

UDGIVET SEPTEMBER 2016 – OPDATERET SEPTEMBER 2022

## Vejledning: Etageejendomme

# Funktionsafprøvning af fjernvarmeanlæg

Gamle og udtjente varmeanlæg 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 reservedele til ældre anlæg. Der kan med andre ord være mange gode grunde til at investere i renovering af varmeanlægget.

Men hvordan sikrer du, at det nye anlæg leverer varen i form af en god og jævn varmeydelse 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 ved at gennemføre en funktionsafprøvning af varmeanlægget før ibrugtagning.

## Det er lovpligtigt

Der skal ifølge Bygningsreglementet § 391 gennemføres en funktionsafprøvning af nye varme- og køleanlæg før ibrugtagning. Funktionsafprøvningen skal påvise, at varme- og køleanlæggene overholder Bygningsreglementets krav til indregulering og styring. Dokumentation af funktionsafprøvningen skal indsendes til kommunen senest ved færdigmelding.

Ved indregulering forstås, at centralvarmevandet fordeles, så de enkelte radiatorer eller gulvvarmekredse tilføres de beregnede og projekterede vandmængder og tilsvarende beregnede temperatursæt for at opnå en energieffektiv drift.

Indregulering sker ved dels at forindstille samtlige strengreguleringsventiler samt samtlige reguleringsorganer i radiator- og/eller gulvvarmeanlægget (radiatortermostatventiler og reguleringsventiler til gulvvarme), dels at indstille varmeanlæggets fremløbstemperaturstyring.

Ved styring af anlægget forstås en behovsstyring, der kan tilpasse ydelsen efter det aktuelle behov for at opnå en energieffektiv drift. Der er typisk tale om fremløbstemperaturstyringen (vejrkompenseringen), der regulerer fremløbstemperaturen som funktion af udetemperaturen. Desuden skal styringen foretage skift mellem rumopvarmning og brugsvandsopvarmning.

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

## Hvad er funktionsafprøvninger?

Funktionsafprøvninger er et godt værktøj til at sikre, at det færdige renoveringsprojekt lever op til bygherrens krav og ønsker i forhold til kvalitet. Den forebygger mange af de problemer, bygherrerne typisk kan opleve med tekniske installationer, som ikke leverer den lovede ydelse. Beboerne vil ikke opleve gener, og desuden vil bygherren overtage en bygning, hvor de driftsansvarlige kan koncentrere sig om at drifte bygningen fra dag 1 og ikke skal bruge tid på at udbedre fejl og mangler.

## Kravene præciseres

Funktionsafprøvninger adskiller sig ikke grundlæggende fra den almindelig 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.

## Nye procedurer

For både bygherren og den udførende entreprenør skal der indføres nye 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.

## Hvilke krav bør du stille?

### Hvad får du i denne vejledning?

I denne vejledning får du beskrivelser af en række relevante funktionsafprøvninger, som fortæller, hvad det er relevant at måle på, når den afsluttende 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 fire forskellige typer af test:

### Krav i Bygningsreglementet (BR18)

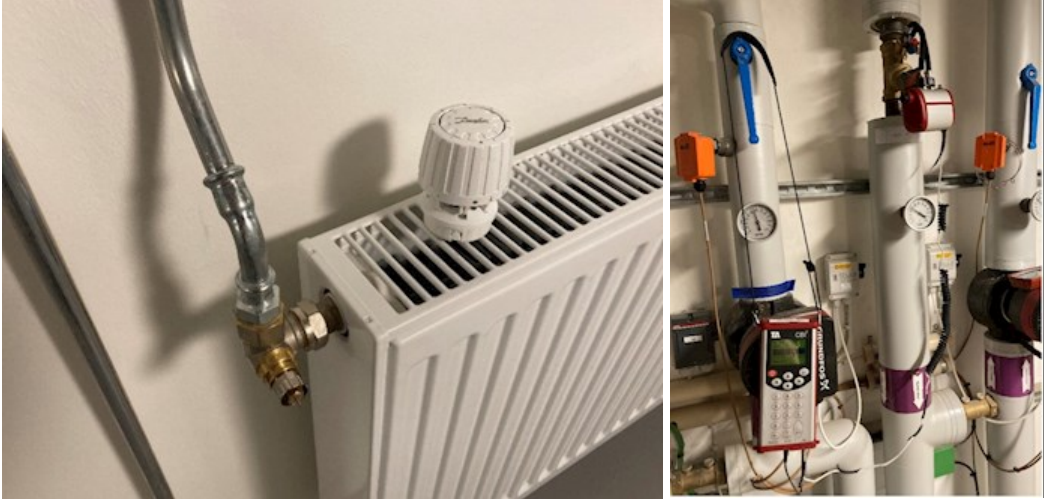
1. Kontrol af indregulering af varmeanlæg
2. Kontrol af bygningsautomatik (behovsstyring)

