

ENERGIHÅNDBOGEN

2019



FUNKTIONSAFPRØVNING AF BYGNINGSINSTALLATIONER



Energihåndbogen er udgivet med støtte fra Grundejernes Investeringsfond



FUNKTIONSAFPRØVNING AF BYGNINGSINSTALLATION

Indhold

Funktionsafprøvning af bygningsinstallationer	293
Hvad står der i bygningsreglementet	293
Ventilationsanlæg	293
Varme- og køleanlæg	293
Belysningsanlæg	293
Elevatorer	293
Kravene	293
Bygninger med centrale styringssystemer	294
Vejledninger for funktionsafprøvnings	294
Trafik-, Bygge- og boligstyrelsen	294
Videncenter for Energibesparelser i Bygninger	294
Hvem kan udføre funktionsafprøvning?	294
Funktionsafprøvning i praksis	296
Byggeriets værdikæde – 1	296
Idè-fasen:	296
Projektfasen:	296
Udbudsfasen:	296
Udførelsesfasen:	296
Byggeriets værdikæde – 2	297
Afleveringsfasen:	297
Funktionsafprøvning:	297
Eksempel på funktionsafprøvning af varmeanlæg	298
Eksempel på funktionsafprøvning af ventilationsanlæg	300
Måleprocessen og beregning	302
Eksempel på funktionsafprøvning af belysningsanlæg	303
Eksempel på funktionsafprøvning af hybridanlæg	305

Funktionsafprøvning af bygningsinstallationer

Den 1. juli 2017 blev der indført krav i bygningsreglementet BR15 om funktionsafprøvning af en række bygningsinstallationer inden ibrugtagning af bygningen. Disse krav er videreført i bygnings-reglementet BR18. De bygningsinstallationer, som funktionsafprøvningskerne omfatter er.

- Ventilationsanlæg
- Varme- og køleanlæg
- Belysningsanlæg
- Elevatorer

De nye krav er en styrkelse af de allerede eksisterende krav til eftervisning af installationers ydeevne i de til enhver tid gældende standarder for ventilationsanlæg, varme- og køleanlæg, belysning og elevatorer.

Funktionsafprøvning skal medvirke til at sikre en effektiv byggeproces med fokus på, at det forventede energiforbrug opnås.

Hvad står der i bygningsreglementet

Ventilationsanlæg

- Der skal gennemføres funktionsafprøvning af ventilationsanlæg før ibrugtagning.
- Funktionsafprøvningen skal dokumentere at ventilationsanlægget overholder Bygningsreglementets krav til specifikt elforbrug til lufttransport af luftmængder, samt at evt. behovsstyring fungerer efter hensigten.

Varme- og køleanlæg

- Der skal gennemføres en funktionsafprøvning af varme- og køleanlæg før ibrugtagning.
- Funktionsafprøvningen skal dokumentere, at varme- og køleanlæggene overholder Bygningsreglementets krav til indregulering og styring

Belysningsanlæg

- 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.

Elevatorer

- Der skal gennemføres en funktionsafprøvning af elevatorers energiforbrug før ibrugtagning.

Kravene

Bygningsreglementets krav gælder ved nybyggeri og for eksisterende byggeri, hvor der udføres ændringer, der har betydning for Bygningsreglementets bestemmelser. Fx når der installeres en ny bygningsinstallation, der ikke tidligere har været i bygningen. Eksempelvis, hvis et byggeri, der har været ventileret med naturlig ventilation og som ændres til at få installeret et mekanisk ventilationsanlæg med varmegenvinding. Ligeledes gælder kravene om funktionsafprøvning også ved udskiftning af eksisterende installationer med nye tilsvarende installationer.

Dokumentation for resultatet af funktionsafprøvningen skal indsendes til kommunen og opfyldelse af kravene er en forudsætning for, at bygningen må tages i brug.

Bygninger med centrale styringssystemer

I bygninger med et centralt styringssystem – f.eks. CTS-anlæg – for de energitekniske installationer, vil det normalt være nødvendigt at gennemføre en afprøvning af det centrale system for at sikre, at den overordnede styring af bygningens tekniske anlæg fungerer i samarbejde med hinanden – systemintegration.

Hvornår kravet gælder – eksempel

Tiltag	Funktionsafprøvning	
	Ja	Nej
Installation af nyt ventilationsanlæg hvor der før kun var naturlig ventilation	x	
Ombygning af ventilationsanlæg fra udsugning-sanlæg til anlæg med varmegenvinding	x	
Udskiftning af ventilator i ventilationsanlæg		x
Ombygning af varmeanlæg med ny varmecentral	x	
Udskiftning af cirkulationspumpe på varmeanlæg		x

Figur 1. Hvornår kravet gælder i bygninger med centrale styringssystemer

Vejledninger for funktionsafprøvninger

Trafik-, Bygge- og boligstyrelsen

- Vejledning om funktionsafprøvning – uddybning af de gældende krav i bygningsreglementet

Videncenter for Energibesparelser i Bygninger

Funktionsafprøvning for:

- Fjernvarmeanlæg
- Naturgasanlæg
- Ventilationsanlæg
- Belysningsanlæg
- Gashybridanlæg

Hvem kan udføre funktionsafprøvning?

- Ingen krav til hvem der udfører en funktionsafprøvning. I princippet kan den udførende entreprenør selv stå for funktionsafprøvningen.
- Det anbefales, at der anvendes en uvildig tredjepart uden tilknytning til bygherre eller udførende.
- Det anbefales, at udførelsen af funktionsafprøvningen foretages af en uddannet fagperson med relevant måleteknisk viden.

Funktionsafprøvning – Videncenter for Energibesparelser i Bygninger

Test	Indeholder kontrol af
Fjernvarmeanlæg	<ul style="list-style-type: none"> • Indregulering • Bygningsautomatik • Fjernvarmeveksler • Blandeventil i blandekreds
Naturgasanlæg	<ul style="list-style-type: none"> • Indregulering • Bygningsautomatik • Virkningsgrad for kondenserende naturgaskedel • Virkningsgrad for ikke kondenserende naturgaskedel • Ydelse for naturgaskedel • Styring og regulering for naturgaskedler i kaskadeinstallationer

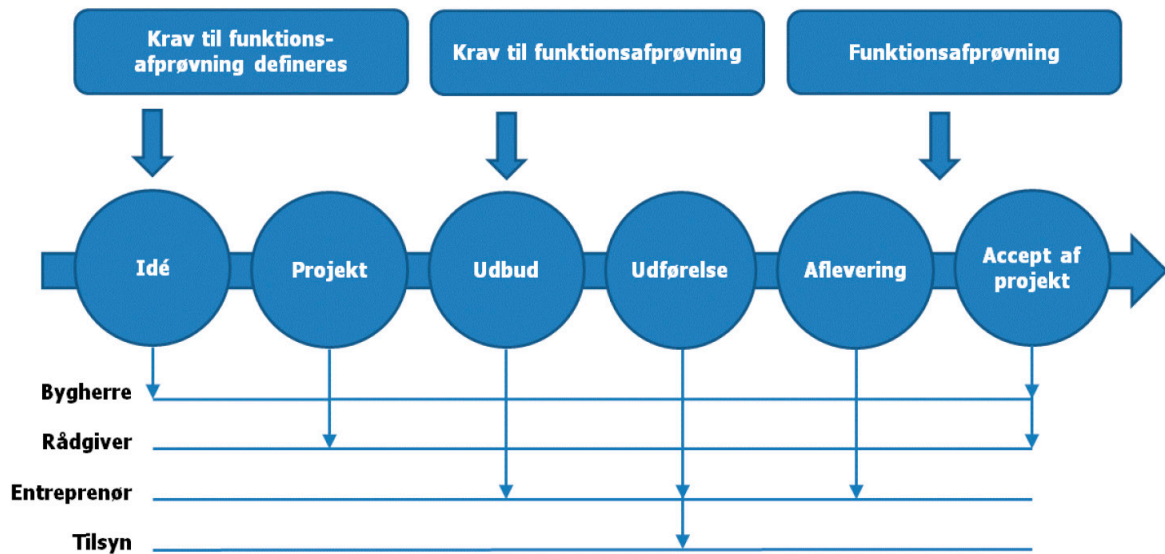
Figur 2. Funktionsafprøvning – Videncenter for Energibesparelser i Bygninger

