

Performancetest nr. 3.B.3. Vandbårne køleanlæg. Kontrol af kapacitet og indregulering

Vejledning	<p>Det er Bygherrens repræsentant der udfylder skemaet med dokumentation som hører til denne performancetest. Skemaet hentes som redigerbar fil fra bygst.dk/performancetest. Det kan aftales at nogle af felterne udfyldes af entreprenørens testleder, dog ikke feltet "Testens resultat", som altid udfyldes af Bygherrens repræsentant.</p>
Formål	<p>Formålet er via praktisk udførte test at give en stikprøvebaseret kontrol af:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Om den udførte instrumentering i praksis er retvisende. • Om de udførte køleanlæg i praksis kan forsyne bygningen med de krævede vandmængder, temperaturer og rette fordeling til alle kølegivere. • Om den udførte indregulering af anlæggene har ført til at vandmængderne er som de projekterede værdier. • Om de udførte anlæg i praksis har de afkølingsforhold der er projekteret. • Om entreprenørens dokumentation for kvalitetssikring af de ydelser der hører til ovenstående punkter lever op til de krav der er stillet. <p>Manglende indregulering øger risikoen for dårlig komfort, hvis nogle områder er underforsynet med køl, når nogle kølegivere "stjæler" vandmængder fra andre. Tilsvarende øges risikoen for energispild, f.eks. hvis vandmængder ved nogle kølegivere er for høje i forhold til behovet.</p> <p>Endvidere er det et formål, at der i projekteringen rettes et fokus mod den optimale anlægsopbygning ud fra hvordan vandbårne anlæg i praksis skal indreguleres.</p>
Definition	<p>Denne performancetest benytter nogle centrale begreber som er oplistet nedenfor med de definitioner vi benytter i Bygningsstyrelsen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Opvarmning: Med opvarmning forstås vi temperaturforskellen mellem frem og returløb. Vi bruger begrebet på samme måde som begrebet "afkøling" bruges i forbindelse med varmeanlæg. • Indregulering: Med indregulering af et køleanlæg forstås vi arbejdsprocessen at måle forhold som tryk, temperaturer og vandmængder og indstille forindstillinger, strengreguleringsventiler, trykdifferensregulatorer, pumpestryk mv. sådan at der opnås de projekterede vandmængder, tryk og temperaturer. • Regulering: Med regulering i forbindelse med køleanlæg forstås vi at en parameter som f.eks. temperatur indgår i et reguleringssystem, hvor den målte værdi giver anledning til justeringer af f.eks. setpunkt for parameteren eller positioner i reguleringsventiler. I praksis er det via CTS eller decentral bygningsautomatik.
Krav	<p>Kravene som skal være opfyldt er de krav der er stillet i projektet mht. kapaciteter og indregulering. Herudover er der følgende krav:</p> <p><u>Hydraulisk balance:</u> Anlæg skal være i hydraulisk balance, så der leveres de forudsatte vand/væske mængder i hovedsystem, fordelingssystem og til de enkelte kølegivere ved 100% belastning (maksimalt flow) i system.</p> <p><u>Dokumentation for indregulering skal:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Indeholde informationer om faste indstillinger af komponenter som indgår i indreguleringen, herunder forindstillinger ved de enkelte kølegivere, strengreguleringsventiler, trykdifferensregulatorer, pumper mv. • Dokumentere at anlægget yder de projekterede vandmængder, tryk og temperaturer inden for de angivne tolerancer. • Indeholde informationer om trykmålinger ved kritiske steder i anlægget, f.eks. ved afgreninger, strengreguleringsventiler og varmevekslere.

	<ul style="list-style-type: none"> • Indeholde målte værdier for opvarmning. <p><u>Arbejdstegninger skal:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Angive vandmængder ved relevante komponenter som ventiler og vekslere. • Komponenter skal have en ID-kode. • Angive de målepunkter der er benyttet i forbindelse med indreguleringen. <p><u>Metoden for den udførte indregulering skal:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Være baseret en systematisk fremgangsmåde, hvor indstillinger foretages successivt på baggrund af målte værdier indtil der opnås de projekterede værdier alle steder.
Referencer	<p>Nedenstående dokumenter udgør det grundlag som performancetesten udføres på:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entreprenørens arbejdstegninger • Som udført PI-diagrammer • D&V manual for komponenter der indgår i indreguleringen <p>Faglige termer anvendt i denne performancetest er formuleret med afsæt i følgende kilder:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DS469. Varme- og køleanlæg i bygninger. • SBI 143. Regulering og indregulering af større varmeanlæg, 1. udgave år 1983. • SBI 175. Varmeanlæg med vand som medium. 1. udgave år 2000. • Praktisk regulering og instrumentering. 6. udgave år 2009. • D&V manualer fra gængse typer af komponenter.
Omfang	<p>Følgende anlægstyper er omfattet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vandbårne køleanlæg <p>Anlægstyper som ikke er omfattet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Luftbaserede enkeltanlæg som mindre luft-luft varmepumpeanlæg
Forudsætninger	<p>Før klarmelding til denne performancetest skal entreprenøren have afsluttet nedenstående:</p> <p><u>For køl:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Anlæg skal være mekanisk og elektrisk komplet. • Entreprenørens ydelser mht. indregulering af anlæg skal være afsluttet og dokumenteret, herunder også mht. punkterne oplistet under "Krav" ovenfor. • D&V manualer for de typer af komponenter der indgår i indreguleringen skal være tilgængelige. <p><u>For CTS:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Anlægsbilleder og brugerflade for de anlæg der testes skal være på et stade hvor det er muligt at overstyre ventiler, setpunkter osv, jf. feltet "Metode". • CTS skal via blandekredse kunne holde en stabil fremløbstemperatur til kølegivere når testen udføres. • CTS-logninger for udetemperatur, frem og returløbstemperaturer samt ventilstillinger skal være tilgængelige og retvisende. • Kontrol af følernøjagtighed skal være udført og dokumenteret. <p><u>Fælles for alle ovennævnte punkter:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Eventuelle mangler påpeget ved fagtilsyn i forhold til ovennævnte forudsætninger skal være afhjulpet.
Metode mht. køleanlæg	<p>Der gennemføres helt analoge test, for at eftervise der kan leveres de nødvendige vandmængder (flow) ved 100% kølebehov, på følgende områder:</p>

	<p>Enten: Mellem "Fjernkølecentral" og "lokal kølecentral" og fra lokal kølecentral og ud til køleforbruger/kølegiver (køleflader og fancoil's).</p> <p>Eller: Mellem køleaggregat og kølecentral og fra kølecentral og ud til køleforbruger/kølegiver (køleflader og fancoil's).</p> <p>Desuden kontrolleres frikølekreds:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Flow mellem frikøler og kølecentral. • Flow mellem kølecentral og køleforbrugere (køleflader og fancoil's). <p>Effekt, temperatur, flow og ventilstillings værdier, registreres/logges via BMS/CTS-anlægget.</p> <p>Maksimal vandmængde (flow) etableres ved at:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alle aktuatorer ved kølegivere åbnes helt. • Det kontrolleres, at fremløbstemperaturen til/fra blandekredse er som forudsat. <p>Herefter måles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vandmængder i hovedfordeling, via strengreguleringsventiler (eller måleblænde, energimåler, ultralydsmåler). • Vandmængder i blandekredse (kølegivere) via strengreguleringsventil og/eller energimåler i forbindelse med blandekreds. • Endvidere kontrolleres stikprøvevis vandmængder decentralt, hvor der ved afgreninger til dele af anlægget (f.eks. fra skakte el. lign.) er indbygget mulighed for måling. • Pumpetryk og valgt pumpekarakteristik kontrolleres. • Ved dynamiske strengreguleringsventiler måles ΔP, for at verificere det nødvendige minimum differenstræk over ventil, er til stede. <p>Efter afsluttet test forløb, justeres BMS/CTS tilbage i "normal drift", dvs. alle tvangsåbne ventiler og evt. ændrede rumtemperaturer, tilbageføres på setpunktsværdier. Evt. demonterede aktuatorer/følerelementer genmonteres</p>
Instrumentering	<p>Denne performancetest benytter følgende instrumentering.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fast instrumentering på anlæg. • Håndholdt instrument til målinger, eksempelvis TA-SCOPE. • Håndholdt instrument til termografering. <p>Entrepenørens testleder er ansvarlig for at medbringe håndholdte instrumenter til testen. Håndholdte instrumenter skal være kalibrerede.</p>
Acceptkriterium	<p>Testens resultat accepteres, hvis følgende vurderes at være opfyldt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dokumentationen for indregulering er fyldestgørende og efterviser at krav til indregulering er opfyldt. • Der konstateres overensstemmelse mellem CTS visninger og de under testen udførte kontrolmålinger. • Vandmængder måles inden for en tolerance på +/- 15% i forhold til projektkrav.
Testens resultat	<p>Testens resultat, bemærkninger og registreringer indskrives af Bygherres repræsentant i feltet hertil i skemaet til dokumentation. Hvis performancetesten afbrydes og genoptages, skal det også indskrives her. Dermed opstår der en log over testforløbet inkl. eventuelle afvigelser og afsluttende konklusion.</p>
Testindikatorer. Typiske årsager til afvigelser fra	<p>Typiske årsager til afvigelser fra forventet resultat er:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falsk klarmelding, dvs. at der indkaldes til performancetest, selvom forudsætningerne ikke er opfyldt.

