [h] → inden udskiftning		1.000	2.000	4.000	6.000	10.000	12.000	16.000	20.000	30.000	40.000	50.000	60.000	70.000	80.000	90.000	100.000	
Lyskildetype	(LED Levetidsopgivelse [h]) ↓																	
Lavvolt halogen	LLMF	0,98	0,95															
	LSF	0,98	0,95															
230V halogen	LLMF	0,98	0,91															
	LSF	0,98	0,91															
Lysrør, ex. long-life	LLMF	0,98	0,96	0,95	0,94	0,92	0,92	0,90	0,90									
	LSF	0,96	0,94	0,91	0,90	0,87	0,84	0,81										
Kompaktlysrør ≤26W	LLMF	0,96	0,92	0,87	0,85	0,80	0,79											
	LSF	0,94	0,89	0,83	0,77	0,80	0,74	0,70										
Kompaktlysrør >26W	LLMF	0,98	0,97	0,94	0,93	0,90	0,90	0,90	0,89									
	LSF	0,97	0,93	0,87	0,84	0,80	0,68	0,61	0,53									
MH, keramisk 150W	LLMF	0,92	0,91	0,87	0,79	0,73	0,70											
	LSF	0,93	0,87	0,78	0,75	0,72	0,63	0,56										
Højtryksnatrium	LLMF	0,98	0,96	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,82									
	LSF	0,98	0,96	0,93	1,01	0,91	0,87	0,85	0,81									
LED L90	LLMF 50.000	1,00				0,98				0,96	0,94	0,92	<b>0,90</b>	0,88	0,86	0,84	0,83	0,81
	LSF 50.000	1,00				1,00				1,00	1,00	1,00	<b>1,00</b>	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
	LLMF 100.000	1,00				0,99				0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	<b>0,90</b>
	LSF 100.000	1,00				1,00				1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	<b>0,99</b>
LED L80	LLMF 50.000	1,00				0,96				0,92	0,88	<b>0,84</b>	<b>0,80</b>	0,76	0,73	0,70	0,67	0,64
	LSF 50.000	1,00				1,00				1,00	1,00	<b>1,00</b>	<b>0,99</b>	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98
	LLMF 100.000	1,00				0,98				0,96	0,94	0,92	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82	<b>0,80</b>
	LSF 100.000	1,00				1,00				1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	0,99	<b>0,99</b>
LED L70	LLMF 50.000	0,99				0,94				0,87	0,81	0,75	<b>0,70</b>	0,65	0,61	0,56	0,52	0,49
	LSF 50.000	1,00				1,00				1,00	1,00	0,99	<b>0,99</b>	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98
	LLMF 100.000	1,00				0,97				0,93	0,90	0,87	0,84	0,81	0,78	0,75	0,73	<b>0,70</b>
	LSF 100.000	1,00				1,00				1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	<b>0,99</b>
LED L50	LLMF 50.000	0,99				0,90				0,76	0,66	0,58	<b>0,50</b>	0,43	0,38	0,33	0,28	0,25
	LSF 50.000	1,00				1,00				0,99	0,99	0,98	<b>0,98</b>	0,98	0,95	0,80	0,40	0,00
	LLMF 100.000	1,00				0,95				0,88	0,82	0,76	0,71	0,66	0,62	0,58	0,54	<b>0,50</b>
	LSF 100.000	1,00				1,00				1,00	1,00	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,97	<b>0,97</b>

<b>Definitioner af omgivelser</b>	<b>Tabellens værdier er DCLs definitioner, som tager udgangspunkt i gængse rum i DS/EN 12464 1</b>
Rene omgivelser	Renrum, elektronikfremstilling, sundhedssektoren, køkkener. Kontorer og biblioteker med undtagelse af almen- og færdselsområder
Normale omgivelser	Undervisningslokaler, butikker, restauranter, hoteller og andre offentlige områder. Lagerrum og transportområder (lufthavne og jernbaneanlæg)
Snavsede omgivelser	Fremstillingsindustri (med undtagelser af renrum)

