

FA-metoden

Tolkning og metode for funktionsafprøvning af indendørs belysningsanlæg

FA-metoden er udviklet af Niko-Servodan A/S

Fortolkning brugt i FA-metoden er dannet på baggrund af bl.a. deltagelse på Teknologisk Instituts kursus i funktionsafprøvning, samt opfølgende dialoger med både Teknologisk Institut og Dansk Center for lys (DCL). FA-metoden har Niko haft succes med på over 50 opgaver de seneste 2 år.

FA-metoden er lavet for at sikre en korrekt, effektiv og ensartet udførelse af en *"Funktionsafprøvning af indendørsbelysningsanlæg iht. BR18"*.

Minimumskrav til indhold af dokumentation

- Lokation
- Oplysninger om, hvem der har udført funktionsafprøvningen
- Hvilken standard, der er testet efter, f.eks. DS/EN 12464-1:2021
- Hvilken luxmåler, der er anvendt samt seneste kalibrering
- En indholdsfortegnelse, der viser:
 - o Hvilke rum, der er medtaget i funktionsafprøvningen
 - o Hvilke tests, der er lavet i de enkelte rum
 - o Om de enkelte rum er "Bestået" eller "Ikke bestået"
- Hvilke forudsætninger og forhold målingerne er udført under
- Logning af lux for udvalgte lokaler
- De opnåede måleresultater samt krav
- Oversigtstegning pr. lokale med påførte målepunkter, så alle målinger kan genskabes

Der udføres med 3 tests for udvalgte rum

- 1) Belysningsstyrke
 - Måling af luxværdier via kalibreret luxmeter i udvalgte målepunkter for bestemmelse af middelværdien (U_{middel}) samt regelmæssigheden (U_0)
- 2) Lysstyring
 - Kontrol af sensorplacering og detektering
 - Kontrol af sensorens efterløbstid i forhold til krav fra bygherre / rådgiver
 - Kontrol af korrekt tændingsmetode (manuelt via afbryder / automatisk via sensor)
 - Kontrol af korrekt zoneopdeling
 - Kontrol af dagslysregulering
- 3) Logning
 - Der logges på lux i udvalgte lokaler over 24 timer

Da både BR18 og Standarden DS-EN 12464-1 kan tolkes forskelligt, redegøres nedenfor, hvordan Niko tolker kravene, og hvordan en effektiv og korrekt udførsel af funktionsafprøvningen kan laves efter "FA-metoden".

Udvælgelse af arbejdspladser / rum - 25% reglen

Fra BR18: "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."

Vores tolkning er, at vi skal udvælge ca. 25% af lokalerne i bygningen, så alle lokaletyper er repræsenteret. Er der f.eks. 20 kontorer, udvælges 5 af dem. Er der 4 depoter, udvælges 1 af dem. Er der 1 kantine, udtages denne også til måling. Dernæst tester vi altid alle flugtveje, gange og trapper.

