

UDGIVET SEPTEMBER 2016 – OPDATERET DECEMBER 2021

## Vejledning: Etageejendomme

# Funktionsafprøvning af naturgasanlæg

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:

Stilpræcise 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 gulvarme), 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 fremløbstemperaturstyring (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 syv 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 virkningsgrad for naturgaskedel med ydelse mindre end 70 kW
4. Kontrol af virkningsgrad for kondenserende naturgaskedel med ydelse større end 70 kW og mindre end 400 kW
5. Kontrol af virkningsgrad for ikke-kondenserende naturgaskedel med ydelse større end 400 kW
6. Kontrol af ydelse for naturgaskedel
7. Kontrol af styring og regulering for naturgaskedler i kaskadeinstallationer

Alle tests er vejledende og skal tilpasses hver opgave.

I det følgende beskrives funktionsafprøvning for eftervisning af indregulering, kontrol af bygningsautomatik, kontrol af virkningsgrader for kedler, kontrol af kedelydelse og kontrol af styring og regulering for naturgaskedler i kaskadeinstallationer. Der anvises desuden registreringsskemaer til brug for dokumentation af de målte værdier.

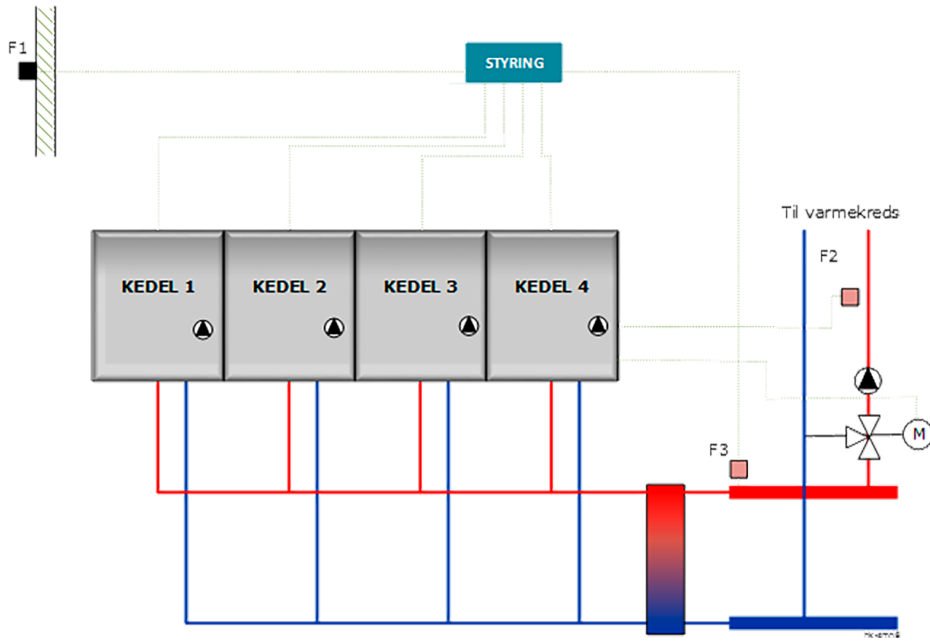
| <b>Test nr. 1</b>                | <b>Kontrol af indregulering af varmeanlæg</b>  |
|----------------------------------|--|
| <b>Lovkrav</b>                   | <p>I Bygningsreglement BR18 kap. 19 §387 stk. 2 står der:<br/>           "Varme- og køleanlæg skal projekteres og udføres som anvist i DS469 Varme- og køleanlæg i bygninger."<br/>           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>  |

|   |  |
|---|--|
| <p><b>Principskitse</b></p>                       |    |
| <p><b>Forudsætninger for test</b></p>             | <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>  |
| <p><b>Omfang af test</b></p>                      | <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> |
| <p><b>Tidspunkt for testens gennemførelse</b></p> | <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.</p> <p>DS 469:2013</p> <p><i>"Varme- og køleanlæg i bygninger"</i></p> <p>Testen skal eftervise, at entreprenørernes ydelser vedrørende DS469 lever op til kravene i udbudsmaterialet således, at bygherren kan acceptere entreprenørernes ydelser.</p> |

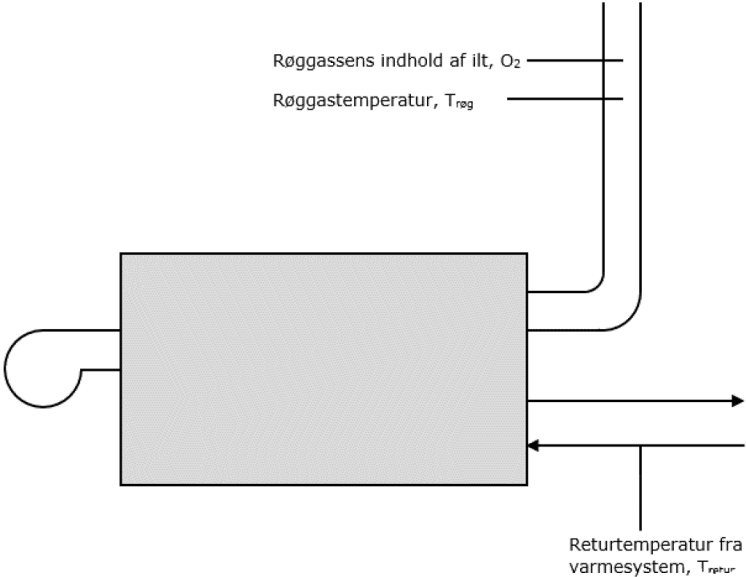
|  |  |
|--|--|
| <p><b>Definition</b></p>                 | <p>Automatikken skal være i stand til at styre og regulere varmeanlægget effektivt og energioptimalt, samtidig med at krav til funktioner og indeklima er opfyldt. Kontrol af varmeanlæggets automatik er baseret på vurdering og målinger på:</p> <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>   |
| <p><b>Målepunkter og målemetoder</b></p> | <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> |

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Principskitse</b></p>            |  <p>Diagrammet viser en principskitse for et naturgasanlæg. I øverste venstre hjørne er der en gasforsyning (F1) med en trykreguleringsventil. Denne forsyning er forbundet med en styring (STYRING). Styringen er forbundet med fire kedler (KEDEL 1, KEDEL 2, KEDEL 3, KEDEL 4). Kedlerne er forbundet med en fælles gasledning, der passerer gennem en sikkerhedsventil (F3). Denne gasledning er forbundet med en varmeledning (F2) til varmekredse. Varmeledningen er forbundet med en ventilmotor (M) og en trykreguleringsventil (F2).</p>   |
| <p><b>Forudsætninger for test:</b></p> | <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>   |
| <p><b>Omfang af test</b></p>           | <p>Hvis der foreligger en looptuningsrapport, kan den betragtes som en funktionsafprøvning, hvis indsvingningstiderne overholder acceptkriterierne (se senere).</p> <p>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> | 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 step-respons-testene viser, at den enkelte reguleringskreds: <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+4</b> | <b>Kontrol af kedlens energimæssige effektivitet - virkningsgrad for naturgaskedel med ydelse mindre end 70 kW og kontrol af virkningsgrad naturgaskedel med ydelse større end 70 kW og mindre end 400 kW</b> |
|---------------------|---|

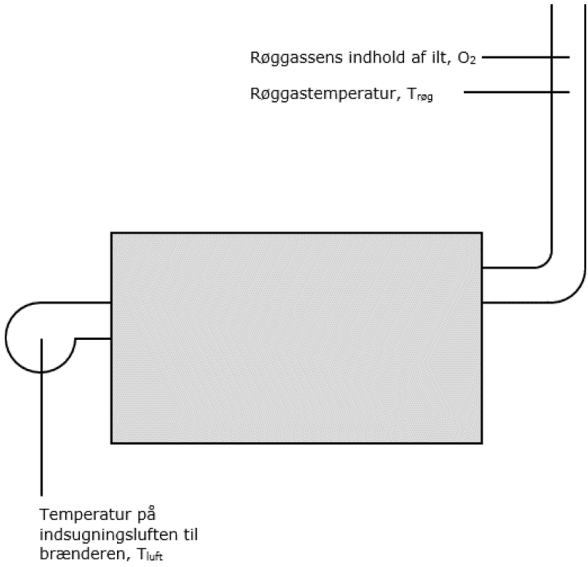


|  |  |
|--|--|
| <p><b>Lovkrav</b></p>                    | <p>Mindstekrav til olie- og gaskedlers virkningsgrad stilles i Ecodesign-forordningen og er således ikke et energikrav i bygningsreglementet. Ecodesignkravene til olie- og gaskedler er beskrevet i EU-forordning nr. 813/2013/EU".</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• I forordningens bilag 2 står der, at brændselsfyrede kedelanlæg til kombineret rum- og brugsvandsopvarmning med en nominel nytteeffekt <math>\leq 70</math> kW ikke må have en årsvirkningsgraden ved rumopvarmning som er under 86% (målt ved øvre brændværdi).</li> <li>• I forordningens bilag 2 står der endvidere, at brændselsfyrede kedelanlæg til kombineret rum- og brugsvandsopvarmning med en nominel nytteeffekt <math>&gt;70</math> kW og <math>\leq 400</math> kW ikke må have en virkningsgraden ved 100 % af den nominelle nytteeffekt der under 86 % samt at virkningsgraden ved 30 % af den nominelle nytteeffekt ikke må være under 94 % (målt ved øvre brændværdi).</li> </ul> |
| <p><b>Definition</b></p>                 | <p>Vurderingen af virkningsgraden for kedlen er baseret på målinger af følgende parametre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Iltprocenten (<math>O_2</math> %)</li> <li>• Røggastemperaturen (<math>T_{røg}</math>)</li> <li>• Returtemperaturen til kedlen (<math>T_{retur}</math>)</li> </ul>   |
| <p><b>Målepunkter og målemetoder</b></p> | <p>Ved vurdering af kedlens virkningsgrad indgår følgende målepunkter:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Iltprocent via måling i skorsten</li> <li>• Røggastemperatur via måling i skorsten</li> </ul> <p>Returtemperatur til kedlen via temperaturføler monteret i returledningen til kedlen</p>   |
| <p><b>Principskitse</b></p>              |  <p>Røggassens indhold af ilt, <math>O_2</math></p> <p>Røggastemperatur, <math>T_{røg}</math></p> <p>Returtemperatur fra varmesystem, <math>T_{retur}</math></p> <p>The diagram shows a central rectangular boiler unit. On the left, a curved line represents the gas inlet. On the right, there are two vertical lines representing the chimney stack. The upper line is labeled 'Røggassens indhold af ilt, O2' and the lower line is labeled 'Røggastemperatur, T_røg'. Below the boiler, there are two horizontal arrows: one pointing right labeled 'Returtemperatur fra varmesystem, T_retur' and one pointing left.</p>  |

