

NGU Rapport nr. 89.087

Refraksjonsseismiske målinger
i området
Beitstad-Namdalseid

Norges geologiske undersøkelse
Biblioteket

Rapport nr. 89.087		ISSN 0800-3416		Åpen/Forfattet	
Tittel: Refraksjonsseismiske målinger i området Beitstad-Namdalseid					
Forfatter: Jan Fredrik Tønnesen			Oppdragsgiver: NGU		
Fylke: Nord-Trøndelag			Kommune: Steinkjer og Namdalseid		
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Namsos			Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1723 III Steinkjer		
Forekomstens navn og koordinater: Se sammendrag			Sidetall: 12		Pris: kr. 75,-
Feltarbeid utført: 30.09.-04.10.85		Rapportdato: 22.05.1989		Prosjektnr.: 32.2299.13	
				Seksjonssjef: <i>Jean S. Keeney</i>	
<p>Sammendrag:</p> <p>De refraksjonsseismiske målingene er utført i forbindelse med kvartærgeologisk kartlegging innenfor kartblad 1723 III Steinkjer. Målingene er lokalisert til ryggformer og omfatter 10 profiler med samlet lengde 2.2 km.</p> <p>I Beitstad er ryggformene ved Sprova og Tørring morenedominerte avsetninger. Ved Skeid er det registrert 12-15 m sand/grus over grunnvannsmettet materiale sentralt under ryggen, mens den østligste delen er morenedominert. Ved Hoset og Holte er avsetningene vesentlig sand/grus med mektighet 5-11 m.</p> <p>I Namdalseid er det ved Elda registrert 13-25 m mektige sand-/grus-avsetninger. I de ca. 50 m tykke avsetningene ved Rosset er det kompakt morenemateriale fra 2-3 m under overflaten. Sør for Dorrås er det vesentlig morenedominert materiale i en ryggform med vel 20 m løsmassemekthet. En annen ryggform reflekterer fjelltopografien med bare 2-4 m løsmasseoverdekke.</p> <p>Forekomstens navn og koordinater: Hoset 32 6185 71046, Sprova 32 6127 71139, Holte 32 6107 71151, Tørring 32 6114 71150, Skeid 32 6107 71158, Elda 32 6082 71193, Rosset 32 6107 71211, Dorrås 32 6152 71247.</p> <p style="text-align: center;">Norges geologiske undersøkelse Biblioteket</p>					
Emneord		Refraksjonsseismikk			
Geofysikk		Løsmasse			
Kvartærgeologi		Grus		Fagrapport	

INNHold

	Side
1. INNLEDNING	4
2. UTFØRELSE	4
3. RESULTATER	5
3.1. Beitstad (Pr. 1-6)	5
3.2. Namdalseid (Pr. 7-10)	7
4. REFERANSER	10

TEKSTBILAG

Bilag 1: Refraksjonsseismikk - Metodebeskrivelse

KARTBILAG

- 89.087-01 Oversiktskart sør
- 02 Oversiktskart nord
- 03 Beitstad - Lokalkart sør
- 04 Beitstad - Lokalkart nord
- 05 Namdalseid - Lokalkart vest
- 06 Namdalseid - Lokalkart øst
- 07 Grunnprofiler Beitstad
- 08 Grunnprofiler Namdalseid

1. INNLEDNING

De seismiske målingene er utført i forbindelse med kvartærgeologisk kartlegging innenfor kartblad 1723 III Steinkjer (Sveian 1988).

Målingene omfatter 10 refraksjonsseismiske profiler med samlet lengde nær 2,2 km. Profilene er lokalisert til ryggformer innenfor vestlige halvdel av kartbladet, i området Beitstad-Namdalseid. Hensikten var å bestemme materialtyper i ryggene og dyp til fjell. Profilenes plassering er vist i to oversiktskart og fire lokal-kart (kartbilag 89.087-01 til -06).

I forbindelse med kartleggingsarbeidet er det også tidligere utført seismiske målinger i Beitstad-området (Sindre 1985). Dessuten er det gjennomført en del geofysiske undersøkelser i de sørøstlige områder av kartbladet (Tønnesen 1983, 1985, 1987).

2. UTFØRELSE

Målingene er utført etter vanlig seismisk refraksjonsmetode (tekstbilag 1). Som registreringsinstrument ble benyttet en ABEM TRIO med 12 kanaler. Det er brukt både 100 m og 200 m lange kabelutlegg i undersøkelsen. I de korte utleggene er avstanden mellom geofonene 10 m, men den ble kortet inn til 5 m i hver ende. Skuddpunkt ble plassert 5 m ut fra hver endegeofon og ved midten av hvert utlegg slik at skuddpunktavstanden langs profilet ble 55 m. I profiler med lange kabelutlegg er geofonavstander og skuddpunktavstander doblet i forhold til de korte utleggene. For å få bedret måledekningen av fjellrefraktoren ble det som regel også plassert skuddpunkt i større avstand fra kabelendene (fjernskudd).

Feltarbeidet ble utført av Tor Arne Kammen og Jan Fredrik Tønnesen fra NGU i løpet av 4 effektive arbeidsdager.

3. RESULTATER

Resultatene fra undersøkelsen er presentert som profiltolkninger i kartbilag 89.087-07 for målingene i Beitstad og i kartbilag 89.087-08 for Namdalseid. Terreng høyden langs profilene er ikke målt, men er hovedsakelig tegnet ut fra kartgrunnet. Feil i terrengoverflatens nivå vil medføre tilsvarende feil i nivået for sjiktgrenser og fjelloverflaten.

3.1. Beitstad (Pr. 1-6)

I profil 1 ved Hoset er løsmassemekktigheten 9-11 m, avtagende til 7-8 m mot sørøstenden. Fjelloverflaten har et nivå på 78-80 m o.h., men skråner noe opp lengst nordvest. Løsmassene synes vesentlig å bestå av tørre sand-/grusavsetninger med seismisk hastighet 550-600 m/s. I sørøstlige del av profilet ser det imidlertid ut til at sand/grus-avsetningene er dekket av et relativt tynt lag marine finkornige sedimenter med seismisk hastighet 1200 m/s. De marine avsetningene er trolig igjen overdekket av et tynt lag med grovere strandvasket materiale.

Prøveprofilering med en stangslingram (EM-31) i dette området (Rønning og Tønnesen 1985) indikerte betydelig variasjon i elektrisk motstand i de øvre 5-7 m langs profilet. Høy motstand er registrert i nordvestlige del av profilet og lav motstand i sørøstlige del. Dette bekrefter at det må komme inn godt ledende marint materiale i sørøstlige del av profilet. Profileringen kan tyde på at det finnes noe marint materiale også nordvest for seismikkprofilet.

Det er ikke registrert grunnvannsmettet materiale eller morene-materiale nederst i avsetningen, men dette kan teoretisk utgjøre et opptil 8 m tykt lag i blindsonen. Fjelloverflaten kan da ligge maksimum 5-6 m dypere enn beregnet.

I profil 2, som går på tvers av ryggform ved Sprova, ligger fjelloverflaten 22-24 m o.h. sør for ryggtoppen, men skråner bratt ned til ca. 10 m o.h. under nordsiden av ryggen. Løsmassemektheten øker fra 8-9 m ved sørenden av profilet til ca. 18 m under toppen av ryggen. I nordligste del øker mektigheten til rundt 25 m.

Et overflatesjikt med seismisk hastighet 400-500 m/s regnes å være tørr sand og grus. Laget er bare 1-2 m tykt langs sørlige halvdel av profilet, men mektigheten øker mot nordenden til rundt 5 m. Ryggformen forøvrig ser ut til å bestå av morenedominert materiale med hastighet 1000-1100 m/s. Nederst i avsetningen er det et sjikt med høyere hastighet, anslått til 2000 m/s. Det antas å representere mer kompakt og vannmettet morenemateriale. Sjiktet regnes å være gjennomgående langs profilet, men det opptrer i blindsonen sentralt under ryggformen.

I profil 3 ved Holte er løsmassetykkelsen 4-5 m ved hver ende, mens den forøvrig varierer mellom 7 og 11 m. Fjelloverflaten varierer i området 73-78 m o.h. Et 1-2 m tykt overflatesjikt har seismisk hastighet 300-400 m/s, mens hastighet i underliggende avsetning er 600-800 m/s. Hastighetene indikerer at løsmassene stort sett består av tørre sand-/grusavsetninger som trolig ligger direkte på fjelloverflaten.

Profil 4 langs ryggformen ved Tørring indikerer at fjelloverflaten stiger opp fra knapt 30 m o.h. i sørenden til 65-70 m o.h. ved nordenden, mens løsmassemektheten varierer mellom 20 og 30 m. Det 2-5 m tykke overflatesjiktet med seismisk hastighet 500-600 m/s er vesentlig sand og grus, mens underliggende løsmasser med hastighet 1100-1200 m/s regnes å være morenedominert materiale. Hele avsetningen antas å ligge over grunnvannsnivå.

Dersom det underst i avsetningen er morenemateriale med høyere hastighet (i blindsonen), vil løsmassemektingheten være noe større enn beregnet.

Profil 5 er målt på tvers av ryggformen ved Skeid. Fjelloverflaten er beregnet å ligge i området 57-62 m o.h. Løsmassemektingheten er 35-37 m sentralt under ryggen, mens den avtar til ca. 30 m mot sørenden og 25 m mot nordenden av profilet. Grunnvannsnivå er beregnet å ligge ca. 80 m o.h. De overliggende sand-/grusavsetningene med seismisk hastighet 400-700 m/s er 12-14 m tykke sentralt i profilet, men tynner ut mot 10-11 m ved sørenden og 6 m ved nordenden. I sedimentene under ser det ut til å være relativt høy hastighet (1800-1900 m/s). Dette kan tyde på at det hovedsakelig er morenemateriale under grunnvannsnivå, men det er også mulig at sand-/grusavsetningene når et stykke ned under grunnvannsnivå.

Profil 6 er målt langs østligste del av ryggformen ved Skeid. Fjelloverflaten stiger opp fra 85 m o.h. ved vestenden av profilet til 105 m o.h. ved østenden. Løsmassemektingheten er 20-25 m. Et overflatesjikt med seismisk hastighet 500-600 m/s er registrert i begge ender av profilet, men ikke ved midten. Hastigheten forøvrig ser ut til å være 850-900 m/s i vestlige del av profilet økende til 1000-1100 m/s langs østlige del. Dette indikerer at ryggformen vesentlig består av morenedominert materiale, men langs vestlige del av profilet kan det være bedre sorterte avsetninger (sand og grus). Dersom det er morenemateriale med høyere hastighet (i blindsonen) underst i avsetningen, vil løsmassemektingheten være noe større enn beregnet.

3.2. Namdalseid (Pr. 7-10)

I det 440 m lange profil 7 ved Elda når fjelloverflaten vel 100 m o.h. rundt 130 m fra vestenden. Østenfor er fjellnivået 97-98 m

o.h., mens det mot vestenden skråner betydelig ned til vel 80 m o.h. Løsmassemektheten er 13-14 m der fjellet når høyest. Østenfor er mektigheten 18-20 m, mens den mot vestenden øker til over 25 m. Løsmassene ser hovedsakelig ut til å bestå av tørre sand-/grusavsetninger med seismisk hastighet 550-650 m/s.

I området 70-150 m fra vestenden er det høyere hastighet i overflaten (900-1100 m/s). Hastigheten kan indikere morenemateriale, men skyldes trolig spesielt grovt materiale i toppsjiktet på bre-elvavsetningen (blokkanrikning).

Dersom det opptrer vannmettet eller morenedominert materiale i blindsoner nederst i avsetningen, vil løsmassemektheten være større enn beregnet.

Profil 8 langs ryggform ved Rosset indikerer løsmassemektheter fra 45-55 m med fjelloverflaten liggende 120-125 m o.h. Et 2-4 m tykt overflatesjikt med seismisk hastighet 650-700 m/s regnes å være sand-/grusdominert materiale, mens hastigheten på 2000 m/s i underliggende lag indikerer kompakt morene. I tolkningen er det antatt at morenen når helt til fjell. Dersom det ligger avsetninger med lavere hastighet under morenen, vil løsmassemektheten være noe mindre enn beregnet.

Profil 9 er målt langs nordsør-gående løsmasserygg sør for Dorrås. Løsmassemektheten er stort sett vel 20 m, men minker til 15 m ved sørenden. Fjelloverflaten er ca. 90 m o.h. ved sørenden og skråner slakt nedover mot nord til 81-83 m o.h. Et 2-5 m tykt overflatesjikt med seismisk hastighet 400-600 m/s regnes hovedsakelig å bestå av tørr sand og grus, mens underliggende avsetning med hastighet 1300-1500 m/s antas å være morenedominert materiale. Dersom det opptrer vannmettet morene med høyere hastighet nederst i avsetningen (blindsonelag), vil løsmassemektheten være noe større enn beregnet.

Profil 10 ved Dorrås er målt over slak ryggform i østvest-retning, ca. 0,6 km nordnordvest for profil 9. Løsmassetykkelsen er bare

2-4 m, og terrengoverflaten reflekterer derfor stort sett fjelltopografien.

Trondheim, 22. mai 1989

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

Geofysisk avdeling

Jan Fredrik Tønnesen

Jan Fredrik Tønnesen

forsker

4. REFERANSER

- Rønning, J.S. og Tønnesen, J.F. 1985: Kartlegging av løsmasseavsetninger ved hjelp av geofysikk. Utprøving av EM-31. NGU Rapport 85.199.
- Sindre, A. 1985: Seismiske målinger i Beitstad, Steinkjer. NGU Rapport 85.230.
- Sveian, H. 1988: Steinkjer, 1723 III, kvartærgeologisk kart, M 1:50 000. NGU.
- Tønnesen, J.F. 1983: Seismiske målinger ved Fossem i Steinkjer. NGU Rapport 2115.
- Tønnesen, J.F. 1985: Seismiske målinger på land innenfor kartbladene Stiklestad og Steinkjer i 1982. NGU Rapport 84.130.
- Tønnesen, J.F. 1987: Seismiske målinger og elektriske sonderinger innenfor kartbladene 1722 IV Stiklestad og 1723 III Steinkjer i 1983. NGU Rapport 85.198.

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 innfallslodden, slik at

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

$$\text{sjiktgrensen og vi har } \sin i = \frac{V_1}{V_2}$$

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 overdekkehastighetene 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°.

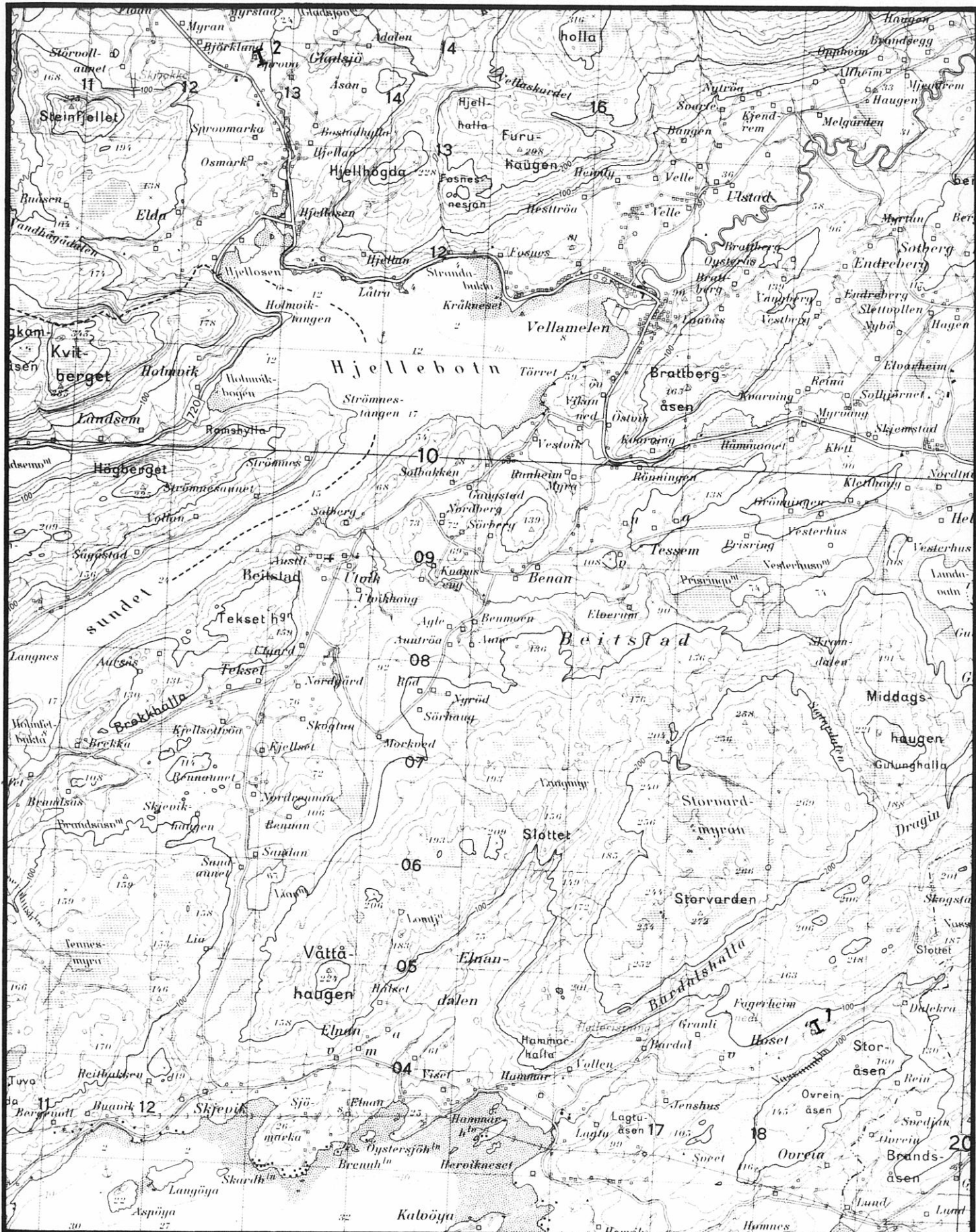
Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeiler seg i de opptegnede diagrammer, fordi de refrakterte bølger fra denne grense når overflaten senere enn fra en dypere grense. Det foreligger da en såkalt "blind sone", og de virkelige dybder kan være vesentlig større enn de beregnede. En annen feilkilde 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
 REFRAKSJONSSEISMIKK
 OVERSIKTSKART SØR
BEITSTAD
 STEINKJER, NORD-TRØNDELAG

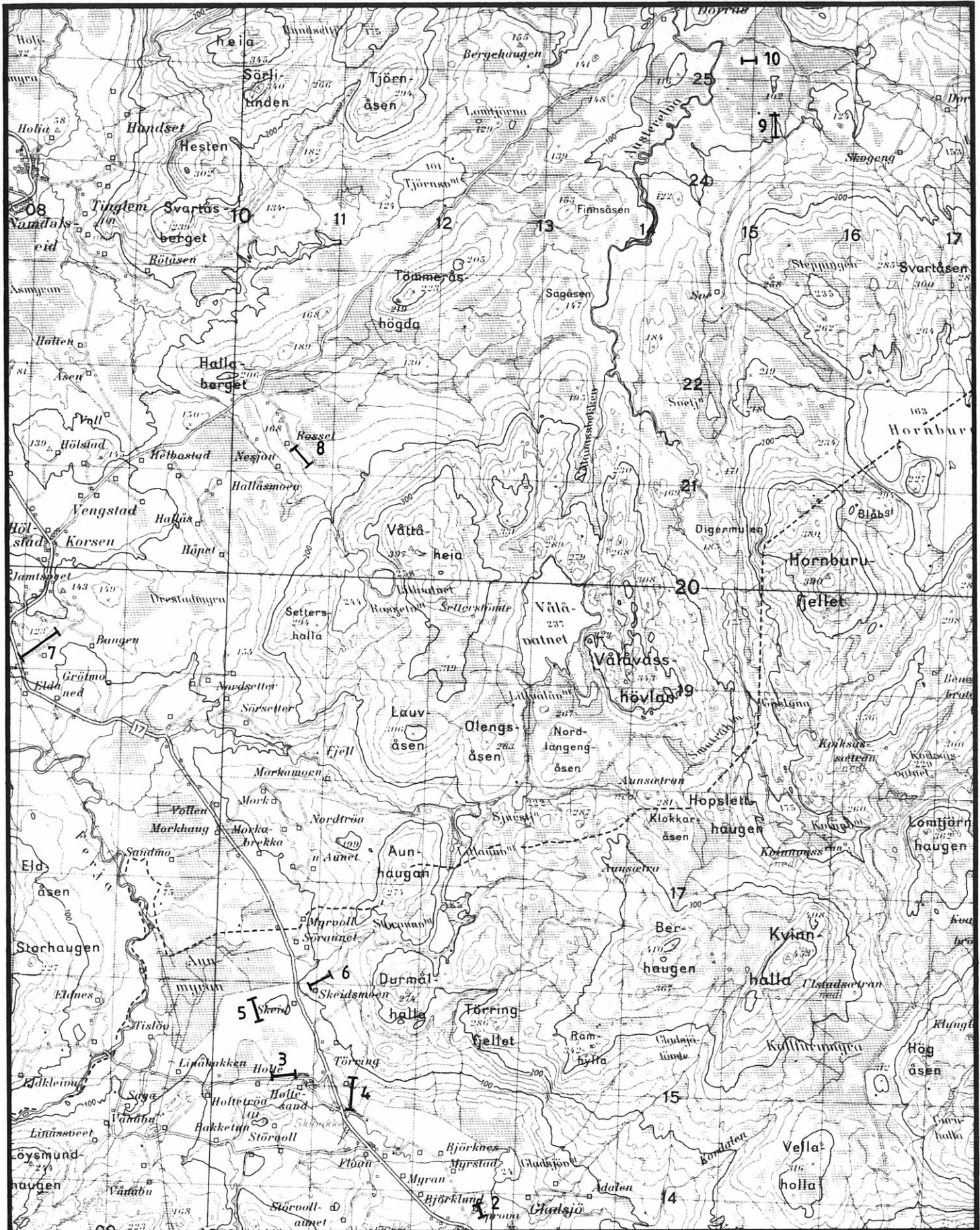
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK
1: 50 000

TEGNING NR.
89.087 - 01

MÅLT JFT	OKT -85
TEGN	
TRAC	
KFR.	

KARTBLAD NR.
1723 III



NGU
 REFRAKSJONSSEISMIKK
 OVERSIKTSKART NORD
BEITSTAD OG NAMDALSEID
 STEINKJER OG NAMDALSEID, NORD-TRØNDELAG

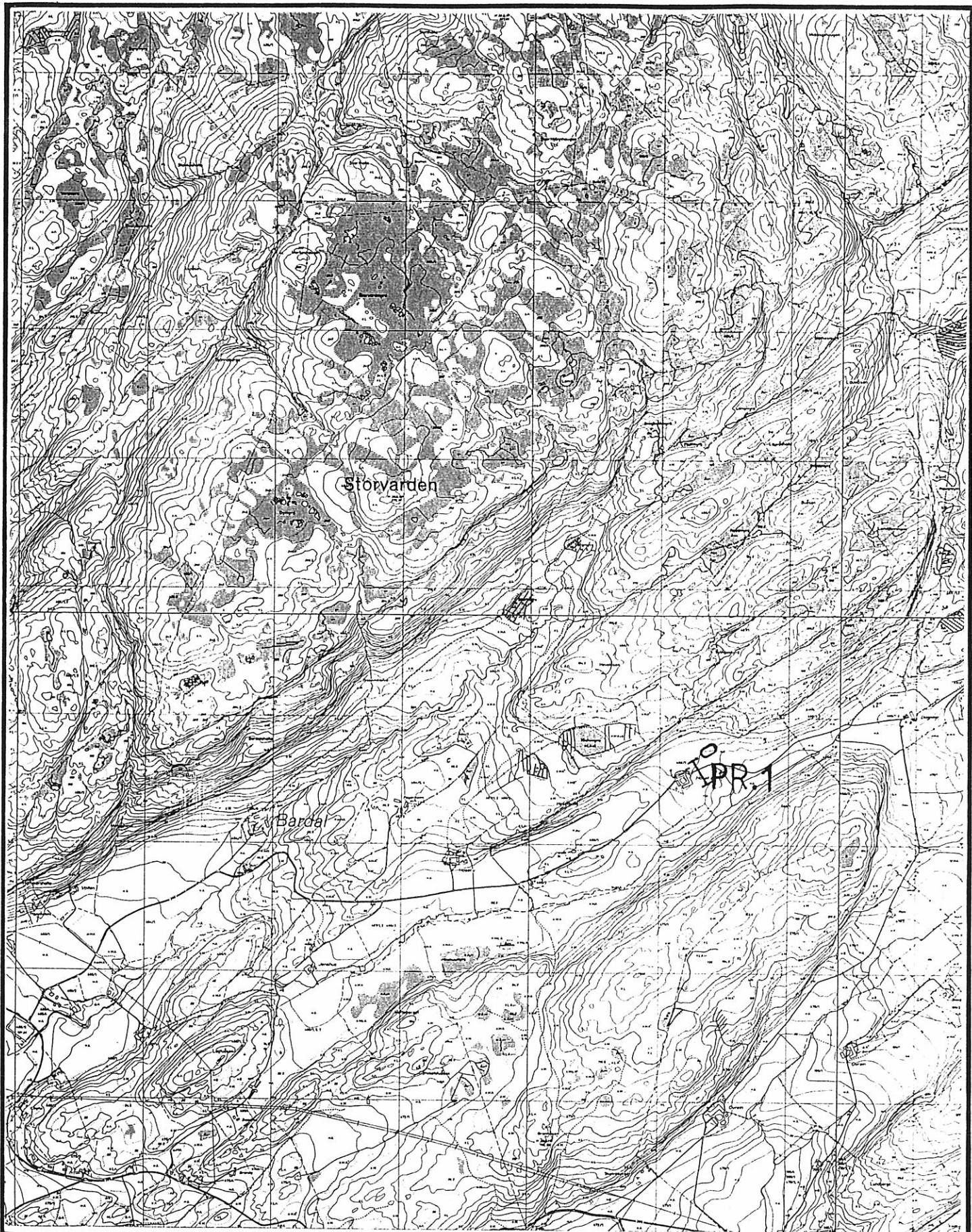
MÅLESTOKK
1: 50 000

MÅLT JFT	OKT -85
TEGN	
TRAC	
KFR.	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.
89.087 - 02

KARTBLAD NR.
1723 III



NGU
 REFRAKSJONSSEISMIKK
 LOKALKART SØR
BEITSTAD
 STEINKJER, NORD-TRØNDELAG

MÅLESTOKK

1: 20 000

MÅLT JFT OKT -85

TEGN

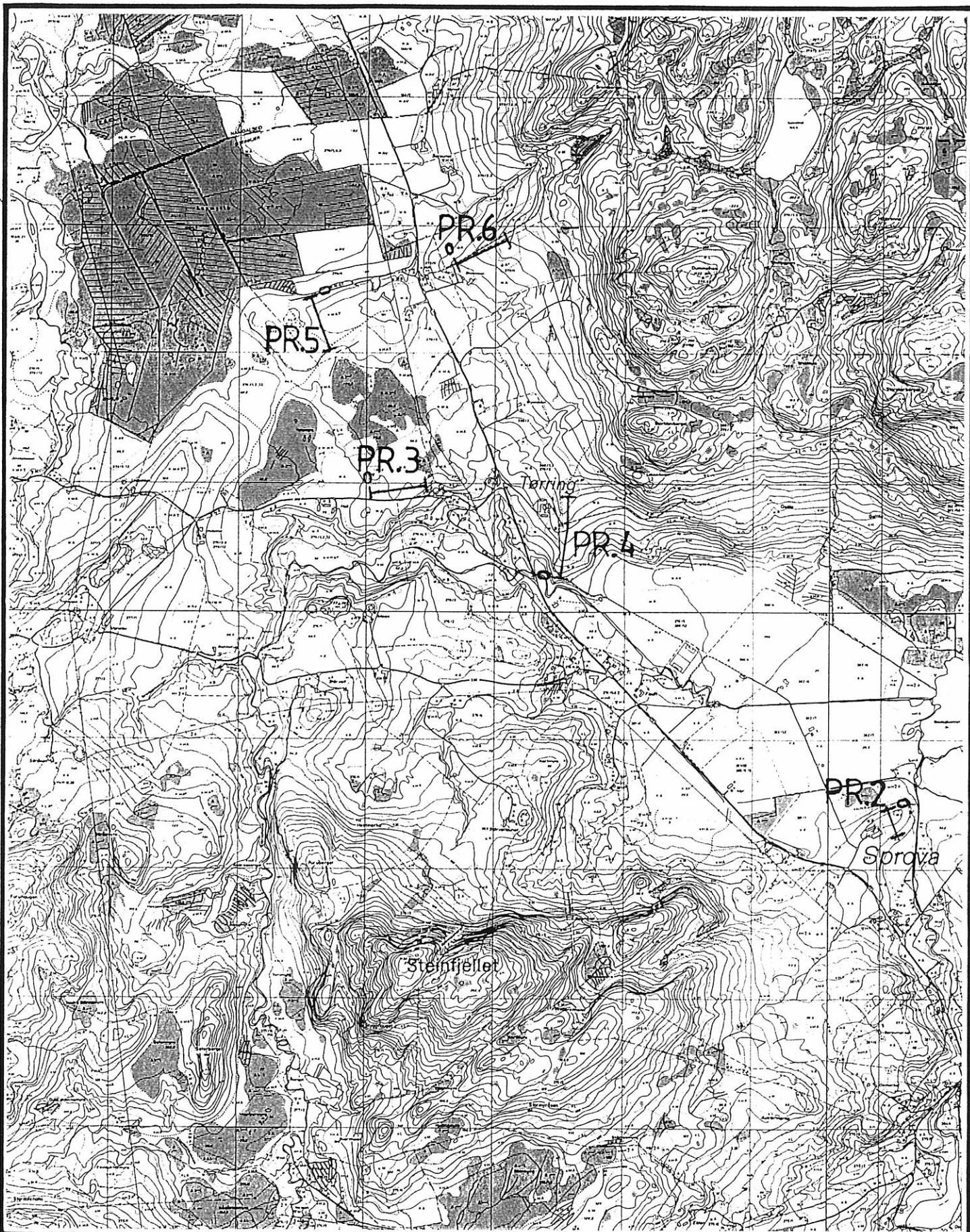
TRAC

KFR.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.
 89.087 - 03

KARTBLAD NR.
 1723 III



NGU
 REFRAKSJONSSEISMIKK
 LOKALKART NORD
BEITSTAD
 STEINKJER, NORD-TRØNDELAG

MÅLESTOKK

1: 20 000

MÅLT JFT OKT -85

TEGN

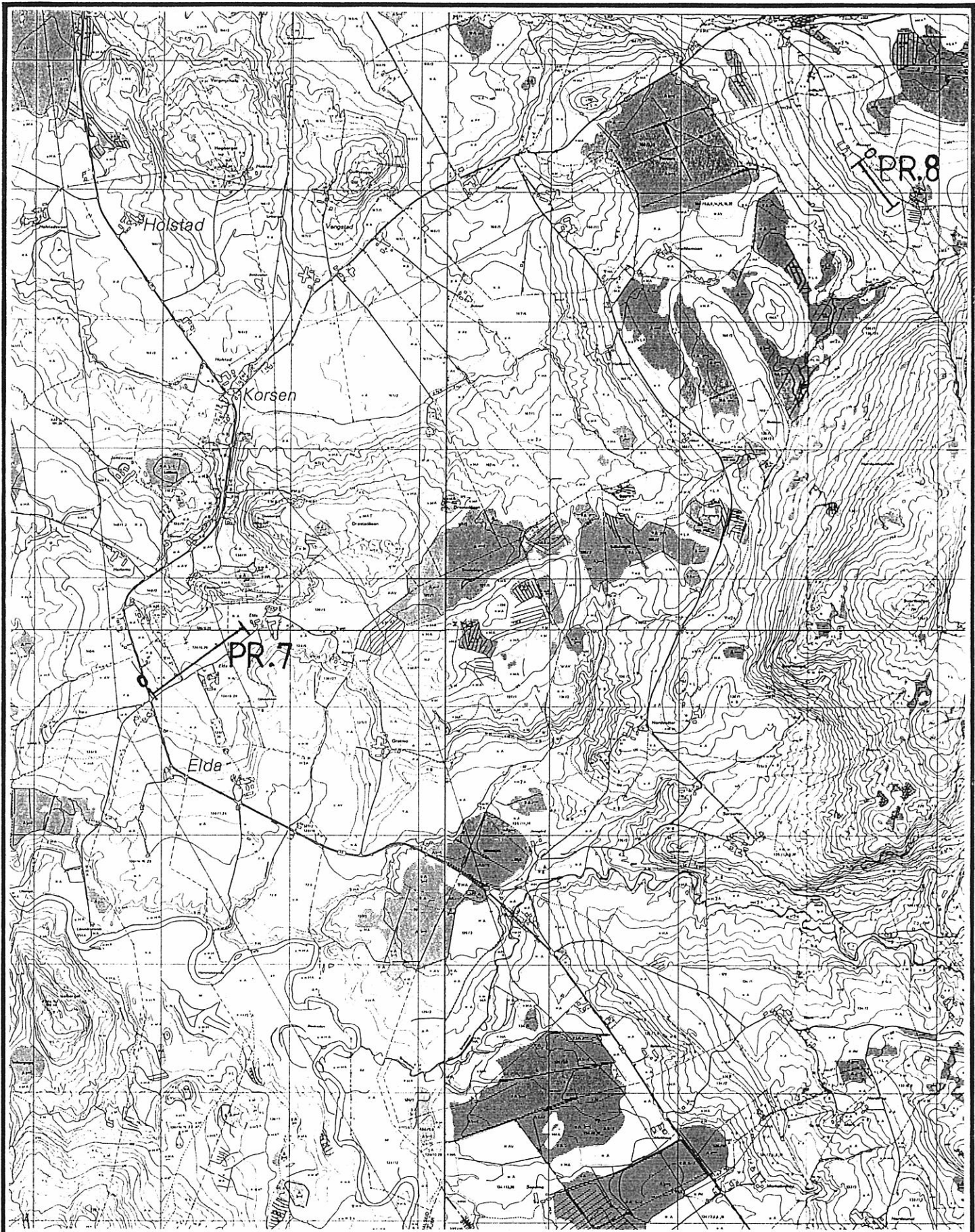
TRAC

KFR.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.
 89.087 - 04

KARTBLAD NR.
 1723 III



NGU
 REFRAKSJONSSEISMIKK
 LOKALKART VEST
NAMDALSEID
 NAMDALSEID, NORD-TRØNDELAG

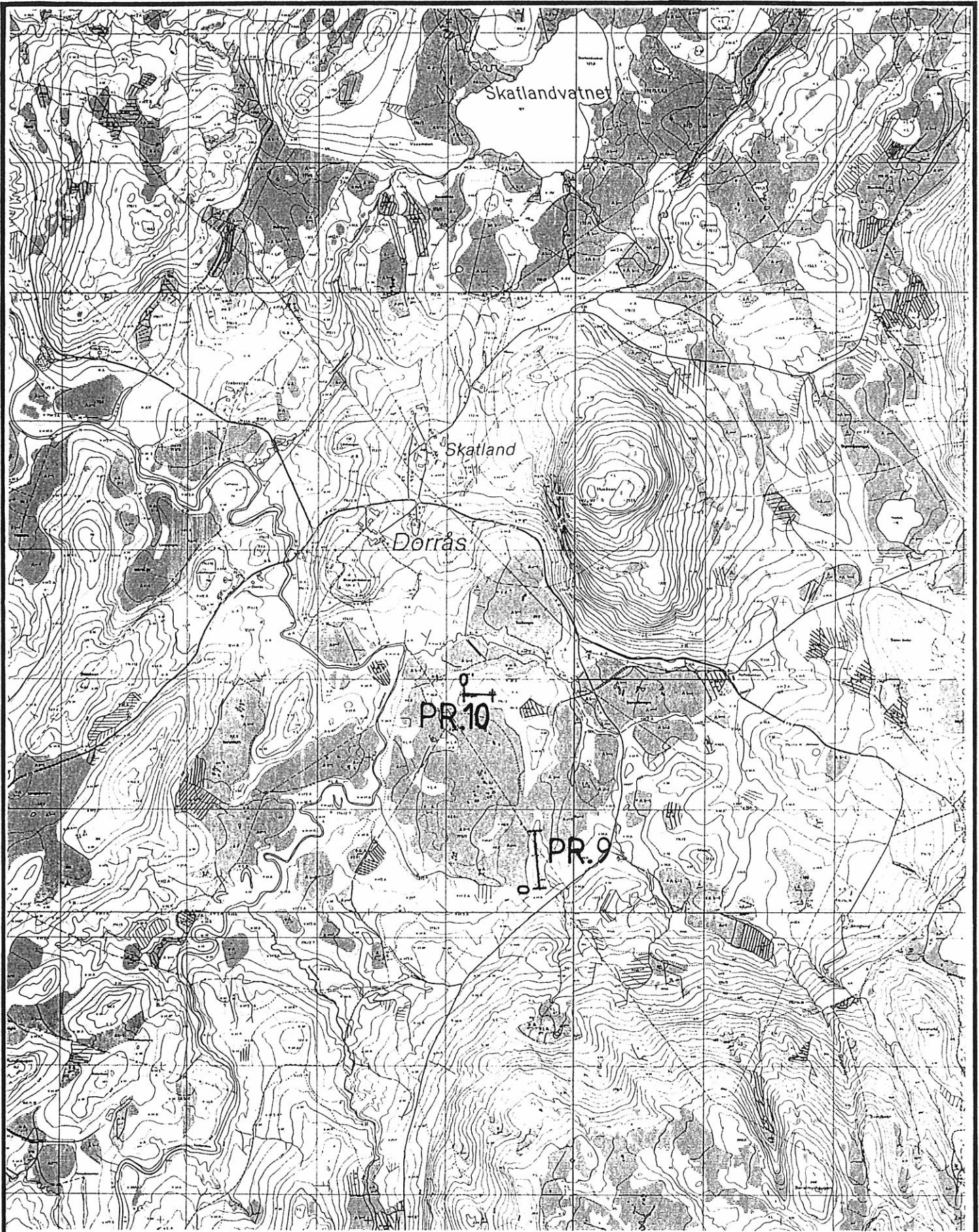
MÅLESTOKK
 1: 20 000

MÅLT	JFT	OKT -85
TEGN		
TRAC		
KFR.		

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.
 89.087 - 05

KARTBLAD NR.
 1723 III



NGU
 REFRAKSJONSSEISMIKK
 LOKALKART ØST
NAMDALSEID
 NAMDALSEID, NORD-TRØNDELAG

MÅLESTOKK

1: 20 000

MÅLT JFT OKT -85

TEGN

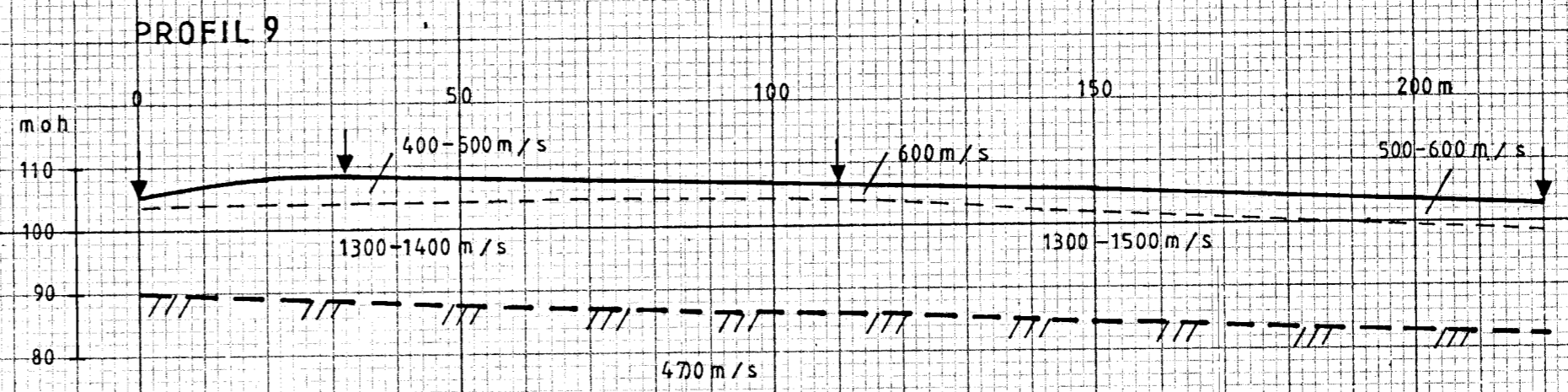
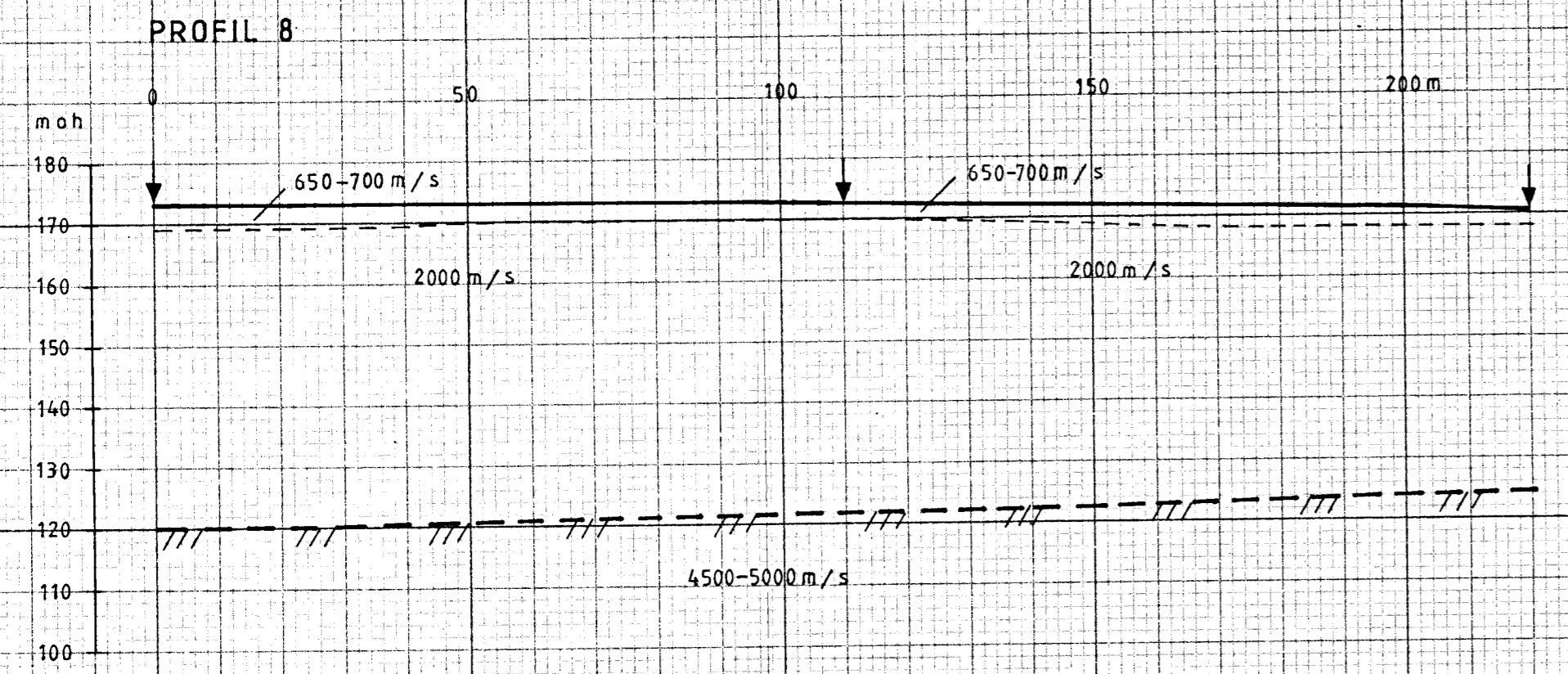
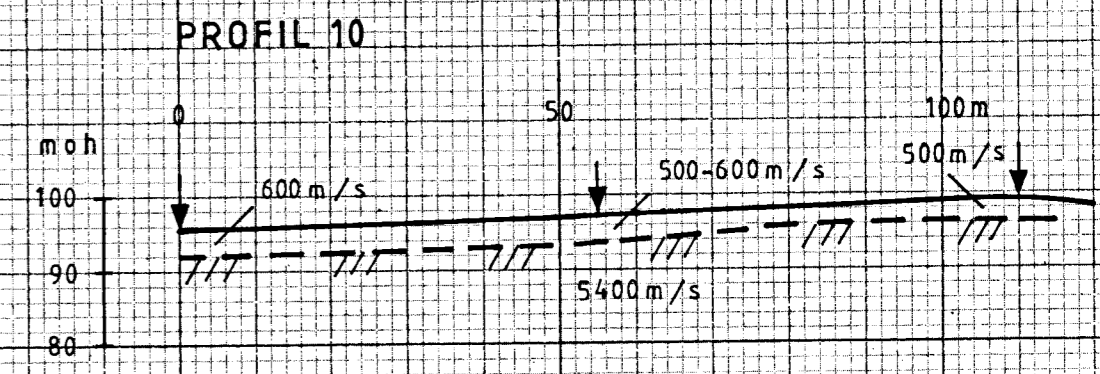
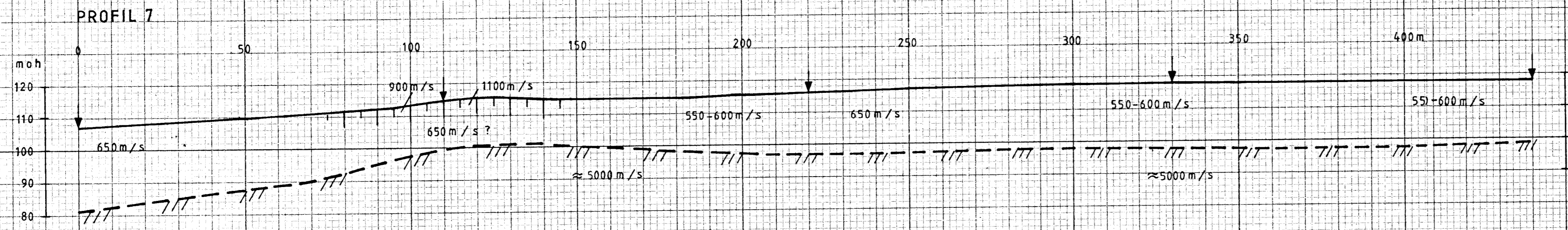
TRAC

