

BRUGERVEJLEDNING

TIL

SKANFRYS

CARSTEN BREDAHL NIELSEN

INDHOLD

Forord	
Sammenfatning	SIDE
1.	KLIMASKAB
1.1	Opbygning 1
1.2	Drift 5
2.	FLYTNINGSMÅLING
2.1	Flytningsmålere (LVDT) 9
2.2	Montering af flytningsmålere 12
3.	COMPUTERSTYRING
3.1	Styreprogram 13
3.2	Styring af klima 14
3.3	Styring af flytningsmåling 14
BILAG	
A.	Datablad og kalibrering af flytningsmålere
B.	Manual til måleforstærker UTI 2000
C.	Kalibrering af flytningsmålere på LBM
D.	Certifikat på Borosilikatglas varmeudvidelse
E.	Manual til SKANFRYS styreprogram

FORORD

SKANFRYS klimaskabet er indkøbt til projektet "Salte i porøse bygningsmaterialer" og er finansieret af Statens Teknisk Videnskabelige Fond. SKANFRYS er brugt til at måle flytninger for saltholdige, porøse materialer under varierende relativ fugtighed som en del af mit licentiatprojekt, der blev afsluttet august 1991 med afhandlingen "Salts in Porous Building Materials". Denne rapport er en teknisk beskrivelse af SKANFRYS, så fremtidige brugere kan anvende klimaskabet til flytningsmålinger under veldefinerede klimatiske forhold. SKANFRYS kan også anvendes til holdbarhedsforsøg uden flytningsmålinger, hvor der kræves en et konstant eller cyklisk varierende klima. Det er mit håb, at denne rapport vil gøre det let at anvende klimaskabet, og at den vil inspirere til mange spændende forsøg med bygningsmaterialer.

Februar 1991

Carsten Bredahl Nielsen

SAMMENFATNING

SKANFRYS er et computerstyret klimaskab på LBM anbragt i bygning 118, rum 111 (Laboratorium, fugt og varme). Det er muligt at variere temperatur og relativ fugtighed i intervallet -10°C til $+60^{\circ}\text{C}$ og 10% RF til 95% RF. Standardafvigelsen på temperatur og relativ fugtighed er $0,5^{\circ}\text{C}$ og 4% RF. I skabet er der mulighed for at foretage flytningsmålinger med 8 stk flytningsmålere med et lineært måleinterval i området $\pm 0,4\text{ mm}$ med en nøjagtighed på $0,5\text{ }\mu\text{m}$. Styring og opsamling af data fra klimaskabe og flytningsmålere sker med en IBM XT-computer med indbygget dataopsamlingskort. Prøver kan placeres på 5 stk. $53 \times 55\text{ cm}$ trådnethylder, der kan justeres i højden over en indvendig højde på 150 cm.

Skabet er specialbygget af standardkomponenter af firmaet Anderberg Hygro A/S og er opbygget af et Gastrolux køle-fryseskab, en Condair dampbefugter, Novasina fugt og temperaturmåler og 2 stk. HBO-digital regulatorer.

Styring og opsamling af data sker fra et styreprogram, der efter strømsvigt automatisk starter og fortsætter fra status før strømsvigt. Setpunkter og driftsbetingelser kan indtastes manuelt i vinduer eller læses ind fra en manuskriptfil. Uddata skrives i et uddatavindue og/eller i en uddatafil, der senere kan analyseres med et standard regneark eller brugerprogrammer.

I rapportens bilagsafsnit findes dokumentation for flytningsmålere og styreprogram til SKANFRYS. En kopi af styreprogrammet findes på diskette. Yderligere data om SKANFRYS delkomponenter findes i en speciel mappe mærket "Anderberg".

1. KLIMASKAB

Klimaskabet, der omtales i denne rapport, vil i det følgende blive benævnt SKANFRYS for at undgå forvekslinger med andre klimaskabe på LBM. SKANFRYS er specialbygget af standardkomponenter af firmaet Anderberg Hygro A/S i Slagelse og leveret til LBM den 22. februar 1989. Firmaet er i oktober 1989 solgt til NOVENCO, Næstved og har samtidig skiftet navn til NOVENCO Anderberg A/S, der herefter påtager sig al service på skabet.

SKANFRYS er anbragt i bygning 118, rum 111 (Laboratorium, fugt og varme). Til skabet er tilsluttet vandværkssvand, afløb og trykluft fra teknisk anlæg på DTH samt el.

SKANFRYS kan i kammeret etablere et stabilt klima i området -10°C til $+60^{\circ}\text{C}$, $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ og 10% RF til 95% RF, $\pm 4\%$ RF. Prøver kan placeres på 5 stk. 53 x 55 cm trådethylder, der kan justeres i højden over en indvendig højde på 150 cm.

1.1 OPBYGNING

Skabet er opbygget af følgende komponenter

Gastrolux køle-fryseskab. Størrelse B x D x H, udvendig 85 x 66 x 210 cm, indvendig 53 x 55 x 150 cm. Rustfri stålbeklædning, tvungen luftcirkulation. Belysning, isoleret skueglas, 5 stk. 53 x 55 cm trådethylder. Varmelegeme.

Condair dampbefugter type RES 200

Novasina fugt- og temperaturmåler type TED 24 (elektrolytisk celle)

2 stk. HBO-digital regulatorer type 434 med setpunktsindstilling via eksternt setpunktssignal.

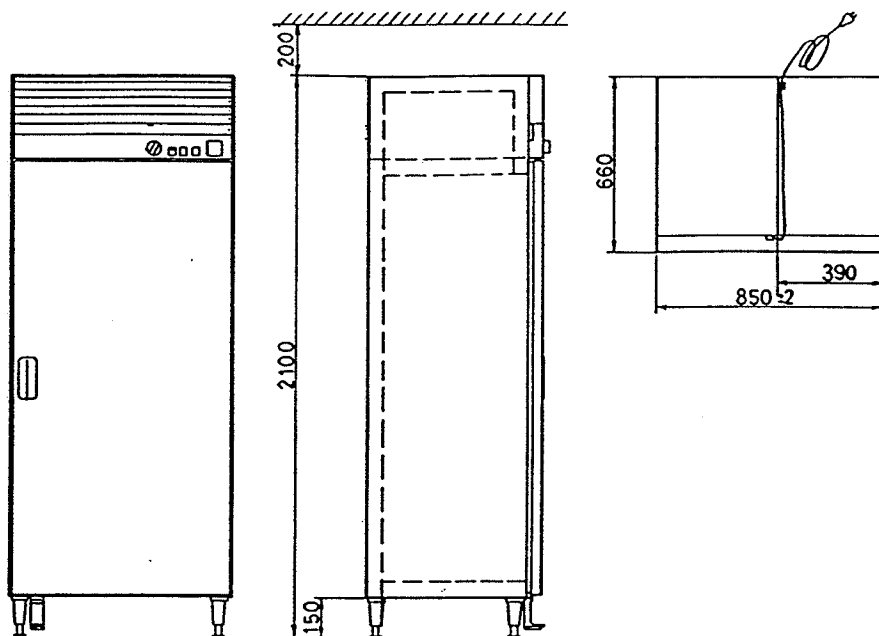
Tilslutning til trykluft (teknisk anlæg, DTH), el (220 V), vandværkssvand og afløb.

Styring og dataopsamling fra skabet foregår med en IBM XT computer via et indbygget dataopsamlingskort. Dette er nærmere omtalt i kapitel 3.

Novasina føleren måler temperatur og relativ fugtighed i skabet og giver signal til de to HBO-regulatorer. Fra et setpunkt indstillet i styreprogrammet regulerer den ene temperaturen via varmelegemet og kompressoren mens den anden regulerer relativ fugtighed via Condair dampbefugteren og tilførsel af trykluft.

Køle-fryseskab

Køle-fryseskabets udvendige dimensioner fremgår af figur 1.1. Indvendigt måler skabet 53 x 55 x 150 cm og har 5 trådethylder, der kan reguleres i højden. Skabet er beklædt med



Figur 1.1. Målskitse af køle-fryseskab SKANFRYS uden dampbefugter m.v.

rustfri stålplader og har tvungen luftcirkulation. Der er indvendig belysning og et isoleret skueglas i døren. Isoleringen er sket af hensyn til kondensdannelse på glassets inderside.

