

Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger

VEJLEDNING Funktionsafprøvning af belysningsanlæg i større bygninger



Scan koden og
TILMELD dig vores
NYHEDSBREV

INDHOLD

Funktionsafprøvning af belysningsanlæg	3
Undgå fejl og mangler ved renovering af belysningsanlæg	3
Hvad får du i denne vejledning?	4
Hvad bør kravene dække?	6
Test nr. 1 - Belysningsstyrke	9
Test nr. 2 - Regelmæssighed	11
Test nr. 3 - Dagslysstyring	13
Test nr. 4 - Bevægelsesmeldere	16
Test nr. 5 - Zoneopdeling	18
Registreringsskema til test 1	20
Registreringsskema til test 2	21
Registreringsskema til test 3	22
Registreringsskema til test 4	23
Registreringsskema til test 5	24
Generelt: Sådan udføres målinger på belysningsanlæg	25

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.

Udgivet juni 2018

FUNKTIONSAFPRØVNING AF BELYSNINGSANLÆG

Undgå fejl og mangler ved renovering af belysningsanlæg

Den 1. juli 2017 indførtes der krav i bygningsreglementet om, at der skal foretages funktionsafprøvning af bl.a. belysningsanlæg inden ibrugtagning af bygningen.

De nye krav styrker de allerede eksisterende krav til at eftervise installationers ydeevne i de gældende standarder for belysning. Bygningsreglementets krav gælder for nybyggeri, men også for eksisterende byggeri, hvor der udføres ændringer, der har betydning i forhold til bygningsreglementets bestemmelser.

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

- belysningsstyrke
- at dagslysstyring, bevægelesmeldere og zoneopdeling fungerer efter hensigten

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

Behovsstyring

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 med en funktionsafprøvning af belysningsanlægget, som er emnet for denne vejledning.

Hvad er funktionsafprøvning, når det gælder belysning?

Funktionsafprøvning benyttes for at sikre, at den færdige belysningsløsning lever op til bygherrens krav og ønsker. Afprøvningen er en del af den samlede leverance, som entreprenøren skal levere. At man fra starten har aftalt krav og testprocedure forebygger mange af de problemer, bygherrerne typisk kan opleve med tekniske installationer.

Bygningens brugere vil herved med det samme opleve alle fordelene ved den nye løsning, og bygherren vil fra dag 1 kunne koncentrere sig om at drifte bygningen uden at skulle bruge tid på udbedring af fejl og mangler.

Kravene præciseres

Funktionsafprøvninger adskiller sig ikke grundlæggende fra den almindelige 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.

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.

Læs mere om performancetests hos Bygningsstyrelsen

Denne vejledning er udarbejdet i overensstemmelse med Bygningsstyrelsens koncept for performancetests. Funktionsafprøvninger er en nødvendig del af en samlet performancetest.

Læs mere på:
www.bygst.dk/godt-byggeri/performancetest/

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 afsluttede 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:

1. Kontrol af belysningsstyrke
2. Kontrol af lysets udbredelse
3. Kontrol af dagslysstyring
4. Kontrol af bevægelsesmeldere
5. Kontrol af zoneopdeling

Som nævnt er der i bygningsreglementets tillæg kun krav om at påvise, at belysningsanlægget overholder bygningsreglementets krav til belysningsstyrke, og at dagslysstyring, bevægelsesmeldere og zoneopdeling fungerer efter hensigten.

Alle tests er vejledende og skal tilpasses hver opgave.

Ud over bygningsreglementets krav kan følgende overvejelser og interesser tages i betragtning:

Formål	Overvejelse/Interesse	Husk at tage stilling til...
Levetid	Hvis levetiden for en lyskilde er opgivet til fx 30.000 timer, bør samtlige komponenter i installationen kunne præstere minimum samme levetid. Der kan være særlige forhold omkring LED-teknologi på dette felt.	<ul style="list-style-type: none"> • Forkoblingens levetid (datablad) • Beskyttelse mod snavs • Beskyttelse mod mekanisk skade (påkørsel/boldspil/...) • Temperaturforhold omkring LED-drivere
Fuld effekt hele tiden	Afgivet lysstrøm for lyskilder og armaturer kan falde over tid. Lyskilden kan have en indbrændingstid, som skal overstås før test. For LED-armaturer er der internationale standarder for levetidsdeklaration: <ul style="list-style-type: none"> • EC 62717 LED-modules for general lighting - Performance requirements • IEC 62722-2-1 Particular requirements for LED luminaires 	<ul style="list-style-type: none"> • Lyskildens indbrændingstid • LED-armaturers L-værdi: L80 30000 h betyder fx, at efter 30.000 timer vil lysstrømmen som minimum være 80 % af ny-værdien • LED-armaturers B-værdi: B50 betyder, at 50 % af armaturerne svarer til L-værdien • LED-driver levetid: 30000 h/10% betyder, at forudsat acceptable temperaturforhold vil 90 % fortsat fungere efter 30.000 timer
Energiforbrug	Lavest mulige energiforbrug. Kan også forstås som mest muligt lys med mindst mulig klimabelastning.	<ul style="list-style-type: none"> • Samlet effektoptag for armaturerne: forkobling + lyskilde • Effektoptag i armatur ved standby • Nullast: effektoptag i styreenhed, når lysanlægget i øvrigt er slukket
Omkostninger	Helhedsbetragtning: Lavest mulige omkostning totalt set. TCO = Total Cost of Ownership. På SparEnergi.dk findes link til Miljøstyrelsens TCO-beregner for indkøb af belysning. https://sparenergi.dk/offentlig/el/belysning	<ul style="list-style-type: none"> • Omkostninger til anskaffelse, vedligehold, energiforbrug, drift og antal genanskaffelser i forhold til bygningens levetid

