

Rapport nr. 88.095

Seismiske målinger  
Salsnes og Otterøy,  
Nord-Trøndelag

Rapport nr. 88.095		ISSN 0800-3416		Åpen/Erstatningsrett	
Tittel: Seismiske målinger Salsnes og Otterøy, Nord-Trøndelag					
Forfatter: Einar Dalsegg			Oppdragsgiver: NGU		
Fylke: Nord-Trøndelag			Kommune: Fosnes, Namsos		
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Namsos			Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1724 III Jøa		
Forekomstens navn og koordinater: Salsnes 32V 6165 71765 Otterøy 32V 6098 71574			Sidetall: 10		Pris: kr. 70,-
Feltarbeid utført: Oktober 1987		Rapportdato: 27.05.1988		Prosjektnr.: 1889.40.32	
				Seksjonssjef: <i>Jan S. Reving</i>	
Sammendrag:					
<p>Undersøkelsen omfatter seismiske målinger langs 4 profiler ved Salsnes og 1 profil ved Otterøy, og var et ledd i NGUs generelle kvartærgeologiske kartlegging i området.</p> <p>Ved Salsnes tyder målingene på at det under et tynt topplag bestående av sand og grus er betydelige morene-mektigheter. Største mektighet er påvist over endemorenen i sørvestenden av Salsvatnet hvor mektigheten er minimum 180 m. Det ble her ikke registrert fjell.</p> <p>Ved Otterøy er det også indikasjoner på morene under et tynt topplag av sand og grus. Mektigheten på morenen er tolket til mellom 20 og 30 m.</p>					
Emneord		Løsmasse			
Geofysikk					
Refraksjonsseismikk				Fagrapport	

INNHold

	Side
OPPGAVE	4
UTFØRELSE	4
RESULTATER	4

TEKSTBILAG

Beskrivelse av seismisk refraksjonsmetode  
Lydhastigheter i løsmasser

KARTBILAG

88.095-01	Oversiktskart, Profil 1
-02	" , " 2, 3 og 4
-03	" , " 5
-04	Grunnprofiler

## OPPGAVE

På oppdrag for NGU ved Løsmasseavdelingen har Seksjon for geofysikk utført refraksjonsseismikk langs 4 profiler ved Salsnes, og 1 profil ved Otterøy i Nord-Trøndelag. Hensikten med undersøkelsen var å kartlegge løsmassetykkelsene samt avsetningstype som et ledd i NGUs generelle kvartærgeologiske kartlegging.

For eksakt beliggenhet av profilene henvises til kartbilagene -01, -02 og -03.

## UTFØRELSE

Målingene ble utført etter vanlig seismisk refraksjonsmåte, som i hovedtrekkene er beskrevet i vedheftet tekstbilag. Den anvendte apparaturen var en 24 kanals ABEM TRIO. Avstanden mellom seismometrene var for samtlige profiler i hovedsak 20 m. Unntaket var fra 0 til 110 på profil 2 og fra 220 til 330 på profil 5, hvor avstanden var 10 m. Undersøkelsesbetingelsene i måleperioden var gode og seismogrammene var av god kvalitet. Målingene ble utført av Gustav Hillestad og Einar Dalsegg.

## RESULTATER

Måleresultatene er framstilt grafisk i vertikalsnitt gjennom profilene på kartbilag -04.

Profil 1 har utgangspunkt i sørvestenden av Salsvatnet med retning mot sørvest. Målingene viser at det langs hele profilet er et topplag med en hastighet mellom 480 og 900 m/s. Dette

representerer trolig sand og grus over grunnvannsspeilet. Tykkelsen av dette laget ser ut til å være 3-4 m ned mot Salsvatnet og ca. 10-12 m over høyeste punktet på profilet.

Hastigheten i det andre sjiktet varierer fra 1800 m/s til 1900 m/s ned mot Salsvatnet og mellom 1500-1600 m/s langs den sørlige halvdelen av profilet. Dette kan tyde på at dette laget består av morene fra -100 til ca. 350, og av sand og grus videre mot sør. Skillet mellom disse to avsetningstypene er tolket til å være mellom koordinat 300 og 400, og at sand og gruslaget kiler ut over morenen. Tolkningen av avsetningsrekkefølgen er meget usikker og er derfor angitt med ? på vertikalsnittet av profilet.

Langs hele profilet er det over fjell indikasjoner på et løsmasselag med hastigheter på 2000-2300 m/s. Dette er trolig en mere hardpakket morene (bunnmorene) og hastighetene kan tyde på at pakningsgraden øker mot Salsvatnet. Tykkelsen på morenen er tolket til ca. 30 m ved Salsvatnet og til ca. 100 m lengst sør på profilet.

Profil 2 har utgangspunkt ved Sagelva og med retning omtrent rett sør. Målingene her indikerer et topplag av sand og grus (950 m/s) med underliggende morene (1500-2000 m/s). Topplaget ser ut til å være meget tynt i endene av profilet, mens det i midtpartiet er tolket til 15-20 m. De indikerte hastigheter i morenen kan tyde på at det er variasjoner i enten pakningsgrad eller sammensetning langs profilet. Den indikerte hastighet på 1500 m/s lengst sør på profilet kan også representere vannmettet sand og grus.

Profil 3 er lagt ut over den antatte moreneryggen mellom Salsvatnet og sjøen. Målingene indikerer at det langs hele profilet er et tynt topplag av sand og grus (800 m/s) med en underliggende morene (1850 m/s). Mektigheten av dette morenelaget kan ikke angis da en ikke fikk indikasjoner på fjellhastigheten langs profilet. Dette indikerer at dypet til fjell er minimum 180 m.

Profil 4 har utgangspunkt i Kynnvika og med retning mot nordøst. Målingene indikerer også her et tynt topplag (0-8 m) av tørr sand og grus. I det underliggende lag varierer hastigheten fra 1500 m/s ned mot Kynnvika, til ca. 1900 m/s i den nordøstlige delen. Dette kan tolkes som morene med varierende sammensetning langs profilet, men hastigheten på 1500 m/s kan også tolkes til vannmettet sand og grus. Løsmassemektingen ser ut til å være størst ved Kynnvika hvor dypet er tolket til ca. 80 m. Det grunneste partiet ser ut til å være ved koordinat 720. Dypet er her ca. 30 m og dette ser ut til å representere en svak topp i fjelltopografien.

Profil 5 ligger på Otterøya over en avsetning mellom Namsfjorden og Lauvøyfjorden. Topplaget her er meget tynt og av den grunn er hastigheten vanskelig å bestemme. Men lengst i øst indikeres en hastighet på 500 m/s noe som trolig representerer tørr sand og grus.

Det underliggende lag med hastigheter fra 1750 - 1850 m/s tolkes til forholdsvis løst pakket morene (ablasjonsmorene). Tykkelsen av morenen ser ut til å være ca. 20 m i vest for å øke til ca. 30 m i øst.

De registrerte hastigheter i fjell ligger for samtlige profiler mellom 5300 m/s og 6000 m/s, noe som tyder på solid og lite oppsprukket fjell. Det er ingen indikasjoner på svakhetssoner.

Det gjøres oppmerksom på at terreng høyden langs profilene ikke er oppmålt, men er tegnet ut fra det økonomiske kartverket. Feil i terrengoverflaten vil medføre tilsvarende høydenivåfeil i sjiktgrenser og fjelloverflater.

I følge kartleggende geolog i området Harald Sveian, har det vært et betydelig brefremstøt mot Salsnes. Dette kombinert med at området ligger under MG (øvre marine grense) tilsier at det kan finnes leire under morenen, men da på stort dyp. Hastighetene i

leire og vannmettet morene er tilnærmet like, slik at refrak-  
sjonsseismikk ikke kan skille mellom disse to avsetningstypene.  
Ledningsevnekontrasten derimot kan være stor mellom de to avset-  
ningstypene og ledningsevнемålinger vil trolig kunne avdekke om  
det finnes underliggende leire i området.

Trondheim, 27. mai 1988  
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
Geofysisk avdeling



Einar Dalsegg  
avd.ing.

SEISMISK REFRAKSJONSMETODE.

Metoden grunner seg på at lydets forplantningshastighet forandrer seg med mediets elastiske egenskaper. Det aktuelle hastighetsområde i den såkalte ingeniørseismikk er fra ca. 200 m/sek i visse typer porøst overdekke til godt over 5000 m/sek 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 innfallsslodd kalles  $i$ . Etter at strålen har passert sjiktgrensen vil den danne en vinkel  $R$  med innfallssloddet, slik at  $\frac{\sin i}{\sin R} = \frac{V_1}{V_2}$ . Når  $R$  blir  $= 90^\circ$ , vil den

refrakterte stråle følge sjiktgrensen, og vi har  $\sin i = \frac{V_1}{V_2}$

Den bestemte innfallsvinkel som tilfredsstillter 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 hastig-

heten i det underliggende medium er større enn i det overliggende. Kontrasten må være av en viss størrelse, og vinkelen mellom sjiktgrense og terrengoverflate må ikke være for stor. I praksis vil en gjerne få vanskeligheter når denne vinkel overstiger  $25^{\circ}$ .

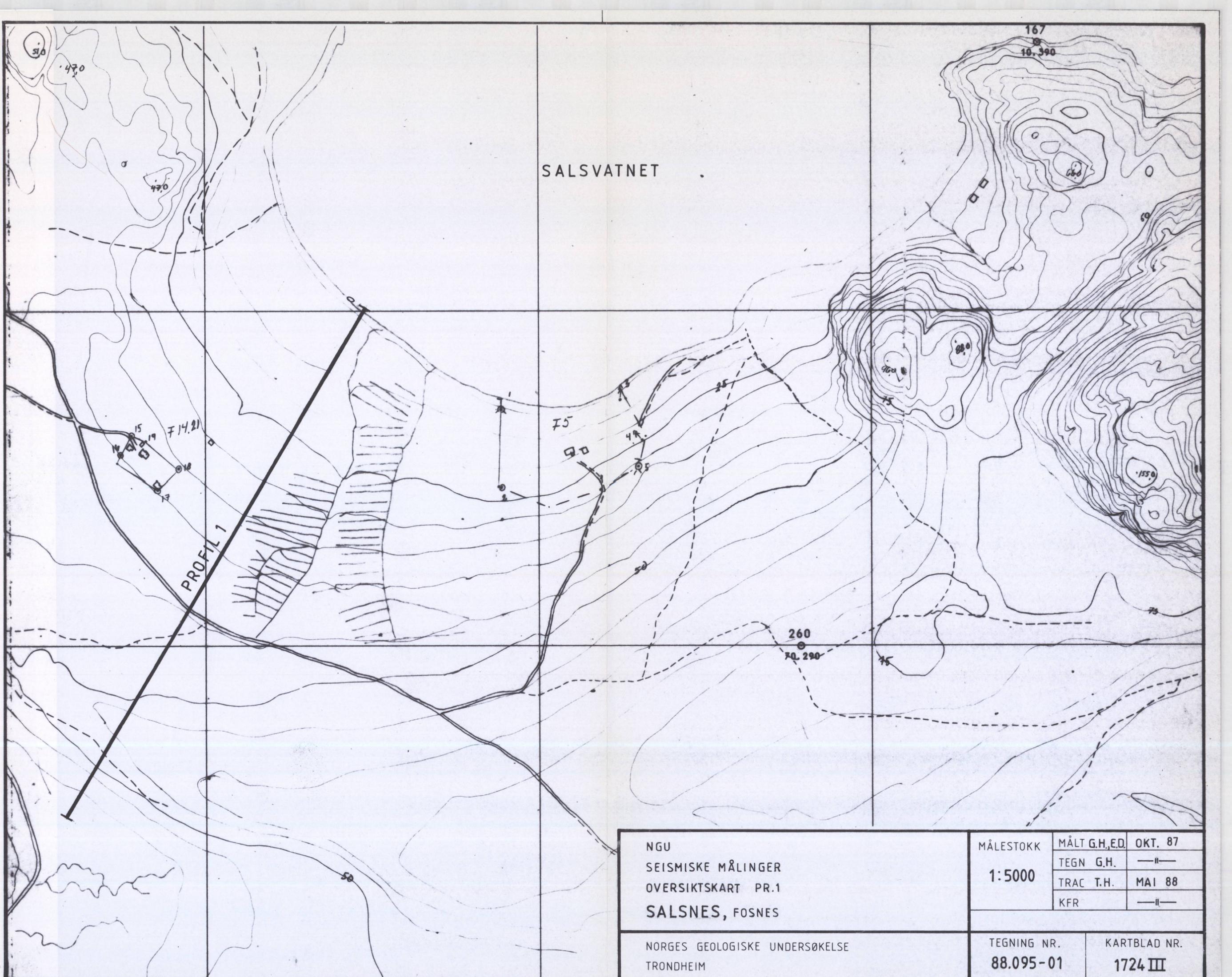
Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeiler seg i de oppregnede diagrammer, fordi de refrakterte bølger fra denne grense når overflaten senere enn fra en dypere grense. Det foreligger da en såkalt "blind sone", og de virkelige dybder kan være vesentlig større enn de beregnede. En annen feilkilde 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 lavhastighetssjiktet 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.

Med den anvendte apparatur vil en kunne bestemme bølgenes "løpetid" med en usikkerhet av 1 millisekund når seismogrammene har gjennomsnittlig kvalitet. Hvis overdekkehastigheten er 1600 m/sek, svarer dette til en usikkerhet på ca. 0.8 m i dybdebestemmelsen på grunn av avlesningsfeil. I tillegg kommer eventuelle feil på grunn av at forutsetningene om isotropi og homogenitet ikke gjelder fullt ut.

Når en oppnår førsteklases seismogrammer, kan tiden avleses med 0.5 millisekund nøyaktighet, men selv da mener vi det er urealistisk å regne med mindre enn 0.5 m usikkerhet i dybdeangivelsene. Ved meget små dyp til fjell - størrelsesorden 1 m - blir overdekkehastigheten dårlig bestemt, og en må regne med prosentvis store feil i dypene.

## LYDHASTIGHETER I DE MEST VANLIGE LØSMASSETYPER

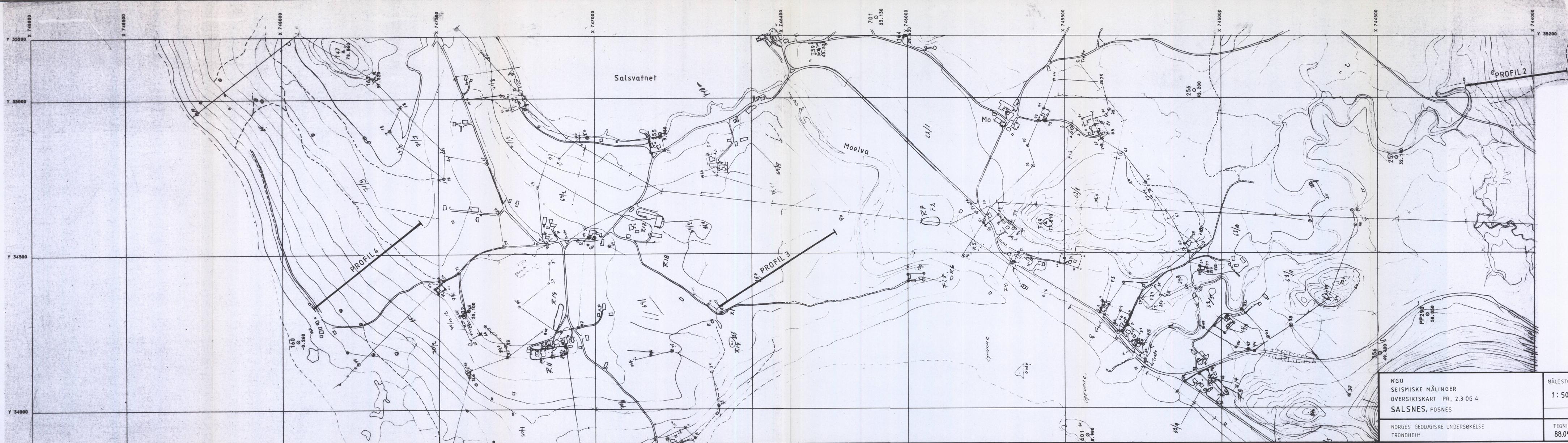
Organisk materiale		150 - 500 m/s
Sand og grus	- over grunnvann	200 - 800 "
Sand og grus	- under "	1400 - 1600 "
Morene	- over "	700 - 1500 "
Morene	- under "	1500 - 1900 "
Hardpakket bunnmorene		1900 - 2800 "
Leire		1100 - 1800 "



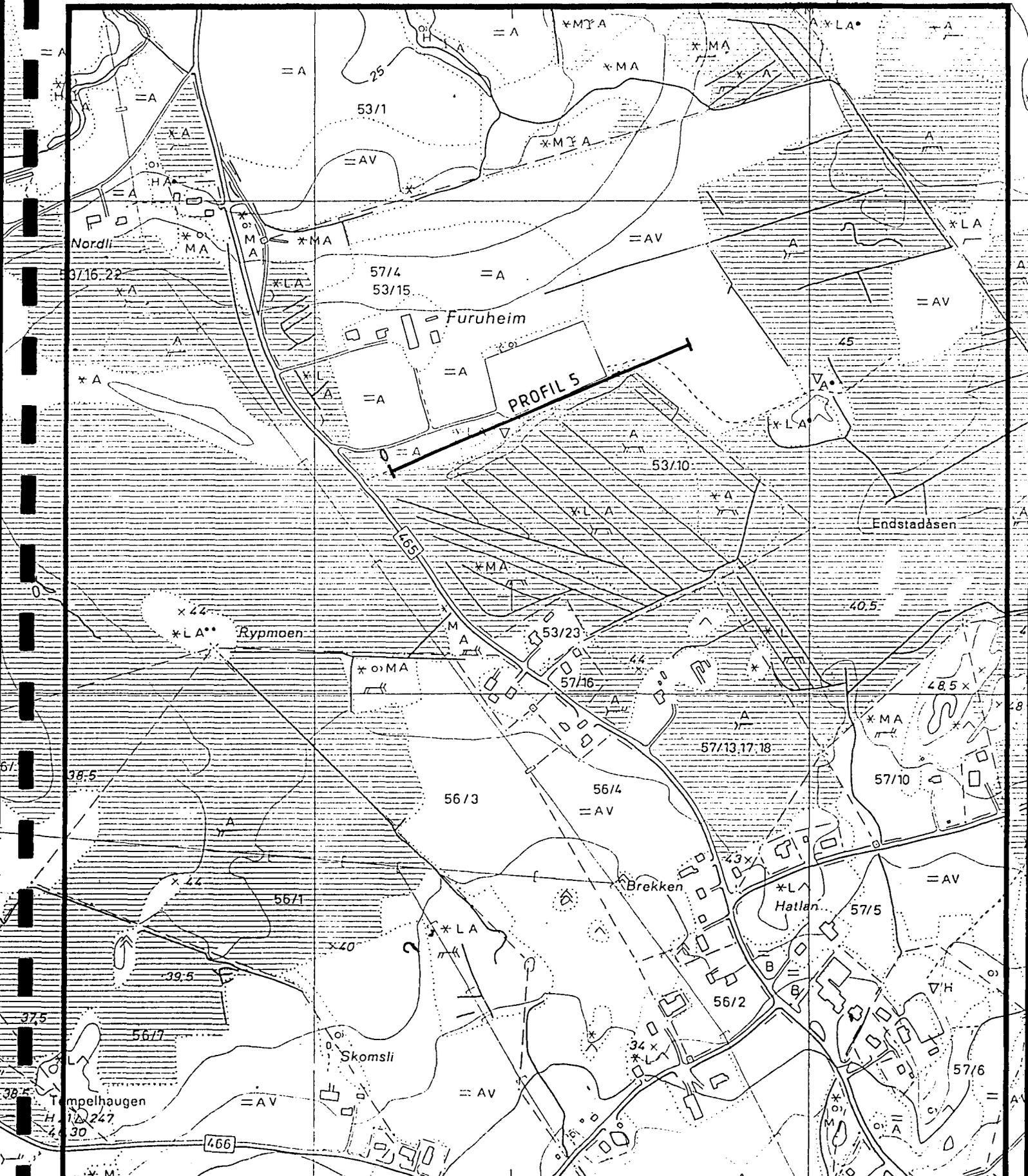
SALSVATNET

PROFIL 1

NGU SEISMISKE MÅLINGER OVERSIKTSKART PR.1 SALSNES, FOSNES	MÅLESTOKK 1:5000	MÅLT G.H., E.D. OKT. 87
		TEGN G.H. —  —
		TRAC T.H. MAI 88
		KFR —  —
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 88.095-01	KARTBLAD NR. 1724 III



NGU SEISMISKE MÅLINGER OVERSIKTSKART PR. 2,3 OG 4 SALSNES, FOSNES	MÅLESTOKK	MÅLT G.H. ED.	OKT. 87
	1: 5000	TEGN. ED.	MAI 88
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD NR.	
	88.095-02	1724 III	



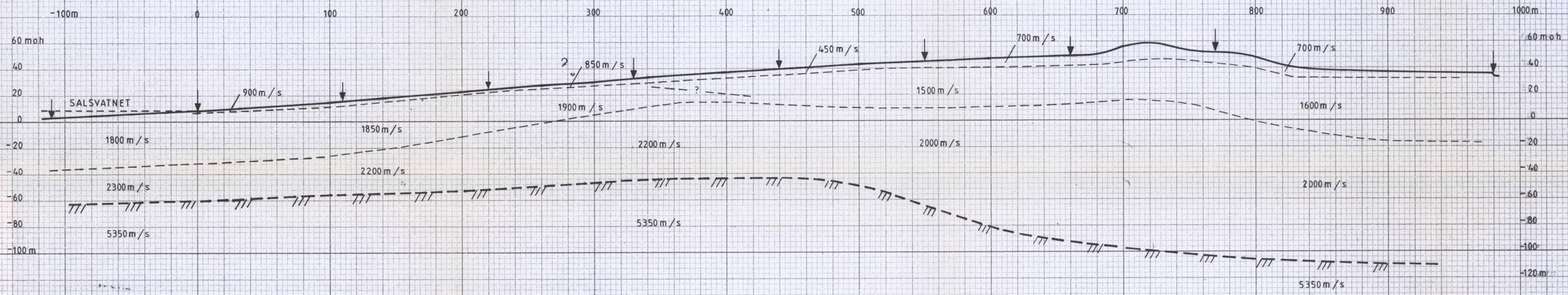
NGU  
 SEISMISKE MÅLINGER  
 OVERSIKTSKART PR.5  
 OTTERØY, NAMSOS

MÅLESTØKK 1:5000	MÅLT G.H., E.D.	OKT. 87
	TEGN E.D.	MAI 88
	TRAC T.H.	— " —
	KFR.	— " —

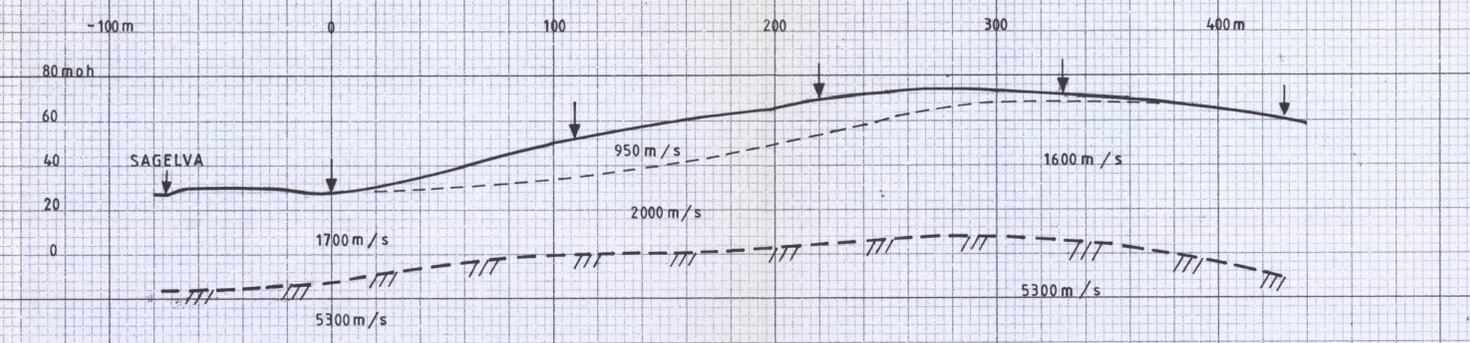
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 TRONDHEIM

TEGNING NR. 88.095-03	KARTBLAD NR. 1724 III
--------------------------	--------------------------

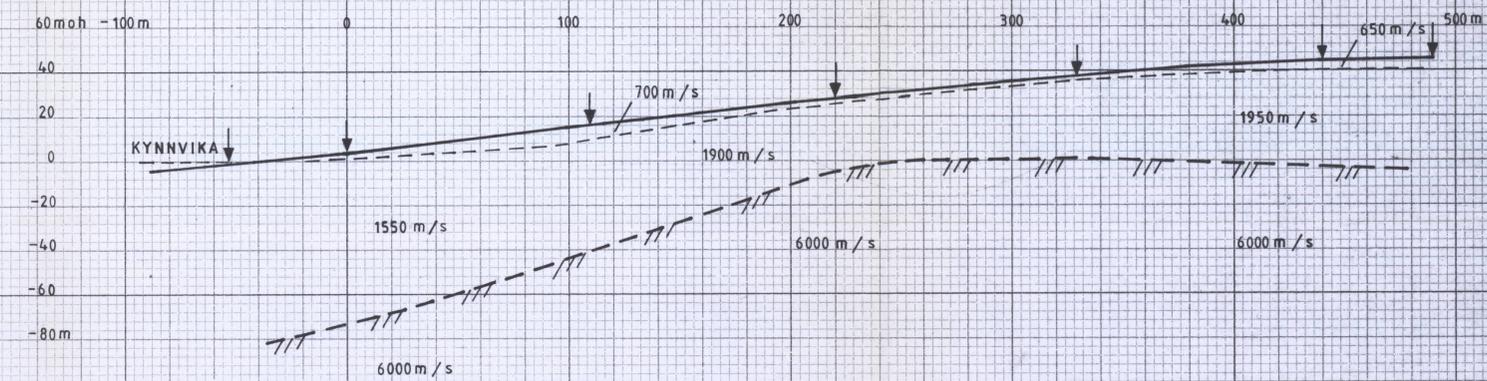
PROFIL 1



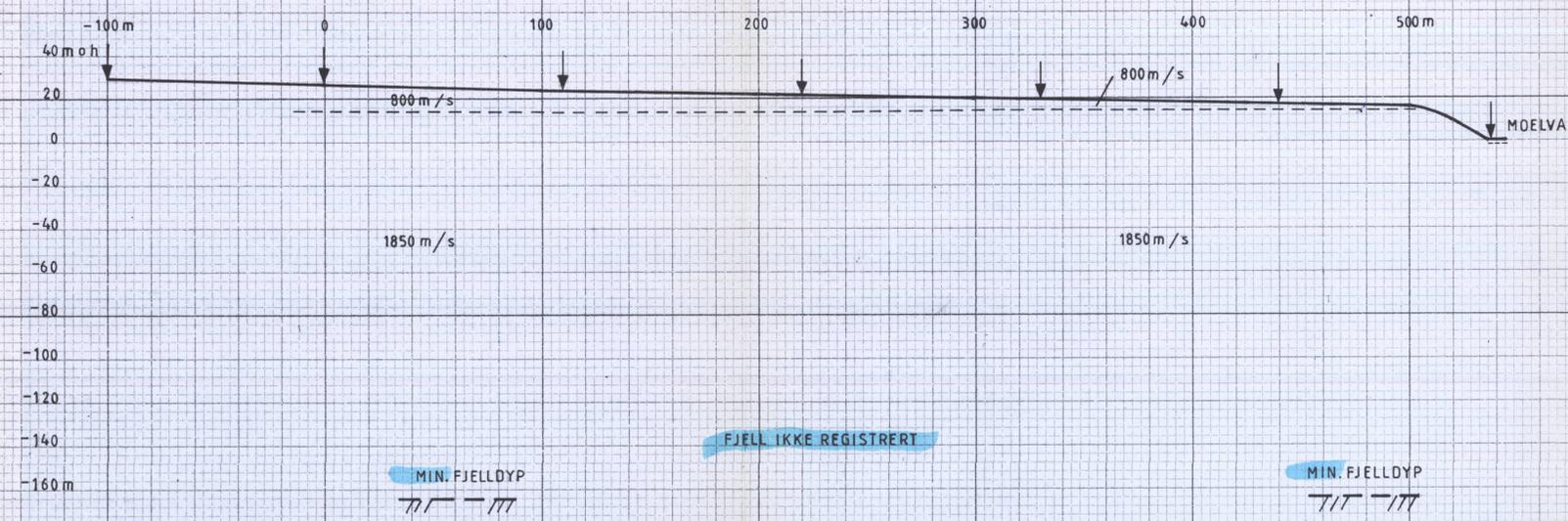
PROFIL 2



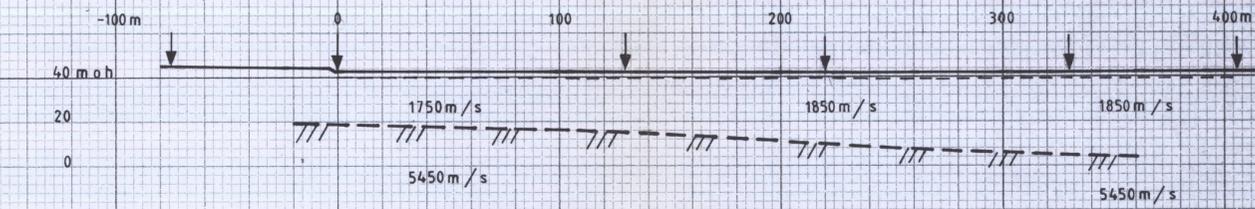
PROFIL 4



PROFIL 3



PROFIL 5



- TEGNFORKLARING:
- ↓ TERRENGOVERFLATE MED SKUDDPUNKT
  - - - SJIKTGRENSE
  - /// INDIKERT FJELLOVERFLATE

MIN. FJELLDYP  
/// - - -

FJELL IKKE REGISTRERT

MIN. FJELLDYP  
/// - - -

NGU SEISMISKE MÅLINGER GRUNNPROFILER 1-5 SALSNES OG OTTERØY, FOSNES, NAMSOS	MÅLESTOKK	MÅLT G.H. ED. OKT. 87
	1:2000	TEGN E.D. MAI 88
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TRAC. T.H.	---
	KFR	---
TEGNING NR. 88.095-04	KARTBLAD NR. 1724 III	