Test	Indeholder kontrol af
Ventilationsanlæg	<ul style="list-style-type: none"> • SFP-faktor • Temperaturvirkningsgrad • Automatik • Luftfordeling
Belysningsanlæg	<ul style="list-style-type: none"> • Belysningsstyrke • Regelmæssighed • Dagslysstyring • Bevægelsesmeldere • Zoneopdeling
Hybridanlæg	<ul style="list-style-type: none"> • Udetemperaturføler • Fremløbstemperaturstyring (vejrkompensering) af radiatoranlæg • Fremløbstemperaturstyring (vejrkompensering) af gulvvarmeanlæg • Hybridstyring (fast bivalentpunkt) • Radiatortermostatventiler • Reguleringsventiler til gulvvarme • Varmtvandsprioritering • Afrimningsfunktion for luftvandvarmepumpe

Figur 3. Funktionsafprøvning – Videncenter for Energibesparelser i Bygninger

Funktionsafprøvning i praksis

- Normalt udfører entreprenøren ved projektets afslutning sin egenkontrol og indregulering. Herefter udføres funktionsafprøvningsne som beskrevet i udbudsmaterialet.
- Funktionsafprøvningen gennemgås og resultatet fører enten til en accept af afleveringen eller til iværksættelse af fejlfinding og udbedring.
- Funktionsafprøvningen med test og målinger skal altså udføres efter at entreprenøren har udført sin egenkontrol og indregulering af f.eks. luft- og vandmængder, men inden selve projektet er accepteret og overdraget.



Figur 4. Funktionsafprøvning i praksis

Byggeriets værdikæde – 1

Idè-fasen:

- Bygherren forholder sig til, hvilke krav Bygningsreglementet stiller til at projektet skal leve op til og hvordan kravene skal dokumenteres samt konsekvenser, hvis kravene ikke er overholdt.

Projektfasen:

- Bygherre, arkitekter, rådgivere eller leverandør beskriver projektet.

Udbudsfasen:

- Funktionskravene skal være detaljeret beskrevet i udbudsmaterialet, så entreprenøren kan tilrettelægge,
- hvad der skal dokumenteres og på hvilket tidspunkt.

Udførelsesfasen:

- Entreprenøren skal løbende have fokus på, at forudsætningerne for funktionsafprøvning er opfyldt og målepunkter er monteret.

Afleveringsfasen:


Inden funktionsafprøvningen skal entreprenøren have indreguleret og testet anlæggene.

Funktionsafprøvning:

- Funktionsafprøvningen skal ske efter færdigmeldingen af projektet, men før selve overleveringen.
- Det er vigtigt, at konklusioner og dokumentation for den udførte funktionsafprøvning indskrives i det endelige dokument
- Såfremt kravene i testen ikke opfyldes skal entreprenøren udbedre årsagen til fejlen og gennemføre ny test.

Eksempel på funktionsafprøvning af varmeanlæg

I det efterfølgende afsnit vises et eksempel på fremgangsmåden for gennemførelse af en funktionstest af varmeanlæg.

Test nr. 1	Kontrol af indregulering af varmeanlæg	
Anlægs nr.:	Udført af:	Dato:
Formål	Formålet med testen er at vise, om indreguleringen af varmeanlægget i praksis lever op til de krav, der er stillet i udbudsmaterialet.	
Lovkrav	<ul style="list-style-type: none"> Bygningsreglement 2018 kap. 19 § 387 stk. 2: "Varme- og køleanlæg skal projekteres og udføres som anvist i DS 469 Varme- og køleanlæg i bygninger". I henhold til DS 469:2013 "Varme- og køleanlæg i bygninger" har bygherren ansvaret for, at standardens krav vedr. indregulering inkl. kontrol og dokumentation er overholdt. 	
Definition	<p>Formålet med indregulering er at få vandet fordelt på en sådan måde, at de enkelte forbrugssteder netop tilføres de beregnede mængder. Kontrol af indregulering af varmeanlægget er baseret på:</p> <ul style="list-style-type: none"> Beregninger af vandmængder efter rumvarmebehov eller radiatorstørrelser Beregninger af alle forindstillinger på radiatorer og strengreguleringsventiler (evt. ved hjælp af it-program) Indstilling af alle ventiler Kontrol målinger 	
Målepunkter	<p>Ved vurdering af indreguleringen af varmeanlægget indgår følgende målepunkter:</p> <ul style="list-style-type: none"> Flowene måles via delstrengreguleringsventiler der er monteret i anlægget. Der benyttes et instrument til måling af trykdifferensen over ventilen. Denne trykdifferens omsættes i apparatet til et flow. 	
Principskitse		

Figur 5. Eksempel på funktionsafprøvning af varmeanlæg (Kilde: Videncenter for energibesparelser i bygninger)

Test nr. 1	Kontrol af indregulering af varmeanlæg
Forudsætninger for test	<p>Alle vandkredse til varme skal være indreguleret af de respektive entreprenører i henhold til</p> <ul style="list-style-type: none"> • DS 469:2013 - Kap. 14.7 om indregulering - Kap. 16 om kontrol og afprøvning - Kap. 16.1 om indregulering - Samt øvrige skærpende krav i udbudsmaterialet • Vejledningstekst til fagtilsyn: <p>Bemærk særligt kravet i kap. 16.1: "Indregulering af vand- og luftstrømme samt automatik skal kontrolleres..."</p> <p>Entreprenørens dokumentation for egenkontrol og indregulering af vandkredsene skal være godkendt af bygherren eller dennes repræsentanter (fagtilsyn) – inkl. en evt. krævet mangeludbedring.</p>
Omfang af test	<p>Stikprøveomfanget vil som minimum være 25 % af vandkredsene (returledningerne). Hvis der observeres fejl og mangler i ovenstående stikprøvekontrol, øges omfanget af kontrol øges til det dobbelte.</p>
Tidspunkt for testens gennemførelse	<p>Testen gennemføres inden AB18 aflevering af anlægget. AB18 er "<u>Almindelige Betingelser for arbejder og leverancer i bygge- og anlægsvirksomhed</u>".</p>
Testens varighed	<p>Testens varighed skønnes at udgøre 1 – 2 arbejdsdage.</p>
Metode for måling og dokumentation	<p>Alle termostatventiler skal være fuldt åbne (føler elementer taget af ventilerne) Det tjekkes at termostatventilerne er forindstillede til de beregnede værdier Grundlaget for de beregnede værdier vurderes Flowet i de enkelte strenge/vandkredse måles på strengereguleringsventilerne, som typisk er placeret på varmekredsens blandesøjfer</p>
Forventet resultat	<p>De enkelte strenge/varmekredse tilføres de beregnede vandmængder.</p>
Acceptkriterium	<p>Testens resultat accepteres, hvis vandmængderne i de enkelte strenge/vandkredse afviger $\pm 15\%$ fra de beregnede.</p>
Testens resultat	<p>Er testens acceptkriterium opfyldt? Ja/nej</p>
Årsager til afvigelser	<p>For høje returtemperaturer på de strenge, som er tættest ved varmecentralen For høj fremløbstemperatur i forhold til det projekterede Cirkulationspumpen er for stor For lille afkøling</p>

Figur 6. Eksempel på funktionsafprøvning af varmeanlæg (Kilde: Videncenter for energibesparelser i bygninger)

Eksempel på funktionsafprøvning af ventilationsanlæg

I det efterfølgende afsnit vises et eksempel på fremgangsmåden for gennemførelse af en funktionstest af ventilationsanlæg.

Test nr. 1	Kontrol af SFP-faktor for centrale ventilationsanlæg		
Anlægs nr.:	Udført af:	Version:	Dato:
Lovkrav	I Bygningsreglement 2018 kap. 22 § 436 står der: "Det specifikke elforbrug til lufttransport må ikke overstige 1.500 J/m ³ udeluft ved grundluftsskiftet for ventilationsanlæg til etageboliger"		
Definition	<p>Beregning af SFP-faktoren for ventilationsanlægget er baseret på målinger af:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Optagne effekter for motorer til indblæsnings- og udsugningsventilatoren (P_i og P_u) • Den indblæste og udsugede luftmængde, der svarer til et grundluftskifte på 0,3 l/s pr. m² (q_{grund}) <p>Beregningen foretages ved at benytte nedenstående formel:</p> $SFP = \frac{P_i + P_u}{q_{grund}} \left[\frac{W}{m^3/s} \right]$		

Figur 7. Eksempel på funktionsafprøvning af ventilationsanlæg (Kilde: Videncenter for energibesparelser i bygninger)

Målepunkter	<p>Ved eftervisning af anlæggets SFP-faktor indgår følgende målepunkter:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Luftmængder opgjort via traversmålinger i kanaler eller målinger på trykkudtag monteret på ventilatorerne • Effektoptag foretaget på motorernes hovedrelæer i styreskabet eller på motorernes klemkasser
Principskitse	<p>Principskitse af et centralt ventilationsanlæg. Diagrammet viser luftstrømmen mellem Friskluft, Afkast, Fraluft og Tilluft. To motorer (M) er vist, en for indblæsning (P_u) og en for udsugning (P_i). Målepunkter for tryk (P) og luftmængde (q_{grund}) er markeret med røde cirkler.</p>

Figur 8. Eksempel på funktionsafprøvning af ventilationsanlæg (Kilde: Videncenter for energibesparelser i bygninger)

Test nr. 1 fortsat	Kontrol af SFP-faktor for centrale ventilationsanlæg
Forudsætninger for test	<ul style="list-style-type: none"> I henhold til DS 447:2013, kapitel 6.3, 7.3 og 8.3 "Indregulering og aflevering" skal et ventilationsanlæg være indreguleret af ventilationsentreprenøren. I afsnit 6.3.3 er det væsentligt at bemærke kravet vedr. funktionstest, idet der skrives, at der skal udføres en funktionstest, der efterviser, at automatiksystemet fungerer som forudsat. Der leveres dokumentation for alle de væsentlige parametre, som er: <ul style="list-style-type: none"> Indblæst og udsuget luftmængde Trykdifferenser over anlæg (suge- og trykside) samt komponenter Effektoptag og omdrejningstal for ventilatormotorer Temperaturvirkningsgrad for varmegenvindingsenhed
Omfang af test	SFP-faktoren eftervises for alle nye ventilationsanlæg med varmegenvinding.
Tidspunkt for testens gennemførelse	Testen gennemføres inden AB18 aflevering af anlægget. AB18 er " <u>Almindelige Betingelser for arbejder og leverancer i bygge- og anlægs-virksomhed</u> ".
Testens varighed	Testens varighed skønnes at udgøre 2 – 3 timer.
Metode for måling og dokumentation	<ul style="list-style-type: none"> Målingen af SFP-faktoren foretages med fuld varmegenvinding, dvs. eventuelle bypass spjæld skal være lukkede eller rotoren (roterende veksler) køre med 100 % omdrejningstal. Målingen foretages ved de armaturtryktab, som brandnormen (DS 428) kræver.

Figur 9. Eksempel på funktionsafprøvning af ventilationsanlæg (Kilde: Videncenter for energibesparelser i bygninger)

Acceptkriterium	Testen er acceptabel, hvis den målte SFP-faktor maksimalt overstiger kravet i BR18 med 5 %.
Testens resultat	Er testens acceptkriterium opfyldt? Ja/nej
Årsager til afvigelser	<ul style="list-style-type: none"> Tryktabene i kanalsystemet inkl. komponenter (kanaler, bøjninger, lyddæmpere, indtags- og afkasthætter m.v.) er højere end forudsat ved dimensioneringen. Tryktabene måles og analyseres, herunder sammenholdes med forudsatte værdier. Tryktabene i ventilationsaggregatets komponenter (filtre, varmegenvindingsenhed, varmeplade m.v.) er højere end forudsat ved dimensioneringen. Virkningsgrader for ventilator og motor er lavere end forudsat. Tryktabene samt virkningsgrader for ventilator og motor måles og analyseres. Luftmængderne afviger fra dem der var forudsat ved den oprindelig opgørelse af SFP-faktoren. Manglende eller fejlagtig indregulering af ventilationsanlæg. Unøjagtige målinger af luftmængder og effektoptag. Defekte komponenter.