<b>LMF</b> <b>Lumen Maintenance Factor</b> <b>Armaturløsningsfaktor</b>	<b>Tabellens værdier angiver den mængde lys, som resterer efter tilsmudsning af armaturet. Disse afhænger af rengøringsintervaller, armaturtype og omgivelser. Tabellen er en tilpasning af CIE97:2005 2nd Edition til danske forhold. Med åbne armaturer menes både direkte og direkte/indirekte lysende armaturer, mens oplysningsarmaturer et 100% indirekte.</b>														
<b>Rengøringsintervaller</b>	<b>1 år</b>			<b>2 år</b>			<b>3 år</b>			<b>4 år</b>			<b>5 år</b>		
<b>Omgivelser</b>	<b>Rene</b>	<b>Normale</b>	<b>Snavsede</b>	<b>Rene</b>	<b>Normale</b>	<b>Snavsede</b>	<b>Rene</b>	<b>Normale</b>	<b>Snavsede</b>	<b>Rene</b>	<b>Normale</b>	<b>Snavsede</b>	<b>Rene</b>	<b>Normale</b>	<b>Snavsede</b>
Åbne armaturer - LMF	0,98	0,97	0,93	0,96	0,94	0,86	0,94	0,91	0,8	0,92	0,88	0,73	0,9	0,85	0,66
Lukkede armaturer - LMF	0,98	0,98	0,94	0,97	0,95	0,88	0,95	0,93	0,83	0,94	0,9	0,77	0,92	0,88	0,71
Oplysningsarmaturer - LMF	0,94	0,92	0,86	0,88	0,84	0,72	0,83	0,76	0,57	0,77	0,68	0,43	0,71	0,6	0,29

<b>RSMF</b> <b>Room Surface Maintenance Factor</b> <b>Rumtilsmudsningfaktor</b>	<b>Tabellens værdier angiver det lys, som resterer efter tilsmudsning af rummet. Disse afhænger af rengøringsintervaller, armaturtype og omgivelser. Tabellen er en tilpasning af CIE97:2005 2nd Edition til danske forhold, idet svenske Ljusmallens 3 års værdier er brugt som udgangspunkt for lineære interpolationer og fremskrivninger. Med åbne armaturer menes både direkte og direkte/indirekte lysende armaturer, mens oplysningsarmaturer et 100% indirekte.</b>														
<b>Rengøringsintervaller</b>	<b>1 år</b>			<b>2 år</b>			<b>3 år</b>			<b>4 år</b>			<b>5 år</b>		
<b>Omgivelser</b>	<b>Rene</b>	<b>Normale</b>	<b>Snavsede</b>	<b>Rene</b>	<b>Normale</b>	<b>Snavsede</b>	<b>Rene</b>	<b>Normale</b>	<b>Snavsede</b>	<b>Rene</b>	<b>Normale</b>	<b>Snavsede</b>	<b>Rene</b>	<b>Normale</b>	<b>Snavsede</b>
<b>Rummets refleksionsfaktorer</b>	<b>70/50/20</b>	<b>70/50/20</b>	<b>50/30/20</b>	<b>70/50/20</b>	<b>70/50/20</b>	<b>50/30/20</b>	<b>70/50/20</b>	<b>70/50/20</b>	<b>50/30/20</b>	<b>70/50/20</b>	<b>70/50/20</b>	<b>50/30/20</b>	<b>70/50/20</b>	<b>70/50/20</b>	<b>50/30/20</b>
Direkte	0,99	0,99	0,98	0,98	0,97	0,97	0,97	0,96	0,95	0,96	0,95	0,93	0,95	0,93	0,92
Direkte/Indirekte 50/50	0,98	0,98	0,97	0,97	0,95	0,93	0,95	0,93	0,9	0,93	0,91	0,87	0,92	0,88	0,83
Indirekte	0,97	0,95	0,92	0,95	0,91	0,85	0,92	0,86	0,77	0,89	0,81	0,69	0,87	0,77	0,62

**Dansk Center for Lys** er en forening for danske lysprofessionelle, hvis medlemmer tæller forskere, undervisere, forhandlere, rådgivere, arkitekter, elinstallatører, kommunalt ansatte lysteknikere, lysdesignere og mange andre.

DCL en ukommerciel organisation, hvis formål det er ”at udbrede kendskabet til godt og hensigtsmæssigt lys”, herunder også at repræsentere medlemmerne og fælles danske synspunkter i standardiseringssammenhænge.

**Branchevejledningen** er blevet til i samarbejde med en baggrundsgruppe, som repræsenterer de fleste af foreningens medlemmer og hele værdikæden: Kunder, entreprenører, rådgivende ingeniører og forhandlere.

Nærværende vejledning er ikke tænkt som en udtømmende guide til at fremstille en god belysningsløsning, men som et supplement til eksisterende lovgivning, idet dialogværktøjet og de fælles retningslinjer skal skabe retvisende beregninger og fair konkurrence.

**Tilbud, der henviser til Branchevejledningen**, følger dennes retningslinjer, og beregningsforudsætningerne på side 3 og 4 skal vedlægges eller på anden måde specificeres i tilbuddet.

Branchevejledningen er frit tilgængelig og kan downloades fra DCLs hjemmeside:

[www.centerforlys.dk](http://www.centerforlys.dk)

---

## OM DENNE BRANCHEVEJLEDNING

---