



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Funktionsafprøvning af bygningers installationer – det skal gøre rigtigt!

14. Oktober 2021

Claus Martin Hvenegaard seniorspecialist



Baggrund

Sunde bæredygtige bygninger forudsætter korrekt dimensionerede og fejlfri tekniske installationer. Dermed er funktionsafprøvningen – dokumentationen af installationernes funktion og ydelser – en vigtig afslutning af byggeprocessen.

Opfyldelse af energirelaterede krav i byggeriet er afgørende for den grønne omstilling. Imidlertid bliver mange byggerier afleveret med alvorlige fejl i de tekniske installationer. Resultatet er et ringe indeklima og et højere energiforbrug end forventet. I mange tilfælde opdages fejl og mangler først under driften, og korrigeres i forbindelse med ét- og fem-årsgennemgangen, men i mange bygninger opdages disse fejl og mangler aldrig.



Indhold - arbejdspakker

WP 1. Kortlægning af barrierer og udfordringer ved funktionsafprøvning

- Interviews med installatører, entreprenører, rådgivere, bygherrer og kommuner
- Workshop med interessenter (se målgrupper nedenfor)

WP 2. Udvikling af håndbog i funktionsafprøvning

På baggrund af arbejdspakke 1 udarbejdes håndbogen, som forventes at omfatte:

- Én del for én familieboliger indeholdende funktionsafprøvning af varme-, ventilations- og VE-anlæg samt installationen som helhed
- Én for større bygninger med selvstændige afsnit for funktionsafprøvning af Ventilationsanlæg, Varmeanlæg, Køleanlæg, Belysningsanlæg, CTS-anlæg/ bygningsautomation, VE-anlæg, IoT og intelligente bygningsinstallationer, samt evt. Elevatorer (for helhedens skyld)

Afsnittene vil indeholde en kombination af operationel viden og metoder, cases og øvelser.

Erfaringerne og materialer fra Teknologisk Instituts to nuværende kurser: Funktionsafprøvning af Ventilationsanlæg, og Funktionsafprøvning af Varmeanlæg indgår i udviklingen af håndbogen.



Indhold - arbejdspakker

WP 3. Afprøvning og endelig version af håndbogen og instruktionsvideoer

- Procedurerne i håndbogen afprøves på to parcelhuse, et etagebyggeri og et kontorbyggeri.
- Derpå foretages en evt. tilretning af materialet. Afprøvningerne giver samtidig input til de korte instruktionsvideoer. Der udvikles 4-6 korte videoer, der demonstrerer anvendelse af håndbogens metoder på udvalgte funktionsafprøvninger

WP 4. Formidling

- Håndbog og instruktionsvideoer lægges på Realdania 's, Teknologisk Instituts samt på Videncenter for Energibesparelser i Bygningers hjemmesider
- Nyhedsbrev fra Realdania , pressemeddelelse fra Teknologisk Institut
- 2 præsentationer på eksterne seminarer, eller tema møder med byggeriets parter
- 2 artikler i fagblade (fx HVAC og Installatøren)

Hertil formidling af interessenter og målgrupper

Efter projektafslutning vil Håndbog og videoer indgå som elementer på Teknologisk Instituts installationstekniske kurser



Håndbog

- Håndbogen har til formål at vejlede bygherrer, entreprenører og rådgivere i, hvordan der kan udføres funktionsafprøvninger, så eventuelle krav i Bygningsreglementet BR18 er opfyldt.
- Håndbogen indeholder testprocedurer med tilhørende registreringsskemaer for alle typer anlæg, hvor der stilles krav om funktionsafprøvning, - dog undtagen biomassekedler og solvarmeanlæg.
- Håndbogen er opdelt i testprocedurer for én-familiehuse, og for etage- og kontorejendomme samt andre større bygninger.
- I de indledende kapitler beskrives hvilke funktionstests der skal udføres for de enkelte teknologier, hvilke målinger der i givet fald skal udføres samt hvordan der skal måles og hvilke krav der stilles til måleudstyret.



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Håndbog

1. Planlægning
2. Byggeprocessen
3. Ibrugtagningstilladelse
4. Overlevering
5. Opfølgning



**Funktionsafprøvning af bygnin-
gers installationer – det skal
gøres rigtigt**

Marts 2021

Håndbogen er støttet af Realdania
Udført af Teknologisk Institut





Håndbog

Én-familiehuse

Varmeanlæg

- Fjernvarmeanlæg (påvisning af at anlægget har den forudsatte energimæssige effektivitet)
- Kedelanlæg
- Varmepumper
- Varmesystem
- Målinger

Ventilationsanlæg

- Målinger

Solceller (påvisning af at anlægget er korrekt installeret og har den forudsatte energimæssige effektivitet)

- Målinger



Håndbog

Etage- og kontorejendomme samt andre større bygninger

Varmeanlæg

- Fjernvarmeanlæg
- Kedelanlæg
- Varmepumper
- Varmesystem
- Målinger

Ventilationsanlæg

- Centrale ventilationsanlæg
- Decentrale ventilationsanlæg
- Målinger

Køleanlæg/chiller

Målinger

Belysningsanlæg

Målinger

Elevatorer

Målinger

Bygningsautomatik

Målinger



Håndbog

Måleudstyr

Bilag

- Èn-familiehuse
- Etageejendomme, kontorbygninger og andre større bygninger





Håndbog - koncept

- Step 1: Dokumentation fra bygherre modtages og vurderes (indreguleringsrapporter m.m.)
- Step 2: Fysiske iagttagelser og orienterende målinger¹⁾
- Step 3: Typisk 25 % stikprøvekontrol af anlæg/zoner²⁾
- Step 4: Rapport og Attest

1) Hvis ej godkendt: Afbryd FA-ydelse og kontakt bygherre.