Figur 10. Eksempel på funktionsafprøvning af ventilationsanlæg (Kilde: Videncenter for energibesparelser i bygninger)

	Målingen foretages ved	Krav til SFP-værdi [J/m ³]	
		BR18	BK 2020
Ventilationsanlæg til andre bygninger end boliger			
Med konstant luftydelse		1.800	1.500
Med variabel luftydelse		2.100	1.800
Ventilationsanlæg med varmegenvinding til én bolig			
Med konstant luftydelse		1.000	800
Med variabel luftydelse		1.000	800
Ventilationsanlæg der forsyner etageboliger			
		1.500	1.200
Udsugningsanlæg der forsyner etageboliger			
		800	-

Figur 11. Krav til SFP-værdier for ventilationsanlæg

Måleprocessen og beregning

- Effekten på indblæsnings- og udsugningsventilatorerne måles.
- Luftmængden måles ved grundluftskifte og ved maksimalt luftskifte.
- Den samlede effekt (indblæsning + udsugning) divideres med det målte luftskifte = SFP-faktoren (SEL-faktor).

Eksempel 1

I en etageejendom er opsat et ventilationsanlæg med varmegenvinding.

- | | |
|--|------------------------|
| • Luftmængde målt til 7.225 m ³ /h svarende til | 2.01 m ³ /s |
| • Effekten på indblæsningsventilatoren målt til | 1.500 W |
| • Effekten på udsugningsventilatoren målt til | 1.250 W |
| • Den samlede effekt er | 2.750 W |

SFP-faktoren udregnes til:

- $2.750 \text{ W} \text{ delt med } 2.01 \text{ m}^3/\text{s} = 1.368 \text{ W/s/m}^3$
Kravet er 1.500 W/s/m^3 (se figur 11).


Testen er godkendt

Eksempel på funktionsafprøvning af belysningsanlæg

I det efterfølgende afsnit vises et eksempel på fremgangsmåden for gennemførelse af en funktionstest af belysningsanlæg.

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: ”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”</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 lux-meter og udføres jf. DS/EN 12464-1, kap. 6.</p>	

Figur 12. Eksempel på funktionsafprøvning af belysningsanlæg (Kilde: Videncenter for energibesparelser i bygninger)

Test nr. 1 fortsat	Belysningsstyrke
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. 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 AB18 aflevering af anlægget. AB18 er " <u>Almindelige Betingelser for arbejder og leverancer i bygge- og anlægsvirksomhed</u> ".
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.

Figur 13. Eksempel på funktionsafprøvning af belysningsanlæg (Kilde: Videncenter for energibesparelser i bygninger)

Test nr. 1 fortsat	Belysningsstyrke
Testens resultat	Er testens acceptkriterium opfyldt? Ja/nej
Typiske årsager til afvigelser	Typiske årsager til afvigelser er beskrevet i afsnittet "Forudsætninger for test".

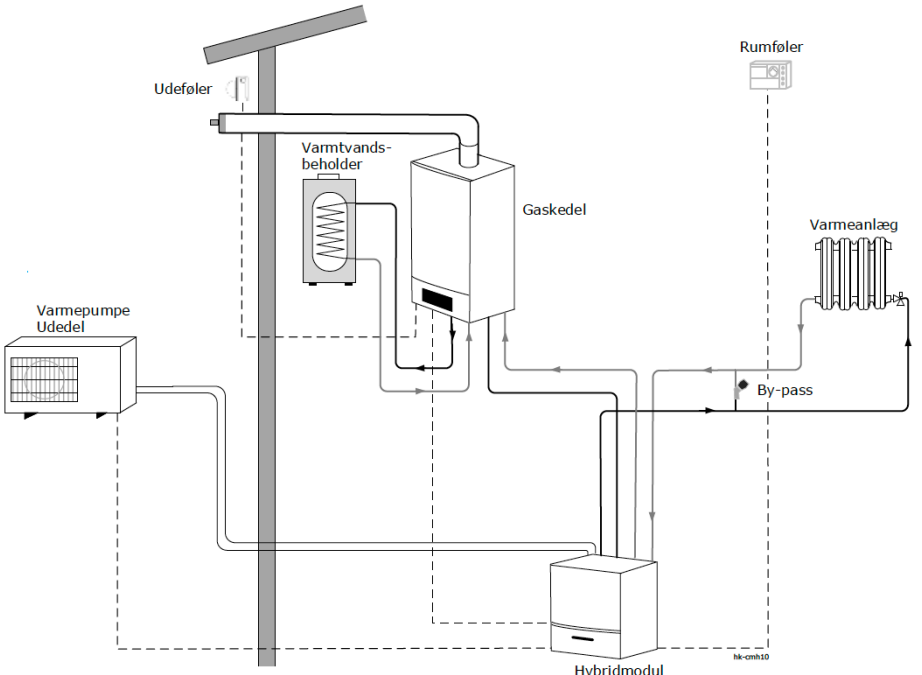
Figur 14. Eksempel på funktionsafprøvning af belysningsanlæg (Kilde: Videncenter for energibesparelser i bygninger)

Eksempel på funktionsafprøvning af hybridanlæg

I det efterfølgende afsnit vises et eksempel på fremgangsmåden for gennemførelse af en funktionstest af belysningsanlæg.

