

NGU-rapport nr. 86.021

Geotekniske undersøkelser
i isfjellspor ved Årnes på Romerike



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eirikssons vei 39, Postboks 3006, 7001 Trondheim - Tlf. (07) 92 16 11
Oslokontor, Drammensveien 230, Oslo 2 - Tlf. (02) 50 25 00

Rapport nr. 86.021	ISSN 0800-3416	Åpen/Fortrolig til 14.03.1987	
Tittel: Geotekniske undersøkelser i isfjellspor ved Arnes på Romerike			
Forfatter: Oddvar Longva Knut J. Bakkejord		Oppdragsgiver: NGU	
Fylke: Akershus		Kommune: Nes på Romerike	
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Hamar		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1915 II Ullensaker	
Forekomstens navn og koordinater: Tomter 32V 6349 66683		Sidetall: 30	Pris: 60,-
		Kartbilag: 2	
Feltarbeid utført: okt./nov. 1985	Rapportdato: 02.05.1986	Prosjektnr.: 5102.25	Prosjektleder: Oddvar Longva
Sammendrag: Det er utført geologiske og geotekniske undersøkelser av pløyespor og synkegroper etter isfjell på Romerike, særlig med tanke på å overføre viten til tilsvarende forhold på kontinentalsokkelen. Med Brøyt-X er det gravd to grøfter ned til 2.5 m dyp, og med 54 mm stempelprøvetaker og NGUs borerigg er det tatt kontinuerlige prøver ned til 7 m dyp på 3 forskjellige steder. Det er også utført vingeboringer ved 2 av prøvehullene. De geotekniske laboratorieundersøkelsene er delvis utført av ekstern konsulent (SINTEF) og delvis av NGU. Det er bl.a. utført triaks-, ødometer-, enaks- og konusmålinger samt rutinemålinger av plastisitet, vanninnhold, romvekt og kornfordeling. Geologiske undersøkelser av de lagdelte leiravsetningene en finner her viser at området har vært utsatt for isfjellpløying. Deformasjoner av leirlagene er synlig ned til 3.2 m dyp. Geotekniske undersøkelser viser at det er normalkonsoliderte leirer under pløyespor. På grunn av tørrskorpedannelse er det ved hjelp av geotekniske parametre ikke mulig å registrere forstyrrelser her. Under ei synkegrop er det lite konsoliderte men allikevel forstyrrede leirmasser. Forstyrrelsen kan skyldes behandling av prøvetaker og prøve. Den kan også skyldes leiras forhistorie, noe Emneord NGU ut fra geologiske studier av borkjerner mener er sannsynlig.			
		Kvartærgeologi	Geoteknisk undersøkelse
Boring	Laboratorieundersøkelse	Fagrapport	

INNHold	SIDE
1. INNLEDNING	4
2. KONKLUSJON	5
3. UTFØRELSE	5
4. RESULTATER	7
5. VIDERE UNDERSØKELSER	11
6. REFERANSER	12

Vedlegg:

- 86.021-01: Analyseoversikt
- 02: Boreprofiler
- 03: Analysebestilling - SINTEF
- 04: Analyseresultater - SINTEF
- 05: Kornfordelingskurver Grop II
- 06: Kornfordelingskurver H1-2
- 07: Kornfordelingskurver H3
- 08: Kornfordelingskurver H4/Grop I
- 09: Deformasjonsstrukturer

Tegninger:

- 86.021-01: Oversiktskart
- 02: Plan for undersøkelser. Nivellement, graving og boring

1. INNLEDNING

Under regional kvartærgeologisk kartlegging over Østlandet har NGU påvist spor/merker i løsmasseoverflata på Romerike som er tolket som pløyemerker etter isfjell.

Den sannsynlige modellen er at sporene ble dannet under en flom i siste del av siste istid for ca. 9000 år siden. En bredemt sjø i Nord-Østerdalen ble tappet ut under isen via Jutulhogget og Rendalen fram til den sørlige iskant omtrent ved Elverum. Fra brekanten ble det brutt løs isfjell som fulgte med flomvannet ned Solørdalen via Odalen og ut på Romerike.

NGU ønsket å få styrket ovennevnte modell og mente å kunne overføre viten til kontinentalsokkelen hvor en har mengder av slike pløyesper. I samarbeid med Statoil er det foretatt gravinger i to pløyesper i nærheten av Tomter gård ved Årnes på Romerike, tegning 01. Geologiske studier av gropene er rapportert i NGU-rapport 85.232 og 86.020.

De geologiske undersøkelsene viste entydig at de kartlagte sporene er dannet av isfjell som pløyer og/eller stanser opp.

Gravingen viste en sterkt laminert leire. I pløyesporene var leirlagene bøyd, foldet og forkastet. Noe masser var fjernet. Likedan viste graving i ei mindre synkegrop hvor et isfjell hadde strandet og presset seg ned i leira og at leirlagene var nedfoldet.

Sammenligning av stratigrafien i borkjerner fra et pløyesper viste at deformasjoner var synlig ned til ca. 3,2 m dyp.

For å støtte opp om informasjonen fra gravingene ønsket NGU å utføre geotekniske undersøkelser i felt og på laboratoriet. Det var spesielt leiras belastningshistorie og dybden for eventuelle deformasjoner en var ute etter å kartlegge. Denne rapporten omhandler de geotekniske felt- og laboratorieundersøkelsene.

Undersøkelsene er også foretatt i forbindelse med oppbygging av kompetanse innafor fagområdet ingeniørgeologi/geoteknikk spesielt med tanke på framtidig maringeologisk kartlegging.

2. KONKLUSJON

De geotekniske undersøkelsene av borkjerner fra pløyespør viser at det er normalkonsolidert leire i sporene og at enkelte indikasjoner på overkonsolidering må tillegges den 2-3 m mektige tørrskorpa en finner her. På grunn av tørrskorpa er det ikke mulig ved hjelp av geotekniske parametre (skjærfasthetsmålinger) å registrere forstyrrelser i øverste del av leirlaget.

Ved å sammenligne stratigrafien i borkjerner på flanken av et pløyespør og sentralt i sporet er det påvist deformasjoner som skyldes pløyinga ned til vel 3 m under overflaten. Det har ikke lyktes å påvise denne forandringen i leirene ved hjelp av geotekniske metoder. Dette skyldes først og fremst tørrskorpa som er dannet i leiras øvre deler. Det er også mulig at det vesentligste av deformasjonene under pløyespør av denne størrelsesorden skjer ved at leira bøyes unna. Trykket er ikke stort nok til at leira kollapser eller langvarig nok til at porevann presses ut og det skjer kun små konsolideringsendringer.

I synkegropa som er delvis oppfylt av organisk materiale og hvor leira ikke har utviklet tørrskorpe, viser geotekniske undersøkelser en lite konsolidert leire. Det faktum at en her ventet en sterkt konsolidert leire og at det er målt svært forskjellige verdier for uomrørt skjærfasthet forklares best med at leirmassene er forstyrret. Forstyrrelsen kan skyldes prøvetaking eller utskyving av prøve i laboratoriet, men mest sannsynlig skyldes forstyrrelsen leiras forhistorie. Vekta av isfjellet har påført leirmassene et press som ikke har vært mulig å ta opp som en konsolideringseffekt og leira har derfor kollapset. Ut fra eksisterende prøveserie og utførte analyser er det ikke mulig å registrere hvor dypt en slik forstyrrelse går.

Det er sannsynlig at omfattende prøvetaking av pløyespør/synkegroper i områder som er dekket av organisk materiale og derfor har minimal tørrskorpeutvikling trolig vil gi bedre prøver for både geotekniske lab.analyser (bl.a. skjærfasthetsmålinger og ødometerforsøk) og geologiske studier.

3. UTFØRELSE

Gravearbeidet ble utført i september 1985. Med bakgrunn i dette ble det bestemt av det skulle utføres enkle kjerneboringer med 54 mm prøvetaker

inntil ei av grøftene, dvs. i et av sporene og under ei synkegrop, tegning 02.

Etter nærmere overveielser kom vi til at vi kunne utføre feltundersøkelsene og enkle laboratorieundersøkelser sjøl, men at vi måtte sette bort prøver til mer avanserte laboratorieanalyser.

Det ble benyttet 54 mm prøvetaker med stålsylindre og NGUs egen borerigg (Borros). På grunn av at vi hadde tenkt å røntgenfotografere kjerneprøvene ble muligheten for å bruke 54 mm prøvetaker med plasticsylindre undersøkt. Vi kjøpte inn prøvetaker og lånte plasticsylindre av Statens Vegvesen. Feltarbeidet ble utført i uke 44 av boreformann Eilif Danielsen og forskerne Oddvar Longva og Knut J. Bakkejord, NGU.

Det ble utført 2 orienterende vingeboringer ned til 10 m dyp, for at vi skulle være sikre på ikke å støte på kvikkleire, tegning 02.

Dernest boret vi 3 hull i tilknytning til grop II. Hull 1 og 3 var ca. 7 m dype, og her ble det brukt stålsylindre. I hull 2 som var inntil hull 1 ble det brukt plasticsylindre ned til 5 m dyp. Hull 4 ble boret i synkegrop inntil pløyesporet hvor grop I var gravd og gikk ned til 7 m dyp, tegning 02.

Det ble tatt 24 prøver á ca. 80 cm lengde hvorav 6 i plast og resten i stål. Prøvesylindrene ble lagt i kasser og transportert frostfritt til Trondheim. Lagring og transport ble foretatt frostfritt.

Det ble plukket ut 4 sylindre for analyser ved SINTEF, avdeling for geoteknikk, vedlegg 03. Her ble det utført 4 triaksial- og ødometerforsøk og dessuten målinger av skjærfasthet (enaks, konus), vanninnhold og plastisitetssindeks (flyte-utrullingsgrenser) som beskrevet i egen rapport, vedlegg 04.

Øvrige 20 sylindre ble åpnet på Sør-Trøndelag vegkontors distriktslaboratorium på Heimdal, hvor vi forøvrig også hadde lånt plasticsylindre. Her ble det utført studier av stukturer og deformasjoner (NGU-rapport 86.020) og målinger av skjærfasthet (konus) på 20 av kjernene, vedlegg 01.

Laboratoriearbeidet på Heimdal er utført av Oddvar Longva og Knut J. Bakkejord som dessuten var tilstede ved åpningen av sylindre på SINTEF.

Ved NGUs Løsmasselaboratorium er det utført kornfordelingsanalyser, bestemmelse av flyte-, utrullingsgrenser og vanninnhold, vedlegg 01 og 05-08.

Prøver til de forskjellige analysene er tatt fra borkjernene etter et bestemt mønster som bl.a. er vanlig å bruke ved SINTEF. Kornfordelingsanalyser er delvis utført på gjennomsnittsprøver (ei tynn skive av hele borkjerna), delvis på enkeltlag. En del av gjennomsnittsprøvene mangler leirrike horisonter som ble tatt ut til ødometer forsøk. Dette er viktig å huske på når en skal sammenligne borkjerner fra forskjellige hull.

4. RESULTATER

Hull 1

Prøvene fra hull 1 er lagdelte med enkelte tynne sandlag og partier med tette sjikt av silt, men store deler av prøvene er homogen leire, vedlegg 02.

Kornfordelingsanalyser av gjennomsnittsprøve fra 1.4 og 1.6 og lagvise prøver fra de øvrige viser at prosent leir ($< 2\mu\text{m}$) øker fra 40-60 % fra 3-5 m under overflata for så å avta igjen til 40 % ned mot 7 m dyp, vedlegg 02 og 05.

Prøvene fra hull 1 har vanninnhold som øker fra 30 % til i overkant av 40 % fra 3-5 m under overflaten for så å avta til 30 % igjen ned mot 7 m dyp. Plastisitetsindeksene varierer fra 11.3-20.6, og prøvene klassifiseres som en grov og middels plastisk leire, vedlegg 02.

Uomrørt skjærfasthet, s_u målt ved konus, enaks og vingebor i felt viser god overensstemmelse. Den høye skjærfastheten øverst i prøve 1.4 skyldes trolig tørrskorpedannelse.

Fra 3-5 m under overflata øker skjærfastheten fra ca. 30-40 kN/m^2 for så å avta til under 20 kN/m^2 ved 7 m dyp, vedlegg 05. Sensitiviteten er liten og overalt < 8 .

I hull 1 er det en sammenheng mellom vanninnhold, % leir og skjærfasthet som vises ved at samtlige parametre øker fra 3-5 m under overflata for så å avta fra 5-7 m.

Vanninnhold og skjærfasthet er høyest i de feteste leirene og omvendt. Skjærfastheten avtar mot dypet.

Av analysene utført ved SINTEF, vedlegg 04 gir treaksforsøk på prøve 1.4 indikasjoner på en overkonsolidert leire fordi kurven viser positiv dilatans før sprøbrudd. Ødometerforsøk viser et svært høyt forkonsolideringstrykk i 1.4. Treaks- og ødometerforsøk på prøve 1.6 gir indikasjoner på en mer normal konsolidert leire.

Resultater fra prøve 1.4 antyder overkonsolidert leire, men dette kan skyldes at prøven er tatt i overgangssone mot tørrskorpe, og som helhet må leirmassene i hull 1 sees på som normalkonsolidert. Det er ikke mulig å registrere omrøring i topplaget ved hjelp av geotekniske parametre. Dette skyldes hovedsakelig tørrskorpa. Det kan også skyldes at leira blir bøyd unna fordi trykket ikke er stort nok til at leira kollapser eller langvarig nok til at porevannet presses ut. Det skjer derfor kun små konsolideringsendringer.

Hull 3

Prøvene i hull 3 er lagdelte med enkelte tynne sandlag og partier med tette sjikt av silt, men med store partier homogen leire, tegning 03. Kornfordelingsanalyser av lagvise prøver viser at % leir ($< 2\mu\text{m}$) er avtagende fra 60-40 % under 3 m dyp. Fra 4-5 m under overflata er det 60-80 % leir og videre ned til 7 m dyp vel 40 % leir, vedlegg 02 og 06.

Vanninnholdet varierer fra under 30 % til over 50 % og er høyest mellom 4 og 5 m under overflata. Med unntak av prøve 3.3 som tilsvarer ca. 3 m dyp, hvor plastisitetsindeksen er over 20 %, er den forøvrig i overkant av 10 %, vedlegg 02. Prøvene klassifiseres som grov og middels plastisk leire.

Uomrørt skjærfasthet, s_u målt ved konus, enaks og vingebor i felt viser brukbar overensstemmelse. Store avvik bl.a. i prøve 3.4 og 3.7 skyldes at prøvene ble skjært ut i siltrike lag.

Skjærfastheten avtar fra 60-30 kN/m² fra 3-5 m under overflata hvoretter den stabiliserer seg rundt 20 kN/m² ned til 7 m dyp, vedlegg 02. Sensitiviteten er liten (< 8).

I hull 3 er det en sammenheng mellom vanninnhold og % leir som vises ved at de to parametrene avtar fra 3-4 m under overflata, er høy fra 4-5 m og avtar igjen videre ned til 7 m under overflata.

Skjærfastheten avtar relativt jevnt fra 3-5 m under overflata og stabiliserer seg på et lavt nivå videre ned til 7 m dyp.

Kombinasjonen høyt vanninnhold/fet leire ser ikke ut til å ha noen innvirkning på skjærfastheten her som i hull 1. Imidlertid kan prøver til de forskjellige bestemmelser komme fra lag som har store variasjoner i kornsammensetning.

Det er ikke utført treaks- eller ødometerbestemmelser på prøver fra hull 3.

Resultatene indikerer en normalkonsolidert leire. Mektig tørrskorpedannelse og/eller leiras oppførsel (se hull 1) gjør det vanskelig/umulig å registrere omrøring i topplaget.

Hull 4

I hull 4 er det under 2.8 m myr/organisk materiale, et tynt sand-/siltlag over 20 cm leire. Deretter følger sand (prøve 4.0) ned til ca. 4 m dyp før det blir leire med vekselvis tynne sand-/siltlag og homogene leirpartier ned til 7.5 m dyp, vedlegg 02 og 08.

Vanninnhold og kornfordeling er kun vurdert fra 4 og 6 m under overflata. Materialet er lagdelt og siltig og prosent leire ($< 2\mu\text{m}$) avtar litt fra 4-6 m dyp, vedlegg 02 og 07. Med unntak av en måling lengst ned i hull 4.3 er vanninnholdet svakt avtagende fra $> 30\%$ til $< 30\%$ nedover. Plastisitetssindeksen på 12.7 og 8.0 forteller om en middels til lite plastisk leire.

Uomrørt skjærfasthet målt ved konus og enaks viser svært forskjellige resultater og konusmålt trykkstyrke er fra 1.5-4 ganger så stor som enaksial trykkstyrke. Enaksial trykkstyrke avtar fra 4-6 m under overflata mens konusmålt trykkstyrke øker den første meteren og avtar den neste, vedlegg 02. Leira er overalt lite sensitiv.

Sammenhengen mellom leirinnholdet og vanninnholdet i hull 4 er som ventet proporsjonal.

Uomrørt skjærfasthet, s_u målt ved enaks viser samme proporsjonalitet mot leir- og vanninnhold.

Det er ikke registrert skjærfastheter under prøve 4.3 (6 m dyp), og derfor vet vi heller ikke om forskjell mellom enaksial skjærfasthet og konusmålt skjærfasthet fortsetter mot dypet og evt. hvor dypt.

Resultater av analyser utført ved SINTEF er beskrevet i vedlegg 03.

Treksforsøk på prøve 2 og 3 gir liten informasjon mens ødometerforsøk på samme prøver gir antydning om et relativt lavt forkonsolideringstrykk.

SINTEF mener at både forskjellige verdier for uomrørt skjærfasthet (S_u) og et lavere forkonsolideringstrykk enn forventet i hull 4 kan skyldes at det p.g.a. tett lagdeling av silt og siltig leire er vanskelig å få uforstyrrede prøver. Forstyrrelser kan skje både ved prøvetaking og ved trimming i laboratoriet. De forskjellige verdiene for S_u kan også skyldes at dette er et kompressibelt materiale. Det vil si at det lar seg deformere jevnt uten "kollaps" som en vanligvis får i normalkonsolidert leire.

NGU er av den oppfatning at forskjellen i skjærfasthetsmålingene og det lave forkonsolideringstrykket ved hull 4 skyldes leiras forhistorie. Geologiske undersøkelser her og i andre lignende synkegroper har vist at gropene er laget ved at isfjell har strandet. Dette har igjen ført til at leirmassene er blitt påført et relativt kraftig press over en kortere periode. En skulle forvente at leirmassene ble kraftig konsolidert, men det er sannsynlig at de ikke har klart å motstå dette presset og hele strukturen har kollapset, vedlegg 09. Det kan tilføyes at laminerte silt-/sandlag som er nøye kartlagt i hull 1 og 3 ikke var synlige i hull 4 til tross for at de er kartlagt på 1-1,5 m dyp i pressvollen for synkegrop hvor hull 4 er boret. NGU stiller seg også tvilende til at nettopp de tre borkjernene fra hull 4 skulle bli forstyrret når de 21 andre borkjernene fra hull 1 og 3 syntes å være uforstyrret.

Resultatene viser et forstyrret materiale i hull 4. Forstyrrelsen skyldes trolig leiras forhistorie og ikke prøvetaking eller utskyving av prøver i lag. Ut fra eksisterende prøver og utførte analyser er det ikke mulig å registrere hvor dypt en slik forstyrrelse går.

5. VIDERE UNDERSØKELSER

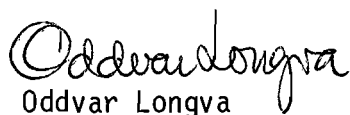
Denne undersøkelsen har vist at det er svært vanskelig å måle geotekniske parametre i overflatelag med tørrskorpedannelse og kulturjord.

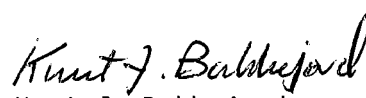
Isfjellpløying har skjedd over noen få dager, mens vi ikke kjenner til hvor lenge isfjellene har ligget i synkegroper. Ved måling av geotekniske parametre er dette tidsaspektet svært viktig. Det er lite sannsynlig at leira blir konsolidert utover det normale i pløyesporene mens det i synkegroper, avhengig av isfjelllets størrelse, skjer en konsolidering av leira eller tilnærmet kollaps eller omrøring.

Ved videre geologiske undersøkelser av isfjellspor og synkegroper vil det trolig være verdifullt å supplere med enkle geotekniske undersøkelser. Et større tallmateriale ville gjøre det mulig å lage en bedre statistikk som igjen ville være til nytte for forståelsen av geologien her.

Så langt det er mulig bør kjerneprøver tas under pløyespor/synkegroper som er dekket av organisk materiale. Laboratorieundersøkelsene bør foruten måling av rutineparametre som kornfordeling, vanninnhold, romvekt og skjærfasthet bestå i ødometerforsøk på utvalgte steder.

Trondheim, 2. mai 1986


Oddvar Longva
forsker


Knut J. Bakkejord
forsker

6. REFERANSER

- Janbu, N. 1970: Grunnlag i geoteknikk. Univ. i Trondheim - NTH.
- Janbu, N. m.fl. 1985: Geotekniske beregningsmetoder. EEU-kurs ved Institutt for geoteknikk, NTH. Delkompendier og forelesningsnotater.
- Lien R. 1983: Pløyemerker etter isfjell på norsk kontinentalsokkel. (Iceberg scouring on the Norwegian continental shelf.) IKU-publ. 109, 147 p.
- Longva, O. og Bakkejord, K. J. 1985: Samarbeidsprosjekt NGU/Statoil (kontrakt nr. T 8579) Geologiske undersøkingar av isfjellspor. NGU-rapport nr. 85.232.
- Longva, O. og Bakkejord, K. J. 1985: Geologiske undersøkelser av isfjellspor. Samarbeidsprosjekt NGU/Statoil (kontrakt nr. T 8579). NGU-rapport nr. 86.020.
- Svaan, O. og Senneset, K. 1985: Geotekniske lab.undersøkelser av prøver fra Tomter gård på Romerike. SINTEF - Avd. for geoteknikk, rapport STF69 F85049.

Hull nr.	Prøve nr.	Vanninnhold i %					I _P	Romvekt g/cm ³		S _u KN/m ²				S _t	Anm.
		W ₁	W ₂	W ₃	W _L	W _P		Syl.	Ring.	Vingebor uomr.	Enaks	▽ uomr.	▽ omr.		
1	3							1.96							
1	4	31.9	30.8	30.6	34.7	20.3	14.4	1.95	2.0	32	65.4	62.3 35.3	9.0 8.4	7.0 4.2	NTH
2	4	35.6	30.8		47.2	26.6	20.6	1.91				35.8 36.8	7.0 6.5	5.1 5.6	Tilsv. 1.5
1	6	31.6	32.5	35.6	41.5	23.9	17.6	1.94	1.79		31.5	38.7 33.8	5.6 6.6	6.9 5.1	NTH
1	7	42.1	37.2		35.5	24.1	11.3	1.87		32		34 31	5.0 6.6	6.8 4.7	
1	8	33.3	34.1		34.8	22.2	12.7	1.89		20		21 23	5.8 5.4	3.6 4.2	
1	9	34.1	30.5		38.3	24.4	13.9	1.88		20		17 11	7 5	2.4 2.2	
3	1							1.93							
3	2							1.88							
3	3	36.9	33.8		46.6	23.0	23.6	1.98		50		49 65	9 10	5.4 6.5	
3	4	28.7	28.6		34.2	23.5	10.7	1.96		36		34.3 74	9 24	3.8 3.0	
3	5	50.2	47.8		38.7	26.3	12.4	1.91				24 38	5.6 6.5	4.3 5.8	
3	6	33.4	33.3		35.5	23.2	12.3	1.90		40		26.5 14	4.0 3.5	6.6 4.0	
3	7	37.0	31.6		35.2	24.7	10.5	1.88		20		27 38	5.6 7.5	4.8 5.0	
3	8	37.0	31.7		33.8	23.6	10.3	1.94		16		21 21	6.5 7.6	3.2 2.7	
4	1							1.94							
4	2	30.5	27.5		35.4	22.7	12.7	1.98	1.89 2.08		21.8	38.7 44.1	9.0 9.8	4.3 4.5	NTH
4	3	21.8	29.0	39.6	27.1	19.1	8.0	1.99	1.99		13.5	47.3 38.7	6.6 9.0	7.2 4.3	NTH
4	4							-							

Boreprofil.		Hull nr. 1				o.w = vanninnhold		+ = Vingebor															
		Nivå : 1,80 - 7,40m				-w ₁ = Flytegr.		⊙ = Enakset trykk															
Borestad : TOMTER		Pr.tak : N.G.I. ø 54 mm		Dato :		-w _p = Utrullingsgr.		▽ ▼ = Konusforsøk															
Dybde m	Jordart	Symbol	Pr.nr.	Vanninnhold og konsistensgrenser %						Rom.v. kN/m ³	Skjærfasthet s _u kN/m ²						Sensitivitet	Salt g/L		Humus %	Kornfordeling % < d = 0,002 mm		
				10	20	30	40	50	60		10	20	30	40	50	60		10	20		20	40	60
1	GROP II	KULTURJORD																					
2		LEIRE MED LAG AV SILT OG SAND																					
3		GRENSE FOR TØRRSKORPE								1,96													
4	LEIRE MED SILTLAG								1,95	▼						7,0							
5									1,91	▼						4,2							
6									1,94	▼						5,1							
7									1,87	▼						5,6							
8									1,89	▼						6,9							
9									1,88	▼						5,1							
10															6,8								
11															4,7								
12															3,6								
13															4,2								
14															2,4								
15															2,2								

Boreprofil.		Hull nr, 3									o.w = vanninnhold		+ = Vingebor																										
		Nivå : 1,10 - 7,40 m									→ w _L = Flytegr.		⊙ = Enakset trykk																										
Borestad : TOMTER		Pr.tak : N.G.I. Ø 54 mm					Dato :				→ w _p = Utrullingsgr.		▽ = Korusforsøk																										
Dybde m	Jordart	Symbol	Pr.nr.	Vanninnhold og konsistensgrenser %							Rom.v. kN/m ³	Skjærfasthet s _u kN/m ²							Sensitivitet	Salt g/L		Humus %	Kornfordeling % < d = 0,002 mm																
				10	20	30	40	50	60	10		20	30	40	50	60	70																						
1	GROP · II	KULTURJORD																																					
2		MJELE																																					
3		LEIRE MED LAG AV SILT OG SAND																																					
	GRENSE FOR TØRRSKORPE																																						
4	LEIRE MED SILTLAG																																						
5																																							
6																																							
7																																							
8																																							
9																																							
10																																							
15																																							

Vedlegg 02 side 2

Boreprofil.		Hull nr. 4				o.w = vanninnhold		+ = Vingebar															
		Nivå : 3,6-6,8m				-w _L = Flytegr.		⊙ = Enakset trykk															
Borestet : TOMTER		Pr.tak : N.G.l. ø 54 mm		Dato :		-w _p = Utrullingsgr.		▽ ▽ = Konusforsøk															
Dybde m	Jordart	Symbol	Pr.nr.	Vanninnhold og konsistensgrenser %						Rom.v. kN/m ³	Skjærfasthet s _u kN/m ²						Sensitivitet	Salt g/L		Humus %	Kornfordeling % < d=0,002 mm		
				10	20	30	40	50	60		10	20	30	40	50	60		10	20		20	40	60
1	ORGANISK MATERIALE BUNN SYNKEGROP MJELE LEIRE SAND LEIRE MED SILTLAG	☛																					
2		☛																					
3		☛																					
4		☛								1,94													
5		~	1							1,98	▽		▽			4,3							
6		~	2								▽	⊙		▽		4,5							
7		~	3							1,99	▽	⊙		▽		7,2							
8		~	4							1,96						4,3							
9																							
10																							
15																							

NGU Norges geologiske undersøkelse

SINTEF

Avdeling for geoteknikk

7034 TRONDHEIM-NTH

Leiv Eirikssons vei 39
Postboks 3006
7001 TrondheimTelefon: (07) 32 16 11
Postgiro: 5 16 82 32
Bankgiro: 0633 05 70014
Telex: 55417 NGUN

Deres ref.:

Trondheim, 9. desember 1985

Vår ref.: Jnr. 4479/85L/KJB/ijb

Geotekniske lab.undersøkelser av 54 mm kjerneprøver fra
Tomter gård ved Arnes på Romerike.

Det vises til samtaler med Deres lab.ingeniør Kåre Senneset senest 19.11.85 hvor det ble inngått avtale om lab.undersøkelser av 54 mm - kjerneprøver for bestemmelse av geotekniske parametre.

Prøvene som er levert dere 19.11.85 er merket Tomter - 1.4, 1.6, 3.3, 3.5, 4.2, 4.3 og 4.4. De er tatt i forbindelse med geologiske undersøkelser av pløyespør/synkegroper i marine avsetninger på Romerike. Undersøkelsene utføres for å klarlegge geologisk forhistorie i området og for å se om data kan overføres til lignende forhold på kontinentalsokkelen.

Som vedlegg viser er det utført prøvetaking i bunn synkegrop under 3-4 m myr (Hull nr. 4.), i bunn pløyespør under tynt lag myr og noe tørrskorpe, (Hull nr. 3.), og til slutt på sida av pløyesporet under relativt mektig tørrskorpe (Hull nr. 1.).

Eventuell overkonsolidering vil sannsynligvis være tilstede i synkegropa (H 4), men ikke på pløjevollen (H 1). For å bestemme dette og tilhørende geotekniske parametre er det ønskelig med ødometerforsøk på sylindere 4.2, 4.3, (evt. 4.4), 1.4 og 1.6.

Poretrykkparametre og skjærstyrke ønskes vurdert ved hjelp av triaksforsøk på sylindere 1.4 og 4.2 (evt. 1.6 og 4.3 (4.4)).



På sylindrene som åpnes ønskes utført rutineundersøkelser som registrering, utskyving, beskrivelse, vanninnhold, skjærestyrke, flyte- og utrulling.

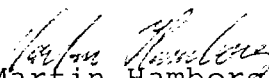
Som avtalt ønsker vi å delta med 2-3 mann ved åpning av sylindrene for studier og fotografering av strukturer/lagdeling som er sentralt i dette prosjektet.

Dersom utgiftene med analysene overskrider enhetsprisene av juni -85 bes vi gjort oppmerksom på dette forhold.

Forøvrig ser vi fram til et samarbeide på lignende oppgaver i framtida, spesielt med tanke på at NGU fra 1986 disponerer eget fartøy til maringeologisk kartlegging av kystnære områder. I tillegg til seismiske undersøkelser vil det bli utført prøvetaking av havbunnen etter et nærmere definert opplegg.

Med hilsen

Seksjon for løsmassekartlegging


Martin Hamborg

seksjonssjef



Knut J. Bakkejord

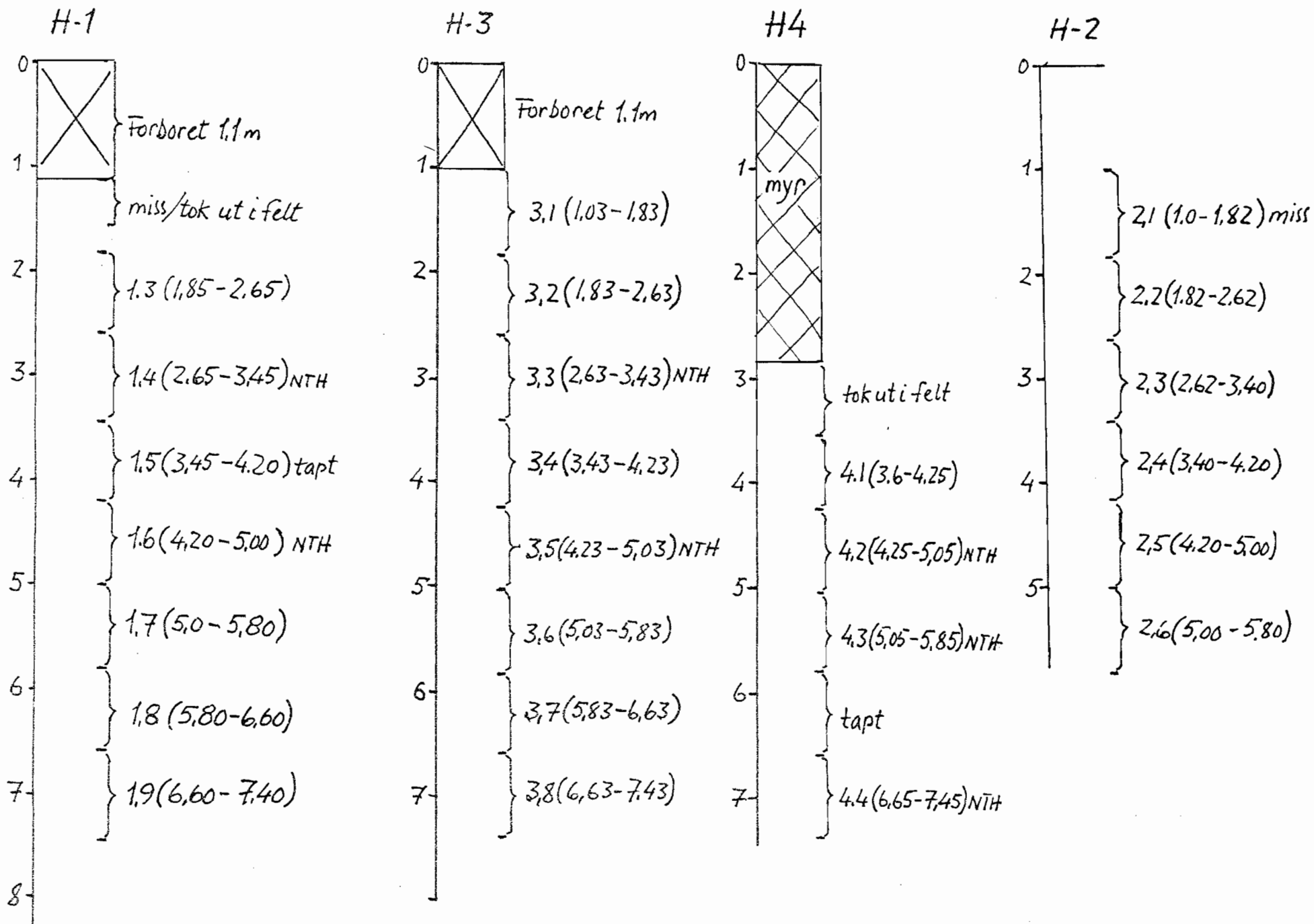
forsker

Kopi: Løsmasseavdelingen.

Neeb

Bjerkli

Longva

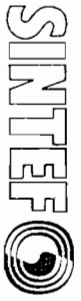


Tallverdier for rutineundersøkelser, treaks og ødometer. Tomter gård på Romerike.

Hull nr.	Prøve nr.	Vanninnhold i %							Romvekt g/cm ³				s _u kN/m ²				Treaks			Ødometer		
		W ₁	W ₂	W ₃	W _L	W _P	Tr.	Ødom.	Syl.	ring	Tr.	Ødom.	\bar{v} ū _{omr.}	v omr.	Sensi- tiv.	Enaks	a kN/m ²	tanφ	\bar{B}	m	p _c kN/m ²	c _v m ² /år
1	4	31.9	30.8	30.6	34.7	20.3	37.1	36.7	1.95	2.00	1.89	1.85	62.3 35.3	9.0 8.4	7.0 4.2	65.4	10	0.62	0.3 0	15	440	10
1	6	31.6	32.5	35.6	41.5	23.9	33.8	31.0	1.94	1.79	1.92	1.91	38.7 33.8	5.6 6.6	6.9 5.1	31.5	10	0.56	0.3 0.05	17.5	200	13
4	2	30.5	27.5		35.4	22.7	32.4	30.1	1.98	1.89 2.08	1.89	1.97	38.7 44.1	9.0 9.8	4.3 4.5	21.8	5	0.68	0.4	17.5	150	7
4	3	21.8	29.0	39.6	27.1	19.1	30.7	31.9	1.99	2.09	1.97	1.91	47.3 38.7	6.6 9.0	7.2 4.3	13.5	5	0.64	0.3 0.5	21.2	150	10

Depth E	Soil type	Sign. Lab. nr.	Water content %				Unit weight kN/m ³	Undrained shear strength kN/m ²					Sensitivity	a kN/m ²	tan φ'	K ₀	Modulus function	Modulus number m	c _v m ² /yr	Preconsolidation pressure kN/m ²
			10	20	30	40		10	20	30	40	50								
1																				
2																				
3	Leire, lakk, dult, 0-200. h�m m�st fl�kner, 32-45 m tynde siltlag. Sandlag ved 40 m. 45-55 m virker homogen	4					195 200						9.0							
4							197 189						4.2	a = 10	tan φ = 0.62		15	10	440	
5	Leire, lakkalt, 0-12 tynde sk�t av silt, 12-55 m virker homogen. Resten av prøven silt, leire,	6					194 177						6.9	a = 10	tan φ = 0.56		17.5	13	200	
6							192 191						5.1							

Depth E	Soil type	Sign Lab. nr.	Water content %				Unit weight kN/m ³	Undrained shear strength kN/m ²					Sensitivity	a kN/m ²		tan φ'	K ₀	Modulus function	Modulus number m	c _v m ² /yr	Preconsolidation pressure kN/m ²
			10	20	30	40		1	20	30	40	50		10	20						
1																					
2																					
3																					
4																					
5	Leire, siltig Lag. v. 0-10 cm sand, 10-65 cm leire med tynne siltige lag. Resten av prøven er siltig.	2					1.18 1.23 1.35 1.47					4.3 4.5	a = 5	tan φ = 0.68		17.5	7	150			
6	Silt, leirig Lag. v. 0-25 cm tette lag av silt og leire, 25-35 cm virke homogen, er leire, 35-80 cm siltige lag	3					1.99 2.09 1.87 1.91					7.2 4.3	a = 5	tan φ = 0.64		21.3	10	150			



DIVISION OF GEOTECHNICAL ENGINEERING

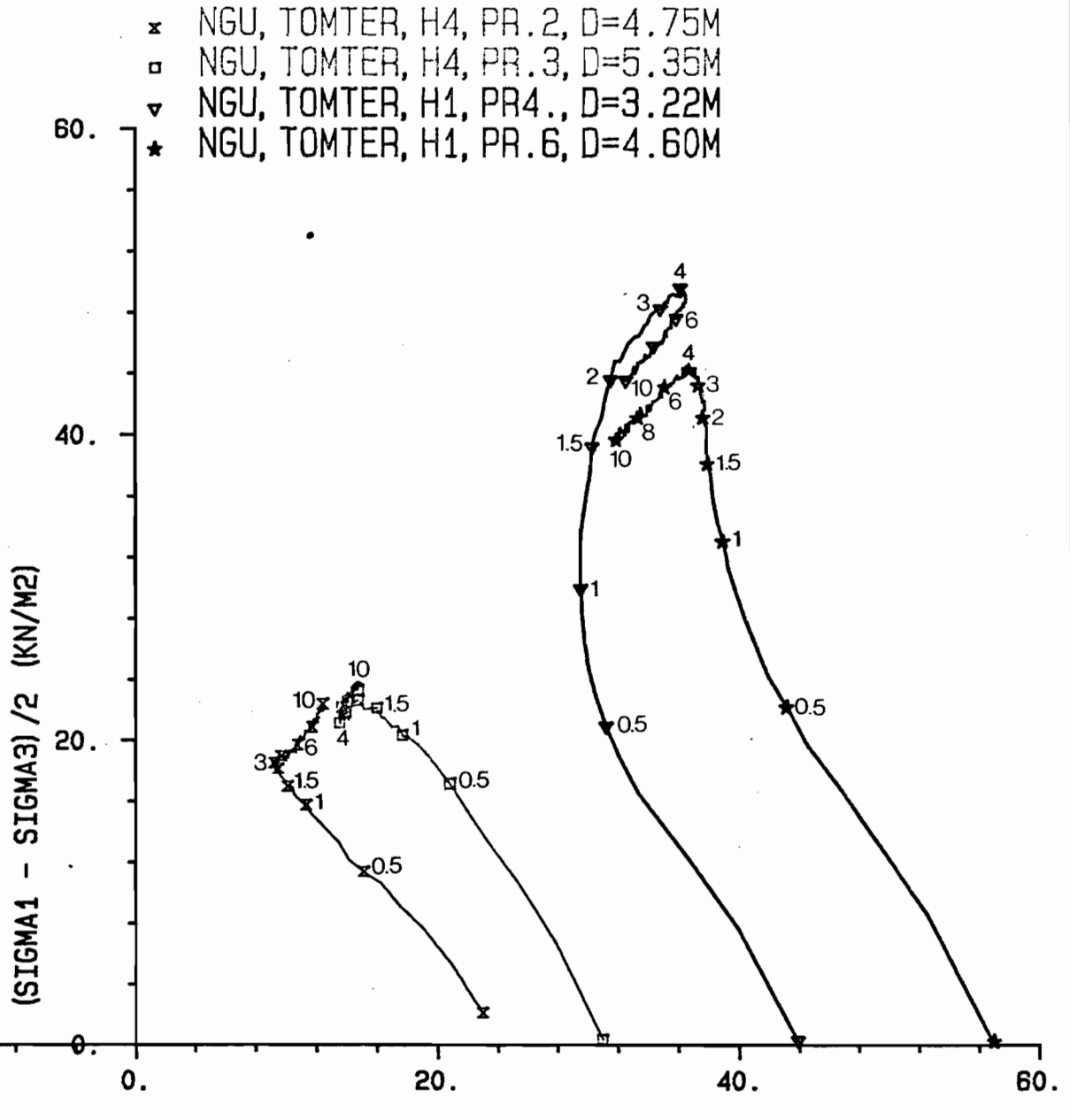
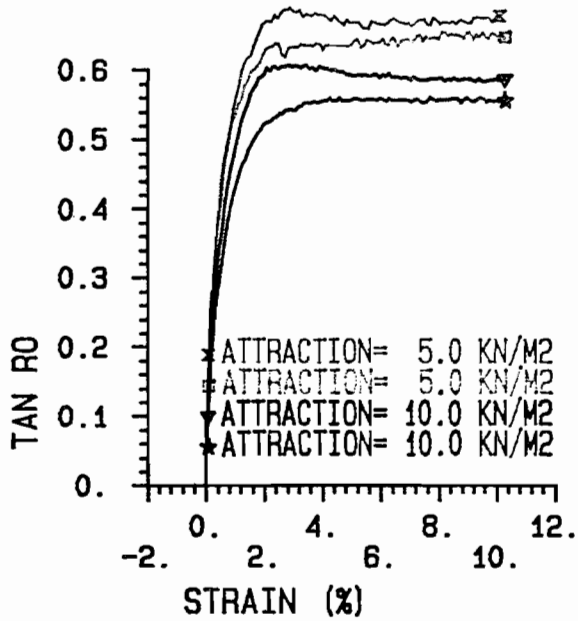
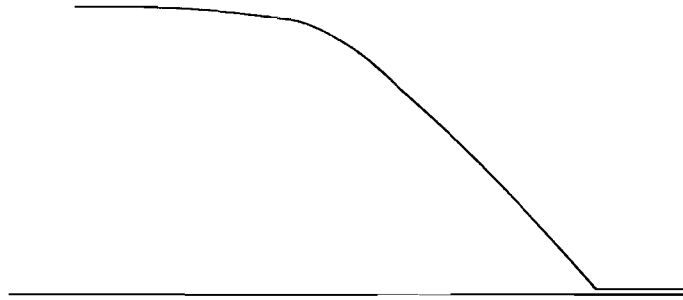


FIG.

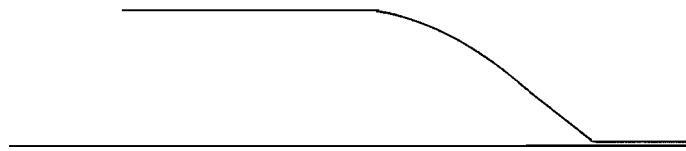
DATE

PROJECT

TOMTER, PRØVE 1,4
D = 2,95 m



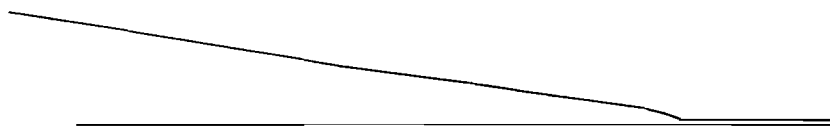
TOMTER, PRØVE 1,6
D = 4,45 m



TOMTER, PRØVE 4,2
D = 4,75 m



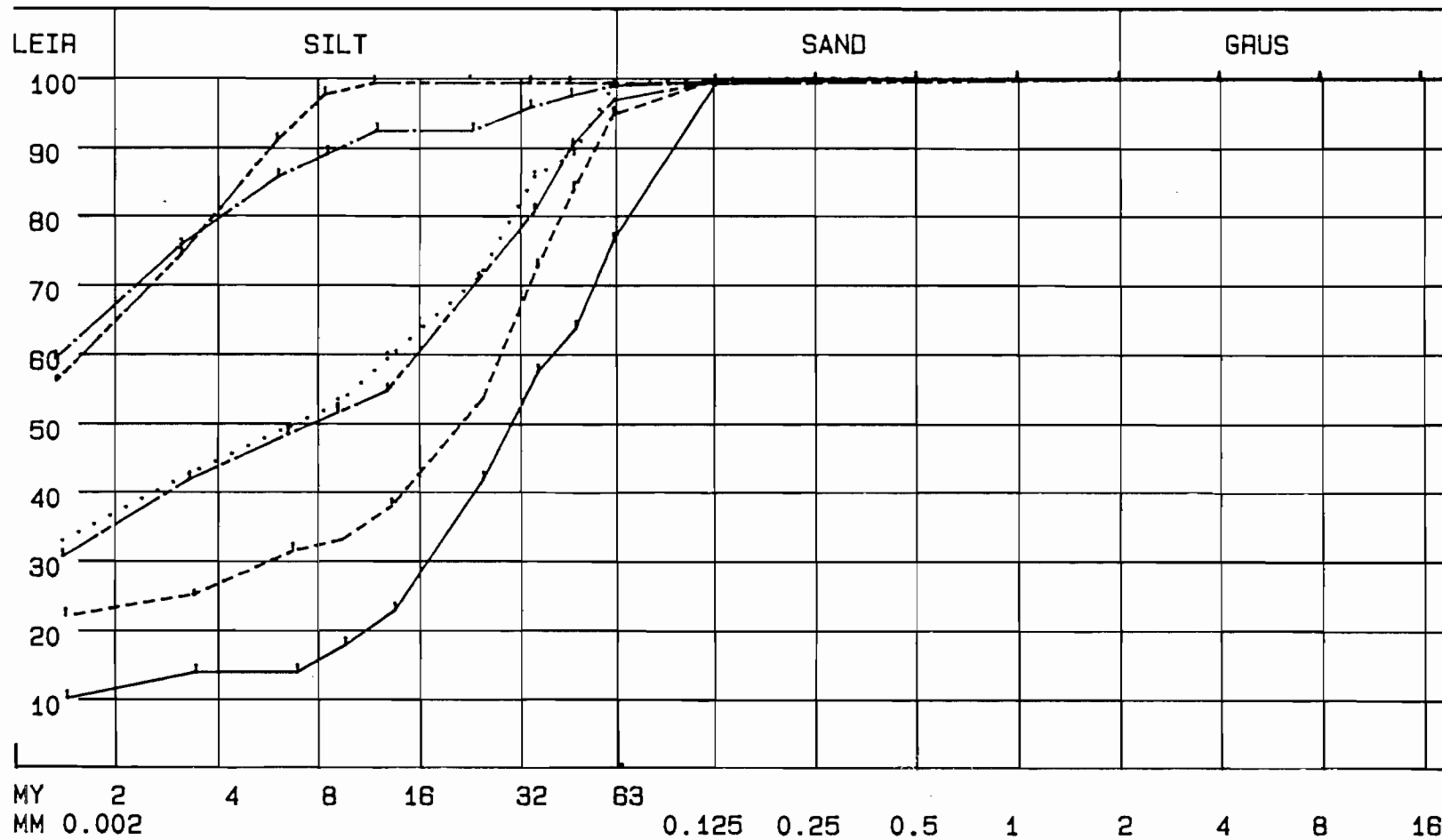
TOMTER, PRØVE 4,3
D = 4,6 m



Enaksiale trykkforsøk utført ved SINTEF

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDELINGSKURVER TOMTER, GROP II
 ULLENSAKER 19152

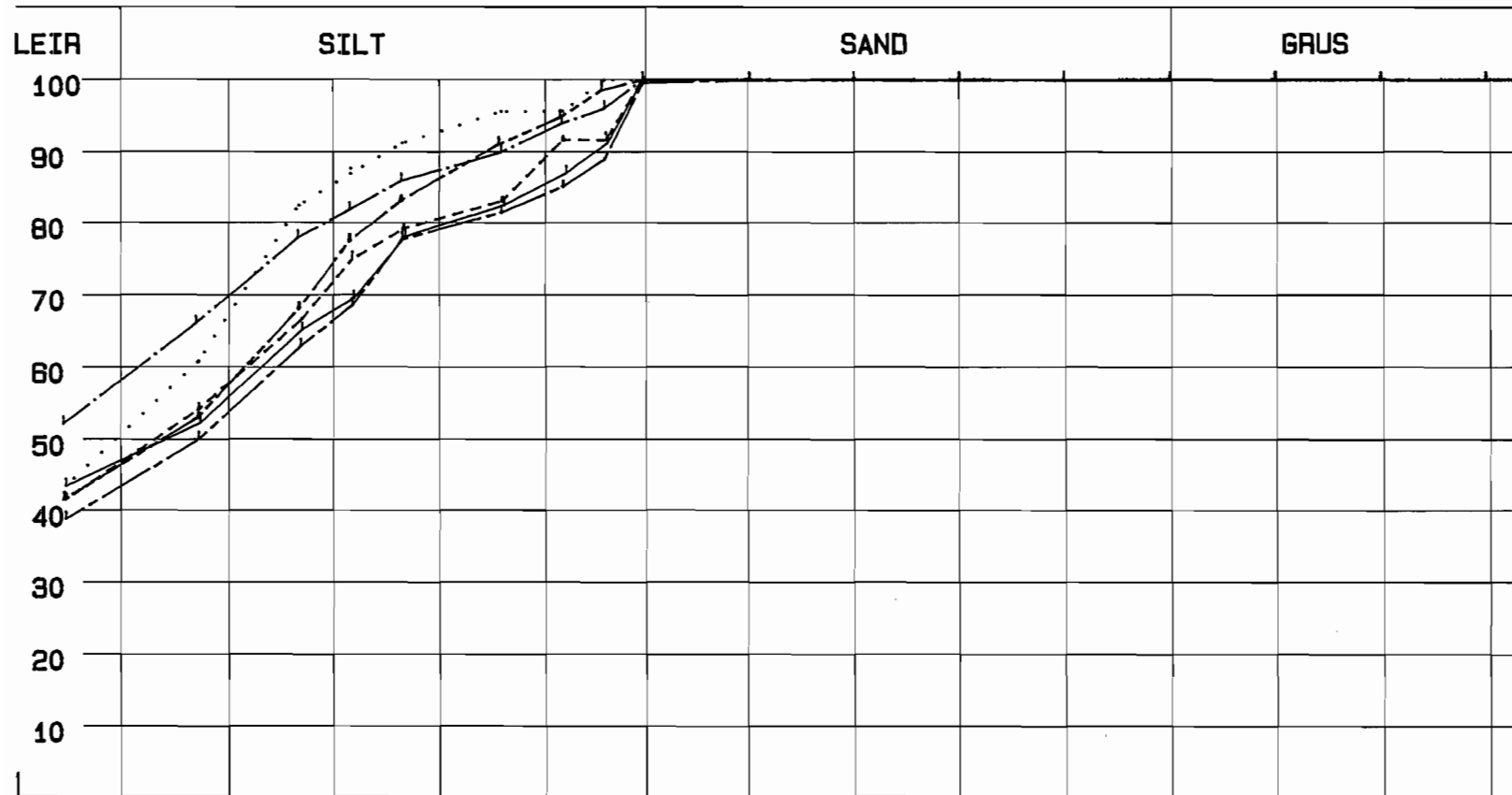


MY	2	4	8	16	32	63	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16
MM	0.002													
KORNSTORRELSE														
	UTM X			UTM Y			DYP (CM)							
—————	850538			347 694			70							
.....	850534			347 694			110							
-----	850533			347 694			120							
— · — · — · —	850531			347 694			150							
-----	850529			347 694			170							
-----	850525			347 694			224							

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDELINGSKURVE

ULLENSAKER 19152 TOMTER, B 1-2

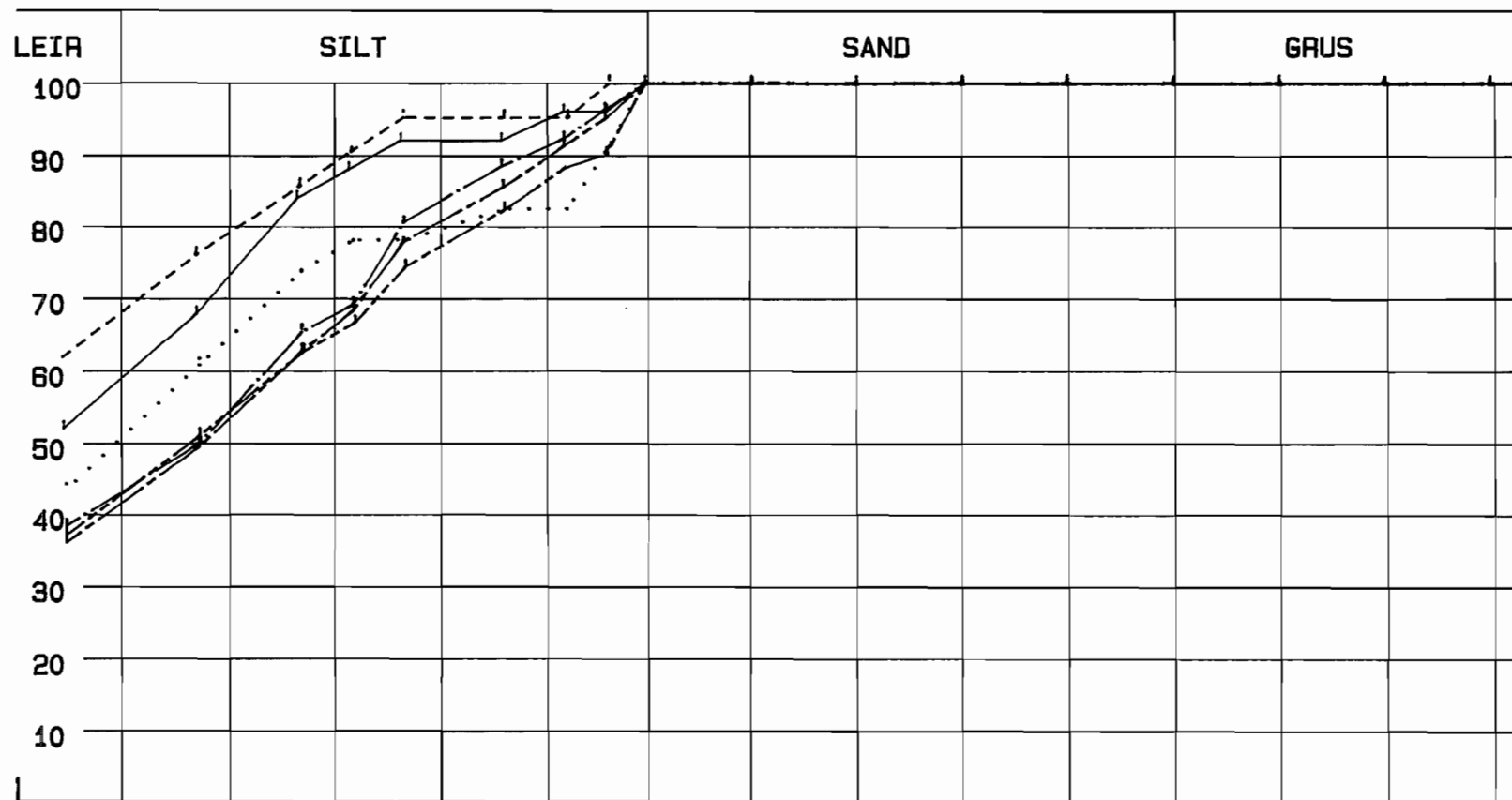


MY	2	4	8	16	32	63	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16
MM	KORNSTØRRELSE													
	UTM X			UTM Y			DYP (cm)							
—————	860001	347	694	265										
.....	860006	347	694	350										
-----	860004	347	694	420										
-----	860020	347	694	510										
-----	860022	347	694	590										
-----	860024	347	694	670										

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDELINGSKURVE

ULLENSAKER 19152 TOMTER B 3



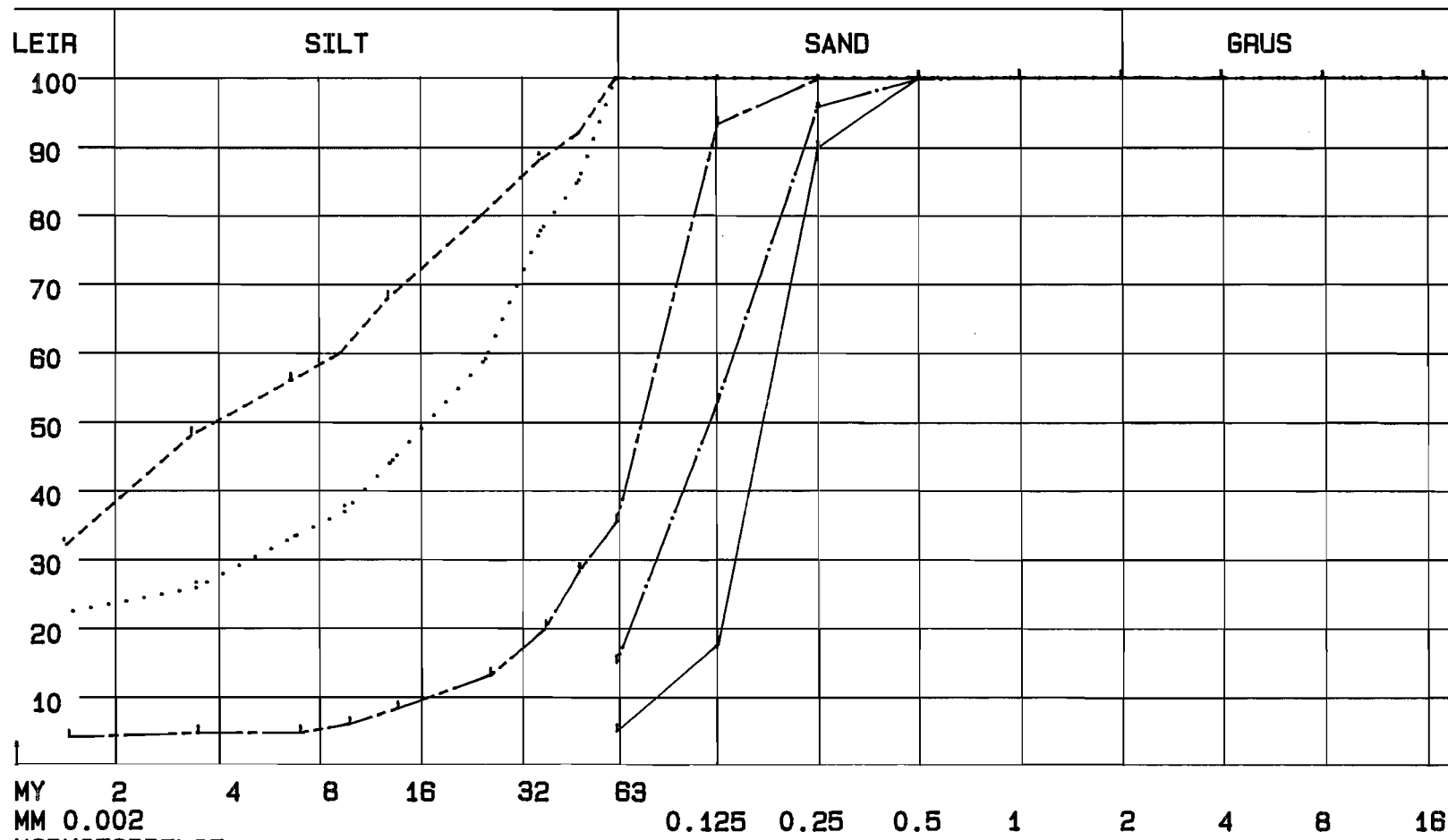
MY 2 4 8 16 32 63
 MM 0.002 0.125 0.25 0.5 1 2 4 8 16

KORNSTØRRELSE	UTM X	UTM Y	DYP (cm)
—————	860009	347 694	320
.....	860010	347 694	350
-----	860012	347 694	430
-.-.-.-.-	860015	347 694	560
-----	860017	347 694	640
-----	860019	347 694	720

NORGES GEOLOGISKE UNDERSOKELSE
 SEDIMENTLABORATORIET

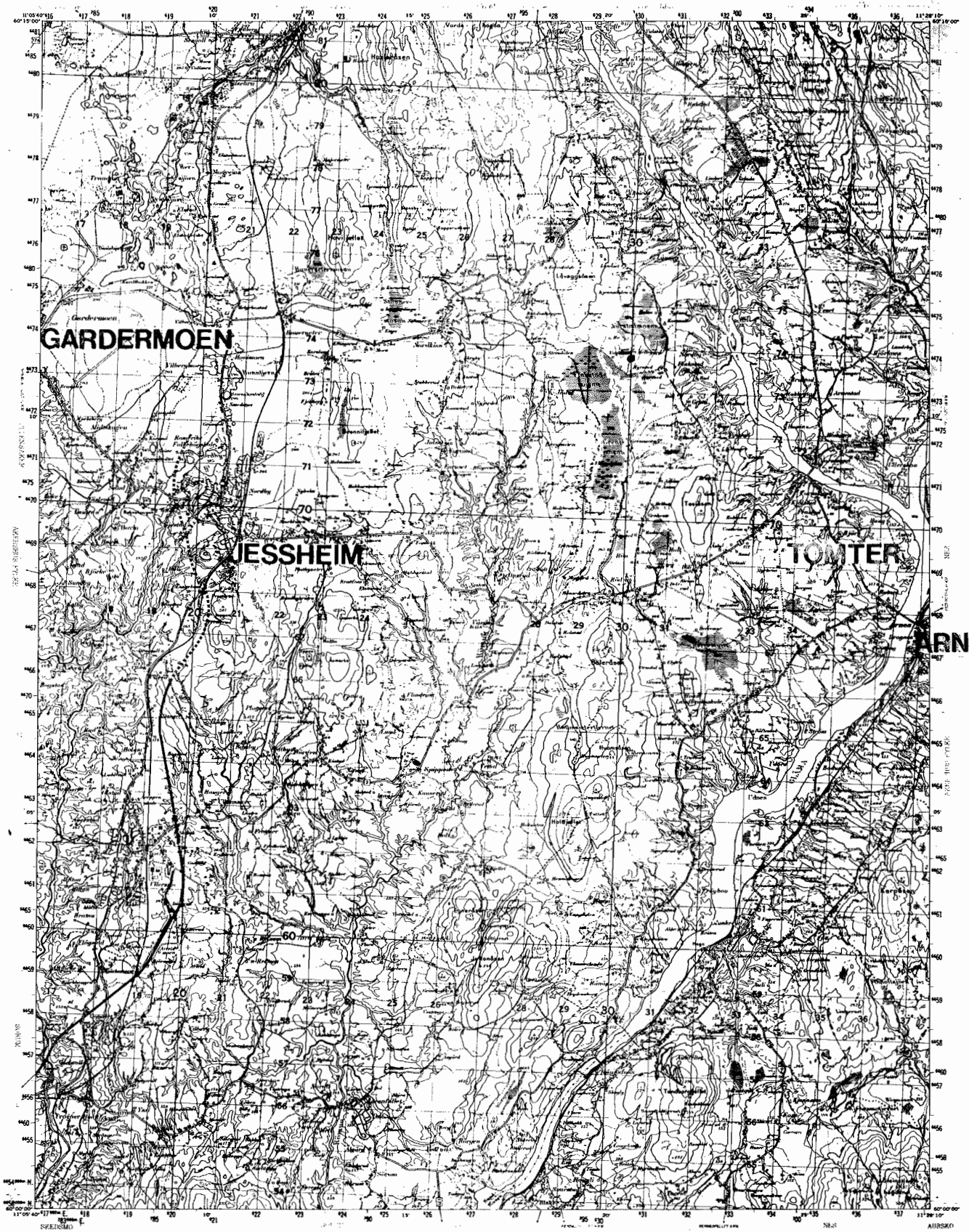
KORNFORDDELINGSKURVE

ULLENSAKER 19152 TOMTER B 4 OG GROP I



MY	UTM X	UTM Y	DYP (cm)
2	347	694	300
4	347	694	493
8	347	694	505
16	347	695	45
32	347	695	70
63			
0.125			
0.25			
0.5			
1			
2			
4			
8			
16			





NGU
 OVERSIKTSKART OVER GEOTEKNISKE UNDERSØKELSER I
 ISFJELLSPOR VED
ÅRNES, NES KOMMUNE, AKERSHUS FYLKE

MÅLESTOKK

1:50 000

OBS.

TEGN.

TRAC. I L

MARS 1986

KFR.

1/KAB mai 86

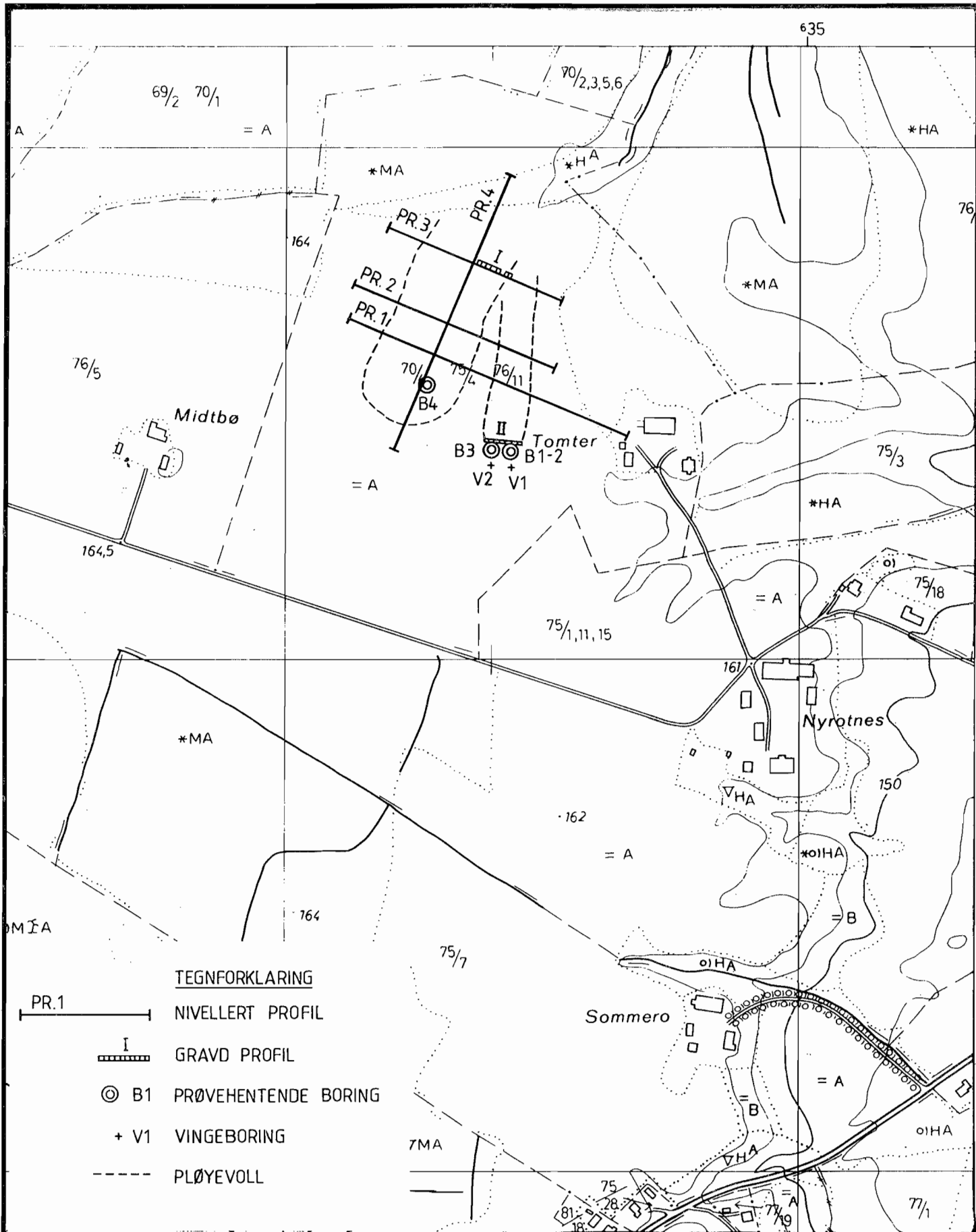
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.

86. 021-01

KARTBLAD NR.

1915 II



TEGNFORKLARING

- PR.1 ——— NIVELLERT PROFIL
- I ——— GRAVD PROFIL
- ⊙ B1 PRØVEHENTENDE BORING
- + V1 VINGEBORING
- PLØYEVOLL

NGU
 NIVELLEMENT, GRAVING OG BORING VED
 TOMTER
 NES KOMMUNE, AKERSHUS FYLKE

MÅLESTOKK 1:5000	MÅLT	
	TEGN OL/KJB	NOV. - 85
	TRAC IL	APR. - 86
	KFR.	<i>/kjb mai 86</i>

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.
 86. 021 - 02

KARTBLAD NR.
 1915 II