

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
Norwegian Geotechnical Institute

Intern rapport. Kan distribueres fritt.

Sentrifuge til bestemmelse av
strekkfasthet i snø.
av
Karl Fischer

58101-1

30. september 1974

SOGNSVEIEN 72, OSLO 8 — TELEFON 23 03 88

<u>Innholdsfor tegnelse</u>	s.
Innledning	1
Teori	1
Bestemmelse av strekkfasthet	1
Betydning av akselerasjonskontroll	2
Teknisk beskrivelse	2
Den mekaniske del	2
Motor- og styringsdel	3
Kalibrering	3
Eksternt uttak for hastighet	3
Bruksanvisning	3
Vedlikehold	5
Referanser	6
<u>Illustrasjoner</u>	
Bilde 1: Montering av overgangsledd for innskyver	7
Bilde 2: Overgangsledd, prøvetager og innskyver	7
Bilde 3: Innskyver påmontert	8
Bilde 4: U-stykket settes på sentrifugerøret	8
Bilde 5: Frontpanel med hastighet og akselerasjonskontroll	9

Figurer

1. Akselerasjon, kalibreringskurve
2. Hastighetskontroll, koblingsskjema
3. Akselerasjonskontroll, koblingsskjema
4. Akselerasjonskontroll, detaljskjema
5. Koblingslist
6. Hastighet, kalibreringskurve
7. Kalibreringskurve for hastighet ved eksternt avlesning
8. Interpoleringskurve for bestemmelse av strekkfasthet

Innledning

På snøforskningsstasjonen i Grasdalen var det behov for laboratorieutstyr til utforskning av snøens mekaniske egenskaper. Etter en studietur som undertegnede foretok til Snøforskningsinstituttet på Weissfluhjoch ovenfor Davos i januar 1973, fikk vi tilsendt tegninger til et nykonstruert apparat til bestemmelse av strekkfastheten i snø. Det var da bestemt av vi skulle lage et tilsvarende apparat. Opplegget for konstruksjonen ble bestemt på et møte høsten 1973, der ingeniør Erik Heier (Odd Aronsen A/S), Ola Nøsterud fra utstyrsavdelingen, Aril Bjelde fra måleteknisk avdeling og undertegnede deltok. Det ble bestemt at ingeniør Heier skulle lage apparatet etter de sveitsiske tegningene med enkelte modifikasjoner. Styringsfunksjonene skulle være elektroniske og skulle velges av Bjelde i samarbeide med undertegnede. Resultatet av dette arbeidet er den foreliggende snø-sentrifuge.

Teori

Bestemmelse av strekkfasthet

Bestemmelsen av strekkfastheten med dette apparatet er basert på sentrifugalkraften. Den sylindrerformede snøprøven skyves inn i et rør som så roteres om en akse loddrett på røraksen, inntil prøven brister (se side 7 og 8). Rotasjonsaksen går gjennom tyngdepunktet for snøprøven. Strekkfastheten σ_z beregnes på følgende måte (Quervain, 1950):

$$\sigma_z = \frac{2 \pi^2 T^2 L^2 \gamma_s}{G} \quad \text{I}$$

T = omdreiningstall, sek^{-1}

L = lengden av prøven, cm

γ_s = tettheten av snøen, g cm^{-3}

G = gravitasjonskonstanten, 981 cm sek^{-2}

Når verdien for L og G settes inn, fås følgende uttrykk:

$$\sigma_z = 0.546 \left(\frac{n}{100} \right)^2 \gamma_s \quad \text{II}$$

σ_z = strekkfasthet, kg dm^{-2}

n = omdreiningstall, min^{-1}

Som det fremgår av ligning II, kan strekkfastheten beregnes når tettheten av prøven, γ_s , og rotasjons hastigheten, n , i bruddøyeblikket er bestemt.

Betynding av akselerasjonskontroll

Snøsentrifugen har innstillingskontroll for akselerasjon (se kalibrering på Fig. 1). Bakgrunnen for dette er følgende:

Bruddstyrken av snøen vil være avhengig av hvor raskt belastning pålegges (Kinosita, 1967 og Salm, 1971). Snøen har elastiske, plastiske og viskøse egenskaper. De elastiske egenskaper øker med tettheten. Dersom belastningen utføres tilstrekkelig raskt, vil deformasjonen kunne karakteriseres som rent elastisk, slik at ved studier av de elastiske egenskaper må prøven bringes til brudd i løpet av kort tid. Som eksempel kan nevnes at Butkovich (1965) anvendte en belastningsøkning på rundt 0.6 kg/cm^2 pr. sekund. På snøsentrifugen vil dette innebære en hastighetsøkning på ca. 600 om/min. pr. sekund.

NB! Altså, under alle typer forsøk bør akselerasjonsinnstillingen noteres.

Teknisk beskrivelse

Den mekaniske del:

Apparatet er bygget etter følgende tegninger fra snøforskningsinstituttet på Weissfluhjoch.

Tegning no.	Beskrivelse	Anmerkning
1 - 0471	Montasjeplate	Enkelte detaljer er forandret
1 - 0473	Apparatkasse	Enkelte detaljer er forandret
1 - 0518	Prøveinnskyver	Enkelte detaljer er forandret
2 - 0280	Prøveholder	Tegn. er fulgt i alle detaljer.
2 - 0283	Lokk til prøveholder	Enkelte detaljer er forandret
3 - 0228	Prøvetager	Tegn. er fulgt i alle detaljer.
3 - 0.402	Del av innskyver	Enkelte detaljer er forandret
3 - 0403	Overgangsledd	Tegn. er fulgt i alle detaljer

Motor og styringsdel:

Sentrifugen drives av en 180W Shuntmotor levert gjennom Skanser Elektronik A/S, Drammen. Overgangen mellom sentrifugedelen og motoren er ved et vinkeldrev levert fra Reidar A. Berg, Oslo.

