

UDGIVET JUNI 2018 – OPDATERET DECEMBER 2021

## Vejledning: Kontor

# Belysning – funktionsafprøvning

Gamle og udtjente belysningsanlæg er ofte dyre i drift. Der er typisk både høje energiudgifter og store omkostninger forbundet med at vedligeholde og driftssikre et udtjent anlæg. Desuden kan det kan være både vanskeligt og besværligt at skaffe lyskilder og andre reservedele til ældre anlæg. I mange tilfælde er lyskvaliteten også relativt ringe i forhold til de forventninger og teknologiske muligheder, der findes i dag. Der kan med andre ord være mange gode grunde til at investere i renovering af belysningsanlægget.

Men hvordan sikrer du, at det nye anlæg leverer varen i form af en god og jævn belysning uden driftsforstyrrelser og med lavest muligt energiforbrug? Svaret er enkelt:

Stil præcise og relevante krav til anlægget fra starten, og få testet det nye anlæg op imod kravene inden aflevering. Det kan gøres ved at gennemføre en funktionsafprøvning af belysningsanlægget før ibrugtagning.

## Det er lovpligtigt

Der skal ifølge Bygningsreglementet § 384 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. Dokumentation af funktionsafprøvningen skal indsendes til kommunen senest ved færdigmelding.

Denne vejledning fortæller, hvordan man kan gennemføre en funktionsafprøvning af et belysningsanlæg.

## Hvad er funktionsafprøvninger?

Funktionsafprøvninger er et godt værktøj til at sikre, at det færdige renoveringsprojekt lever op til bygherrens krav og ønsker i forhold til kvalitet. Den forebygger mange af de problemer, bygherrerne typisk kan opleve med tekniske installationer, som ikke leverer den lovede ydelse. Brugere vil ikke opleve gener, og desuden vil bygherren overtage en bygning, hvor de driftsansvarlige kan koncentrere sig om at drifte bygningen fra dag 1 og ikke skal bruge tid på at udbedre fejl og mangler.

## Kravene præciseres

Funktionsafprøvninger adskiller sig ikke grundlæggende fra den almindelig afleveringsforretning, hvor funktionen af anlæg testes, før projektet afleveres til bygherren. Forskellen ligger i, at det er bygherren, der fra start stiller kravene til, hvordan anlægget skal testes, og hvordan dette skal dokumenteres. Med funktionsafprøvninger stilles der altså ikke nye krav til installationerne, men der sker en præcisering af, hvordan kravene kontrolleres.

## Nye procedurer

For både bygherren og den udførende entreprenør skal der indføres nye procedurer. Bygherren skal sikre, at det allerede i udbudsmaterialet angives, hvilke installationer der skal testes og hvordan, mens entreprenøren skal sørge for at indregulere anlæggene og have udført egentest forud for funktionsafprøvningen, der finder sted umiddelbart inden afleveringen.

## Hvilke krav bør du stille?

### Hvad får du i denne vejledning?

I denne vejledning får du beskrivelser af en række relevante funktionsafprøvninger for belysning, som fortæller, hvad det er relevant at måle på, når den afsluttende funktionsafprøvning skal gennemføres. Samtidig får du via testbeskrivelserne input til, hvilke krav du skal stille. Krav og kriterier for målinger er nemlig to sider af samme sag. Vejledningen indeholder beskrivelser af test, målemetoder og tjeklister. Der er beskrevet fem forskellige typer af test:

### Krav i Bygningsreglementet (BR18)

1. Belysningsstyrke
2. Regelmæssighed
3. Dagslysstyring
4. Bevægelsesmeldere
5. Zoneopdeling

Test 1 og 2 gennemføres samtidig. Det samme gælder for test 3, 4 og 5.

Alle tests er vejledende og skal tilpasses hver opgave.

I det følgende beskrives funktionsafprøvning for eftervisning af belysningsstyrke og regelmæssighed samt dagslysstyring, bevægelsesmeldere og zoneopdeling. Der anvises desuden registreringsskemaer til brug for dokumentation af de målte værdier.

Test nr. 1	Belysningsstyrke og regelmæssighed (uniformitet)
Lovkrav	Bygningsreglement BR18 kap. 18 § 382 stk. 1: "Arbejdsrum mv. og fælles adgangsveje skal 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.

<b>Definition</b>	<p>Belysningsanlægget skal være i stand til at levere den belysningsstyrke der kræves i henhold til bygningsreglementet BR18. Belysningsstyrken er et mål for, hvor meget lys der pr. arealenhed rammer en belyst flade. Belysningsstyrken måles i lux.</p> <p>Belysningsanlægget skal endvidere være i stand til at levere/overholde den regelmæssighed, der kræves i henhold til bygningsreglementet BR18. Regelmæssigheden af belysningen <math>U_0</math> defineres som minimumsbelysningsstyrken <math>E_{min}</math>, i forhold til middelbelysningsstyrken, <math>E_{mid}</math>. Belysningsstyrken måles i lux.</p>
-------------------	---

	<p>Ud fra det samlede antal arbejdspladser udvælges 25% repræsentativt og opmåles. De 25 % benyttes ud fra et zone-perspektiv. Eksempelvis skal en zone med 20 cellekontorer, som har ensartet belysningsløsning, omfattes med målinger i 25 % af cellerne, svarende til 5 kontorer, efter kontrollantens valg. De øvrige kontorer skal ikke besøges. Det gælder både belysningsniveau og test af lysensorer for dagslysstyring</p> <p>Tilsvarende, en storrumszone med ensartet belysning, - her udvælges et antal målepunkter som dækker repræsentativt for 25% af zonen. Er zonen fx 400 m<sup>2</sup> måles i et område på ca. 100 m<sup>2</sup>.</p>
--	---

<b>Test nr. 2</b>	<b>Dagslysstyring, zoneopdeling og bevægelsesmeldere</b>
<b>Lovkrav</b>	<p>Bygningsreglement BR18 kap. 18 § 382 stk. 3: "Arbejdsrum mv. og fælles adgangsveje skal forsynes med automatisk dagslysstyring, hvis der er tilstrækkeligt dagslys".</p> <p>Bygningsreglement 2018 kap. 18 § 382 stk. 5: "Arbejdsrum mv. og fælles adgangsveje skal udføres med belysningsanlæg opdelt i zoner med mulighed for benyttelse efter dagslysforhold og aktiviteter.</p> <p>I mindre arbejdsrum, eks. enkeltmandskontorer, kan kravet fraviges".</p> <p>Bygningsreglement BR18 kap. 18 § 382 stk. 4: "Arbejdsrum mv. og fælles adgangsvejeskal hvor der kun er lejlighedsvis benyttelse, forsynes med bevægelsesmeldere.</p> <p>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 egnede hertil".</p>
<b>Definition</b>	<p>Lysstyring omfatter i denne sammenhæng automatisk dagslysstyring. Dagslysstyringen kan enten være on/off eller kontinuerlig.</p> <p>Ved zoneopdeling forstå et belysningsanlæg og en styringsform, hvor belysningen dæmpes mest i zoner med meget dagslys og mindre i zoner med mindre dagslys.</p> <p>Lysstyring omfatter endvidere bevægelsesmeldere til automatisk tænd/sluk af belysningsanlæg.</p>

**Målepunkter og målemetoder**

Ud fra det samlede antal arbejdspladser udvælges 25% repræsentativt og opmåles. De 25 % benyttes ud fra et zone-perspektiv. Eksempelvis skal en zone med 20 cellekontorer, som har ensartet belysningsløsning, omfattes med målinger i 25 % af cellerne, svarende til 5 kontorer, efter kontrollantens valg. De øvrige kontorer skal ikke besøges. Det gælder både belysningsniveau og test af lysensorer for dagslysstyring

Tilsvarende, en storrumszone med ensartet belysning, - her udvælges et antal målepunkter som dækker repræsentativt for 25% af zonen. Er zonen fx 400 m<sup>2</sup> måles i et område på ca. 100 m<sup>2</sup>.

Hvis afprøvningen påviser fejl, kontaktes bygherre med henblik på at få udbedret fejlene eller omfanget af repræsentative arbejdspladser øges til 100%, hvis bygherre har udtrykt ønske om dette.

Der udlægges et målenet efter anbefalingerne i afsnit 4.4 i DS/EN 12464-1:2021. Det er bl.a. vigtigt, at målenettet ikke er sammenfaldende med armaturernes ophængningsmønster.

Inden for dette målenet udvælges en række målepunkter til bestemmelse af belysningsstyrken og regelmæssigheden. Forslag til målepunkter ses i tabel 9.1 i afsnit 9.5.1.

Kontorarbejdspladsers arbejdsfelt beregnes med højden 0,75 m, hvis ikke andet er opgivet i beregningsgrundlaget.

Rummene kontrolopmåles i færdigmøbleret tilstand. Hvis dette ikke kan lade sig gøre, fratrækkes 10% på de målte belysningsstyrker.

Måling af belysningsstyrken foretages med et luxmeter som er kalibreret inden for et år og udføres, jf. DS/EN 12464-1, kap. 6.

**Dagslysstyring og zoneopdeling**

Kontrol af dagslysstyringen og zoneopdelingen foregår af flere omgange for at dække perioder med lavt og højt dagslysniveau. Afprøvning ved 'tusmørke' kan eventuelt ske med helt lukket solafskærmning, gardiner trukket for eller lignende.

Hvis der anvendes styring med kontinuerlig regulering af belysningen, skal det eftervises at styringen fungerer efter hensigten og som beskrevet i dokumentationen.

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

- Almenbelysning tænder automatisk, når belysningsstyrken er under  $E_{\min}$  for lokale/zone
- Reguleringen fungerer jf. dokumentationen – konstateres for eksempel ved at trække gardiner for eller lukke solafskærmningen eller afblænde luxføleren
- Belysningen dæmpes mest i zoner med meget dagslys og mindre i zoner med mindre dagslys
- Ved maksimal dæmpning opfyldes kravene til belysningsstyrke
- En hurtig måde at tjekke dette på er ved at belyse dagslyssensoren kontinueret med lys fra en kraftig lommelygte eller lignende, så man er sikker på, at lyset regulerer helt ned til minimum  $E_{\min}$  i alle zoner. Det er vigtigt, at lyset fra denne lommelygte/andet lys ikke kan påvirke en luxmåling i en zone, efter at lyset er reguleret ned. Belysningen vi derved dæmpe, og skal således dæmpe mest i zonen tættest på vinduer, mindre i den næste zone og så fremdeles. Luxniveauer kontrolleres i alle berørte zoner.

### **Bevægelsesmeldere**

Der udføres 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 en person træder ind i rummet/bevæger sig ind i sensorens detekteringsområde
- Lyset slukkes efter  $t_{\text{sluk}}$  minutter eller – i tilfælde af dagslysregulering kombineret med bevægelsessensor – dæmpes til det niveau (f.eks. 10%), der enten er valgt som blivende  $t_{\text{hold}}$  (tærskelværdi) i den definerede arbejdstid eller som en værdi, lyset dæmper ned til i en kortere periode, inden det slukker helt
- Målt(e) tidsforsinkelse(r)  $t_{\text{sluk}}/t_{\text{hold}}$  svarer til indstillingsværdi(er)
- Sensorplacering og følsomhed er tilstrækkelig til ikke at slukke almenbelysning ved stillesiddende/arbejdende person

<p><b>Principskitse</b></p>	 
<p><b>Forudsætninger for test</b></p>	<p>For at kunne udføre funktionsafprøvning af dagslysstyringen skal følgende være opfyldt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Belysningsinstallationen er afsluttet og installeret med de projekterede lyskilder, armaturer og lysstyring</li> <li>• Den automatiske dagslysstyring er indreguleret og i drift</li> <li>• Der er indhentet dokumentation for indregulering af belysningsanlæggets setpunkter og evt. beskrivelse af dagslysstyringen</li> <li>• Der er indhentet dokumentation i form af beskrivelser eller tegninger, der forklarer, hvor dagslyssensorer er placeret og hvilke arealer, de dækker</li> <li>• Hvis der anvendes automatisk styret solafskærmning, er der indhentet dokumentation for setpunkter og indreguleringsparametre, f.eks. solintensitet og eventuelt vindfølsomhed</li> <li>• Der måles med et luxmeter, som er kalibreret inden for et år</li> </ul>
<p><b>Omfang af test</b></p>	<p>Omfanget af testen er beskrevet i afsnittet " Målepunkter og målemetode".</p>
<p><b>Tidspunkt for testens gennemførelse</b></p>	<p>Testen gennemføres inden aflevering af anlægget til kunden.</p>

<b>Dokumentation</b>	<p>Der udarbejdes en funktionsafprøvningsrapport, der beskriver:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oplysninger om hvem, der har udført funktionsafprøvningen</li> <li>• Hvilke forudsætninger og forhold målingen er udført under</li> <li>• Målepunkter</li> <li>• Måleudstyr der er anvendt, samt hvor og hvornår dette sidst blev kalibreret</li> <li>• De opnåede måleresultater</li> <li>• Det samlede resultat</li> </ul>
<b>Acceptkriterium</b>	<p>Funktionsafprøvningsens resultat for dagslysstyring, zoneopdeling og bevægelsesmeldere 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 DS/EN 12464-1 er overholdt.</p>
<b>Typiske årsager til afvigelser</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Defekte lysfølere/sensorer</li> <li>• Defekte styringsenheder</li> <li>• Forkert indstilling af lysfølere/sensorer</li> <li>• Forkert placering af lysfølere/sensorer</li> </ul>

## Registreringskema til test 1: Funktionsafprøvning af belysningsstyrke og regelmæssighed (uniformitet)

Disse skemaer kan udskrives og benyttes

<b>Anlægsnummer:</b>	<b>Udført af:</b>	<b>Dato:</b>
<b>Beskrivelse af hvilke forudsætninger og forhold målingen er udført under</b>		
<b>Målepunkter (angiv hvor målingerne er foretaget)</b>		
<b>Anvendt måleudstyr</b>		





<b>Målt minimumsbelysningsstyrke (A)</b> [Lux]	<b>Målt middelbelysningsstyrke (B)</b> [Lux]	<b>Regelmæssighed (A/B)</b> [-]
<b>Beregnet regelmæssighed</b> [-]	<b>Krav til regelmæssighed</b> [-]	<b>Afvigelse</b> [%]

<b>Det samlede resultat</b>		
<b>Stemmer det samlede resultat overens med kravene i BR18 (hvis relevant)?</b>	<b>Ja</b>	<b>Nej</b>
<b>Hvis nej - beskriv hvorfor</b>		
<b>Kommentarer</b>		

## Registreringsskema til test 2: Funktionsafprøvning af dagslysstyring, zoneopdeling og bevægelsesmeldere

Disse skemaer kan udskrives og benyttes

<b>Anlægsnummer</b>	<b>Udført af:</b>	<b>Dato:</b>
<b>Beskrivelse af hvilke forudsætninger og forhold målingen er udført under</b>		
<b>Målepunkter (angiv hvor målingerne er foretaget)</b>		





Tjek	Tid [min]
Lyset slukkes efter $t_{sluk}$ minutter	
Målt tidsforsinkelse (holdetid) $t_{sluk}$ svarer til indstillingsværdi	

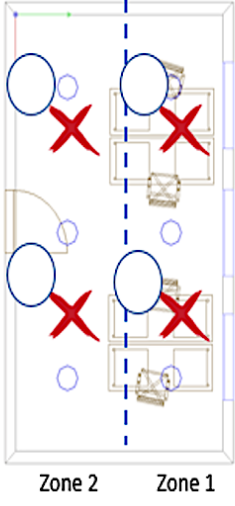
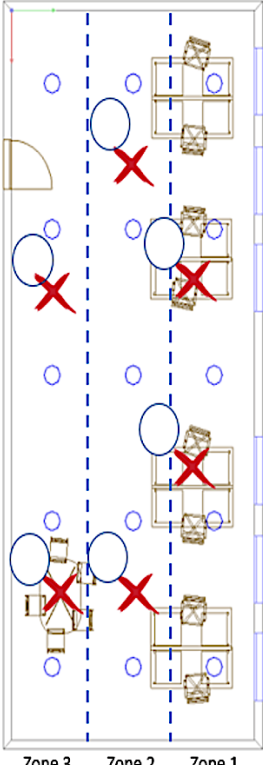
Det samlede resultat		
Stemmer det samlede resultat overens med kravene i BR18 (hvis relevant)?	Ja	Nej
Hvis nej – beskriv hvorfor		
Kommentarer		

### Forslag til målepunkter

Typisk udlægning af målepunkter i forskellige typiske lokaliteter ses i nedenstående tabel:

- Gangareal (måling mellem hvert armatur)
- Kontor inkl. arbejdspladser (lille, stor og middel)
- Toilet (2 - 4 målinger, afhængig af arealet)
- Birum (2 - 4 målinger, afhængig af arealet)

Forslag til målepunkter ved målinger af belysningsstyrker		
Størrelse på rum	Antal målinger	Skitse
Lille rum: $\leq 15 \text{ m}^2$	2 målinger	<p>Lille rum <math>\leq 15 \text{ m}^2</math></p> <p>Zone 2      Zone 1</p>

Middel rum: $\leq 30 \text{ m}^2$	4 målinger	<p>Middel rum <math>\leq 30 \text{ m}^2</math></p>  <p>Zone 2 Zone 1</p>
Stort rum: $\geq 30 \text{ m}^2$	Min. 6 målinger	<p>Stort rum <math>\geq 30 \text{ m}^2</math></p>  <p>Zone 3 Zone 2 Zone 1</p>