|  |   |
|--|---|
| <b>Forudsætninger</b>                      | <p>Det kan være en udfordring at opnå den ønskede udetemperaturer for vurdering af virkningsgraden. Virkningsgraden skal som udgangspunkt vurderes ved en udetemperatur der er lavere end 5°C. For at sikre at kedlen yder den maksimale ydelse lukkes der for varmen i ejendommen i 4 timer inden testen påbegyndes. Beboerne adviseres skriftligt om denne nedlukning af varmen.</p> <p>Målingerne af iltprocenten, røggastemperaturen og returtemperaturen til kedlen sammenholdes med data fra kedelleverandøren ved maksimum og minimum ydelse. Alle data indtastes i <b>Videncentrets excelværktøj til gaskedler (find det her)</b> (<a href="#">/etageejendomme/installationer/varmeinstallation/funktionsafproevning-overblik/</a>), og en forventet røggastemperatur beregnes. Den forventede røggastemperatur sammenholdes med den målte.</p> |
| <b>Omfang af test</b>                      | <p>Virkningsgraden vurderes for alle nye naturgaskedler.</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 funktionsafprøvnningen</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>Testen er acceptabel, hvis den målte røggastemperatur maksimalt ligger 5°C over den forventede/beregnete røggastemperatur. Hvis dette er tilfældet, overholder kedlen kravene EU-forordning nr. 813/2013/EU.</p> <p>Hvis testen er acceptabel, beregnes der i <b>Videncentrets excelværktøj til gaskedler (find det her)</b> (<a href="#">/etageejendomme/installationer/varmeinstallation/funktionsafproevning-overblik/</a>) skønnede/orienterende driftsvirkningsgrader for kedlen ved maksimum og minimum ydelse.</p>  |

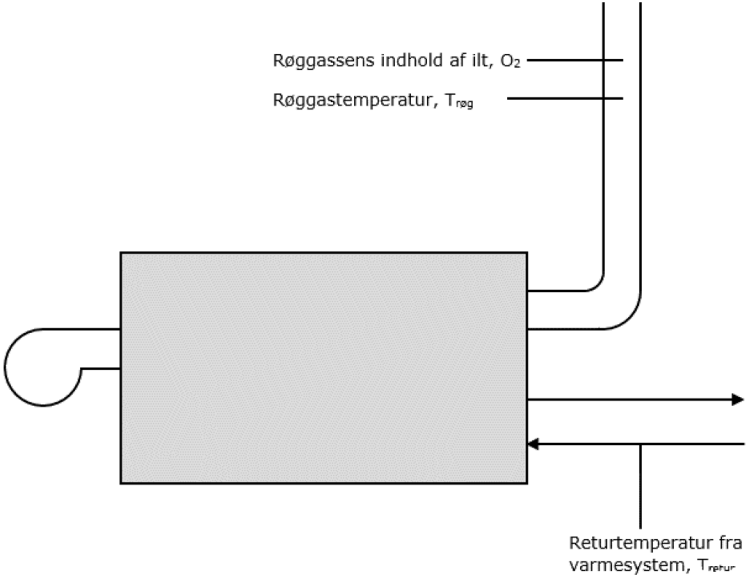
|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <b>Typiske årsager til afvigelser</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Den indfyrede effekt er for stor. Størrelsen af den indfyrede effekt skal svare til bygningen varmebehov. En for høj indfyret effekt vil resultere i en høj røggastemperatur. Hvis denne er højere end ca. 100 °C ved maksimal belastning, skal det undersøges om det er muligt at reducere den maksimale indfyrede effekt.</li> <li>• Returtemperaturen fra varmeanlægget/blandepotten er for høj. Returtemperaturen skal for kondenserende kedler være lavere end røggassernes dugpunktstemperatur, der er 56 °C for gasblæseluftbrændere.</li> </ul> |
|---------------------------------------|--|

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| <b>Test nr. 5</b>                 | <b>Kontrol af virkningsgrad for ikke kondenserende naturgaskedler med en ydelse større end 400 kW</b>  |
| <b>Lovkrav</b>                    | <p>I Bygningsreglement 2018 kap. 12 §308 står der:<br/> "Store olie- og gasfyrede centralvarmekedler med en nominal ydelse på mere end 400 kW, må højst have et røggastab på 7 pct. ved fuldlast og skal være forsynet med røggaskøler, hvis temperaturforholdene i det tilsluttede varmeanlæg er egnet til dette".</p>  |
| <b>Definition</b>                 | <p>I beregningen af virkningsgraden indgår røggastabet fra kedlen. I røggastabet indgår følgende parametre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Iltprocenten (<math>O_2</math> %)</li> <li>• Røggastemperaturen (<math>T_{røg}</math>)</li> <li>• Frisklufttemperaturen (<math>T_{luft}</math>)</li> </ul> <p>Beregningen af røggastabet foretages ved at benytte nedenstående formel:<br/> <math display="block">Røggastab = \frac{(66)}{(21-O_2)} \times \frac{(T_{røg} - T_{friskluft})}{(100)} \quad [\%] \quad \frac{(66)}{(21-O_2)}</math></p> <p>Beregningen af virkningsgraden foretages ved at benytte nedenstående formel:<br/> <math display="block">\eta_{kedel} = Røggastab + 0,5 (overfladetab) \quad [\%]</math></p> |
| <b>Målepunkter og målemetoder</b> | <p>Ved eftervisning af kedlens virkningsgrad indgår følgende målepunkter:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Iltprocent via måling i skorsten</li> <li>• Røggastemperatur via måling i skorsten</li> <li>• Frisklufttemperatur vi måling i opstillingsrum eller kanaltilslutning til brænder</li> </ul>  |

|   |   |
|---|---|
| <p><b>Principskitse</b></p>                       |  <p>Røggassens indhold af ilt, <math>O_2</math></p> <p>Røggastemperatur, <math>T_{røg}</math></p> <p>Temperatur på indsugningsluften til brænderen, <math>T_{luft}</math></p>   |
| <p><b>Forudsætninger</b></p>                      | <p>Det kan være en udfordring at opnå den ønskede udetemperaturer for måling af virkningsgraden. Virkningsgraden skal som udgangspunkt eftervises ved en udetemperatur der er lavere end 5°C.</p> <p>For at sikre at kedlen yder den maksimale ydelse lukkes der for varmen i ejendommen i 4 timer inden testen påbegyndes. Beboerne adviseres skriftligt om denne nedlukning af varmen.</p> <p>Hvis kedlen er kondenserende, benyttes metoden beskrevet for kedler med en ydelse mindre end 400 kW.</p> <p>Målingerne af iltprocenten, røggastemperaturen og frisklufttemperaturen ved maksimum ydelse indtastes i <b>Videncentrets excelværktøj til gaskedler (find det her)</b> (<b>/etageejendomme/installationer/varmeinstallation/funktionsafproevning-overblik/</b>), og røggastabet beregnes. Røggastabet sammenholdes med kravet i BR15.</p> |
| <p><b>Omfang af test</b></p>                      | <p>Røggastabet eftervises for alle nye naturgaskedler.</p>  |
| <p><b>Tidspunkt for testens gennemførelse</b></p> | <p>Testen gennemføres inden aflevering af anlægget til kunden.</p>  |

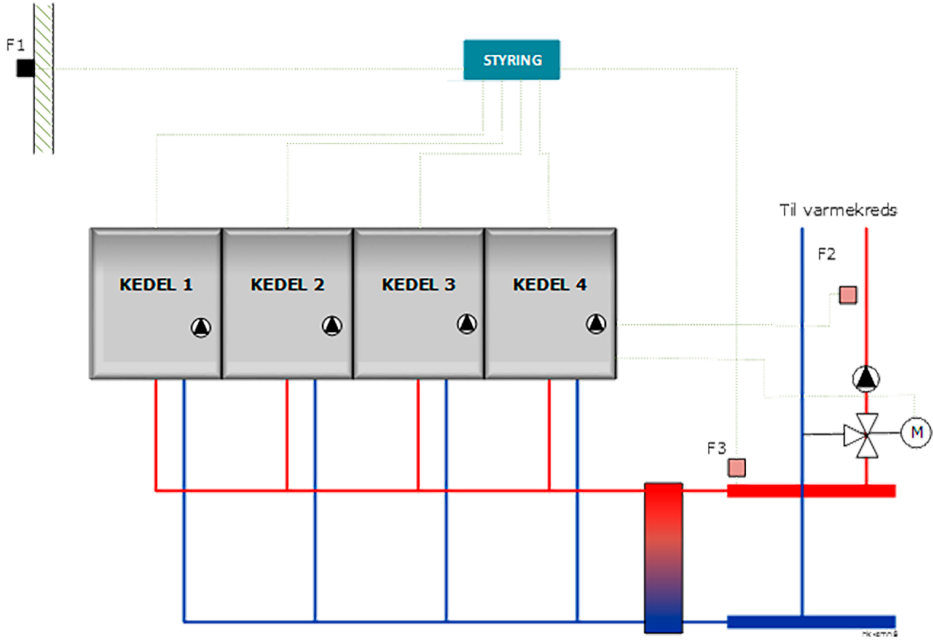
|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Dokumentation</b>          | <p>Der udarbejdes en funktionsafprøvningsrapport, der beskriver:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oplysninger om hvem, der har udført funktionsafprøvningen</li> <li>• Hvilke forudsætninger 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>Testen er acceptabel, hvis røggastabet maksimalt er på 7 pct. ved fuldlast. Hvis testen er acceptabel, beregnes der med <b>Videncentrets excelværktøj til gaskedler (find det her)</b> (/etageejendomme/installationer/varmeinstallation/funktionsafproevning-overblik/) en skønnet/orienterende driftsvirkningsgrad for kedlen ved maksimum ydelse.</p>   |
| <b>Årsager til afvigelser</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Den indfyrede effekt er for stor. Størrelsen af den indfyrede effekt skal svare til bygningen varmebehov. En for høj indfyret effekt vil resultere i en høj røggastemperatur. Hvis denne er højere end ca. 180°C ved maksimal belastning, skal det undersøges om det er muligt at reducere den maksimale indfyrede effekt.</li> </ul>  |

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| <b>Test nr. 6</b>                 | <b>Kontrol af ydelse for naturgaskedel</b>   |
| <b>Lovkrav</b>                    | Der findes ikke lovkrav vedrørende naturgaskedlens ydelse.   |
| <b>Definition</b>                 | <p>Kedlens ydelse er baseret på vurdering og målinger af:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skønnet/orienterende virkningsgrad for kedlen (<math>h_{kedel}</math>)</li> <li>• Den indfyrede effekt (<math>P_{kedel}</math>)</li> </ul>  |
| <b>Målepunkter og målemetoder</b> | <p>Ved eftervisning af anlæggets ydelse indgår følgende vurderinger og målepunkter:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Virkningsgraden for kedlen (<math>h_{kedel}</math>) skønnet i forbindelse med test 1 og 2</li> <li>• Den indfyrede effekt opgjort via registrering på gasmåler</li> </ul> |

|   |  |
|---|--|
| <p><b>Principskitse</b></p>                       |    |
| <p><b>Forudsætninger</b></p>                      | <p>Det kan være en udfordring at opnå den ønskede udetemperaturer for måling af ydelsen. Ydelsen skal som udgangspunkt eftervises ved en udetemperatur der er lavere end 5°C.</p> <p>For at sikre at kedlen yder den maksimale ydelse lukkes der for varmen i ejendommen i 4 timer inden testen påbegyndes. Beboerne adviseres skriftligt om denne nedlukning af varmen.</p> <p>Ydelsen og røggastabet beregnes. Røggastabet sammenholdes med kravet i BR15.</p> |
| <p><b>Omfang af test</b></p>                      | <p>Ydelsen eftervises for alle nye naturgaskedler.</p>   |
| <p><b>Tidspunkt for testens gennemførelse</b></p> | <p>Testen gennemføres inden aflevering af anlægget til kunden.</p>   |
| <p><b>Dokumentation</b></p>                       | <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>                        |
| <p><b>Acceptkriterium</b></p>                     | <p>Testen er acceptabel, hvis den målte ydelse maksimalt ligger 5% under kravet, der er stillet i udbudsmaterialet.</p>  |

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Årsager til afvigelser</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Kondenserende kedler:</b> Den indfyrede effekt er for stor. Størrelsen af den indfyrede effekt skal svare til bygningen varmebehov. En for høj indfyret effekt vil resultere i en høj røggastemperatur. Hvis denne er højere end ca. 100 °C ved maksimal belastning, skal det undersøges om det er muligt at reducere den maksimale indfyrede effekt</li> <li>• <b>Store ikke kondenserende kedler:</b> Den indfyrede effekt er for stor. Størrelsen af den indfyrede effekt skal svare til bygningen varmebehov. En for høj indfyret effekt vil resultere i en høj røggastemperatur. Hvis denne er højere end ca. 180 °C ved maksimal belastning, skal det undersøges om det er muligt at reducere den maksimale indfyrede effekt</li> <li>• <b>Kaskadekoblede kedler:</b> Returtemperaturen fra varmeanlægget/blandepotten er for høj. Returtemperaturen skal for kondenserende kedler være lavere end røggassernes dugpunktstemperatur, der er 56 °C for gasblæseluftbrændere</li> </ul> |
|-------------------------------|---|

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>Test nr. 7</b> | <b>Kontrol af styring og regulering for naturgaskedler i kaskadeinstallationer</b>  |
| <b>Lovkrav</b>    | I Bygningsreglement BR18 kap. 19 §387 stk. 2 står der:<br>"Varme- og køleanlæg skal projekteres og udføres som anvist i DS 469 Varme- og køleanlæg i bygninger."  |
| <b>Definition</b> | <p>Automatikken skal være i stand til at styre og regulere kedelanlægget effektivt og energioptimalt samtidig med, at krav til funktioner og termisk indeklima er opfyldt</p> <p>Blandepotter eller blanderør installeres i kaskadekoblede kedelanlæg for at sikre, at temperaturforskellen mellem frem- og returløbstemperatur (<math>\Delta T</math>) på anlægssiden ikke bliver højere end kedlerne termisk kan klare. Dette sikres ved at der opblandes varmt fremløbsvand i returen til kedlerne, så kedlerne ikke udsættes for større <math>\Delta T</math> end de kan klare. Opblandingen vil dog medføre ringere brændselsudnyttelse, da kedlerne ikke til fulde kan udnytte kondensationsvarmen i røggassen.</p> <p>Ved at styre efter nogle få graders temperaturforskel mellem kedelfremløbet og temperaturen øverst i blandepotten tæt ved fremløbet mod varmeanlægget kan det sikres, at der ikke er for stort flow i kedelkredsen med deraf følgende opblanding af varmt vand fra kedelfremløbet i returen.</p> <p>En korrekt indstilling af varmekurven (fremløbstemperaturen som funktion af udetemperaturen) er nødvendig. Fremløbstemperaturen bør generelt være så lav som det komfortmæssigt er muligt. Herved sikres det, at der ikke er for stor afkøling på anlægssiden.</p> <p>Styring og kontinuert tilpasning af flowet over blandepotten sker typisk ved omdrejningstalsregulering af pumperne i kedelkredsen.</p> |

|  |   |
|--|---|
| <b>Målepunkter og målemetoder</b>          | <p>Ved eftervisning af anlæggets ydelse indgår følgende vurderinger og målepunkter:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Virkningsgraden for kedlen (<math>h_{\text{kedel}}</math>) skønnet i forbindelse med test 1 og 2</li> <li>• Den indfyrede effekt opgjort via registrering på gasmåler</li> </ul>   |
| <b>Principskitse</b>                       |  <p>Diagrammet viser en principskitse for et naturgasanlæg. Der er fire kedler (KEDEL 1, KEDEL 2, KEDEL 3, KEDEL 4) og en styring (STYRING). Gasforsyningen kommer fra venstre (F1) og går til styringen. Styringen styrer gasfløden til de fire kedler. Gasen fra kedlerne går til en fælles gasledning, der passerer gennem en gasmåler (F3) og en sikkerhedsventil. Derefter går gasen til en varmeledning (F2) og videre til varmekredsen (Til varmekreds). Der er også en motor (M) i varmekredsen.</p> |
| <b>Forudsætninger</b>                      | <p>I henhold til Bygningsreglement 2018 kap. 12 reguleres gas- og elinstallationer i bygninger af Sikkerhedsstyrelsen.</p> <p>Med hensyn til indregulering af gasblæseluftbrændere henvises til Gasreglementets afsnit A kap. 4.8 (kedler mindre end 135 kW) og afsnit B-4 kap. 6.7 (kedler større end 135 kW).</p>   |
| <b>Omfang af test</b>                      | <p>Automatikkens funktionsduelighed eftervises for alle nye kedelanlæg.</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>Testen er acceptabel, hvis temperaturforskellen mellem kedelfremløbet og temperaturen øverst i blandepotten tæt ved fremløbet mod varmeanlægget er 2–3°C. Endvidere må forskellen mellem fremløbs- og returtemperaturen på kedelsiden maksimalt være 25°C. Fremløbstemperaturen til varmesystemet som funktion af udetemperaturen skal svare til den dimensionerende.</p>  |
| <b>Årsager til afvigelser</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vandflowet på kedelsiden er større end flowet i den sekundære kreds og der sker opblanding af varmt kedelfremløbsvand i kedelreturen</li> <li>• Vandflowet på sekundærsiden er større end flowet på kedelsiden og der sker opblanding med returvand til anlægfremløbet, der så vil få lavere temperatur end kedelfremløbet</li> <li>• Fremløbstemperaturen som funktion af udetemperaturen er indstillet forkert/for højt</li> <li>• Cirkulationspumperne i kedelkredsen varierer ikke flowet således at temperaturen øverst i blandepotten tæt ved fremløbet mod varmeanlægget er 2–3°C.</li> </ul> |

## Registeringsskema til test nr. 1 - Indregulering

Dette skema 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<br>(K <sub>v</sub> -værdi) | Tryk<br>[kPa] | Målt flow<br>[L/h] | Projekteret<br>flow<br>[L/h] | Afvigelse<br>[%] |
|            |        |  |               |                    |                              |                  |
|            |        |  |               |                    |                              |                  |
|            |        |  |               |                    |                              |                  |
|            |        |  |               |                    |                              |                  |
|            |        |  |               |                    |                              |                  |
|            |        |  |               |                    |                              |                  |
|            |        |  |               |                    |                              |                  |
|            |        |  |               |                    |                              |                  |
|            |        |  |               |                    |                              |                  |
|            |        |  |               |                    |                              |                  |

| Radiatorer |        |                                      |   |                  |
|------------|--------|--------------------------------------|---|------------------|
| Placering  | Streng | Fremløbstemperatur<br>(målt)<br>[°C] | Fremløbstemperatur<br>(projekteret)<br>[°C] | Afvigelse<br>[%] |
|            |        |                                      |   |                  |
|            |        |                                      |   |                  |
|            |        |                                      |   |                  |
|            |        |                                      |   |                  |
|            |        |                                      |   |                  |
|            |        |                                      |   |                  |
|            |        |                                      |   |                  |
|            |        |                                      |   |                  |
|            |        |                                      |   |                  |
|            |        |                                      |   |                  |

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

| Placering | Streng | Returtemperatur<br>(målt)<br>[°C] | Returtemperatur<br>(projekteret)<br>[°C] | Afvigelse<br>[%] |
|-----------|--------|-----------------------------------|--|------------------|
|           |        |                                   |  |                  |
|           |        |                                   |  |                  |
|           |        |                                   |  |                  |
|           |        |                                   |  |                  |
|           |        |                                   |  |                  |
|           |        |                                   |  |                  |
|           |        |                                   |  |                  |
|           |        |                                   |  |                  |
|           |        |                                   |  |                  |
|           |        |                                   |  |                  |

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

| Gulvvarme |        |                                      |   |                  |
|-----------|--------|--------------------------------------|---|------------------|
| Placering | Streng | Fremløbstemperatur<br>(målt)<br>[°C] | Fremløbstemperatur<br>(projekteret)<br>[°C] | Afvigelse<br>[%] |
|           |        |                                      |   |                  |
|           |        |                                      |   |                  |
|           |        |                                      |   |                  |
|           |        |                                      |   |                  |
|           |        |                                      |   |                  |
|           |        |                                      |   |                  |
|           |        |                                      |   |                  |