Hvad bør kravene dække?

Kravene til et belysningsanlæg vil dels være givet i bygningsreglementet og dels være betinget af forventninger og behov fra bygherren og brugerne af bygning en. På de følgende sider ses konkrete procedurer for, hvordan funktionstest af forskellige egenskaber kan specificeres. De kvalitetskrav, der kan stilles til belysningsløsningernes, er blandt andet følgende:

Belysningsstyrke (den belyste flade) og behovsstyring

Belysningsstyrken defineres som den lysmængde, der falder på et givent areal. Det kan også udtrykkes som lumen pr. kvadratmeter [lm/m^2] eller [lux].

Lux-værdier kan være interessante i forbindelse med kortlægning af belysningsniveauer i konkrete zoner og områder. Det er ofte lux-værdier, der beskriver krav til almen belysning i bygningszoner og arbejdsbelysning ved forskellige arbejdssituationer.

Bygningsreglementet henviser til minimumskrav til belysningsstyrke i forskellige situationer.

Eksempler på krav til belysningsstyrke og regelmæssighed ved udvalgte arbejdspladser, jf. DS/EN 12464-1 og DS/EN 12464-1 DK NA

Sted	Middelbelysningsstyrke på arbejdsplanet, E_{mid} [lux]	Regelmæssighed, U_0
Gange og trapper	100	0,40
Kontorarbejde <ul style="list-style-type: none"> • Opgaveområde (på synsobjektet) • I nærområdet (over $\frac{1}{2}$ m fra synsobjektet) 	500 300	0,60 0,40
Børnehaver og vuggestuer	300	0,40 0,60 (koncentrationsleg)
Undervisningslokale	300	0,60

Bygherren kan vælge at øge kravene til belysningsstyrke, fx ved kunst- og salgsudstilling eller særlige arbejdsfunktioner. Lyset kan eventuelt specificeres med manuel lysdæmpning, så zonen kan tilpasses forskellige anvendelsesformål.

Eksempel på måleplan til måling af belysningsstyrke og regelmæssighed

Længde [m]	Maksimal afstand mellem punkter i måleplanet [m]	Minimum antal af punkter i måleplanet
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

Belysningens regelmæssighed (Uniformitet)

Belysningens Uniformitet beskriver variationen i lysets fordeling (Uniformity of illuminance, U_o). Det defineres som $U_o = E_{min} / E_{avr}$, hvor E_{min} er den mindste og E_{avr} er den gennemsnitlige af de repræsentative luxværdier (E_r), der er målt i en given zone.

Hvis fx den aktuelle kontrolmåling i en zone har givet et gennemsnit over et nærmere bestemt antal målepunkter på 350 lux og en mindsteværdi på 240 lux, vil Uniformiteten være:

$$U_o = E_{min} / E_{avr} = 220 / 350 = 0,63$$

Bygningsreglementet henviser til minimumskrav til Uniformitet i forskellige situationer.

Luminans (refleksion fra den belyste flade)

Luminans beskriver den reflekterede lysmængde i en bestemt retning fra et givent punkt eller en given flade. Enheden [cd/m^2] udtrykker luminansen. Luminansen er en funktion af den lysmængde, der rammer målepunktet [lm], målepunktets størrelse, lyskildens vinkel i forhold til målepunktet og vinklen til målingens sigtelinje.

Luminans kan være interessant i forbindelse med kortlægning af blænding og refleksion fra forskellige typer overflader under forskellige påvirkning af lys i forskellige situationer.

Bygningsreglementet stiller ingen krav på dette område.

Lysets farvegengivelse

Sollys gengiver blomsternes (og andre tings) farver fuldt ud. Lyskildens evne til at gengive farver korrekt i forhold til solens optimale lys udtrykkes ved en såkaldt Ra-værdi. Egenskaben er vigtigere nogle steder frem for andre. I et køkken vil man gerne kunne genkende, hvis en råvare ser fordærvet ud, og i badeværelset vil man gerne kunne skelne nuancer i hud og sminke. Ved Ra90 eller derover anses lyset for naturtro. Værdien bør som regel være mindst Ra80. Det vil ofte være sådan, at højere Ra-værdi giver anledning til et lidt højere energiforbrug.