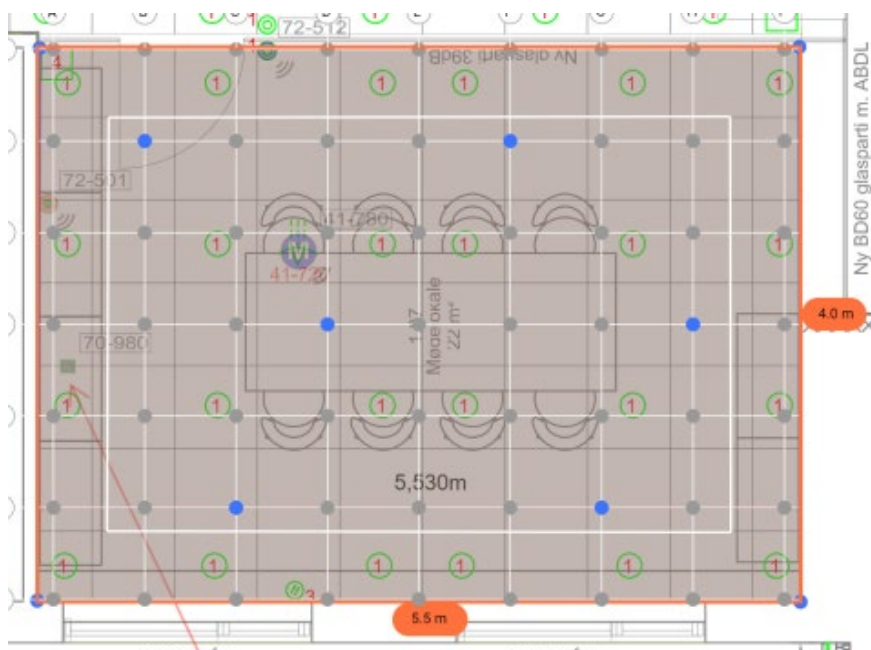
Antal målepunkter i hvert lokale

Fra BR18: "Antallet af målepunkter i et grid kan bestemmes ved brug af DS/EN 12464-1 "

I BR18 henvises til DS/EN 12464-1, som beskriver, hvor mange målepunkter, der skal måles i de enkelte lokaler. Dette bestemmes ud fra en formel, som danner et "grid" i lokalet.

Erfaringen er, at man kan nøjes med 2-3 målinger per zone (dog altid mindst 3 målinger per lokale), så længe der forefindes retvisende lysberegninger for projektet, hvor armaturtype og placering matcher, samt at omgivelserne er som i lysberegningerne.

I et lokale på 4 x 5,5 meter, vil udvælgelsen typisk se ud som nedenfor, hvor vi udvælger repræsentativt i forhold til arbejdspladser og steder, hvor lysstyrken kan være utilstrækkelig.



Metoden med at udvælge punkter er understøttet af Realdania og Teknologisk Institut, som beskriver det i deres håndbog "Funktionsafprøvning af bygningers installationer – det skal gøres rigtigt" fra marts 2021. Håndbogen kan downloades her: [Link til teknologisk institut](#) (Download PDF-filen på side 58-60)

Samme metode beskrives også i vejledningen fra "Videnscenter for Energibesparelser i Bygninger": [Link til Videnscenter for Energibesparelser](#) (se nederst på siden).

Metoden er yderligere også understøttet af DCL (Dansk Center for lys)

Test 1: Belysningsstyrke

Fra BR18: "Der er ikke dagslysfald under måleperioden fra vinduer, yderdøre med glas, ovenlysvinduer eller ovenlyskupler m.m. Målingen kan derfor med fordel udføres om natten"

Det er ikke altid muligt at lave målinger om natten, da det i store dele af året ikke er 100% mørkt. Alternativt kan bygherre eller installatør manuelt sørge for at afskærme eller afdække alle vinduer, inden målingerne laves. Dette er dog også problematisk med meget store vinduespartier m.m., hvorfor det i de fleste tilfælde ender med en løsning, hvor målingerne foretages i dagtimerne med blandingslys.

I stedet for at skærme for dagslyset fysisk, fjerner vi det matematisk.

Eksempel

- Måling uden at belysningsanlægget er tændt: 240 Lux
- Måling med belysningsanlægget på fuld lysstyrke: 760 Lux
- Resultat for målepunkt $760-240 = 520 \text{ Lux}$

Er dagslyset meget varierende, eller er niveauet på over 1000 lux, udskydes målingerne til senere på dagen, hvor forholdene bliver mere stabile.

Regelmæssigheden U_0 beregnes efterfølgende.