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

| Gulvvarme |        |                                   |  |                  |
|-----------|--------|-----------------------------------|--|------------------|
| Placering | Streng | Returtemperatur<br>(målt)<br>[°C] | Returtemperatur<br>(projekteret)<br>[°C] | Afvigelse<br>[%] |
|           |        |                                   |  |                  |
|           |        |                                   |  |                  |
|           |        |                                   |  |                  |
|           |        |                                   |  |                  |
|           |        |                                   |  |                  |
|           |        |                                   |  |                  |
|           |        |                                   |  |                  |
|           |        |                                   |  |                  |
|           |        |                                   |  |                  |
|           |        |                                   |  |                  |

|   |           |            |
|---|-----------|------------|
| <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 til test nr. 2 - Reguleringsløjfer (bygningautomatik)

Dette skema 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 værdi</b> | <b>Enhed</b> |
|--------------------------------------|--------------------|--------------|
| Fremløbstemperatur (udgangspunkt)    |                    | °C           |
| Fremløbstemperatur (højere setpunkt) |                    | °C           |
| Fremløbstemperatur (lavere setpunkt) |                    | °C           |

| <b>Driftsparameter</b>             | <b>Skriv værdi</b> | <b>Enhed</b> |
|------------------------------------|--------------------|--------------|
| Indsvingningstid (højere setpunkt) |                    | min          |
| Indsvingningstid (lavere setpunkt) |                    | min          |

|                              |
|------------------------------|
| <b>Det samlede resultat:</b> |
|------------------------------|

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

## Registreringsskema til test 3 og 4 - Kontrol af kedlens energimæssige effektivitet.

Virkningsgrad for naturgaskedel med ydelse mindre end 70 kW og kontrol af virkningsgrad naturgaskedel ned ydelse større end 70 kW og mindre end 400 kW.

Dette skema 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 - maksimum</b>    |  | <b>Enhed</b> |
|--------------------------------------|--|--------------|
| Iltprocent (O <sub>2</sub> %)        |  | %            |
| Røggastemperatur (T <sub>røg</sub> ) |  | °C           |

|  |  |              |
|--|--|--------------|
| Returtemperaturen til kedlen<br>( $T_{\text{retur}}$ ) |  | °C           |
| <b>Driftsparameter - minimum</b>                       |  | <b>Enhed</b> |
| Iltprocent ( $O_2$ %)                                  |  | %            |
| Røggastemperatur ( $T_{\text{røg}}$ )                  |  | °C           |
| Returtemperaturen til kedlen<br>( $T_{\text{retur}}$ ) |  | °C           |

| Data fra kedelleverandør  |         |          |       |
|---|---------|----------|-------|
| Driftsparameter   | Minimum | Maksimum | Enhed |
| Kedeleffekt   |         |          | kW    |
| Iltprocent ( $O_2$ -%)  |         |          | %     |
| Røggastemperatur ved<br>80/60°C ( $T_{\text{røg}, 1}$ )<br>( $T_{\text{retur}, 1} = 60^\circ\text{C}$ ) |         |          | °C    |
| Virkningsgrad ved<br>80/60°C ( $\eta_{\text{kedel}, 1}$ )   |         |          | %     |
| Røggastemperatur ved<br>50/30°C ( $T_{\text{røg}, 2}$ )<br>( $T_{\text{retur}, 2} = 30^\circ\text{C}$ ) |         |          | °C    |
| Virkningsgrad ved<br>50/30°C ( $\eta_{\text{kedel}, 2}$ )   |         |          | %     |

| Beregning - maksimum  | Røggastemperatur, $T_{\text{røg}}$ , [°C] |
|---|---|
| $T_{\text{røg}} = T_{\text{røg}2} + \frac{(T_{\text{røg}1} - T_{\text{røg}2}) \times (T_{\text{retur}1} - T_{\text{retur}2})}{(T_{\text{røg}1} - T_{\text{røg}2})}$ |   |

| Målt røggastemperatur,<br>$T_{røg}$<br>[°C] | Projekteret/beregnet<br>røggastemperatur, $T_{røg}$<br>[°C] | Afvigelse<br>[%] |
|---|---|------------------|
|   |   |                  |

| Beregning - maksimum   | Røggastemperatur, $T_{røg}$ , [°C] |
|--|------------------------------------|
| $T_{røg} = T_{røg2} + \frac{(T_{røg1} - T_{røg2}) \times (T_{retur} - T_{retur2})}{(T_{røg1} - T_{røg2})}$ |                                    |

| Målt røggastemperatur,<br>$T_{røg}$<br>[°C] | Projekteret/beregnet<br>røggastemperatur, $T_{røg}$<br>[°C] | Afvigelse<br>[%] |
|---|---|------------------|
|   |   |                  |

|   |           |            |
|---|-----------|------------|
| <b>Det samlede resultat:</b>                                      |           |            |
|   | <b>Ja</b> | <b>Nej</b> |
| <b>Stemmer det samlede resultat</b><br>overens med kravene i BR18 |           |            |
| <b>Hvis nej – beskriv hvorfor:</b>                                |           |            |
| <b>Kommentarer:</b>   |           |            |