2) Øges til 50 - 100 % kontrol, hvis bygherre ønsker det.

TEKNOLOGISK
INSTITUT

9.8 Attest vedrørende indregulering af anlæg

Attest vedrørende indregulering af anlæg

Attesten vedrører korrekt indregulering af nedenstående anlæg baseret på en indreguleringsrapport. Indreguleringsrapporten vedlægges som bilag til denne attest.

Anlægstype	Sæt kryds (X)
Varmeanlæg	
Ventilationsanlæg	
Køleanlæg	
Belysningsanlæg	

Anlægsnummer:	Placering:	Forsyningsområde:

Indreguleringsrapport [nr./reference]:	Udført af:	Dato:

Beskrivelse af hvilke forudsætninger og forhold indreguleringen er udført under

Det samlede resultat af indreguleringen

Det attesteres hermed, at det samlede resultat vedrørende indregulering stemmer overens med kravene i BR18 og de af bygherren stillede krav.

Firma: _____

Navn: _____

Underskrift: _____

288



Håndbog

Varmeanlæg

- Indregulering
- Styring

Ventilationsanlæg

- Luftmængder
- SFP-faktor
- Automatik
- Varmegenvinding (ikke krav i BR18)

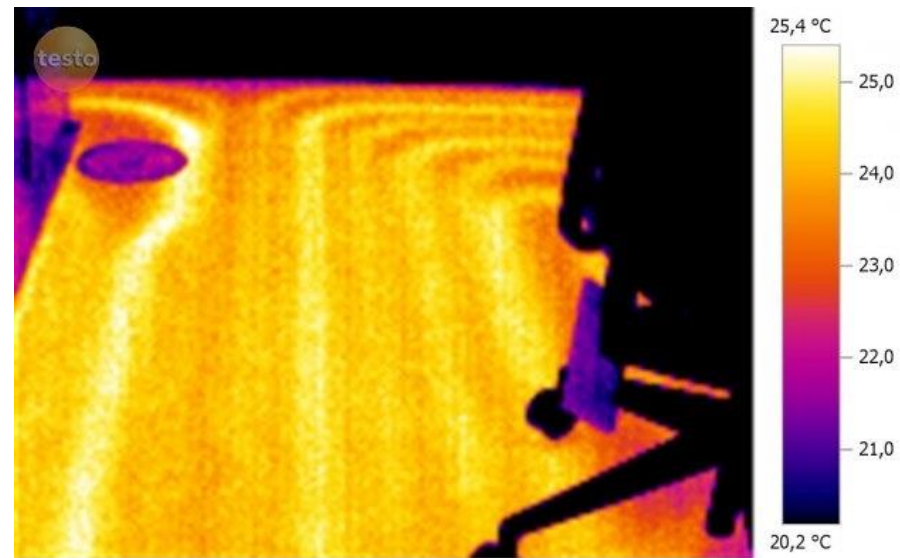
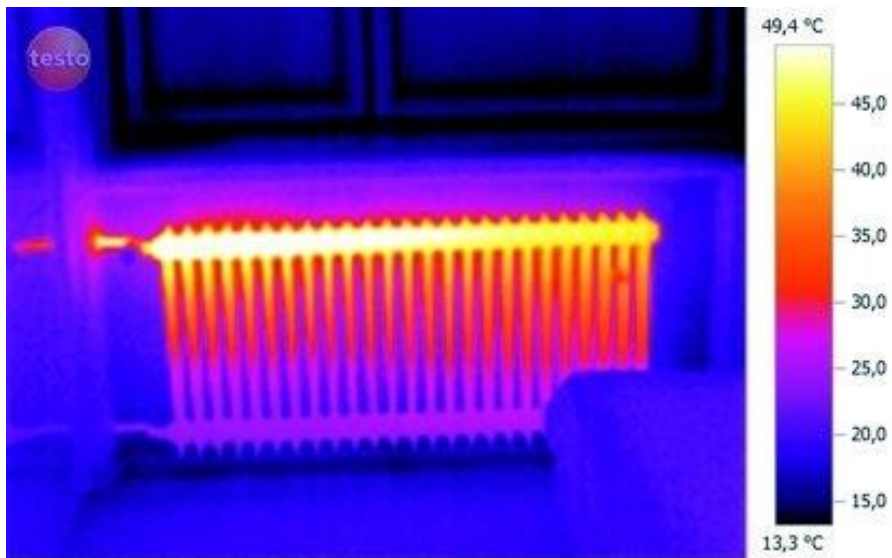