### Forslag til yderligere test

3. Kontrol af fjernvarmevekslere
4. Kontrol af kontraventil i blandekreds ved direkte fjernvarmesystem

Alle tests er vejledende og skal tilpasses hver opgave.

I det følgende beskrives funktionsafprøvning for eftervisning af indregulering og kontrol af bygningsautomatik samt kontrol af fjernvarmevekslere og kontraventil i blandekreds ved direkte fjernvarmesystem. Der anvises desuden registreringsskemaer til brug for dokumentation af de målte værdier.

<b>Test nr. 1</b>	<b>Kontrol af indregulering af varmeanlæg</b>
<b>Lovkrav</b>	<p>I Bygningsreglement BR18 kap. 19 §387 stk. 2 står der:</p> <p>”Varme- og køleanlæg skal projekteres og udføres som anvist i DS469 Varme- og køleanlæg i bygninger.”</p> <p>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.</p>
<b>Definition</b>	<p>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.</p> <p>Kontrol af indregulering af varmeanlægget baseres på:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beregninger af vandmængder efter rumvarmebehov eller radiatorstørrelser</li> <li>• Beregninger af alle forindstillinger på radiatorer og strengreguleringsventiler (evt. ved hjælp af edb-program)</li> <li>• Indstilling af alle ventiler</li> <li>• Indreguleringsrapport medmindre bygherren ønsker vandmængderne kontrolmålt</li> </ul>
<b>Målepunkter og målemetode</b>	<p>Til at vurdere indreguleringen af varmeanlægget indgår følgende målepunkter:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>
<b>Principskitse</b>	

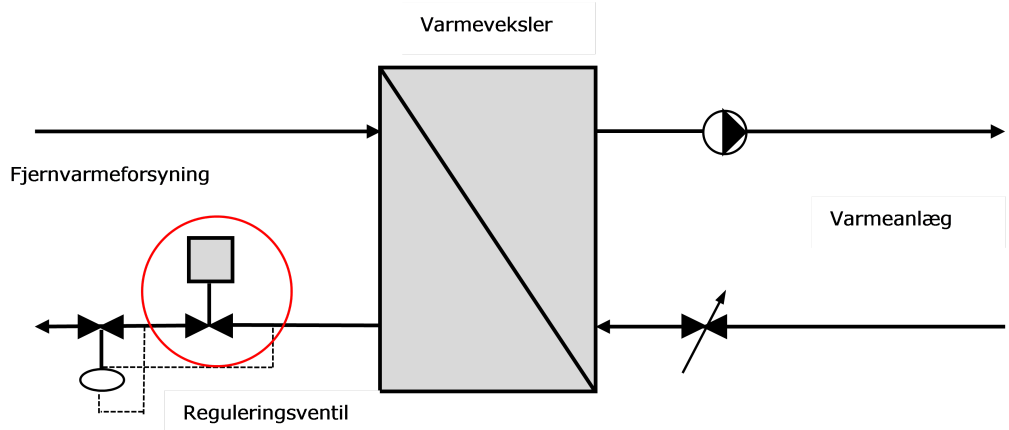
<b>Forudsætninger for test</b>	<p>For at kunne udføre funktionsafprøvning af indreguleringen skal følgende normalt være opfyldt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle termostatventiler skal være fuldt åbne (følerelementer skal være taget af ventilerne)</li> <li>• Det tjekkes at termostatventilerne er forindstillede til de beregnede værdier</li> <li>• Grundlaget for de beregnede værdier vurderes</li> <li>• Flowet i de enkelte strenge/vandkredse måles på strengreguleringsventilerne, som typisk er placeret i kælderen</li> </ul>
<b>Omfang af test</b>	<p>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%.</p> <p>Der skal udfyldes en attest vedrører korrekt indregulering af anlægget baseret på indreguleringsrapporten og denne vedlægges som bilag til denne attest.</p> <p>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).</p> <p>Hvis der observeres fejl og mangler i ovenstående stikprøvekontrol, øges omfanget af kontrol til det dobbelte.</p>
<b>Tidspunkt for testens gennemførelse</b>	<p>Testen gennemføres inden aflevering af anlægget til kunden.</p>
<b>Dokumentation</b>	<p>Der udarbejdes en funktionsafprøvningsrapport, der beskriver:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oplysninger om hvem, der har udført funktionsafprøvningen</li> <li>• Hvilke forudsætninger og forhold målingen er udført under</li> <li>• Målepunkter</li> <li>• Måleudstyr der er anvendt samt hvor og hvornår dette sidst blev kalibreret</li> <li>• De opnåede måleresultater</li> <li>• Det samlede resultat</li> </ul>
<b>Acceptkriterium</b>	<p>Testens resultat accepteres, hvis vandmængderne i de enkelte strenge/vandkredse afviger <math>\pm 15\%</math> 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 <math>\pm 5\%</math> i forhold til de dimensionerede.</p>