# Registreringsskema til test nr. 5 - Naturgaskedel, ikke-kondenserende

Virkningsgrad for kelder med ydelse større end 400 kW

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>Røggastab</b>                           |  |              |
|--|--|--------------|
| <b>Driftsparameter</b>                     |  | <b>Enhed</b> |
| iltprocent (O <sub>2</sub> %)              |  | %            |
| Røggastemperatur (T <sub>røg</sub> )       |  | °C           |
| Frisklufttemperaturen (T <sub>luft</sub> ) |  | °C           |

|                  |                          |
|------------------|--------------------------|
| <b>Beregning</b> | <b>Røggastab<br/>[%]</b> |
|------------------|--------------------------|

|   |  |
|---|--|
| $\text{Røggastab} = \frac{I_{\text{friskluft}}}{(21 - O_2)} \times \frac{I_{\text{røggas}}}{(100)}$ |  |
|---|--|

| Beregnet røggastab [%] | Projekteret røggastab [%] | Afvigelse [%] |
|------------------------|---------------------------|---------------|
|                        |                           |               |

|   |           |            |
|---|-----------|------------|
| <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>   |           |            |

## Registreringsskema til test 6 - Naturgaskedel, ydelse

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>                         |                   |              |

| Anvendt måleudstyr |                   |
|--------------------|-------------------|
| Type:              | Kalibreringsdato: |

## Måleresultater

| Driftsparameter  | Skriv værdi            | Enhed                     |
|--|------------------------|---------------------------|
| Skønnet virkningsgrad<br>(maksimum), $h_{maks}$              |                        |                           |
| <b>Indfyret effekt (maksimum),<br/><math>P_{maks}</math></b> |                        | kW                        |
| Skønnet virkningsgrad<br>(minimum), $h_{min}$                |                        | %                         |
| <b>Indfyret effekt (minimum),<br/><math>P_{min}</math></b>   |                        | kW                        |
| <b>Beregning</b>   |                        | <b>Ydelse<br/>[kW]</b>    |
| Maksimum ( $h_{maks} \cdot P_{maks}$ )                       |                        |                           |
| Minimum ( $h_{min} \cdot P_{min}$ )                          |                        |                           |
|  | <b>Beregnet ydelse</b> | <b>Projekteret ydelse</b> |
|  | <b>[kW]</b>            | <b>[kW]</b>               |
|  |                        | <b>Afvigelse</b>          |
|  |                        | <b>[%]</b>                |
|  | .....                  |                           |
| <b>Minimum</b>   | .....                  |                           |
| <b>Maksimum</b>  | .....                  |                           |

Kommentarer:

Ja Nej

Stemmer det samlede resultat overens med kravene i BR18 (hvis relevant)?

Hvis nej – beskriv hvorfor:

## Registreringsskema til test 7 - Naturgaskedel (kaskadeinstallation) - styring og regulering

Disse skemaer kan udskrives og benyttes

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

### Måleresultater

| Kedel  |  |       |
|--|--|-------|
| Driftsparameter  |  | Enhed |
| Fremløbstemperatur fra kedel ( $T_{\text{kedel, frem}}$ )      |  | °C    |
| Temperatur øverst i blandedepotte ( $T_{\text{blandepotte}}$ ) |  | °C    |
| Returtemperaturen til kedel ( $T_{\text{kedel, retur}}$ )      |  | °C    |

| Varmesystem   |  |       |
|---|--|-------|
| Driftsparameter   |  | Enhed |
| Fremløbstemperatur til varmesystem ( $T_{\text{varmesystem, frem}}$ ) |  | °C    |
| Returtemperatur fra varmesystem ( $T_{\text{varmesystem, retur}}$ )   |  | °C    |
| Udetemperatur ( $T_{\text{ude}}$ )                                    |  | °C    |

| Kedelpumper       |  |                   |
|-------------------|--|-------------------|
| Driftsparameter   |  | Enhed             |
| Flow ved fuldlast |  | m <sup>3</sup> /h |
| Flow ved dellast  |  | m <sup>3</sup> /h |

| Beregning  | Målt<br>[°C] | Projekteret/<br>ønsket<br>[°C] | Afvigelse<br>[°C] |
|--|--------------|--------------------------------|-------------------|
| $T_{\text{kedel, frem}} - T_{\text{blandepotte}}$  |              | 2 - 3                          |                   |
| $T_{\text{kedel, frem}} - T_{\text{kedel, retur}}$ |              | 25                             |                   |

| Beregning                      | Målt<br>[°C] | Projekteret/<br>ønsket<br>[°C] | Afvigelse<br>[°C] |
|--------------------------------|--------------|--------------------------------|-------------------|
| $T_{\text{varmesystem, frem}}$ |              |                                |                   |

|                  |  |  |  |
|------------------|--|--|--|
| T <sub>ude</sub> |  |  |  |
|------------------|--|--|--|

| Beregning   | Målt<br>[m <sup>3</sup> /h] | Projekteret/<br>ønsket<br>[m <sup>3</sup> /h] | Afvigelse<br>[%] |
|-------------|-----------------------------|---|------------------|
| Flow, maks. |                             |   |                  |
| Flow, 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>   |           |            |