forventet resultat	<ul style="list-style-type: none"> Indreguleringen er foretaget selvom anlæg er ikke mekanisk komplet. Fejl i montage eller manglende montage af mekaniske komponenter har betydet, at der er blevet indreguleret på et anlæg som ikke er færdigt, hvilket påvirker trykforhold, vandmængder mv. Fejl i den faste instrumentering, dvs. CTS-anlæg viser værdier som ikke er retvisende. Anlægget er ikke elektrisk komplet, eksempelvis pga. manglende punktafprøvning. For lille trykmæssig autoritet over varme- og kølegivere. Manglende eller fejlagtige forindstillinger ved varme- og kølegivere (typisk varmt eller koldt returløb). Uhensigtsmæssige (typisk for store) forindstillelige ventiler ved varme- og kølegivere. For små radiatorer og køleflader. Uhensigtsmæssig dimensionering af anlægget. Utilsigtede tab i dele af rørsystemet. Snavs i ventiler ved varme- og kølegivere (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. 																																																																																																																																																																																																				
Illustration / Vejledende eksempler fra andre byggerier	<p>Herunder er indsat illustrationer som understøtter en forklaring af hvad der testes og hvordan. Illustrationerne er universelle og skal ses som vejledende for byggesagens parter i forhold til at forstå indholdet, metoden og forudsætningerne for denne performancetest.</p> <table border="1" data-bbox="389 976 1422 1536"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Dato</th> <th colspan="4">Ventil</th> <th colspan="2">Tryk</th> <th colspan="3">Flow</th> <th rowspan="2">Bemærkning</th> </tr> <tr> <th>Rum nr.</th> <th>Reference</th> <th>Type & Størrelse</th> <th>Indstilling</th> <th>Målt</th> <th>Projekteret dp.</th> <th>Målt</th> <th>Projekteret</th> <th>Afvigelse</th> </tr> <tr> <th>Dato</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th>kpa</th> <th>Kpa</th> <th>l/h</th> <th>l/h</th> <th>%</th> <th>U. jfr. datablad Væske: Vand</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>31.08.23</td> <td></td> <td>Hovedeventil bygning 1</td> <td>MSV-BD 50</td> <td>3</td> <td>21,6</td> <td></td> <td>5168</td> <td>5160</td> <td>0,2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>31.08.23</td> <td>01.01.024</td> <td>Fancoil 1</td> <td>MSV-BD 20</td> <td>1,5</td> <td>10,2</td> <td></td> <td>348</td> <td>333</td> <td>4,5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>31.08.23</td> <td>01.01.024</td> <td>Fancoil 2</td> <td>MSV-BD 25</td> <td>1</td> <td>9,9</td> <td></td> <td>338</td> <td>333</td> <td>1,5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>31.08.23</td> <td>01.01.014</td> <td>Fancoil 1</td> <td>MSV-BD 25</td> <td>1,5</td> <td>10,8</td> <td></td> <td>451</td> <td>444</td> <td>1,6</td> <td></td> </tr> <tr> <td>31.08.23</td> <td>01.01.014</td> <td>Fancoil 2</td> <td>MSV-BD 25</td> <td>1,5</td> <td>9,67</td> <td></td> <td>453</td> <td>444</td> <td>2,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>31.08.23</td> <td>01.01.014</td> <td>Fancoil 3</td> <td>MSV-BD 25</td> <td>1,5</td> <td>10,6</td> <td></td> <td>446</td> <td>444</td> <td>0,5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>31.08.23</td> <td>01.01.011</td> <td>Fancoil 1</td> <td>MSV-BD 20</td> <td>1</td> <td>14,3</td> <td></td> <td>224</td> <td>222</td> <td>0,9</td> <td></td> </tr> <tr> <td>31.08.23</td> <td>01.01.007</td> <td>Fancoil 1</td> <td>MSV-BD 20</td> <td>2</td> <td>5,55</td> <td></td> <td>342</td> <td>333</td> <td>2,7</td> <td></td> </tr> <tr> <td>31.08.23</td> <td>01.01.007</td> <td>Fancoil 2</td> <td>MSV-BD 20</td> <td>2</td> <td>5,56</td> <td></td> <td>343</td> <td>333</td> <td>3,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>31.08.23</td> <td>01.01.004</td> <td>Fancoil 1</td> <td>MSV-BD 20</td> <td>3</td> <td>7,11</td> <td></td> <td>580</td> <td>555</td> <td>4,5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>31.08.23</td> <td>01.01.004</td> <td>Fancoil 2</td> <td>MSV-BD 25</td> <td>2</td> <td>7,03</td> <td></td> <td>548</td> <td>555</td> <td>-1,3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>31.08.23</td> <td>Partnerventil</td> <td>Partner stuen. 1.sal. 2 sal</td> <td>MSV-BD 40</td> <td>3</td> <td>3,3</td> <td></td> <td>1650</td> <td>1600</td> <td>3,1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>31.08.23</td> <td>01.0.011 Stuen</td> <td>Fancoil 1</td> <td>MSV-BD 15</td> <td>4</td> <td>4,85</td> <td></td> <td>338</td> <td>333</td> <td>1,5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>31.08.23</td> <td>01.1.11 1. sal</td> <td>Fancoil 2</td> <td>MSV-BD 15LF</td> <td>6</td> <td>4,31</td> <td></td> <td>462</td> <td>444</td> <td>4,1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>31.08.23</td> <td>01.2.011 2. sal</td> <td>Fancoil 3</td> <td>MSV-BD 20</td> <td>4</td> <td>3,61</td> <td></td> <td>554</td> <td>555</td> <td>-0,2</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Illustration nr. 1 herover viser et udsnit af dokumentation for indregulering.</p>	Dato	Ventil				Tryk		Flow			Bemærkning	Rum nr.	Reference	Type & Størrelse	Indstilling	Målt	Projekteret dp.	Målt	Projekteret	Afvigelse	Dato					kpa	Kpa	l/h	l/h	%	U. jfr. datablad Væske: Vand	31.08.23		Hovedeventil bygning 1	MSV-BD 50	3	21,6		5168	5160	0,2		31.08.23	01.01.024	Fancoil 1	MSV-BD 20	1,5	10,2		348	333	4,5		31.08.23	01.01.024	Fancoil 2	MSV-BD 25	1	9,9		338	333	1,5		31.08.23	01.01.014	Fancoil 1	MSV-BD 25	1,5	10,8		451	444	1,6		31.08.23	01.01.014	Fancoil 2	MSV-BD 25	1,5	9,67		453	444	2,0		31.08.23	01.01.014	Fancoil 3	MSV-BD 25	1,5	10,6		446	444	0,5		31.08.23	01.01.011	Fancoil 1	MSV-BD 20	1	14,3		224	222	0,9		31.08.23	01.01.007	Fancoil 1	MSV-BD 20	2	5,55		342	333	2,7		31.08.23	01.01.007	Fancoil 2	MSV-BD 20	2	5,56		343	333	3,0		31.08.23	01.01.004	Fancoil 1	MSV-BD 20	3	7,11		580	555	4,5		31.08.23	01.01.004	Fancoil 2	MSV-BD 25	2	7,03		548	555	-1,3		31.08.23	Partnerventil	Partner stuen. 1.sal. 2 sal	MSV-BD 40	3	3,3		1650	1600	3,1		31.08.23	01.0.011 Stuen	Fancoil 1	MSV-BD 15	4	4,85		338	333	1,5		31.08.23	01.1.11 1. sal	Fancoil 2	MSV-BD 15LF	6	4,31		462	444	4,1		31.08.23	01.2.011 2. sal	Fancoil 3	MSV-BD 20	4	3,61		554	555	-0,2	
Dato	Ventil				Tryk		Flow			Bemærkning																																																																																																																																																																																											
	Rum nr.	Reference	Type & Størrelse	Indstilling	Målt	Projekteret dp.	Målt	Projekteret	Afvigelse																																																																																																																																																																																												
Dato					kpa	Kpa	l/h	l/h	%	U. jfr. datablad Væske: Vand																																																																																																																																																																																											
31.08.23		Hovedeventil bygning 1	MSV-BD 50	3	21,6		5168	5160	0,2																																																																																																																																																																																												