Bygningsreglementet stiller ingen specifikke krav til Ra-værdi.

Lysets indtryk (farvetemperaturen)

Lysfarven angives som en farvetemperatur i enheden Kelvin, og jo højere farvetemperaturen er, jo mere køligt opfattes lyset. Dagslyset har en væsentlig højere farvetemperatur (6000-10000 K) end den kunstige belysning, hvilket har betydning, når dagslyset suppleres med kunstig belysning. Der findes lyskilder med farvetemperaturer svarende til dagslysets, men disse er ikke velegnede til aftenbelysning.

Der er en vis sammenhæng mellem belysningsniveauet og en foretrukken farvetemperatur. Erfaringen viser, at varme lysfarver (2800 K) foretrækkes ved lave belysningsstyrker (100-200 lux) og koldere lysfarver i lokaler med høj belysningsstyrke. Kombineres dagslys og kunstlys er det uhensigtsmæssigt at prøve at tilpasse kunstlyset efter dagslysets farve, fordi lyset i perioder med kunstlys alene vil virke alt for koldt. Et krav på 4000 Kelvin vil ofte være en god løsning i en sådan situation.

Læs mere i SBi-publikationen "Beregningsværktøjer til analyse af dagslysforhold i bygninger"

<http://www.sbi.dk/indeklima/lys/anvisning-beregning-af-dagslys-i-bygninger/sammenfatning-beregningsværktøjer-til-analyse-af-dagslysforhold-i-bygninger>

Bygningsreglementet stiller ingen specifikke krav til farvetemperatur.

Relevante standarder og anvisninger

Relevante standarder og anvisninger i forbindelse med funktionsafprøvning af belysningsanlæg omfatter:

- DS/EN 12464-1, Lys og belysning - Belysning ved arbejdspladser - Del 1: Indendørs arbejdspladser
- DS/EN 12464-1 DK NA:2015, Nationalt annekst til Lys og belysning - Belysning ved arbejdspladser - Del 1: Indendørs arbejdspladser.
- DS/EN 12665 Lys og belysning - Grundlæggende begreber og kriterier til beskrivelse af krav til belysning
- SBi-anvisning 220, Lysstyring
- SBi-anvisning 203, Beregning af dagslys i bygninger
- At-vejledning A.1.5-1, Vejledning om kunstig belysning på faste arbejdssteder - Opdateret december 2016

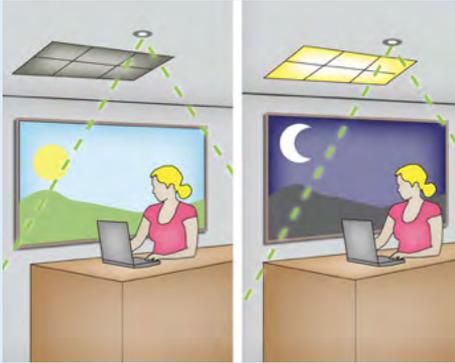
Test nr. 1	Belysningsstyrke	
Anlægs nr.:	Udført af:	Dato:
Formål	<p>Formålet med testen er at eftervise, at det elektriske belysningsanlæg opfylder bygningsreglementets krav for belysningsstyrke, jf. DS/EN 12464-1, Lys og Belysning - Belysning ved arbejdspladser - Del 1: Indendørs arbejdspladser.</p> <p>For nogle arbejdspladser er kravene til belysningsstyrke yderligere specificeret i det nationale annek DS/EN 12464-1 DK NA.</p>	
Lovkrav	<p>Bygningsreglement 2018 kap. 18 § 382 stk. 1: <i>"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 sammen med DS/EN 12464-1 DK NA"</i></p>	
Definition	<p>Belysningsanlægget skal være i stand til at levere den belysningsstyrke, der kræves i henhold til bygningsreglementet 2018.</p> <p>Belysningsstyrken er et mål for, hvor meget lys der pr. arealenhed rammer en belyst flade. Belysningsstyrken måles i lux.</p>	
Målepunkter	<p>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 %.</p> <p>Hvis arbejdspladserne endnu ikke er indrettet inden funktionsafprøvningen, må der antages arbejdspladszoner mm. Antagelserne skal beskrives i dokumentationen for funktionsafprøvningen.</p> <p>Måling af belysningsstyrken kan for eksempel foretages med et kalibreret luxmeter og udføres jf. DS/EN 12464-1, kap. 6.</p>	
Principskitse		

