

Funktionsafprøvning af bygningers tekniske anlæg

- en introduktion til byggebranchen og bygherrer



Funktionsafprøvning - hvorfor?

Mange byggerier og renoveringsprojekter i dag bliver afleveret med alvorlige fejl i de tekniske installationer. Det fører ofte til et dårligere indeklima og et højere energiforbrug end forventet.

For at forebygge dette stiller Bygningsreglementet krav om, at nye tekniske installationers energimæssige ydeevne og styring skal testes ved en funktionsafprøvning.

Det skal ske, efter anlæggene er installeret, og inden de tages i brug. Det er bygningsejerens ansvar, at funktionsafprøvningsne gennemføres, og at udfaldene af afprøvningsne ligger inden for bygningsreglementets krav til den ønskede ydeevne.

Hvornår er der krav om funktionsafprøvning?

Kravet om funktionsafprøvning gælder i nybyggeri og i eksisterende byggeri, hvor der installeres nye bygningsinstallationer eller de eksisterende udskiftes.

Kravet i bygningsreglementet vedrører:

- Ventilationsanlæg
- Varme- og køleanlæg
- Belysningsanlæg
- Elevatorer

For eksisterende bygninger skal de bygningsinstallationer, der ny-installeres eller udskiftes, være centrale og med betydning for energiforbruget, for at det udløser krav om funktionsafprøvning.

Eksempler	Funktionsafprøvning?	
Installation af nyt ventilationsanlæg, hvor der før kun var naturlig ventilation	ja	
Ombygning af ventilationsanlæg fra udsugningsanlæg til anlæg med varmegenvinding	ja	
Udskiftning af ventilator i ventilationsanlæg		nej
Ombygning af varmeanlæg med ny varmecentral	ja	
Udskiftning af cirkulationspumpe på varmeanlæg		nej

Hvis man som bygningsejer er i tvivl om reglerne, skal man kontakte den kommune, hvor bygningen skal opføres.

Mere info om funktionsafprøvninger

Lovkravet om funktionsafprøvning har tidligere alene fremgået af de standarder, som bygningsreglementet henviser til. Men pr. 1. juli 2017 blev det præciseret i bygningsreglementet, at der er krav om at funktionsafprøve nye tekniske installationer før ibrugtagning. Trafik-, Bygge- og Boligministeriet har udgivet en vejledning om funktionsafprøvning.

<http://bygningsreglementet.dk/Tekniske-bestemmelser/11/BRV/Funktionsafprovning>

Desuden har Videncenter for Energibesparelser i Bygninger udgivet vejledninger om at udføre funktionsafprøvninger i etageboligbyggeri. Vejledningerne kan downloades fra:

www.byggeriogenergi.dk/soeg/?q=funktionsafprøvning



Performancetest

Bygningsstyrelsens har et performancetestparadigme, der også indeholder funktionsafprøvninger af de tekniske anlæg, men er væsentligt mere omfattende end kun afprøvninger.

Bygningsstyrelsens materiale om performancetest kan downloades på:

<https://www.bygst.dk/godt-byggeri/performancetest/>

Fordele ved funktionsafprøvning

Funktionsafprøvning forebygger mange af de problemer, bygherrerne typisk oplever, når de tekniske installationer ikke leverer den lovede ydelse. Ved at gennemføre funktionsafprøvninger og sikre, at installationerne fungerer efter hensigten, overtager bygherren i stedet for en bygning, hvor de driftsansvarlige kan koncentrere sig om at drifte bygningen fra dag et. Dermed skal de ikke bruge tid på at udbedre fejl og mangler, før bygningen kan tages ordentligt i brug.

Forskellige former for funktionsafprøvninger er tidligere benyttet af både rådgivere og entreprenører, og kravene er skrevet ind i AB92 m.v.

Funktionsafprøvning sikrer et fælles mål

Kravet til funktionsafprøvning i bygningsreglementet skal sikre, at entreprenører og rådgivere tænker installationer og energistyringsystemer med tidligt i byggeprojektet. Målet er, at energiforbruget i det færdige byggeri stemmer overens med det beregnede energiforbrug.

Hvis en bygning bruger mere energi end planlagt, kan det blive en diskussion mellem byggeriets parter, om det skyldes brugernes adfærd eller kvaliteten af bygningens installationer. Dette kan være vanskeligt at bestemme, hvis der ikke er udført målinger før ibrugtagning af bygningen.

Funktionsafprøvnings styrke er, at energiforbruget ved den konkrete anvendelse af bygningen kan adskilles fra bygningens energimæssige ydeevne, inden projektet afleveres. Det sker ved at måle installationernes effektivitet, før brugerne tager bygningen i brug. Metoden håndterer med andre ord faseskiftet mellem udførelse og drift og fjerner tvivlen om årsagen til et evt. for højt energiforbrug.

I en funktionsafprøvning stilles der ikke nye krav til installationerne, men den gør det nødvendigt fra start at aftale og præcisere, hvordan det dokumenteres, at kravene er overholdt. Hvis disse krav præsenteres fra start i udbudsmaterialet, har entreprenøren mulighed for at tilpasse projektet og tidsplanen til kravene allerede i tilbudsfasen.

Funktionsafprøvning skaber øget værdi

Udover at undersøge om bygningens faktiske energimæssige ydeevne svarer til det beregnede, er funktionsafprøvninger også en hjælp til entreprenøren i forhold til at sikre mod ekstraarbejde og fejlfinding, når projektet er afleveret. Herved skaber en funktionsafprøvning øget værdi for både bygherren og for entreprenøren.

En forudsætning for et lavt energiforbrug er dog fortsat, at bygningens installationer er korrekt indregulerede før funktionsafprøvningen.

Funktionsafprøvning gavner selve byggeprocessen

Bygherren skal allerede i udbudsmaterialet gøre sig klart, hvad bygningen skal leve op til i forhold til de tekniske anlægs ydelser, og hvordan ydelserne måles, før bygningen tages i brug. Traditionelt i en byggeproces må fx installationsarbejdet ofte afvente, at andre opgaver afsluttes. Det kan resultere i, at bygningens installationer ikke er helt færdige, når brugerne af bygningen flytter ind. Dette er ikke hensigtsmæssigt for bygningens fremtidige driftsøkonomi.

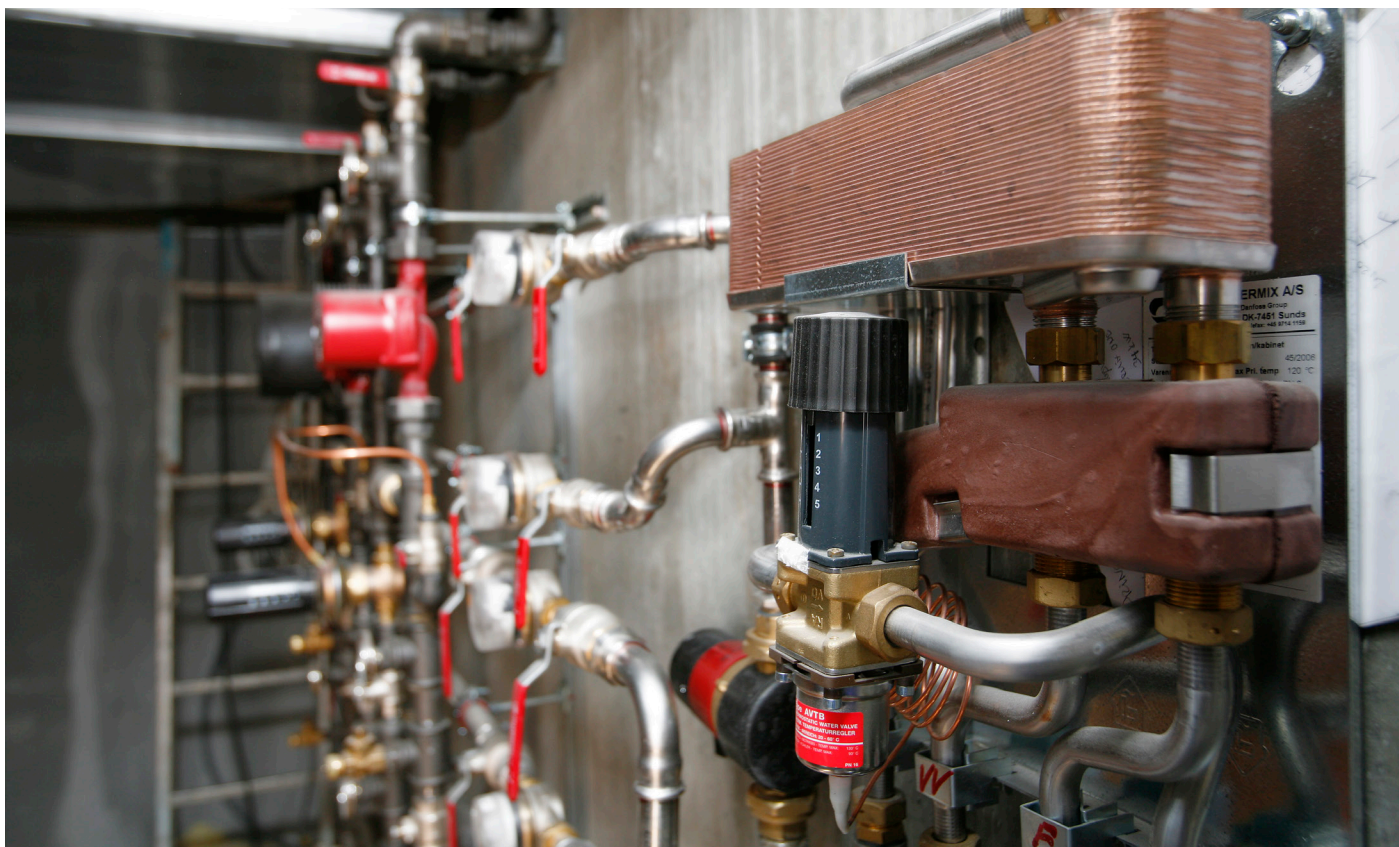
I moderne byggerier er der ofte mange forskellige tekniske løsninger, som skal fungere optimalt i samspil. Her er rækkefølgen, løsninger udføres i, afgørende. Traditionelt tager aftaler og tidsplaner ikke altid hensyn til, hvilke delentrepriser der er afhængige af hinanden, og i hvilken rækkefølge de udføres mest hensigtsmæssigt. Det kan fx betyde, at indreguleringen af CTS-anlægget først kan udføres, når bygningen er taget i brug, fordi vvs- og ventilationsarbejdet ikke er færdigt. Herved bliver det svært at vurdere, om bygningens ydeevne lever op til kravene.

Funktionsafprøvningen erstatter ikke installatørernes egenkontrol, men er en række test, som sikrer, at installationerne fungerer som planlagt i udbuddet.

En bygherre har brug for at vide, om installationerne og specielt styringerne virker som planlagt, om de lovede virkningsgrader er opfyldt, og om installationerne regulerer korrekt. Det er de spørgsmål, bygherren får klare svar på ved at udføre en funktionsafprøvning. Med en funktionsafprøvning præciserer bygherren selv tidligt i projektet, hvordan det skal eftervises, at de tekniske anlæg lever op til den ydelse, der er beskrevet i udbudsmaterialet.

Hvem udfører funktionsafprøvninger?

Bygningsreglementet stiller ikke krav til, hvem der udfører funktionsafprøvningerne, men for at få et godt resultat, bør det være en uddannet fagperson med relevant måleteknisk viden og erfaring. I princippet kan entreprenøren selv stå for afprøvningen, men det anbefales, at der anvendes en uvildig tredjepart uden tilknytning til bygherre eller udførende entreprenører.



Nye procedurer i planlægningen

For både bygherren og den udførende entreprenør betyder kravet om funktionsafprøvninger nye procedurer. Bygherren skal allerede i udbudsmaterialet definere, hvad entreprenøren skal kunne måle og dokumentere ved afleveringen af projektet. Det skal angives hvilke anlæg der skal testes, hvordan de skal testes, og hvad kravet er for, at anlægget består testen.

Entreprenøren skal sikre, at tidsplanen tager højde for, at der skal gennemføres funktionsafprøvninger. Anlæggene skal være færdiginstallerede, så det er muligt at gennemføre målinger i overensstemmelse med alle fastsatte målepunkter, og de skal være korrekt indregulerede og fejltestede af entreprenøren før funktionsafprøvningen.

Funktionsafprøvning i praksis

Bygherren kan i udbudsmaterialet opstille krav til anlæggenes ydeevne, så den bydende entreprenør eller håndværker allerede ved tilbudsgivningen er klar over kravene, samt hvad der skal måles, og hvordan resultaterne skal dokumenteres. Dette betyder, at der vil være fokus på at få afsluttet entreprisen i rette tid i forhold til at foretage afprøvningsne. Desuden kommer der fokus på at montere de målere, som skal dokumentere, at kravene overholdes.

Ved projektets afslutning udfører entreprenøren, som normalt, først sin egen kontrol og endelige indregulering af anlæg. Når dette er på plads, udføres funktionsafprøvningsne efter kravene beskrevet i udbudsmaterialet.

Funktionsafprøvningen gennemgås, og resultatet fører enten til en accept af aflevering eller til iværksættelse af udbedring som en del af den samlede mangelgennemgang.

En godkendt funktionsafprøvning betyder, at en aftalt del af entreprisesummen kan udbetales - eller omvendt tilbageholdes, hvis resultaterne ikke overholder kravene.

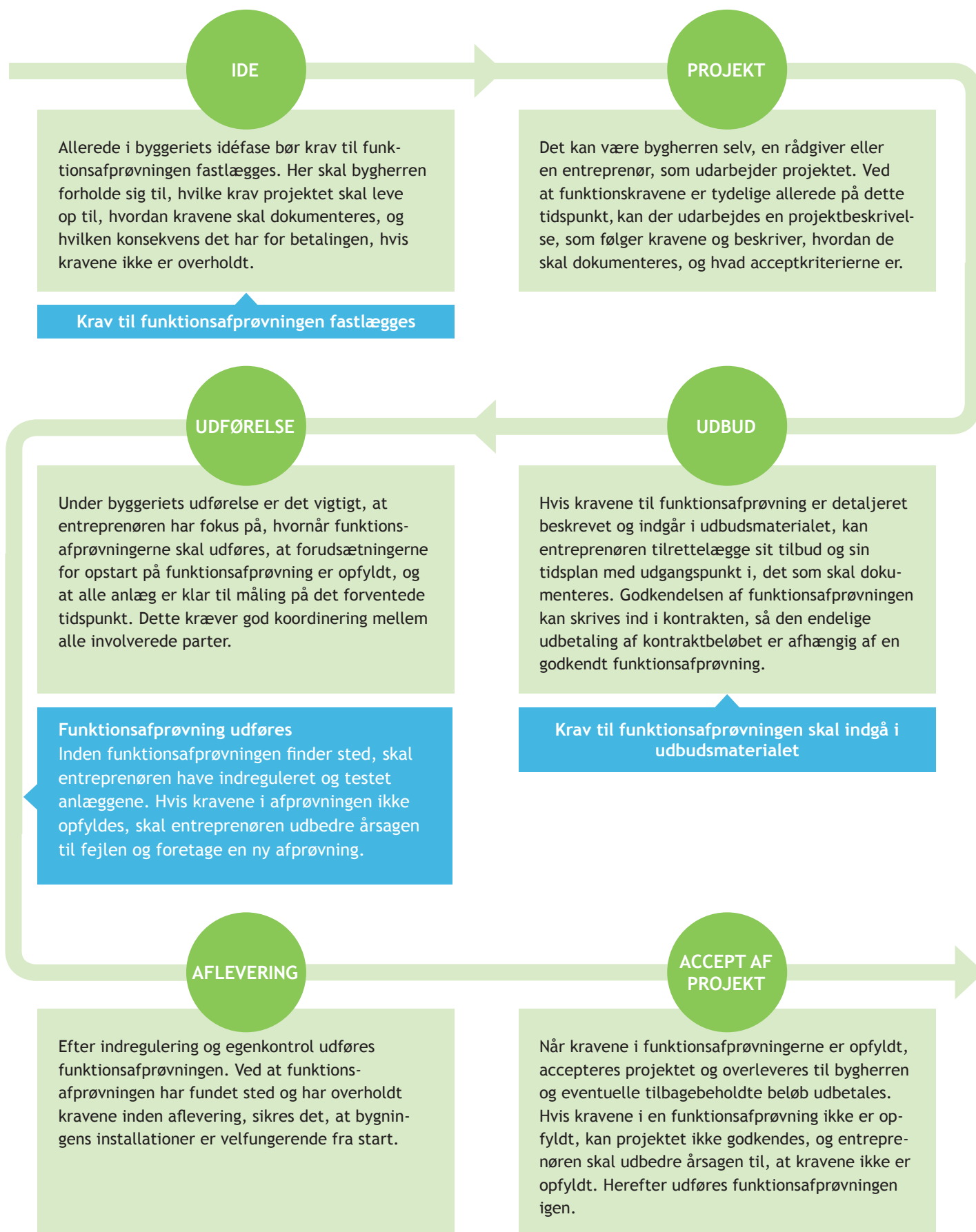
Erfaringerne med at implementere metoden viser, at en af de store udfordringer er at sikre, at byggeriet er helt klart til, at der kan udføres en funktionsafprøvning på det rette tidspunkt.

Hvornår skal man i gang med funktionsafprøvning?

Det er vigtigt, at kravene til funktionsafprøvningsne indgår i udbudsmaterialet. Acceptkriteriet og konsekvensen for betaling og dagsbod, hvis kravet ikke overholdes, skal angives.

Selve testen og målingerne skal udføres efter, at entreprenøren har afsluttet sin egenkontrol og indregulering af fx luft- og vandmængder - men inden selve projektet er accepteret og overdraget.

Funktionsafprøvning - hvornår?



Eksempler på indhold i funktionsafprøvninger

Fjernvarmeanlæg	Naturgasanlæg	Ventilationsanlæg (centrale og decentrale anlæg)
<ul style="list-style-type: none">▪ Indregulering▪ Bygningsautomatik▪ Fjernvarmeveksler▪ Kontraventil i blandekreds ved direkte fjernvarme	<ul style="list-style-type: none">▪ Indregulering▪ Bygningsautomatik▪ Virkningsgrad▪ Ydelse▪ Styring og regulering (kaskadeinstallationer)	<ul style="list-style-type: none">▪ SFP-faktor▪ Temperaturvirkningsgrad▪ Automatik▪ Luftfordeling

Kilde: Vejledninger om funktionsafprøvning for hhv. fjernvarme, naturgas og ventilation, udgivet af Videncenter for Energibesparelser i Bygninger

Eksempel på kravspecifikation

De næste to sider viser et eksempel på kravspecifikation til kontrol af SFP-faktor for centrale ventilationsanlæg. Det er angivet, hvad der skal måles, hvordan det måles, og hvad der måles op mod. Det er i dette tilfælde det specifikke elforbrug til ventilation, som testes.

Eksempel på kravspecifikation til funktionsafprøvning

Test nr. 1	Kontrol af SFP-faktor for centrale ventilationsanlæg	
Anlægs nr.:	Udført af:	Dato:
Lovkrav	I Bygningsreglement 2015 kap. 8.3 stk. 9 står der: "For ventilationsanlæg til etageboliger må det specifikke elforbrug til lufttransport ikke overstige 1.500 J/m ³ udeluft ved grundluftskiftet."	
Definition	<p>Beregning af SFP-faktoren for centrale ventilationsanlæg 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> $SFP = \frac{P_i + P_u}{q_{grund}} \left[\frac{W}{m^3/s} \right]$	
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 trykudtag monteret på ventilatorerne • Effektoptag foretaget på motorenes hovedrelæer i styreskabet eller på motorenes klemkasser 	
Principskitse		
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 vedrørende funktionstest, idet det fremgår, at der skal udføres en funktionstest, som efterviser, at automatiksystemet fungerer som forudsat. Der leveres dokumentation for alle væsentlige parametre, som er: • Indblæst og udsuget luftmængde • Trykdifferenser over anlæg (suge- og trykside) samt komponenter • Effektoptag og omdrejningstal for ventilatormotorer • Temperaturvirkningsgrad for varmegenvindingsenhed 	

Test nr. 1 fortsat	Kontrol af SFP-faktor for centrale ventilationsanlæg
Omfang af test	SFP-faktoren eftervises for alle nye ventilationsanlæg med varmegenvinding.
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.
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) skal køre med 100 % omdrejningstal. Målingen foretages ved de armaturtryktab, som brandnormen (DS 428) kræver.
Acceptkriterium	Testen er acceptabel, hvis den målte SFP-faktor maksimalt overstiger kravet i BR15 med 5 %.
Testens resultat	Er testens acceptkriterium opfyldt? Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>
Typiske 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, analyseres og sammenholdes med forudsatte værdier. Tryktabene i ventilationsaggregatets komponenter (filtre, varmegenvindings-enhed, varmeplade mv.) 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.

Eksempel: I en etageejendom er der opsat et nyt ventilationsanlæg med genvinding

Luftmængden er målt til 7.225 m³/h svarende til **2,01 m³/s**

Effekten på indblæsningsventilatoren er målt til **1.500 W**

Effekten på udsugningsventilatoren er målt til **1.250 W**

Den samlede effekt er **2.750 W**

SFP faktoren udregnes til:

2.750 W/s delt med 2,01 m³/s, dvs. **1.368 W/s/m³**, hvilket er et godt stykke under kravet på **1.500 W/s/m³**.

Denne funktionsafprøvning godkender dermed ventilationsanlæggets ydeevne.

Find yderligere information på www.ByggeriOgEnergi.dk

Videncenter for Energibesparelser i Bygninger samler og formidler viden om konkrete og praktiske muligheder for at reducere energiforbruget i bygninger. 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.

Scan koden eller besøg Videncentrets hjemmeside www.ByggeriOgEnergi.dk



 Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger

Telefon 72 20 22 55 www.byggeriogenergi.dk

”Udgivet oktober 2017 - revideret september 2019” af Videncenter for Energibesparelser i Bygninger.