

NGU Rapport 89.036

Refraksjonsseismiske målinger
øst for Høylandet sentrum
og i Nesådalen øst for
Harran i Grong

Rapport nr. 89.036		ISSN 0800-3416		Åpen/ Redigert	
Titel: Refraksjonsseismiske målinger øst for Høylandet sentrum og i Nesådalen øst for Harran i Grong					
Forfatter: Jan Fredrik Tønnesen			Oppdragsgiver: NGU		
Fylke: Nord-Trøndelag			Kommune: Høylandet og Grong		
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Grong			Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1824 III Harran		
Forekomstens navn og koordinater: Høylandet 33 3724 71689 33 3741 71700			Sidetall: 15		Pris: kr. 55,-
Feltarbeid utført: 12.-16.09.88		Rapportdato: 14.02.1989		Prosjektnr.: 32.1889.42	
Seksjonssjef: <i>Jan S. Reuning</i>					
Sammendrag: Forekomst: Nesådalen 33 3880 71615 33 3895 71605					
<p>De geofysiske målingene er utført i forbindelse med kvartærgeologisk kartlegging innenfor kartblad 1824 III Harran. Undersøkelsen omfatter 5 refraksjonsseismiske profiler med samlet lengde 1.8 km.</p> <p>I en ryggform øst for Høylandet sentrum indikerer lave seismiske hastigheter at det er fra 5 til 20 m tykke tørre sand/grusavsetninger øverst. Under en terrasseflate 2 km lenger NØ er det tørre sand/grusavsetninger de øvre 20-30 m. Total løsmassemektighet er av størrelse 40-50 m i ryggform og 40-80 m i terrasse. Løsmassene under sand/grus-laget regnes hovedsakelig å være morene-materiale, men langs deler av profilene ser det ut til å komme inn annet vannmettet materiale.</p> <p>I en terrasseform i Nesådalen er det registrert fra 8 til 20 m tykke tørre sand/grusavsetninger som ligger over 40-50 m mektige moreneavsetninger. I en terrasse noe lenger opp i dalen er løsmassemektighet opptil 25-30 m og materialet regnes vesentlig å bestå av sand/grus over grunnvannsnivå.</p>					
Emneord		Kvartærgeologi			
Geofysikk		Løsmasse			
Refraksjonsseismikk		Grus		Fagrapport	

INNHOLD

	Side
1. INNLEDNING	4
2. UTFØRELSE	4
3. RESULTATER	5
3.1. Høylandet (Pr. 1-3)	5
3.2. Nesådalen (Pr. 4-5)	7

TEKSTBILAG

Bilag 1 Refraksjonsseismikk - Metodebeskrivelse

KARTBILAG

- 89.036-01 Oversiktskart Høylandet (M 1:50 000)
- 02 Lokalkart Høylandet (M 1:20 000)
- 03 Oversiktskart Nesådalen (M 1:50 000)
- 04 Lokalkart vest Nesådalen (M 1:5 000)
- 05 Lokalkart øst Nesådalen (M 1:5 000)
- 06 Refraksjonsseismikk - Profiltolkninger Høylandet
- 07 Refraksjonsseismikk - Profiltolkninger Nesådalen

1. INNLEDNING

De seismiske målingene er utført i forbindelse med kvartærgeologisk kartlegging innenfor kartblad 1824 III Harran (M 1:50 000). Formålet var å bestemme løsmassemektingheter og materialtyper i utvalgte områder.

Undersøkelsene omfatter 5 refraksjonsseismiske profiler med samlet lengde 1.8 km. To profiler er målt over ryggform ved Brembu øst for Høylandet sentrum. Ett profil er lokalisert til en terrasse 2 km lenger NØ, med adkomstvei fra NV via Skarland/Råm. To profiler er målt over terrasseformer oppe i Nesådalen, 7-9 km øst for Namsen ved Harran. Profilenes beliggenhet er vist i kartbilag 89.036-01 og -02 for Høylandet og -03, -04 og -05 for Nesådalen i Grong.

2. UTFØRELSE

Målingene ble utført etter vanlig seismisk refraksjonsmetode (tekstbilag 1). Som registreringsinstrument ble benyttet en ABEM TRIO med 12 kanaler. For fire av profilene ble det brukt 200 m lange kabelutlegg. Avstanden mellom geofonene var 20 m, men den ble innkortet til 10 m i hver ende av utlegget. Skuddpunkt ble plassert 10 m ut fra hver endegeofon og ved midten av hvert utlegg slik at skuddpunktavstanden langs profilene ble 110 m. For ett profil (Pr. 2) ble det brukt 100 m lange kabelutlegg. Geofon- og skuddpunktavstander er her halvert i forhold til de lange utleggene.

For å få bedret måledekningen av fjellrefraktoren ble det som regel også plassert skuddpunkt i større avstand fra kabelendene (fjernskudd). I profil med flere kabelutlegg ble fjernskudd plassert ved midtskudd og eventuelt ved endeskudd i tilstøtende utlegg.

Registreringene var relativt gode unntatt for profil 5. Hovedårsak til dårlige data var indusert støy fra stor kraftlinje. Kraftig nedbør medførte også øket støynivå. Dessuten var det vanskelig å få plassert ladningene dypt nok ned i det steinrike overflatematerialet.

Feltarbeidet ble utført av Lars Harald Blikra og Jan Fredrik Tønnesen fra NGU i løpet av 4 effektive arbeidsdager.

3. RESULTATER

Resultatene av de refraksjonsseismiske målingene er vist som profiltolkninger i kartbilag 89.036-06 for Høylandet (Pr. 1-3) og -07 for Nesådalen i Grong (Pr. 4-5). For profil 1 og 3 er tolkningen forlenget ut til fjernskudd i østenden, mens den for profil 4 og 5 er forlenget ut til fjernskudd i begge ender. Tolkningsusikkerheten er betydelig større langs profilområdene utenfor kabelutleggene.

Terrenghøyden langs profilene er ikke målt, men er hovedsakelig tegnet ut fra kartgrunnlaget. Feil i terrengoverflatens nivå vil medføre tilsvarende feil i nivået for sjiktgrenser og fjelloverflaten.

3.1. Høylandet (Pr. 1-3)

Profil 1 er målt på langs og profil 2 på tvers av ryggform ved Brembu. Tolkningene indikerer at fjelloverflaten ligger ca. 80 m o.h. under ryggen, unntatt lengst i øst hvor fjellet stiger bratt opp til vel 120 m o.h. Løsmassemektingen er bortimot 50 m under toppen av ryggformen. Den avtar til knapt 40 m ut til

begge sider av ryggen langs profil 2. Ved østenden av profil 1 er det antydnet at mektigheten bare er 12-15 m.

Det er registrert to lag i avsetningen. Et øvre lag med seismisk hastighet 500-800 m/s regnes hovedsakelig å bestå av "tørr" sand og grus. Laget er vel 20 m tykt i området 90-140 m fra vestenden av profil 1, men det tynner ut mot vest til ca. 10 m og mot øst til ca. 15 m. I profil 2 tynner laget ut fra vel 20 m under toppen av ryggen til ca. 15 m mot sydøst og til bare 2-3 m lengst nordvest. I laget under ser hastigheten ut til å være 1800-2000 m/s øst og sørøst i området, mens den er 1500-1600 m/s i vest og nordvest. De høye hastighetene regnes å representere morenedominert materiale. De lavere hastighetene i vest og nordvest kan også representere morenedominert materiale, men med løsere kornpakning og/eller med lavere vanninnhold. En annen mulighet er at det i vest og nordvest kan komme inn marine (finkornige) avsetninger over morenedominert materiale. Dette kunne vært avklart ved bruk av vertikale elektriske sonderinger.

Langs det vel 500 m lange profil 3 ligger terrasseoverflaten noe høyere de østlige 300 m (ca. 154 m o.h.) enn vestenfor (ca. 148 m o.h.). Fjelloverflaten når ned til et nivå rundt 75 m o.h. i området 100-200 m fra vestenden. Mot vest stiger fjelloverflaten opp til ca. 105 m o.h., mens den mot øst kommer like høyt ved skuddpunkt 440 m. Profilet avgrenses mot øst av steil fjellskrent.

Løsmassemektheten er 70-80 m fra 100 til 270 m i profilet. Mot vestenden avtar mektigheten til 40 m, mens den 100 m fra østenden er redusert til ca. 50 m. Det er gjennomgående registrert 2 lag i avsetningen. Et øvre lag med seismisk hastighet 500-600 m/s i vestlige del av profilet og 600-700 m/s i østlige del regnes hovedsakelig å bestå av "tørr" sand og grus. I østlige del opptrer et tynt overflatesjikt med høyere hastighet (800-1100 m/s). Det kan der dels være spesielt grovt materiale i toppen, dels tettende materiale med myrdannelse over. I det nedre løsmasse-

laget er det registrert morenehastighet rundt 2000 m/s sentralt og øst i profilet. I vestlige del er hastigheten bestemt til 1500-1600 m/s. Den lavere hastigheten kan representere løsere pakket morene, men skyldes trolig annet vannmettet materiale. Det er sannsynlig at moreneoverflaten skråner ned under dette materialet i vest.

Seismisk hastighet i fjell varierer betydelig langs profilet. Målingene indikerer spesiell lav hastighet (3200 m/s) i området 110-200 m fra vestenden. Nedsatt hastighet opptrer også østenfor i området 310-400 m. Lav hastighet indikerer som regel oppsprukket/oppknust fjell.

3.2. Nesådalen (Pr. 4-5)

I det 420 m lange profil 4 skråner fjelloverflaten nedover fra vel 160 m o.h. i nord ved Rognbuelva til ca. 120 m o.h. ved sørenden. Under terrasseflaten øker løsmassemektheten fra ca. 45 m ved nordlige terrassekant til 75 m ved sørlige kant. Mektheten avtar til under 10 m ved Rognbuelva i nord, mens den er rundt 50 m ved sørenden av profilet. Øvre del av terrassen ser ut til å bestå av tørre sand- og grusavsetninger med seismisk hastighet 500-650 m/s, mens hastighet rundt 2000 m/s i løsmassene under indikerer kompakt morenemateriale. Sand- og grusmektheten øker fra 8 m ved nordlige terrassekant til vel 20 m i sør. Det ser derfor ut til å være sand og grus i hele terrasseskråningen i sør, mens i nord har Rognbuelva erodert seg betydelig ned i den underliggende morenen.

I det 380 m lange profil 5 er fjelloverflaten anslått å ligge rundt 210 m o.h. de sørlige 250 m. Mot nord skråner fjellet opp mot 220 m o.h. Løsmassemektheten er 25-30 m langs sørlige del av profilet, avtagende til 12-15 m ved nordenden. Løsmasselaget har seismisk hastighet 500-700 m/s og regnes vesentlig å bestå av

sand og grus over grunnvannsnivå. Det er mulig at grunnvannsmettet materiale kan opptre i blindsoner langs profilet. Maksimummektighet av et slikt vannmettet lag er indikert i tolkningen. Mektigheten av overliggende lag kan da bli redusert med opptil 5 m, mens fjelloverflaten kan ligge 10-15 m dypere enn opprinnelig beregnet.

Trondheim, 14. februar 1989
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
Geofysisk avdeling

Jan Fredrik Tønnesen
Jan Fredrik Tønnesen
forsker

REFRAKSJONSSEISMIKK - METODEBESKRIVELSE

Metoden grunner seg på at lydens forplantningshastighet forandrer seg med mediets elastiske egenskaper. Det aktuelle hastighetsområde i den såkalte ingeniørseismikk er fra ca. 200 m/s (meter pr. sekund) i visse typer porøst overdekke til godt over 5000 m/s i enkelte bergarter.

En "lydstråle" fra en sprengning i overflaten treffer en grense mellom 2 sjikt hvor lydhastigheten er henholdsvis V_1 og V_2 , og vinkelen mellom lydstråle og innfallslodd kalles i . Etter at strålen har passert sjiktgrensen vil den danne en vinkel R med innfallsloddet, slik at

$$\frac{\sin i}{\sin R} = \frac{V_1}{V_2} . \text{ Når } R \text{ blir } = 90^\circ, \text{ vil den refrakterte stråle følge sjiktgrensen og vi har } \sin i = \frac{V_1}{V_2} .$$

Den bestemte innfallsvinkel som tilfredsstiller denne betingelse kalles kritisk vinkel eller i_c .

Lydforplantningen langs sjiktgrensen vil gi årsak til sekundærbølger som returnerer til terrengoverflaten under vinkelen i_c . I en viss kritisk avstand fra skuddpunktet vil disse refrakterte bølger nå frem før de direkte bølger som har fulgt terrengoverflaten. Den kritiske avstand er proporsjonal med dypet til sjiktgrensen og forøvrig bare avhengig av forholdet mellom de to hastigheter. Denne sammenheng utnytter en ved å plassere seismometre langs en rett linje i terrenget og registrere de først ankomne bølger fra skudd i hensiktsmessig valgte posisjoner i samme linje. En får da bestemt de nødvendige data for å fastlegge dypene til sjiktgrensen. Dersom overdekket er homogent med hensyn på lydhastigheten langs profilet, kan en oppnå en god dybdebestemmelse for hver seismometerposisjon. Imidlertid vil det ofte være betydelige laterale variasjoner til stede, og overdekkeshastighetene blir ved små dyp bare bestemt i nærheten av skuddpunktene. Ofte vil det derfor være naturlig å legge størst vekt på dybdebestemmelsen under skuddpunktene.

Disse betraktninger kan utvides til å gjelde flere sjiktgrenser. En får refrakterte bølger fra alle grenser når hastigheten i det underliggende medium er større enn i det overliggende. Kontrasten må være av en viss størrelse, og vinkelen mellom sjiktgrense og terrengover-

flate må ikke være for stor. I praksis vil en gjerne få vanskeligheter når denne vinkel overstiger 25°.

Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeiler seg i de opptegnede diagrammer, fordi de refrakterte bølger fra denne grense når overflaten senere enn fra en dypere grense. Det foreligger da en såkalt "blind sone", og de virkelige dybder kan være vesentlig større enn de beregnede. En annen feilkilde er til stede hvis lyden på sin vei nedover i jordskorpen treffer et sjikt med lavere hastighet enn det overliggende. Fra denne sjiktgrense vil det aldri komme refrakterte bølger opp igjen til overflaten, og lavhastighetsjiktet vil derfor ikke kunne erkjennes av måledataene. De virkelige dyp vil være mindre enn de beregnede. Generelt må en si at usikkerheten i de beregnede dyp øker med antall sjikt.

Dersom det ikke opptrer systematiske feil som beskrevet ovenfor, er erfaringsmessig usikkerheten i dybdeberegningene under 10% for dyp større enn 10 m og 1 m for mindre dyp. De største hastighetsendringer opptrer ved overgangen "tørre"/vannmettede løsmasser og overgangen løsmasser/fjell. Nedenfor er angitt seismisk hastighetsområde for de mest vanlige løsmassetyper. Spesielt under grunnvannsnivå er det betydelig hastighetsoverlapp mellom løsmassetypene.

Soner med lave hastigheter i fjell skyldes som regel oppsprukket (dårlig) fjell. Normalt er hastigheten i fast fjell i området fra 4000 til godt over 5000 m/s.

LYDHASTIGHETER I DE MEST VANLIGE LØSMASSETYPER

Organisk materiale		150 - 500 m/s
Sand og grus	- over grunnvann	200 - 800 "
Sand og grus	- under "	1400 - 1600 "
Morene	- over "	700 - 1500 "
Morene	- under "	1500 - 1900 "
Hardpakket bunnmorene		1900 - 2800 "
Leire		1100 - 1800 "



NGU
 REFRAKSJONSSEISMISKE MÅLINGER
 OVERSIKTSKART
HØYLANDET
 HØYLANDET, NORD-TRØNDELAG.

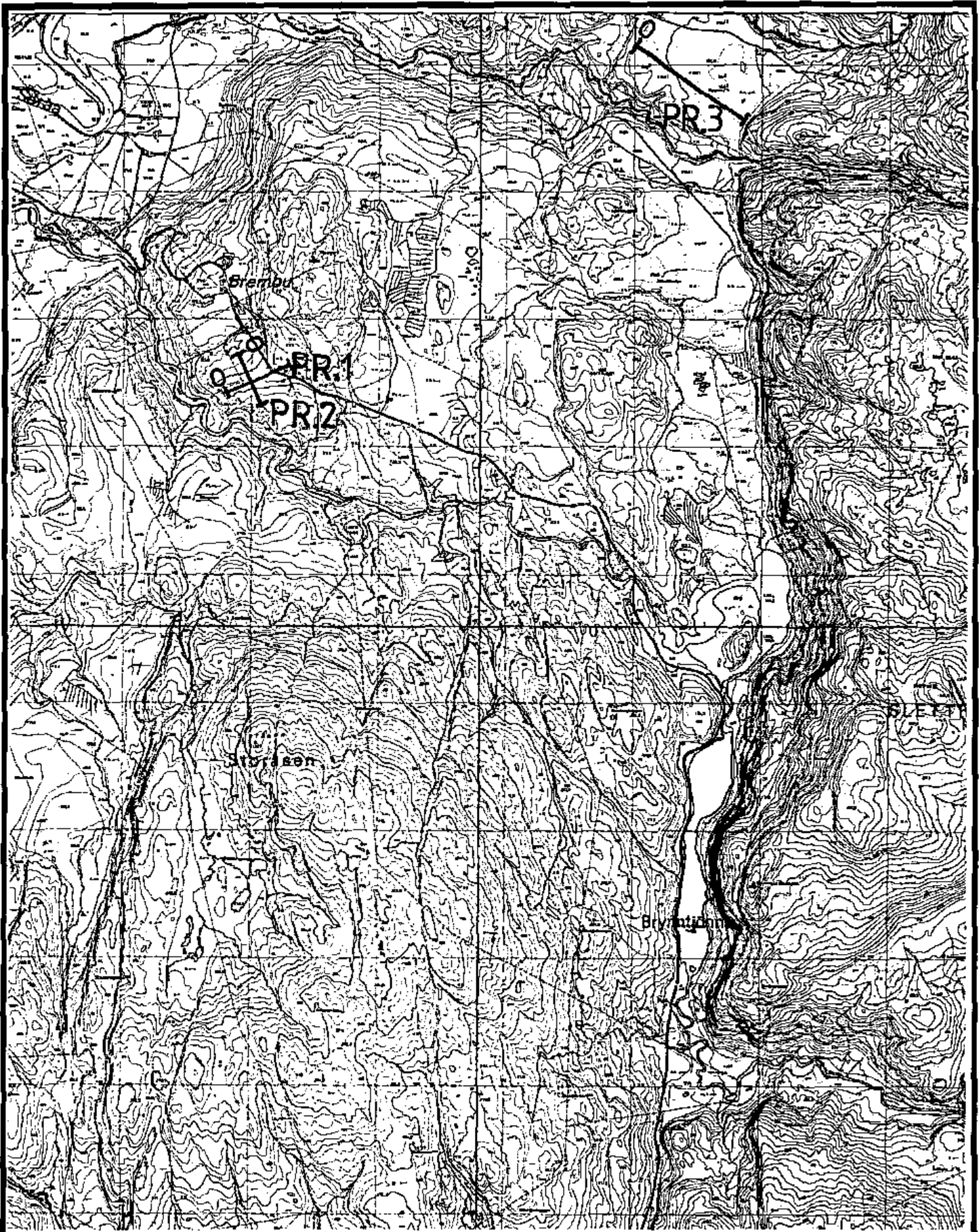
MÅLESTOKK
 1: 50 000

MÅLT JFT	SEPT. 88
TEGN JFT	FEB. 89
TRAC	
KFR.	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.
 89.036 - 01

KARTBLAD NR.
 1824 III



NGU
 REFRAKSJONSSEISMISKE MÅLINGER
 LOKALKART
HØYLANDET
 HØYLANDET, NORD-TRØNDELAG

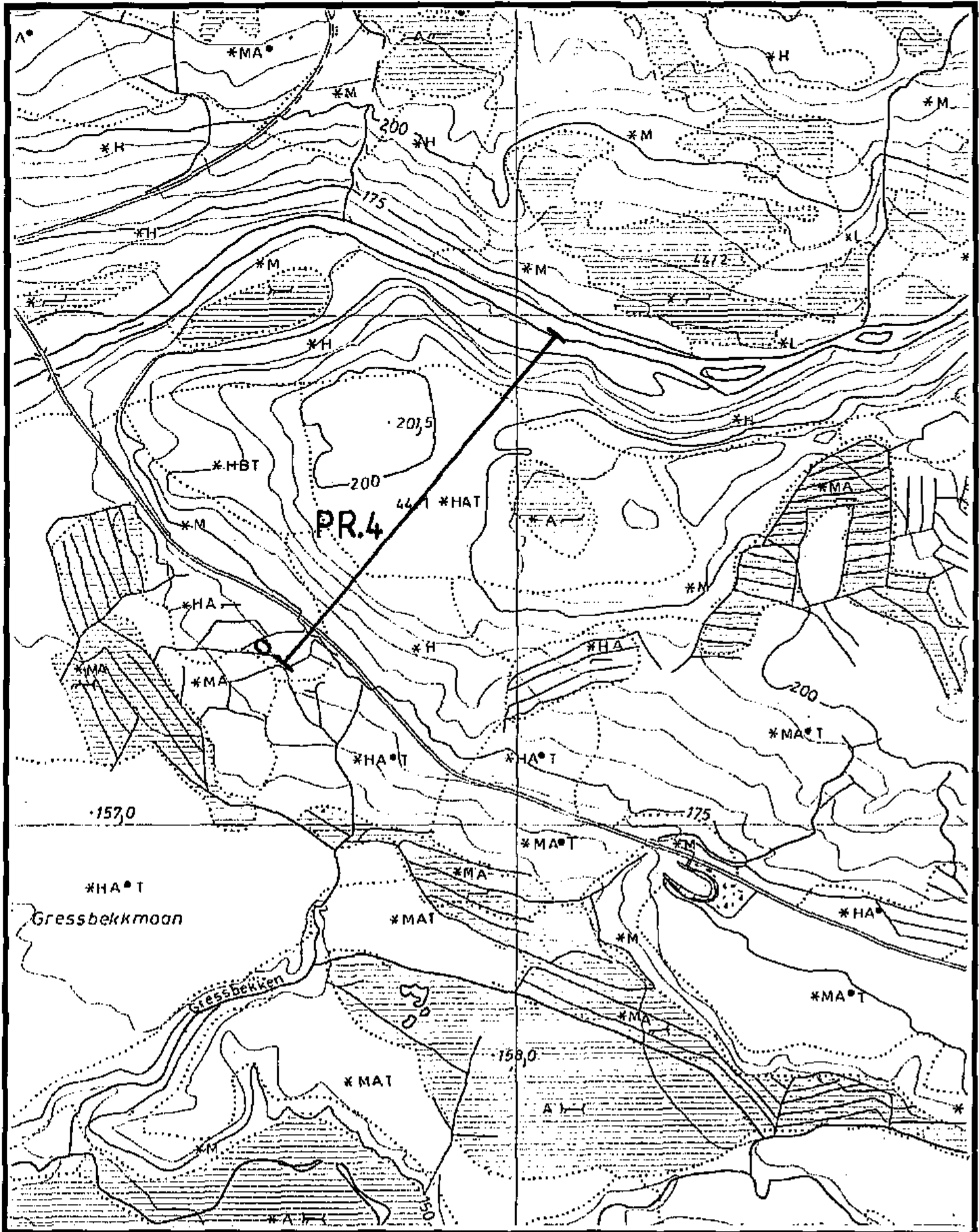
MÅLESTOKK
 1: 20 000

MÅLT JFT	SEPT. 88
TEGN JFT	FEB. 89
TRAC	
KFR.	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.
 89.036 - 02

KARTBLAD NR.
 1824 III



NGU
 REFRAKSJONSSEISMISKE MÅLINGER
 LOKALKART VEST
NESÅDALEN
 GRONG, NORD-TRØNDELAG

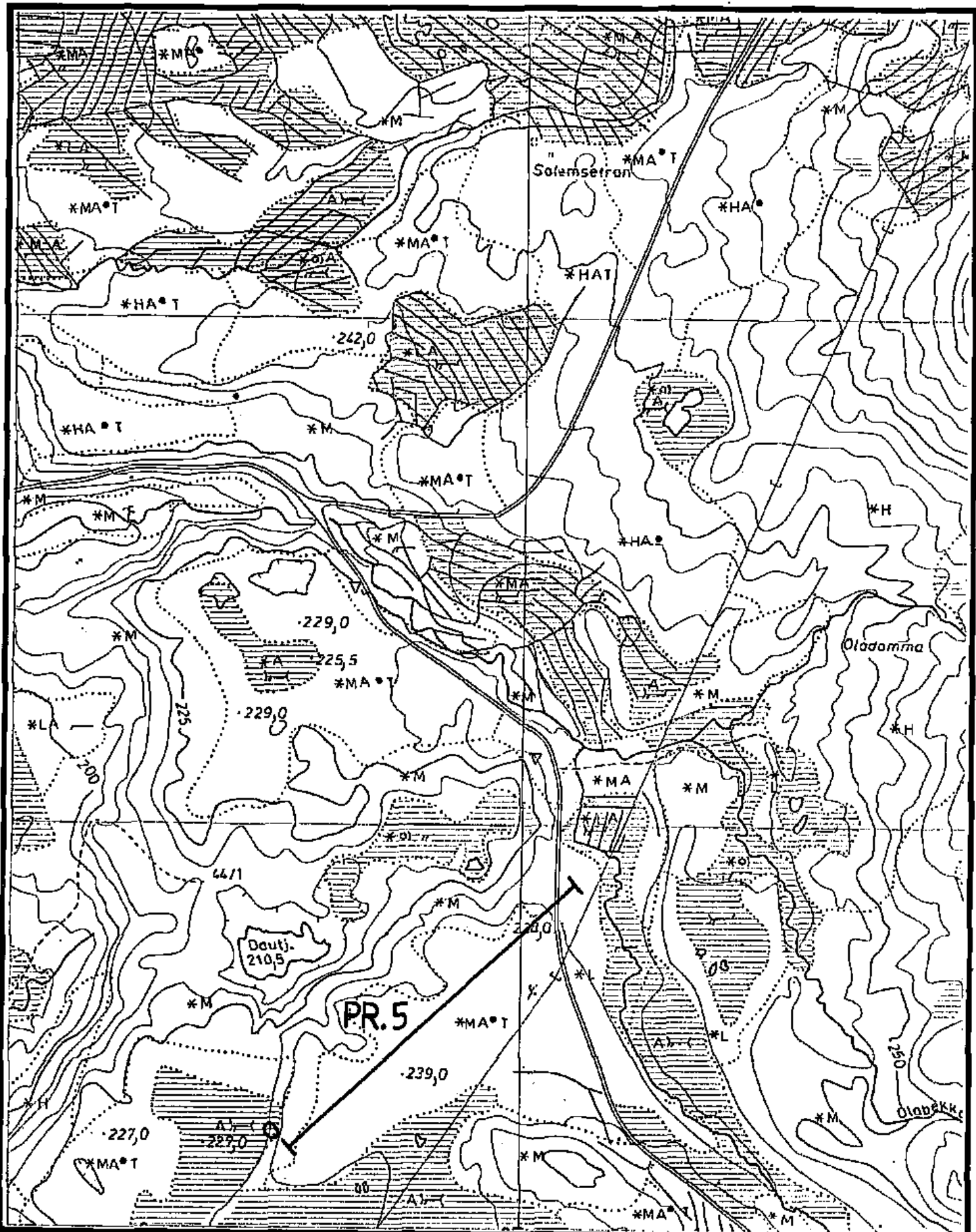
MÅLESTOKK
 1: 5 000

MÅLT JFT	SEPT. 88
TEGN JFT	FEB. 89
TRAC	
KFR.	

NORGES GEOLIGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.
 89.036 - 04

KARTBLAD NR.
 1824 III



NGU
 REFRAKSJONSSEISMISKE MÅLINGER
 LOKALKART ØST
NESÅDALEN
 GRONG, NORD-TRØNDELAG

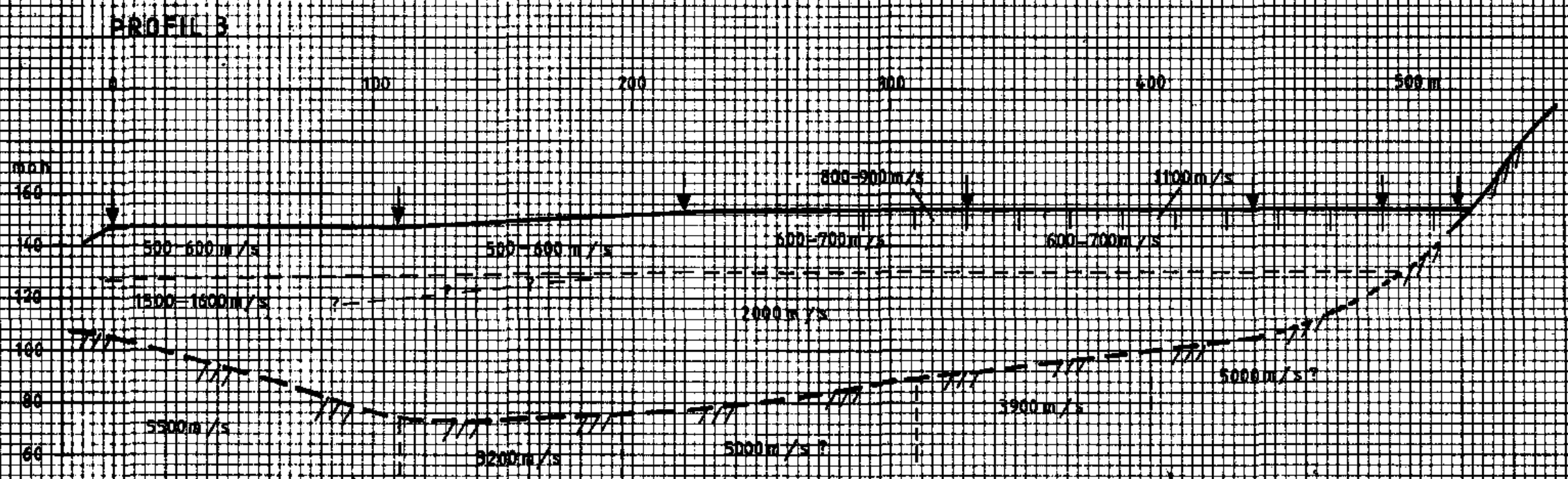
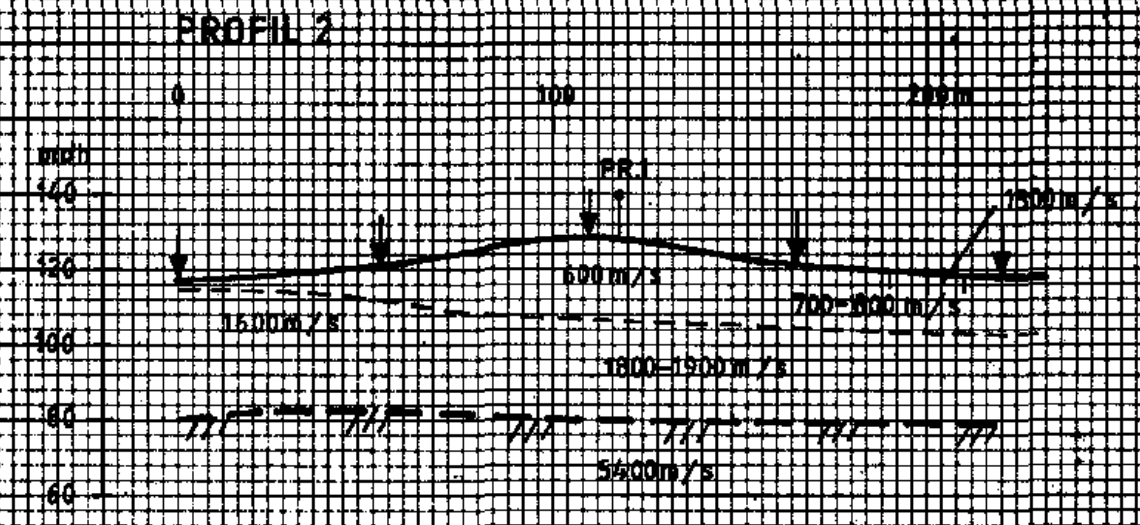
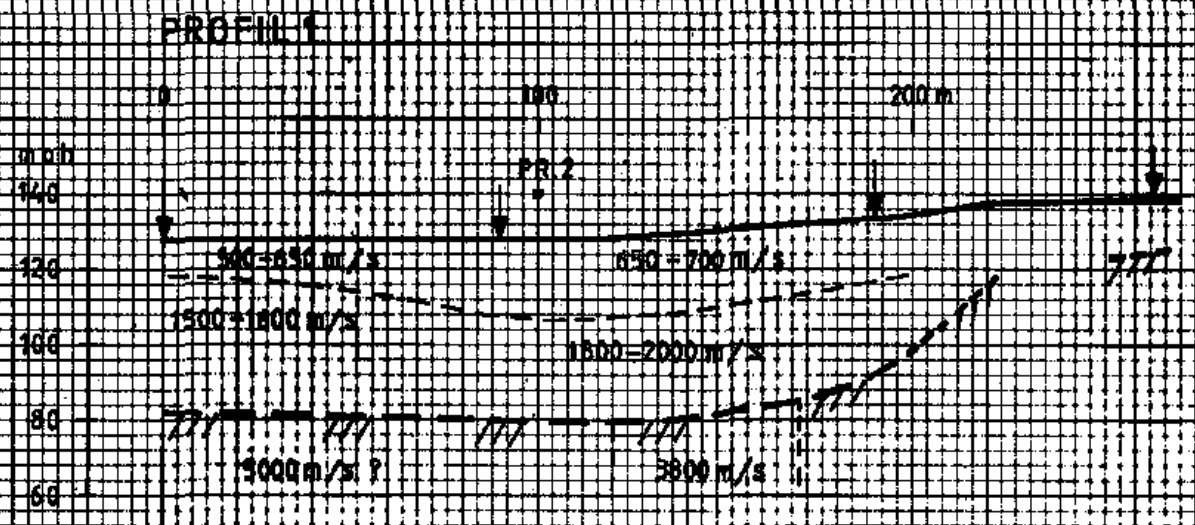
MÅLESTOKK
1: 5 000

MÅLT JFT	SEPT. 88
TEGN JFT	FEB. 89
TRAC	
KFR.	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.
89.036 - 05