Varmeanlæg i etageboliger – indregulering og styring





Håndbog - varmeanlæg – etagebolig





Håndbog – varmeanlæg – etagebolig

Test nr. 1	Kontrol af indregulering af varmeanlæg
Lovkrav	I Bygningsreglement BR18 kap. 19 §387 stk. 2 står der: "Varme- og køleanlæg skal projekteres og udføres som anvist i DS469 Varme- og køleanlæg i bygninger." I henhold til DS 469 "Varme- og køleanlæg i bygninger" har bygherren ansvaret for, at standardens krav til indregulering inkl. kontrol og dokumentation er overholdt.
Definition	Formålet med en indregulering er at få vandet fordelt, så de enkelte forbrugssteder tilføres netop de beregnede mængder og tilsvarende beregnede temperatursæt for at opnå en energieffektiv drift. Kontrol af indregulering af varmeanlægget baseres på: • Beregninger af vandmængder efter rumvarmebehov eller radiatorstørrelser • Beregninger af alle forindstillinger på radiatorer og strengreguleringsventiler (evt. ved hjælp af edb-program) • Indstilling af alle ventiler • Indreguleringsrapport medmindre bygherren ønsker vandmængderne kontrolmålt
Målepunkter og målemetode	Til at vurdere indreguleringen af varmeanlægget indgår følgende målepunkter: • Flowene måles via de strengreguleringsventiler, der er monteret i anlægget. Der benyttes et instrument til måling af trykdifferensen over ventilen. Denne trykdifferens omsættes i apparatet til et flow.
Principskitse	

	
Forudsætninger for test	For at kunne udføre funktionsafprøvning af indreguleringen skal følgende normalt være opfyldt: • Alle termostatventiler skal være fuldt åbne (følerelementer skal være 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 strengreguleringsventilerne, som typisk er placeret i kælderen
Omfang af test	Hvis der foreligger en indreguleringsrapport, kan den betragtes som en funktionsafprøvning, hvis afvigelserne mellem målingerne af vandmængderne og de projekterede vandmængder er mindre end 15%. Der skal udfyldes en attest vedrører korrekt indregulering af anlægget baseret på indreguleringsrapporten og denne vedlægges som bilag til denne attest. Se afsnit 9.8 "Attest vedrørende indregulering af anlæg". Hvis afvigelserne mellem målingerne af vandmængderne og de projekterede vandmængder er større end 15% på flere af varmekredsene eller hvis bygherren ønsker kontrolmålinger, skal der foretages en stikprøve. Stikprøveomfanget vil som minimum omfatte 25% af vandkredsene (returledningerne). Hvis der observeres fejl og mangler i ovenstående stikprøvekontrol, øges omfanget af kontrol til det dobbelte.
Tidspunkt for testens gennemførelse	Testen gennemføres inden aflevering af anlægget til kunden.



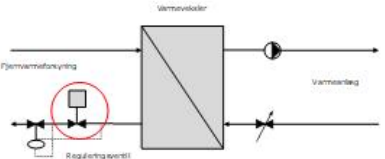
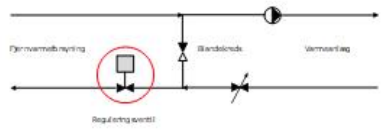
Håndbog - varmeanlæg – etagebolig

Dokumentation	Der udarbejdes en funktionsafprøvningsrapport, der beskriver: • Oplysninger om hvem, der har udført funktionsafprøvnningen • 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
Acceptkriterium	Testens resultat accepteres, hvis vandmængderne i de enkelte strenge/vandkredse afviger $\pm 15\%$ fra de beregnede. Dette gælder både hvis der foreligger en indreguleringsrapport, som bygherrer har godkendt eller hvis der foretages kontrolmålinger. Endvidere hvis fremløbs- og returtemperaturen afviger $\pm 5\%$ i forhold til de dimensionerede.
Typiske årsager til afvigelser	• For høje returtemperaturer på de strenge, som er tættest ved varmecentralen, der er faldende returtemperaturer hen mod anlæggets yderender • En for høj fremløbstemperatur i forhold til det projekterede • En cirkulationspumpe, der er for stor • Klager fra brugerne over dårlig komfort og udsving i rumtemperaturen) • For lille afkøling