<b>Typiske årsager til afvigelser</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• For høje returtemperaturer på de strenge, som er tættest ved varmecentralen, der er faldende returtemperaturer hen mod anlæggets yderender</li> <li>• En for høj fremløbstemperatur i forhold til det projekterede</li> <li>• En cirkulationspumpe, der er for stor</li> <li>• Klager fra brugerne over dårlig komfort og udsving i rumtemperaturen)</li> <li>• For lille afkøling</li> </ul>
---------------------------------------	--

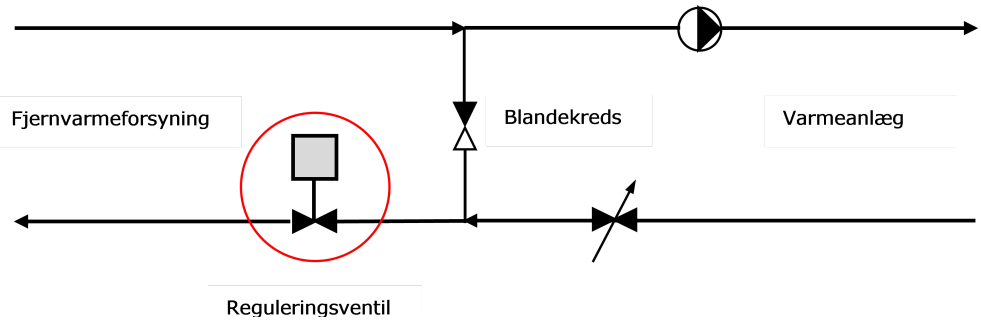
<b>Test nr. 2</b>	<b>Kontrol af bygningsautomatik (reguleringsventiler)</b>
<b>Lovkrav</b>	<p>I Bygningsreglement BR18 kap. 11 er der krav til funktionskontrol af varmeanlæg- og køleanlæg iht. DS469:2013. "Varme- og køleanlæg i bygninger"</p> <p>Testen skal eftervise, at entreprenørernes ydelser vedrørende DS469 lever op til kravene i udbudsmaterialet således, at bygherren kan acceptere entreprenørernes ydelser.</p>
<b>Definition</b>	<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reguleringsventiler i varmeanlæg, dvs. ventiler til regulering af vandflow i direkte eller indirekte fjernvarmeanlæg (veksler) med shuntventiler</li> <li>• Reguleringsventiler i blandekredse</li> <li>• Looptuningsrapport medmindre bygherren ønsker ventilerne kontrolleret</li> </ul>

<b>Målepunkter og målemetoder</b>	<p>Til at eftervise automatikkens evne til at styre og regulere varmeanlægget effektivt og energioptimalt indgår følgende måle- og kontrolpunkter:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Måling af reguleringsevne for reguleringsventiler i varmeanlæg</li><li>• Måling af reguleringsevne for reguleringsventiler i blandekredse</li></ul> <p>Målinger:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Regulatoren sættes i manuel indstilling.</li><li>2. Der foretages to setpunkts ændringer. En hvor setpunktet hæves, og en hvor setpunktet sættes tilbage til udgangspunktet. Som udgangspunkt ændres setpunkter med +/- 5°C i tilfælde af temperaturreguleringer</li><li>3. Testdata skal registreres med passende interval, dvs. med et interval på ½-1 min.</li></ol> <p>Bemærk:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Selve ændringen af setpunkter vurderes i forhold til reguleringsområdet, afhængigt af de forudsætninger, der ligger til grund for projekteringen med hensyn til setpunktsområde (min./maks. temperaturer).</li><li>• Registrering af data skal derfor ske så tilpas hurtigt, at eventuelle pendlinger vil blive afsløret.</li></ul> <p>Reguleringspunkter, der som minimum skal registreres i forbindelse med test:</p> <p><u>Temperaturreguleringer i varmeanlæg:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Setpunkt</li><li>• Temperatur, fremløb</li></ul> <p><u>Blandekredse i varmeanlæg:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Setpunkter</li><li>• Temperatur, fremløb</li><li>• Temperatur, retur (undersøger om kontraventil virker, så vandet ikke løber den forkerte vej)</li></ul>
-----------------------------------	--

**Reguleringsventil i varmeanlæg**



**Reguleringsventil i blandekreds**



Principskitse

**Reguleringsventil i varmeanlæg**



**Reguleringsventil i blandekreds**



<b>Forudsætninger for test:</b>	<p>Før testen gennemføres skal:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle vandkredse i varmeanlægget skal være indreguleret af de respektive entreprenører i.h.t. DS469:2013, kap. 14.7 "indregulering", kap. 16 "Kontrol og afprøvning", kap. 1 "indregulering" samt øvrige skærpende krav i udbudsmaterialet.</li> <li>• Alle entreprenørers dokumentation for egenkontrol og indregulering af alle aktiviteter nævnt i DS447:2013 og DS469:2013 skal være godkendt (inkl. evt. krævet mangeludbedring)</li> <li>• 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.</li> </ul>
<b>Omfang af test</b>	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
<b>Tidspunkt for testens gennemførelse</b>	<p>Testen gennemføres inden aflevering af anlægget til kunden.</p>
<b>Dokumentation</b>	<p>Der udarbejdes en funktionsafprøvningsrapport, der beskriver:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oplysninger om hvem, der har udført funktionsafprøvningen</li> <li>• Hvilke forudsætninger og forhold målingen er udført under</li> <li>• Målepunkter</li> <li>• Måleudstyr der er anvendt samt hvor og hvornår dette sidst blev kalibreret</li> <li>• De opnåede måleresultater</li> <li>• Det samlede resultat</li> </ul>



<b>Acceptkriterium</b>	<p>Testens resultat accepteres, hvis step-respons-testene viser, at den enkelte reguleringskreds:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Er stabil, inden testen begyndes.</li> <li>• Laver en hurtig indsvingning til stabil værdi ved nyt højere setpunkt (maks. 10 min. indsvingningstid)</li> <li>• Laver en hurtig indsvingning til stabil værdi ved nyt lavere setpunkt (maks. 10 min. indsvingningstid)</li> <li>• Ved en god regulering må der normalt ikke forekomme mere end tre til fire registrerbare svingninger</li> <li>• Ikke pendler</li> </ul>
<b>Årsager til afvigelser</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reguleringsventilerne ikke er dimensioneret korrekt i forhold til belastning og differenstryk, hvilket giver problemer med pendling og dårlig regulering</li> <li>• Forkert indstilling af regulatoren (enten forstærkningen, integrations-tiden eller differentialtiden), - det giver problemer med langsom indsvingning til stabil værdi.</li> </ul>