KFR.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

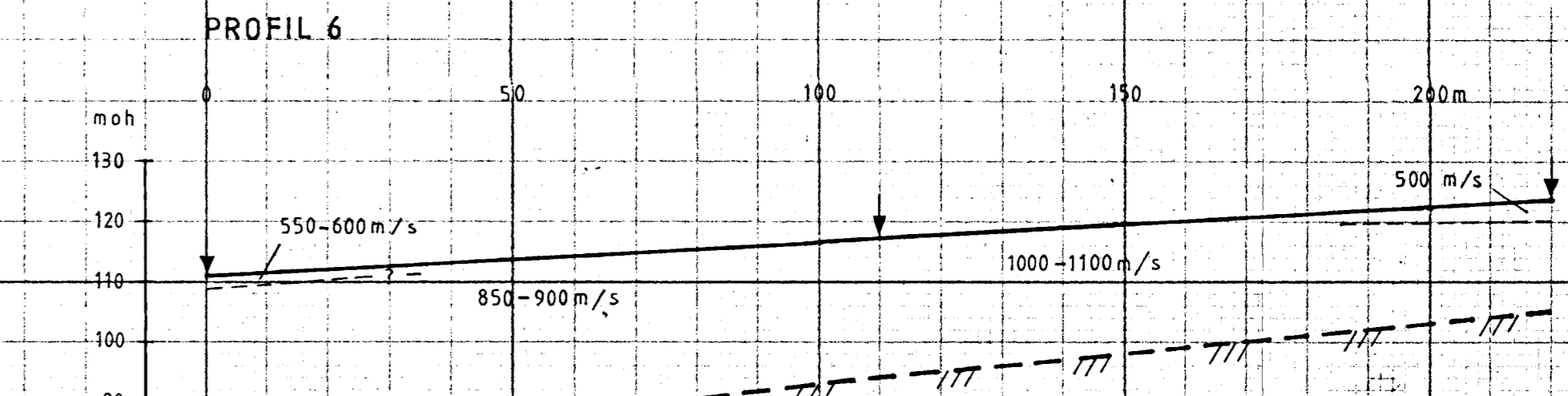
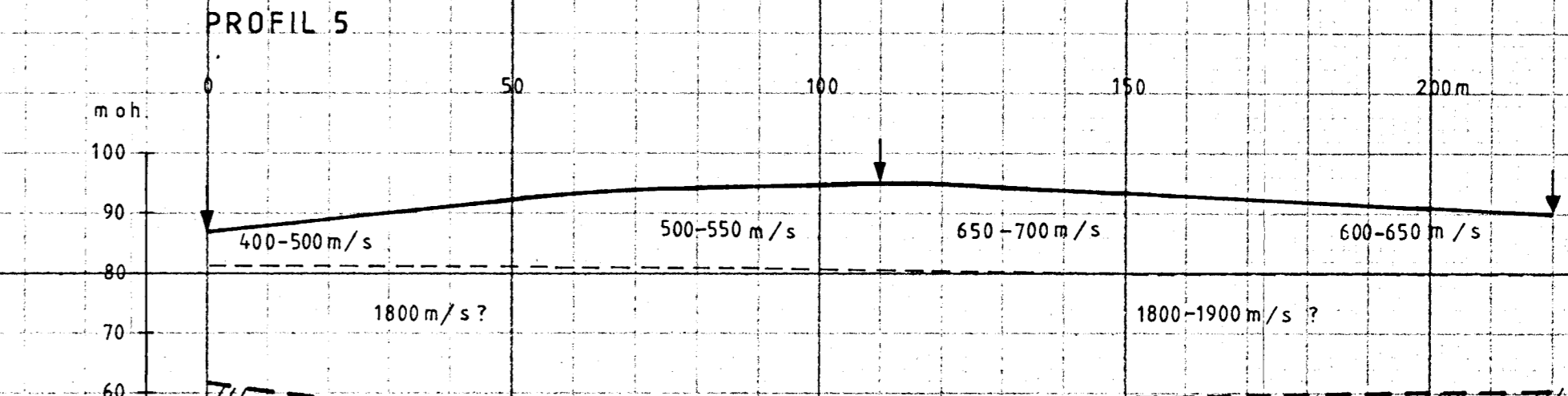
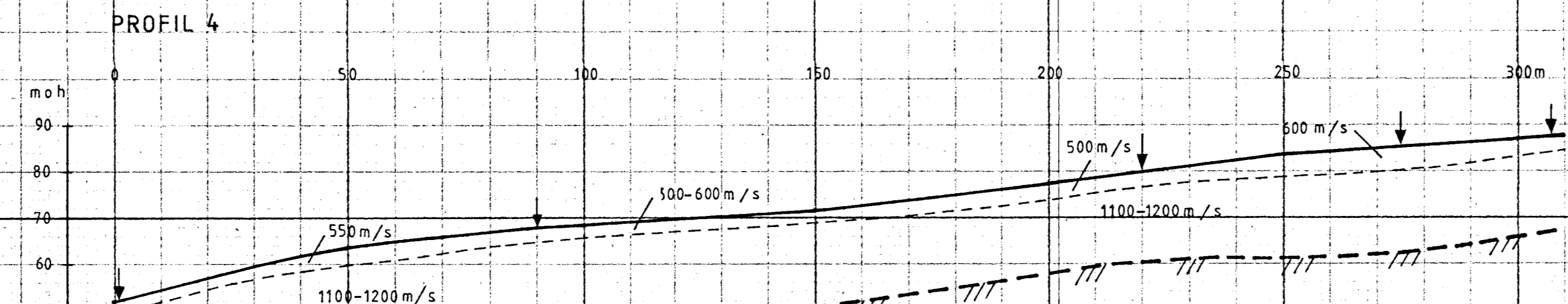
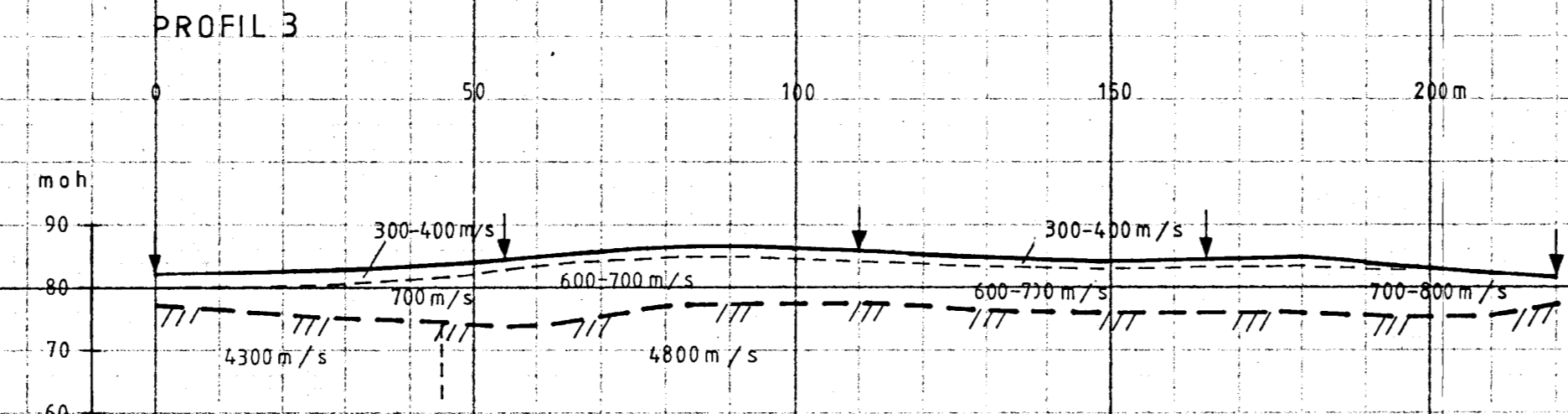
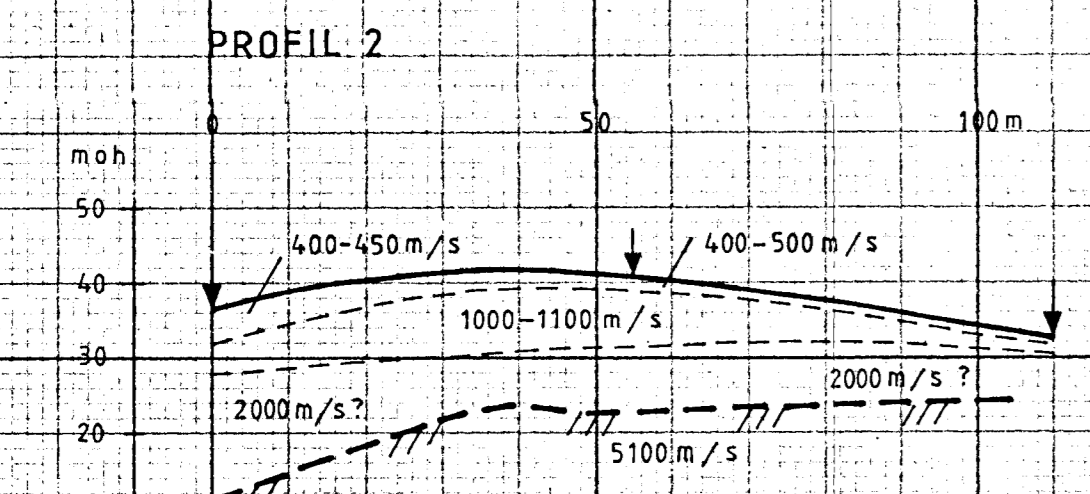
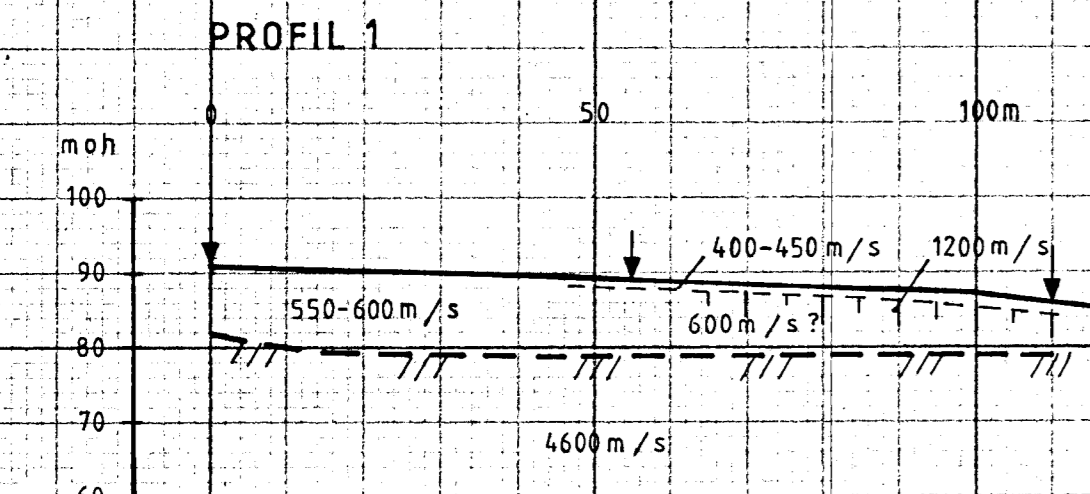
TEGNING NR.
 89.087 - 06

KARTBLAD NR.
 1723 III



- TEGNFORKLARING**
- TERRENGOVERFIATE MED SKUDDPUNKT
 - SJIKTGRENSE I ØSMASSER
 - TYNT SJIKT MED HØYERE HASTIGHET ENN UNDERLIGGJENDE SJIKT
 - INDIKERT FJELLIVERELATE

NGU REFRAKSJONSSEISMIKK GRUNNPROFILER NAMDALSEID NAMDALSEID, NORD-TRØNDELAG	MÅLESTOKK	MÅLT J.F.T.	OKT. 85
	1:1000	TEGN. J.F.T.	APR. 89
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	TRAC. T.H.	—
	89.087-08	KFR.	
	KARTBLAD NR.	1723 III	



- TEGNFORKLARING**
- ↓ TERRENGOVERFLATE MED SKUDDPUNKT
 - - - - - SJIKTGRENSE I LØSMASSER
 - |-|-|-| TYNT SJIKT MED HØYERE HASTIGHET ENN UNDERLIGGENDE SJIKT
 - ///-///- INDIKERT FJELLOVERFLATE

NGU
REFRAKSJONSEISMIKK
GRUNNPROFILER
BEITSTAD
STEINKJØR, NØRD-TRØNDELAG
NORGES GEOLGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLSTOKK 1:1000	OBS. J.F.T.	OIT	BS
	TEGN. J.F.T.	A.P.R.	89
TEGNING NR. 89.087-07	TRAC. T.H.		-
	KFR.		
KARTBLAD NR. 172311			