Skabet afrimes automatisk i 3 timer pr. døgn. Der er indbygget et varmelegeme i skabet. Kompressoren kan enten være tændt eller slukket, og temperaturen reguleres ved automatisk at tænde og slukke varmelegemet. Denne regulering er valgt, da en automatisk regulering af kompressoren ville betyde, at kompressoren tænder og slukker med korte intervaller, hvilket slider kompressoren op inden for et halvt år. Dette er prøvet.

Ved temperaturer lavere end rumtemperaturen holdes kompressoren konstant tændt og ved temperaturer højere end stuetemperaturen holdes kompressoren konstant slukket. Varmelegemet opretholder da den indstillede temperatur. Dette er den mest nøjagtige styreform og den, der giver mindst slid på kompressoren. Kompressoren kan uden problemer stå tændt i flere måneder. Flere tekniske detaljer om køle-fryseskabet findes i Anderberg mappen.

Service på kompressoren udføres af

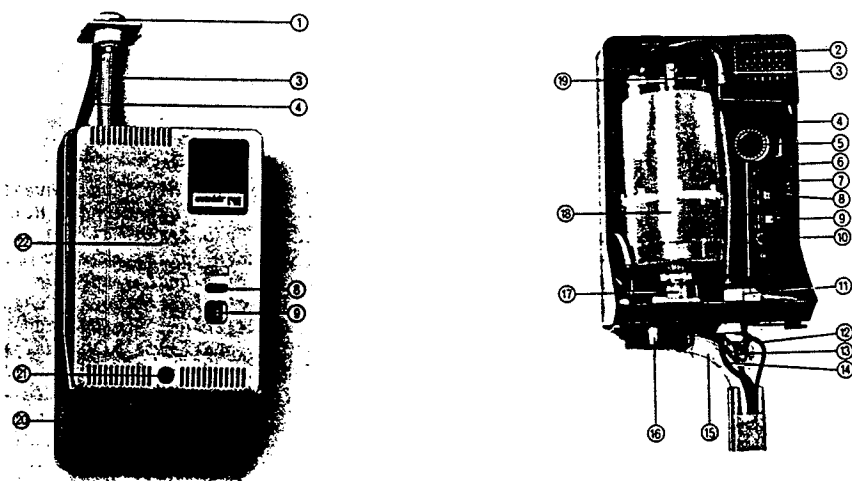
IWO, Allerød A/S
Solvang 28
Allerød
Telefon 4227 5858

Service på skabet iøvrigt udføres af

NOVENCO Anderberg A/S
Strudsbergvej 6
4200 Slagelse
Telefon 5352 4454
Ansvarlig kontaktperson: Jørgen Hansen
Skabets konstruktør (tekniker): Lasse Wettendorf

Condair dampbefugter

Dampbefugteren er indbygget på (set forfra) skabets venstre side i en plastkasse. Der er tilført vandværksvand og monteret afløb fra dampbefugteren. Dampen produceres af almindeligt vandværksvand og fordeles via en slange øverst på dampbefugteren ført ind til en dyse øverst i skabet. Dampen produceres i en lodretstående dampcylinder med elektrodeopvarmning. Elektronikken styrer driften fuldautomatisk, regulerer tilpasningen til vandkvaliteten og giver signal for cylinderskift. Dampbefugteren er sikret mod overophedning i forbindelse med vandmangel og tilkalkning og sikret mod overløb.



Figur 1.2. Condair dampbefugter, type RES D 200.

Dampbefugterens dampproduktion er formindsket af Anderberg Hygro i forhold til den leverede model. Herved fås en langsommere men mere stabil regulering af befugtningen. Ved højere dampproduktion vil der på grund af skabets relativt lille størrelse blive tilført for meget damp inden styringen afbryder.

Dampbefugterens cylinder skal ved almindelig drift skiftes ca. en gang om året på grund af tilkalkning. Kan skabet pludselig ikke opretholde en ønsket (høj) relativ fugtighed, skyldes det sikkert tilkalkning af cylinderen. Dampcylinderen er betegnet type 250, art.nr. 131.9135, Condair RES D 200. Dampcylinderen er sidst skiftet 28. august 1990 (februar 1992). I Anderberg mappen findes en udførlig teknisk beskrivelse og vejledning i installation, drift og vedligeholdelse.

Service på dampbefugteren udføres af NOVENCO-Anderberg A/S. Forhandling af Condair produkter udføres fra den 2. november 1989 af

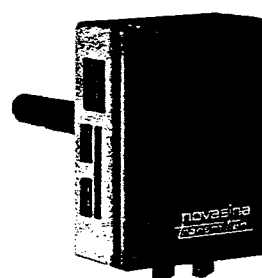
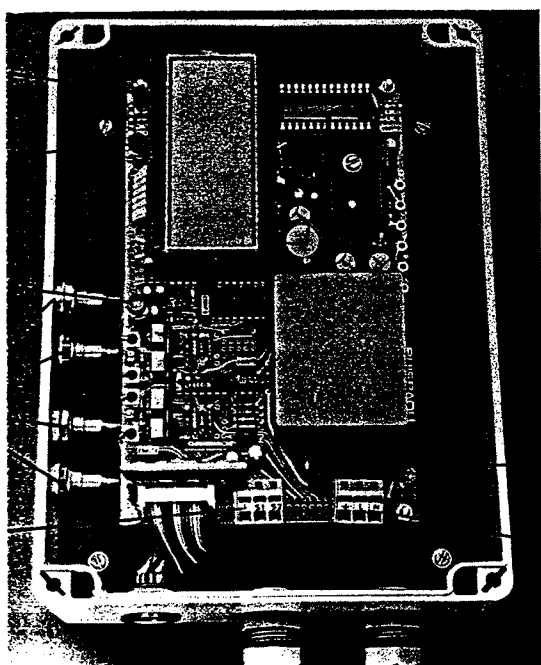
John Anderberg A/S
Astersvej 5
4200 Slagelse
Telefon 5850 1213

Novasina fugt- og temperaturføler type TED 24

Elektronikken til Novasina fugt- og temperaturføleren er indbygget (set forfra) på skabets venstre side i en grå plastkasse. På kassens forside er angivet aktuel temperatur og relativ fugtighed i et flydende krystal panel. Føleren er monteret indvendigt i skabet, øverst på bagvæggen. Fugtføleren er elektrolytisk (enCK-4), indeholder ikke litiumklorid og skulle derfor være vedligeholdelsesfri. Nøjagtigheden af føleren er $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, 3-4% RF.

Føleren måler relativ fugtighed og temperatur. En mikroprocessor udregner dugpunktstemperaturen, som kan vises på kontrol panelet sammen med luftens temperatur. I SKANFRYS er det dog valgt at vise relativ fugtighed. Relativ fugtighed og temperatur bliver samtidig overført som et lineært elektrisk signal i området 4..20 mA. Dette signal bruges til dataopsamling af klimaet og til styring med de to HETO-digital regulatorer.

Fugtføleren kan kalibreres automatisk med to RF standarder (11% RF og 75% RF) som sættes hen over føleren (leveres af Anderberg). Afviger visningen fra standardens RF kan der foretages en automatisk kalibrering af føleren med en trykknop. Proceduren for dette er nøje beskrevet i Anderberg mappen, der ligeledes indeholder yderligere tekniske oplysninger (nøjagtighed m.v.).



Figur 2.3. Novasina fugtføler (venstre) og kalibreringsstandard ved føler (højre).

Service på fugtføleren udføres af NOVENCO-Anderberg A/S. Forhandling af Novasina produkter udføres af John Anderberg.

HBO-digital regulatorer type 434

Skabets kompressor, varmelegeme, befugter og trykluftregulering er styret af to HBO-digital regulatorer type 434, til styring af henholdsvis temperatur og relativ fugtighed. Regulatorerne var oprindeligt monteret på (set forfra) skabets venstre side, men er nu flyttet over i en el-box på væggen til højre for skabet. Dette er gjort, så LED-panelerne på regulatorerne er synlige fra computeren.

Regulatorerne modtager et elektrisk signal fra Novasina føleren svarende til henholdsvis temperatur og relativ fugtighed. Reguleringen foregår ved sammenligning med et eksternt indstillet setpunkt. Dette setpunkt indstilles fra computerens styreprogram (kapitel 3). Den ønskede afvigelse mellem setpunkt og aktuel værdi betegnes dødbåndsbredden, og kan indstilles på Regulatorernes bagside. En lille dødbåndsbredde giver en nøjagtig styring men til gengæld mange reguleringer, hvilket kan betyde et forøget mekanisk slid af relæer m.v.

Temperaturreguleringen foregår udelukkende ved at koble varmelegemet til og fra. Ved temperaturer lavere end stuetemperatur skal kompressoren derfor konstant være tændt, hvilket gøres på en kontakt på el-boxens forside (under HBO-regulatorerne). Ved temperaturer højere end stuetemperaturer kan kompressoren principielt godt være tændt, da varmelegemet er kraftigere end kompressoren. Det er dog mere hensigtsmæssigt (af hensyn til energiforbruget) at kompressoren er konstant slukket og kølingen foregår ved varmetab til rummet.

Fugtreguleringen foregår med Condair dampbefugteren til forøgelse af den relative fugtighed og med (tør) trykluft til sænkning af den relative fugtighed. Tryklufften tages fra den faste installation fra teknisk anlæg på DTH.

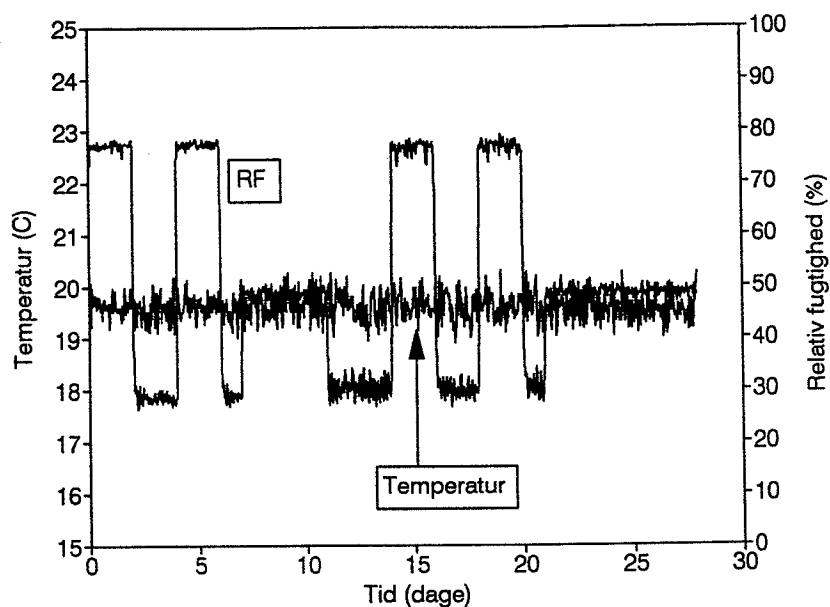
I Anderberg mappen findes el-diagrammer (skitser) der viser, hvordan reguleringen foregår. Service udføres af NOVENCO-Anderberg.

Service på HBO-regulatorerne udføres af (oktober 1989)

*HBO-Instruments Aps
Ryesgade 3A
2200 København N
Telefon 3139 8333
Attention: Søren Andersen*

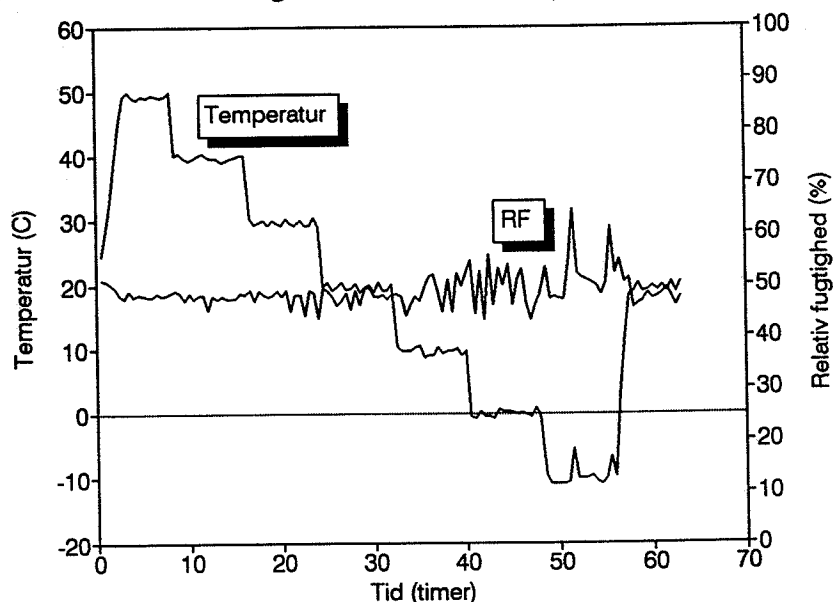
1.2 DRIFT

SKANFRYS er anvendt i projektet "Salte i porøse bygningsmaterialer" og i /1/ er angivet resultater af flytningsmålinger for saltholdige tegl og sandsten. I projektet er klimaet varieret i en 4 ugers cykel med konstant 20°C men med varierende relativ fugtighed. Standardafvigelse for temperatur relativ fugtighed i de enkelte perioder var 0,5°C og 2,0 % RF. Klimaets variation med tiden er vist i figur 1.4.



Figur 1.4. Klima registreret med SKANFRYS i en 4-ugers cykel ved flytningsmålinger [1].

Temperaturfordelingen i klimaskabet er målt i intervallet 50°C til -10°C med termoelementer forskellige steder i skabet. Temperaturen blev holdt konstant i 8 timer og derefter sænket 10°C . Temperatur og RF målt med SKANFRYS er vist i figur 1.5. Middelværdien af RF var 48,7% med standard afvigelse 3,0 %. For hvert interval med konstant temperatur er udregnet middelværdi og standard afvigelse for temperaturen. Resultatet er angivet i tabel 1.1 og afbildet i figur 1.6. Standardafvigelsen var i middel $0,41^{\circ}\text{C}$.

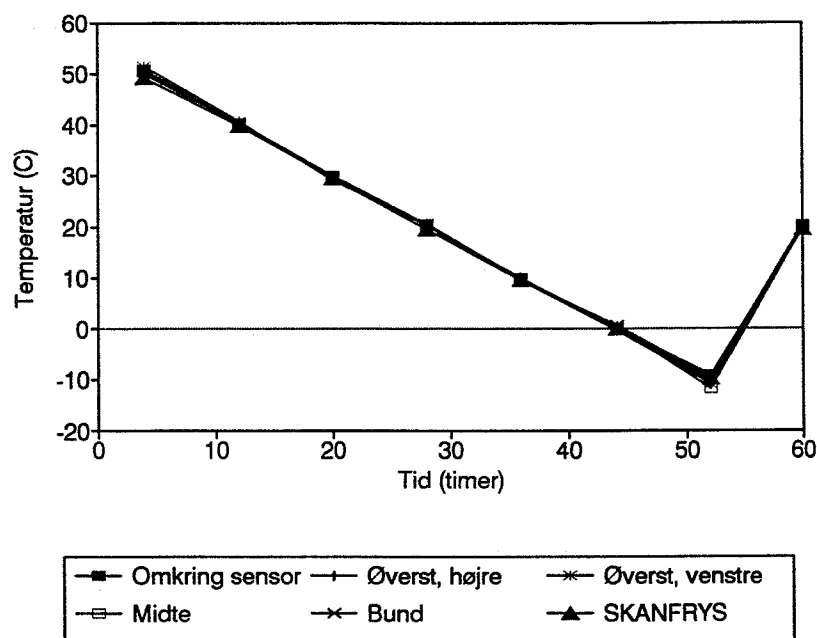


Figur 1.5. Klima i SKANFRYS målt med Novasina føler under test med termoelementer (tabel 1.1 og figur 1.6).

Tabel 1.1. *Temperaturfordeling i SKANFRYS målt med termoelementer forskellige steder i skabet og med Novasina føler.*

OMKRING SENSOR		ØVERST, HØJRE		ØVERST, VENSTRE	
Avg	Std	Avg	Std	Avg	Std
50.4	0.14	50.0	0.16	51.6	0.05
40.4	0.12	40.4	0.26	40.7	0.47
30.0	0.08	29.9	0.06	29.1	0.59
20.5	0.22	20.5	0.21	20.6	0.54
10.0	0.42	9.8	0.33	9.6	0.47
0.3	0.47	0.1	0.62	-0.3	0.35
-9.2	0.24	-10.3	0.10	-10.9	2.68
20.3	0.08	20.3	0.11	19.8	0.54
Avg	0.22	Avg	0.23	Avg	0.71

MIDTE		BUND		SKANFRYS	
Avg	Std	Avg	Std	Avg	Std
50.9	0.35	50.9	0.19	49.3	0.34
40.0	0.41	40.2	0.37	39.8	0.43
29.6	0.13	29.6	0.03	29.6	0.50
20.3	0.00	20.4	0.10	19.6	0.54
9.4	0.19	9.4	0.20	9.6	0.51
0.3	0.35	0.7	0.05	0.0	0.50
-11.7	0.25	-9.6	2.27	-9.7	1.52
19.8	0.20	19.6	0.14	19.5	0.58
Avg	0.23	Avg	0.42	Avg	0.62



Figur 1.5. *Middelværdi af temperatur målt med termoelementer forskellige steder i SKANFRYS skabet.*

Det ses, at SKANFRYS kan holde en konstant temperatur i intervallet -10°C til $+50^{\circ}\text{C}$ med en standardafvigelse på $0,5^{\circ}\text{C}$ og en konstant relativ fugtighed i intervallet 30% til 80% med en standardafvigelse på 4% RF. For at være sikker på RF-målingerne bør Novasina føleren kalibreres før en prøveserie og med jævne mellemrum under prøveserien.

Standardafvigelsen for RF og temperatur er størst under frysepunktet, især har den automatiske afrimning betydning og kan give nogle betydelige svingninger. Afrimningen er imidlertid nødvendig for kompressoren og kan ikke undgås. Det er ligeledes vanskeligere at opretholde en stabil RF ved varierende temperaturer end ved konstant temperatur.

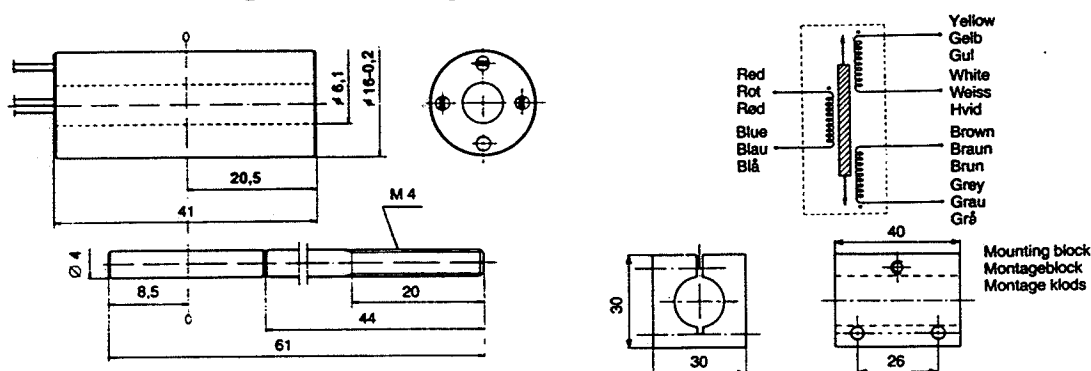
Temperaturfordelingen i skabet er meget jævn (figur 4.6). Den mindste standardafvigelse fås omkring Novasina føleren og den største øverst til venstre i skabet, hvor indføringen af damp fra befugteren sker. Man bør altså undgå at anbringe prøver tæt på denne, da man også må forvente større variationer i RF her.

2. FLYTNINGSMÅLING

SKANFRYS er indkøbt til at lave flytningsmålinger på porøse materialer ved vekslende klima, specielt i forbindelse med salte i materialet. SKANFRYS er derfor udstyret med mulighed for at måle flytninger med Lineære flytningsmålere (Linear Variable Differential Transformer (LVDT)). Indvendigt i skabet er der monteret 8 DIN stik til LVDT'erne. Forbindelsen er ført over til en signal-forstærker monteret i el-boxen over computeren. I el-boxen findes desuden en multi-plexer (omskifter), der på skift kan tilslutte den enkelte LVDT'er til forstærkeren. Styling og dataopsamling fra LVDT'erne sker med SKANFRYS styreprogram.

2.1 FLYTNINGSMÅLERE (LVDT)

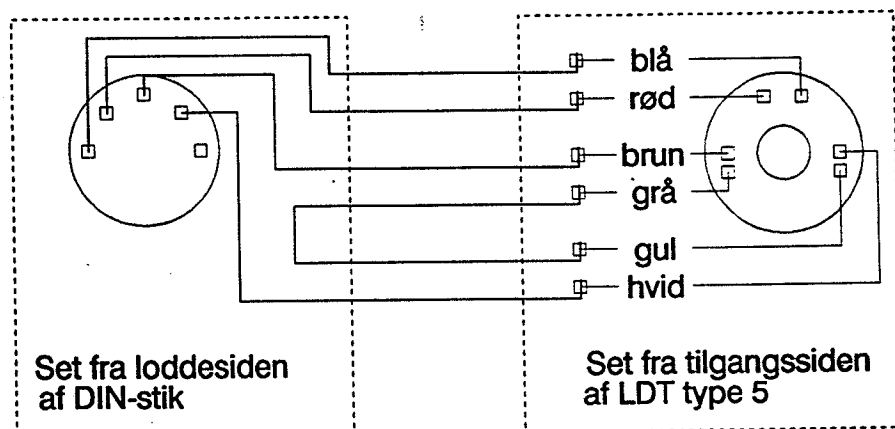
Til flytningsmålinger anvendes en "Linear Variable Differential Transformer" (LVDT). LVDT'erne består af en differentialtransformator (spole) med en primærvikling og to sekundære viklinger samt en bevægelig kerne (figur 2.1). Primærviklingen fødes med 5 V vekselspænding ved en frekvens på 5 kHz. De to sekundærviklinger kobles elektrisk imod hinanden, således at den resulterende udgangsspænding er proportional med kernens position fra det elektriske nulpunkt. Vandringen er 5 mm.



Figur 2.1. Linear Variable Displacement Transducer (LVDT) type LDT-5.

Vekselspændingen til LVDT'erne fås fra forstærkeren UTI 2000, som er monteret i el-boxen over computeren. Udgangsspændingen fra LVDT'erne forstærkes af UTI 2000, og signalet fra denne samles op af computerens dataopsamlingskort. En multi-plexer (omskifter) indbygget i el-boxen skifter således, at én LVDT'er af gangen er tilsluttet UTI 2000 forstærkeren. Multi-plexeren styres fra computeren af SKANFRYS styreprogram.

Der findes ialt 8 stk. LVDT'ere til SKANFRYS. De 6 er indkøbt tidligere, og er af typen LDT-1, men svarer fuldstændig til de to nye af typen LDT-5, der er indkøbt i forbindelse med SKANFRYS. I forbindelse med SKANFRYS er der ligeledes indkøbt nye kerner til samtlige LVDT'ere og disse er kalibreret af producenten sammen med forstærkeren UTI 2000 så DC udgangssignalet fra forstærkeren er 5000 mV/mm. På hver LVDT'er er monteret et DIN stik, der passer i tilsvarende DIN stik monteret indvendigt i klimaskabet. Monteringstegning for stikkene er vist på figur 2.2. Ledningerne fra DIN stikkene i SKANFRYS er ført over til multi-plexeren i el-boxen.



Figur 2.2. Monteringstegning for DIN stik på LVDT'ere i SKANFRYS.

LVDT'erne med kerner og forstærkeren er indkøbt hos
H.F.Jensen
Emdrupvej 70
2400 København NV
Telefon 3156 1500

Datablad for LDT-5 og leverandørens kalibrering af flytningsmålerne er samlet i bilag A. Manual til forstærkeren UTI 2000 findes i bilag B. LVDT'erne er på LBM kalibreret i hele de lineære område i SKANFRYS med flytningsmålerne fast monteret i en mikrometerskrue. Kalibreringen er foretaget ved 20 °C, 50% RF. Resultatet af den enkelte kalibrering er angivet i bilag C. Hver LVDT'er er forsynet med et nummer indgraveret på den rustfri stålcyllinder. Den kerne, LVDT'eren er kalibreret med, er anbragt i LVDT'eren fastholdt af en gul plastichætte, der fjernes ved måling med LVDT'eren. Endelig er LVDT'er med kerne anbragt i en papæske foret med skumplast og mærket med LVDT'ens nummer. Når LVDT'erne ikke er i brug opbevares de mest hensigtsmæssigt i disse papæsker. I tabel 2.1 er angivet de 8 LVDT'ere med nummer og LBM's kalibrering (april 1990). LVDT'erne bør iøvrigt kalibreres ved hver ny forsøgsserie. Afvigelsen mellem to kalibreringer er omkring 1%.

Tabel 2.1. Følsomhed [mm/V] af LVDT'ere ved kalibrering på LBM i SKANFRYS ved 20 °C, 50% RF.

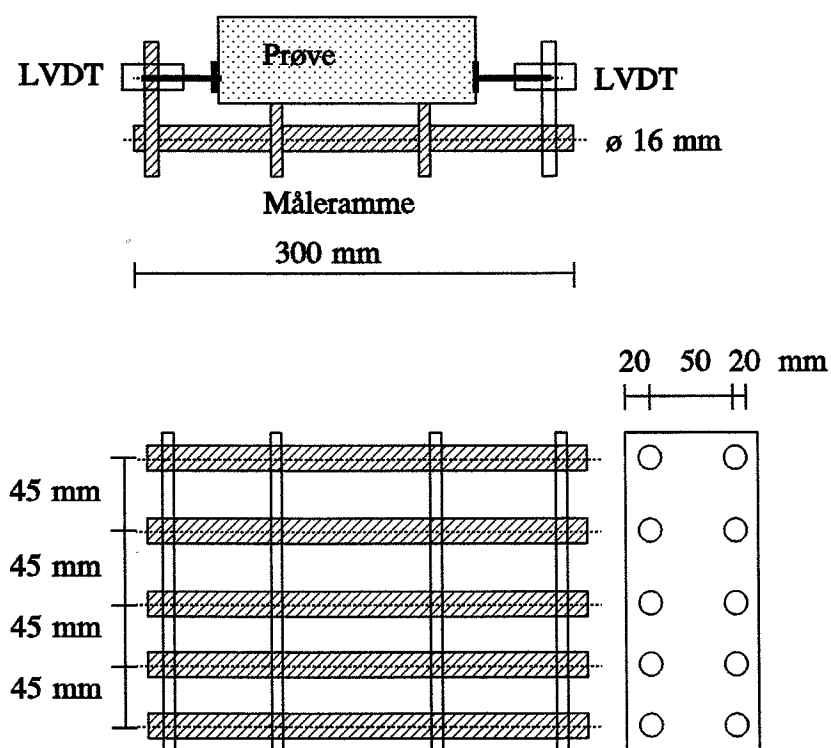
LVDT No.	360	361	509	560	568	573	580	585
Følsomhed	0,192	0,191	0,215	0,203	0,198	0,198	0,203	0,199

Kernerne til LVDT'erne er løse, de har ingen kontakt med LVDT spolen, og der er derfor ingen friktion i LVDT'eren, der kan modvirke prøvens flytning. Det betyder imidlertid også, at kernerne skal fastholdes på prøven og bevæge sig med denne i forhold til spolerne, der er fastholdt i en måleramme. Kernerne er monteret på en magnetisk stålstang med M4 udvendigt

gevind. Dette gevind er beregnet til fastskrining i små messing skiver, der kan limes til prøven med en epoxylim.

Det er vigtigt ikke at lime kernerne fast til prøven, da de er forholdsvis dyre og derfor skal anvendes mere end én gang. Messingskiver med gevind er derimod billige at fremstille på metalværkstedet, og man får herved et veldefineret målepunkt på prøven.

For at foretage en flytningsmåling skal LVDT'erne fast monteres i en måleramme, hvor prøverne anbringes med kernerne monteret via fastlimede messingskiver. En sådan måleramme af rustfri stål er fremstillet i forbindelse med SKANFRYS (figur 2.3). Der er anvendt 10 mm tykke plader og 300 mm lange $\varnothing 16$ mm gevindstænger skruet sammen med møtrikker. Målerammen er beregnet til 160 mm lange prøver men kan iøvrigt justeres i længden. LVDT'erne fastholdes i målerammen med en afstand på 45 mm med en penolskrue.



Figur 2.3. Måleramme af stål til deformationsmålinger i SKANFRYS.

Da målerammen er af stål bevæger den sig ved temperaturændringer på grund af stålets varmeudvidelse. Ved flytningsmålinger med temperaturændringer skal der derfor foretages en kalibrering med et materiale med en kendt varmeudvidelseskoefficient. Et sådant materiale (referencemateriale) er indkøbt til LBM fra National Bureau of Standards i USA. Materialet er Borosilikat glas med betegnelsen 731-L1, og certifikatet er gengivet i bilag D. Prøven er en 52 mm lang stang med et tværsnit på 6 x 6 mm. Ved konstant temperatur er stålrammen velegnet til målinger ved forskellige relative fugtigheder, da stålet ikke bevæger sig ved varierende fugtindhold.

2.2 MONTERING AF FLYTNINGSMÅLERE

I den ovenfor omtalte måleramme monteres messingmålepunkterne lettest ved at anbringe prøven i målerammen ud for monteringshullerne til LVDT'erne. Understøtningen for prøverne afpasses, så målepunkterne kan placeres i den ønskede højde på prøven. I målerammens understøtninger er der fræset to spor, hvor en passende ekstra understøtning af messing (der er let at bearbejde) kan anbringes. Det øverste af understøtningen bør være skarp og belægges med teflontape, så man får mindst mulig friktion mellem prøve og understøtning.

Målepunkterne limes nu på prøven med epoxylim ved hjælp af en $\varnothing 16$ mm lære igennem LVDT'ernes monteringshuller. I lærens ene ende skrues målepunktet på et 4 mm gevind på læren svarende til gevindet på kernens trækstang. Herved kan målepunktet placeres helt præcist, og kernen er centreret når LVDT'erne monteres senere. For at få en præcis centrerung er det vigtigt at anvende de samme monteringshuller under flytningsmålingen som ved limningen.

Når målepunkterne er limet fast anbringes prøven i målerammen ud for de rigtige monteringshuller, og kernerne monteres. Målerammen anbringes på øverste hylde i SKANFRYS, LVDT'erne anbringes løst i monteringshullerne og ledningerne tilsluttes. Kernerne må ikke berøre indersiden af LVDT'erne. Det noteres hvilke målepunkter, der svarer til det enkelte monteringshul. Under anvendelse af SKANFRYS styreprogrammets "kalibrering af målepunkt" (se kapitel 3) justeres LVDT'erens horisontale placering i monteringshullet så tæt på det elektriske nulpunkt som muligt. Panelet på måleforstærkeren UTI 2000 viser DC udgangsspændingen fra forstærkeren i volt og skal derfor vise 0 V eller så tæt på som muligt. Herefter strammes penolskruen i monteringshullet til med en umbraco nøgle. Det kræver lidt fingerfærdighed at ramme nulpunktet, da LVDT'erne er meget følsomme (fuldt udslag for forstærkeren er ± 2 V svarende til $\pm 0,4$ mm). Er man langt uden for nulpunktet viser forstærkeren overflow, og visningen ændres ikke ved flytning af LVDT'eren.

Når alle LVDT'ere er justeret kan målingen begynde. Registreringen af flytningsdata med SKANFRYS styreprogrammet er omtalt i kapitel 3.

Til specielle formål kan fremstilles andre målerammer, men det samme princip ved montering af LVDT'ere kan stadig anvendes.

3. COMPUTERSTYRING

Indstilling af setpunkter for temperatur og relativ fugtighed i SKANFRYS, registrering af klimadata og flytningsmåling er styret af en IBM XT computer med et dataopsamlingskort monteret (Data Translation 2905). Computeren er anbragt på et bord til højre for SKANFRYS. Styringen sker fra et styreprogram udviklet specielt til formålet. Programmet er indlagt på computerens harddisk og findes desuden på en 5¹/₄'' 250 kB diskette mærket SKANFRYS.25.

3.1 STYREPROGRAM

Programmet registrerer temperatur og relativ fugtighed fra SKANFRYS og setpunkter for temperatur og relativ fugtighed indstilles med programmet. Indstillingen kan ske direkte i et statusvindue (F2) eller fra en manuskript-fil, hvor en tidsmæssig følge af setpunkter kan indstilles, hvorved man kan opnå et vilkårlig forløb af klimaet. Resultaterne udskrives i kolonner i en uddatafil.

Programmet kan desuden styre og registrere data fra op til 8 flytningsmålere (LVDT) i skabet (se kapitel 2). Antallet af tilsluttede målepunkter og intervallet mellem to målinger kan angives. Programmet skifter automatisk mellem de angivne målepunkter. Kalibrering af LVDT'ere foretages også fra programmet. I bilag E findes en manual til programmet. Nedenfor gennemgås de enkelte funktioner, men det er en fordel at anvende programmet samtidig med læsningen, så man bedre forstår, hvad der sker.

Programmet er indlagt på computerens harddisk (C-drev) og findes desuden på en 5¹/₄'' 250 kB diskette mærket SKANFRYS.25. Disketten kan læses af computerens diskettedrev (A-drev, 250 kB). Opstart af programmet er indlagt i Autoexec.bat filen og ved strømsvigt vil computeren automatisk starte fra den indstilling, programmet havde inden strømsvigt. Dette omfatter også en eventuel manuskript fil.

En kopi af alle nødvendige filer inklusiv Autoexec.bat filen findes på disketten. Hvis blot DOS 3.3 er installeret på harddisken (efter en evt. reformatering eller udskiftning af harddisk) kan styreprogrammet installeres ved blot at kopiere alle diskettens filer og directoryer over på harddisken og reboote.

Programmet præsenterer ind og uddata i forskellige vinduer, der kan lukkes eller åbnes efter behov. Når vinduerne er lukkede, er de repræsenteret ved en lille etiket i bunden af skærmen. Til hvert vindue er der knyttet en funktionstast, som aktiverer vinduet. Når et vindue er åbent, kan man alt efter vindiets type, flytte det rundt på skærmen, ændre dets størrelse og flytte det udsnit, som vinduet viser. For yderligere information henvises til programmets manual i bilag E. I det følgende er antaget, at programmet er startet og statusvinduet (F2) og uddatavinduet (F3) er åbent.

3.2 STYRING AF KLIMA

Indstilling af setpunkter for temperatur og relativ fugtighed gøres i statusvinduet ved at taste shift-F2. Med pile-tasterne flyttes markøren hen til felterne for temperatur og relativ fugtighed og den ønskede værdi indtastes. Herefter tages F10, hvorved ændringerne kan ses i statusvinduet og på panelet på HBO-regulatorerne. SKANFRYS vil nu regulere klimaet fra de aktuelle værdier af temperatur og relativ fugtighed til de indstillede setpunkter. Lovlige værdier for temperatur er (i programmet) -272°C til 199°C og for RF 0% til 100%. Der bør dog ikke indtastes værdier udenfor det interval, der er bestemt af SKANFRYS (-10°C til 60°C og 0% til 95%).

I statusvinduet kan også indtastes en ønsket gradient for temperatur eller relativ fugtighed (ændring pr. tidsenhed). Som tidsenhed kan vælges sekunder (s), minutter (m), timer (t eller h), dage (d) eller uger (u eller w). Vær opmærksom på, at setpunktet ændres med den indtastede gradient indtil nogle nye værdier indtastes også selvom man kommer udenfor det interval, der er bestemt af SKANFRYS.

Uddata fra klimaregistreringerne udskrives i uddatavinduet F3 og kan desuden gemmes i en uddatafil. Navnet på en uddatafil indtastes også i statusvinduet. Under registreringen gemmes data i en binær fil (extension .dat). Denne fil kan efter afslutning af registreringen oversættes til en ASCII-tekstfil (extension .txt) i vinduet F5:Andet. Tekstfilen kan læses af tekstbehandlings- og regnearkprogrammer.

I stedet for at indtaste setpunkter og gradienter manuelt i statusvinduet kan disse automatisk indlæses fra en manuskriptfil. Navnet på manuskriptfilen indtastes i statusvinduet, hvorefter manuskriptfilen automatisk udføres. Manuskriptfilen kan oprettes og redigeres i vinduet F5:Andet eller skrives udenfor styreprogrammet med et tekstbehandlingsprogram. Inden udførsel af manuskriptfilen skal den oversættes, hvilket gøres i vinduet F5:Andet. Syntaxen i manuskriptfilen fremgår af manualen (bilag E). Ved oprettelsen af en manuskriptfil er der mulighed for automatisk at styre klimaet på en vilkårlig måde med ønskede setpunkter, gradienter og intervaller for disse. Yderligere kan man i manuskriptfilen styre flytningsmålinger og intervallet mellem to målinger.

3.3 STYRING AF FLYTNINGSMÅLINGER

Kalibrering og montering af flytningsmålere sker under menupunktet F5:Andet punkt 3. Herefter vælges den kanal (1-8), der skal kalibreres. LVDT'eren tilsluttet denne kanal strømfødes herved konstant og udgangssignalet kan aflæses på UTI 2000 forstærkerens panel. Signalet er angivet i volt DC. Ved flytning af kernen i forhold til spolen ses, at signalet ændrer sig omkring det elektriske nulpunkt (hvor kernen er omtrent midt i spolen). Signalet skal ligge i området $\pm 2\text{ V}$ svarende til en placering af kernen på $\pm 0,4\text{ mm}$. Uden for dette område viser forstærkeren overflow.

Kalibreringen bruges til at bestemme følsomheden af LVDT'eren, når den er fast monteret i en måleramme, hvor kernen flyttes med en mikrometerskrue. Samhørende værdier af kernens placering og forstærkerens udgangssignal i V noteres i hele måleområdet, og følsomheden beregnes ud fra disse værdier med lineær regresion. Normalt fås en meget høj

korrelation ($R^2 > 0,99$). Følsomheden angives mest bekvemt i enheden mm/V, da man herved ud fra forstærkerens udgangssignal altid kan beregne kernens placering og dermed flytning.

Kalibreringen bruges også under montering af LVDT'erne i prøverammen som beskrevet i afsnit 2.2. For hver enkelt LVDT'er justeres LVDT'ens placering med kanalen konstant tilsluttet.

Hvilke målepunkter, der skal måles på og tidsintervallet mellem to målinger angives i statusvinduet. Disse oplysninger kan også indsættes i en manuskriptfil som for klimastyringen. Syntaxen for manuskriptfilen er angivet i manualen bilag E.

Uddata for flytningsmålingerne skrives i uddatavinduet F3, men kan også som for klimadata udskrives i en uddatafil, hvis der angives et navn på uddatafilen i statusvinduet. Efter endt registrering oversættes uddatafilen til en ASCII-tekstfil med menupunktet F5:Andet punkt 2. Data kan herefter behandles med et regnearkprogram eller andre programmer, der kan læse ASCII-filer (næsten alle almindelige programmer). Specielt kan man beregne tøjninger ud fra flytningsmålingerne og analysere afhængigheden af det registrerede klima.

REFERENCE

- /1/ Nielsen, C.B. (1991): "Salts in Porous Building Materials". Ph.D. thesis, Technical Report 243/91, Building Materials Laboratory, The Technical University of Denmark.
- /2/ Anderberg (1989): Teknisk dokumentation for SKANFRYS.
- /3/ SKANFRYS styreprogram Version 2.50 MUX (1989). HAK Dataconsult / Software development division. 5¹/₄" 250 kB diskette. Laboratoriet for Bygningsmaterialer, DTH.

BILAG

- A. Datablad og kalibrering af flytningsmålere
- B. Manual til måleforstærker UTI 2000
- C. Kalibrering af flytningsmålere på LBM
- D. Certifikat på Borosilikatglas varmeudvidelse
- E. Manual til SKANFRYS styreprogram

BILAG A. DATABLAD OG KALIBRERING AF FLYTNINGSMÅLERE

**Induktiv
positionsgiver
Type LDT-5**



 * CERTIFICATE OF ACCURACY *

MANUFACTURER

=====

H.F.Jensen
 Emdrupvej 70
 DK-2400 Copenhagen NV
 Telephone : 45(0)1 561500
 Telex : 19935 hfj dk

DISPLACEMENT TRANSMITTER

=====

Serial No. : 25360
 Type : LDT 5
 Range : +/- 5 mm
 Supply voltage : 500 mVac
 Frequency : 5 KHz

The transducer is measured with a groundsymmetrical carrier wave. The mechanical zero point is found by adjusting the transducer to minimum residual voltage.

The nonlinearity is computed by means of LINEAR REGRESSION analysis (best fit straight line).

The measurements are provided with a phase sensitive signal conditioner type HFJ MCA 116. The sensitivity is calculated from the DC - output at unity phase. Calibration traceable to NBS and NPL.

RESULTS:

MEASUREMENT No.	POSITION mm	MEASURED Vdc	COMPUTED Vdc	DEVIATION Vdc
1	-5	-6.147	-6.165	-0.018
2	-4	-4.913	-4.927	-0.014
3	-3	-3.677	-3.689	-0.012
4	-2	-2.452	-2.451	0.001
5	-1	-1.233	-1.213	0.020
6	-0	-0.001	0.025	0.026
7	1	1.238	1.263	0.025
8	2	2.483	2.500	0.017
9	3	3.728	3.738	0.010
10	4	4.986	4.976	-0.010
11	5	6.258	6.214	-0.044

Nonlinearity : 0.35 %
 Sensitivity : 310.12 mV/V

Date :900329
 Tested by:KS

Comments : OK.

 * CERTIFICATE OF ACCURACY *

MANUFACTURER

=====

H.F.Jensen
 Emdrupvej 70
 DK-2400 Copenhagen NV
 Telephone : 45(0)1 561500
 Telex : 19935 hfj dk

DISPLACEMENT TRANSMITTER

=====

Serial No. : 25361
 Type : LDT 5
 Range : +/- 5 mm
 Supply voltage : 500 mVac
 Frequency : 5 KHz

The transducer is measured with a groundsymmetrical carrier wave. The mechanical zero point is found by adjusting the transducer to minimum residual voltage.

The nonlinearity is computed by means of LINEAR REGRESSION analysis (best fit straight line).

The measurements are provided with a phase sensitive signal conditioner type HFJ MCA 116. The sensitivity is calculated from the DC - output at unity phase. Calibration traceable to NBS and NPL.

RESULTS:

MEASUREMENT No.	POSITION mm	MEASURED Vdc	COMPUTED Vdc	DEVIATION Vdc
1	-5	-6.282	-6.221	0.061
2	-4	-5.002	-4.985	0.017
3	-3	-3.738	-3.748	-0.010
4	-2	-2.453	-2.512	-0.059
5	-1	-1.254	-1.276	-0.022
6	-0	-0.016	-0.040	-0.024
7	1	1.215	1.196	-0.019
8	2	2.430	2.432	0.002
9	3	3.650	3.668	0.018
10	4	4.882	4.904	0.022
11	5	6.124	6.140	0.016

Nonlinearity : 0.49 %
 Sensitivity : 310.15 mV/V

Date :900329
 Tested by:KS

Comments : OK.

 * CERTIFICATE OF ACCURACY *

MANUFACTURER

=====

H.F.Jensen
 Emdrupvej 70
 DK-2400 Copenhagen NV
 Telephone : 45(0)1 561500
 Telex : 19935 hfj dk

DISPLACEMENT TRANSDUCER

=====

Serial No. : 00509
 Type : LDT 1
 Range : +/- 5 mm
 Supply voltage : 500 mVac
 Frequency : 5 KHz

The transducer is measured with a groundsymmetrical carrier wave. The mechanical zero point is found by adjusting the transducer to minimum residual voltage.

The nonlinearity (inclusive hysteresis) is computed by means of LINEAR REGRESSION analysis (best fit straight line).

The measurements are provided with a phase sensitive signal conditioner type HFJ MCA 116. The sensitivity is calculated from the DC - output at unity phase. Calibration traceable to NBS and NPL.

RESULTS:

MEASUREMENT No.	POSITION mm	MEASURED Vdc	COMPUTED Vdc	DEVIATION Vdc
1	-5	-5.540	-5.494	0.046
2	-4	-4.402	-4.399	0.003
3	-3	-3.282	-3.304	-0.022
4	-2	-2.183	-2.209	-0.026
5	-1	-1.093	-1.115	-0.022
6	-0	-0.006	-0.020	-0.014
7	1	1.073	1.075	0.002
8	2	2.156	2.169	0.013
9	3	3.253	3.264	0.011
10	4	4.359	4.359	-0.000
11	5	5.445	5.454	0.009

Nonlinearity : 0.42 %
 Sensitivity : 274.62 mV/V

Date :890622
 Tested by:EA

Comments : OK. 16 mm kerne.

 * CERTIFICATE OF ACCURACY *

MANUFACTURER

=====

H.F.Jensen
 Emdrupvej 70
 DK-2400 Copenhagen NV
 Telephone : 45(0)1 561500
 Telex : 19935 hfj dk

DISPLACEMENT TRANSDUCER

=====

Serial No. : 00560
 Type : LDT 1
 Range : +/- 5 mm
 Supply voltage : 500 mVac
 Frequency : 5 KHz

The transducer is measured with a groundsymmetrical carrier wave. The mechanical zero point is found by adjusting the transducer to minimum residual voltage.

The nonlinearity (inclusive hysteresis) is computed by means of LINEAR REGRESSION analysis (best fit straight line).

The measurements are provided with a phase sensitive signal conditioner type HFJ MCA 116. The sensitivity is calculated from the DC - output at unity phase. Calibration traceable to NBS and NPL.

RESULTS:

MEASUREMENT No.	POSITION mm	MEASURED Vdc	COMPUTED Vdc	DEVIATION Vdc
1	-5	-5.863	-5.863	-0.000
2	-4	-4.667	-4.689	-0.022
3	-3	-3.489	-3.514	-0.025
4	-2	-2.329	-2.340	-0.011
5	-1	-1.174	-1.165	0.009
6	-0	-0.017	0.010	0.027
7	1	1.146	1.184	0.038
8	2	2.320	2.359	0.039
9	3	3.514	3.534	0.020
10	4	4.729	4.708	-0.021
11	5	5.937	5.883	-0.054

Nonlinearity : 0.46 %
 Sensitivity : 295.00 mV/V

Date :890622
 Tested by:EA

Comments : OK. 16 mm kerne

 * CERTIFICATE OF ACCURACY *

MANUFACTURER

=====

H.F.Jensen
 Emdrupvej 70
 DK-2400 Copenhagen NV
 Telephone : 45(0)1 561500
 Telex : 19935 hfj dk

DISPLACEMENT TRANSDUCER

=====

Serial No. : 00568
 Type : LDT 1
 Range : +/- 5 mm
 Supply voltage : 500 mVac
 Frequency : 5 KHz

The transducer is measured with a groundsymmetrical carrier wave. The mechanical zero point is found by adjusting the transducer to minimum residual voltage.

The nonlinearity (inclusive hysteresis) is computed by means of LINEAR REGRESSION analysis (best fit straight line).

The measurements are provided with a phase sensitive signal conditioner type HFJ MCA 116. The sensitivity is calculated from the DC - output at unity phase. Calibration traceable to NBS and NPL.

RESULTS:

MEASUREMENT No.	POSITION mm	MEASURED Vdc	COMPUTED Vdc	DEVIATION Vdc
1	-5	-5.868	-5.868	-0.000
2	-4	-4.669	-4.688	-0.019
3	-3	-3.482	-3.507	-0.025
4	-2	-2.317	-2.326	-0.009
5	-1	-1.157	-1.146	0.011
6	-0	0.013	0.035	0.022
7	1	1.182	1.215	0.033
8	2	2.360	2.396	0.036
9	3	3.557	3.577	0.020
10	4	4.782	4.757	-0.025
11	5	5.982	5.938	-0.044

Nonlinearity : 0.37 %
 Sensitivity : 296.25 mV/V

Date : 890622
 Tested by:

Comments : OK. 16 mm kerne.

↑
 incl. forstærkning på 39,8 gange.

↑
 ved ~~udslag~~ 5 mm bevægelse fra 0 punkt
 excl. forstærkning

 * CERTIFICATE OF ACCURACY *

MANUFACTURER

DISPLACEMENT TRANSDUCER

=====

H.F.Jensen
 Emdrupvej 70
 DK-2400 Copenhagen NV
 Telephone : 45(0)1 561500
 Telex : 19935 hfj dk

=====

Serial No. : 00573
 Type : LDT 1
 Range : +/- 5 mm
 Supply voltage : 500 mVac
 Frequency : 5 KHz

The transducer is measured with a groundsymmetrical carrier wave. The mechanical zero point is found by adjusting the transducer to minimum residual voltage.

The nonlinearity (inclusive hysteresis) is computed by means of LINEAR REGRESSION analysis (best fit straight line).

The measurements are provided with a phase sensitive signal conditioner type HFJ MCA 116. The sensitivity is calculated from the DC - output at unity phase. Calibration traceable to NBS and NPL.

RESULTS:

MEASUREMENT No.	POSITION mm	MEASURED Vdc	COMPUTED Vdc	DEVIATION Vdc
1	-5	-5.899	-5.890	0.009
2	-4	-4.700	-4.710	-0.010
3	-3	-3.512	-3.531	-0.019
4	-2	-2.341	-2.351	-0.010
5	-1	-1.172	-1.172	0.000
6	-0	-0.003	0.008	0.011
7	1	1.169	1.188	0.019
8	2	2.343	2.367	0.024
9	3	3.531	3.547	0.016
10	4	4.737	4.727	-0.010
11	5	5.936	5.906	-0.030

Nonlinearity : 0.25 %
 Sensitivity : 295.87 mV/V

Date :890622
 Tested by:EA

Comments : OK. 16 mm kerne.

 * CERTIFICATE OF ACCURACY *

MANUFACTURER

=====

H.F.Jensen
 Emdrupvej 70
 DK-2400 Copenhagen NV
 Telephone : 45(0)1 561500
 Telex : 19935 hfj dk

DISPLACEMENT TRANSDUCER

=====

Serial No. : 00580
 Type : LDT 1
 Range : +/- 5 mm
 Supply voltage : 500 mVac
 Frequency : 5 KHz

The transducer is measured with a groundsymmetrical carrier wave. The mechanical zero point is found by adjusting the transducer to minimum residual voltage.

The nonlinearity (inclusive hysteresis) is computed by means of LINEAR REGRESSION analysis (best fit straight line).

The measurements are provided with a phase sensitive signal conditioner type HFJ MCA 116. The sensitivity is calculated from the DC - output at unity phase. Calibration traceable to NBS and NPL.

RESULTS:

MEASUREMENT No.	POSITION mm	MEASURED Vdc	COMPUTED Vdc	DEVIATION Vdc
1	-5	-5.819	-5.818	0.001
2	-4	-4.628	-4.649	-0.021
3	-3	-3.455	-3.480	-0.025
4	-2	-2.300	-2.311	-0.011
5	-1	-1.153	-1.142	0.011
6	-0	0.002	0.026	0.024
7	1	1.161	1.195	0.034
8	2	2.325	2.364	0.039
9	3	3.511	3.533	0.022
10	4	4.722	4.702	-0.020
11	5	5.925	5.871	-0.054

Nonlinearity : 0.46 %
 Sensitivity : 293.60 mV/V

Date :890622
 Tested by:EA

Comments : OK. 16 mm kerne

 * CERTIFICATE OF ACCURACY *

MANUFACTURER
 =====

H.F.Jensen
 Emdrupvej 70
 DK-2400 Copenhagen NV
 Telephone : 45(0)1 561500
 Telex : 19935 hfj dk

DISPLACEMENT TRANSDUCER
 =====

Serial No. : 00585
 Type : LDT 1
 Range : +/- 5 mm
 Supply voltage : 500 mVac
 Frequency : 5 KHz

The transducer is measured with a groundsymmetrical carrier wave. The mechanical zero point is found by adjusting the transducer to minimum residual voltage.

The nonlinearity (inclusive hysteresis) is computed by means of LINEAR REGRESSION analysis (best fit straight line).

The measurements are provided with a phase sensitive signal conditioner type HFJ MCA 116. The sensitivity is calculated from the DC - output at unity phase. Calibration traceable to NBS and NPL.

RESULTS:

MEASUREMENT No.	POSITION mm	MEASURED Vdc	COMPUTED Vdc	DEVIATION Vdc
1	-5	-5.940	-5.922	0.018
2	-4	-4.736	-4.740	-0.004
3	-3	-3.540	-3.558	-0.018
4	-2	-2.362	-2.377	-0.015
5	-1	-1.186	-1.195	-0.009
6	-0	-0.014	-0.013	0.001
7	1	1.157	1.169	0.012
8	2	2.326	2.350	0.024
9	3	3.515	3.532	0.017
10	4	4.718	4.714	-0.004
11	5	5.918	5.896	-0.022

Nonlinearity : 0.21 %
 Sensitivity : 296.45 mV/V

Date :890622
 Tested by:EA

Comments : OK. 16 mm kerne

REPARATIONSRAPPORT		DATO:	890726
KUNDE:	LBM	VORES REF.:	LF/HJ/sn
	Laboratoriet for	HFJ ORDRE NR.:	92317
	Bygningsmaterialer	TYPE:	UTI 2000 AC
		S.NO.	6800
FORSENDELSE:	Post	KUNDE ORDRE NR:	Carsten B. Nielsen
		KUNDE REF.:	C.B.N.
		MODTAGET:	890601
		FØRSTE LEVERING:	890309

KLAGE: UTI 2000 AC ønskes kalibreret
5000 mV/mm med LDT 1.

	TIMER	PRIS

TEST:

AF: HJ

REPARATION: Forstærkningen ændret til sens.
118 mV svarende til 5000 mVdc/mm.
(Max output er 2V - svarende til
0.4mm)

AF: HJ	2	944,00
--------	---	--------

KONTROL: Afprøvet med de medfølgende LDT 1.
Endelig kalibrering er nødvendig,
for nøjagtig udgangssignal.

AF: HJ	1	472,00
--------	---	--------

RESERVEDELE				
NR.	BESKRIVELSE	ANTAL	STK. PRIS	
R19 + R12	2K00	2	5,00	10,00
R10 + R11	200E	2	5,00	10,00
				1.436,00

TOTAL DKK

KOMMENTAR:

SIGNATUR: HJ 1 AF

**BILAG B. MANUAL TIL MÅLEFORSTÆRKER
UTI 2000**

H·F·JENSEN

EMDRUPVEJ 70 . DK-2400 KØBENHAVN NV

UTI 2000

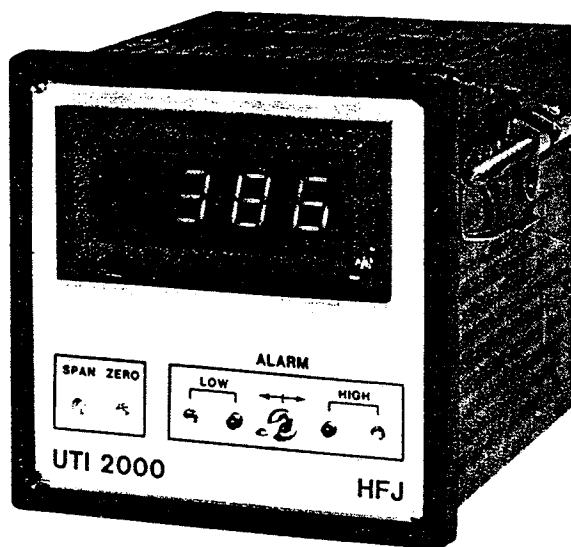
INSTRUCTION MANUAL

UNIVERSAL TRANSDUCER INDICATOR

TYPE UTI 2000 AC

890726/HJ/sn

1-1



serial no: 6800

96×96 mm housing - DIN 43700

Depth - 157 mm

Screw terminals at rear

AC- or DC operation

LED - indication of alarm setpoints

SPAN, ZERO and ALARM
adjustable from front

Readout of alarm setpoints

SPECIFICATIONS	Differential DC-amplifier	Differential AC-amplifier	Voltage input	Current input
Excitation frequency		5 kHz	—	—
Excitation voltage		5000 mV		
Excitation current, max.		20 mA		
Input resistance		> 10 Mohm		
Sensitivity		118 mV		
Sensitivity adj. range	+/- 11%			
Zero adj. range	+/- 25%			
Reference phase, fixed	—	0°	—	
Bandwidth		+/-2000 mV		
Output signal, max.				
Non-linearity	<0.05% FS.			
Alarm adj. ranges				
Alarm outputs				
Temperature range	0-60°C			
Sensitivity drift	100 ppm/°C			
Zero drift - RTI.	typ. 0.3 μ V/°C	<0.1 μ V/°C	typ. 30 μ V/°C	typ. 0.6 μ A/°C
Power requirements	220 VAC $\pm$ 10%, max. 10 W			
Readout	3½ digit LED - display 1.999			

* customer specified

H.F.JENSEN

National (01) 56 15 00
TEL. International 45 1 56 15 00

Telex 19935 hfj dk