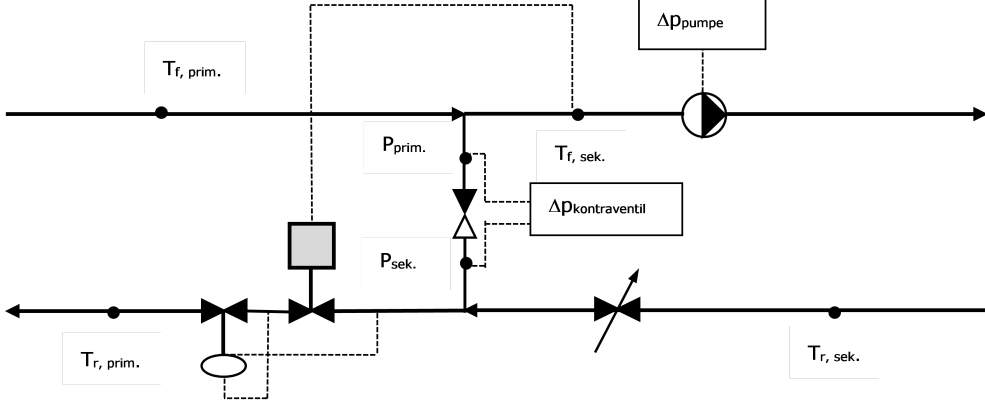
<b>Test nr. 3</b>	<b>Kontrol af fjernvarmeanlæggets energimæssige effektivitet - fjernvarmeveksler</b>
<b>Lovkrav</b>	<p>Der findes ikke egentlige lovkrav vedrørende vekslerens effektivitet og trykdifferensen over den.</p> <p>I DS469 kap. 6.9.2 "Forsyningsanlæggets driftsforhold" står der:  <i>"Varmeanlægget udformes og dimensioneres i øvrigt ud fra de driftsparametre, der er givet af den eller de valgte forsyningsformer".</i></p> <p>Det er ofte det lokale fjernvarmeværk, der stiller krav til veksleren. Hvis det ikke er tilfældet, kan DS469 benyttes, og der testes ved et primær-temperatursæt på 60/40°C. Endelig kan der være specificeret i krav i udbuddet, der skal testes for.</p>

<p><b>Definition</b></p>	<p>Vekslerens effektivitet er, om den er i stand til at overføre den specificerede effekt med den ønskede afkøling. Desuden om tryktabet i veksleren overstiger det dimensionerende pumpetryk. Vurderingen af vekslerens effektivitet baseres på målinger af følgende parametre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fremløbs- og returtemperatur på primærsiden (<math>T_{\text{primær, frem}}</math> og <math>T_{\text{primær, retur}}</math>)</li> <li>• Fremløbs- og returtemperatur på sekundærsiden (<math>T_{\text{sekundær, frem}}</math> og <math>T_{\text{sekundær, retur}}</math>)</li> <li>• Trykdifferens primærside (<math>\Delta p_{\text{primær}}</math>)</li> <li>• Trykdifferens sekundærside, (<math>\Delta p_{\text{sekundær}}</math>)</li> <li>• Ydelse/effekt (<math>P_{\text{veksler}}</math>)</li> </ul> <p>Effektiviteten beregnes efter:</p> $\Sigma = \frac{T_{p, \text{ frem}} - T_{p, \text{ retur}}}{T_{p, \text{ frem}} - T_{s, \text{ retur}}}$ <p>Trykdifferensen beregnes efter:</p> $\Delta P = \Delta P_{\text{dellast}} \times \frac{(\text{flow}_{\text{nominel}})^2}{(\text{flow}_{\text{dellast}})^2}$
--------------------------	---

<p><b>Målepunkter og målemetoder</b></p>	<p>Til at vurdere, om veksleren er i stand til at overføre den specificerede effekt med den ønskede afkøling, og om tryktabet i veksleren overstiger det dimensionerende pumpetryk, indgår følgende målepunkter:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fremløbs- og returtemperaturer på primærsiden via energimåler, hvis en sådan er etableret. Ellers måles temperaturerne via temperaturfølere monteret i rørledningerne</li> <li>• Sekundærsiden via temperaturfølere monteret i rørledningerne</li> <li>• Trykdifferens på primær- og sekundærside via trykdifferensmålere/-udtag monteret i rørledningerne</li> <li>• Ydelse/effekt via energimåler, hvis en sådan er etableret. Ellers kan der bruges en måleventil, hvorfra vandmængden kan bestemmes.</li> </ul> <p>Vekslerydelsen/effekten beregnes ud fra vandmængden samt temperaturmålinger i frem- og returløbene.</p> <p>Under testen skal der være et vist varmeeffektaftag. Hvis det ikke er muligt at udføre testen med nominelt varmeforbrug (det vil sige med de driftskonditioner, som fremgår af vekslerens datablad ), kontrolleres vekslerens ydelse <b>med den tilhørende excle-beregner her.</b> (/etageejendomme/installationer/varmeinstallation/funktionsafproevning-overblik-etage/)</p> <p>Ved delbelastning kan tryktabet omregnes til nominal drift ved at skalere i 2. potens.</p> <p>Der skal være afspærret til andre dele af bygningens installationer.</p>
<p><b>Principskitse</b></p>	
<p><b>Forudsætninger</b></p>	<p>Det er en forudsætning for testen, at der enten er etableret en energimåler med udlæsning af temperaturer og flow, eller at der er etableret de trykudtag, termometre og måleventil, som er vist på ovenstående skitse. Målingerne af temperaturer og tryk foretages med kalibrerede instrumenter.</p>
<p><b>Omfang af test</b></p>	<p>Der skal driftes over en periode på 10-15 min. og der skal måles sammenhørende værdier for temperaturer og tryk.</p>

<b>Tidspunkt for testens gennemførelse</b>	Testen gennemføres inden aflevering af anlægget til kunden.
<b>Dokumentation</b>	Der udarbejdes en funktionsafprøvningsrapport, der beskriver: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oplysninger om hvem, der har udført funktionsafprøvningen</li> <li>• Hvilke forudsætninger og forhold målingen er udført under</li> <li>• Målepunkter</li> <li>• Måleudstyr der er anvendt samt hvor og hvornår dette sidst blev kalibreret</li> <li>• De opnåede måleresultater</li> <li>• Det samlede resultat</li> </ul>
<b>Acceptkriterium</b>	Testens resultat accepteres, hvis: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vekslerens effektivitet er bedre end 95% af det specificerede</li> <li>• Vekslerens differenstryktab på såvel primær- som sekundærside er under 10% højere end det specificerede ved det aktuelle flow</li> </ul>
<b>Typiske årsager til afvigelser</b>	Tryktabene og virkningsgraden måles og analyseres, herunder sammenholdes de med de specificerede værdier fra databladet for den installerede veksler. Typiske årsager til afvigelser er: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veksleren er ikke den korrekte i forhold til det specificerede</li> <li>• Veksleren er skæv</li> <li>• Veksleren har ikke den kapacitet, som er specificeret på databladet</li> </ul>

<b>Test nr. 4</b>	<b>Kontrol af fjernvarmeanlæggets energimæssige effektivitet - kontraventil i blandekreds ved direkte fjernvarmesystem</b>
<b>Lovkrav</b>	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."

<b>Definition</b>	<p>Den primære opgave for kontraventilen i blandekredsen er, at sikre den rigtige flowretning. Det betyder, at returvandet fra varmeanlægget skal kunne løbe til fremløbsledningen og blive opblandet med fremløbsvandet. Derimod må fjernvarmevandet ikke kunne løbe direkte til returledningen.</p> <p>Vurderingen af om kontraventilen i blandekredsen fungerer/er dimensioneret korrekt er baseret på målinger af følgende parametre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Differenstryk over kontraventil</li> <li>• Trykstigning over cirkulationspumpe</li> </ul>
<b>Målepunkter og målemetoder</b>	<p>Ved vurderingen af om kontraventilen i blandekredsen fungerer/er dimensioneret korrekt indgår følgende målepunkter:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trykdifferensen over kontraventilen</li> <li>• Trykstigning over cirkulationspumpen</li> </ul> <p>Målinger:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reguleringsventilen tvangslukkes, således at alt det cirkulerende vand løber gennem kontraventilen</li> <li>2. Differenstrykket måles over kontraventilen</li> <li>3. Trykstigningen over cirkulationspumpen aflæses f.eks. på pumpens display</li> </ol>
<b>Principskitse</b>	 <p>Diagrammet illustrerer et fjernvarmeanlæg med blandekreds. Den primære ledning (top) og sekundære ledning (bund) er vist. En cirkulationspumpe er placeret på den primære ledning. En kontraventil er placeret på den sekundære ledning. Målepunkter er markeret for tryk (P) og temperatur (T) på både primær og sekundær side, samt trykfald (ΔP) over pumpen og kontraventilen.</p>
<b>Forudsætninger</b>	<p>Det er en forudsætning for testen, at cirkulationspumpen indstilles således at den yder sit dimensionerende maksimale flow.</p>
<b>Omfang af test</b>	<p>Tryktabet over kontraventilen i blandekredsen eftervises for alle nye direkte fjernvarmesystemer med blandekreds.</p>
<b>Tidspunkt for testens gennemførelse</b>	<p>Testen gennemføres inden aflevering af anlægget til kunden.</p>

<b>Dokumentation</b>	<p>Der udarbejdes en funktionsafprøvningsrapport, der beskriver:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oplysninger om hvem, der har udført funktionsafprøvningen</li> <li>• Hvilke forudsætninger og forhold målingen er udført under</li> <li>• Målepunkter</li> <li>• Måleudstyr der er anvendt samt hvor og hvornår dette sidst blev kalibreret</li> <li>• De opnåede måleresultater</li> <li>• Det samlede resultat</li> </ul>
<b>Acceptkriterium</b>	<p>Testens resultat accepteres, hvis:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Differenstrykket maksimalt udgør 20% af trykstigningen over cirkulationspumpen</li> </ul>
<b>Årsager til afvigelser</b>	<p>Årsager til afvigelser kan være:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der er monteret en kontraventil med for lille <math>K_v</math>-værdi og trykdifferensen er derfor for stor. Dette vil påvirke reguleringsevnen/autoriteten for reguleringsventilen. Fremløbstemperatur reguleringen vil dermed ikke fungere tilfredsstillende, da den vil pendle.</li> </ul>

## Registreringsskema til test 1: Indregulering

Disse skemaer kan udskrives og benyttes

<b>Anlægsnummer:</b>	<b>Udført af:</b>	<b>Dato:</b>
<b>Beskrivelse af hvilke forudsætninger og forhold målingen er udført under</b>		
<b>Målepunkter (angiv hvor målingerne er foretaget)</b>		
<b>Anvendt måleudstyr</b>		

<b>Type</b>	<b>Kalibreringsdato</b>
-------------	-------------------------

### Måleresultater

Radiatorer						
Placering	Streng	Indstilling (K <sub>v</sub> -værdi)	Tryk [kPa]	Målt flow [L/h]	Projekteret flow [L/h]	Afvigelse [%]

Radiatorer				
Placering	Streng	Fremløbstemperatur (målt) [°C]	Fremløbstemperatur (projekteret) [°C]	Afvigelse [%]

<b>Radiatorer</b>
-------------------

Placering	Streng	Returtemperatur (målt) [°C]	Returtemperatur (projekteret) [°C]	Afvigelse [%]

Gulvvarme						
Placering	Streng	Indstilling (K <sub>V</sub> -værdi)	Tryk [kPa]	Målt flow [L/h]	Projekteret flow [L/h]	Afvigelse [%]

Gulvvarme				
Placering	Streng	Fremløbstemperatur (målt) [°C]	Fremløbstemperatur (projekteret) [°C]	Afvigelse [%]




<b>Gulvvarme</b>				
<b>Placering</b>	<b>Streng</b>	<b>Returtemperatur (målt) [°C]</b>	<b>Returtemperatur (projekteret) [°C]</b>	<b>Afvigelse [%]</b>

<b>Det samlede resultat</b>		
<b>Stemmer det samlede resultat overens med kravene i BR18 (hvis relevant)?</b>	<b>Ja</b>	<b>Nej</b>
<b>Hvis nej – beskriv hvorfor</b>		
<b>Kommentarer</b>		

## Registreringsskema til test nr. 2: Reguleringsløjfer (bygningautomatik)

Disse skemaer kan udskrives og benyttes

<b>Anlægsnummer:</b>	<b>Udført af:</b>	<b>Dato:</b>
<b>Beskrivelse af hvilke forudsætninger og forhold målingerne er udført under</b>		
<b>Målepunkter (angiv hvor målingerne er foretaget)</b>		
<b>Anvendt måleudstyr</b>		
<b>Type</b>	<b>Kalibreringsdato</b>	

### Måleresultater

<b>Driftsparameter</b>	<b>Skriv temperatur</b>	<b>Enhed</b>
Fremløbstemperatur (udgangspunkt)		°C
Fremløbstemperatur (højere setpunkt)		°C
Fremløbstemperatur (lavere setpunkt)		°C

<b>Driftsparameter</b>	<b>Skriv temperatur</b>	<b>Enhed</b>
Indsvingningstid (højere setpunkt)		min
Indsvingningstid (lavere setpunkt)		min

<b>Det samlede resultat</b>		
	<b>Ja</b>	<b>Nej</b>
<b>Stemmer det samlede resultat overens med kravene i BR18 (hvis relevant)?</b>		
<b>Hvis nej – beskriv hvorfor</b>		
<b>Kommentarer</b>		

## Registreringskema 3: Kontrol af fjernvarmeveksler: Vekslereffektivitet ( $\epsilon$ ) og tryktab $\Delta p$

Disse skemaer kan udskrives og benyttes

Registrer målinger, og benyt herefter **den tilhørende excel-beregner her.**  
(/umbraco/#media/media/edit/6578)

<b>Anlægsnummer:</b>	<b>Udført af:</b>	<b>Dato:</b>
<b>Beskrivelse af hvilke forudsætninger og forhold målingen er udført under</b>		
<b>Målepunkter (angiv hvor målingerne er foretaget)</b>		
<b>Anvendt måleudstyr</b>		

<b>Type</b>	<b>Kalibreringsdato</b>
-------------	-------------------------

### Måleresultater

<b>Driftsparameter</b>	<b>Skriv værdi</b>	<b>Enhed</b>
Ydelse/effekt		kW
T <sub>primær, frem</sub> (fjernvarme)		°C
T <sub>primær, retur</sub> (fjernvarme)		°C
T <sub>sekundær, frem</sub> (varmeanlæg)		°C
T <sub>sekundær, frem</sub> (varmeanlæg)		°C
Trykdifferens primærside, $\Delta p_{\text{primær}}$		kPa
Trykdifferens sekundærside, $\Delta p_{\text{sekundær}}$		kPa

<b>Beregnet effektivitet (<math>\epsilon</math>) ved dellast til nominal via program</b> [%]	<b>Effektivitet (<math>\epsilon</math>) jf. datablad ved nominal drift</b> [%]	<b>Afvigelse</b> [%]
<b>Beregnet trykdifferens (<math>\Delta p</math>)</b> [kPa]	<b>Nominal trykdifferens (<math>\Delta p</math>)</b> [kPa]	<b>Afvigelse</b> [kPa]
<b>Hvis nej – beskriv hvorfor</b>		
<b>Kommentarer</b>		

## Registreringskema til test 4: Kontrol af kontraventil i blandekreds ved direkte fjernvarme

Disse skemaer kan udskrives og benyttes

<b>Anlægsnummer:</b>	<b>Udført af:</b>	<b>Dato:</b>
<b>Beskrivelse af hvilke forudsætninger og forhold målingen er udført under</b>		
<b>Målepunkter (angiv hvor målingerne er foretaget)</b>		
<b>Anvendt måleudstyr</b>		
<b>Type</b>	<b>Kalibreringsdato</b>	

### Måleresultater

<b>Driftsparameter</b>		<b>Enhed</b>
Trykdifferens over kontraventil		kPa
Trykstigning over cirkulationspumpen		kPa

<b>Målt trykdifferens over kontraventil (<math>\Delta p_{\text{kontraventil}}</math>) [kPa]</b>	<b>Målt trykstigning over pumpe (<math>\Delta p_{\text{pumpe}}</math>) [kPa]</b>	<b>Afvigelse [kPa]</b>	<b>Afvigelse [%]</b>

<b>Det samlede resultat</b>		
	<b>Ja</b>	<b>Nej</b>
<b>Stemmer det samlede resultat overens med kravene i BR18 (hvis relevant)?</b>		
<b>Hvis nej – beskriv hvorfor</b>		
<b>Kommentarer</b>		