31.08.23	01.01.024	Fancoil 1	MSV-BD 20	1,5	10,2		348	333	4,5																																																																																																																																																																																												
31.08.23	01.01.024	Fancoil 2	MSV-BD 25	1	9,9		338	333	1,5																																																																																																																																																																																												
31.08.23	01.01.014	Fancoil 1	MSV-BD 25	1,5	10,8		451	444	1,6																																																																																																																																																																																												
31.08.23	01.01.014	Fancoil 2	MSV-BD 25	1,5	9,67		453	444	2,0																																																																																																																																																																																												
31.08.23	01.01.014	Fancoil 3	MSV-BD 25	1,5	10,6		446	444	0,5																																																																																																																																																																																												
31.08.23	01.01.011	Fancoil 1	MSV-BD 20	1	14,3		224	222	0,9																																																																																																																																																																																												
31.08.23	01.01.007	Fancoil 1	MSV-BD 20	2	5,55		342	333	2,7																																																																																																																																																																																												
31.08.23	01.01.007	Fancoil 2	MSV-BD 20	2	5,56		343	333	3,0																																																																																																																																																																																												
31.08.23	01.01.004	Fancoil 1	MSV-BD 20	3	7,11		580	555	4,5																																																																																																																																																																																												
31.08.23	01.01.004	Fancoil 2	MSV-BD 25	2	7,03		548	555	-1,3																																																																																																																																																																																												
31.08.23	Partnerventil	Partner stuen. 1.sal. 2 sal	MSV-BD 40	3	3,3		1650	1600	3,1																																																																																																																																																																																												
31.08.23	01.0.011 Stuen	Fancoil 1	MSV-BD 15	4	4,85		338	333	1,5																																																																																																																																																																																												
31.08.23	01.1.11 1. sal	Fancoil 2	MSV-BD 15LF	6	4,31		462	444	4,1																																																																																																																																																																																												
31.08.23	01.2.011 2. sal	Fancoil 3	MSV-BD 20	4	3,61		554	555	-0,2																																																																																																																																																																																												



Illustration nr. 2 herover viser et eksempel på dokumentation for udført performancetest. TA-SCOPE er brugt til selve indreguleringen og bruges igen til de stikprøver som indgår i performancetesten.

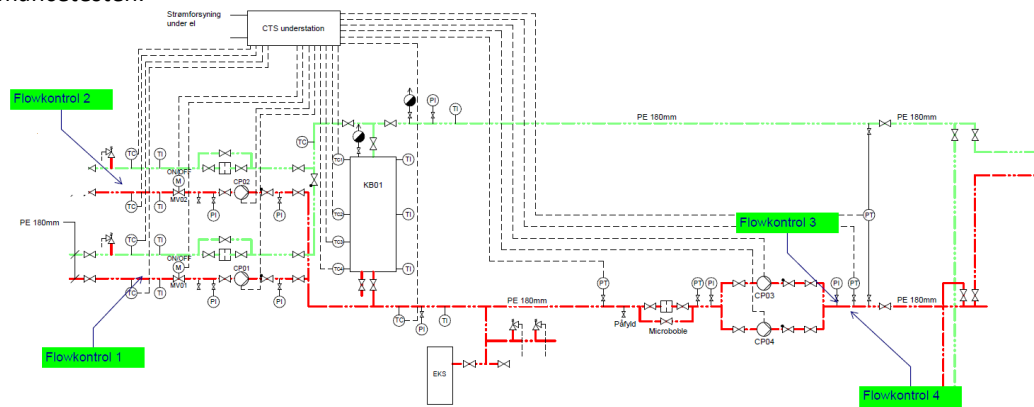


Illustration nr. 3 herover viser et eksempel på et køleanlæg med udvalgte målepunkter.

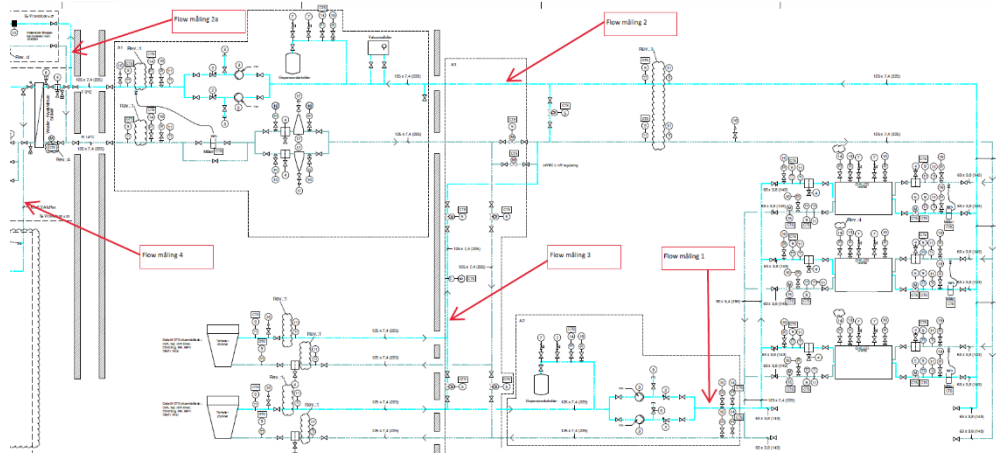


Illustration nr. 4 herover viser et eksempel på et køleanlæg med udvalgte målepunkter.

Dokumentation for udført performancetest

Test nr. og navn	3.B.3. Køl. Kontrol af kapacitet og indregulering
Oplysninger om deltagere i test	Her indskrives navne på dem som deltager i performancetesten. Dette gøres i den detaljerede planlægning umiddelbart før test. <ul style="list-style-type: none"> • Entreprenørens testleder: • Bygherrens repræsentant: • Observatører:
Anlægsnavn / Installation / Lokation	Her indskrives navnet på det/de anlæg eller den lokation som testes. Dette gøres i den detaljerede planlægning umiddelbart før test. <ul style="list-style-type: none"> • Anlægstype: • Anlæg ID.: • Forsyningsområde:
Sted og dato	Her indskrives adresse og lokation på det anlæg eller den lokation som testes. Dette gøres i den detaljerede planlægning umiddelbart før test. <ul style="list-style-type: none"> • Adresse: • Lokation: (f.eks. bygning, etage, rumnummer): • Dato for test:
Testens resultat	Testens resultat, bemærkninger og registreringer indskrives af Bygherrens repræsentant her i dette felt. Hvis performancetesten afbrydes og genoptages, skal det også indskrives her. Dermed opstår der en log over testforløbet inkl. eventuelle afvigelser og afsluttende konklusion. Er testens acceptkriterium opfyldt. Ja/Nej
Referencer	Herunder indsættes links eller tegningsnumre på de projektspecifikke dokumenter som er relevante for denne performancetest. Det kan f.eks. være plantegninger, funktionsbeskrivelser og PI-diagrammer:
Instrumenter	Her indskrives hvilke instrumenter der er brugt samt dato for kalibrering.
Dokumentation	Her indsættes fotos, registreringer og skærmdumps som dokumentation for udført test: