

Performancetest nr. 3.B.1. Ventilation. 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, dvs. måler korrekte værdier. • Om de udførte ventilationsanlæg i praksis kan forsyne bygningen med de krævede luftmængder og samtidig overholde kravene til støj og energieffektivitet. • Om den udførte indregulering af ventilationsanlæggene har ført til at luftmængderne er som de projekterede volumenstrømme. • Om den udførte indregulering af ventilationsanlæggene er udført på en måde der sikrer mindst muligt tryktab. • Om entreprenørens dokumentation for indregulering lever op til de krav der er stillet. <p>Manglende indregulering øger risikoen for dårlig komfort, hvis nogle områder er underforsynet med luft. Tilsvarende øges risikoen for træk og ventilationsstøj samt overforbrug af el, varme og køl hvis luftmængder er for høje i forhold til behovene. Hvis indreguleringen er udført med manglende sigte på minimering af tryk, kan dette gå ud over støjniveau og energieffektivitet.</p>
Definition	<p>Denne performancetest benytter nogle centrale begreber som er oplistet nedenfor med de definitioner vi benytter i Bygningstilsynet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Indregulering: Med indregulering af et ventilationsanlæg forstår vi arbejdsprocessen at måle volumenstrømme og indstille indreguleringsspjæld, sådan at der opnås de projekterede volumenstrømme. • Indreguleringsspjæld: Fast indstillelige spjæld, der anvendes i forbindelse med ventilationsanlæggenes indregulering. • Regulering: Med regulering i forbindelse med ventilation forstår vi at en parameter som f.eks. tryk eller temperatur indgår i et reguleringssystem, hvor den målte værdi giver anledning til justeringer af f.eks. setpunkt for parameteren eller positioner i reguleringsspjæld. I praksis er det via CTS eller decentral bygningsautomatik. • Reguleringsspjæld: Spjæld der anvendes til regulering af volumenstrøm eller trykforhold. • Kombinerede regulering- og indreguleringsspjæld: Spjæld der fungerer som både reguleringsspjæld og indreguleringsspjæld, hvor indreguleringen sker via faste forindstillinger, der begrænser den volumenstrøm der kan reguleres.
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>Dokumentation for indregulering skal:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Indeholde informationer om faste indstillinger af indreguleringsspjæld og kombinerede regulering og indreguleringsspjæld. • Dokumentere at anlægget yder de projekterede luftstrømme inden for de angivne tolerancer. • Indeholde informationer om trykmålinger ved kritiske steder i anlægget, f.eks. ved afgreninger, trykholdespjæld og aggregater. • Indeholde målte SEL-værdier. • Dokumentere at indreguleringen er udført så tryktabene bliver mindst mulige.

	<p><u>Arbejdstegninger skal:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Angive luftmængder ved relevante komponenter som spjæld, armaturer og ind- og udsugning, og komponenterne 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 på en systematisk fremgangsmåde, hvor indstillinger foretages successivt på baggrund af målte værdier indtil der opnås de projekterede volumenstrømme alle steder.
Referencer	<p>Nedenstående dokumenter udgør det grundlag som performancetesten udføres på:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entreprenørens arbejdstegninger • D&V manual for spjæld 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"> • DS447 • Danvak. Ventilationsteknik, 1. udgave år 2000 • Praktisk regulering og instrumentering. 3. udgave år 1998 • D&V manualer fra gængse typer af spjæld
Omfang	<p>Følgende anlægstyper er omfattet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Komfortventilation • Procesventilation <p>Anlægstyper som ikke er omfattet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Røgudsugningsanlæg • Naturlig ventilation • Brandventilation
Forudsætninger	<p>Før klarmelding til denne performancetest skal entreprenøren have afsluttet nedenstående:</p> <p><u>For ventilation:</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. • Eventuelle problemer i områder der giver anledning til for højt støjniveau skal være afhjulpet. • D&V manualer for de typer af spjæld der indgår i indreguleringen skal være tilgængelige. • Entreprenørens tryktabsberegninger skal være tilgængelige. • Leverandørens aggregatberegninger skal være tilgængelige, herunder de forudsatte eksterne tryk og forudsatte SEL-faktorer. • Entreprenørens "som udført" materiale mht. ventilation skal være afsluttet og tilgængeligt. <p><u>For konstruktioner:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bygningskonstruktioner hvor tæthed har betydning for indregulering skal være afsluttet og tætnet. • Lofter, døre, vinduer mv. som har betydning for indregulering af luft skal være monteret, tætnet osv. <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 spjæld, setpunkter osv, jf. feltet "Metode". <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	<p>Metoden for denne performancetest følger nedenstående proces:</p> <p><u>1. Entreprenørens klarmelding.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Når forudsætningerne er opfyldt klarmelder entreprenøren. <p><u>2. Forberedelse:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bygherres repræsentant og observatører skal forud for gennemførelse af denne performancetest gives mulighed for på egen hånd at gennemgå anlæg og tilhørende KS-dokumentation for den udførte indregulering. • Entreprenørens testleder skal sikre, at det er muligt via CTS at se de elementer der indgår i reguleringen af ventilationssystemet, og at de nødvendige manøvrer kan udføres, bl.a. så der kan kaldes på hhv. 100% og 50% luftmængde for kontrol af indreguleringen. Endvidere at logninger er opsat. • Entreprenørens testleder skal sikre at de målepunkter der er benyttet i forbindelse med indreguleringen er umiddelbart tilgængelige i forbindelse med testen. <p><u>3. Den praktiske udførelse af testen. Besigtigelse:</u></p> <p>Bygherres repræsentant anviser hvordan den praktiske udførelse af testen skal foregå. Det kan f.eks. være via nedenstående hovedpunkter:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entreprenørens testleder skal opstarte de klarmeldte anlæg som via CTS overstyres til 100% luftmængde. Dette kan gøres ved at decentrale reguleringsenheder overstyres, eller setpunkter forskydes midlertidigt, så luftmængderne forceres svarende til de projekterede værdier, dvs. indreguleringsværdier ved max. luftmængde. Temperaturer i indblæsninger sættes til rumtemperatur. • Der foretages en orienterende besigtigelse af anlægget, hvor teknikrum, eksempler på betjente rum, indtag og afkast samt de væsentligste spjæld besigtiges. • Under besigtigelsen foretages en umiddelbar vurdering af støjforhold fra anlægget og dets komponenter. <p><u>4. Den praktiske udførelse af testen. Testmålinger i teknikrum mht. hovedluftmængden:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Hovedluftmængde måles med håndholdte instrumenter på en lige kanalstrækning. Den målte værdi sammenholdes med den værdi der vises og logges via CTS. Det vurderes om CTS-anlæggets visning af luftmængde er inden for den acceptable tolerance. • Det vurderes om den projekterede kapacitet mht. luftmængde er opnået. • Det vurderes om der er balance i luftmængder mht. indblæsning og udsugning, dvs. om balancen er inden for acceptable tolerancer. • Der foretages manuelle målinger af statisk tryk på sugeside og trykside af aggregat. Målingerne sammenholdes med aggregatberegningerne. På baggrund heraf vurderes det om de forudsætninger aggregatet er dimensioneret for i praksis er opfyldt. Hvis det er relevant suppleres med manuelle målinger af tryktab over udvalgte komponenter som aggregatkomponenter og spjæld i teknikrum. <p><u>5. Den praktiske udførelse af testen. Testmålinger af delluftmængder på udvalgte fordelings-/afgreningskanaler:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Delluftmængder måles med håndholdt instrument på udvalgte kanaler. • Det vurderes om de målte værdier svarer til de projekterede værdier og værdier som fremgår af entreprenørens dokumentation for udført indregulering.