Håndbog - varmeanlæg – etagebolig

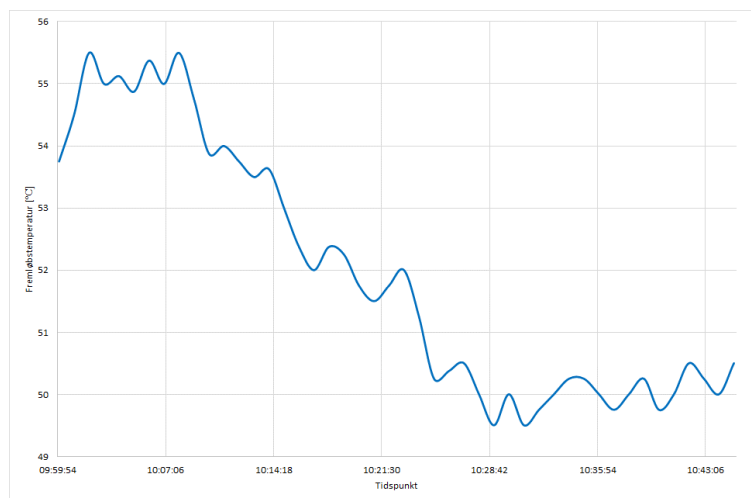
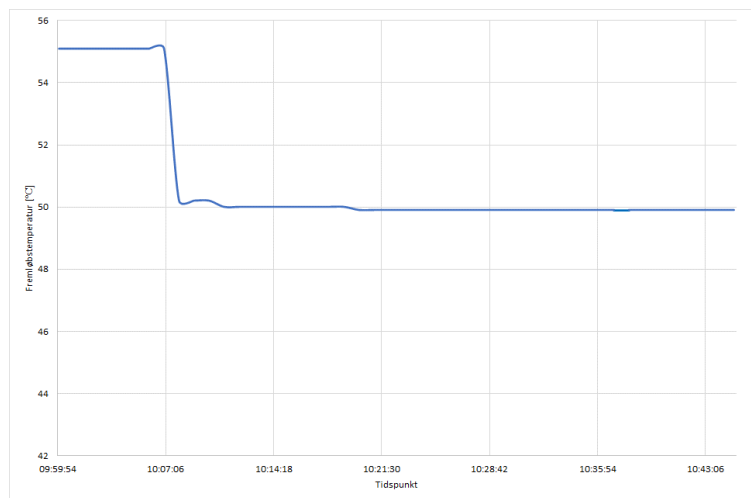
Test nr. 2	Kontrol af bygningsautomatik (reguleringsventiler)
Lovkrav	I Bygningsreglement BR18 kap. 11 er der krav til funktionskontrol af varmeanlæg- og køleanlæg iht. DS469:2013. DS 469:2013 "Varme- og køleanlæg i bygninger" Testen skal eftervise, at entreprenørernes ydelser vedrørende DS469 lever op til kravene i udbudsmaterialet således, at bygherren kan acceptere entreprenørernes ydelser.
Definition	Automatikken skal være i stand til at styre og regulere varmeanlægget effektivt og energioptimalt, samtidig med at krav til funktioner og indeklima er opfyldt. Kontrol af varmeanlæggets automatik er baseret på vurdering og målinger på: • Reguleringsventiler i varmeanlæg, dvs. ventiler til regulering af vandflow i direkte eller indirekte fjernvarmeanlæg (veksler) med shuntventiler • Reguleringsventiler i blandedredse • Looptuningsrapport medmindre bygherren ønsker ventilerne kontrolleret
Målepunkter og målemetode	Til at eftervise automatikkens evne til at styre og regulere varmeanlægget effektivt og energioptimalt indgår følgende måle- og kontrolpunkter: • Måling af reguleringsevne for reguleringsventiler i varmeanlæg • Måling af reguleringsevne for reguleringsventiler i blandedredse Målinger: 1. Regulatoren sættes i manuel indstilling. 2. Der foretages to <u>setpunkts</u> ændringer. En hvor <u>setpunktet</u> hæves, og en hvor <u>setpunktet</u> sættes tilbage til udgangspunktet. Som udgangspunkt ændres <u>setpunkter</u> med +/- 5°C i tilfælde af temperaturreguleringer 3. Testdata skal registreres med passende interval, dvs. med et interval på ½-1 min. Bemærk: • Selve ændringen af <u>setpunkter</u> vurderes i forhold til reguleringsområdet, afhængigt af de forudsætninger, der ligger til grund for projekteringen med hensyn til <u>setpunktsområde</u> (min./maks. temperaturer). • Registrering af data skal derfor ske så tilpas hurtigt, at eventuelle pendlinger vil blive afsløret. Reguleringspunkter, der som minimum skal registreres i forbindelse med test: <u>Temperaturreguleringer i varmeanlæg:</u> • <u>Setpunkt</u> • Temperatur, fremløb <u>Blandekredse i varmeanlæg:</u> • <u>Setpunkter</u>

	• Temperatur, fremløb • Temperatur, retur (undersøger om kontraventil virker, så vandet ikke løber den forkerte vej)
Principskitse	Reguleringsventil i varmeanlæg   Reguleringsventil i blandedreds 



