|  |  |
| --- | --- |
| **Performancetest nr. 3.X. Kontrol af hydraulisk balance for vandbårne varmeanlæg** | |
| Dato for opdatering af dokument: xx.yy.20zz | |
| Oplysninger om deltagere i test | For Entreprenør:  For driftsorganisation:  For Bygningsstyrelsen:  For fagtilsyn: |
| Formål | Formålet med testen er at udføre en praktisk eftervisning af, om anlægget er i hydraulisk balance, og om der tilføres tilstrækkelig varme til de forsynede rum. Endvidere er det et formål, at der i projekteringen rettes et fokus imod den optimale anlægsopbygning via et fokus på hvordan i praksis vandbårne anlæg skal indreguleres. Formålet er således, at Bygningsstyrelsen har en sikkerhed for at den færdige bygning er robust i forhold til sikker drift i hele bygningens levetid.  Det er Bygningsstyrelsens erfaring, at manglende hydraulisk balance forårsager dårlig komfort, når nogle radiatorer ”stjæler” vandet fra andre. Tilsvarende øges risikoen for overforbrug af varme og forringet afkøling f.eks. hvis vandmængder ved nogle varmegivere er for høje i forhold til behovet. Testen giver en praktisk eftervisning af ydelse og afkølingsforhold, af korrekt projektering og udførelse i forhold til varmetab, radiatorstørrelser, tryktab i rør og komponenter, beregnede og udførte forindstillinger af ventiler ved varmegivere samt strengventiler, pumper og trykdifferensregulatorer. |
| Referencer | Projektspecifikke tegninger og beskrivelser. |
| Eksempel på opbygning | I dette eksempel er varmegivere forindstillet via returkoblinger. Forindstillinger kan også sidde i forbindelse med fremløbsventilerne. |
| Forudsætninger for at testen kan sættes i gang | Test ved foranliggende milepæle skal være bestået, og følgende skal være afsluttet:  Jævnfør DS 469:2013 kap. 14 samt evt. skærpede udbudskrav: Kvalitetskontrol, tæthedsprøvninger, idriftsættelse inkl. gennemskylning, filterrensning og grundig udluftning, samt indregulering. Indreguleringen skal være foretaget via alle decentrale varmegivere (forindstillinger via frem- eller returløb for varmegivere), strengreguleringsventiler, trykdifferensregulatorer m.v. samt pumper.  Entreprenørens dokumentation for egenkontrol af indreguleringen skal være godkendt af fagtilsyn, og eventuel mangeludbedring skal være udført.  Bygningsautomatikken skal via blandekredsen kunne holde en stabil fremløbstemperatur til varmegiverne når testen udføres. Endvidere skal der logges på hhv. udetemperatur samt frem- og returløbstemperaturer samt motorventilstilling for blandekredsen.  Det vil være en fordel om der er udført en ”før-test” i henhold til denne protokol inden opstart på denne test, så det sikres at anlægget performer som tilsigtet, og så de manøvrer der er omtalt i testprotokollen kan udføres sikkert og sammenhængende. |
| Metode | Testen udføres ved at eftervise varmemæssig ydeevne og afkølingsforhold på varmegiver-niveau. Endvidere eftervises ydeevne og afkølingsforhold for blandekredsen som helhed. Dette gøres på et tidspunkt, hvor rummene ikke er udsat for tilskudsvarme såsom solbelastning eller lignende. Derfor foregår testen bedst primært aften og tidlig morgen.  **Dag 1:**  Indreguleringsrapporter samt grundlag   * Indreguleringsrapporter og grundlag for beregnede forindstillinger, pumpetryk m.v. vurderes af den person, der er ansvarlig for testens gennemførelse.   Forberedelser via BMS   * Hvis der anvendes natsænkning af fremløbstemperaturen deaktiveres denne midlertidigt via BMS-systemet. Det sikres at der logges via BMS på hhv. udetemperatur, fremløbstemperatur, returtemperatur og motorventilstilling for blandekredsen.   Fuld vandstrøm til alle decentrale varmegivere   * Alle aktuatorer ved varmegivere og selvvirkende termostater åbnes helt, såfremt de er monteret på testtidspunktet. Alternativt demonteres de midlertidigt.   Fuld fremløbstemperatur og kontrol af samlet returtemperatur for kredsen   * Fremløbstemperaturen fra blandekredsen indstilles via BMS til *dimensioneringsværdien*, eksempelvis 60 °C. Efter 1-2 timer – hvor rumtemperaturen ikke for alvor er steget endnu, men hvor varmegiverne har arbejdet så lang tid ved deres projekterede ydelse at vandet er nået ”rundt i kredsen” – registreres returløbstemperaturen via BMS-logningerne, og sammenholdes med projekteringsværdierne. *Bemærk: Hvis rumtemperaturerne i praksis afviger (er højere) end projekteringsværdierne vil returløbstemperaturerne alt andet lige stige, og værdierne skal i så fald vurderes på baggrund heraf.*   Kontrol af vandmængder, trykdifferensregulator og pumpeindstillinger   * Vandmængder ved blandekreds kontrolleres med kalibreret instrument via strengventiler samt evt. måler i forbindelse med blandekreds. Endvidere kontrolleres stikprøvevis vandmængder decentralt såfremt der f.eks. ved afgreninger fra skakte er indbygget mulighed for måling. * Det kontrolleres (stadig ved dimensionerende fremløbstemperatur) om trykdifferensregulator er indstillet hensigtsmæssigt, dvs. svarende til en relativt åben motorventil (70 – 100 %). * Pumpetryk og valgt pumpekarakteristik tjekkes.   Sent eftermiddag - som forberedelse til efterfølgende dags test af varmegivere:   * Fremløbstemperatur fra blandekredsen indstilles via BMS, så den temperatur varmekilderne får modsvarer det aktuelle klima udendørs. Dog skal fremløbstemperaturen minimum være 50 °C.   **Dag 2, tidligt efterfølgende morgen:**  Tjek af fremløbstemperatur   * Det kontrolleres indledende at fremløbstemperaturen fra blandekredsen er som forudsat.   Tjek af varmekilder og rumtemperaturer ved fuld vandmængde i blandekreds   * Afkølingsforhold og ydelse tjekkes for hver enkelt radiator ved at føre hånden hen over radiatoren ovenfra og ned mod bunden. Stikprøvevis måles returtemperaturer fra varmegivere med IR-termometer. * Rumtemperaturer tjekkes stikprøvevis, og i øget omfang hvis der konstateres afvigelser. Rumtemperaturer må som udgangspunkt ikke afvige indbyrdes med mere end +/1 °C (med mindre bestemte rumtyper er dimensioneret for forskellige temperaturer).   Tjek af varmekilder ved halv vandmængde i blandekreds (dellast-tjek af indregulering)   * Hver anden varmegiver lukkes. Hvis der ikke er aktuatorer og/eller termostater monteret kan det gøres med de ”hætter” som følger med fremløbsventilerne når de leveres. * Efter én time verificeres at den fælles returtemperatur ved blandekredsens sekundærside herved ikke ændres mere end 3 °C i forhold til ved fuld vandmængde.   Efter afsluttet testforløb normaliseres indstillinger i BMS. Alle rumtemperaturer og selvvirkende termostater stilles tilbage på normale ønskeværdier. Hvis aktuatorer og følerelementer har været demonteret, genmonteres disse. |
| Acceptkriterier | Testresultatet accepteres, hvis følgende eftervises:   * Vandmængder måles inden for en tolerance på +/- 15 % i forhold til projektkrav. * Trykdifferensregulator er justeret, så motorventilen for blandekredsen udnytter sit arbejdsområde, dvs. 70 – 100 % åben motorventil ved fuld vandmængde i kredsen. * Korrekt ydelse og afkøling for alle varmegivere og for blandekredsen som helhed ved fuld vandmængde, jævnfør projektmaterialet og forsyningsselskabets forskrifter. * Rumtemperaturer afviger ikke mere end +/1 °C. * Returtemperaturen ændrer sig kun max. 3 °C når vandmængden halveres i testforløbet ved at lukke for vandstrømmen til hver anden varmegiver. |
| Testens resultat | Er testens acceptkriterium opfyldt. Ja/nej |
| Testindikatorer.  Typiske årsager til afvigelser | * For lille trykmæssig autoritet over varmegivere * Manglende eller fejlagtige forindstillinger ved varmegivere (typisk varmt returløb) * Uhensigtsmæssige (typisk for store) forindstillelige ventiler ved varmegivere * For små radiatorer? * Uhensigtsmæssig dimensionering af anlægget * Utilsigtede tab i dele af rørsystemet. * Snavs i ventiler ved varmegivere (trods grundig gennemskylning) * Luft i systemet (trods grundig udluftning) * Fejlagtig eller uhensigtsmæssige indstillinger af strengventiler * For lille arbejdsområde for motorventil (manglende indstilling af TD-regulator) * Uhensigtsmæssigt pumpetryk eller pumpekarakteristik |
| Dokumentation | Her indsættes registreringer, fotos og skærmdumps af logninger m.v. som dokumentation for udført test. Herunder:   * Logninger af udetemperaturer, frem- og returløbstemperaturer samt motorventilstilling for blandekredsen under testede driftsforhold * Skærmdump af blandekreds ved fuld vandmængde samt ved halv vandmængde * Stikprøver for logninger af rumtemperaturer * Måleresultater |