	<p><u>6. Den praktiske udførelse af testen. Testmålinger i betjente rum:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Indblæsningstemperaturen justeres ned, så der indblæses med ca. 4 °C underkølet luft i forhold til rumtemperaturerne. Formålet er, via termografering, at kunne få et kvalitativt billede af indblæst luftflow og indbyrdes luftfordeling fra armaturer i rummene. Luftmængde indstilles fortsat til 100%. • Vurdering af støj foretages i udvalgte rum. • Utilsigtede trykforhold ved døre, der kan indikere manglende luftbalance, registreres. Der suppleres evt. med brug af røg og målinger af trykforskelle under døre for kontrol af balance. • Et kvalitativt indtryk af fordelingen af luften foretages via termografering. • Der foretages stikprøvevis kontrolmålinger af luftmængder samt intern fordeling mellem armaturer.
Instrumentering	<p>Denne performancetest benytter følgende instrumentering.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fast instrumentering på anlæg. • Håndholdt instrument til målinger af luftmængder, f.eks. Testo 480. • Håndholdte instrumenter til målinger af trykforskelle. • Håndholdt instrument til måling af støj. • Håndholdt instrument til termografering. <p>Entreprenørens 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"> • Dokumentation for indregulering er fyldestgørende og efterviser at krav til indregulering er opfyldt. • Der konstateres overensstemmelse mellem CTS visninger af luftmængder og de under testen udførte kontrolmålinger. • At den krævede kapacitet mht. luftmængder opnås i forbindelse med test. • Der konstateres at være balance i luftmængder inden for de angivne tolerancer. • Stikprøver for luftmængder f.eks. ved afgreninger og til betjente rum svarer til dokumentationen for indregulering. • Støjforhold vurderes som acceptable. • Termografering viser at udvalgte indblæsningsarmaturer fremstår aktive og med en kvalitativ rimelig ens fordeling af luften.
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 forventet resultat	<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. • 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, luftmængder mv. • Alle rum var ikke i 100% åben på tidspunktet for indregulering af hoved og delluftmængder. • Fejl i den faste instrumentering, dvs. CTS-anlæg viser værdier som ikke er retvisende. • Anlægget er ikke elektrisk komplet, eksempelvis pga. manglende punktafprøvning. • Manglende færdiggørelse af konstruktioner med betydning for indreguleringen, dvs. den krævede tæthed ikke var tilstede da indreguleringen blev foretaget. • Den anvendte metode for indregulering har ikke i tilstrækkelig grad været fokuseret på minimering af tryktab. • Fysiske eller betjeningsmæssige fejl på brandspjæld eller trykholdespjæld.

- Forkert udført indregulering i form af forkerte indstillinger af værdier for max og min luftmængder mv.
- U hensigtsmæssig opbygning af anlæg, så luftmængder og tolerancer ikke kan overholdes.
- Utilsigtede tryktab pga. montering af komponenter med specifikationer der ikke lever op til forudsætninger i beregninger.

Illustration /
 Vejledende ek-
 sempler fra andre
 byggerier

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.

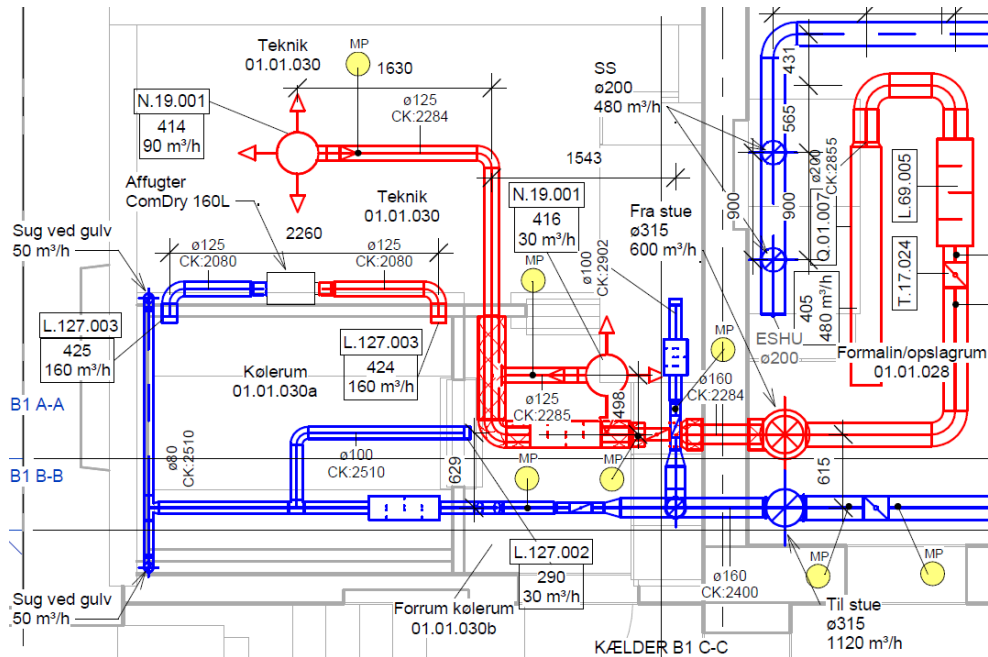


Illustration nr. 1 herover viser et eksempel fra arbejdstegninger, hvor luftmængder og målepunkter er angivet.

Kælder									
01.01.030a + 01.01.030 Kolerum / Teknik									
Mp	Proj m³/h	Mp dim.	Spjæld	Pa	m/s	Målt m³/h	% Afvig.	Bemærkninger	
Max	120	Ø 125	CAV	Ø 125	3,9	3,08	133	10,8	
Faktor*	1,050								
Mp	Proj m³/h	Armat	K-faktor	m/s	Pa	Målt m³/h	Faktor*	m³/h	% Afvig.
A.414	90	Netavent NHLB-T Ø	Ø 125	32,92	2,15	95	1,050	100	10,69
A.416	30	Netavent NHLB-T Ø	Ø 125	32,92	6,4	32	1,050	33	11,27
Sum	120					127		133	10,8

Illustration nr. 2 herover viser et udsnit af dokumentation for udført indregulering, hvor målepunkter og luftmængder kan genfindes på arbejdstegningen ovenfor.

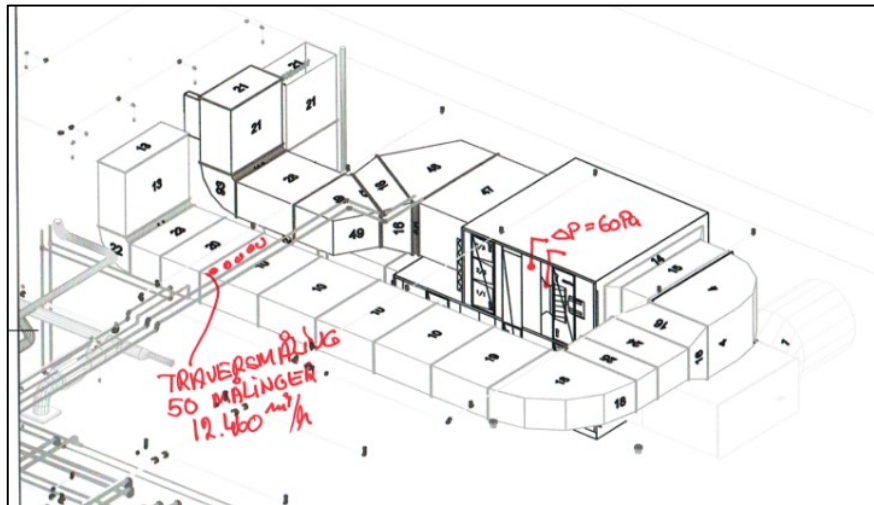


Illustration nr. 3 herover viser et eksempel på hvordan en performancetest er dokumenteret, idet det er markeret hvor på anlægget målingerne er udført.



Illustration nr. 4 herover viser et eksempel på hvordan en performancetest er dokumenteret, hvor fotografier dokumenterer testens resultater.