Håndbog - varmeanlæg – etagebolig

	Bygningsautomatikken skal være indreguleret iht. bips beskrivelsesværktøj "Bygningsautomation", september 2012, basisbeskrivelse punkt 3.6.7.4 "Dokumenteret looptuning" stk. 1-11 (dvs. inkl. byggeledelsens godkendelse af looptuningsrapporten) samt øvrige skærpende krav i udbudsmaterialet.
Omfang af test	Hvis der foreligger en looptuningsrapport, kan den betragtes som en funktionsafprøvning, hvis indsvingningstiderne overholder acceptkriterierne (se senere). Der skal udfyldes en attest vedrørende kontrol af ventilerne baseret på looptuningsrapporten og denne vedlægges som bilag til denne attest. Se afsnit 9.8 "Attest vedrørende indregulering af anlæg". Hvis indsvingningstiderne længere end 10 minutter på flere af varmekredsene eller hvis bygherren ønsker kontrolmålinger, skal der foretages en stikprøve. Stikprøveomfanget vil som minimum være reguleringssløjfen i forsyningskredsen samt 25% af ventilerne i blandekredsene. Bygherren og dennes tilsyn udpeger umiddelbart før opstart på funktionsafprøvningen de blandekredse, der udtages til stikprøvekontrol. Såfremt der observeres fejl og mangler i ovenstående stikprøvekontrol, øges omfanget af kontrol for denne type anlæg til det dobbelte.
Tidspunkt for testens gennemførelse	Testen gennemføres inden aflevering af anlægget til kunden.
Dokumentation	Der udarbejdes en funktionsafprøvningsrapport, der beskriver: - Oplysninger om hvem, der har udført funktionsafprøvningen - 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
Acceptkriterium	Testens resultat accepteres, hvis step-respons-testene viser, at den enkelte reguleringsskreds: - Er stabil, inden testen begyndes. - Laver en hurtig indsvingning til stabil værdi ved nyt højere setpunkt (maks. 10 min. indsvingningstid) - Laver en hurtig indsvingning til stabil værdi ved nyt lavere setpunkt (maks. 10 min. indsvingningstid) - Ved en god regulering må der normalt ikke forekomme mere end tre til fire registrerbare svingninger - Ikke pendler
Typiske årsager til afvigelser	Reguleringsventilerne ikke er dimensioneret korrekt i forhold til belastning og differenstryk, hvilket giver problemer med pendling og dårlig regulering





Håndbog – ventilation - etageboliger





Håndbog – ventilation - etageboliger

Test nr. 1	Ventilation, luftfordeling (hovedluftmængder og delluftmængder, herunder forskellige typer lejligheder)
Lovkrav	I Bygningsreglement BR18 kap. 22 § 443 står der: "I beboelsesrum såvel som i boligen totalt skal der til enhver tid være en udelufttilførsel på mindst 0,30 l/s pr. m² opvarmet etageareal. Dette gælder også ved brug af behovsstyret ventilation. I stk. 2 står der: "Boligens grundluftsskifte skal tilvejebringes med et ventilationssystem. Hvis ventilationen foretages med et mekanisk ventilationsanlæg, skal dette have indblæsning i beboelsesrummene og udsugning i bad, wc-rum, køkken og bryggers. Ventilationsanlægget skal have varmegenvinding, der forvarmer indblæsningsluften. Såfremt et andet ventilationssystem anvendes, skal dette på en tilsvarende måde kunne opfylde bygningsreglementets krav, og tillige skal det sikres, at primærenergi behovet ikke forøges. I stk. 3 står der: "Køkkener i boliger skal forsynes med emhætte. Emhætten skal have regulerbar, mekanisk udsugning, afkast til <u>det fri og tilstrækkelig effektivitet</u> til at fjerne fugt og luftformige forureninger fra madlavning. I stk. 4 står der: En emhætte skal for at have en tilstrækkelig effektivitet til at fjerne fugt og luftformige forureninger fra madlavningen have en emopfangsevne på mindst 75 pct. i overensstemmelse med DS/EN 61591 eller DS/EN 13141-3. Såfremt det på anden måde kan dokumenteres, at emhætten har tilstrækkelig effektivitet, kan andre dokumentationsmetoder anvendes I stk. 5 står der: "Udsugning fra bade- og wc-rum i boliger skal kunne forøges til mindst 15 l/s. I wc-rum uden bad og i bryggers skal der kunne udsuges mindst 10 l/s. Udsugningen i køkkener skal kunne forøges til mindst 20 l/s.
Definition	Bolighedens grundluftsskifte skal tilvejebringes med et ventilationsanlæg med varmegenvinding, der forvarmer indblæsningsluften, indblæsning i beboelsesrummene og udsugning i bad, wc-rum, køkken og bryggers.

Målepunkter og målemetode	Ved eftervisning af anlæggets luftmængder indgår følgende målepunkter: - Hovedluftmængder opgjort via traversmålinger i kanaler eller målinger på trykudtag monteret på ventilatorerne - Delluftmængder opgjort via målinger på armaturer med håndholdt måletragt - Motorernes frekvensomformere indstilles således at ventilatorerne leverer det krævede grundluftskifte jf. BR18 - Der foretages målinger af hovedluftmængderne fra samtlige ventilationsanlæg samt måling af delluftmængderne i 10% af lejlighederne til eftervisning af, at der er tilførsel 0,3 l/s pr. m² opvarmet etageareal. Hvis størrelsen af lejlighederne varierer, fordeles målingerne ligeligt - Målingen foretages ved de armaturtryktab, som brandnormen (DS 428) kræver
Principskitse	
Forudsætninger	For at kunne måle luftmængder i ventilationsanlæg skal følgende normalt være opfyldt, inden afprøvningen udføres: - Der er udført en tæthedsprøvning jf. kravet i DS447 kap. 6.3.1 af ventilationsanlægget, der viser, at anlægget opfylder de stillede tæthedskrav, jf. DS447, kap. 6.1.2 - Ventilationsanlægget er indreguleret, så anlægget yder de nominelle luftstrømme, jf. DS447, kap. 6.3.2 - Ventilationskanaler og komponenter er rengjorte for byggestøv og eventuelle filtre i anlægget er monteret og rene, jf. DS447 6.3.3 - Under måleperioden holdes vinduer og døre lukkede for at opnå stabile måleforhold
Omfang af test	Luftmængderne eftervises for alle nye ventilationsanlæg med varmegenvinding. Hvis der foreligger en indreguleringsrapport, kan den betragtes som en funktionsafprøvning, hvis den målte hovedluftmængde maksimalt ligger $\pm 8\%$ fra den projekterede (skal svare til kravet i BR18). Endvidere kan den betragtes som en funktionsafprøvning hvis de målte delluftmængder målt på armaturerne maksimalt ligger indenfor $\pm 15\%$ fra de projekterede (skal svare til kravet i BR18).



Håndbog – eksempel - etageboliger

	Der skal udfyldes en attest vedrører korrekt indregulering af anlægget baseret på indreguleringsrapporten og denne vedlægges som bilag til denne attest. Se afsnit 9.8 "Attest vedrørende indregulering af anlæg". Hvis afvigelserne mellem målingerne af hovedluftmængderne og de projekterede hovedluftmængder er større end 8% eller afvigelserne mellem delluftmængderne målt på armaturerne og de projekterede delluftmængder er større end 15% eller hvis bygherren ønsker kontrolmålinger, skal der foretages en stikprøve. Stikprøveomfanget vil som minimum omfatte hovedluftmængderne fra samtlige ventilationsanlæg samt delluftmængderne i 10% af lejlighederne. Hvis der observeres fejl og mangler i ovenstående stikprøvekontrol af delluftmængderne, øges omfanget af kontrol til det dobbelte.
Tidspunkt for testens gennemførelse	Testen gennemføres inden aflevering af anlægget til kunden.
Dokumentation	Der udarbejdes en funktionsafprøvningsrapport, der beskriver: • Oplysninger om hvem, der har udført funktionsafprøvningen • 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
Acceptkriterium	Testen er acceptabel, hvis den målte hovedluftmængde fra/til aggregatet maksimalt ligger $\pm 8\%$ fra kravet i BR18. Endelig hvis den målte luftmængde gennem et armatur maksimalt ligger $\pm 15\%$ fra kravet i BR18.
Årsager til afvigelser	Forskelle mellem de målte og ønskede værdier kan blandt andet skyldes: • Manglende eller fejlagtig indregulering af ventilationsanlæg, hvilket kan medføre uens luftfordeling i de forskellige kanalstrækninger • Fejlagtig indstilling af brand- og røgspjæld (for høje tryktab)



Håndbog – ventilation - etageboliger

Test nr. 2	Ventilation, SFP-faktor
Lovkrav	I Bygningsreglement BR18 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	Beregning af SFP-faktoren for ventilationsanlægget er baseret på målinger af: • 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}) Beregningsen foretages ved at benytte nedenstående formel: $SFP = \frac{P_i + P_u}{q_{grund}} \left[\frac{W}{m^3/s} \right]$
Målepunkter og målemetode	Ved eftervisning af anlæggets SFP-faktor indgår følgende målepunkter: • Luftmængder opgjort via traversmålinger i kanaler eller målinger på trykudtag monteret på ventilatorerne • Effektoptag foretaget på motorernes hovedrelæer i styreskabet eller på motorernes klemkasser • Målingen af SFP-faktoren foretages med fuld varmegenvinding, dvs. eventuelle bypass spjæld skal være lukkede eller rotoren (roterende veksler) kører med 100 % omdrejningstal • Målingen foretages ved de armaturtryktab, som brandnormen (DS 428) kræver
Principskitse	

Forudsætninger	For at kunne eftervise ventilationsanlæggets SFP-faktor skal følgende normalt være opfyldt, inden afprøvningen udføres: • Der er udført en tæthedsprøvning jf. kravet i DS447 kap. 6.3.1 af ventilationsanlægget, der viser, at anlægget opfylder de stillede tæthedskrav, jf. DS447, kap. 6.1.2 • Ventilationsanlægget er indreguleret, så anlægget yder de nominelle luftstrømme, jf. DS447, kap. 6.3.2 • Ventilationskanaler og komponenter er rengjorte for byggestøv og eventuelle filtre i anlægget er monteret og rene, jf. DS447 6.3.3 • Under måleperioden holdes vinduer og døre lukkede for at opnå stabile måleforhold
Omfang af test	SFP-faktoren eftervises for alle nye ventilationsanlæg med varmegenvinding.
Tidspunkt for testens gennemførelse	Testen gennemføres inden aflevering af anlægget til kunden.
Dokumentation	Der udarbejdes en funktionsafprøvningsrapport, der beskriver: • Oplysninger om hvem, der har udført funktionsafprøvningen • Hvilke forudsætninger og forhold målingerne er udført under • Målepunkter • Måleudstyr der er anvendt samt hvor og hvornår dette sidst blev kalibreret • De opnåede måleresultater • Det samlede resultat
Acceptkriterium	Testen er acceptabel, hvis den målte SFP-faktor maksimalt overstiger kravet i BR18 med 5%.
Årsager til afvigelser	• Tryktabene i kanalsystemet inkl. komponenter (kanaler, bøjninger, lyd-dæmpere, 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, varmeblæse 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 oprindelige opgørelse af SFP-faktoren • Manglende eller fejlagtig indregulering af ventilationsanlæg • Unøjagtige målinger af luftmængder og effektoptag • Defekte komponenter



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Hjemmeside - www.teknologisk.dk/funktionsafproevning



[Ydelser](#) [Projekter](#) [Laboratorier](#) [Kurser](#) [Job](#) [Om os](#) [In English](#)

Teknologisk Institut > Ydelser > Funktionsafprøvninger af bygningers installationer



Funktionsafprøvninger af bygningers installationer

Sunde bæredygtige bygninger forudsætter korrekt dimensionerede og fejlfri tekniske installationer. Dermed er funktionsafprøvningen – dokumentationen af installationernes funktion og ydelser – en vigtig afslutning af byggeprocessen.