Test nr. 1 fortsat	Belysningsstyrke
Forudsætninger for test	<p>For at kunne udføre funktionsafprøvning af belysningsstyrken skal følgende være opfyldt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 o.l. • For at sikre en konstant lysudsendelse fra lyskilderne, bør belysningen være tændt mindst 1 time, før belysningsstyrkemålingerne påbegyndes
Omfang af test	Omfanget af testen er beskrevet i afsnittet "Målepunkter".
Tidspunkt for testens gennemførelse	Testen gennemføres inden AB92 aflevering af anlægget. AB92 er "Almindelige Betingelser for arbejder og leverancer i bygge- og anlægsindustrien 1992" .
Testens varighed	Testens varighed skønnes at være 1-2 timer.
Metode for måling og dokumentation	<p>Der udarbejdes en funktionsafprøvningsrapport, der beskriver:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hvilke forudsætninger og forhold, målingen er udført under • Målepunkter • Måleudstyr, der er anvendt, samt hvor og hvornår dette sidst blev kalibreret • De opnåede måleresultater • Det samlede resultat • Oplysninger om hvem, der har udført funktionsafprøvningen
Forventet resultat	Alle beregnede regelmæssigheder opfylder mindstekravet til regelmæssigheder i DS/EN 12464-1 eller DS/EN 12464-1 DK NA.
Acceptkriterium	Der kan accepteres en afvigelse på 10 % grundet usikkerhed ved måling af belysningsstyrken.
Testens resultat	Er testens acceptkriterium opfyldt? Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>
Typiske årsager til afvigelser	Typiske årsager til afvigelser er beskrevet i afsnittet "Forudsætninger for test".

Test nr. 2	Regelmæssighed	
Anlægs nr.:	Udført af:	Dato:
Formål	<p>Formålet med testen er at eftervise, at det elektriske belysningsanlæg opfylder bygningsreglementets krav for regelmæssighed, jf. DS/EN 12464-1, Lys og Belysning - Belysning ved arbejdspladser - Del 1: Indendørs arbejdspladser.</p> <p>For nogle arbejdspladser er kravene til regelmæssighed yderligere specificeret i det nationale annek DS/EN 12464-1 DK NA.</p>	
Lovkrav	<p>Bygningsreglement 2018 kap. 18 § 382 stk. 1: <i>"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 sammen med DS/EN 12464-1 DK NA"</i></p>	
Definition	<p>Belysningsanlægget skal være i stand til at levere/overholde den regelmæssighed, der kræves i henhold til bygningsreglementet 2018.</p> <p>Regelmæssigheden af belysningen U_0 defineres som minimums belysningsstyrken E_{\min}, i forhold til middelbelysningsstyrken, E_{mid}. Belysningsstyrken måles i lux.</p>	
Målepunkter	<p>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 %.</p> <p>Hvis arbejdspladserne endnu ikke er indrettet inden funktionsafprøvningen, må der antages arbejdspladszoner m.m. Antagelserne skal beskrives i dokumentationen for funktionsafprøvningen.</p> <p>Måling af belysningsstyrker til beregning af regelmæssigheden kan for eksempel foretages med et kalibreret luxmeter og udføres jf. DS/EN 12464-1, kap. 6.</p>	
Principskitse		

Test nr. 2 fortsat	Regelmæssighed
Forudsætninger for test	<p>For at kunne udføre funktionsafprøvning af regelmæssigheden skal følgende være opfyldt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 dagslys-indfald 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 o.l. • For at sikre en konstant lysudsendelse fra lyskilderne, bør belysningen være tændt mindst 1 time, før belysningsstyrkemålingerne påbegyndes
Omfang af test	Omfanget af testen er beskrevet i afsnittet "Målepunkter".
Tidspunkt for testens gennemførelse	Testen gennemføres inden AB92 aflevering af anlægget. AB92 er "Almindelige Betingelser for arbejder og leverancer i bygge- og anlægsindustrien 1992" .
Testens varighed	Testens varighed skønnes at være 1-2 timer.
Metode for måling og dokumentation	Der udarbejdes en funktionsafprøvningsrapport, der beskriver: <ul style="list-style-type: none"> • Hvilke forudsætninger og forhold, målingen er udført under • Målepunkter • Måleudstyr, der er anvendt samt, hvor og hvornår dette sidst blev kalibreret • De opnåede måleresultater • Det samlede resultat • Oplysninger om hvem, der har udført funktionsafprøvningen
Forventet resultat	Alle beregnede regelmæssigheder opfylder mindstekravet til regelmæssigheder i DS/EN 12464-1 eller DS/EN 12464-1 DK NA.
Acceptkriterium	Der kan accepteres en afvigelse på 10 % grundet usikkerhed ved måling af regelmæssigheden.
Testens resultat	Er testens acceptkriterium opfyldt? Ja Nej
Typiske årsager til afvigelser	Typiske årsager til afvigelser er beskrevet i afsnittet "Forudsætninger for test".

Test nr. 3	Dagslysstyring	
Anlægs nr.:	Udført af:	Dato:
Formål	Formålet med afprøvningen er at eftervise, at dagslysstyringen i praksis mindst svarer til den forudsætning, der blev anvendt i energibehovsberegningen, der dokumenterer bygningens overholdelse af bygningsreglementets energikrav, jf. kap. 7, Energiforbrug.	
Lovkrav	Bygningsreglement 2018 kap. 18 § 382 stk. 3: "Arbejdsrum mv. og fælles adgangsveje skal forsynes med automatisk dagslysstyring, hvis der er tilstrækkeligt dagslys"	
Definition	Lysstyring omfatter i denne sammenhæng automatisk dagslysstyring. Dagslysstyringen kan enten være on/off eller kontinuerlig.	
Målepunkter	<p>Som målepunkter udvælges mindst 25 % repræsentative zoner (dog mindst svarende til en arbejdsplads) og enkelte typiske målesteder i områder med normal færdsel, fx gange og trapper. Hvis afprøvningen påviser fejl, øges omfanget af repræsentative zoner til 100 %.</p> <p>Kontrol af dagslysstyringen 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 e.l.</p> <p>Kontrol af lysføler/sensor ved måling af belysningsstyrken E i de tilfælde, hvor det er relevant:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Målt E_{\min} for lokale/zone svarer til given indstillingsværdi • Målt E_{\max} for lokale/zone svarer til given indstillingsværdi • 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 solafskærmning • Solafskærmning aktiveres når belysningsstyrken er over E_{\max} for lokale/zone <p>Hvis der anvendes styring med kontinuerlig regulering af belysningen, skal det eftervises at styringen fungerer efter hensigten og som beskrevet i dokumentationen.</p> <p>Hvis der anvendes styring af belysningen efter et målt udendørs lysniveau, skal der foretages parallelle målinger af indendørs og udendørs lysniveau, der efterviser, at styringen fungerer efter hensigten, og som beskrevet i dokumentationen for lysstyringen.</p> <p>Det afprøves, at belysningen ikke tændes, hvis det udendørs lysniveau er over en indstillet grænseværdi, som er indstillet i zonen lysstyringssystem. Hvis det udendørs lysniveau er under denne grænseværdi, skal styringen justere belysningsniveauet indenfor.</p>	

Test nr. 3 fortsat	Dagslysstyring
Principskitse	
Forudsætninger for test	<p>For at kunne udføre funktionsafprøvning af belysningsstyrken skal følgende være opfyldt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Belysningsinstallationen er afsluttet og installeret med de projekterede lyskilder, armaturer og lysstyring • Den automatiske dagslysstyring er indreguleret og i drift • Der er indhentet dokumentation for indregulering af belysningsanlæggets setpunkter og evt. beskrivelse af dagslysstyringen • Der er indhentet dokumentation i form af beskrivelser eller tegninger, der forklarer, hvor dagslyssensorer er placeret og hvilke arealer, de dækker • Hvis der anvendes automatisk styret solafskærmning, er der indhentet dokumentation for setpunkter og indreguleringsparametre, fx solintensitet og eventuelt vindfølsomhed
Omfang af test	Omfanget af testen er beskrevet i afsnittet "Målepunkter".
Tidspunkt for testens gennemførelse	Testen gennemføres inden AB92 aflevering af anlægget. AB92 er " Almindelige Betingelser for arbejder og leverancer i bygge- og anlægsindustrien 1992 ".
Testens varighed	Testens varighed skønnes at være 2-3 timer.

Test nr. 3 fortsat	Dagslysstyring
Metode for måling og dokumentation	<p>Der udarbejdes en funktionsafprøvningsrapport, der beskriver:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hvilke forudsætninger og forhold, målingen er udført under • Målepunkter • Måleudstyr, der er anvendt, samt hvor og hvornår dette sidst blev kalibreret • De opnåede måleresultater • Konklusion af funktionsafprøvning • Oplysninger om hvem, der har udført funktionsafprøvningen
Forventet resultat	Det forventes, at styringen fungerer efter hensigten og som beskrevet i dokumentationen.
Acceptkriterium	Funktionsafprøvningsens 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 DS/EN 12464-1 er overholdt.
Testens resultat	Er testens acceptkriterium opfyldt? Ja Nej
Typiske årsager til afvigelser	<ul style="list-style-type: none"> • Defekte lysfølere/sensorer • Defekte styringsenheder • Forkert indstilling af lysfølere/sensorer

Test nr. 4	Bevægelsesmeldere	
Anlægs nr.:	Udført af:	Dato:
Formål	Formålet med afprøvningen er at eftervise, at lysstyringen i praksis mindst svarer til den forudsætning, der blev anvendt i energibehovsberegningen, der dokumenterer bygningens overholdelse af bygningsreglementets energikrav, jf. kap. 7, Energiforbrug.	
Lovkrav	Bygningsreglement 2018 kap. 18 § 382 stk. 4: <i>"Arbejdsrum mv. og fælles adgangsvejeskal 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 egnede hertil".</i>	
Definition	Lysstyring omfatter i denne sammenhæng bevægelsesmeldere til automatisk tænd/sluk af belysningsanlæg.	
Målepunkter	<p>Som målepunkter udvælges mindst 25 % repræsentative zoner (dog mindst svarende til en arbejdsplads) og enkelte typiske målesteder i områder med normal færdsel, fx gange og trapper. Hvis afprøvningen påviser fejl, øges omfanget af repræsentative zoner til 100 %.</p> <p>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.</p> <p>Følgende afprøves og registreres:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 almenbelysning ved stillesiddende/arbejdende person 	
Principskitse		

Test nr. 4 fortsat	Bevægelsesmeldere
Forudsætninger for test	<p>For at kunne udføre funktionsafprøvning af belysningsstyrken skal følgende være opfyldt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Belysningsinstallationen er afsluttet og installeret med de projekterede lyskilder, armaturer og lysstyring • Bevægelsesmeldere er i drift • Der er indhentet dokumentation i form af beskrivelser eller tegninger, der forklarer, hvor bevægelsesmeldere er placeret og hvilke arealer, de dækker
Omfang af test	Omfanget af testen er beskrevet i afsnittet "Målepunkter".
Tidspunkt for testens gennemførelse	<p>Testen gennemføres inden AB92 aflevering af anlægget.</p> <p>AB92 er "Almindelige Betingelser for arbejder og leverancer i bygge- og anlægsindustrien 1992".</p>
Testens varighed	Testens varighed skønnes at være ca. en halv time.
Metode for måling og dokumentation	<p>Der udarbejdes en funktionsafprøvningsrapport, der beskriver:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hvilke forudsætninger og forhold, målingen er udført under • Målepunkter • Måleudstyr, der er anvendt, samt hvor og hvornår dette sidst blev kalibreret • De opnåede måleresultater • Konklusion af funktionsafprøvning • Oplysninger om hvem, der har udført funktionsafprøvningen
Forventet resultat	<p>Det forventes, at lyset tænder umiddelbart, når en person går ind i rummet. Endvidere forventes det, at lyset slukkes efter t_{sluk} minutter, når sidste person har forladt rummet. Sensorplacering og følsomhed skal være tilstrækkelig til ikke at slukke almenbelysning ved stillesiddende/arbejdende person.</p>
Acceptkriterium	<p>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 DS/EN 12464-1 er overholdt.</p>
Testens resultat	<p>Er testens acceptkriterium opfyldt? Ja Nej</p>
Typiske årsager til afvigelser	<ul style="list-style-type: none"> • Defekte bevægelsesmeldere • Forkert indstilling af bevægelsesmeldere (t_{sluk}) • Forkert placering af bevægelsesmeldere

Test nr. 5	Zoneopdeling	
Anlægs nr.:	Udført af:	Dato:
Formål	Formålet med afprøvningen er at eftervise, at lysstyringen i praksis mindst svarer til den forudsætning, der blev anvendt i energibehovsberegningen, der dokumenterer bygningens overholdelse af bygningsreglementets energikrav, jf. kap. 7, Energiforbrug.	
Lovkrav	Bygningsreglement 2018 kap. 18 § 382 stk. 5: <i>”Arbejdsrum mv. og fælles adgangsveje skal udføres med belysningsanlæg opdelt i zoner med mulighed for benyttelse efter dagslysforhold og aktiviteter. I mindre arbejdsrum, eks. enkeltmandskontorer, kan kravet fraviges”.</i>	
Definition	Ved zoneopdeling forstås et belysningsanlæg og en styringsform, hvor belysningen dæmpes mest i zoner med meget dagslys og mindre i zoner med mindre dagslys.	
Målepunkter	<p>Som målepunkter udvælges mindst 25 % repræsentative zoner (dog mindst svarende til en arbejdsplads) og enkelte typiske målesteder i områder med normal færdsel, fx gange og trapper. Hvis afprøvningen påviser fejl, øges omfanget af repræsentative zoner til 100 %.</p> <p>Der udføres en manuel afprøvning af, om zoneopdelingen for belysningsanlægget er udført iht. byggeandragende. Følgende afprøves og registreres:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Belysningen dæmpes mest i zoner med meget dagslys og mindre i zoner med mindre dagslys • Ved maksimal dæmpning opfyldes kravene til belysningsstyrke 	
Principskitse		

Test nr. 5 fortsat	Zoneopdeling
Forudsætninger for test	<p>For at kunne udføre funktionsafprøvning af belysningsstyrken skal følgende være opfyldt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Belysningsinstallationen er afsluttet og installeret med de projekterede lyskilder, armaturer og lysstyring • Automatiske styringer, fx dagslysstyring, er indreguleret og i drift • Der er indhentet dokumentation for indregulering af belysningsanlæggets setpunkter, zoneopdeling og evt. beskrivelse af kontinuerlig regulering • Hvis der anvendes bevægelsesmeldere, dagslyssensorer eller kombimeldere, er der indhentet dokumentation i form af beskrivelser eller tegninger, der forklarer, hvor disse er placeret og hvilke arealer, de dækker • Hvis der anvendes automatisk styret solafskærmning, er der indhentet dokumentation for setpunkter og indreguleringsparametre, fx solintensitet og eventuelt vindfølsomhed
Omfang af test	<p>Omfanget af testen er beskrevet i afsnittet "Målepunkter".</p>
Tidspunkt for testens gennemførelse	<p>Testen gennemføres inden AB92 aflevering af anlægget. AB92 er "Almindelige Betingelser for arbejder og leverancer i bygge- og anlægsindustrien 1992".</p>
Testens varighed	<p>Testens varighed skønnes at være 2-3 timer.</p>
Metode for måling og dokumentation	<p>Der udarbejdes en funktionsafprøvningsrapport, der beskriver:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hvilke forudsætninger og forhold, målingen er udført under • Målepunkter • Måleudstyr, der er anvendt samt, hvor og hvornår dette sidst blev kalibreret • De opnåede måleresultater • Konklusion af funktionsafprøvning • Oplysninger om hvem, der har udført funktionsafprøvningen
Forventet resultat	<p>Det forventes, at belysningen dæmpes mest i zoner med meget dagslys og mindre i zoner med mindre dagslys. Endvidere forventes det, at kravene til belysningsstyrke opfyldes ved maksimal dæmpning.</p>
Acceptkriterium	<p>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 DS/EN 12464-1 er overholdt.</p>
Testens resultat	<p>Er testens acceptkriterium opfyldt? Ja Nej</p>
Typiske årsager til afvigelser	<ul style="list-style-type: none"> • Defekte lysfølere/sensorer • Defekte styringsenheder • Forkert indstilling af lysfølere/sensorer

