

OPPDRAGSRAPPORT

NVE - GRASDALEN

SNØFORSKNING

RESULTATER AV MÅLINGER PÅ RØR -
VINTEREN 1978/1979.

75420-4

29. FEBRUAR 1980

OPPDRAGRAPPORT

NVE - GRASDALEN

SNØFORSKNING

RESULTATER AV MÅLINGER PÅ RØR -
VINTEREN 1978/1979.

75420-4

29. FEBRUAR 1980



DENNE RAPPORTEN INNEHOLDER EN KORT BESKRIVELSE AV INSTRUMENTERINGEN PÅ RØRET, DE UTREGNEDE STÅLSPENNINGENE FOR VINTEREN 1978/79, SAMT EN VURDERING AV RESULTATENE.

Det ble i løpet av vinteren foretatt målinger med 14 spenningsmålere montert på røret. De observerte spenningene har vært små og trolig innenfor nøyaktigheten av målesystemet, når spenningsvariasjoner p.g.a. temperaturforandringer/-gradienter tas med i betraktningen. Den høyeste målte stålspenningen var $+159 \text{ kp/cm}^2$ (strekk, nederste målepunkt på røret). Den høyeste målte trykkspenningen var -149 kp/cm^2 (nest nederste målepunkt).

For NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT

Elmo DiBiagio

Svein Borg Hansen

Svein Borg Hansen

SBH/ag

Norges geotekniske institutt NGI

Postadresse:
Postboks 40 Tåsen
Oslo 8

Vareadresse:
Sognsveien 72

Telegramadresse:
GEOTEKNIKK

Telefon:
(02) 23 03 88

Telex:
19787 ngi n

INNHoldSIDE

1) INNLEDNING	3
2) BESKRIVELSE AV INSTRUMENTERINGEN	3
3) VURDERING AV RESULTATENE	4

TABELLER OG TEGNINGER

Tegn. nr. 01	:	Fotografi av røret i terrenget.
Tegn. nr. 02	:	Plassering av målere på røret.
Tegn. nr. 03	:	Prinsippskisse av GEONOR P-200 spenningsmåler.
Tabell I	:	Utregnede stålspenninger.
Tegn. nr. 04 - 07:		Utregnede stålspenninger plottet mot tid.

VEDLEGG A

Utregnede bøyemomenter og aksialkrefter (ut fra målte stålspenninger), grafisk fremstilling av bøyemomenter og aksialkrefter, for noen utvalgte datoer i løpet av ettervinteren/våren:

02.02.1979
06.03.1979
23.03.1979
06.04.1979
14.05.1979



INNLEDNING

I løpet av vinteren 1978/79 ble det foretatt målinger på røret med 14 stk. Geonor P-200 spenningsmålere. Målerene er montert parvis, diametralt motsatt på tverrsnittet, slik at aksialkrefter og bøyemomenter kan bestemmes. (Se tegn. nr. 01 og 02).

Bortsett fra måler nr. R6-V, som var ute av drift i hele perioden, og måler nr. R0-Ø, som periodevis var ute av drift, har målerene virket tilfredsstillende.

BESKRIVELSE AV INSTRUMENTERINGEN

Den målertypen som er benyttet i Geonor P-200 spenningsmåler benytter svingende streng som måleprinsipp. Prinsippet er en stålstreng oppspent mellom to punkter. Dersom avstanden mellom disse to punktene øker eller minker, vil strengens egenfrekvens øke eller avta. Strengen vibrerer med sin egenfrekvens ved hjelp av et magnetsystem, og denne egenfrekvensen i Hz kan avleses ved hjelp av en spesiell frekvensteller. For spenningsmåleren blir to ståltapper sveiset direkte på stålet hvor spenningen skal måles, og deformasjonen mellom de to tappene målt ved hjelp av den svingende strengmåleren (se tegn. nr. 05). Spenningsvariasjoner bestemmes etter formelen:

$$\Delta\sigma = K \cdot (f_1^2 - f_0^2) \cdot 10^{-3}$$

hvor K = kalibreringsfaktoren til måleren,
 f_0 = avlest frekvens ved null trykk eller spenning,
 f_1 = avlest frekvens for tidspunktet da spennings-
tilstand skal bestemmes.

VURDERING AV RESULTATENE

De utregnede stålspenningene for vinteren 1978/79 er gitt i tabell I. De opptredende spenningene i løpet av denne perioden har vært små og med mulighetene for spenninger p.g.a. temperaturforandringer og gradienter tatt i betraktning, må de anses å ligge på grensen av målenøyaktigheten for systemet sett under ett. Det er derfor ikke gjort forsøk på å tilpasse belastningsdiagram som passer med stålspenningene. Vedlegg A gir utregnede bøyemomenter og aksialkrefter for noen utvalgte datoer i løpet av ettervinteren og våren, samt en grafisk presentasjon av d.s. Tendensen som kan leses ut fra tegn. A01 er stort som ventet; at røret bøyes mot øst (nedover skråningen), samt at påhengskrefter fra snøen gir sammentrykkning av røret.



NVE GRASDALEN SNØFORSKNING

Dato	Tegner
3.3.80	M.I.

Fotografi av røret sett fra sør.

Godkjent

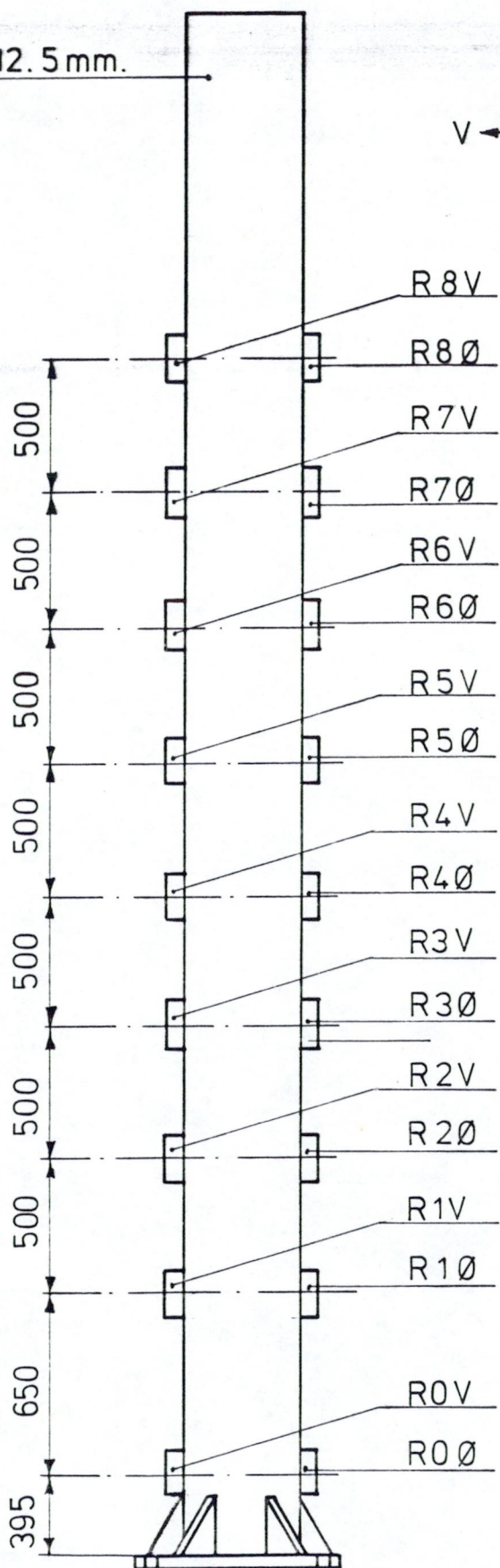
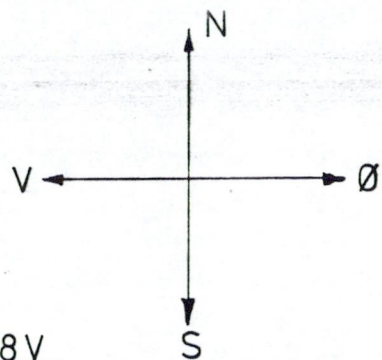
Oppdr. nr.	75420
---------------	-------

Norges geotekniske institutt

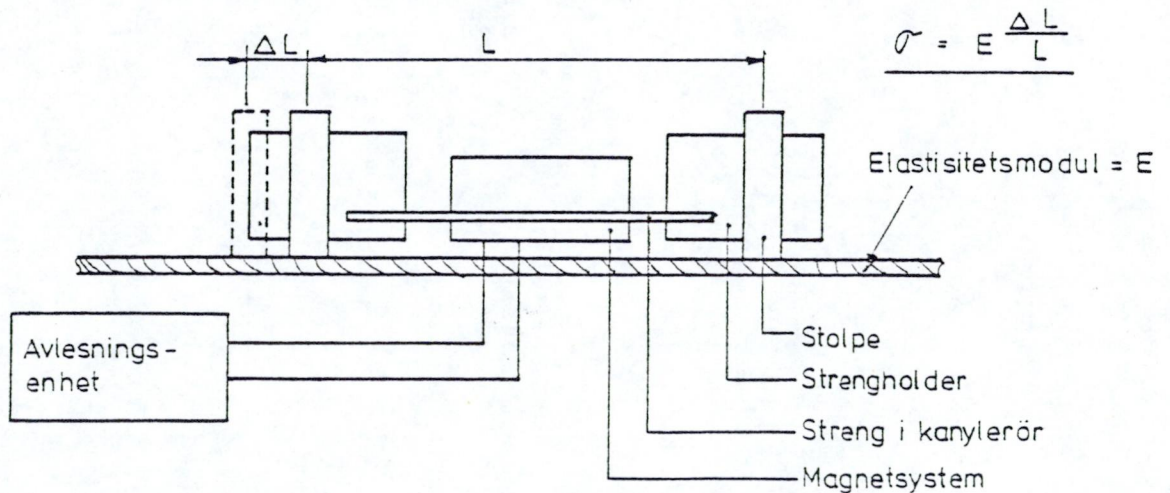
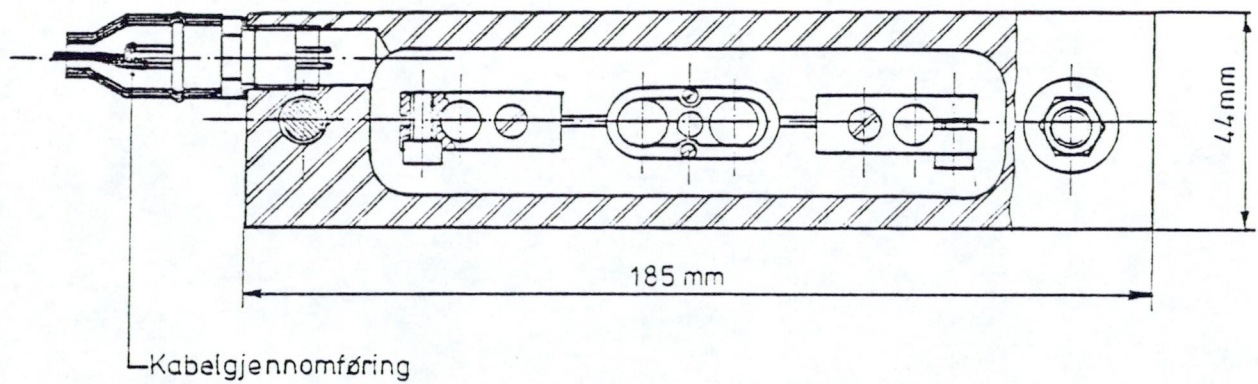
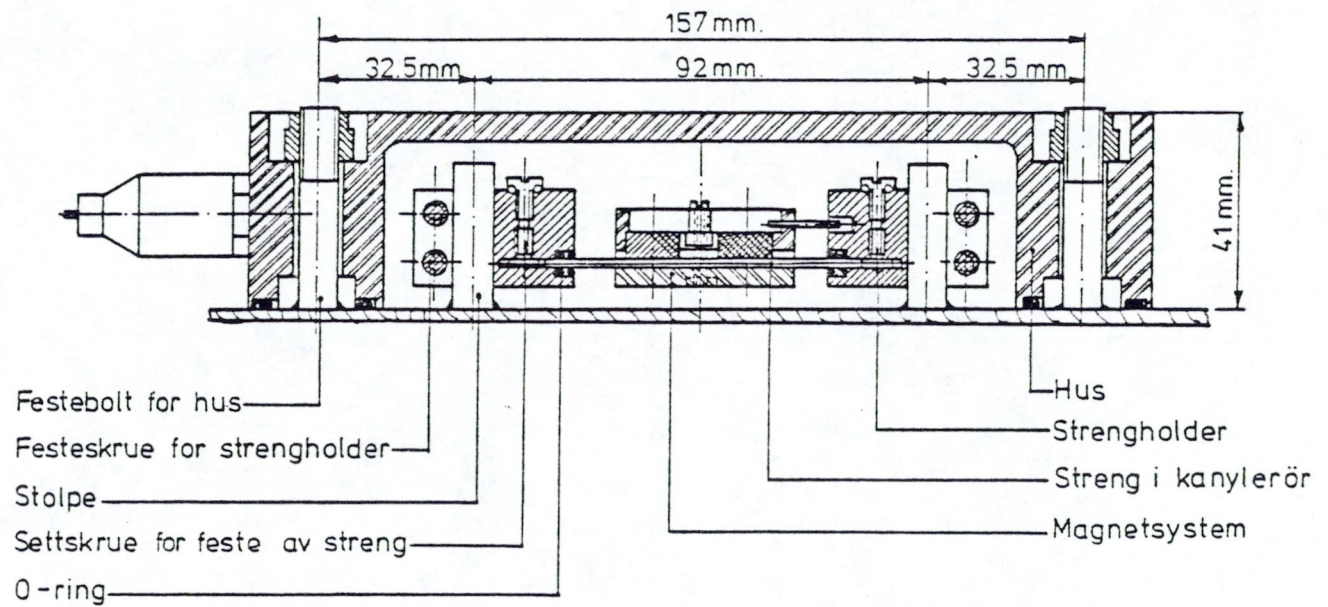
Tegn. nr.	01
--------------	----

12.3.80

Stålrör 419 x 12.5 mm.



NVE GRASDALEN SNØFORSKNING	Dato	Tegner
	4.3.80	M.I.
Plassering av målere på røret.	Godkjent	
	Oppdr. nr.	75420
Norges geotekniske institutt	Tegn. nr.	02



Lengdeendring L , er proporsjonal med endring i kvadratet av strengens frekvens.

NVE GRASDALEN SNÖFORSKNING

NGI / GEONOR P-200 spenningsmåler

Prinsippskisse.

Norges geotekniske institutt

Dato 14.2.80 Tegner M.I.

Godkjent *SBH*

Oppdr. nr. 75420

Tegn. nr. 03

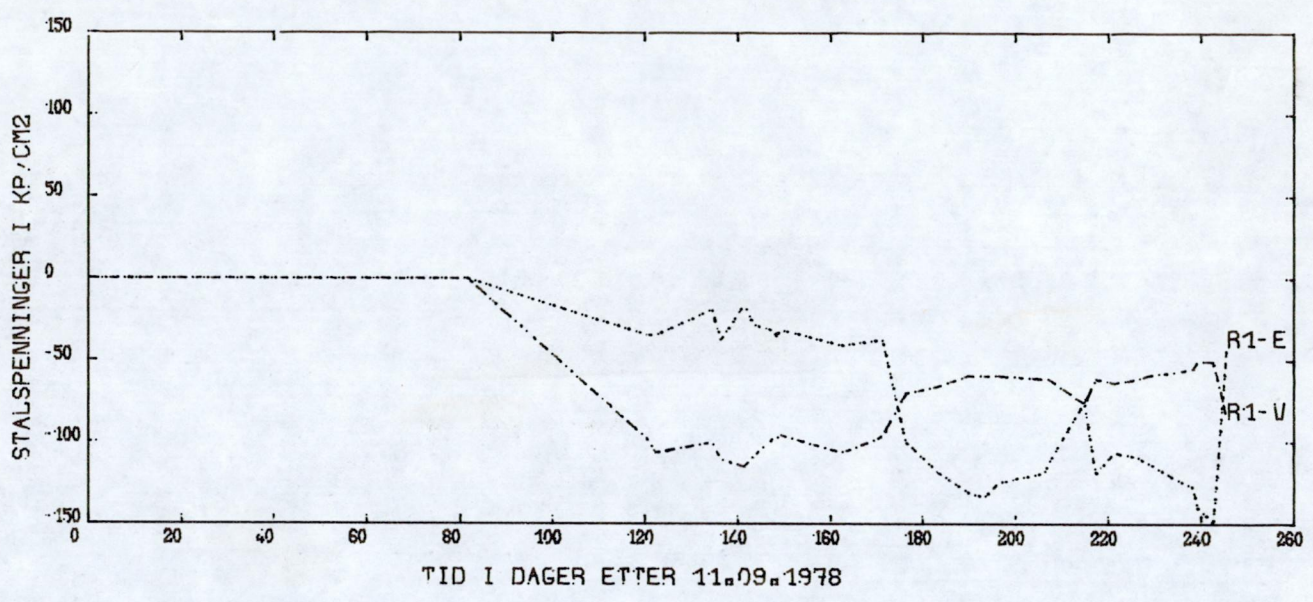
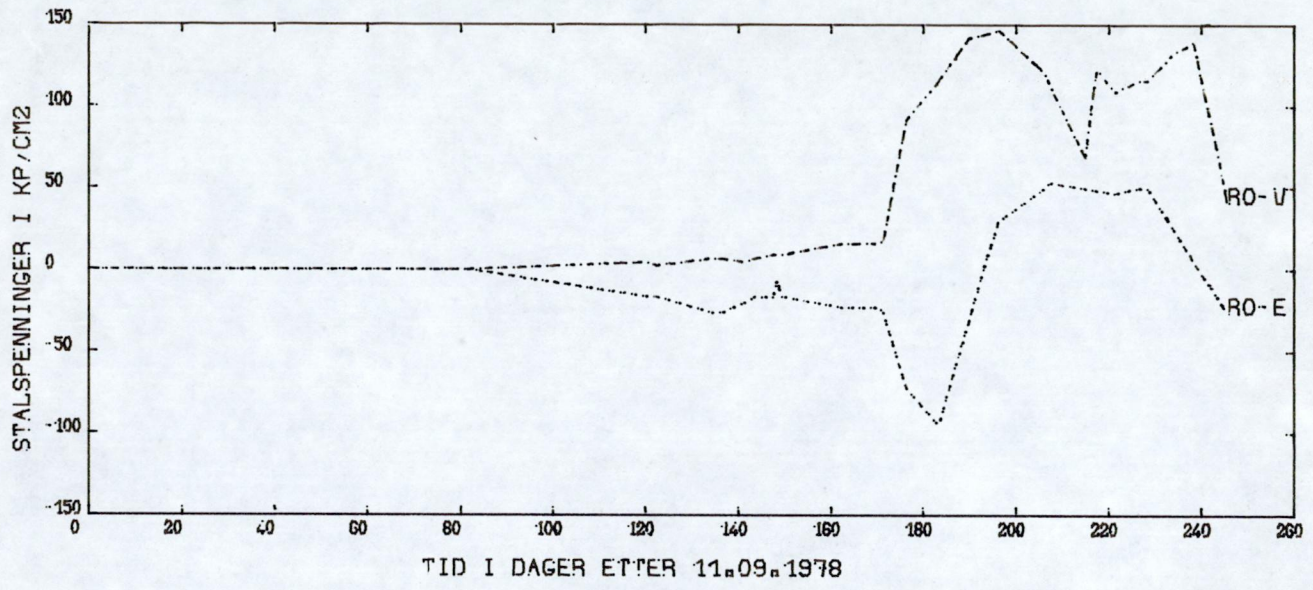
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT P.O. BOX 40 TÅSEN, OSLO 8
 PROSJEKT NR. 75420

 * GRASDALEN *
 * VERTIKALT MØR *
 * *

UTREGNEDE STÅLSPENNINGER I KP/CM2 :

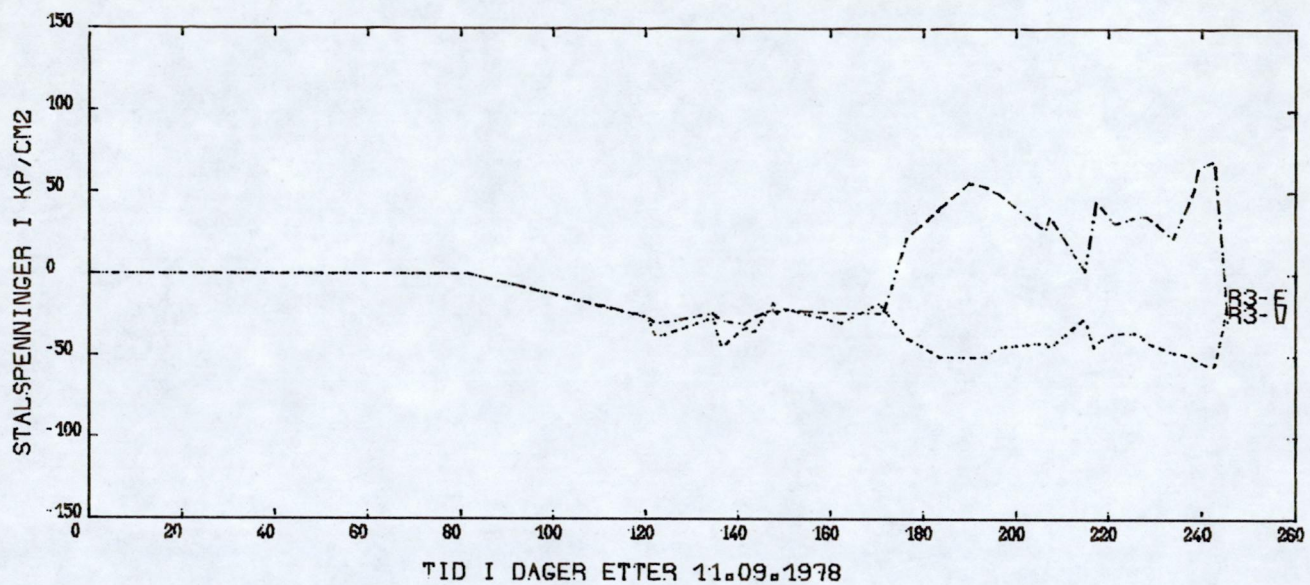
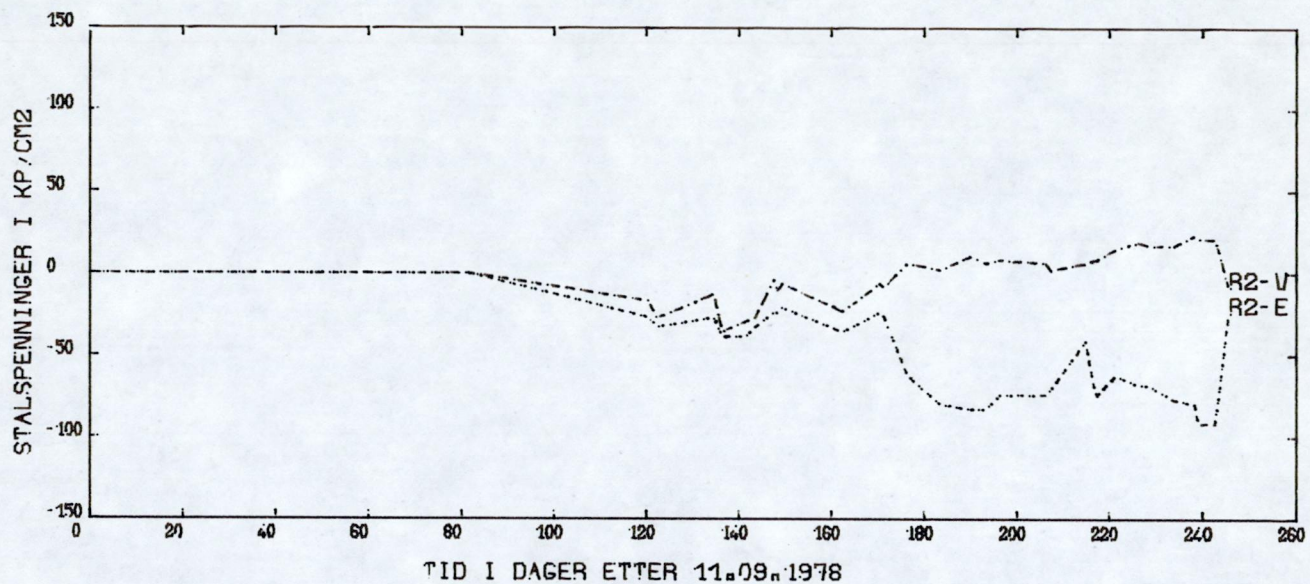
DATO	KL	*R0-0	R0-V*	*R1-0	R1-V*	*R2-0	R2-V*	*R3-0	R3-V*	*R4-0	R4-V*	*R5-0	R5-V*	*R6-0	R6-V*
780911	1200	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	*****
781201	1200	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	*****
790109	1000	-17.	5.	-35.	-98.	-27.	-17.	-27.	-26.	-19.	-64.	-27.	-28.	-22.	*****
790111	900	-17.	2.	-35.	-106.	-33.	-27.	-39.	-31.	-29.	-77.	-33.	-33.	-28.	*****
790123	1100	-26.	7.	-19.	-100.	-27.	-13.	-27.	-24.	-10.	-64.	-18.	-26.	-16.	*****
790125	915	-26.	7.	-38.	-111.	-39.	-35.	-45.	-28.	-32.	-89.	-42.	-45.	-37.	*****
790130	1030	-20.	5.	-16.	-115.	-39.	-29.	-33.	-31.	10.	-69.	6.	-17.	9.	*****
790201	1000	-17.	7.	-28.	-109.	-33.	-27.	-36.	-26.	-23.	-79.	-33.	-38.	-28.	*****
790205	1130	-17.	9.	-31.	-98.	-24.	-4.	-18.	-22.	0.	-50.	-3.	-14.	0.	*****
790206	750	-7.	9.	-35.	-98.	-24.	-10.	-24.	-24.	-16.	-62.	-21.	-26.	-22.	*****
790207	810	-17.	9.	-31.	-96.	-21.	-6.	-21.	-22.	-13.	-58.	-21.	-28.	-19.	*****
790220	845	-23.	16.	-41.	-106.	-36.	-23.	-30.	-24.	-13.	-71.	-27.	-33.	-25.	*****
790228	1030	-23.	16.	-38.	-98.	-24.	-6.	-18.	-24.	-10.	-50.	12.	-19.	-3.	*****
790301	915	-26.	18.	-38.	-96.	-27.	-8.	-21.	-24.	-6.	-56.	-9.	-14.	-6.	*****
790306	1030	-72.	92.	-100.	-70.	-62.	6.	-39.	22.	-16.	-58.	-18.	-24.	-9.	*****
790313	930	-95.	116.	-119.	-66.	-80.	2.	-51.	40.	-23.	-83.	-9.	-26.	19.	*****
790319	2130	*****	142.	-131.	-59.	-83.	11.	-51.	56.	-16.	-69.	-18.	-26.	-22.	*****
790323	930	3.	144.	-134.	-59.	-83.	6.	-51.	54.	-16.	-67.	33.	-12.	72.	*****
790320	710	30.	147.	-125.	-59.	-74.	8.	-45.	49.	-13.	-66.	-12.	-21.	-9.	*****
790405	840	50.	120.	-119.	-61.	-74.	6.	-42.	27.	-13.	-52.	66.	2.	75.	*****
790406	830	53.	113.	-112.	-61.	-71.	2.	-45.	36.	-13.	-52.	39.	-5.	50.	*****
790413	2100	*****	69.	-75.	-77.	-42.	6.	-27.	2.	-13.	-73.	-21.	-28.	-19.	*****
790415	2110	*****	113.	-112.	-64.	-71.	8.	-45.	36.	-26.	-98.	-36.	-45.	-31.	*****
790416	1030	*****	123.	-119.	-61.	-74.	8.	-42.	45.	-6.	-85.	36.	14.	47.	*****
790420	900	47.	109.	-106.	-64.	-62.	15.	-36.	31.	-13.	-87.	155.	5.	25.	*****
790425	910	50.	116.	-109.	-61.	-68.	19.	-36.	36.	0.	-108.	24.	10.	25.	*****
790427	900	50.	116.	-112.	-59.	-68.	17.	-42.	36.	-6.	-108.	21.	2.	31.	*****
790502	2230	*****	132.	-122.	-57.	-77.	17.	-48.	22.	-19.	-116.	-30.	-38.	-31.	*****
790507	910	*****	139.	-128.	-55.	-80.	23.	-51.	51.	-16.	-129.	3.	-2.	63.	*****
790508	745	*****	151.	-140.	-51.	-92.	21.	-54.	65.	-16.	-127.	75.	17.	113.	*****
790511	915	*****	159.	-149.	-51.	-92.	21.	-57.	69.	-10.	-119.	57.	17.	85.	*****
790514	930	-26.	41.	-41.	-85.	-24.	-8.	-18.	-28.	3.	-24.	18.	-12.	16.	*****

12.3.80



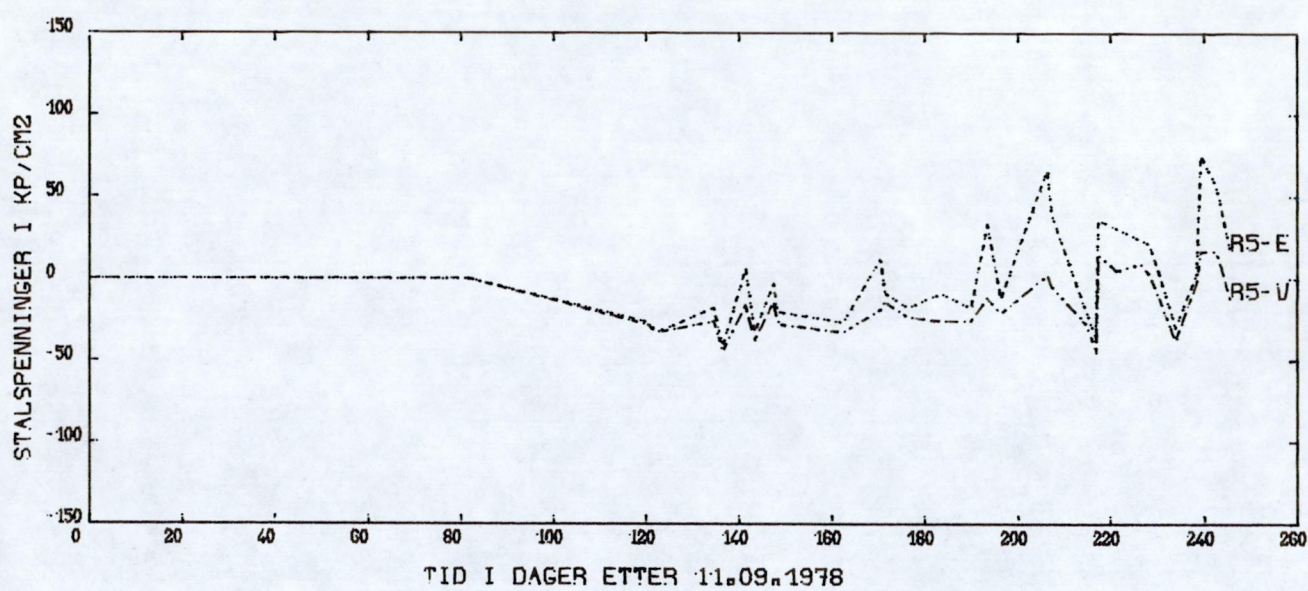
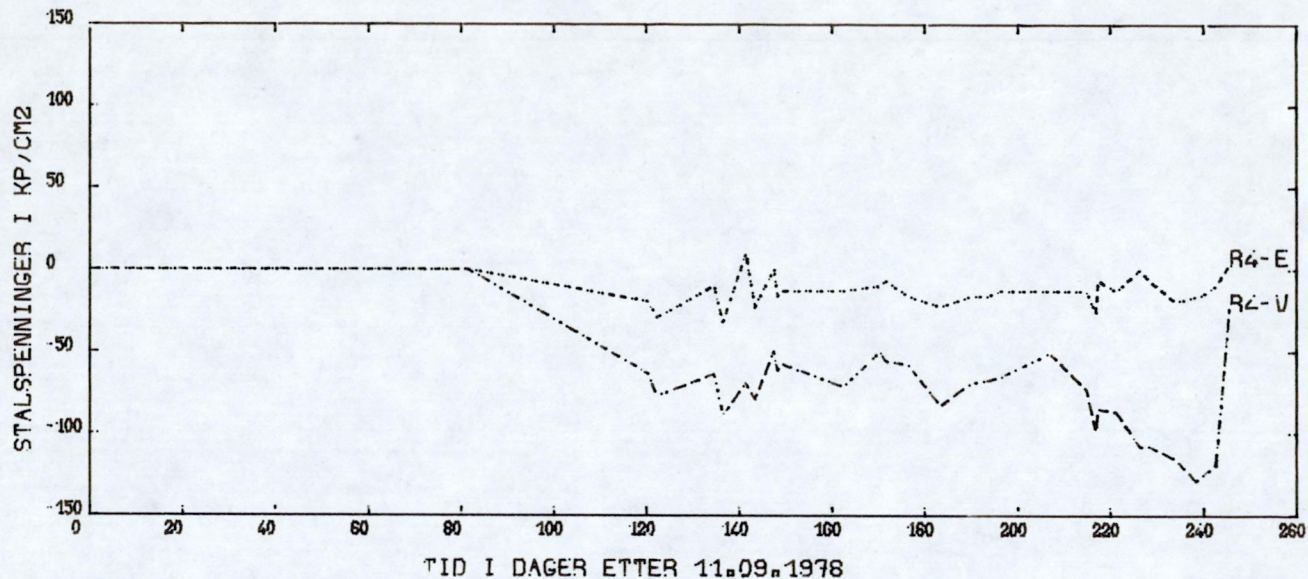
NVE GRASDALEN SNØFORSKNING		DATO	TEGN. AV
STALSPENNINGER I VERTIKALT RØR, MALT MED GEONOR P-200 MALERE, PLOTTET MOT TID FOR TIDSROMMET 11.09.1978 - 14.05.1979. MALEPUNKTER: R0 OG R1.		GODKJENT	<i>SBH</i>
		PROSJEKT NR.	75420
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT		TEGN. NR.	04

12.3.80



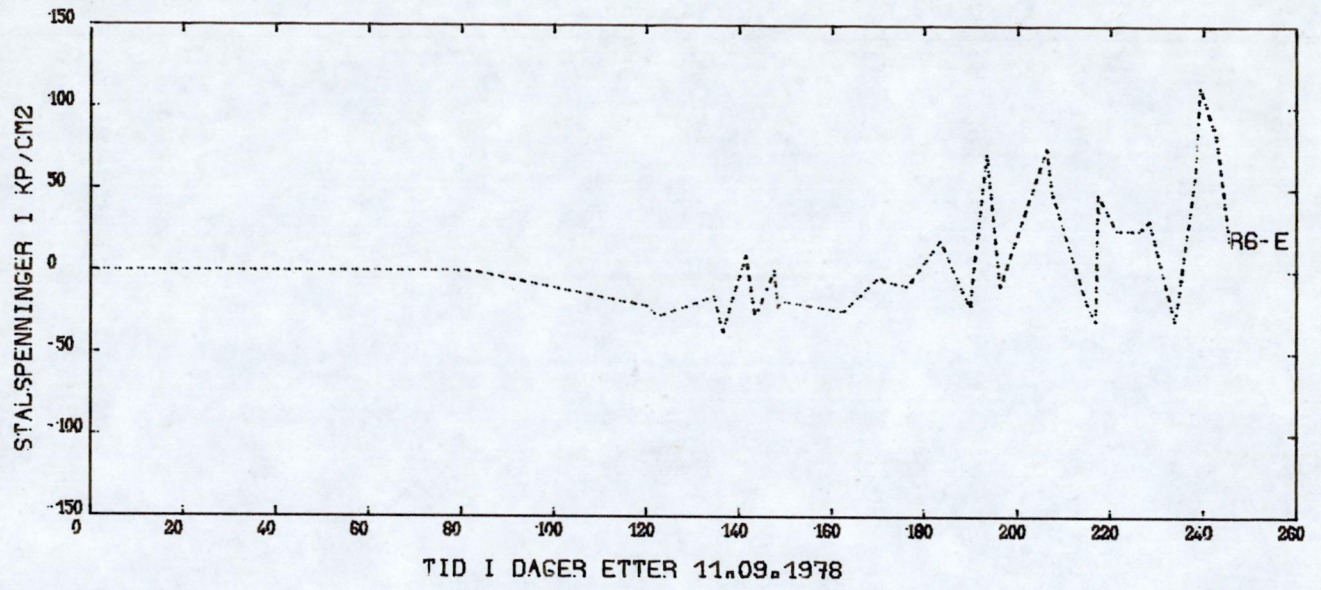
NVE GRASDALEN SNOFORSKNING		DATO	TEGN. AV
STALSPENNINGER I VERTIKALT RØR, MALT MED GEONOR P-200 MALERE, PLOTTET MOT TID FOR TIDSROMMET 11.09.1978 - 14.05.1979. MALEPUNKTER: R2 OG R3.		GODKJENT	<i>SBB</i>
		PROSJ. NR.	75420
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT		TEGN. NR.	05

12.3.80



NVE GRASDALEN SNOFORSKNING		DATO	TEGN. AV
STALSPENNINGER I VERTIKALT ROR, MALT MED GEONOR P-200 MALERE, PLOTTET MOT TID FOR TIDSROMMET 11.09.1978 - 14.05.1979. MALEPUNKTER: R4 OG R5.		GODKJENT	<i>SBH</i>
		PROSJEKT NR.	75420
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT		TEGN. NR.	06

12.3.80



NVE GRASDALEN SNØFORSKNING		DATO	TEGN. AV
STALSPENNINGER I VERTIKALT RØR, MÅLT MED GEONOR P-200 MÅLERE, PLOTTET MOT TID FOR TIDSROMMET 11.09.1978 - 14.05.1979. MÅLEPUNKT: R6		GODKJENT	<i>SBH</i>
		PROSJEKT NR.	75420
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT		TEGN. NR.	07

12.3.80

75420-3



V E D L E G G A

Utregnede bøyemomenter og aksialkrefter (ut fra målte stålspenninger), grafisk fremstilling av bøyemomenter og aksialkrefter, for noen utvalgte datoer i løpet av ettervinteren/våren:

02.02.1979

06.03.1979

23.03.1979

06.04.1979

14.05.1979

12.3.80

A1



VERTIKALT RØR

UTREGNEDE VERDIER FOR: 20/2-79

RØR 419 x 12.5 mm: D = 419 mm
 A = 81 cm²
 W = 1575 cm³

PUNKT NR.	MÅLER NR.	MÅLT σ KP/CM ²	AKSIAL σ KP/CM ²	AKSIAL P KP	BØYNING σ KP/CM ²	MOMENT KPM	
R0	R0Ø	-23	-4	-324	± 20	+315	
	R0V	+16					
R1	R1Ø	-41	-74	-5994	± 33	-520	
	R1V	-106					
R2	R2Ø	-36	-30	-2430	± 7	+110	
	R2V	-23					
R3	R3Ø	-30	-27	-2187	± 3	+47	
	R3V	-24					
R4	R4Ø	-13	-42	-3402	± 29	-457	
	R4V	-71					
R5	R5Ø	-27	-30	-2430	± 3	-47	
	R5V	-33					
R6	R6Ø	-25					
	R6V	-					

Aksialkrefter: + strekk, - trykk

Bøyemomenter : Vest -) (+ Øst

Skj.nr. 036. 3-78.10000. Reclamo

12.3.80

A2



VERTIKALT RØR

UTREGNEDE VERDIER FOR: 6/3-79

RØR 419 x 12.5 mm: D = 419 mm
 A = 81 cm²
 W = 1575 cm³

PUNKT NR.	MÅLER NR.	MÅLT σ KP/CM ²	AKSIAL σ KP/CM ²	AKSIAL P KP	BØYNING σ KP/CM ²	MOMENT KPM	
R0	R0Ø	-72	+10	+810	± 82	+1292	
	R0V	+92					
R1	R1Ø	-100	-85	-6885	± 15	+236	
	R1V	-70					
R2	R2Ø	-62	-28	-2268	± 34	+536	
	R2V	+6					
R3	R3Ø	-39	-9	-729	± 31	+488	
	R3V	+22					
R4	R4Ø	-16	-37	-2997	± 21	-331	
	R4V	-58					
R5	R5Ø	-18	-21	-1701	± 3	-47	
	R5V	-24					
R6	R6Ø	-9					
	R6V	-					

Aksialkrefter: + strekk, - trykk

Bøyemomenter : Vest -) (+ Øst

VERTIKALT RØR

UTREGNEDE VERDIER FOR: 23/3-79

RØR 419 x 12.5 mm: D = 419 mm
 A = 81 cm²
 W = 1575 cm³

PUNKT NR.	MÅLER NR.	MÅLT σ KP/CM ²	AKSIAL σ KP/CM ²	AKSIAL P KP	BØYNING σ KP/CM ²	MOMENT KPM	
R0	R0Ø	+3	+74	+5994	± 71	+1118	
	R0V	+144					
R1	R1Ø	-134	-97	-7857	± 38	+599	
	R1V	-59					
R2	R2Ø	-83	-39	-3159	± 45	+709	
	R2V	+6					
R3	R3Ø	-51	+2	+162	± 53	+835	
	R3V	+54					
R4	R4Ø	-16	-42	-3402	± 26	-410	
	R4V	-67					
R5	R5Ø	+33	+11	+891	± 23	-362	
	R5V	-12					
R6	R6Ø	+72					
	R6V	-					

Aksialkrefter: + strekk, - trykk

Bøyemomenter : Vest -) (+ Øst

12.3.80

VERTIKALT RØR

UTREGNEDE VERDIER FOR: 6/4-79

RØR 419 x 12.5 mm: D = 419 mm
 A = 81 cm²
 W = 1575 cm³

PUNKT NR.	MÅLER NR.	MÅLT σ KP/CM ²	AKSIAL σ KP/CM ²	AKSIAL P KP	BØYNING σ KP/CM ²	MOMENT KPM	
R0	R0Ø	+53	+83	+6723	± 30	+473	
	R0V	+113					
R1	R1Ø	-112	-87	-7047	± 26	+410	
	R1V	-61					
R2	R2Ø	-71	-35	-2835	± 37	+583	
	R2V	+2					
R3	R3Ø	-45	-5	-405	± 41	+646	
	R3V	+36					
R4	R4Ø	-13	-33	-2673	± 20	-315	
	R4V	-52					
R5	R5Ø	+39	+17	+1377	± 22	-347	
	R5V	-5					
R6	R6Ø	+50					
	R6V	-					

Aksialkrefter: + strekk, - trykk

Bøyemomenter : Vest -) (+ Øst

12.3.80

A5



VERTIKALT RØR

UTREGNEDE VERDIER FOR: 14/5-79

RØR 419 x 12.5 mm: D = 419 mm
 A = 81 cm²
 W = 1575 cm³

PUNKT NR.	MÅLER NR.	MÅLT σ KP/CM ²	AKSIAL σ KP/CM ²	AKSIAL P KP	BØYNING σ KP/CM ²	MOMENT KPM	
R0	R0Ø	-26	+8	+648	± 34	+536	
	R0V	+41					
R1	R1Ø	-41	-63	-5103	± 22	-347	
	R1V	-85					
R2	R2Ø	-24	-16	-1296	± 8	+126	
	R2V	-8					
R3	R3Ø	-18	-23	-1863	± 5	-79	
	R3V	-28					
R4	R4Ø	+3	-11	-891	± 14	-221	
	R4V	-24					
R5	R5Ø	+18	+3	+243	± 15	-236	
	R5V	-12					
R6	R6Ø	+16					
	R6V	-					

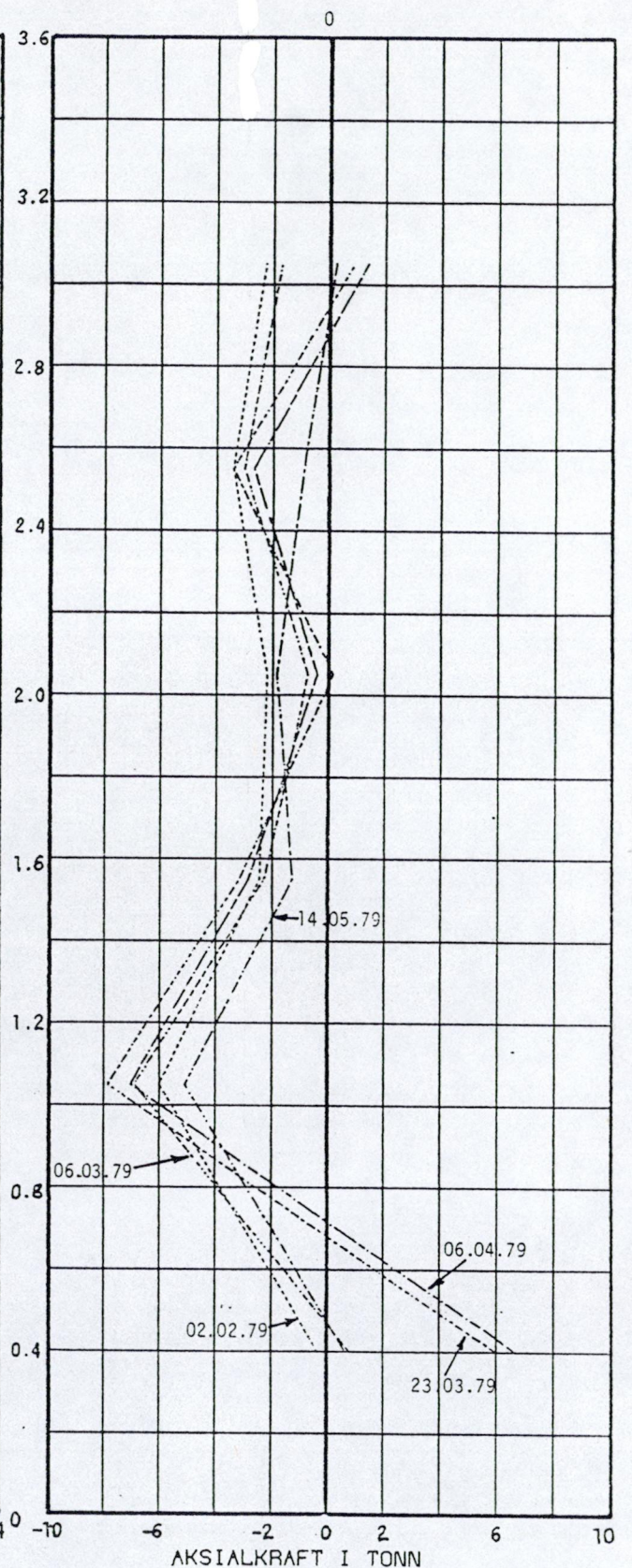
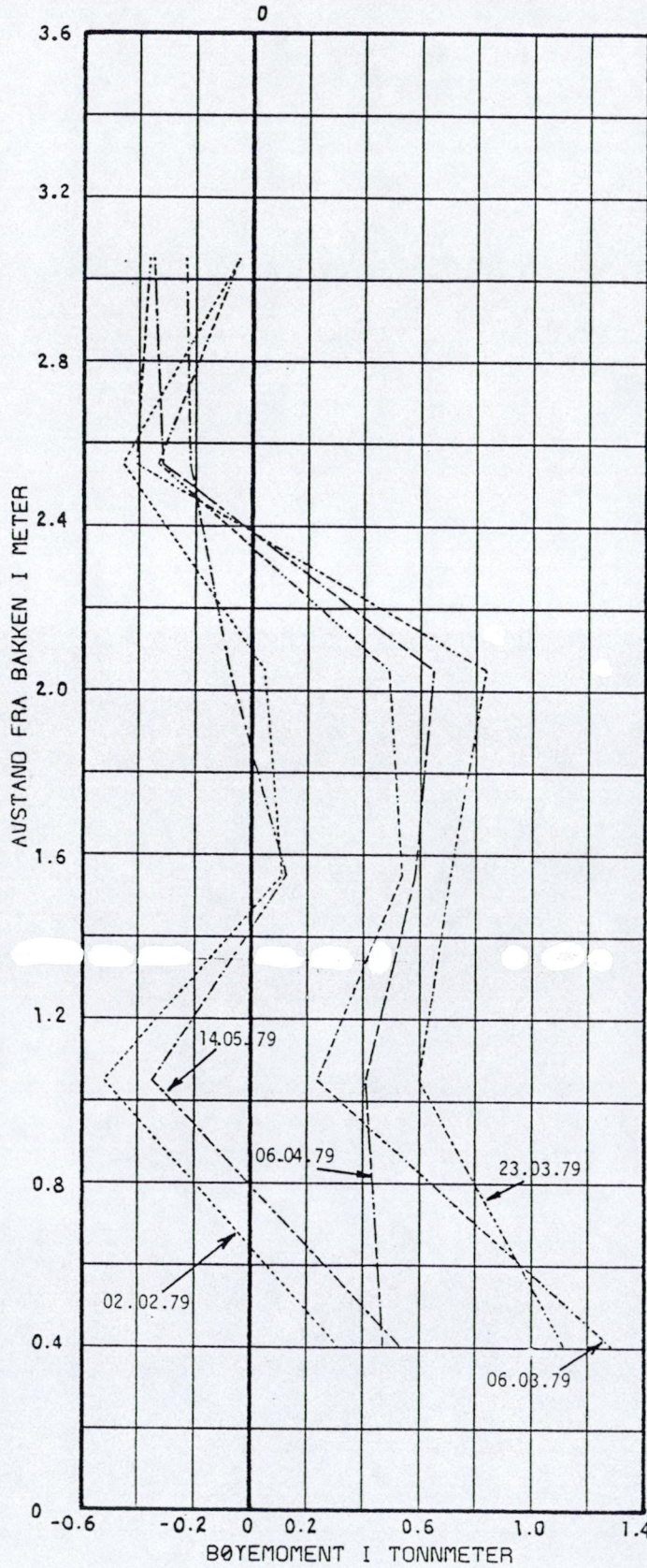
Aksialkrefter: + strekk, - trykk

Bøyemomenter : Vest -) (+ Øst

12.3.80

TRYKK

STREKK



NVE GRASDALEN		SNØFORSKNING		DATO	TEGN. AV
- VERTIKALT RØR - BØYEMOMENT- OG AKSIALKRAFTDIAGRAMMER FOR DE UTREGNEDE VERDIENE FOR DATOENE: 02.02.1979, 06.03.1979, 23.03.1979, 06.04.1979 OG 14.05.1979.				GODKJENT <i>SBH</i>	
				PROSJ. NR.	75420
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT				TEGN. NR.	A-01