



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Aalborg Universitet

Autogenous Phenomena in Cement-Based Materials

Jensen, Ole Mejlhede

Publication date:
2005

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):
Jensen, O. M. (2005). *Autogenous Phenomena in Cement-Based Materials*. Department of Civil Engineering, Aalborg University.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

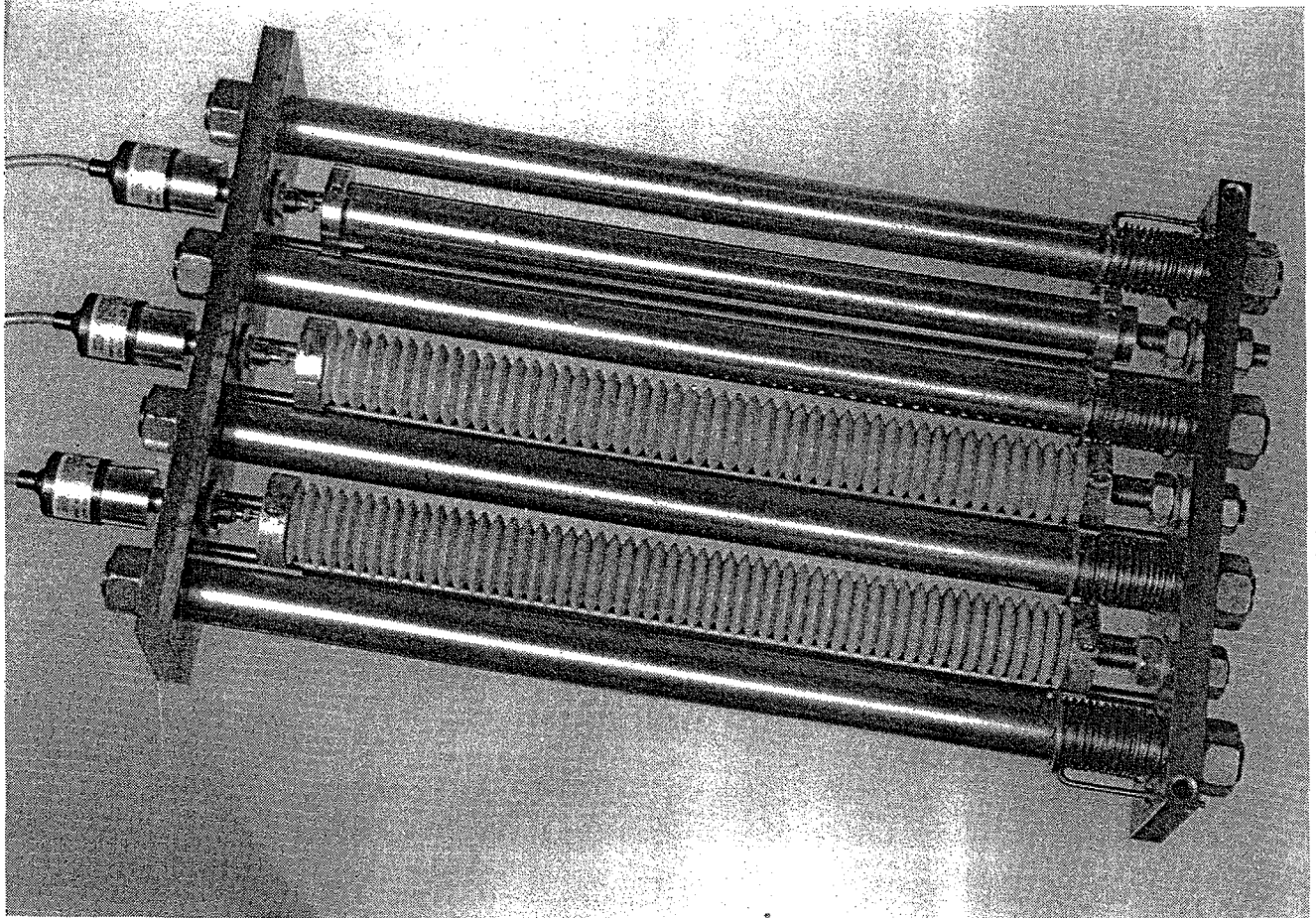
- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Dilatometer

- kalibrering og afprøvning



Ole Mejlhede Jensen
Juni 1992



THE TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
BUILDING MATERIALS LABORATORY

INDHOLD

1	INDLEDNING	2
2	DILATOMETER	3
	2.1 Opbygning	3
	2.2 Transducere	4
	2.2.1 Kalibrering	5
	2.3 Målenøjagtighed	7
	2.3.1 Langtidsstabilitet	7
	2.3.2 Stødstabilitet	7
	2.3.3 Sammenfatning	8
3	PRØVEEMNER	9
	3.1 Forme	9
	3.1.1 Overfladeareal og rumfang	9
	3.1.2 Deformerbarhed	10
	3.1.3 Tæthed	10
	3.2 Endelukke	11
	3.3 Udstøbning	13
4	TERMOBAD	15
	4.1 Termostatvæske	15
	4.2 Temperaturstabilitet	16
	4.2.1 Temperaturstigning	17
5	DATAOPSAMLING	19
	REFERENCER	20
	BILAG	21

1 INDLEDNING

Denne rapport beskriver et specielt udviklet forsøgsudstyr til måling af autogen deformation i cementpasta; dvs. cementpastas frie deformation uden stofudveksling med omgivelserne ved konstant temperatur.

Forsøgsopstillingen omfatter et dilatometer, anbragt i et termostatbad. Dilatometret er indrettet til samtidig måling af 3 emner.

Forsøgsudstyrets grundelementer stammer fra en tidligere opstilling /2/. Under nærværende projekt er der sket en ombygning og videreudvikling, som muliggør måling kort tid efter blanding; pastaen er på dette tidspunkt endnu plastisk.

Per Grøndahl ved TOTAX Plastic i Trørød takkes for levering af de anvendte formrør.

Rapporten er udført som en del af mit licentiatstudium ved LBM.

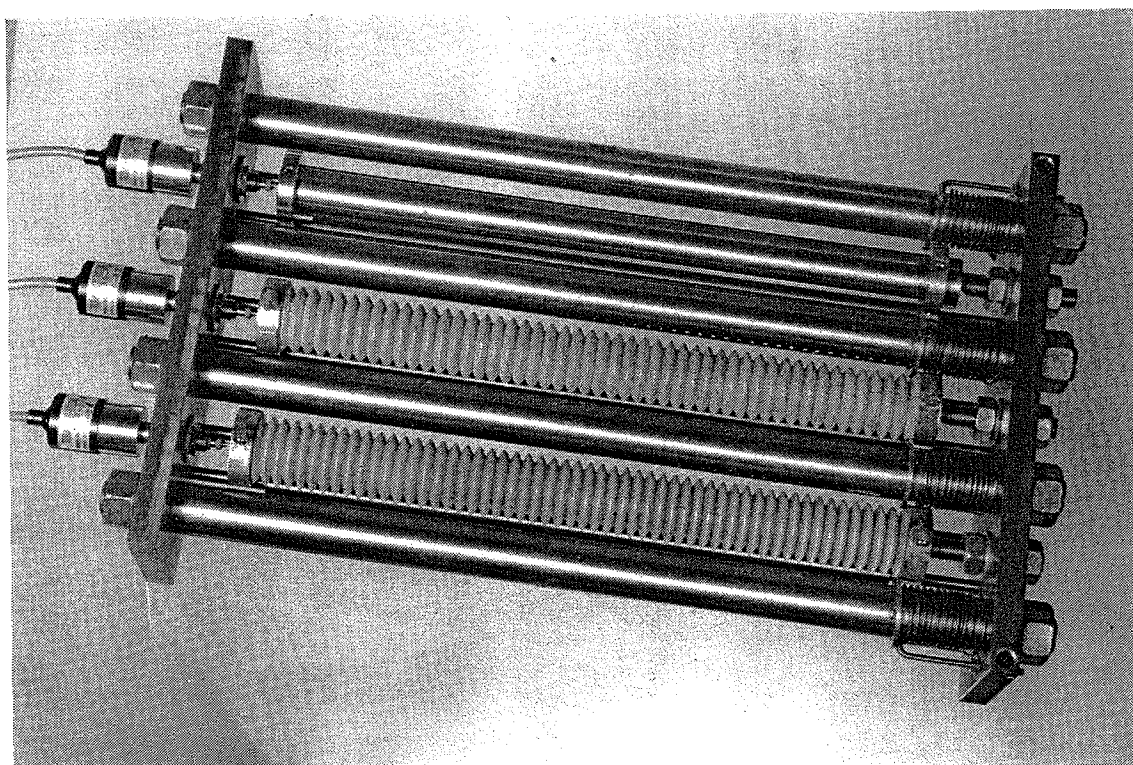
Juni 1992

Ole Mejlhede Jensen

2 DILATOMETER

2.1 Opbygning

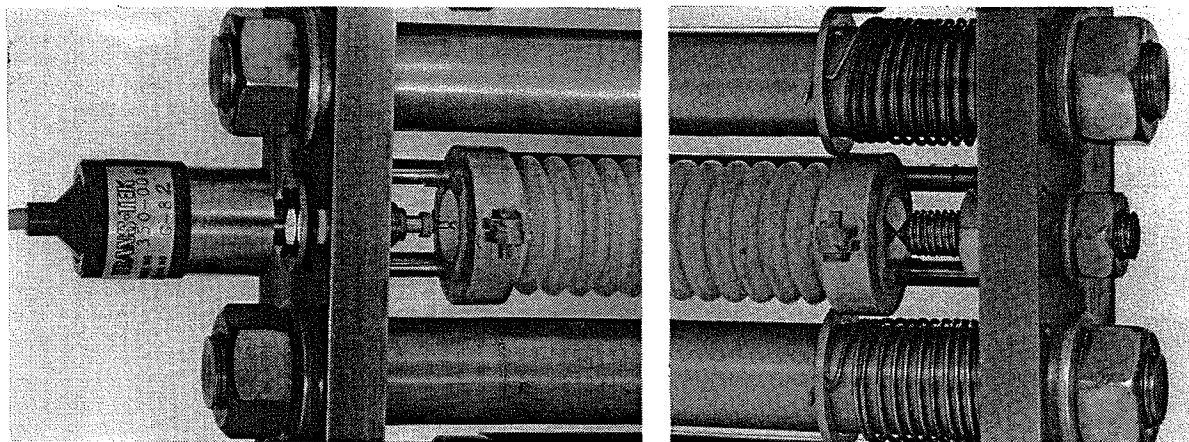
Figur 1 og arbejdstegning, vedlagt som bilag VI, viser udformningen af dilatometret. Dilatometret er opbygget af 2 endeplader i stål, som er fastholdt af 4 stk Ø22 mm massive stænger af invar. De 4 invarstænger sikrer mekanisk stabilitet og reducerer temperaturdeformationer af rammen; invar er det metal som har den lavest kendte temperaturudvidelseskoefficient, ca. 1/10 af stål. Øvrige egenskaber fremgår af datablad for den benyttede invar, bilag I.



Figur 1. Dilatometret med 2 prøveemner og referencestang.

Hvert prøveemne hviler på 2 langsgående bærestænger i stål. Bærestængerne er monteret i endepladerne således, at de kan glide i længderetningen men er fikseret mod tværbevægelser.

Prøveemnerne fastholdes i den ene ende mod stopbolte i invar. Dette sker ved hjælp af spiralfjedre omkring invarstængerne. Påmonterede ringe griber bag om prøveemnets endelukke, hvorved det fastholdes mod stopbolten. Den øvrige del af prøveemnet glider frit på bærestængerne. I den modsatte ende aftastes prøveemnet af en flytningstransducer, se Figur 2.



Figur 2. Prøveemnet fastholdes i den ene ende ved hjælp af spiralfjedre omkring invarstængerne, som vist til højre. I den modsatte ende aftastes længdeændringer af en flytningstransducer, som vist til venstre.

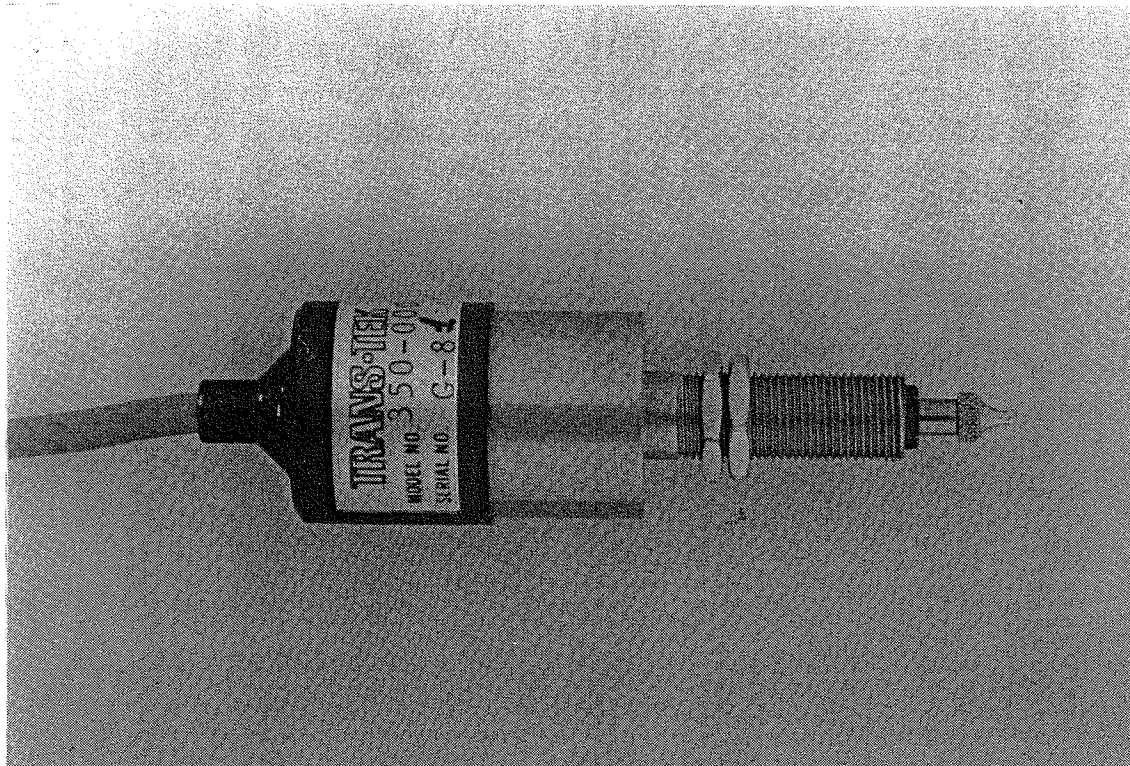
Prøveemnets placering kan ved montage justeres både ved flytning af stopbolten og transduceren.

Dilatometret hviler på 3 pinolskruer og er dermed statisk bestemt.

2.2 Transducere

Prøveemnerens længdeændring aflæses af 3 TRANS-TEK flytnings-transducere model 350-000. Disse virker ved et induktionsprincip. Transducerspidsen er fjedrende, således at den følger emnets længdevariationer. Fjederkraften fra transduceren er forsvindende, max ca. 0.5 N. Se Figur 3.

Transducerens elektriske komponenter er indstøbt i epoxy. Disse kommer således ikke i kontakt med termostatvæsken, se afsnit 4.1.



Figur 3. De anvendte flytningstransducere af typen TRANS-TEK 350-000 virker ved induktionsprincippet.

2.2.1 Kalibrering

De benyttede transducere er kalibreret ved brug af mikrometerskrue. Som det fremgår af Tabel I er i alt foretaget 4 samlede kalibreringer. Transducernes hældningskoefficienter er angivet som mV outputspænding pr. mm længdeændring pr. V inputspænding (mV/mm/V), idet producenten angiver, at outputspændingen er proportional med inputspændingen.

Nr	Dato	Hældningskoefficienter (mV/mm/V)			Inputspænding V
		G81	G82	G83	
1	Maj 1988	165.4	163.4	161.5	24.01
2	Juli 1988	159.0	157.4	156.8	9.75
3	Oktober 1991	160.1	157.9	158.1	9.92
4	November 1991	160.8	159.2	158.5	9.94
5	Februar 1992	155.7	152.8	151.3	7.25

Tabel I. Hældningskoefficienter for de anvendte transducere bestemt ved lineær regression.

Kommentarer:

Nr. 1: Ifølge producentens "calibration record" jvf. bilag II. Baseret på 1 gennemløb ± 1.3 mm omkring transducerens 0-signal i spring på 0.25 mm.

Nr. 2: Kalibreret i luft ved stuetemperatur. Baseret på 3 dobbelte gennemløb ± 1 mm omkring transducerens 0-signal i spring på 0.1 mm. (kalibreringsopstillingen er adskilt og samlet efter hver dobbelt gennemløb).

Nr. 3: Kalibreret i luft ved stuetemperatur. Baseret på 2 dobbelte gennemløb ± 1.5 mm omkring transducerens 0-signal i spring på 0.1 mm.

Nr. 4: Kalibreret med transducerne neddyppet i termostatvæske ved 30°C. Baseret på 4 dobbelte gennemløb ± 1.5 mm omkring transducerens 0-signal i spring på 0.1 mm. Disse værdier er anvendt under nærværende projekt.

Nr. 5: Kalibreret med transducerne neddyppet i termostatvæske ved 30°C. Baseret på 1 dobbelt gennemløb ± 2.0 mm omkring transducerens 0-signal i spring på 0.5 mm. Disse værdier er anvendt under nærværende projekt.

Transducernes linearitet er særdeles god: laveste korrelationskoefficient, som er bestemt ved kalibrering nr. 2, er 0.99998 /2/. Endvidere kan der ikke konstateres nogen hysteres /2/. Som det ses af Tabel I er hældningskoefficienten upåvirket af temperaturændringer og neddykning i termostatvæske. Selv over en periode på 3 år er den maximale ændring i hældningskoefficient ved uændret inputspænding ca. 1%.

Transducerens opløsning af længdeændring til outputsignal er uendelig stor. Pga. opløsningsunøjagtighed i dataloggerens voltmeter er aflæsningsnøjagtigheden på transducersignalet ved fuldt udslag 0.5 mV svarende til ca. 0.3 μ m.

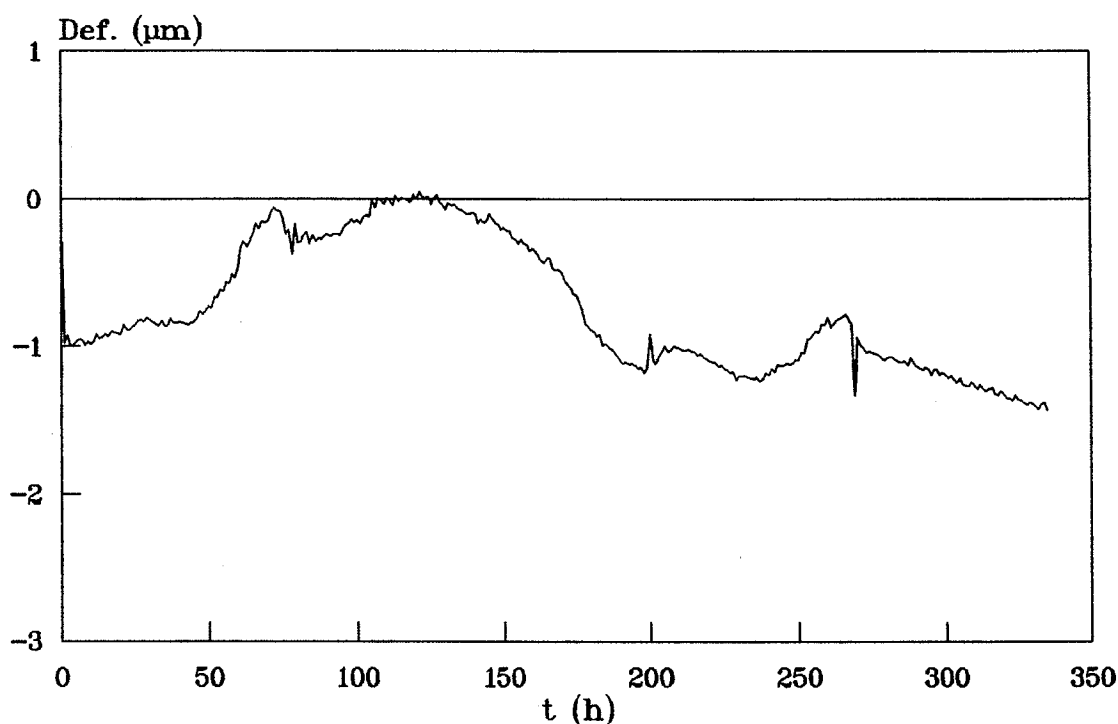
Datablad for de anvendte transducere er vedlagt som bilag III.

2.3 Målenøjagtighed

2.3.1 Langtidsstabilitet

Langtidsstabilitet er undersøgt i et tidligere projekt /2/; gennem 5 uger blev målt på en invar-referencestang ved 30°C. De registrerede deformationer udgjorde 1.5 µm.

Da invar-referencestangens længde er uforandret gennem målingen, skyldes dette formodentlig drift i elektronikken. For at kontrollere denne drift er en invar-referencestang under alle målinger anbragt i dilatometret, se Figur 1. Et måleforløb på denne er vist som eksempel i Figur 4.



Figur 4. Måling på invar-referencestang gennem 2 uger - simultant registreret ved deformationsmåling på 2 prøveemner.

De målte deformationer over 2 uger på invar-referencestangen udgør typisk nogle få µm.

2.3.2 Stødstabilitet

Stabilitet over for mekaniske stødpåvirkninger er undersøgt i et tidligere projekt /2/. Med monterede prøveemner bankes på dilatometret med en skruenøgle, og målesignalet ændres observeres. Ved denne påvirkning ændres signalet med højst 1 µm. Gentagne påvirkninger medfører ikke yderligere ændringer.

Denne værdi for stødstabilitet for den nuværende måleopstilling er bekræftet; da opstillingen med monterede prøveemner blev

flyttet til et andet lokale, var den største ændring af målesignalet $0.6 \mu\text{m}$.

2.3.3 Sammenfatning

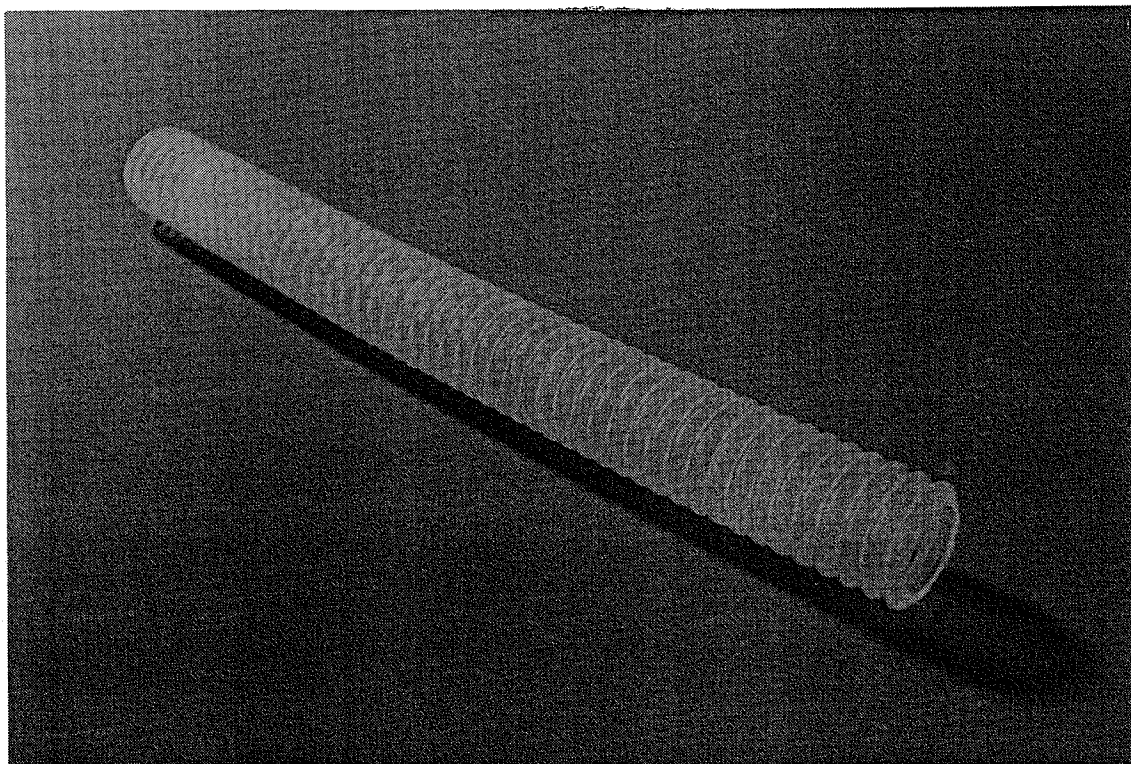
Ud fra de gennemførte afprøvninger kan der ikke gives en fuldstændig beskrivelse af forsøgsudstyrets målenøjagtighed. Denne størrelse vil være sammensat af flere bidrag: bl.a. aflæsningsnøjagtighed på transducersignal, stødstabilitet og drift i elektronik. Specielt drift i elektronik er vanskelig at forudsige. Dette vil især påvirke langtidsmålenøjagtigheden; målinger med få timers mellemrum vil kun i ringe omfang berøres heraf.

Hovedsagelig baseret på drift i elektronik, ansættes måleusikkerheden på 2-ugers forsøg, overslagsmæssigt til $3 \mu\text{m}$. Dette svarer til $10 \mu\text{strain}$, idet prøveemnerne er ca. 300 mm lange.

3 PRØVEEMNER

3.1 Forme

Formene er trekantkorrugerede rør af lavdensitet polyethylen. Rørets dimensioner er: ydre diameter: 29 mm, lysning: 20 mm, vægtykkelse: 0.5 mm, ribbeafstand: 5.7 mm, længde: 290 mm svarende til 51 ribber. Se Figur 5.



Figur 5. De anvendte forme er trekantkorrugerede polyethylenrør. De fremstilles ved kombineret ekstrudering og blæsestøbning.

3.1.1 Overfladeareal og rumfang

Overfladeareal, A , og rumfang, V , beregnes som for et omdrejningslegeme:

$$A = 2 \cdot 2\pi \cdot \int_0^{2.85} \left(\frac{20.5}{2} + x \cdot \frac{8.5}{5.7} \right) \cdot dx = 2 \cdot 2\pi \left[\frac{20.5}{2} x + \frac{1}{2} x^2 \cdot \frac{8.5}{5.7} \right]_0^{2.85}$$

$$= 443 \text{ mm}^2 \text{ pr. ribbe}$$

$$V = 2 \cdot \pi \cdot \int_0^{2.85} \left(\frac{20}{2} + x \cdot \frac{8}{5.7} \right)^2 \cdot dx = 2 \cdot \pi \cdot \int_0^{2.85} \left(100 + 20x \cdot \frac{8}{5.7} + x^2 \cdot \frac{64}{5.7^2} \right) \cdot dx$$

$$= 2 \cdot \pi \left[100x + \frac{160}{5.7} \cdot \frac{1}{2} x^2 + \frac{64}{5.7^2} \cdot \frac{1}{3} x^3 \right]_0^{2.85} = 2602 \text{ mm}^3 \text{ pr. ribbe}$$

Overfladeareal og rumfang af røret (51 ribber) er derfor: 226 cm² og 133 cm³.

3.1.2 Deformerbarhed

Korrugeringen medfører god deformerbarhed i længderetningen. Ved et belastningsforsøg er fjederkonstanten bestemt til ca. 50 N/(m/m). Sættes overslagsmæssigt en øvre grænse for de deformationer, der skal måles til 1%, svarer dette til en kraft på 0.5 N. Den maximale spænding i pastaen bliver herved $0.5 / (10^2 \cdot \pi) \approx 0.001$ MPa. Dette antages at være ubetydeligt.

3.1.3 Tæthed

Efter Ficks lov kan vanddampdiffusionen gennem plastrørets væg beregnes ved:

$$q = \frac{p_1 - p_2}{Z} = \frac{4242 - 0 \text{ Pa}}{10^{12} \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 4.2 \cdot 10^{-9} \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$$

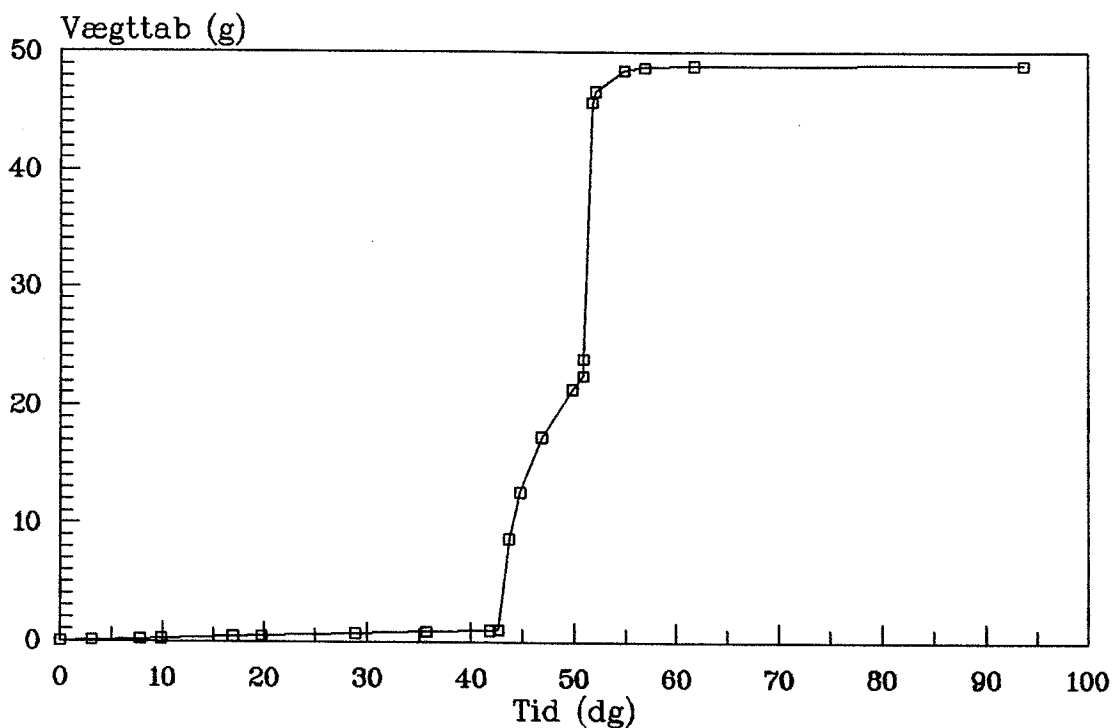
hvor vanddamppartialtrykket i cementpastaen, p_1 , er angivet ved 30°C, 100% RF og det ydre vanddamppartialtryk, p_2 , på den sikre side er sat til 0 Pa. Tabelværdier for p og Z er fra /1/.

Den totale fordampede mængde gennem 2 uger bliver således regningsmæssigt:

$$Q = q \cdot A \cdot \Delta t = 4.2 \cdot 10^{-9} \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}} \cdot 0.0225 \text{ m}^2 \cdot (14 \cdot 24 \cdot 60^2) \text{ s} \approx 0.1 \text{ g}$$

Vægten af et prøveemne opbevaret i varmeskab ved 30°C er fulgt gennem 40 døgn, se Figur 6. Vægttabet pga. vanddampdiffusion ses at andrage ca. 0.3 g pr. 14 døgn. Med den usikkerhed som Z er behæftet med, svarer dette til den regningsmæssige værdi.

Prøveemnets fordampelige vandmængde ses at være ca. 49 g. Den fordampede vandmængde gennem 2 uger udgør således ca. 0.5%.



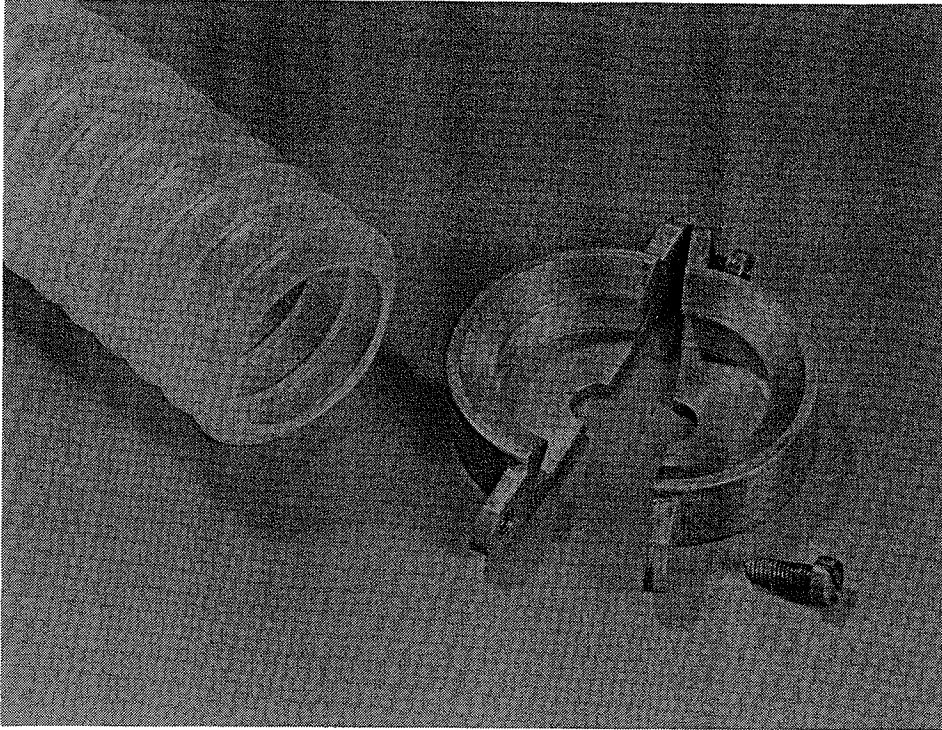
Figur 6. Vægttab af prøveemne ved 30°C (v/c=0.45, 3% mikrosilica). Ved t=43 døgn er emnet afformet og ved t=51 døgn anbragt ved 105°C. Prøveemnet er udstøbt 4 døgn før t=0.

Under svindforsøgene er prøveemnerne nedsænket i et bad af polyalkylen glykol. Hvordan dette modificerer vandtabet vides ikke.

Under de givne forsøgsbetingelser må formene anses for at være tætte. Vandtabet gennem formene er ubetydeligt.

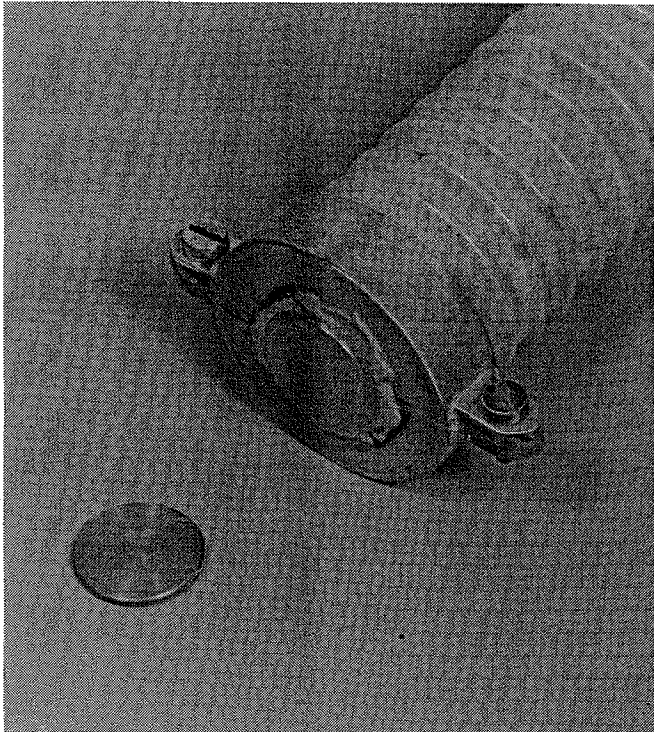
3.2 Endelukke

Endelukket, som er vist i Figur 7, er tilvirket i M58 messing (Yellowmetal). Det er adskilleligt og har en indvendig korrugeret. Endelukket er i let understørrelse, således at det slutter fast omkring plastrørets ribber.



Figur 7. Adskilleligt endelukke i messing. Endelukket er indvendigt korrugeret, således at det slutter fast omkring plastformen.

Endelukket er forsynet med et centrisk hul for efterfyldning af cementpasta. Efter udstøbning fastnes en Ø15 mm messingskive til endelukket. Denne tjener som plan anlægsflade for transducer og stopbolt. Skiven fastgøres med et tyndt lag 2-komponent sammenføjningsmasse af mærket "Plastic Padding, Chemical metal". Denne gennemhårder i løbet af ca. 15 minutter, jvf. vedlagte datablad, bilag IV. Et færdigmonteret endelukke er vist i Figur 8.



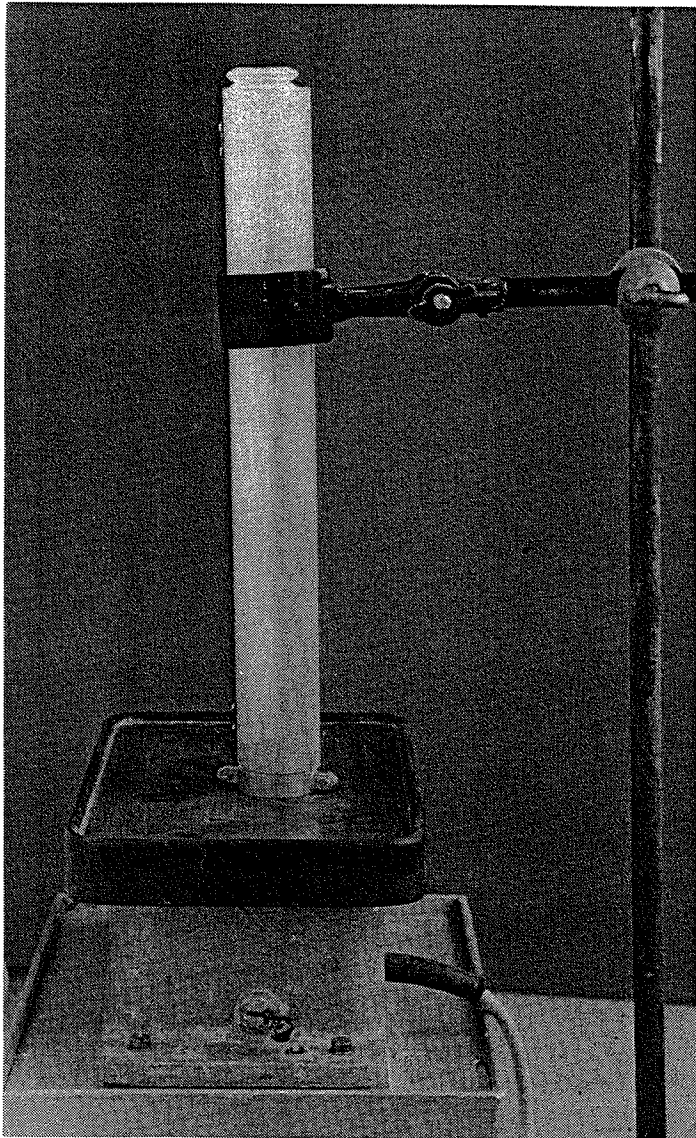
Figur 8. Færdigmonteret endelukke. Endelukket samles med skruer i sammenspændingsflangerne. Som plan anlægsflade monteres en messingskive på endelukket.

3.3 Udstøbning

Udstøbning af formrør sker på vibreringsbord. Dette mindsker mængden af indkapslet luft ved formrørets ribber. Det ene endelukke er monteret med anlægsskive før udstøbning. Efter opfyldning af formen monteres det andet. Af hensyn til placering i dilatometret anbringes de 2 endelukkers sammenspændingsflanger i samme plan, jvf. Figur 2. Eventuel efterfyldning af formen kan ske gennem endelukkets efterfyldningshul, se Figur 7. Sluttelig fastgøres anlægsskiven.

Efter en kortvarig hældning af Plastic Paddingen anbringes prøveemnerne i dilatometret.

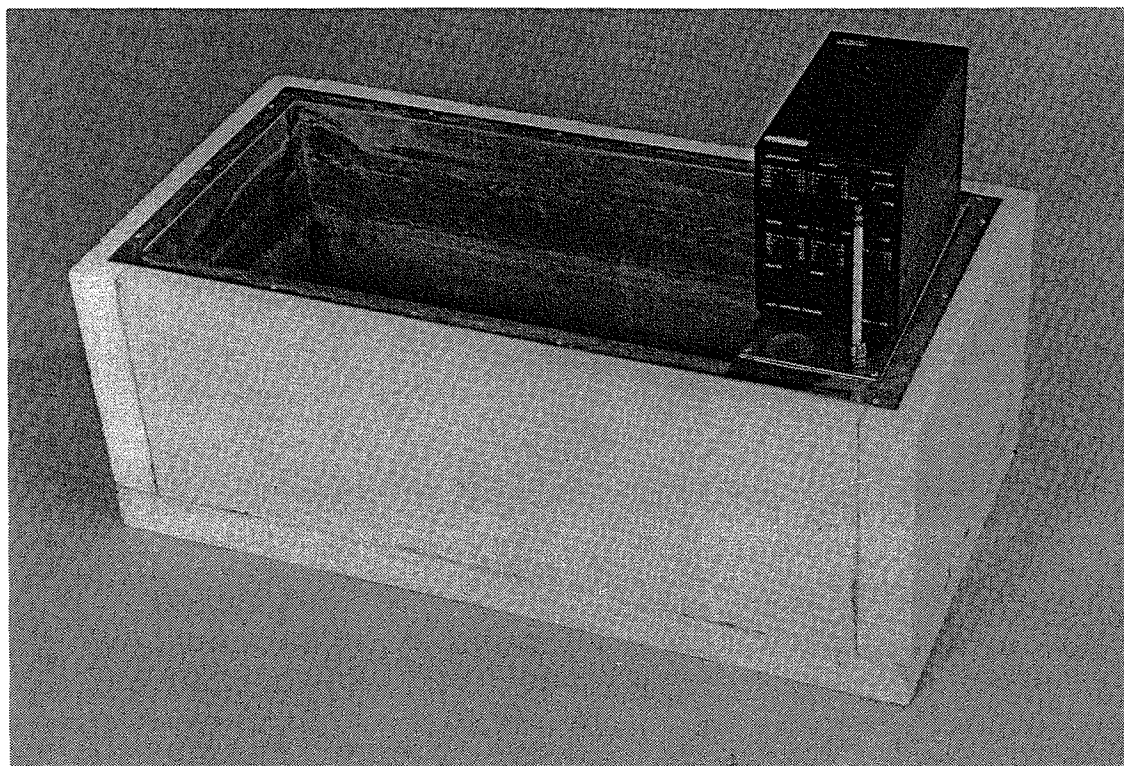
Udstøbning på vibreringsbord er vist i Figur 9. Da formrøret er meget fleksibelt, anbringes det i et oplukkeligt rør under udstøbningen.



Figur 9. Udstøbning af form på vibreringsbord. Formen støttes under udstøbningen af et oplukkeligt rør.

4 TERMOBAD

Det anvendte termobad består af et 40 liter HETO TC termokar samt en termostat af typen HETOTERM 02PG623, se Figur 10. En indbygget pumpe sørger for cirkulation af termostatvæsken. En påsat slange er arrangeret, således at væskestrømmen cirkulerer i termokarret.



Figur 10. Termokar HETO TC monteret med termostat HETOTERM 02PG623.

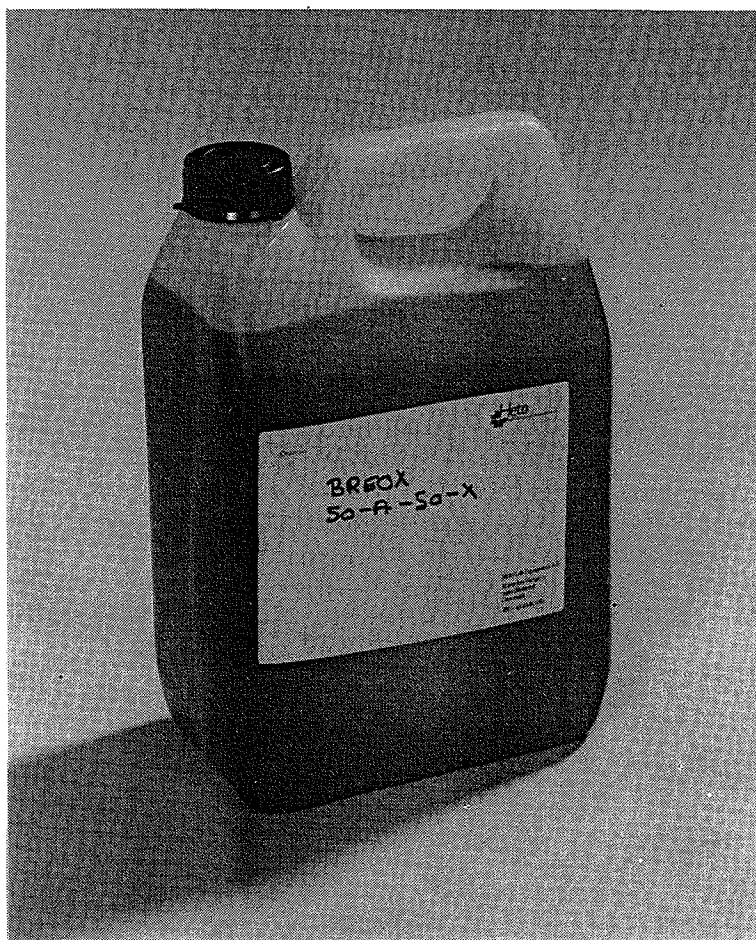
Med afbrudte varmelegemer vil varme fra cirkulationspumpen hæve temperaturen til ca. 31°C. Vand ved ca. 25°C ledes derfor igennem en kobberspiral anbragt i termobadet. Herved opnås et varmetab som termostaten kan arbejde imod.

Temperaturstabiliteten for den nævnte kombination af termostat og termokar er af producenten angivet til $\pm 0.05^{\circ}\text{C}$.

4.1 Termostatvæske

Den anvendte termostatvæske er en polyalkylen glycol (PAG) af mærke Breox-50A-50X, se Figur 11. Dette er en gennemsigtig, orangefarvet væske med fedtethed og konsistens som madolie. Da PAG er fuldstændig blandbar med vand, rengøres indsmurte genstande simpelt ved afskylning.

Sammenlignet med vand besidder PAG en række fordelagtige egenskaber. PAG har meget lav elektrisk ledningsevne. Dette medfører, at uisolerede termoelementer, som er neddyppet i væsken, kan aflæses "single-ended" uden forstyrrelser. Endvidere hæmmes korrosion. PAG's fordampningshastighed er ubetydelig. Herved undgås fordampningshæmmende plastkugler på væskeoverfladen. Dette ville vanskeliggøre nedsænkning og optagning af dilatometret. Friktion mellem forme og bærestænger elimineres af PAG's smørende virkning; friktionen er i øvrigt meget lav (metal-metal og plast-metal). PAG er desuden ugiftig.

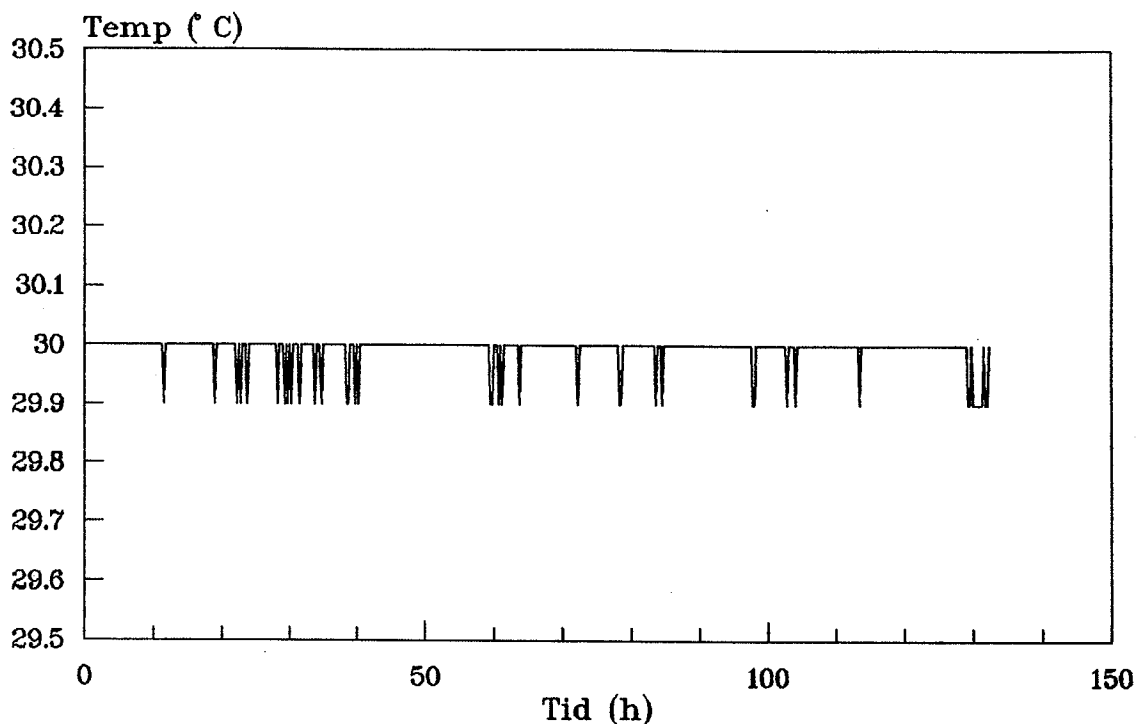


Figur 11. Som termostatvæske er anvendt en polyalkylen glycol af mærke Breox. Denne besidder en række fordelagtige egenskaber sammenlignet med vand.

Produktinformationsblad for termostatvæsken er vedlagt som bilag V.

4.2 Temperaturstabilitet

Temperaturforløbet i midten af et flere døgns gammelt prøveemne er vist i Figur 12. Spidserne skyldes ikke temperaturvariationer på 0.1°C , men kobber-konstantan-termoelementets opløselighed. Prøveemnets temperatur er styret indenfor $\pm 0.05^{\circ}\text{C}$.

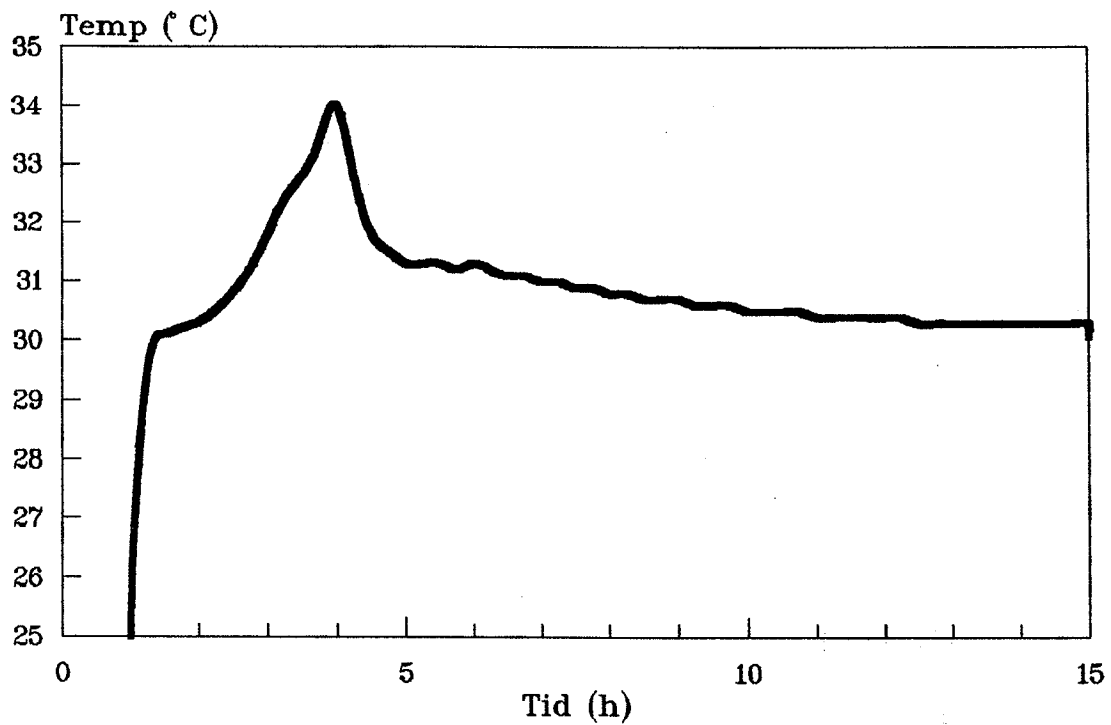


Figur 12. Temperaturforløb i et velhærdet prøveemne anbragt i termobad ved 30°C. Temperaturen er målt med kobber-konstantan-termoelement i midten af prøveemnet.

Termobadets temperatur er jævnligt kontrolleret med et kalibreret kviksølv glastermometer. Temperaturvariationerne ligger indenfor $30.00 \pm 0.05^\circ\text{C}$.

4.2.1 Temperaturstigning

Pga. prøveemnernes køleribbelignende udformning vil de hurtigt komme i termisk ligevægt med termostatvæsken. Figur 13 viser temperaturforløb i midten af en pasta ved $v/c=0.35$ og 3% mikrosilica. Prøveemnet er anbragt i termobadet 1 time efter udstøbning. Allerede efter ca. 15 minutter er temperaturforskellen mellem bad og prøveemne under 1°C . Pga. varmeudvikling ved cementens hydratisering sker dernæst en temperaturstigning i pastaen. Denne når et maksimum på ca. 4°C efter 4 timer.



Figur 13. Temperaturforløb i pasta anbragt i termobad ved 30°C 1 time efter udstøbning. Tid er målt fra blandestart. Temperaturen er målt med kobber-konstantan-termoelement i midten af prøveemnet.

5 DATAOPSAMLING

Målesignaler fra transducere og termoelementer registreres og lagres automatisk af et tilsluttet dataloggerudstyr.

Ved de første kørsler blev anvendt en PC-styret datalogger af mærke MDP 8255. For at gøre måleopstillingen mindre følsom overfor strømafbrydelser blev denne udskiftet med en Campbell Scientific CR10 med batteribackup.

Dataopsamlingen sker pr. 15 min. De lagrede signaler stammer fra 3 flytningstransducere og 6 kobber-konstantan-termoelementer: 4 er monteret på dilatometret i termobadet, 1 i kølebadet og 1 registrerer lokaletemperaturen.

Råmålingerne lagres på diskette i ASCII-format. Bearbejdning af måleresultater foretages med regnearksprogrammel på PC.

REFERENCER

- /1/ E Hagemann
Byggematerialer, grundbog
Polyteknisk forlag, 3 udg. 1981
- /2/ O Mejlhede Jensen
Svind af Fiberarmeret Cementmørtel
Danmarks Ingeniørakademi, DIA-B, FYM, 1988

BILAG

Invar, datablad	I
Calibration record, transducere	II
Transducere, datablad	III
Plastic Padding, datablad	IV
Termostatvæske, produktinformationsblad	V
Arbejdstegning	VI



NILO alloy 36

Copyright © December 1979
 Wiggin Alloys Limited
 Holmer Road, Hereford, England HR4 9SL
 Telephone: 0432 6461
 Telex: 35101

Publication Number 3721
 Reprinted January 1981
 NILO is a trade mark

Note that this information is as complete and accurate as possible at the time of publication. Variations in properties can occur according to production or processing routes; where possible test conditions are described. Where reference is made to the "balance" of a composition it is not guaranteed this is comprised exclusively of the element mentioned but that it predominates and others are present only in minimal quantities.

Material Safety Data Sheets are available on request.

NILO alloy 36 is a binary nickel-iron alloy containing 36% nickel. Its very low thermal expansion coefficient at atmospheric temperature makes it useful for standards of length, measuring tapes and gauges, precision components and pendulum and thermostat rods. It is also used as the low-expansion component in thermostatic bi-metal strip, and in cryogenic engineering.

Specifications

The following national specifications include alloys similar in composition and properties to NILO alloy 36:

DIN 1715
 Stahl-Eisen-Werkstoffblatt 385-57. Ni36.
 Material No. 1.3912.
 AFNOR Pr A54-301 Fe-N36.

Advice on conformity of a particular product form should be sought from our Sales Department.

For customers who prefer to order material to their own specifications, every effort is made to accommodate their requirements by special negotiation.

Available forms

NILO alloy 36 is available as rod, wire and strip. Other forms may be available to special order.

Physical properties

Density 8.13 kg/dm³
Melting point 1430°C
Inflexion point 260°C
Thermal conductivity 10.0 W/m K

Thermal expansion: -

Temperature range °C	Total × 10 ⁻³	Mean linear coefficient × 10 ⁻⁶ /K
-200 - 20	-0.33	1.5
-100 - 20	-0.16	1.3
20 - 100	0.12	1.5
20 - 150	0.26	2.0
20 - 200	0.47	2.6
20 - 250	0.80	3.5
20 - 300	1.54	5.5
20 - 350	2.37	7.2
20 - 400	3.19	8.4
20 - 450	4.01	9.3
20 - 500	4.85	10.1

Electrical resistivity, microhm cm: -

20°C	80
100°C	86
200°C	97
300°C	105
400°C	111
500°C	117
600°C	121

Mechanical properties

Hardness, annealed	140 HV
cold worked	200 – 260 HV
Elastic modulus, E	140 kN/mm ²
Poisson's ratio	0.25

Tensile properties:

(determined on hot rolled and annealed bar)

Temp. °C	Tensile strength N/mm ²	0.1% proof stress N/mm ²	0.2% proof stress N/mm ²	Elongation on 50mm %	Reduction of area %
20	490	230	240	42	70
100	430	170	180	43	70
200	430	110	110	45	70
300	410	93	93	48	70
400	350	93	93	53	70
500	290	85	93	59	69
600	210	70	77	68	67

Heat treatment

For the majority of applications where the alloy may be subjected to a wide range of temperature, such as in thermostatic devices, it is recommended that the alloy be used in the fully annealed condition. A suitable annealing temperature is 850 – 900°C and the time will depend on the form and dimensions. Slow cooling is preferred where practicable.

Where the highest dimensional stability with minimum expansion is required in devices used within the normal range of ambient temperatures, e.g. geodetic tapes and clock pendulums, the following heat treatment is recommended:

- 1) heat to 830°C for 30 minutes and water quench
- 2) re-heat to 300°C for 1 hour and air cool
- 3) re-heat to 100°C for 48 hours and air cool.

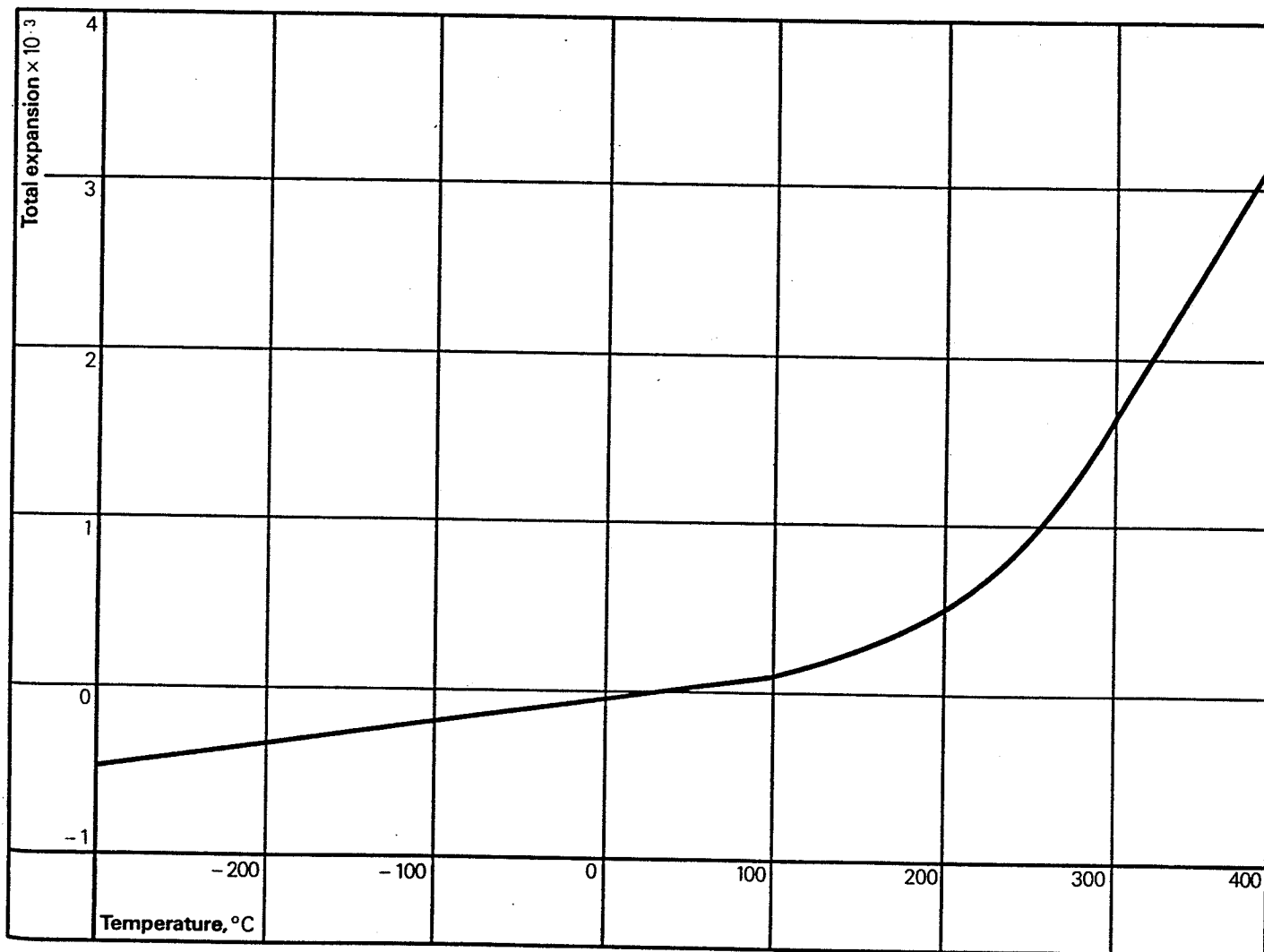
After this treatment the alloy should be fully stable at temperatures up to 100°C.

Protective atmospheres should be used when preheating or annealing.

Fabrication

NILO alloy 36 can be hot- or cold-worked, machined and formed by processes similar to those used for austenitic stainless steels. For specific advice, please consult our Sales Department.

Total expansion of NILO alloy 36



 **WIGGIN ALLOYS LIMITED**
An Inco company

Holmer Road, Hereford, England HR4 9SL

Printed in UK by Orchard & Ind Ltd Gloucester

Route B3 Ellington, CT 06029 (203) 872-8351 Telex 9-9207 (TransTek Ellg)

MODEL # 0350-0000

9-81

Maximum Nonlinearity: 0.441% F.S.
Calculation Method: Best Fit Straight Line Thru Zero
Calculated Line: $Y = \%100.8736 X + 0.0000$
Working Range: +/- .05 inch(es)
Sensitivity: 4.202 VDC / Inch / Volt Input
Tested at: 24.006 VDC Input and > 1 Megohm Output Load

CALIBRATION DATA

POSITION inch(es)	OUTPUT VDC		ERROR
	DATA	ZERO ADJUSTED	% F.S.
-0.0500	-5.0159	-5.0197	-0.2378
-0.0400	-3.9935	-3.9973	-0.3733
-0.0300	-2.9779	-2.9817	-0.4413
-0.0200	-1.9834	-1.9872	-0.3002
-0.0100	-0.9816	-0.9854	-0.2310
0.0000	0.0038	0.0000	0.0000
0.0100	0.9979	0.9941	-0.1451
0.0200	2.0032	1.9994	-0.1790
0.0300	3.0100	3.0062	-0.1982
0.0400	4.0499	4.0461	0.1107
0.0500	5.0920	5.0882	0.4415

Calibrated by: **F. LEBRON**

Date: 7/1/88

Note: Please refer to attached bulletin for additional information
BATCH CODE #880701B100952

Route 83 Ellington, CT 06029 (203) 872-8351 Telex 9-9207 (TransTek Ellg)

MODEL # 0350-0000

482

Maximum Nonlinearity: 0.444% F.S.
 Calculation Method: Best Fit Straight Line Thru Zero
 Calculated Line: $Y = 99.6326 X + 0.0000$
 Working Range: +/- .05 inch(es)
 Sensitivity: 4.150 VDC / Inch / Volt Input
 Tested at: 24.005 VDC Input and > 1 Megohm Output Load

CALIBRATION DATA

POSITION ----- inch(es) =====	OUTPUT VDC -----		ERROR -----
	DATA =====	ZERO ADJUSTED =====	% F.S. =====
-0.0500	-4.9471	-4.9518	-0.2993
-0.0400	-3.9415	-3.9462	-0.3924
-0.0300	-2.9400	-2.9447	-0.4443
-0.0200	-1.9581	-1.9628	-0.2996
-0.0100	-0.9701	-0.9748	-0.2162
0.0000	0.0047	0.0000	0.0000
0.0100	0.9831	0.9784	-0.1800
0.0200	1.9766	1.9719	-0.2082
0.0300	2.9730	2.9683	-0.2076
0.0400	3.9974	3.9927	0.0742
0.0500	5.0306	5.0259	0.4443

Calibrated by: **E. LEBRON**

Date: 7/1/88

Note: Please refer to attached bulletin for additional information



CALIBRATION RECORD

Route 83 Ellington, CT 06029 (203) 872-8351 Telex 9-9207 (TransTek Ellg)

MODEL # 0350-0000

483

Maximum Nonlinearity: 0.398% F.S.
Calculation Method: Best Fit Straight Line Thru Zero
Calculated Line: $Y = 98.5015 X + 0.0000$
Working Range: +/- .05 inch(es)
Sensitivity: 4.102 VDC / Inch / Volt Input
Tested at: 24.012 VDC Input and > 1 Megohm Output Load

CALIBRATION DATA

POSITION ----- inch(es) =====	OUTPUT VDC -----		ERROR -----
	DATA =====	ZERO ADJUSTED =====	% F.S. =====
-0.0500	-4.5644	-4.5643	0.3980
-0.0400	-3.9558	-3.9557	0.1585
-0.0300	-2.9471	-2.9470	-0.0819
-0.0200	-1.9650	-1.9649	-0.0523
-0.0100	-0.9753	-0.9752	-0.1000
0.0000	-0.0001	0.0000	0.0000
0.0100	0.9681	0.9682	-0.1705
0.0200	1.9456	1.9457	-0.2466
0.0300	2.9158	2.9159	-0.3971
0.0400	3.9105	3.9106	-0.2988
0.0500	4.9104	4.9105	-0.1477

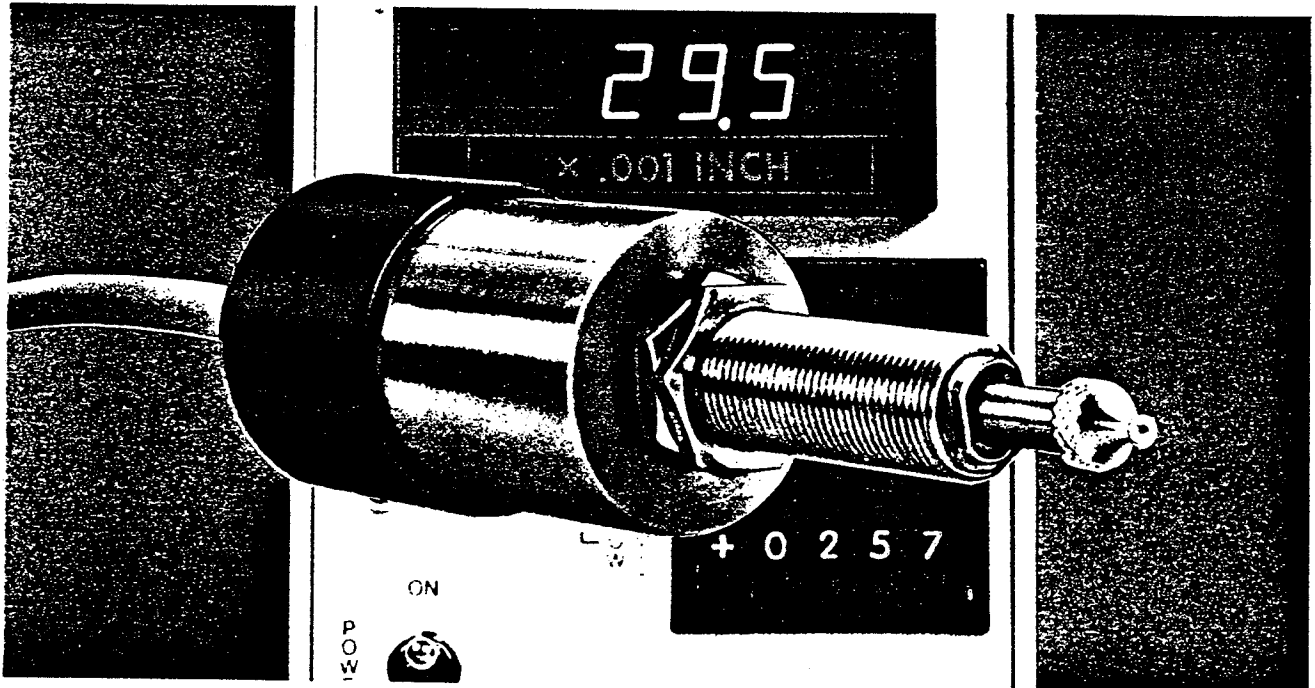
Calibrated by: **F. LEBRON**

Date: 7/5/88

Note: Please refer to attached bulletin for additional information
BATCH CODE #880705B071625

GAGING TRANSDUCER DC-DC SERIES 350

6 TO 28 VOLT EXCITATION



FOR A DC VOLTAGE OUTPUT PROPORTIONAL TO DISPLACEMENT

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> DC in, DC out | <input type="checkbox"/> Stepless output |
| <input type="checkbox"/> Adjustable scale factor | <input type="checkbox"/> Excellent repeatability |
| <input type="checkbox"/> No phasing, harmonic or quadrature null problems | <input type="checkbox"/> High output |
| <input type="checkbox"/> Polarity protected | <input type="checkbox"/> Up to 6" range |
| <input type="checkbox"/> Zero hysteresis | <input type="checkbox"/> Extreme linearity |

DESCRIPTION

The TRANS-TEK Series 350 displacement transducer is an integrated package consisting of a spring load spindle, precision linear variable differential transformer, a solid state oscillator, and a phase-sensitive demodulator.

The transducer is designed to combine in a compact but rugged package the achievement of excellent linearity, infinite resolution, and high sensitivity. The phasing, quadrature null and harmonic problems often experienced with AC differential transformers are eliminated.

Input and output circuits are electrically isolated from each other and from the coil assembly housing, making them usable directly in floating or ground return systems. DC indicators, recorders, and control systems can usually be driven directly by the large DC output. The spindle, when displaced axially within the coil assembly, produces a voltage change in the output directly proportional to the displacement.

PRINCIPLE OF OPERATION

The oscillator converts the DC input to AC, exciting the primary winding of the differential transformer. Voltage is induced in the secondary windings by the axial core position. The two secondary circuits consist of a winding, a full-wave bridge, and an RC filter.

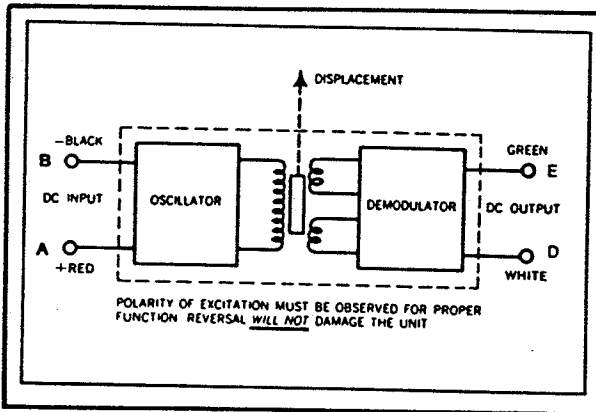
The circuits are connected in series opposition so that the resultant output is a DC voltage proportional to core displacement from the electrical center. The polarity of the voltage is a function of the direction of the core displacement with respect to the electrical center.

APPLICATION

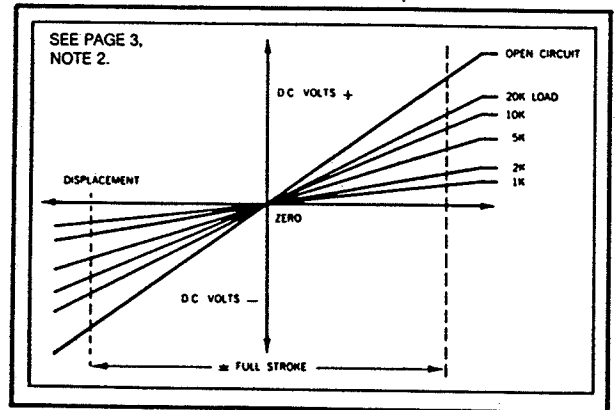
Series 350 gaging transducers are recommended for single and multipoint gauging in automatic test stations, machine control, strain measurement or any physical function which can be translated into a linear displacement.

CONSTRUCTION

All materials have been selected to achieve optimum performance. The micro finished spindle is mounted on precision bearings and is capable of supporting large side thrust. Oscillator-demodulator components are individually selected to assure reliability and are carefully encapsulated with the coil assembly in epoxy resin.



CIRCUIT DIAGRAM



DISPLACEMENT VS. OUTPUT DIAGRAM

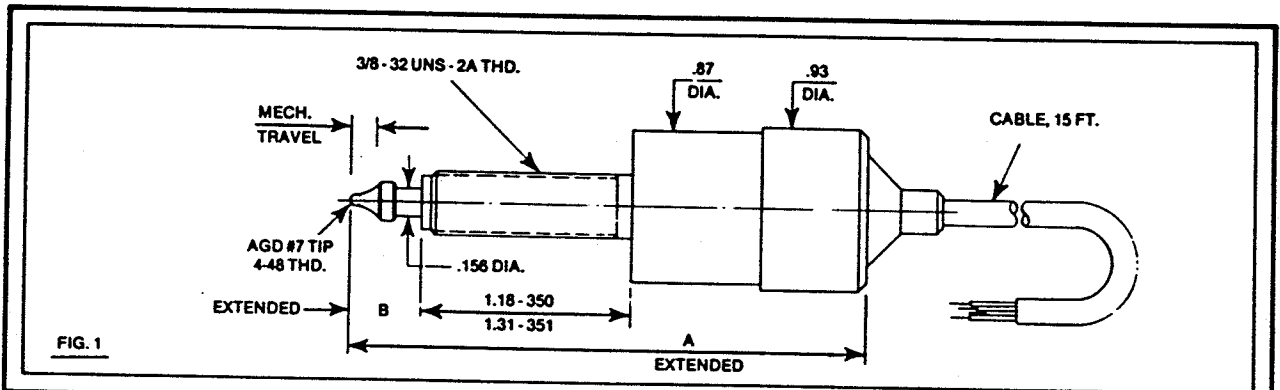


FIG. 1

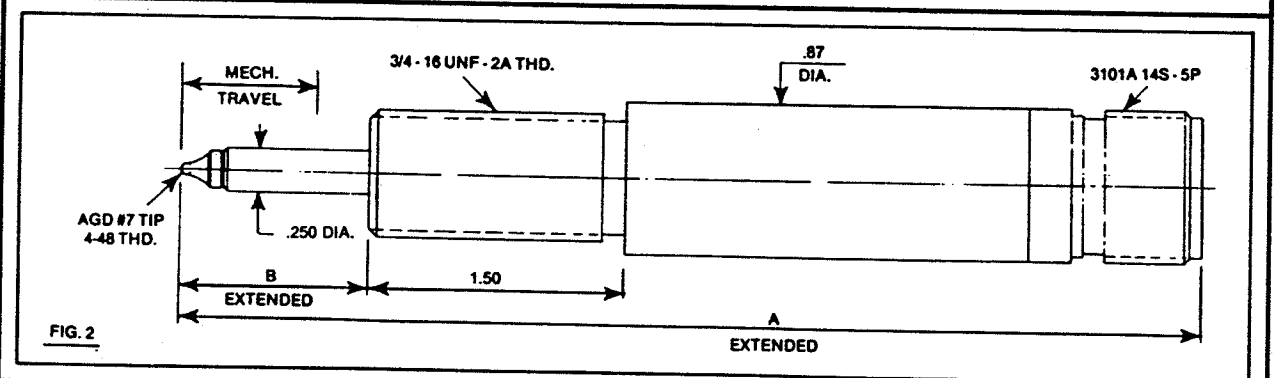


FIG. 2

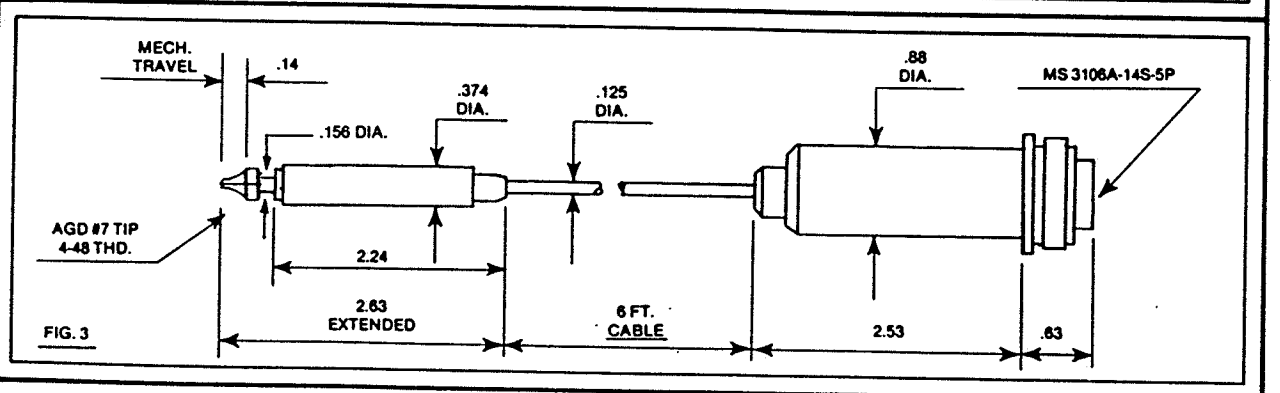


FIG. 3

DIMENSIONAL DIAGRAMS

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Model Number	350-000	350-010	351-000	352-000	353-000	354-000	355-000	356-000
Range, working	± 0.050	± .050	± .100	± .250	± .500	± 1.00	± 2.00	± 3.00
Mechanical Travel	.14	.14	.31	.75	1.25	2.25	4.25	6.25
Input, Volts DC	6.0 Min. to 28 Max.							
Output, full scale DC ± (nom.) open circuit @ 6 V. input	1.2	1.2	2.1	1.6	3.0	4.3	4.0	3.1
@ 15 V. input	3.0	3.0	5.4	4.2	7.5	10.8	10.0	7.8
@ 24 V. input	5.0	5.0	9.0	7.0	12.5	18.0	16.0	13.0
@ 28 V. input	5.6	5.8	10.1	7.9	14.0	20.3	18.7	14.6
Input current (nom.)	6.3 ma @ 6 V. input to 48 ma @ 28 V. input							
LINEARITY % FULL SCALE OVER TOTAL WORKING RANGE (NOTE 1)	± 0.5	± 0.5	± 0.5	± 0.5	± 0.5	± 0.5	± 0.5	± 0.5
Internal carrier Freq. Hz. Nom. greater than	13000	13000	12000	3600	3400	3200	1500	1400
% Ripple (RMS) nom.	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0
Output impedance (ohms) (Note 2)	2500	2500	3500	5200	5500	5600	5500	5600
Temperature Range	- 65° F. to + 200° F.							
Resolution	Infinite							

Note 1 — Linearity is defined as the deviation from the best straight line passing thru zero, is less than 0.5% of the total full scale output over the total working range. ex. (Model 354-000 total working range is 2.00 inches)

Note 2 — Load resistance under 50 K may degrade linearity. Curves in Displacement Vs. Output Diagram on Page 2 are for reference only. Output may be short circuited indefinitely without damage to LVDT.

PHYSICAL SPECIFICATIONS

Figure	1	3	1	2	2	2	2	2
A, Dimension	3.15	—	3.54	9.89	10.89	15.31	25.43	35.02
B, Dimension	.40	—	.55	1.42	1.42	2.42	4.75	6.75
Tip Force Max.	2 oz.	2 oz.	6 oz.	11 oz.	15 oz.	17 oz.	45 oz.	48 oz.
Weight, gms.	200	104	207	239	275	372	625	845

ACCESSORIES

Transducers terminated as in Fig. 1 can be supplied as follows:

Modified Cable Nominal 15 ft. input/output cable can be supplied in any length to 100 ft., specify length.

#C03-008 Connector Input/output cable is terminated in MS 3106A-14S-5P connector.

#C00-009 Extension Cable Vinyl jacketed shielded interconnecting cable terminating in MS 3101A-14S-5S (mates with MS 3106A-14S-5P) and MS 3106A-14S-5P (shield tied to pin #C at this end only), nominally supplied in 15 ft. length; any length available to 100 ft., specify length.

Transducers terminated as in Fig. 2 can be supplied as follows:

#C03-007 Connector MS 3106A-14S-5S (mates with MS 3101A-14S-5P and MS 3106A-14S-5P) with cable clamp AN 3057-6 and bushing MS 3420-6.

#C00-008 Extension Cable Vinyl jacketed shielded interconnecting cable terminating in MS 3106A-14S-5S (mates with MS 3101A-14S-5P) and MS 3106A-14S-5P (shield tied to pin #C at this end only), nominally supplied in 15 ft. length; any length available to 100 ft., specify length.

Transducers terminated as in Fig. 3 can be supplied as follows:

#C03-027 Connector MS 3101A-14S-5S (mates with MS 3106A-14S-5P) with cable clamp and bushing.

#C00-009 Extension Cable — as above.

MODIFICATIONS

Transducers for special application are available. Consult TRANS-TEK, INC. on your particular requirements. Some longer stroke units are available as standard non-stocked items.

ORDER PLACEMENT

United States: orders should be made out to TRANS-TEK, INC., sent in care of your local TRANS-TEK representative, or directly to TRANS-TEK, Route 83, Ellington, Ct. 06029.
International: contact your local TRANS-TEK representative.

WARRANTY

All TRANS-TEK transducers are warranted against defective materials and workmanship for one year.

NOTES

All specifications and prices subject to change without notice. Contact TRANS-TEK for quantity discount prices available on all models. (For areas beyond the United States . . . contact the international representative.)

TRANS-TEK'S PRODUCTS ARE MARKETED NATIONALLY AND INTERNATIONALLY THROUGH OUR SALES REPRESENTATIVE SYSTEM.



Printed in U.S.A.

TRANS-TEK
INCORPORATED

Route 83, Ellington, Connecticut 06029 (203) 872-8351
TELEX 9-9207 TRANS-TEK ELLG



CHEMICAL METAL

Til stærke reparationer og sammenfø-
ninger af træ, sten, jern o. lign. eller til
udfyldning (spartling) hvor hårde overfla-
der ønskes. Svær at slibe med hånd-
værktøj.

Plastic Padding "CHEMICAL METAL"
leveres i to tuber: pasta og hærdet. Når
indholdet blandes sammen hærdet
Plastic Padding "CHEMICAL METAL"
helt igennem på ca. 10 minutter i stue-
temperatur.

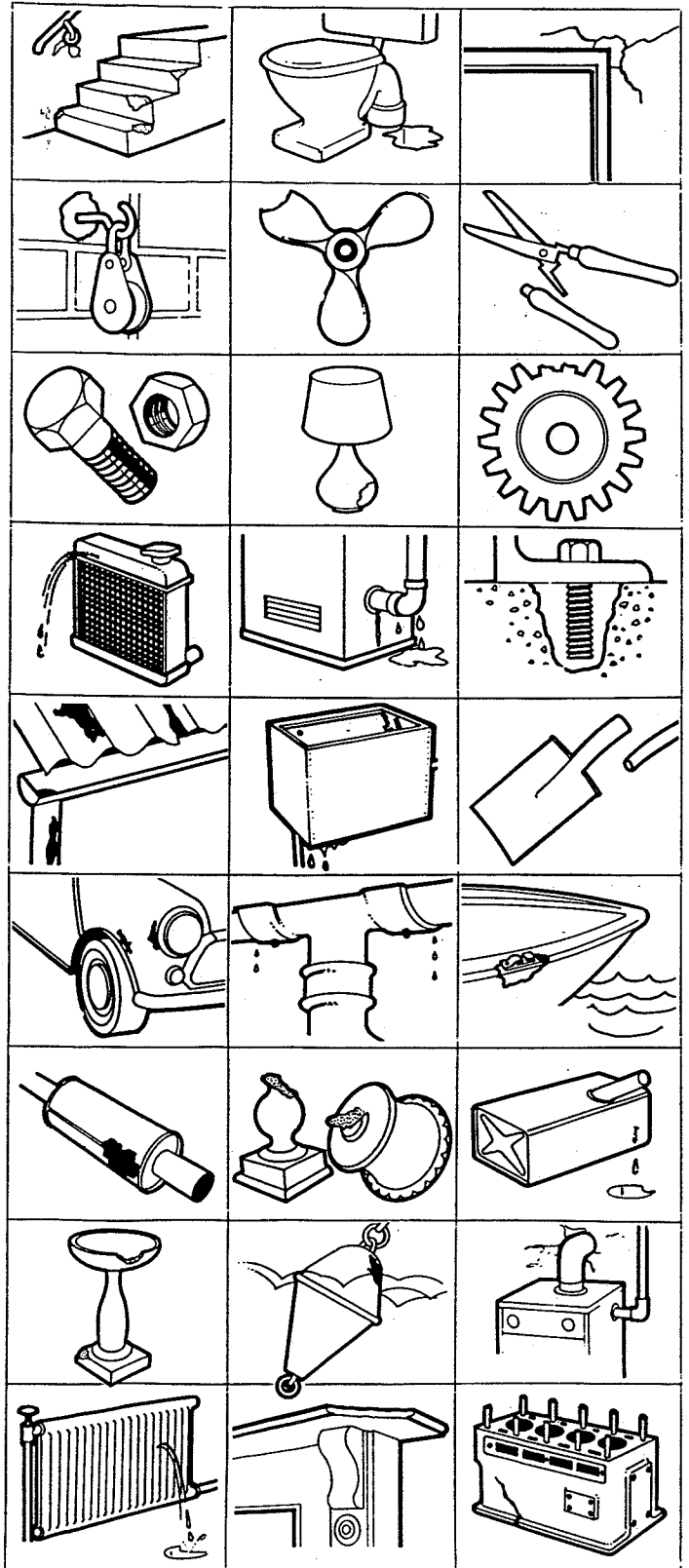
BRUGSANVISNING

1. Forudsætningen for en vellykket repara-
tion er absolut rene reparationsoverfla-
der uden snavs, støv, olie, fedt, voks el.
lign. Vask med fortynder el. lign. Slib ger-
ne rent med groft sandpapir.
2. Sammenblanding: Stik hul på membra-
nen på hærdertuben med bagsiden af tu-
behætten. Tryk en lige lang streng af
begge tuberne ud på en blandeplade og
bland omhyggeligt. Anvendes for meget
hærdet forringes Plastic Paddings egen-
skaber. Hærdertuben indeholder ca 30%
mere hærdet end der bør anvendes til
pastatuben. Bland ikke mere sammen
end der anvendes indenfor ca. 5 min.
3. Applicering: Læg et tyndt lag Plastic
Padding på ved at skrabspartle sådan at
Plastic Padding trænger ned i slibespo-
rene. Sæt de stykker sammen som skal
forenes og lad Plastic Padding hærdet.
Gælder det en udfyldning - fyld op umid-
delbart efter skrabspartlingen med Plas-
tic Padding til den ønskede tykkelse.
Plastic Padding hærdet, uafhængig af
tykkelsen, på ca 10 min. ved stuetempe-
ratur. Ved højere temperaturer hærdet
Plastic Padding hurtigere, ved lavere
temperaturer langsommere.
4. Plastic Padding er modstandsdygtig mod
vand (selv saltvand), olie, benzin, fortyn-
dede syrer og svage basiske kemikalier
+ visse opløsningsmidler etc. Stor ved-
hæftningsevne - mindre god på træ un-
der vand. Den elektriske isoleringsevne
er meget stor. Plastic Padding Chemical
Metal tåler varme op til ca. +230°C. men
bør ikke anvendes på steder som konti-
nuerligt udsættes for højere varme end
160°C.
5. Plastic Padding kan slibes, bores, skæ-
res, skrues gevind i 15-20 min. efter
hærdningen. Plastic Padding kan males
og lakeres.

OPBEVARINGSTID: 1 år ved opbevaring
under 20°C.

TUBERNE ER MÆRKET:

X	POLYESTERSPARTEL Indeholder syren. Irriterer øjnene, åndedrætsorganer- ne og huden. Opbevares utilgængeligt for børn.
H	HÆRDER Indeholder benzoyperoxid. Irriterer øjnene, ånd- edrætsorganerne og huden. Opbevares utilgængeligt for børn.



A/S PLASTIC PADDING

Fjeldhammervej 4, 2610 Rødovre
Telf. 31-70 88 55

BP Kemi Skandinavien

Øresundsvej 152 - 2300 København S
Tlf. 0158 35 11



Produkt: Breox HTF 14

Dato: Juni 1991

Betegnes også: Polyalkylen glycol.	Specifikation:	PR-nr.:
Kemisk formel:	Varekode: BREOX 50A 50X	

ANVENDELSESOMRÅDER:

Væskebad i laboratorier.

ANVENDELSESBEGRÆNSNINGER:

Personer under 18 år må iflg. Arbejdsministeriets bekendtgørelse nr. 103 af 15.2.89 ikke arbejde med eller udsættes for produktet.

KRAV OM SÆRLIG UDDANNELSE:

Der kræves ingen særlig uddannelse, men alle, der omgås produkterne, skal være fortrolige med denne brugsanvisnings indhold.

SUNDHEDSFARLIGE EGENSKABER:

- INDÅNDING: Ingen sundhedsfare ved temperaturer under 150°C. Ved temperaturer herover kan farlige nedbrydningsprodukter opstå.
- INDTAGELSE: Praktisk taget ugiftigt. Indtagelse af store mængder kan dog føre til kvalme.
- HUDKONTAKT: Væsken kan medføre irritation ved gentagen eller lang tids påvirkning.
- ØJENKONTAKT: Stænk i øjnene kan give let irritation.

FORHOLDSREGLER VED OMGANG MED STOFFET/MATERIALET:

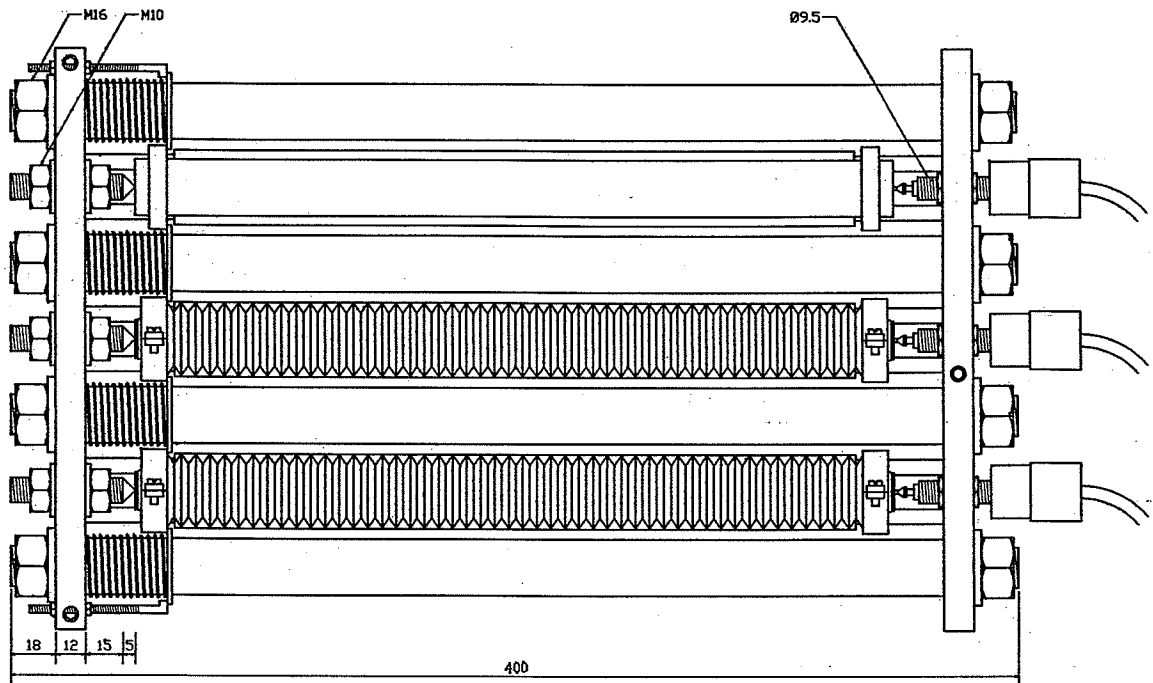
Exponering af dampe forebygges ved at håndtering af produktet foregår i et mekanisk ventileret rum. Undgå gentagen eller langvarig kontakt med huden. Øjenskylleflaske bør forefindes, hvis der er risiko for stænk i øjnene.

- ØJENBESKYTTELSE: Brug beskyttelsesbriller eller ansigtsskærm.
- HUDBESKYTTELSE: Anvend gummihandsker eller PVC-handsker.
- ÅNEDRÆTSBESKYTTELSE: Ved meget høje temperaturer bør luftforsynet åndedrætsværn anvendes.

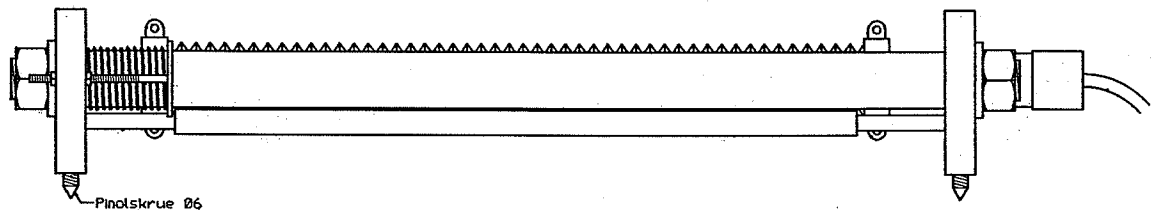
FØRSTEHJÆLP:

- INDÅNDING: Flyt patienten til gasfrit område.
- INDTAGELSE: Skyl munden med vand. Søg evt. læge.
- HUDKONTAKT: Vask med vand og sæbe. Fjern alt forurenede tøj.
- ØJENKONTAKT: Skyl med vand i minimum 15 minutter. Søg evt. læge.

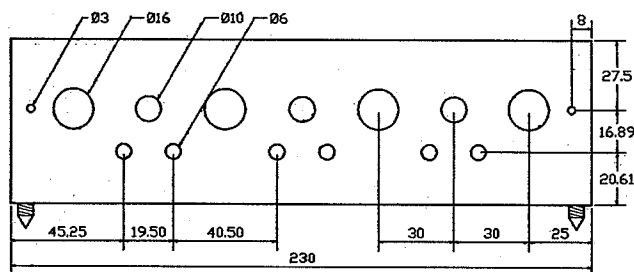
PLANBILLEDE



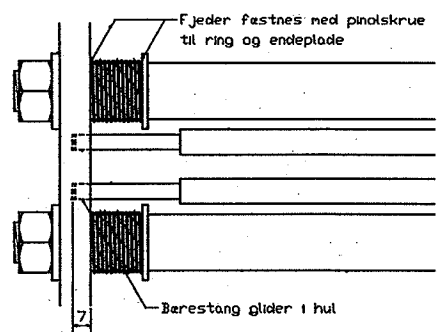
SIDEBILLEDE



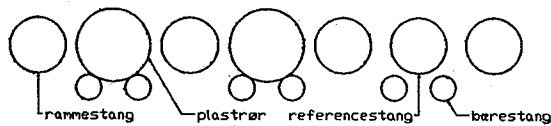
ENDEPLADE



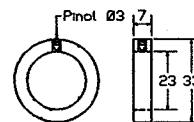
DETALJE UDEN PLASTRØR



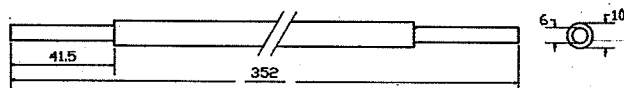
TVÆRSNIT I RAMME



BÆRERINGE



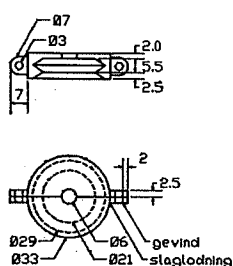
BÆRESTÅNGER



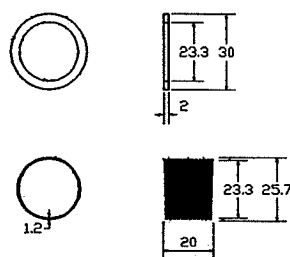
NOTE

- Mål 1:3 i nn
 Materialer:
 rannestænger invar
 stopbolte invar
 endeplader stål
 fjederringe stål
 fjederstøtte fjederstål
 nøttrikker
 spændeskiver elforzinket stål
 skruer elforzinket stål
 fjedre fjederstål
 bærestænger akselstål
 bæreringe messing
 endelukke messing
 plastrør polyethylen

ENDELUKKE



FJEDERKLEMME



Laboratoriet for bygningsmaterialer
 Danmarks tekniske Højskole
 Ole Mejlhede Jensen 91-07-08
 Revision A 92-02-13