|  |  |
| --- | --- |
| **Performancetest nr. 4.X. Kontrol af temperaturvirkningsgrader for ventilation via BMS brugerfladen** | |
| Dato for opdatering af dokument: xx.yy.20zz | |
| Oplysninger om deltagere i test | For Entreprenør:  For driftsorganisation:  For Bygningsstyrelsen:  For fagtilsyn: |
| Formål | Testen skal vise, om ventilationsanlæggenes varmegenvinding i praksis svarer til de krav der er stillet i udbudsmaterialet.  Afvigelser i temperaturvirkningsgrader på få procent medfører stort energitab. |
| Definition | Temperaturvirkningsgraden for varmegenvinding er defineret i DS 447:2013 stk. 6.2.7:    Hvor:  t11 = Fraluftens temperatur ved tilgangen til varmegenvinderen [°C]  t21 = Udeluftens temperatur ved tilgangen til varmegenvinderen [°C]  t22 = Udeluftens temperatur ved afgangen fra varmegenvinderen [°C]  Temperaturvirkningsgraden opgøres som den ”tørre” temperaturvirkningsgrad, dvs. uden den ekstra gevinst, der - afhængig af vekslertype - i perioder kan opnås med kondensation. |
| Referencer | Projektspecifikke tegninger og beskrivelser  Bygningsreglementet med tilhørende SBi vejledning: "Funktionsafprøvning af bygningsinstallationer" |
| Forudsætninger for at testen kan sættes i gang | Forudgående milepæle skal være opfyldt.  Endvidere skal nedennævnte forudsætninger være opfyldt:   * Der er udført en tæthedsprøvning jf. kravet i DS 447 kap. 6.3.1 af ventilationsanlægget, der viser, at anlægget opfylder de stillede tæthedskrav, jf. DS 447, kap. 6.1.2. * Ventilationsanlægget er indreguleret, så anlægget yder de nominelle luftstrømme, jf. DS 447 kap. 6.3.2. * Ventilationskanaler og komponenter er rengjorte for byggestøv, og eventuelt filtre i anlægget er monteret og rengjorte, jf. DS 447, kap. 6.3.3. * Hvis der installeres lufthastighedsfølere, skal disse opfylde kravene jf. DS 447, kap 6.2.13. * Inden måling udføres, sikres at indstillinger for reguleringsspjæld er korrekte, og at luftmængderne via frekvensomformerne (alternativt via EC-ventilatorer) er som foreskrevet.   Varmegenvinder   * Leverandørens beregning af varmegenvinderens temperaturvirkningsgrad under relevante driftsscenarier er udleveret til og godkendt af fagtilsynet.   Færdiggørelse, tæthedsprøvning, idriftsættelse og indregulering   * Alle dele af ventilationsanlægget skal være fuldt færdige og idriftsat inkl. alle automatikfunktioner, såvel for selve aggregatet som for eksterne komponenter, såsom VAV. * Alle fysiske fejl og mangler for det samlede anlæg er registreret og udbedret. Herunder for selve varmegenvinderen: F.eks. bøjede lameller, utætheder ved genvinder o.l. * Indregulering iht. DS 447:2013, kap. 6.3 + 7.3 + 8.3 ”Tæthedsprøvning, Indregulering og aflevering” samt øvrige skærpede krav i udbudsmaterialet. Ved varmegenvinding med væske: Indregulering iht.: DS 469:2013, kap. 14.7 ”Indregulering” og 16.1 ”[Kontrol af] indregulering” samt øvrige skærpede krav i udbud. Dokumentation for at ovenstående kontroller er godkendt af fagtilsynet, og at mangeludbedring er foretaget – for såvel ventilation som tilhørende bygningsautomatik.   Temperaturforhold   * Forskellen mellem udeluftens temperatur ved tilgangen til varmegenvinderen (t21) og fraluftens temperatur før varmegenvinderen (t11) er minimum 15 °C (gerne mere). * Temperatur- og fugtforhold skal være, så der ikke opstår kondensation. |
