

NGU-rapport nr. 86.020

Geologiske undersøkelser av isfjellspor

Samarbeidsprosjekt NGU/Statoil

(kontrakt nr. T 8579)



# Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eirikssons vei 39, Postboks 3006, 7001 Trondheim - Tlf. (07) 92 16 11  
Oslokontor, Drammensveien 230, Oslo 2 - Tlf. (02) 55 31 65

Rapport nr. 86.020	ISSN 0800-3416	Åpen/Fortløig til 01.02.87	
Titel: Geologiske undersøkelser av isfjellspor Samarbeidsprosjekt NGU/Statoil (kontrakt nr. T 8579)			
Forfatter: Oddvar Longva Knut J. Bakkejord		Oppdragsgiver: NGU Statoil	
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:		Sidetall: 17	Pris:
		Kartbilag: 3	
Feltarbeid utført: sept. - okt. 1985	Rapportdato: 14.02.1986	Prosjektnr.:	Prosjektleder:
<p>Sammendrag: I samarbeid med Statoil har NGU utført undersøkelser av pløyespor og synkegroper etter isfjell på Romerike, særlig med tanke på å overføre viten til tilsvarende forhold på sokkelen. Denne endelige rapporten summerer opp resultatene fra undersøkelsene i felt og på laboratoriet.</p> <p>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 tre forskjellige steder.</p> <p>Gravingene og boringene viser lagdelte glasimarine leirer delvis overdekket av strandsand, flomsedimenter og organisk materiale. Området har vært utsatt for isfjellpløying. De to gravingene som er utført viser ulike typer pløying, og det er kartlagt en mengde strukturer og deformasjoner.</p> <p>Det er registrert mange sprekker i leira. De fleste er oppstått som følge av isfjellpløying.</p> <p>Deformasjon som oppstår ved pløying i sedimentene er i dette tilfellet 3 ganger så stor som erosjonen og er her funnet å gå ned til vel 3 m dyp.</p> <p>Området har et stort potensiale for videre undersøkelser.</p>			
Emneord	Kvartærgeologi	Stratigrafi	
	Geologisk undersøkelse	Boring Fagrapport	

## INNHOOLD

	SIDE
1. INNLEDNING	4
2. KONKLUSJON	4
3. UTFØRELSE	6
4. RESULTATER	7
5. VIDERE UNDERSØKELSER	9
6. LITTERATUR	10

## VEDLEGG

- 86.020-1 Nivellement
  - 2 Stratigrafi i pløyespor
  - 3 Sammenligning av stratigrafi i borkjerner
  - 4 SEM-foto: clastic dike
  - 5 Stratigrafi i synkegrop
  - 6 Kornfordelingskurver grop I
  - 7 Kornfordelingskurver grop II
  - 8 Kornfordelingskurver H1/H3

## TEGNING

- 86.020-T1 Oversiktskart
- 86.020-T2 Profilnett: Nivellering, graving M 1:5000

## 1. INNLEDNING

Under regional kvartærgeologisk kartlegging over Østlandet har NGU påvist spor/merker i løsmasseoverflata på Romerike som en tolker 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. Bredemte sjøer 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.

For å få styrket ovennevnte modell ønsket NGU å:

- fastslå at de kartlagte morfologiske elementene virkelig var pløyespør/synkegroper
- studere strukturer og deformasjoner
- studere pløymekanismer.

Med tanke på overføring av viten til tilsvarende morfologiske elementer på sokkelen har NGU i samarbeid med Statoil foretatt gravinger og prøvehendende borer i to slike pløyespør.

Fra Statoils side ønsket man å få informasjon om:

- deformasjonen som skjer i sedimenter under pløying
- deformasjonens dybde
- eventuelle sprekkesystem dannet under pløyinga med tanke på om sprekkene kan fokusere lekkasje av grunn gass og danne poc marks.

Etter avtale er det levert en foreløpig rapport i desember -85, NGU-rapport nr. 85.232. Prosjektet ble noe utvidet i forhold til hva avtalen med Statoil forutsatte.

## 2. KONKLUSJON

Gravingene og boringene viser lagdelte glasimarine leirer delvis overdekket av strandsand, flomsedimenter og organisk materiale.

Området har vært utsatt for isfjellpløying.

De sterkt laminerte leirene gjør det lett å gjenkjenne deformasjoner. Undersøkelsene har vist at leira har vært utsatt for mekanisk trykkpålasting og at sporene ikke er rene erosjonskanaler som er dannet av fluviale prosesser.

De to gravingene som er utført viser ulike typer pløying.

I spor I har pløyinga skjedd i strandsand i et skrånende terreng hvor overflatelag er revet løs og flyttet ut mot sidene. Det har skjedd relativt liten deformasjon i leira. Sporet er ca. 60 m bredt og 400 m langt.

I spor II er det horisontalt underlag og pløyinga har skjedd i leire. Leira er blitt bøyd av plastisk eller belastet til brudd hvoretter forkastninger har oppstått. Eroderte masser er trolig transportert vekk med strømmen i suspensjon. Sporet er vel 30 m bredt og nesten 2 km langt.

I begge sporene er pløyedybda ca. 1 m. Dessuten er det påvist sirkulære til ovale depresjoner i leira som ligger enten i tilknytning til pløyesporene eller fritt. Dette er synkegroper dannet ved at isfjell har strandet og laget avtrykk i leira når flomvannet forsvant.

Studier av flyfoto viser i noen tilfeller at serier av avtrykk er dannet av samme isfjell. Det kan ha skjedd ved at isfjellet kom i gyngende bevegelse før det strandet helt. Eller at det tippet over og rullet før det kom til ro.

Det er påvist en mengde strukturer og deformasjoner.

Under spor I er det overskyvninger, foldninger, noen få forkastninger og sprekker.

Under spor II er det foldninger, mange forkastninger, sprekker og clastic dikes.

Mens det i krysningpunktet mellom spor I og II er danna en pressvoll (vedlegg -2), er det i grop II som ligger i den horisontale delen av spor II, ikke påvist noen pløyevoll.

Det er registrert mange sprekker i leira. De fleste er oppstått som følge av isfjellpløying. Noen av disse er clastic dikes med materialtransport oppover i sedimentet.

De fleste sprekke er forkastningsplan. Andre sprekker er ifyllt materiale. SEM-analyser av disse viser at lamina inntil sprekke er bøyd av oppover. Sammen med strømningstrukturene i fyllmaterialet tyder dette på at materialet er injisert nedfra. Slike strukturer karakteriseres som clastic dikes og må være dannet under pløying.

Deformasjonene som er oppstått ved pløyinga i sedimentene er 3 ganger så stor som erosjonen.

Ser man bort fra flomsedimenter og organisk materiale er erosjonen i spor II omlag 1.1 m dyp. Prøvehentende boringer fra deformerte og uforstyrrede partier i spor II viser at tilsvarende lamina har ulik stratigrafisk posisjon ned til 3.2 m dyp hvor laminaene faller sammen. Pløyingsdeformasjonen antas å gå ned til dette dypet.

Området har et stort potensiale for videre undersøkelser, som vil kunne øke forståelsen av isfjellpløying.

### 3. UTFØRELSE

Feltarbeidet ble utført over 3 uker i september - oktober 1985.

I den første perioden ble det gravd ved Tomter gård like vest for Arnes ved hjelp av Brøyt-X rekvirert at bonden på gården, tegning -T1.

Det ble gravd to grøfter. Grop I var i et større pløyespor hvor vi håpet å finne klare deformasjoner som kunne studeres. Høy grunnvannstand, permeable masser (sand) og punkterte drenggrøfter førte til at deler av grøfta raste igjen og arbeidet ble vanskelig. Vi fikk tegnet opp strukturene så godt det lot seg gjøre (vedlegg -2) og bestemte oss for å grave ei ny grop i et nabopløyespor. Grop II ble gravd i et mindre, men klart definert pløyespor hvor arbeidsforholdene var langt bedre. Massenes strukturer og sprekkesystemer ble nedtegnet, vedlegg -2.

I tillegg til disse gravingene fikk vi anledning til å studere ei 90 m lang grøft gjennom et område med mange synkegroper på Aurstadmoen, tegning -T1. I dette området fikk vi også gravd ei sjakt fra sentrum og over opppressingsvollen i et tydelig synkegrop, vedlegg -5.

I den andre perioden (uke 44) ble det tatt opp kjerneprøver av leira i tilknytning til grop II ved Tomter gård.

Vi tok også kjerneprøver i synkegropa i enden av pløyesporet der grop I ble gravd. Det ble benyttet 54 mm prøvetaker og NGUs borerigg. Totalt ble det boret 3 hull, hver til ca. 7 m dyp og tatt 24 kjerneprøver, tegning -T2.

Deltakende fra NGU var forsker Eiliv Larsen og ingeniør Erling Sørensen i første periode, boreformann Eilif Danielsen i andre periode og forskerne Knut J. Bakkejord og Oddvar Longva i begge periodene. Professor Jan Mangerud fra Universitetet i Bergen deltok i de innledende faser av feltarbeidet.

Laboratoriearbeidet ble utført mer eller mindre kontinuerlig utover høsten -85 og ut i januar -86. Det er utført kornfordelingsanalyser, studier av stratigrafi i borekjerner og SEM-analyser.

#### 4. RESULTATER

##### Sedimenter

De glasimarine avsetningene er lagdelte med enkelte tynne sandlag og partier med tette sjikt av silt, men med store partier homogen leire, vedlegg -7.

Ved hjelp av de sterkt laminerte leirene kunne man studere deformasjonene i sedimentene. Gravingene viste at leira har vært utsatt for mekanisk trykkpålasting og da trolig isfjellpløying. Dette kan ikke være rene erosjonskanaler dannet av fluviale prosesser.

##### Pløying

Spør I er ca. 60 m bredt, nesten 400 m langt og vel 1 m dypt og dannet i svakt skrånende terreng fra nord mot sør, tegning -T2 og vedlegg -2.

Grop I er lagt mellom spor I og spor II og viser helt i sørøst ei stor leirblokk som er skjøvet over sanda inn mot spor I. I gropa kunne man bl.a. studere overskyvninger, foldninger, noen få forkastninger og sprekker. Mellom sporene var det oppstått en pressvoll.

Pløying eller erosjon har skjedd i strandavsetninger, vedlegg -6. Omlag 1 m av en strandsand som ligger stratigrafisk over glasimarin leire er fjernet sentralt i spor I.

Strandsanda er ei fin til siltig sand, vedlegg -6.

Spør II er omlag 30 m bredt og tilsynelatende bortimot et par km langt, tegning -T2. Mesteparten av sporet ligger i horisontalt terreng.

Grop II er i spor II og viser foldninger, mange forkastninger, sprekker og clastic dikes. Her er ikke tegn til noen pløevoll.

Erosjon eller pløying har skjedd direkte i glasimarin leire og sentralt i sporet er det fjernet ca. 1 m av leira.

#### Pløyemekanismer

De to grøftene viser at det har skjedd ulike typer pløying. Grop I er lagt i spor der isfjell har møtt ei naturlig skråning og blitt presset oppover bakke. Isfjellet har revet løs blokker av materiale og skjøvet dem framfor seg og ut til sidene. På hver side av sporet er det dannet voller ved sammenpressing og overskyvning av materiale. Det har skjedd relativt lite plastisk deformasjon i leira.

Grop II er lagt i et spor på relativt horisontalt underlag. Det har skjedd en plastisk nedbøyning av leira under isfjellet. Leira er blitt belastet til brudd og mange forkastninger har oppstått. Sentralt i sporet er ca. 1 m av sedimentene fjernet ved erosjon. Det er ikke dannet pløevoller langs sporet så de borteroderte massene må ha gått i suspensjon og blitt transportert bort av strømmen.

Sirkulære til ovale depresjoner i leira som ligger enten i tilknytning til pløyespora eller fritt er dannet ved at isfjell har strandet og lagd avtrykk i leira når flomvannet forsvant.

Vedlegg -5 viser strukturer i ei synkegrop. Leira er presset ut til sidene og opp i en voll. Strukturene er sannsynligvis sammenlignbare med de som finnes under såkalte "Iceberg pits" på kontinentalsokkelen.

#### Deformasjoner, sprekker

Det ble tatt opp kjerneprøver sentralt i spor II (-8 m) og i et uforstyrret parti på flanken av sporet (12 m), vedlegg -2. Sammenligning av stratigrafien i kjerneprøvene viste at deformasjonen som skyldes pløying går ned til ca. 3 m dyp, vedlegg -3. Det var den gjennomgående laminering i leira som gjorde det mulig å konstatere dette dypet hvor tilsvarende lamina ligger i samme stratigrafiske posisjon.

Det er registrert ei mengde sprekker i leira, spesielt i grop II. De fleste sprekkenes plan og har klart sammenheng med pløyinga.



Det finnes også sprekker utenom forkastningene, mange med sprekkefylling. Det er utført SEM-analyser for å avgjøre transportretning av det ifylte materialet. Transportretningen kan avgjøre om dette er sprekker som skyldes pløying eller om de er resultat av tørrskorpedannelse.

Vedlegg -4 viser et SEM-foto fra ei leirfylt sprekke uten forkastning. Lamina inntil sprekken er bøyd av oppover. Dette i tillegg til strømingsstrukturene i fyllmaterialet tyder på at materialet er injisert nedfra. Strukturen må karakteriseres som en "clastic dike" og må være dannet under pløyinga.

De fleste sprekkenes er dermed et resultat av isfjellpløying. Tilsvarende sprekkesystem må forventes å eksistere under pløyemerker på sokkelen. Sprekkenes representerer svakhetssoner i sedimentet. Det er svært sannsynlig at gass som siver oppover i sedimentene vil drenere gjennom slike sprekker og fokusere gasslekkasje til pløyesporene.

#### Kornfordeling

Innhold av leire ( $< 2\mu\text{m}$ ) i de øverste 2.5 m varierer fra 35-65 %, vedlegg -7. Videre ned til 7 m viser kjerneprøver at partiet rundt 5 m dyp er mest leirholdig med opptil 80 % leir, vedlegg -8.

#### 5. VIDERE UNDERSØKELSER

I området finnes et utall pløyespor. Blant annet finnes en del grunne spor med lave sandvoller til sidene. Også slike spor er kjent fra sokkelen (R. Lien, pers. medd.).

Graving i to av sporene påviste to forskjellige pløyemekanismer. Området har etter vår mening et stort potensiale for videre undersøkelser. Det er særlig graving som er aktuelt, men også enkle geotekniske undersøkelser kan være med på å belyse forholdene.

NGU, Seksjon for løsmassekartlegging

Trondheim, 14. februar 1986

  
Terje Bargel

fung. seksjonssjef

  
Knut J. Bakkejord

forsker

  
Oddvar Longva

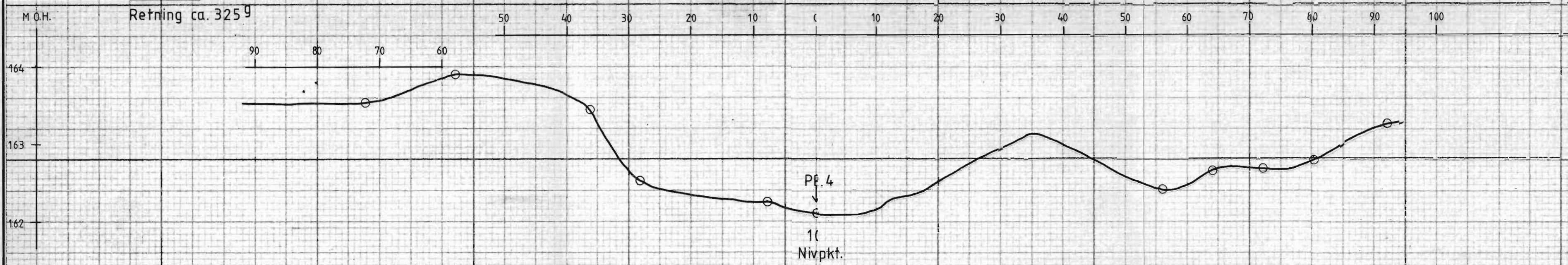
forsker

## 6. LITTERATUR

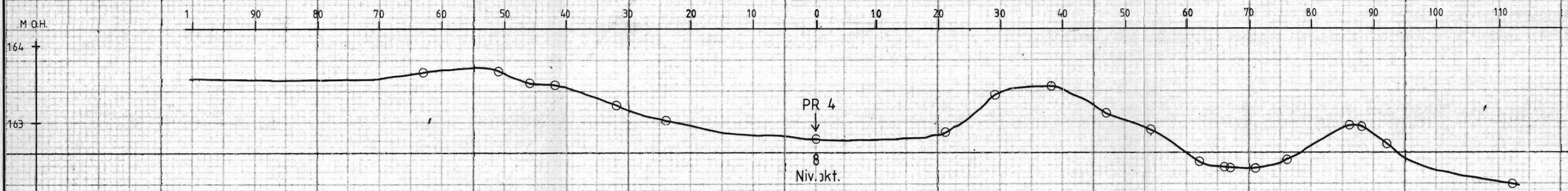
- Holmsen, G. 1915: Brødemte sjøer i Nordre Østerdalen. Nor. geol. unders. 73, 211 p.
- Lien, R. 1983: Pløyemerker etter isfjell på norsk kontinentalsokkel. (Iceberg scouring on the Norwegian continental shelf.) IKU-publ. 109, 147 p.
- Longva, O. 1986: Ullensaker 1915 II. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart M 1:50 000. Nor. geol. unders. xx. I trykk.
- Longva, O. og Bakkejord, K. J. 1985: Geologiske undersøkingar av isfjellspor. NGU-rapport nr. 85.232.
- Prasad, K. S. R. and Chari, T. R.: Some factors influencing iceberg scour estimates.
- Woodworth-Lynas, C. M. T., Day, T. E., Christian, O. and Seidel, M. 1985: Surveying and trenching an iceberg scour, King William Island, Arctic Canada. Iceberg research No. 10.



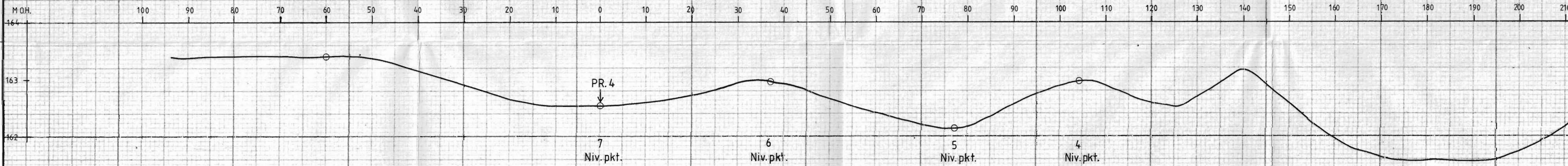
PROFIL 3  
Retning ca. 325<sup>g</sup>



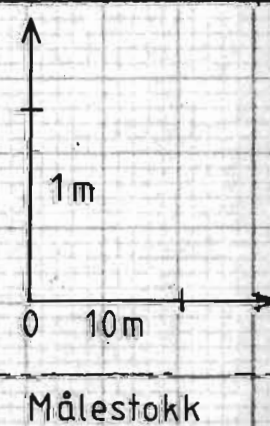
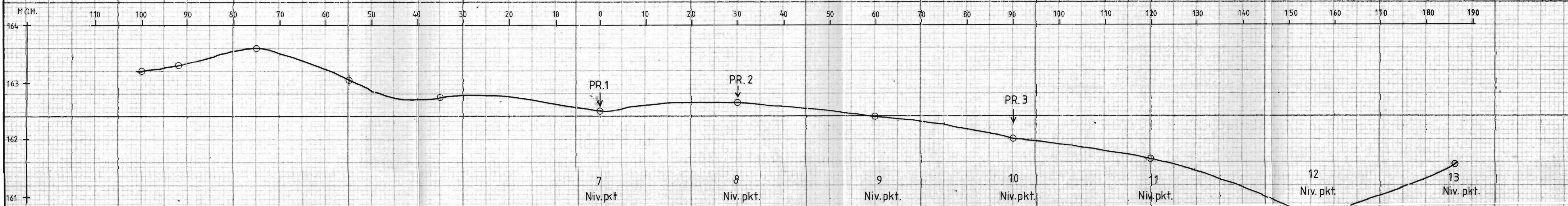
PROFIL 2



PROFIL 1



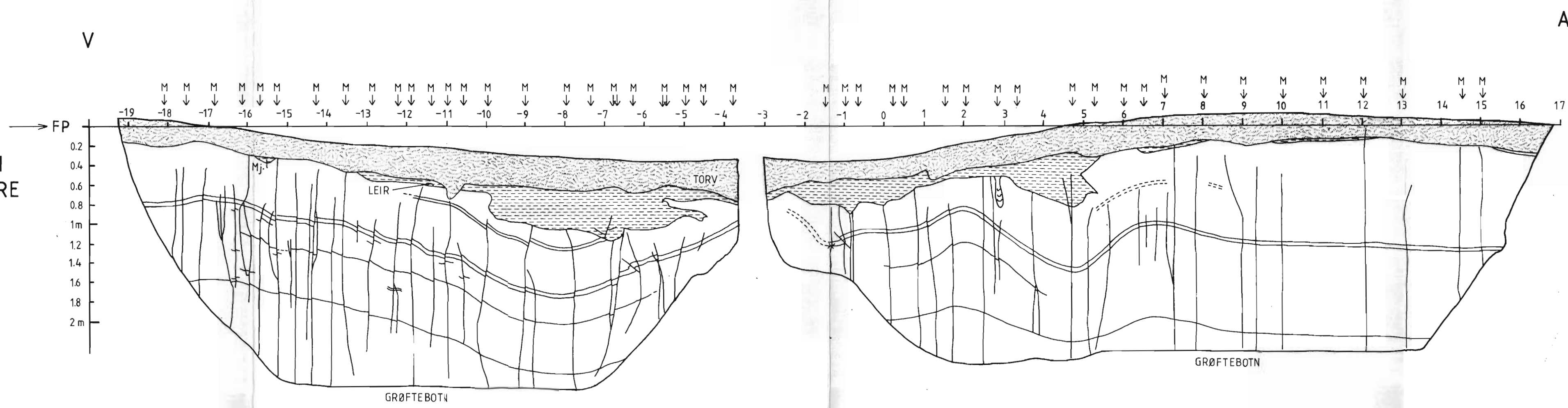
PROFIL 4  
Retning ca. 235<sup>g</sup>



NGU/STATOIL PROFILNETT NES KOMMUNE, AKERSHUS	MÅLESTOKK	OBS.
	VEDLEGG NR.	KARTBLAD NR.
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	86.020-1	1915 II

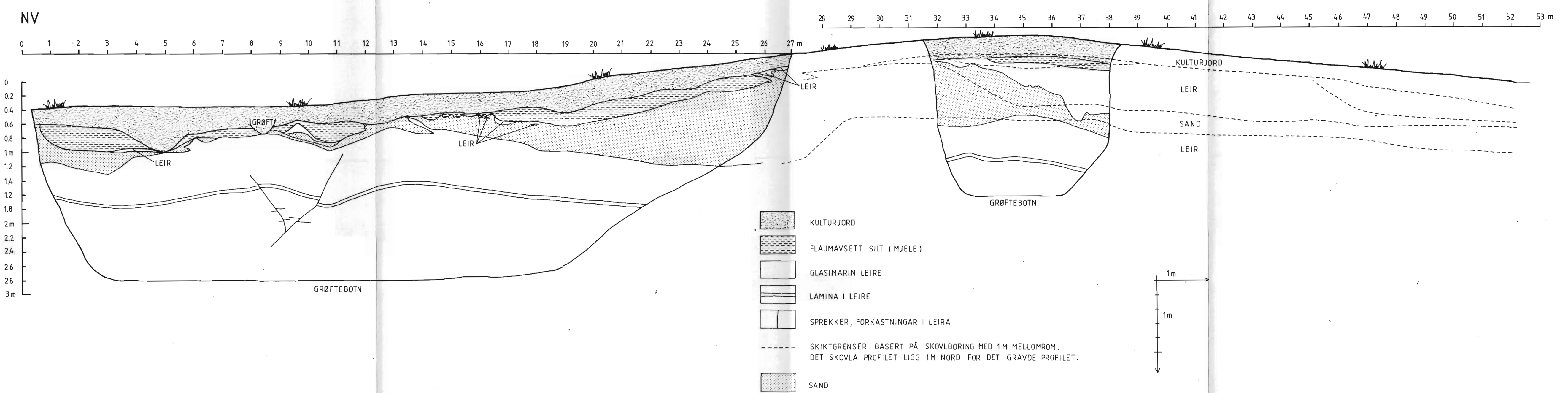


**GROP II - TOMTER**  
 RETNING 108<sup>9</sup> FRÅ SENTRUM  
 PLØGGESPOR OG OVER AUSTRE  
 VOLL.



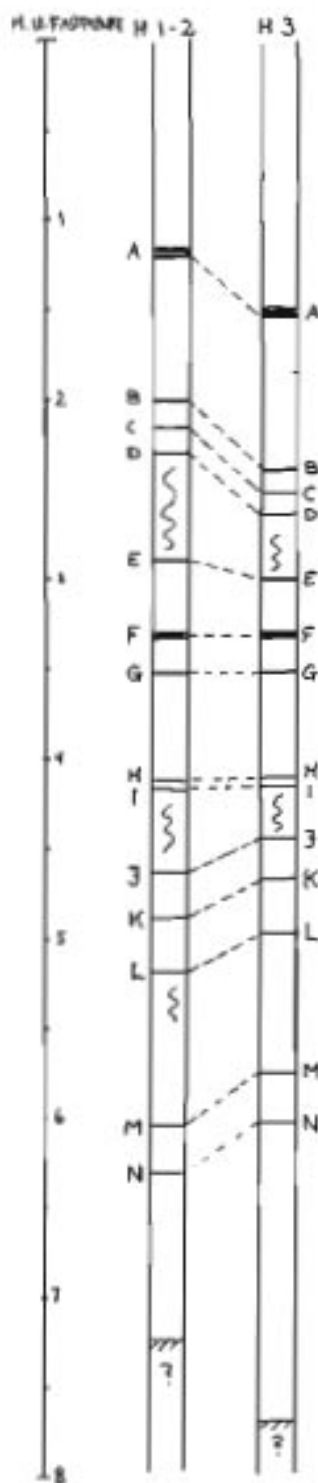
- KULTURJORD
- FLAUMAVSETT SILT (MJELE)
- GLASIMARIN LEIRE
- LAMINA I LEIRE
- SPREKKER, FORKASTNINGAR I LEIRA
- FP FASTPUNKT
- M MÅLEPUNKT

**GROP I - TOMTER**



- KULTURJORD
- FLAUMAVSETT SILT (MJELE)
- GLASIMARIN LEIRE
- LAMINA I LEIRE
- SPREKKER, FORKASTNINGAR I LEIRA
- SKIKTGRENSER BASERT PÅ SKOVLBORING MED 1M MELLOMROM. DET SKOVLÅ PROFILET LIGG 1M NORD FOR DET GRAVDE PROFILET.
- SAND

NGU / STATOIL STRATIGRAFI NES KOMMUNE, AKERSHUS	MÅLESTOKK	OBS.	SEPT. 85
		TEGN. O.L.	SEPT. 85
		TRAC. <i>OS</i>	NOV. 85
		KFR. O.L.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	VEDLEGG NR. 86.020-2	KARTBLAD NR. 1915 II	



TEGNFORKLARING:

- A- STENET LAMINERT FÅS 10, 5 CM OG 2 LAMINER, AVENKA I BEGGE RETNINGER.
- B- SANDLAG CA. 1 CM. AVENKA OG SØTTI GRUP II
- C- SANDLAG
- D- LYST LAMINER
- E- CA. 2 CM LYST SANDLAG
- F- MØRKE LAMINER
- G- CA. 1 CM TØRT SANDLAG
- H- SANDLAG
- I- LYST LAMINER
- J- TILT LAMINER
- K- LYST LAMINER
- L- LYST LAMINER
- M- LYST LAMINER
- N- LYST LAMINER
- W- STØTTE

NGU / STATOIL  
 SAMMENLIGNING AV STRATIGRAFI I BORKJERNER.  
 HULL 1-2 OG HULL 3, GRUP II  
 NES KOMMUNE, AKERSHUS

MÅLESTOKK	MÅLT	SEPT. 05
	TEGN D.L.	
	TRAC	
	KFR. QL.	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 TRONDHEIM

VEDLEGG NR.  
 86.020-3

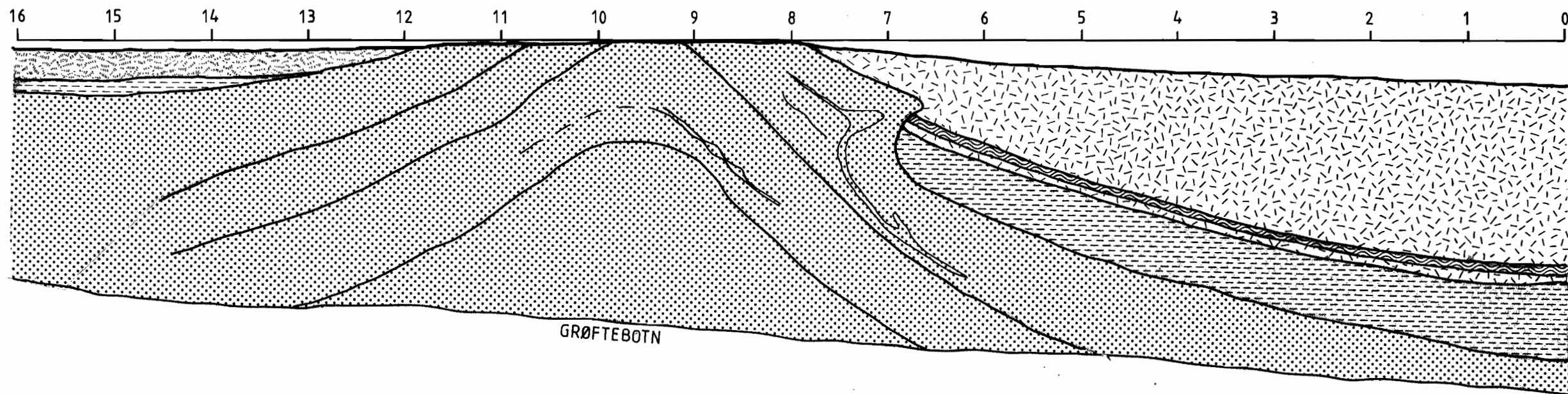
KARTBLAD NR.  
 1915 II



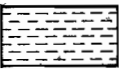






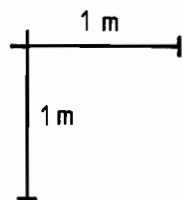
100 x FORSTØRRA

# SYNKEGROP LYNNGNES

RETNING SENTRALT / RADIERT 282<sup>9</sup>



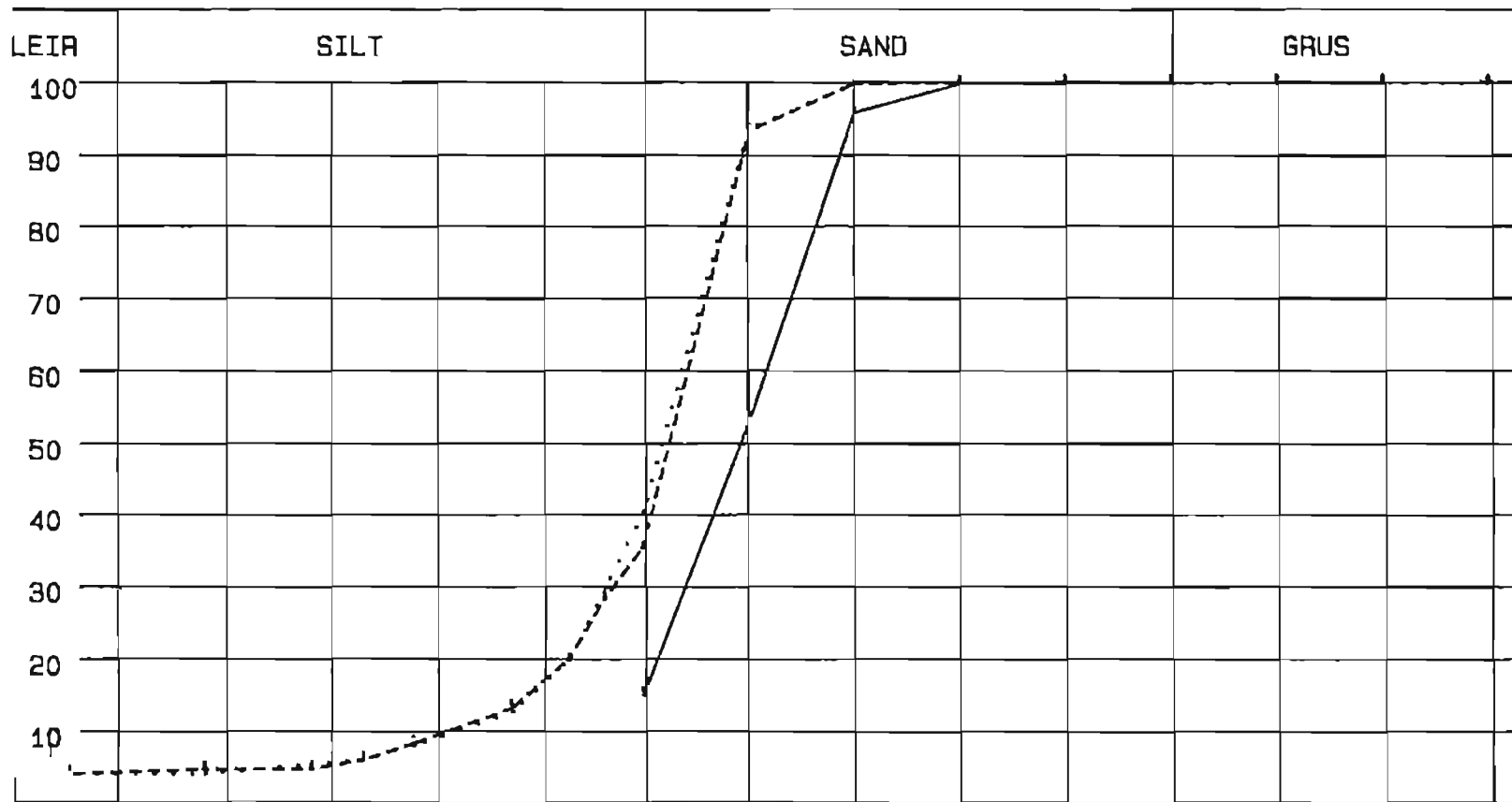
-  TORV / GYTJE
-  KULTURJORD
-  FLAUMAVSETT SILT (MJELE)
-  LAKUSTRIN SILT
-  GLASIMARIN LEIRE
-  LAMINA I LEIRE
-  14C DATERING



NGU / STATOIL STRATIGRAFI NES KOMMUNE, AKERSHUS	MÅLESTOKK	MÅLT	SEPT. 85
		TEGN OL.	SEPT. 85
		TRAC <i>Er. Sr.</i>	NOV. 85
		KFR. OL.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	VEDLEGG NR. 86.020-5	KARTBLAD NR. 1915 II	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDDELINGSKURVER TOMTER, GRØP I  
 ULLENSAKER 19152

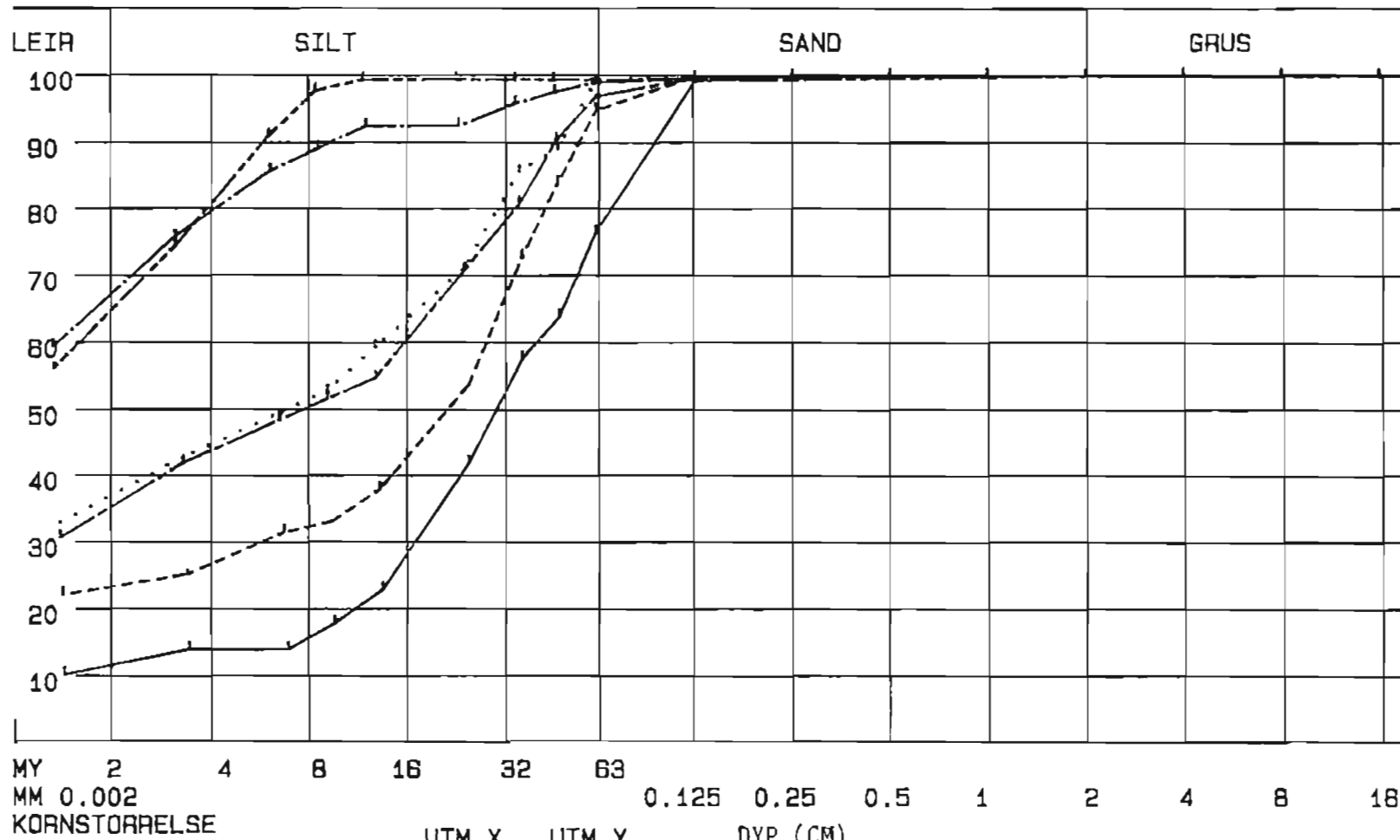


MY	2	4	8	16	32	63	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16
MM	0.002													
KORNSTØRRELSE														
—	850552						UTM X	UTM Y	DYP (CM)					
.....	850548						347	895	45					
-----	850544						347	895	70					
									100					



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 SEDIMENTLABORATORIET

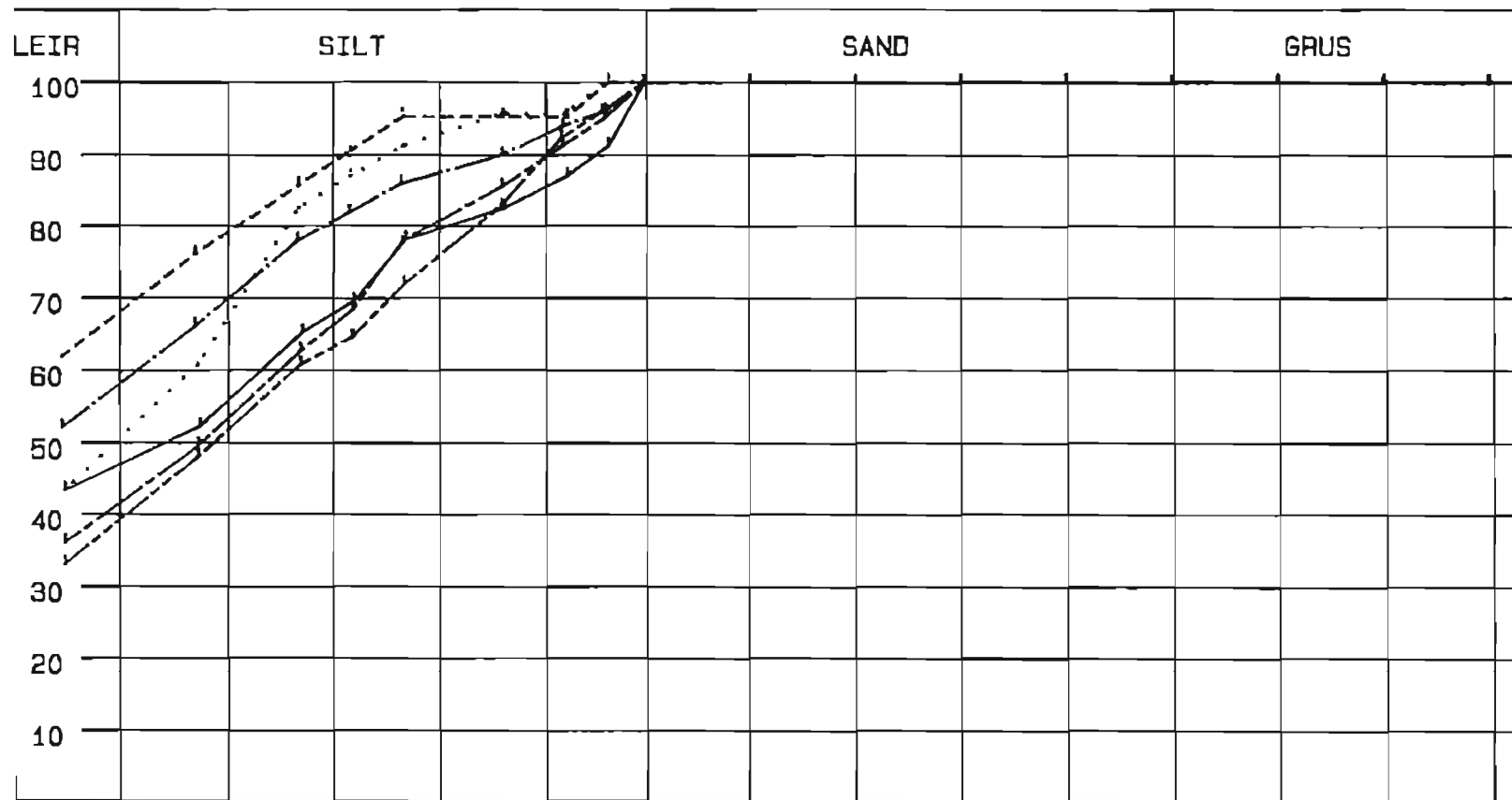
KORNFORDELINGSKURVER TOMTER, GROP II  
 ULLENSAKER 19152



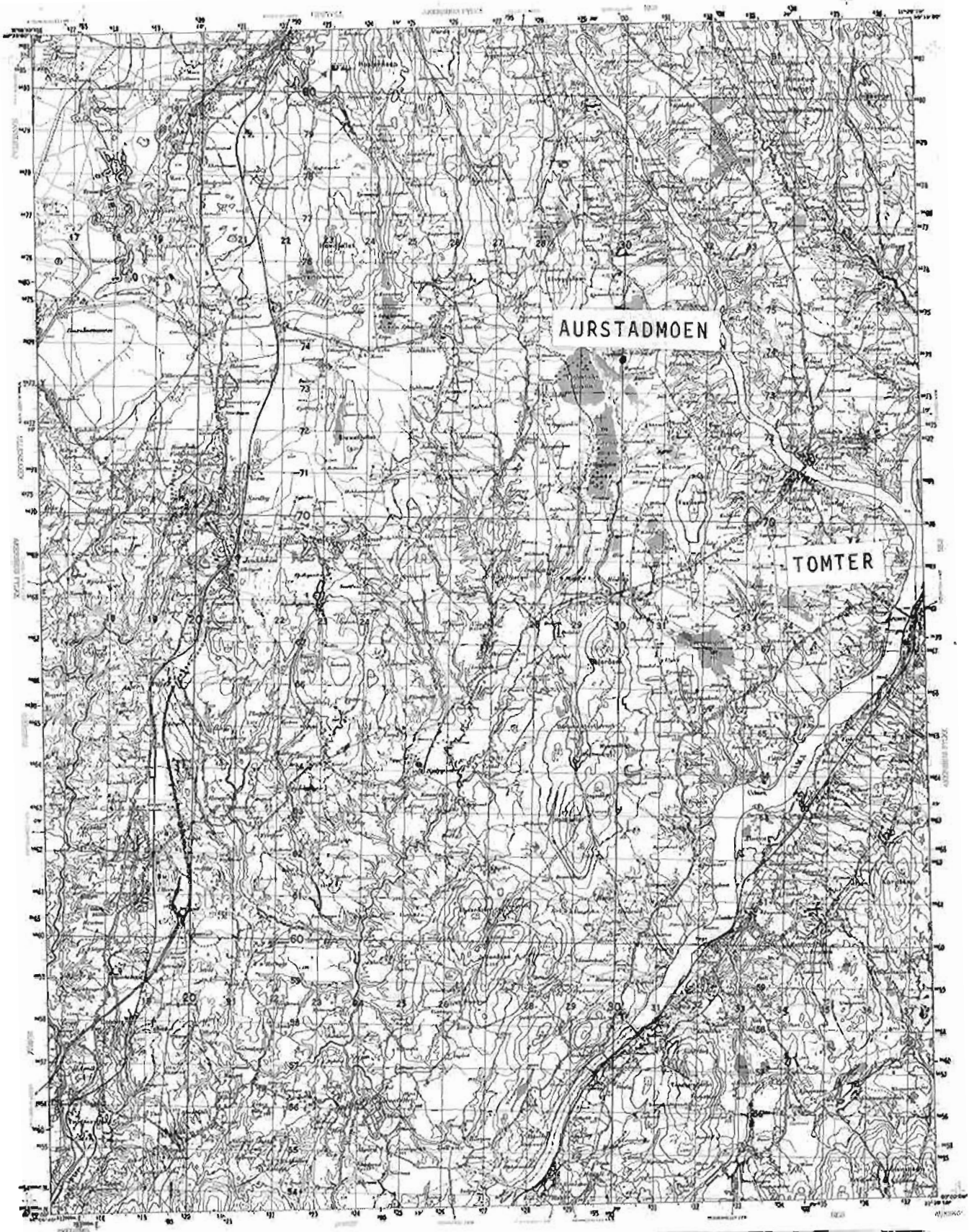
MY	MM	KORNSTØRRELSE	UTM X	UTM Y	DYP (CM)
—	2	850538	347	894	70
.....	4	850534	347	894	110
-----	8	850533	347	894	120
.....	16	850531	347	894	150
-----	32	850529	347	894	170
-----	63	850525	347	894	224

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 SEDIMENTLABORATORIET

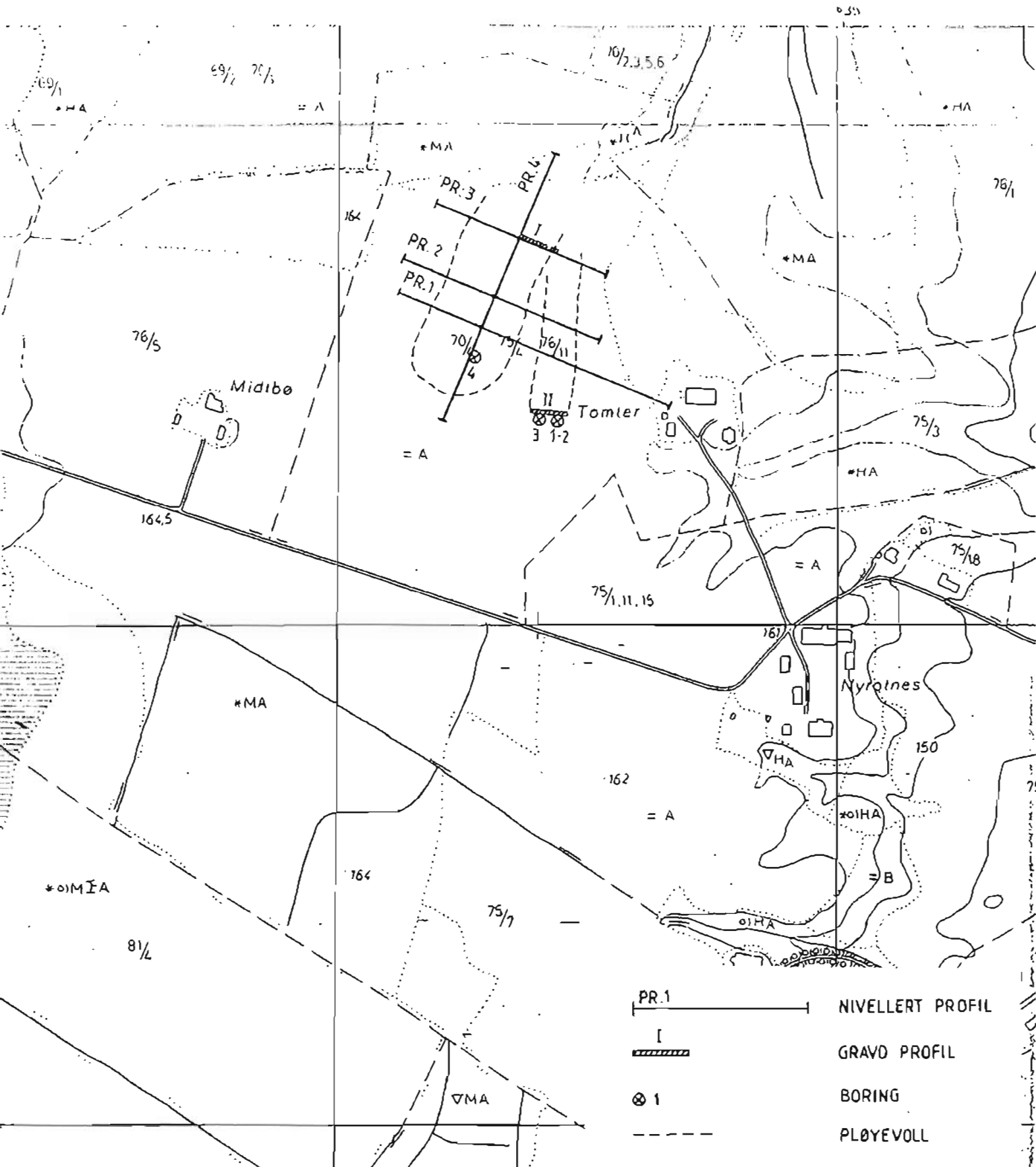
KORNFORDDELINGSKURVER TOMTER; HULL 1 OG 3  
 ULLENSAKER 19152



MY	2	4	8	16	32	83	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16
MM	0.002													
KORNSTØRRELSE	UTM X		UTM Y		DYP (CM)									
—————	860001	347	694	265										
.....	860008	347	694	350										
-----	860012	347	694	430										
-----	860020	347	694	510										
-----	860017	347	694	640										
-----	860025	347	694	720										



TEGNING 86.020-T1



NGU / STATOIL PROFILNETT : NIVELLEMENT OG GRAVING NES KOMMUNE, AKERSHUS	MÅLESTOKK	MÅLT	
		TEGN O.L.	NOV. 85
		TRAC 30.	NOV. 85
		KFR. O.L.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 86.020-T2	KARTBLAD (AMS) 1915 II	

C 1915

51/15  
 SR = A