Opfyldelse af energirelaterede krav i byggeriet er afgørende for den grønne omstilling. Imidlertid bliver mange byggerier afleveret med alvorlige fejl i de tekniske installationer. Resultatet er et ringere indeklima og et højere energiforbrug end forventet. I mange tilfælde opdages fejl og mangler aldrig eller i bedste fald først under driften, og korrigeres i forbindelse med ét- og femårsgennemgangen.

Bygningsreglementet stiller krav om, at nye tekniske installationers energimæssige ydeevne og styring skal måles og testes ved en funktionsafprøvning. Kravene gælder både installationer i nybyggeri og ved omfattende udskiftning af installationer i eksisterende byggeri.

Som led i funktionsafprøvningskravenes indførelse i 2017 (BR15), blev der udarbejdet vejledninger i funktionsafprøvning for de centrale installationsområder. Desværre viser erfaringer fra praksis, at der er betydelige barrierer og udfordringer i forbindelse med afprøvningen. Det gælder fx manglende viden om korrekte målemetoder og procedurer relateret til installationerne, samt funktionsafprøvning for installationernes samspil via bygningsautomation med henblik på dokumentation af korrekt indregulering og energieffektiv hvinnsrft



Jeg er din kontaktperson

Claus Martin Hvenegaard
Seniorspecialist, Teknikumingeniør
Energieffektivisering og Ventilation

+45 72 20 25 25
[Send e-mail](#)

Skriv til mig



Håndbog og regler

Kvalifikationskursus

Kvalifikationsprøve

Kvalitetsordning



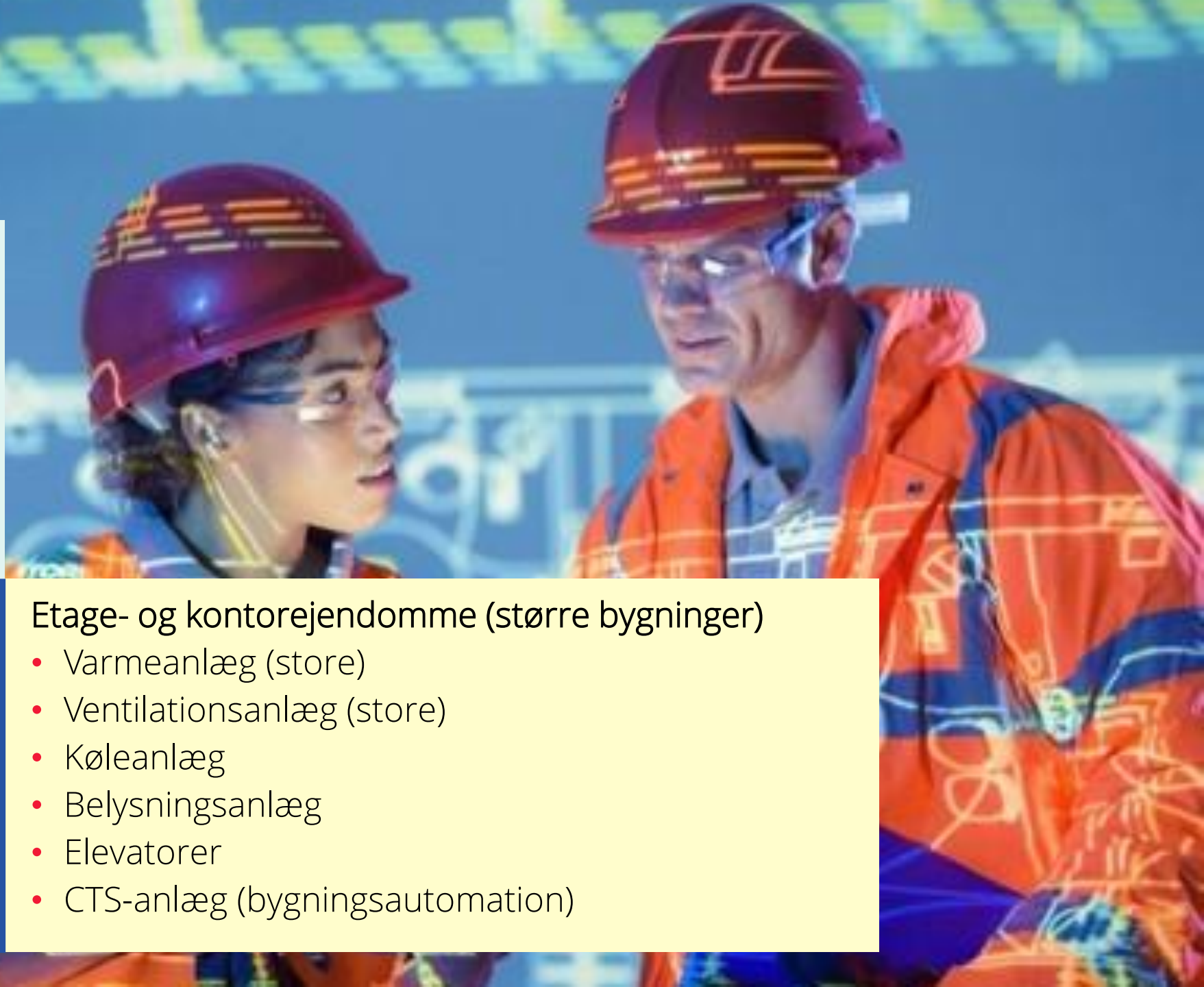
En-familiehuse

- Varmesystem
- Kedel- /FjV-anlæg
- Varmepumper
- Solceller
- Ventilationsanlæg

Programmet
har to
niveauer

Etage- og kontorejendomme (større bygninger)

- Varmeanlæg (store)
- Ventilationsanlæg (store)
- Køleanlæg
- Belysningsanlæg
- Elevatorer
- CTS-anlæg (bygningsautomation)





Enfamiliehuse: 1-2 dages introkursus

Varmesystem
Kedel- /FjV-anlæg
Varmepumper
Solceller
Ventilationsanlæg

Bestået individuel prøve

Enfamiliehuse

Store Bygninger: 2-3 dages introkursus

Varmeanlæg (store)
Ventilationsanlæg (store)
Køleanlæg
Belysningsanlæg
Elevatorer
CTS-anlæg (bygningssystem)

Bestået individuel prøve pr. teknologi

Varmeanlæg (store)
Ventilationsanlæg (store)
Køleanlæg
Belysningsanlæg
Elevatorer
CTS-anlæg (bygningssystem)

KVALIFIKATIONSKRITERIUM OPFYLDT

Supplerende teknologikurser

Frivillige suppleringskurser:
Varmeanlæg
Varmepumper
Ventilation
Køl / Aircondition
Bygningsautomation / CTS
Solcelleinstallationer
...



Sådan kvalificerer du dig til funktionsafprøvningsydelser

1

- **Grunduddannelse** som bygningshåndværker / installatør, eller
- Grunduddannelse som bygningskonstruktør / ingeniør

2

- **Erfaringsgrundlag** som omfatter indregulering / afleveringsansvar
- Evt. supplerende uddannelse som EMO-konsulent, Bedre Bolig eller Energivejleder

3

- **FA kvalificeringskursus** – åbent kursus
- FA kvalificeringsprøve – individuel prøve med censor (FA-bevis ved bestået)

4

- **Registrering ved funktionssagkyndig.dk** – website med søgefunktion
- Kvalitetskontrol efter FA!-vedtægter



TEKNOLOGISK
INSTITUT

www.funktionssagkyndig.dk

Her kan bygherre finde en kvalificeret aktør til funktionsafprøvning.

Bygherre kan samtidig vurdere om kvalificerede aktører skal vælges blandt byggeriets udførende aktører eller om der skal vælges uvildige.

Der skal også tages stilling til om flere aktører skal afprøve hver sin teknologi, eller om én aktør skal overvåge og kontrollere at byggeriets leverandører udfører fyldestgørende indregulering og afprøvning af installationerne om nødvendigt suppleret med egne målinger.

<https://ti-funk.panditest.dk/soeg/>

Funktionssagkyndige
bygningskonsulenter

Log ind

[Aktuelt](#) [Find servicevirksomhed](#) [Om Foreningen](#) [Uddannelse](#) [Kvalitetssikring](#) [Kontakt](#) [Bliv medlem](#)

Find en konsulent

Udvidet søgning

Postnummer

Kommune

Firmanavn

Store bygninger

- ☐ Varmeanlæg
- ☐ Ventilationsanlæg
- ☐ Køleanlæg
- ☐ Belysningsanlæg
- ☐ Elevatorer
- ☐ Bygningsautomation (CTS)
- ☐ Varmepumpeinstallationer
- ☐ Solcelleinstallationer

Enfamiliehuse

Kvalitetssikret af Teknologisk Institut

SØG

Forklaring: Når du skal søge efter en konsulent til store bygninger, kan du specificere inden for hvilke områder konsulenten skal have særlige kompetencer.

Søg i medlemsregistret efter funktionssagkyndige bygningskonsulenter, som er kvalificerede til at udføre funktionsafprøvning på både store bygninger og enfamiliehuse.

Poul Erik Karlsen		Send email	
Kvalifikationer	SEAS-NVE Strømmen A/S	Telefon: 70292929	
Varmeanlæg ✓	Hovedgaden 36	Direkte:	
Ventilationsanlæg ✓	4520 Svinninge	CVR: 25784499	
Køleanlæg	http://www.seas-nve.dk	pek@seas-nve.dk	
Belysningsanlæg			
Elevatorer			
Bygningsautomation (CTS) ✓			
Varmepumpeinstallationer			
Solcelleinstallationer			



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Tak for opmærksomheden

14. Oktober 2021

Claus Martin Hvenegaard seniorspecialist