| Målepunkter | Der indgår de 3 temperaturmålepunkter til bestemmelse af temperaturvirkningsgrad. Supplerende hertil luftmængder kontrol af balance mellem indblæsning og udsugning.   * t11 = Fraluftens temperatur ved tilgangen til varmegenvinderen [°C] * t21 = Udeluftens temperatur ved tilgangen til varmegenvinderen [°C] * t22 = Udeluftens temperatur ved afgangen fra varmegenvinderen [°C] * qvi = Luftmængde ind = Udeluft flow [m³/s] * qvU = Luftmængde ud = Fraluft flow [m³/s]   Bemærk særligt vedr. t22 = udeluftens temperatur ved afgangen fra varmegenvinderen:  Det er vigtigt at temperaturføler placeres, så det bliver den *repræsentative, gennemsnitlige temperatur,* efter genvinderen, som måles. Dette kan i nogle tilfælde bevirke, at der skal anvendes flere temperaturfølere for t22, afhængig af vekslertype og aggregatopbygning.  Foto herunder - vedr. t22: Eksempel på følerplaceringer i udeluft efter roterende varmeveksler (men her *før* varmeflade og ventilator) i aggregat, hvor to ventilatorer kører parallelt. Her blev etableret to temperaturfølere før indløb til ventilatorerne, hvis måleværdier midles i CTS. Spids af følere er markeret med cirkel. |
| Principskitse | Eksempel: Varmegenvinding med rotorveksler (ventilator for udeluft er i dette tilfælde *efter* varmeflade):  *Til Rådgiver: Såfremt opbygning afviger fra nedenstående skitse, erstattes den af specifik skitse for det testede anlæg. I relevant omfang redegøres kort for hvorledes det er sikret at t22 måles repræsentativt i det pågældende aggregat.* |
| Omfang af test | Alle ventilationsanlæg med varmegenvinding testes, hvad enten varmegenvinding sker med rotorveksler, modstrømsveksler, krydsveksler, væskekoblede batterier eller andet. |
| Metode for måling og dokumentation | Luftmængder  Luftmængder måles og logges som udgangspunkt ved samme metode som beskrevet via test af SEL-værdi. Heraf fremgår, hvorledes luftmænger fortrinsvis beregnes via logninger af differenstryk ved ventilatorernes indløbsringe.  Temperaturer og temperaturvirkningsgrad - logning  Indblæsningstemperatur indstilles til 21 °C (denne temperatur indgår herudover ikke direkte i testen). Temperaturer iht. førnævnte målepunkter og principskitse måles og logges for hvert driftsscenarie via CTS-system i henhold til foranstående beskrivelse af målepunkter. Der logges temperaturer og virkningsgrad over 30 minutter med logning minimum hvert 5 minut. Temperaturvirkningsgraden beregnes for hver enkelt logning. Resultatet beregnes som den gennemsnitlige temperaturvirkningsgrad i måleperioden.  Manuel kontrolmåling med håndholdt, kalibreret måleinstrument.  Der foretages kontrolmåling af de loggede temperaturer med kalibreret håndinstrument. Disse indføjes i skema 1. Såfremt det i særlige tilfælde *er aftalt*, at der *ikke* logges, foretages manuelle kontrolmålinger, idet der aflæses måleværdier hvert 10 minut over en halv time. I så fald anvendes skema 2 hertil. Hovedresultater føres over i skema 1.  Driftsscenarier  Ovenstående foretages for følgende driftsscenarier:   * Driftsscenarie 1: 100 % luftmængde for anlægget * Driftsscenarie 2: 80% luftmængde (tæt på Be18-forudsætninger)   Dokumentation udarbejdes, og består af:   * Udfyldt skema 1 (fra dette testparadigme) for hvert ventilationsanlæg * Udfyldt skema 2 (fra dette testparadigme) pr. anlæg og pr. driftsscenarie (hvis aftalt) * Udfyldt tjekliste i skema 3, hvis påkrævet – omtales senere. * Logkurver/lograpporter pr. ventilationsanlæg og pr. driftsscenarie. * Dokumentation for leverandørberegninger vedr. temperaturvirkningsgrad * Dokumentation for Eurovent-certificering |
| Acceptkriterium | Testens resultat accepteres, såfremt temperaturvirkningsgraden, maksimalt afviger 3 % fra de krav, der fremgår af udbudsmaterialet |