Test nr. 4	Kontrol af hybridstyring (fast bivalentpunkt)	
Anlægs nr.:	Udført af:	Dato:
Formål	<p>En gashybridvarmepumpe kombinerer enten en moderne kondenserende gaskedel eller en eksisterende kedel med en luftvandvarmepumpe. Den sidste kombination kaldes en add-on løsning.</p> <p>Når udetemperaturen er høj, er varmepumpens varmeydelse stor nok til at dække varmebehovet. Når temperaturen kommer under et bestemt niveau – typisk et sted mellem 0 og -5 °C – dækkes varmebehovet af gaskedlen alene.</p> <p>Hybridvarmeanlægget er forsynet med en automatik, der skal sørge for, at kun kedlen er i drift ved de lave temperaturer. Skiftet (bivalentpunktet) mellem varmepumpe- og kedeldrift afhænger af den aktuelle dimensionering. Denne funktionsafprøvning omhandler ikke følgende styringer:</p> <ul style="list-style-type: none"> • anlæg, hvor varmepumpens og kedlens drift styres efter priserne på gas og el (økonomisk styring) • anlæg, hvor varmepumpens og kedlens drift styres efter ønsket om bedst mulige effektivitet (miljøstyring) • anlæg, hvor varmepumpen og kedlen kan køre samtidig 	
Forudsætninger	<p>For at kunne udføre funktionsafprøvning af hybridstyringen skal følgende normalt være opfyldt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Der er indhentet dokumentation for projekteringen af varmeanlægget • Dokumentationen skal indeholde en anvisning af en metode til afprøvning af hybridstyringen fra leverandøren, herunder hvorledes bivalentpunktet kan indstilles og aflæses 	
Målepunkter	<p>For at vurdere om hybridstyringen fungerer, skal der foretages samhörrende målinger af følgende:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fremløbstemperatur (fra kedel) • Udetemperatur <p>Til måling af fremløbstemperaturen fra varmeanlægget benyttes en kalibreret temperaturføler, som monteres i en dyrørslomme i fremløbsledningen. Hvis der ikke er monteret en dyrørslomme i fremløbsledningen, kan temperaturen måles på overfladen af ledningen med en termoføler, som forsynes med kontaktpasta og isoleres.</p> <p>Målingen af udetemperaturen foretages med en temperaturføler, der placeres et egnet sted. Uønskede påvirkninger af temperaturføleren fra omgivelserne såsom direkte solskin skal undgås.</p>	

Figur 15. Eksempel på funktionsafprøvning af hybridanlæg (Kilde: Videncenter for energibesparelser i bygninger)

<p>Test nr. 4 fortsat</p>	<p align="center">Kontrol af hybridstyring (fast bivalentpunkt)</p>
<p>Principskitse</p>	
<p>Acceptkriterium</p>	<p>Funktionsafprøvningsens resultat med hensyn til hybridstyringen kan accepteres hvis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bivalentpunktet afviger mindre end 2 °C fra den indstillede værdi. • Bivalentpunktet er den udetemperatur, hvor der skiftes fra varmepumpedrift til kedeldrift
<p>Dokumentation</p>	<p>Der udarbejdes en funktionsafprøvningsrapport, der beskriver:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hvilke forudsætninger og forhold, målingen er udført under • Målepunkter • Det måleudstyr, der er anvendt, samt hvor og hvornår dette sidst blev kalibreret • De opnåede måleresultater • Det samlede resultat • Hvem, der har udført funktionsafprøvnningen • Årsager til
<p>Årsager til afvigelser</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Forkert indstilling af bivalentpunktet • Fejl i anlæggets instrumentering (primært temperaturfølere)

Figur 16. Eksempel på funktionsafprøvning af hybridanlæg (Kilde: Videncenter for energibesparelser i bygninger)