Registreringsskema til test 1

Funktionsafprøvning af belysningsstyrke

Lokale		Enhed
Længde		meter
Bredde		meter
Maksimal afstand mellem punkter i måleplan		meter
Minimum antal af punkter i måleplan		

Målt middelbelysningsstyrke [Lux]	Krav til middelbelysningsstyrke [Lux]	Afvigelse [%]

Kommentarer

Registreringsskema til test 2

Funktionsafprøvning af regelmæssighed

Lokale		Enhed
Længde		meter
Bredde		meter
Maksimal afstand mellem punkter i måleplan		meter
Minimum antal af punkter i måleplan		

Målt minimumsbelysningsstyrke (A) [Lux]	Målt middelbelysningsstyrke (B) [Lux]	Regelmæssighed (A/B) [-]

Beregnet regelmæssighed [-]	Krav til regelmæssighed [-]	Afvigelse [%]

Kommentarer

Registreringsskema til test 3

Funktionsafprøvning af dagslysstyring

Lokale		Enhed
Længde		m
Bredde		m
Maksimal afstand mellem punkter i måleplan		m
Minimum antal af punkter i måleplan		-

Målt minimumsbelysningsstyrke, E_{\min} [Lux]	Indstillingsværdi for minimumsbelysningsstyrke [Lux]	Afvigelse [Lux]

Målt minimumsbelysningsstyrke, E_{\max} [Lux]	Indstillingsværdi for minimumsbelysningsstyrke [Lux]	Afvigelse [Lux]

Tjek	Ja/nej
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 solafskærmning	
Solafskærmning aktiveres når belysningsstyrken er over E_{\max} for lokale/zone	

Kommentarer

Registreringsskema til test 4

Funktionsafprøvning af bevægelsesmelder

Tjek	Ja/nej
Lyset tænder umiddelbart, når person går ind i rummet	
Sensorplacering og følsomhed er tilstrækkelig til ikke at slukke almenbelysning ved stillesiddende/arbejdende person	

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

Kommentarer

Registreringsskema til test 5

Funktionsafprøvning af zoneopdeling

Lokale		Enhed
Længde		meter
Bredde		meter
Maksimal afstand mellem punkter i måleplan		meter
Minimum antal af punkter i måleplan		

Målt middelbelysningsstyrke ved maksimal dæmpning [Lux]	Krav til middelbelysningsstyrke [Lux]	Afvigelse [%]

Tjek	Ja/nej
Belysningen dæmpes mest i zoner med meget dagslys og mindre i zoner med mindre dagslys	
Ved maksimal dæmpning opfyldes kravene til belysningsstyrke	

Kommentarer

GENERELT: SÅDAN UDFØRES MÅLINGER PÅ BELYSNINGSANLÆG

Belysningsstyrke

Da øjet tilpasser sig belysningsniveauet på få sekunder, er det ikke muligt, ikke en gang tilnærmelsesvis, at bedømme et belysningsniveau med øjet.

Om belysningen er tilstrækkelig eller for kraftig kan dog altid bedømmes ved betragtning af en arbejdsopgave, og det anbefales at anvende et luxmeter.

Et luxmeter består af et lysfølsomt fotoelement som fx kan være forbundet med et drejespoleinstrument. Lyset, der rammer elementet, vil frembringe en spænding, der får instrumentet til at slå ud. På instrumentets skal aflæses den aktuelle belysningsstyrke.

Nedenfor ses en måling med et luxmeter.



Når belysningsstyrken måles, skal eventuelle dagslysfald undgås. Derfor bør målingerne foretages efter mørkets frembrud eller med eventuelt afdækkede vinduer. I praksis er dette dog sjældent muligt.

Den mest nøjagtige metode til vurdering af belysningsstyrken er at foretage en måling med et luxmeter. Denne måling kan så sammenlignes med anbefalingerne i DS/EN 12464-1.