| Testens resultat | Er testens acceptkriterium opfyldt. Ja/nej |
| Testindikatorer. Hvad kan afvigelser skyldes? | Afvigelser mellem opgjorte værdier ud fra temperaturmålinger og værdier på basis af leverandørberegninger kan skyldes en række forhold, som undersøges i tilfælde af afvigelser:   1. Er der korrekt balance i luftmængder ift. projektmateriale? (korrekt indregulering) 2. Er temperaturfølere placeret korrekt/hensigtsmæssigt? Opmærksomheden henledes især på om temperatur for udeluft *efter* genvinder (t22) er repræsentativ, og om der eventuelt burde være anvendt flere følere på dette sted, der midles. 3. Er omdrejningstal for rotorveksler korrekt? 4. Er væskeflow korrekt ved væskekoblet genvinding? 5. Viser temperaturfølere korrekt? (tjek med håndholdt, kaliberet instrument) 6. Svarer leverandørens oplysninger om temperaturvirkningsgrad på varmegenvinding til de værdier der fremgår af udbudsmaterialet? 7. Svarer den fysiske veksler til den, der oprindelig er udført beregninger for? 8. Er det kontrolleret at der ikke er fysiske defekter, såsom bøjede lameller eller utætheder ved veksler? 9. Er det sikret, at forskel mellem udeluftens temperatur ved tilgangen til varmegenvinderen (t21) og fraluftens temperatur før varmegenvinderen (t11) er mere end 15 °C? 10. Ved *forhøjet* temperaturvirkningsgrad: Er det sikret, at der ikke opstår utilsigtet kondensation under de aktuelle driftsbetingelser, eksempelvis for en modstrømsvarmeveksler?   Som led i den tekniske drift overvåges ændringer i virkningsgrader. Ændringer over tid kan eksempelvis indikere:   * Ubalance i luftmængder, eksempelvis som følge af tilsmudsede filtre eller tilsmudsede indtag- eller afkastriste. * Tilsmudset veksler, hvilket reducerer virkningsgrad * Omdrejninger for roterende veksler ikke korrekt * Fejlagtige væskemængder ved væskekoblede vekslere * Øget lækage i aggregat ved veksler |
| Illustration |  |
| Dokumentation | Skemaet nedenfor benyttes for hvert anlæg. Som supplerende dokumentation indsættes skærmdumps fra BMS brugerfladen. |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ventilationsanlæg nr.: | Dato og tidspunkt for test: | | | | | |
| **Testforudsætninger** | | | | | Ja/nej | |
| Er alle forhold opfyldt og klargjort til test, jævnfør afsnittet ”Forudsætninger for testens igangsætning”? | | | | |  | |
| Er alle forhold klargjort til test, jævnfør afsnittet ” Metode for måling og dokumentation”? | | | | |  | |
| **Driftsscenarier** |  | |  | |  | |
| Driftsscenarie iht. afsnittet ”metode” | Driftsscenarie 1: | | Driftsscenarie 2:  Gns./vægtet | | Evt. scenarie 3:  *(option)* | |
| **Luftmængde** | % | | % | | % | |
| % luftmængde af max. | 100 | | 80 | | 60 | |
| **Luftmængde** | m3/h eller m3/s | | m3/h eller m3/s | | m3/h eller m3/s | |
| Projekteret, indblæsning |  | |  | |  | |
| Projekteret, udsugning |  | |  | |  | |
| Målt (logget) gns. indblæsning |  | |  | |  | |
| Målt (logget) gns. udsugning |  | |  | |  | |
| **Temperaturer logget gns. (CTS)**  **og kontrolmålt (kalibreret instr.)** | Log °C | Kontrol  °C | Log °C | Kontrol  °C | Log °C | Kontrol  °C |
| t11 = Fraluftens temperatur ved tilgangen til varmegenvinderen |  |  |  |  |  |  |
| t21 = Udeluftens temperatur ved tilgangen til varmegenvinderen |  |  |  |  |  |  |
| t22 = Udeluftens temperatur ved afgangen fra varmegenvinderen |  |  |  |  |  |  |
| **Temperaturvirkningsgrad** | % | | % | | % | |
| Temperaturvirkningsgrad opgjort på basis af logninger, gns. |  | |  | |  | |
| Temperaturvirkningsgrad |  | |  | | - | |