Acceptkriterium for måleresultat

Fra BR18: " Funktionsafprøvningens resultat kan accepteres, hvis det konstateres, at alle målte middelbelysningsstyrker mv., svarer til kravet til de vedligeholdte belysningsstyrker i DS/EN 12464-1. Der kan accepteres en afvigelse på 10 % grundet usikkerhed ved måling af belysningsstyrken. "

Fra DS/EN 12464-1:

Tabel 34 — Kontorer								
Ref. nr.	Type arbejdsfelt/ aktivitetsområde	\bar{E}_m lx		U_0	R_a	R_{UGL}	$\bar{E}_{m,z}$ lx	$\bar{E}_{m,wall}$ lx
		påkrævet ^a	modificeret ^b				$U_0 \geq$	
34.1	Arkivering, kopiering osv.	300	500	0,40	80	19	100	100
34.2	Skrivning, tastning, læsning, databehandling	500	1 000	0,60	80	19	150	150
34.3	Teknisk tegning	750	1 500	0,70	80	16	150	150
34.4	CAD-arbejdspladser	500	1 000	0,60	80	19	150	150
34.5.1	Konference- og mødelokaler	500	1 000	0,60	80	19	150	150
34.5.2	Konferencebord	500	1 000	0,60	80	19	150	150
34.6	Receptionsskranke	300	750	0,60	80	22	100	100
34.7	Filarkivering	200	300	0,40	80	25	75	75
^a påkrævet: minimumværdi								
^b modificeret: tager højde for almindelige kontekstbestemte tilpasninger i 5.3.3								

Ud fra ovenstående referencer er det vores tolkning, at belysningsstyrken er på et acceptabelt niveau, så længe regelmæssigheden (U_0) og minimumskravet til belysningsstyrken er opfyldt.

Er kravet f.eks. på 300 lux, så er det godkendt så længe middelbelysningen er over $300 - 10\% = 270 \text{ lux}$.

Det er principielt ligegyldigt om den ender på 270, 340 eller 500 lux – alle 3 resultater er godkendt, så længe regelmæssigheden også overholdes.

Test 2: Lysstyring

- Kontrol af sensorplacering og detektering.
 - Visuelt og med sensoren i "gå-test" for at sikre korrekt detektering.
- Kontrol af sensorens efterløbstid i forhold til krav fra bygherre / rådgiver.
 - Visuelt og ved brug af ur.
- Kontrol af korrekt tændingsmetode (manuelt via afbryder / automatisk via sensor)
 - Visuelt og ved afprøvning.
- Kontrol af korrekt zoneopdeling.

- Visuelt og ved brug af APP kontrolleres det, at de enkelte zoner er tildelt korrekt.
- Kontrol af dagslysregulering.
 - Ved brug af lommelygte kontrolleres det, at belysningen dæmper ned til minimum ved overbelysning i lokalet. Dette gøres ved at lyse direkte på PIR / luxmåler.
 - Hvis lamperne allerede står på minimum, kan sensor i stedet tildækkes. Nu skal styringen skrue op for lysniveauet.

Test 3: Logning

I en periode over 24 timer læses en luxværdi for minimum hvert 5. min. i et udvalgt punkt centralt i lokalet. Dette punkt vil typisk lige under PIR sensor.

Dagslysreguleringen skal være aktiv i hele perioden og efterløbstiden sættes til uendeligt. Der må ikke være personer i lokalet, imens målingerne udføres.

Dette gøres i 1 eller 2 lokaler, afhængigt af projektets størrelse, hvis der er anvendt samme type sensor i de resterende lokaler. Resultatet vises som graf.



Her på grafen ses et eksempel på et lokale med et krav på 300 lux. Armaturerne kan levere 550 lux.

Som tidligere nævnt, grundet måleusikkerhed, kan en fravigelse på 10% i forhold til luxkravet accepteres. Altså vil det absolutte minimumskrav for lysstyrken i dette lokale være $300 \text{ lux} - 10\% = 270 \text{ lux}$.

Grafen skal vise, at lysniveauet aldrig kommer under minimumskravet. I dette tilfælde er luxniveauet på intet tidspunkt under 280 lux og derved OK.

Samtidig ses det også, at dagslysstyringen virker som den skal og drosler lamperne ned fra 550 lux til 280 lux. Det skal bemærkes, at luxniveauet godt kan stige markant over kravet, hvis der i målepunktet kan komme dagslys i løbet af dagen. Dette er selvfølgelig OK.