Styringskontroll er en tyristorregulator levert fra Elektroniksystem ved Reidar A. Berg, Oslo. Koblingsskjema for hastighetskontroll er vist på Fig.2. Koblingsskjema for akselerasjon er vist på Fig.3 og 4. På Fig.5 er vist koblingslisten.

Kalibrering

Apparatet er kalibrert med et fototachometer. Resultatet av kalibreringen er vist på Fig.6. Kalibreringspunktet er stjerneskruen som sitter på toppen av motoren. En kalibrering bør omfatte både hastighets- og akselerasjonsinnstillingene.

Eksternt uttak for hastighet

Avlesningsnøyaktigheten for omdreiningstallet, n , kan økes ved å bruke en ekstern avlesning på et digitalt panelmeter. Her avleses ankerspenningen på motoren. Ved å trykke inn en knapp på digitalmeteret i det prøven brister, vil denne verdien av ankerspenningen låses på meteret. På Fig.7 er angitt kalibrering mellom ankerspenning og omdreiningstall.

Uttaket for ankerspenningen er på baksiden av apparatet. Husk å skru beskyttelseslokket på uttaket godt til når det ikke er i bruk (her går opp til ca. 120 volt).

Bruksanvisning

- (1) Sjekk at START-bryteren står nedover. Sett PÅ/AV-bryteren i stilling PÅ. Lampen vil lyse dersom nettspenningen er tilkoblet. Sentrifugen starter ved å slå START-bryteren opp. Motoren må varmes før en forsøksserie. Sett akselerasjonen på 0-000 (se pkt.7). La motoren gå et par minutter med ca. 1500 omdreininger/min. (hastighetsinnstilling ca.400).
- (2) Bestem tettheten γ_s av snøprøven.

- (3) Prøvetageren med snøprøven monteres på sentrifugerøret med overgangsleddet. Derefter settes innskyveren på slik som vist på bildene 1, 2 og 3, side 7 og 8.
- (4) Prøven skyves inn i sentrifugerøret ved å dreie rattet på innskyveren.
- (5) U-stykket settes på sentrifugerøret og lokket settes over og stenges (se bilde 4).
- (6) Den maksimale hastighet som ønskes innstilles på hastighetskontrollen på frontpanelet (se bilde 5). Omregning fra hastighetsinnstilling til omdreininger pr. minutt (n) finnes på kalibreringsskjemaet på Fig. 6.
- (7) Akselerasjonen stilles med kontrollene A og B.

A: Grov innstilling: 0, 1, 2, 3, 4 og 5

B: Fin innstilling : 000, 001, 002,, 100, 1000.

Kalibreringsskjema for akselerasjonsinnstillingen finnes på Fig. 1. Som det fremgår av kalibreringen er A på stilling 0 og B på stilling 000, den laveste akselerasjon som er mulig på apparatet. Denne akselerasjonsinnstilling skrives som 0-000. Tilsvarende blir innstillingen 5-1000, som altså er A på stilling 5 og B på stilling 1000, den største akselerasjon som er mulig. Ti omdreininger på B (stilling 1000) tilsvarer en økning på et trinn på A, dvs. at innstilling 0-1000 gir samme akselerasjon som 1-000.

- (8) Sentrifugen settes igang ved å slå START-bryteren opp. Hastigheten ved brudd (n) noteres og START-bryteren slås ned.

For ekstern avlesning av hastighet, se side 3.

- (9) Strekkfastheten, σ_z , beregnes etter ligning II eller ved interpolering på Fig. 8,

$$\sigma_z = 0.546 \left(\frac{n}{100} \right)^2 \gamma_s \quad \text{II}$$

n = omdreiningshastighet, omdreininger min^{-1}

γ_s = tetthet, g cm^{-3}

σ_z = strekkfasthet, kg dm^{-2}

Vedlikehold

Det er viktig å kontrollere at vinkeldrevet har olje. Bakplaten skrues av og brachoskruen midt på drevet skrues ut. Drypper det ikke olje ut, kan man fylle på med tynn olje.

Motorstyringen har en 4A treg sikring (20 x 5 mm). Sikringen sitter på innsiden av frontpanelet. (Ekstra sikringer finnes fastklebet på innsiden av frontplaten).

For å unngå at fuktighet samler seg inne i apparatet, kan man legge inn pakker med silicagel.

for

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT

Bjørn Kjærnsli
Bjørn Kjærnsli

Karl Fischer
Karl Fischer

Referanser

Butkovich, T.R. (1956)

Strength studies of high-density snow.

Wilmette, Ill. 19s.

Snow, Ice and Permafrost Research Establishment, SIPRE,
Research report, 18.

Kinosita, S. (1967)

Compression of snow at constant speed.

Physics of Snow and Ice; International Conference on Low
Temperature Science. Sapporo 1966. Proceedings, B.1,
pt.2, s.[911]-927.

Quervain, M. de (1951)

Strength properties of a snow cover and its measurement.

Wilmette, Ill. 8s.

Snow, Ice and Permafrost Research Establishment, SIPRE.

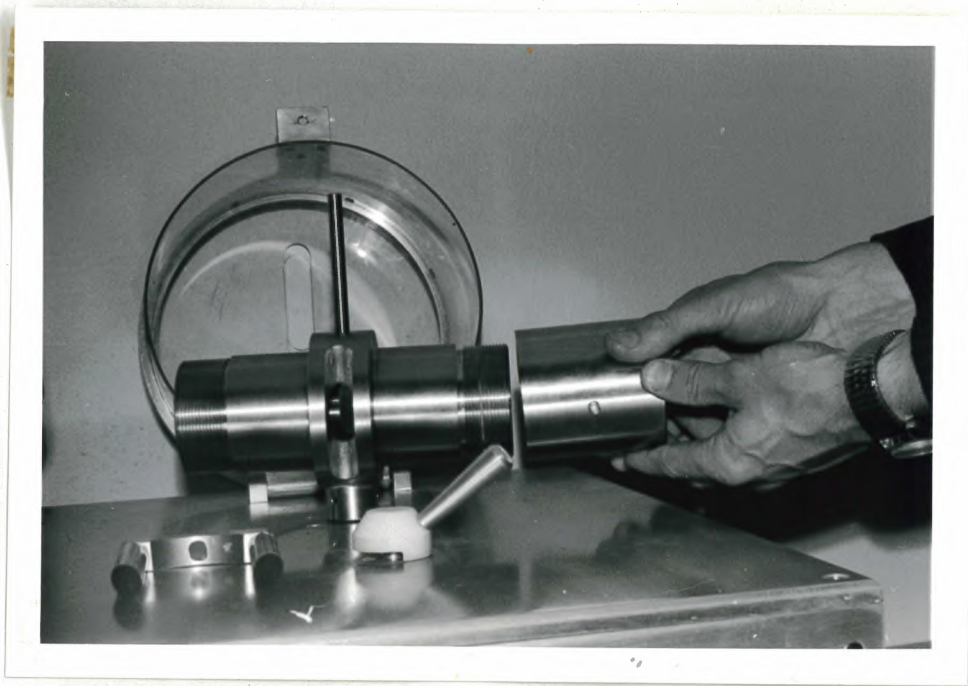
Translation 9.

Translation of: Die Festigkeitseigenschaften der Schneedecke und
ihre Messung. Geofisica Pura e Applicata, B.18, 1950, s.178-191.

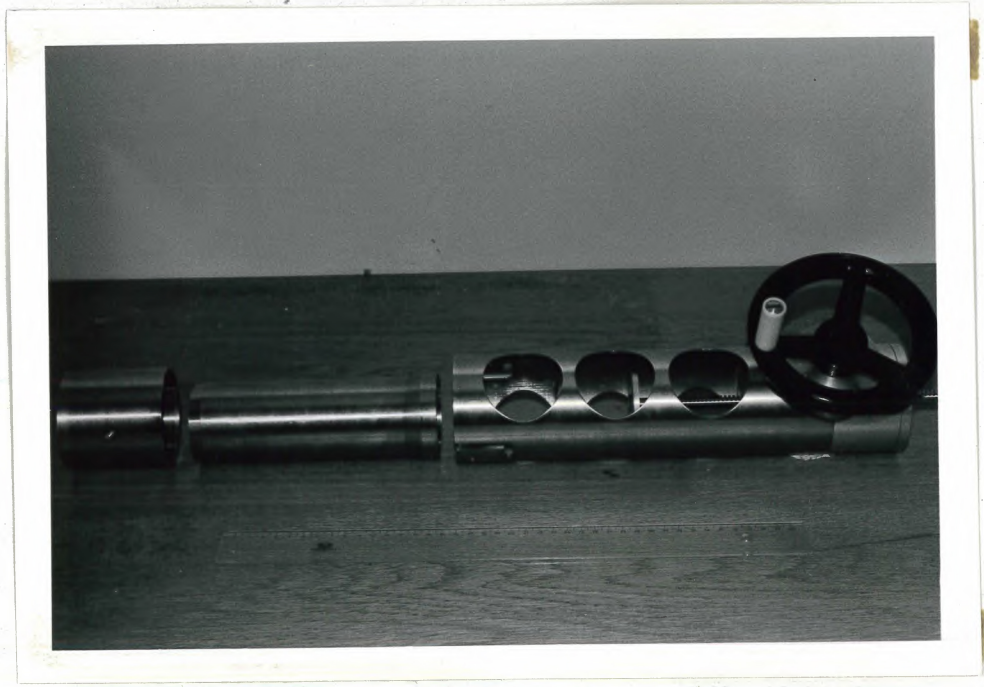
Salm, B. (1971)

On the rheological behavior of snow under high stresses.

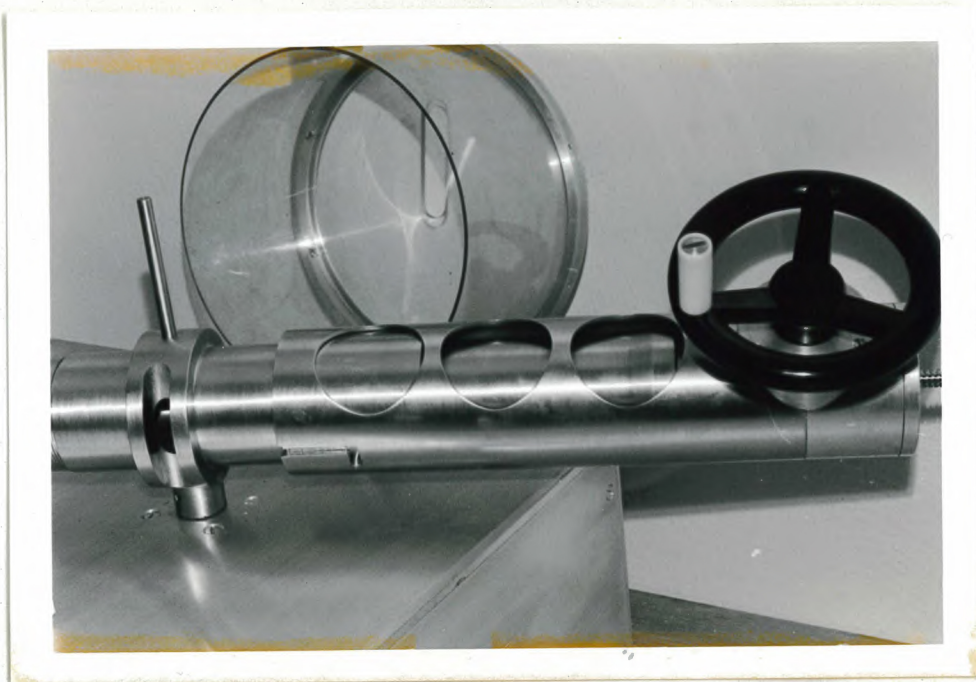
Hokkaido University. Institute of Low Temperature Science.
Contributions, Ser.A, nr.23, s.1-43.



Bilde 1. Montering av overgangsledd for innskyver.



Bilde 2. Overgangsledd, prøvetager og innskyver.



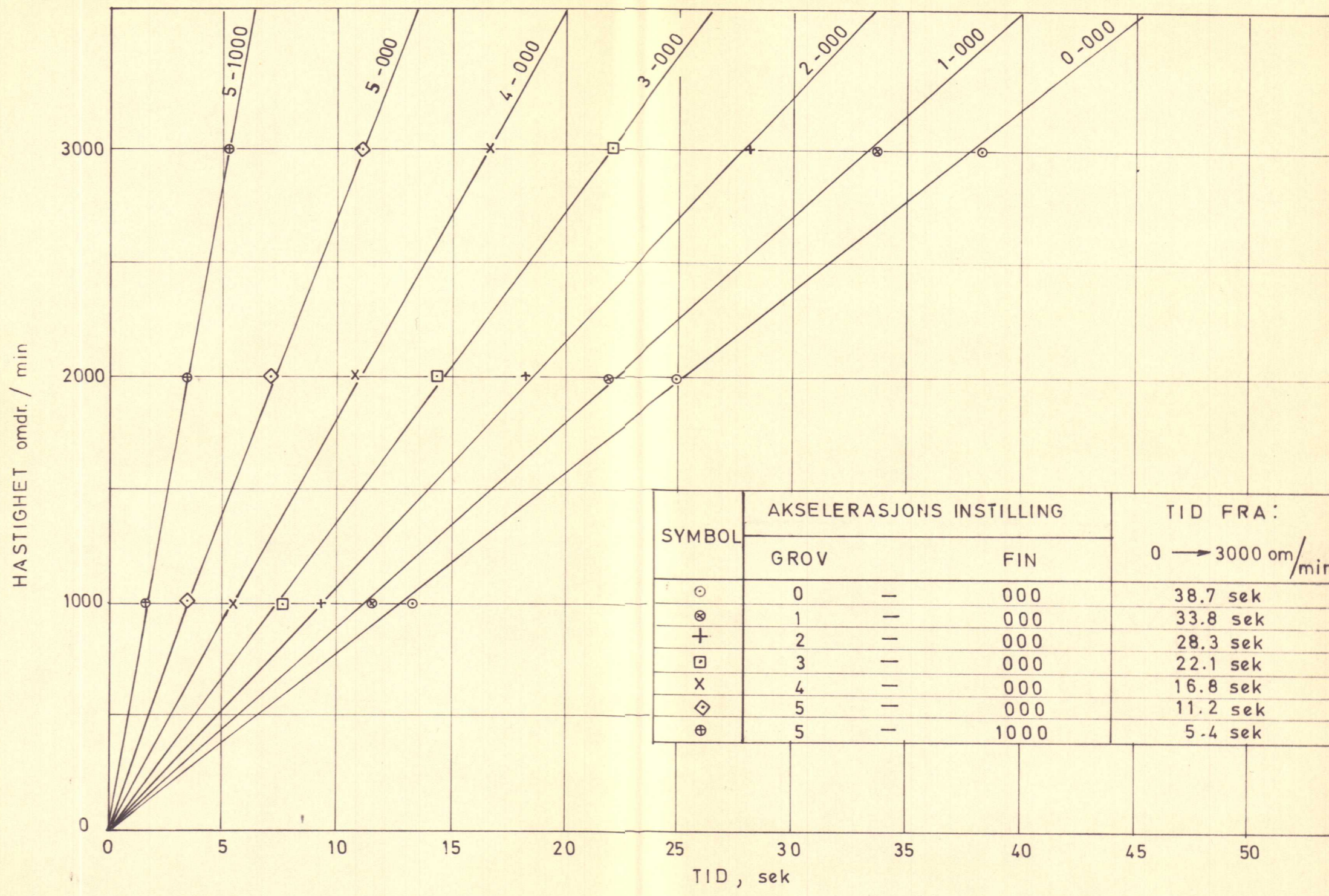
Bilde 3. Innskyver påmontert.



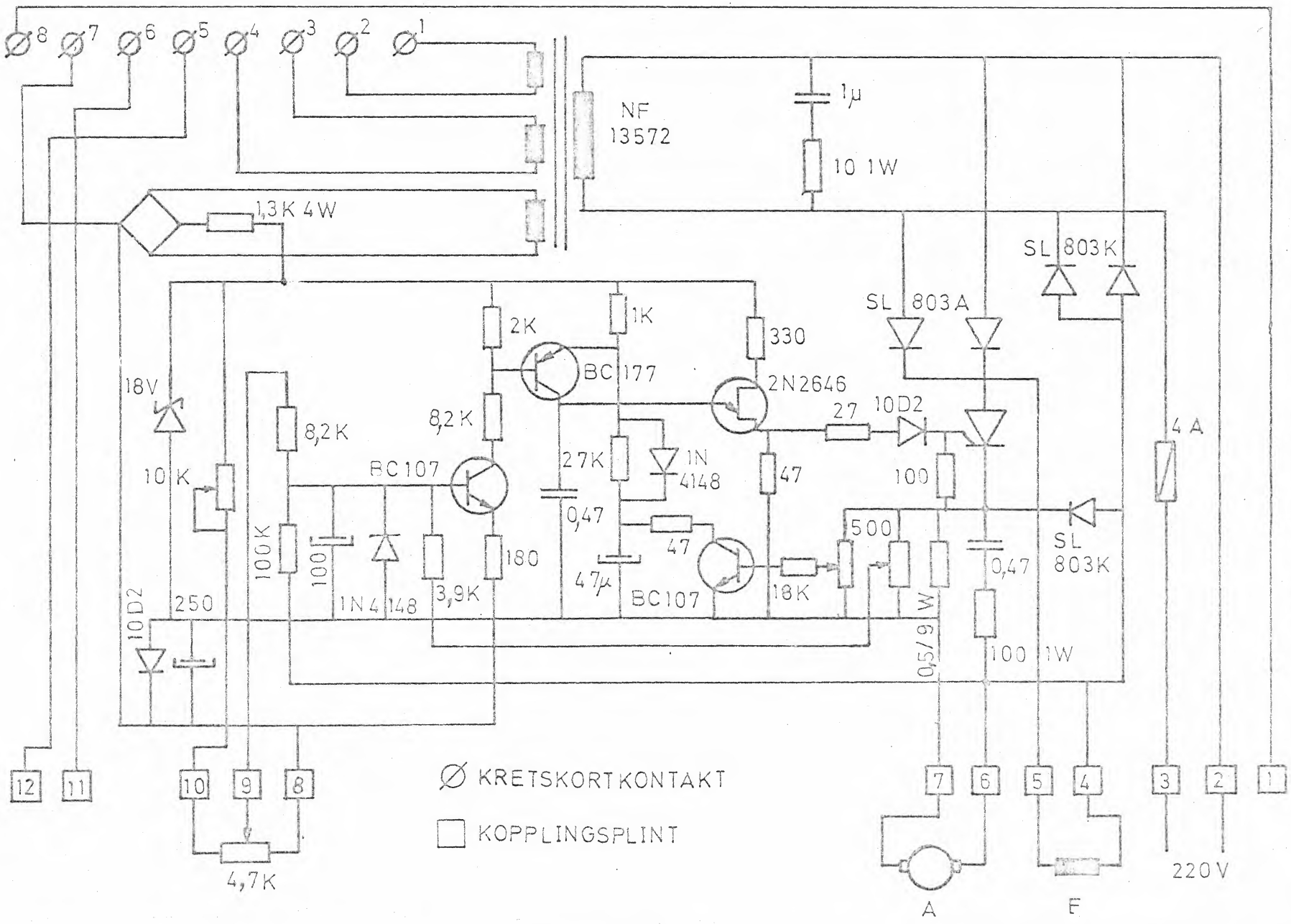
Bilde 4. U-stykke settes på sentrifugerøret.



Bilde 5. Frontpanel med hastighets- og akselerasjonsfunksjoner.



SENTRIFUGE FOR SNÖ		Dato 24.9.74	Tegner
AKSELERASJON KALIBRERINGSKURVE		Godkjent	
		Oppdr. nr.	58101-1
Norges geotekniske institutt		Tegn. nr.	001



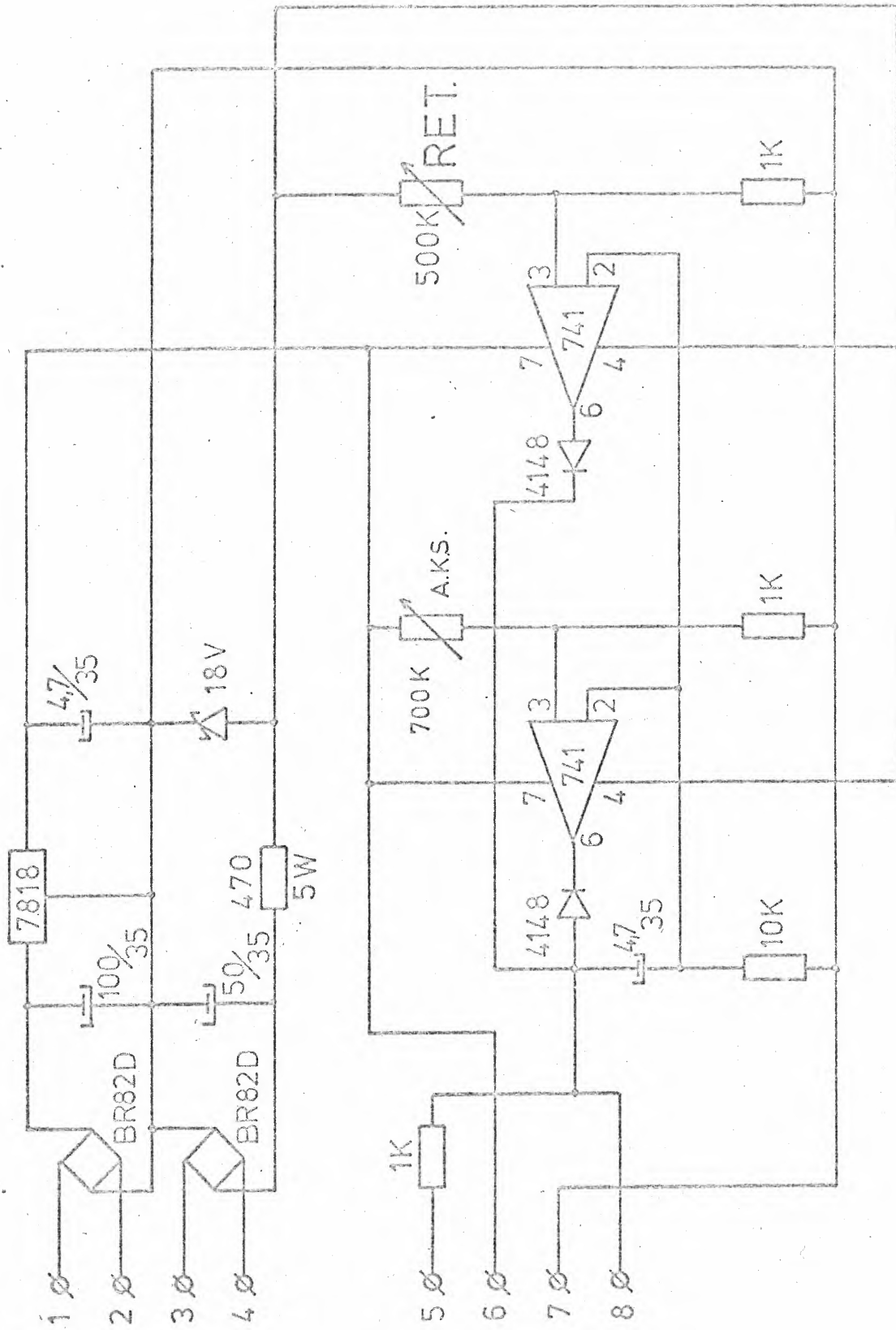
∅ KRETSKORTKONTAKT
 □ KOPPLINGSPLINT

SENTRIFUGE FOR SNØ

HASTIGHETS KONTROLL
KOPPLINGS SKJEMA

Norges geotekniske institutt

Oppdr. nr.	58101-1
Code/Signat	K F
Date	24.9.74
Tegn. nr.	002
Tegn. nr.	27



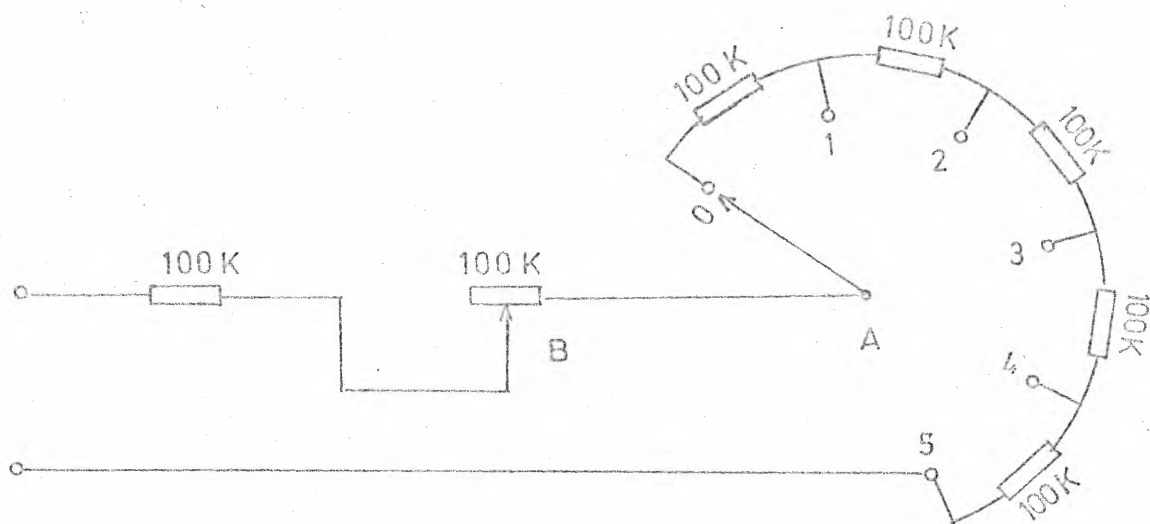
SENTRIFUGE FOR SNÖ

AKSELERASJONS KONTROLL
KOPLINGS SKJEMA

Norges geotekniske Institutt

Dato	Tegner
24.9.74	K. J.
Godkjent	
Oppdr nr.	58101-1
Teign. nr.	003

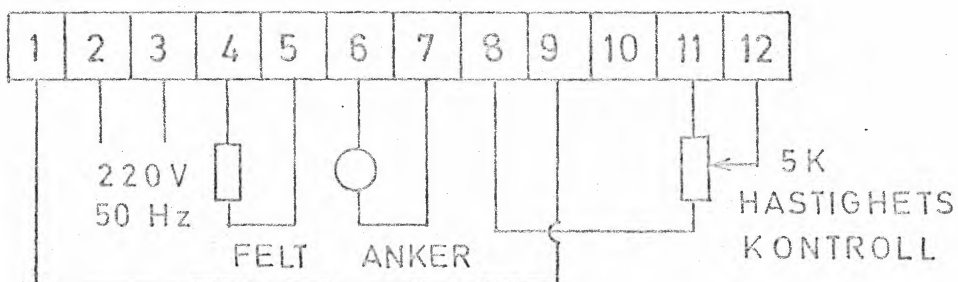
AKSEERASJONS KONTROLL DETALJ SKJEMA FIG. 4



A: GROV INNSTILLING MED VERDIER FRA 0 - 5

B: FIN INNSTILLING 10x 360° POTENSIVMETER, FRA 000 → 1000

KOPLINGSLISTE FIG. 5



SENTRIFUGE FOR SNÖ

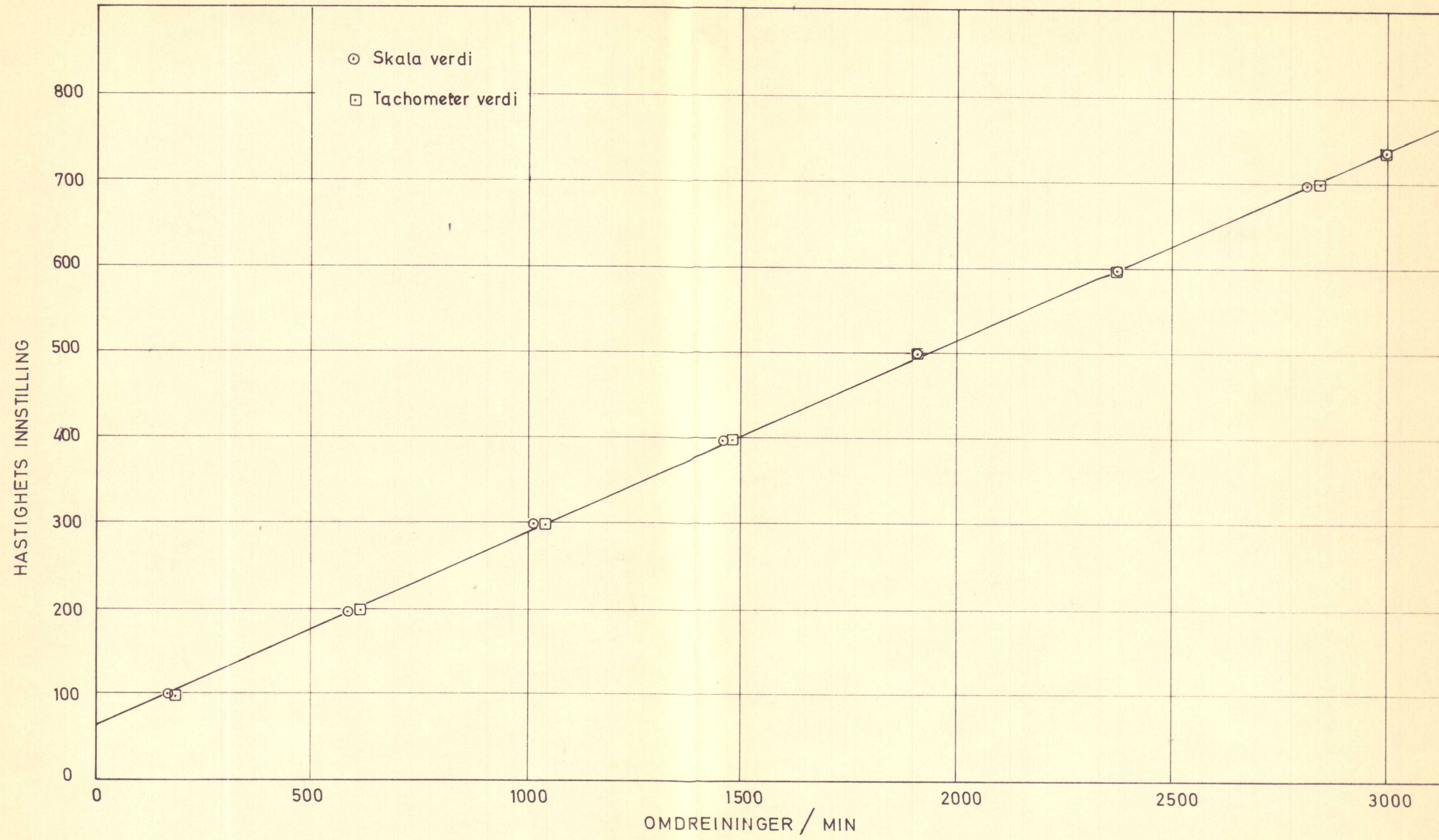
Dato Tegner

Godkjent

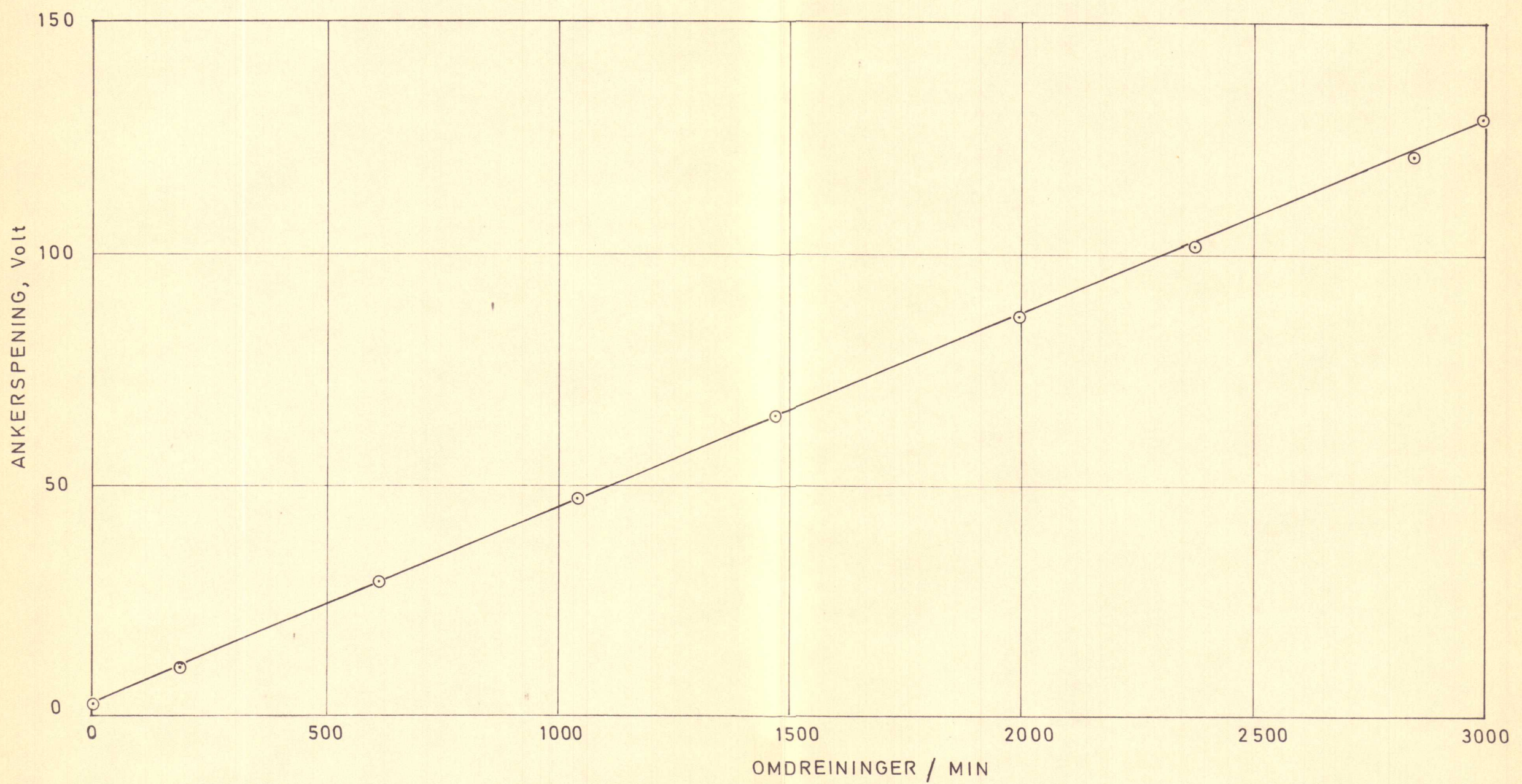
Oppdr. nr. 58101-1

Norges geotekniske institutt

Tegn. nr. 005



SENTRIFUGE FOR SNÖ	Dato	Tegner
	24.9.74	<i>[Signature]</i>
HASTIGHET, KALIBRERINGSKURVE	Godkjent	
	Oppdr. nr.	58101-1
Norges geotekniske institutt	Tegn. nr.	006

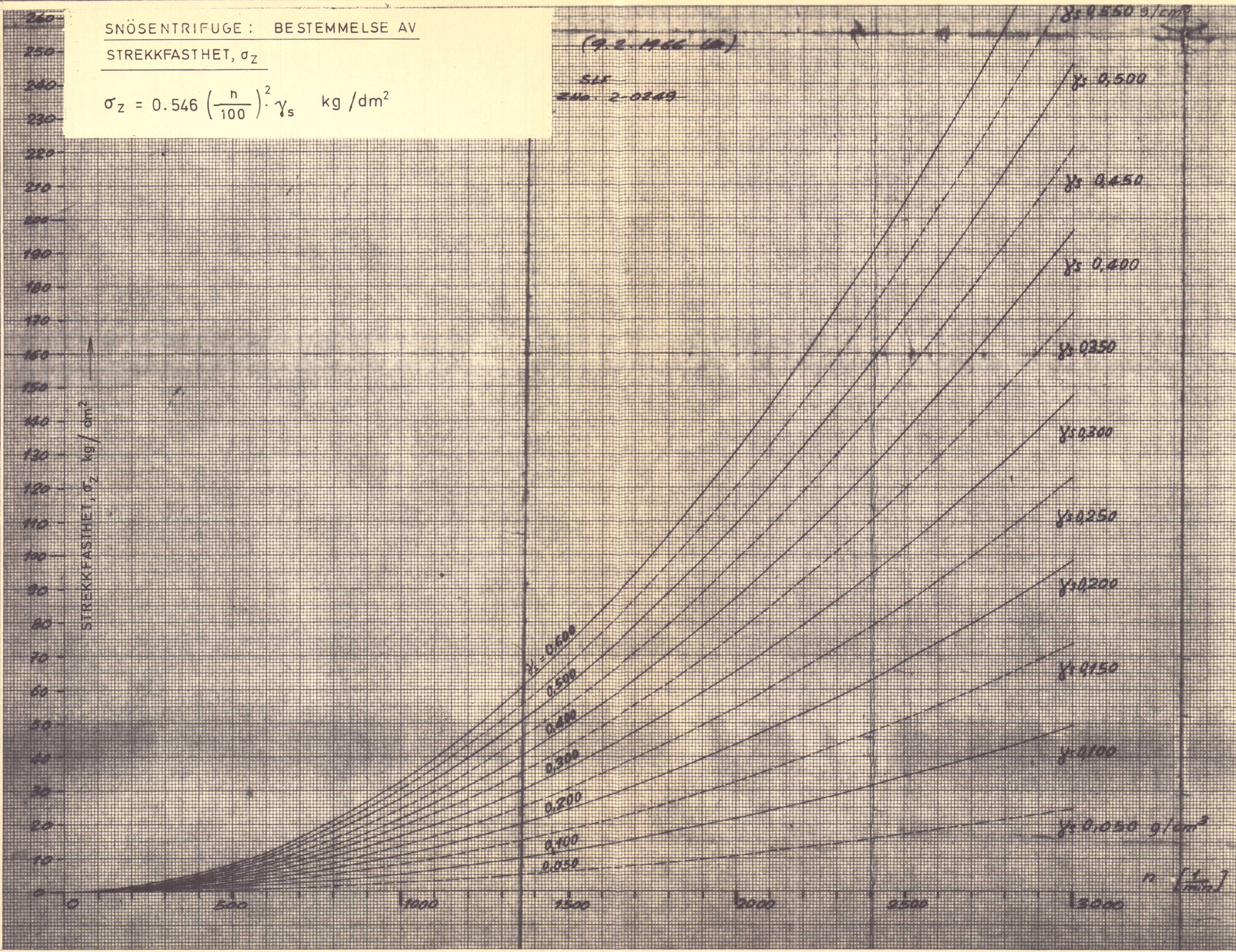


SENTRIFUGE FOR SNÖ	Dato	Tegner
	24.9.74	RZ
KALIBRERINGSKURVE FOR HASTIGHET VED EKSTREN AVLESNING	Godkjent	
	Oppdr. nr.	58101-1
Norges geotekniske institutt	Tegn. nr.	007

SNÖENTRIFUGE : BESTEMMELSE AV
STREKKFASTHET, σ_z

$$\sigma_z = 0.546 \left(\frac{n}{100} \right)^2 \cdot \gamma_s \quad \text{kg / dm}^2$$

(9.2.1966 (10))
SLF
Z.NO. 2-0249



SENTRIFUGE FOR SNÖ		Dato	Tegner
KURVENE ER FRA INSTITUTT FOR SNÖFORSKNING WEISSFLUHJOCM, DAVOS (SLF Z. NO 2 0249)		24.9.74	27
Norges geotekniske institutt		Godkjent	
		Oppdr nr.	58101-1
		Tegn nr.	008