I et lokale kan det komme på tale at foretage tre målinger af belysningsstyrken:

- Almenbelysningsstyrken (rumbelysningen)
- Belysningsstyrken på arbejdspladsen
- Effektbelysningsstyrken

Almenbelysningsstyrken

Almenbelysningen måles i et vandret plan 0,85 m over gulv, hvis ikke andet specificeres, og der måles i et regelmæssigt net af målepunkter. Sammenfald mellem armaturplaceringer og målepunkter undgås ved at øge antal af målepunkter. Særbelysning, som ikke indgår i almenbelysningen, skal være slukket.

Belysningsstyrken på arbejdspladsen

Arbejdsbelysningen måles med almenbelysningen tændt. Desuden skal den til arbejdspladsen hørende særbelysning være tændt, og særbelysningen til omkringliggende arbejdspladser skal være slukket.

Belysningsstyrken måles med arbejdspladsen normalt bemanded. Det er ofte nødvendigt at lokalisere arbejdsplanet i samarbejde med den eller de personer, der betjener arbejdspladsen.

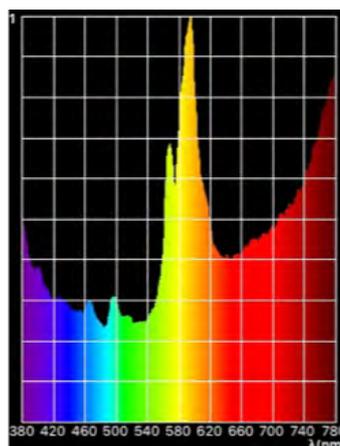
Effektbelysningsstyrken

I butikker kan det endvidere komme på tale at foretage målinger og vurdering af belysningsstyrken på varer eller varegrupper, som skal fremhæves. I nedenstående tabel ses, hvorledes denne vurdering kan foretages.

Omgivelsesniveau [Lux]	Belysningsstyrke på objekt [Lux]
50	500
200	1000
500	1500

Farvegengivelse og farvetemperatur

Ra- og Kelvinværdier - samt de ovenfor omtalte lux-værdier - kan alle måles med et spektroskop, som samtidigt giver et sæt værdier for nærmere analyse af lysets fordeling indenfor det med øjet synlige felt af lysbølglængder - fra ca. 380 til ca. 780 λ (nm).



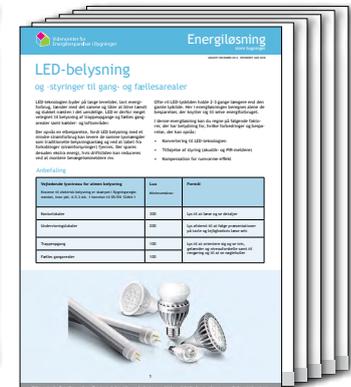
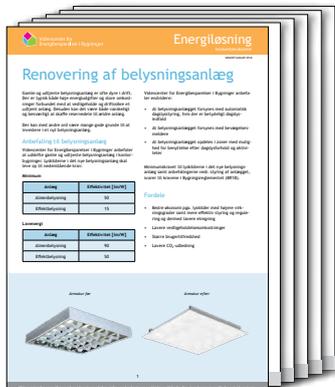
CCT	4391 K
CRI	91.6
Lux	11.0
λ_p	780 nm
λ_d	492 nm

Her ses farvespektroskop monteret på målevogn til belysningsmålinger i sportshal. Et måleeksempel fra en gadelampe viser lysfordelingen med stor koncentration af de varme farver i spektret. En anden måling fra en klar nattehimmel viser måleværdier for farvetemperatur (CCT) med 4391 Kelvin og farvegengivelse, Ra (CRI) er målt til 91,6. Lux om natten er her 11.

FIND VÆRKTØJER PÅ BYGGERIOENERGI.DK

På www.ByggeriOgEnergi.dk kan du finde værktøjer til at energiforbedre bygninger.

Du kan bl.a. finde Energiløsninger, der beskriver, hvordan man konkret og praktisk udfører energibesparende tiltag korrekt, beregner samt en stribe vejledninger, film og pjecer.



Om Videncenter for Energibesparelser i Bygninger

Videncenter for Energibesparelser i Bygninger - VEB - samler og formidler viden om konkrete og praktiske muligheder for at reducere energiforbruget i bygninger. Det sker ved, at Videncentret medvirker til, at byggeriets parter opnår flere kvalifikationer og nye værktøjer til at gennemføre energibesparende tiltag i bygninger.

Hermed understøtter Videncentret den samlede energispareindsats i Danmark.

Videncenter for Energibesparelser i Bygninger er etableret som led i den energipolitiske aftale fra februar 2008 og videreført i 2012 og i 2015.

Vores logo - huset i flotte farver - er inspireret af termograferingsbilleder, der er et godt værktøj til at kortlægge energitabet i bygninger.



Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger

www.ByggeriOgEnergi.dk • Tlf.: 7220 2555