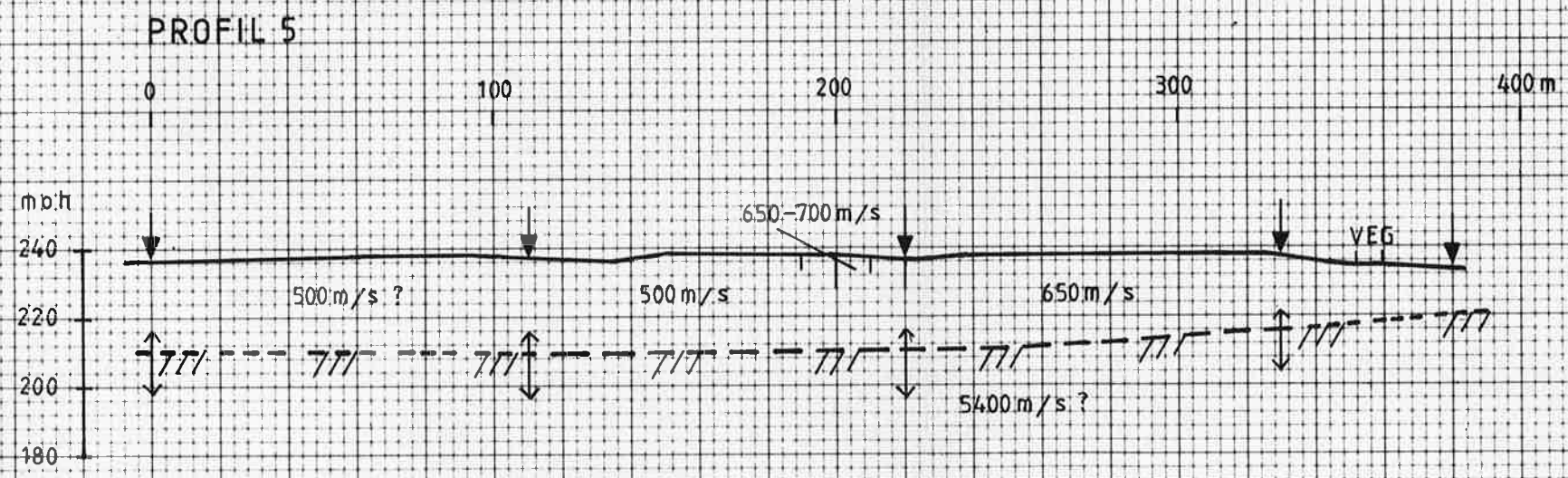
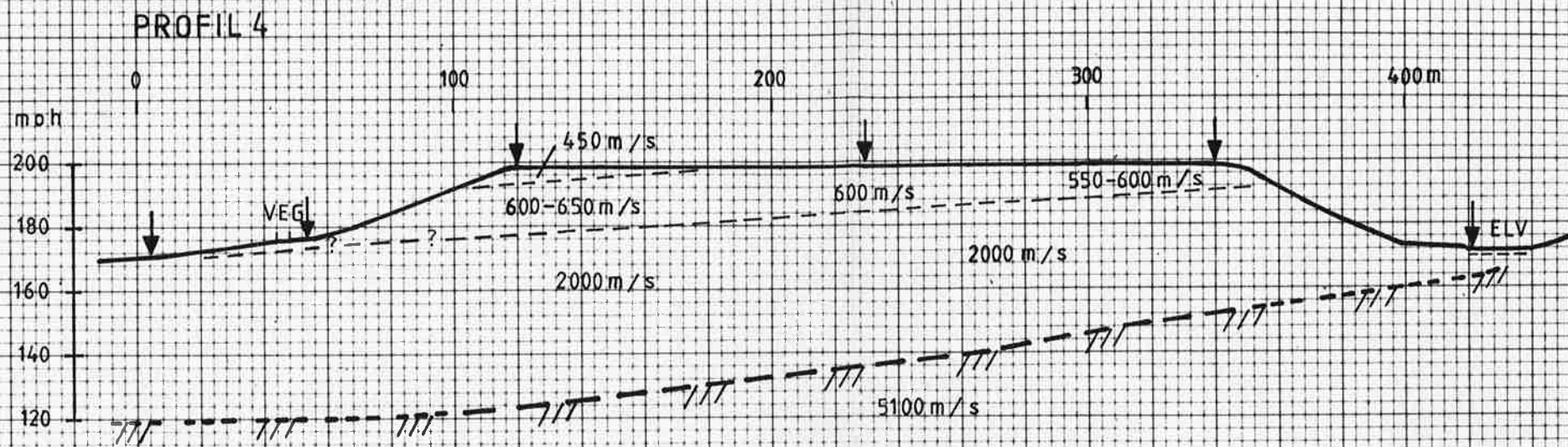
KARTBLAD NR.
1824 III



TEGNTØRKLARING:

- TERRENOVERFLATE MED SKUDDPUNKT
- OVERFLATELAG MED HØY HASTIGHET
- SIKTØRENSE I LØSMASSER
- BEREGNET FJELLOVERFLATE
- USIKKER FJELLOVERFLATE

NGU REFRAKSJONSEISMISKE MÅLINGER TOLKEDE PROFILER HØYLANDET HØYLANDET, NORD-TRØNDELAG NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	MÅLESTOKK 1: 2000	MÅLTIDRIFT	SEPT.-88
		TEGN L.F.T.	JAN.-89
		TRAC T.H.	—
		KFR	
	TEGNING NR. 89.036-06	KARTBLAD NR. 1824 III	



TEGNFORKLARING:

- TERRENGOVERFLATE MED SKUDDPUNKT
- OVERFLATELAG MED HØY HASTIGHET
- SJIKTGRENSE
- BEREGNET FJELLOVERFLATE
- USIKKER FJELLOVERFLATE
- MAKS. MEKTIGHET AV MULIG VANNMETTET LAG I BLINDSONE

NGU REFRAKSJONSSEISMISKE MÅLINGER TOLKEDE PROFILER NESÅDALEN GRONG, NORD-TRØNDELAG	MÅLESTOKK	MÅTLHB/J.F.T.	SEPT.-88
	1:2000	TEGN J.F.T.	JAN.-89
		TRAC T.H.	—II—
		KFR	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 89.036-07	KARTBLAD NR. 1824 III	