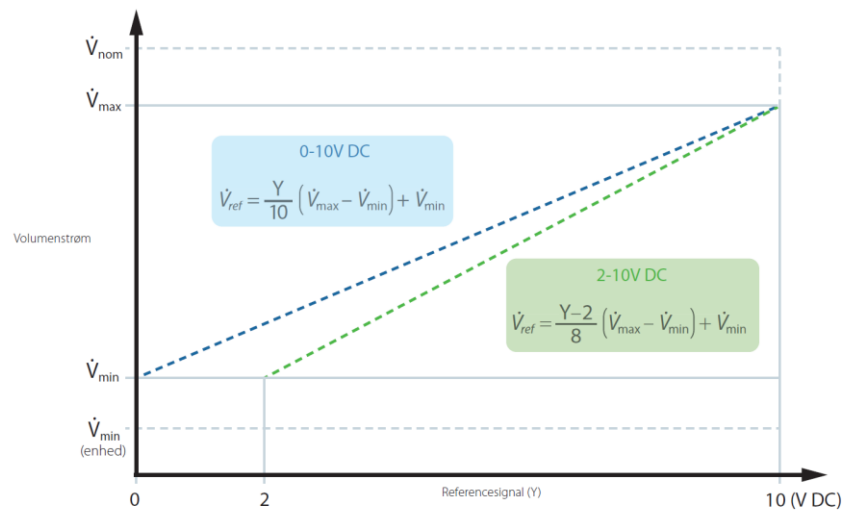


Illustration nr. 5 herover viser et udsnit af D&V manualen for et spjæld som både fungerer som indreguleringsspjæld og reguleringsspjæld. Reguleringsområdet er inden for V_{min} og V_{max} . Begrænsningen af reguleringsområdet er et udtryk for fast indstilling af grænserne for volumenstrømmen, dvs. indregulering.

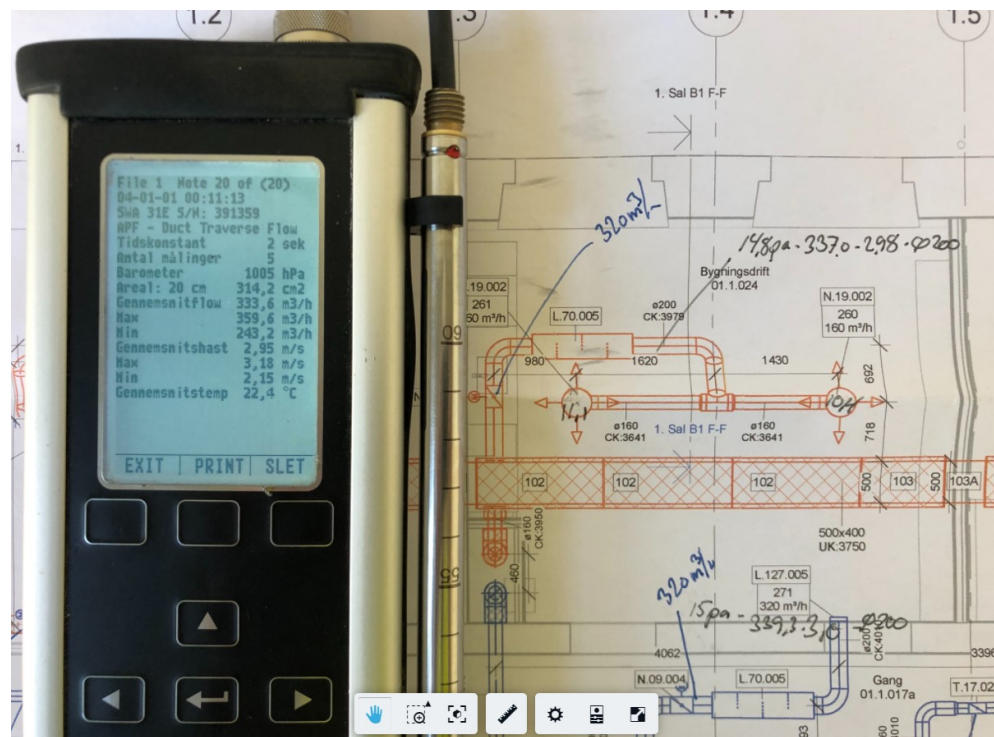


Illustration nr. 6. herover viser et eksempel på dokumentation for udført performancetest.

Dokumentation for udført performancetest

Test nr. og navn	3.B.1. Ventilation. 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: