

NGU Rapport 97.091

Refraksjonsseismiske målinger ved Geitastrand,
Orkdal kommune, Sør-Trøndelag

Rapport nr.: 97.091		ISSN 0800-3416	Gradering: Fortrolig til 1/6-1998
Tittel: Refraksjonsseismiske målinger ved Geitastrand, Orkdal kommune, Sør-Trøndelag			
Forfatter: Eirik Mauring, Jan Fredrik Tønnesen & Harald Elvebakk		Oppdragsgiver: Oskar Solstad	
Fylke: Sør-Trøndelag		Kommune: Orkdal	
Kartblad (M=1:250.000) Trondheim		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1521 I Orkanger	
Forekomstens navn og koordinater: Geitastrand 32V 54788 70351 (ED50)		Sidetall: 8	Pris:
Feltarbeid utført: Mai 1997		Rapportdato: 3/6-1997	Prosjektnr.: 2562.01
		Ansvarlig: <i>Jan S. Mauring</i>	
Sammendrag: Det er utført refraksjonsseismiske sjømålinger langs ett profil ved Geitastrand, Orkdal kommune, Sør-Trøndelag. Målingene ble utført på oppdrag for grunneier Oskar Solstad. Hensikten med undersøkelsen var å bestemme mektigheter av sedimenter over fjell i forbindelse med prosjektering av molo. Profilen er 190 m lang og viser en tolags hastighetsmodell. Det øverste laget har en seismisk hastighet på ca. 1750 m/s og representerer trolig vesentlig marine avsetninger, men avsetningstypen er usikker. Laget under representerer massivt fjell med en seismisk hastighet på ca. 5500 m/s. Løsmassemektingen er 5-7,5 m i første del av profilen, mens den avtar til 1-3 m i siste del av profilen.			
Emneord: Geofysikk	Refraksjonsseismikk	Løsmasse	
Seismikk	Havneanlegg		
		Fagrapport	

INNHOOLD

1 INNLEDNING	4
2 MÅLEMETODE OG UTFØRELSE	4
3 RESULTATER	4
4 KONKLUSJON	5

Tekstbilag

Refraksjonsseismikk - metodebeskrivelse

Databilag

Tabell over løsmassemektheter og hydrofonposisjoner

Kartbilag

97.091-01: Oversiktskart (M 1:50 000)

97.091-02: Detaljkart (M 1:5000) og tolkning av refraksjonsseismiske profiler

1 INNLEDNING

Det er utført refraksjonsseismiske målinger i sjøen langs ett profil ved Geitastrand, Orkdal kommune, Sør-Trøndelag. Målingene ble utført på oppdrag for grunneier Oskar Solstad. Hensikten med undersøkelsen var å bestemme mektigheter av sedimenter over fjell i forbindelse med prosjektering av molo. Målingene ble utført i mai 1997 av Jan Fredrik Tønnesen og Harald Elvebakk med assistanse fra oppdragsgiver.

2 MÅLEMETODE OG UTFØRELSE

En generell beskrivelse av refraksjonsseismiske målinger er vedlagt i tekstbilag. Som registreringsinstrument ble det benyttet en seismograf av typen ABEM Terraloc MK6. Det ble målt ett profil. Det ble lagt ut to hydrofonkabler ved siden av hverandre langs profilet. Den korteste kablet hadde en lengde på 60 m, og hydrofonavstanden var 10 meter (6 hydrofoner i posisjonene 5, 15, 25, 35, 45 og 55 m). Den lengste kablet hadde en lengde på 190 m og en hydrofonavstand på 10 eller 20 m (12 hydrofoner i posisjonene 5, 15, 25, 45, 65, 85, 105, 125, 145, 165, 175 og 185). Hydrofon i posisjon 185 var ute av drift under målingene. Det ble plassert skuddpunkt ved posisjonene 0, 60, 120 og 190. Energiseringen var dynamitt. Det ble benyttet differensiell GPS (DGPS) for bestemmelse av oppankringsposisjon for målebåter (usikkerhet ± 10 m). Koordinatene for hver hydrofonposisjon er vist i databilag. Profilretning er N96°Ø.

3 RESULTATER

Et oversiktskart for det undersøkte området er vist i kartbilag -01. Tolkning av det refraksjonsseismiske profilet er vist sammen med kartutsnitt i kartbilag -02. Tabeller over løsmassemektheter er vist i databilag. Løsmassemekthet er beregnet under hver hydrofon og under skuddpunkt ved posisjonene 0, 60, 120 og 190. Intercept-tid og den resiproke metode er benyttet ved tolkning av de refraksjonsseismiske data.

Tolkningen av det refraksjonsseismiske profilet i kartbilag -02 viser at det øverste laget har en seismisk hastighet på ca. 1750 m/s og representerer vannmettede løsmasser, trolig overveide marine. Laget under representerer fjell med en seismisk hastighet på ca. 5500 m/s. Løsmassemektheten er tolket til 5-7,5 m mellom posisjonene 0 og 50. Fra posisjon 50 avtar løsmassemektheten jevnt til ca. 2 m ved posisjon 100. Mellom posisjonene 100 og 190 er løsmassemektheten i området 1-3 m.

4 KONKLUSJON

Det er utført refraksjonsseismiske sjømålinger langs ett profil ved Geitastrand i Orkdal kommune, Sør-Trøndelag. Målingene ble utført på oppdrag for grunneier Oskar Solstad. Hensikten med målingene var først og fremst å bestemme mektigheter av sedimenter i forbindelse med prosjektering av Molo.

Profilen viser en tolags hastighetsmodell. Det øverste laget har en seismisk hastighet på ca. 1750 m/s og representerer trolig vesentlig marine avsetninger, men avsetningstypen er usikker. Laget under representerer massivt fjell med en seismisk hastighet på ca. 5500 m/s. Løsmassemektigheten er 5-7,5 m mellom posisjonene 0 og 50, og avtar til ca. 2 m ved posisjon 100. Løsmassemektigheten er 1-3 m mellom posisjonene 100 og 190.

REFRAKSJONSSEISMIKK - METODEBESKRIVELSE

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/s 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 to 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

$$\sin i / \sin R = V_1 / V_2$$

Når $R=90^\circ$, vil den refrakterte stråle følge sjiktgrensen, og vi har

$$\sin i = V_1 / V_2$$

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

Lydforplantningen langs sjiktgrensen vil gi opphav til sekundærbølger som returnerer til terrengoverflaten under vinkelen i_c . I en viss kritisk avstand fra skuddpunktet vil disse refrakterte bølger nå fram 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 utnyttes ved å plassere seismometre (geofoner) langs en rett linje i terrenget og registrere de først ankomne bølger fra skudd i hensiktsmessig valgte posisjoner langs samme linje. Man får da bestemt de nødvendige data for å fastlegge dypene til sjiktgrensen. Dersom overdekket er homogent med hensyn på lydhastigheten langs profilet, kan det oppnås 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. Man 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 terrengoverflate må ikke være for stor. I praksis vil man ofte få vanskeligheter når denne vinkel overstiger 25° .

Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeiler seg i gangtidsdiagrammene, fordi de refrakterte bølger fra denne grense når overflaten seinere enn fra en dypere grense. Det foreligger da en såkalt 'blind sone', og de virkelige dyp kan være vesentlig større enn de beregnede. En annen feilkilde er til stede hvis man har et sjikt med lavere hastighet enn det overliggende. Fra denne

sjiktgrense vil det ikke komme refrakterte bølger til overflaten, og lavhastighetssjiktet vil ikke kunne erkjennes av måledata. Generelt kan det sies at usikkerheten i de beregnede dyp øker med antall sjikt. Med analog apparatur vil en kunne bestemme første ankomsttid med en usikkerhet på 1 millisekund ved middels god opptakskvalitet. Hvis overdekkehastigheten er 1600 m/s, tilsvarer dette 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.

Ved meget god datakvalitet kan første ankomsttid avleses med 0.5 millisekunders nøyaktighet. Med denne nøyaktigheten er det allikevel urealistisk å regne med mindre enn 0.5 m usikkerhet i dybdeangivelsene. Ved meget små dyp til fjell (mindre enn én meter) blir overdekkehastigheten dårlig bestemt, og man må regne med prosentvis store feil i dybdeangivelsene.

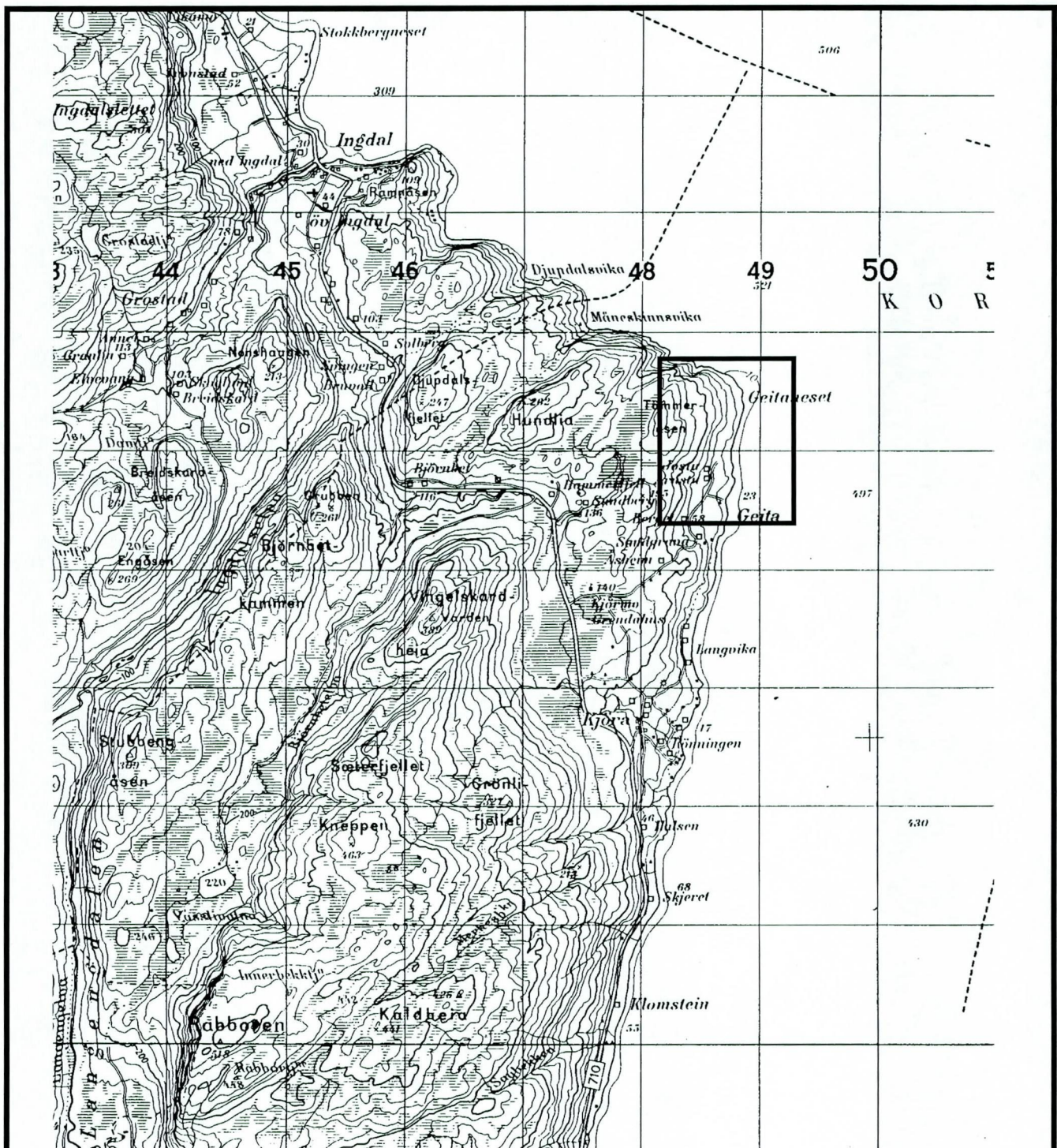
P-BØLGEHASTIGHET I NOEN MATERIALTYPER

<i>Luft</i>		<i>330 m/s</i>
<i>Vann</i>		<i>1400-1500 m/s</i>
<i>Organisk materiale</i>		<i>150-500 m/s</i>
<i>Sand og grus</i>	<i>- over vannmettet sone</i>	<i>200-800 m/s</i>
<i>Sand og grus</i>	<i>- i vannmettet sone</i>	<i>1400-1700 m/s</i>
<i>Morene</i>	<i>- over vannmettet sone</i>	<i>700-1500 m/s</i>
<i>Morene</i>	<i>- i vannmettet sone</i>	<i>1500-1900 m/s</i>
<i>Hardpakket bunnmorene</i>		<i>1900-2800 m/s</i>
<i>Leire</i>		<i>1100-1800 m/s</i>
<i>Oppsprukket fjell</i>		<i>< 4000 m/s</i>
<i>Fast fjell</i>		<i>3500-6000 m/s</i>

TABELL OVER LØSMASSEMEKTIGHETER, GEITASTRAND

<u>Posisjon</u>	<u>Løsmassemektighet (m)</u>	<u>UTM-X*</u>	<u>UTM-Y</u>
0	5.5	548824	7035078
5	6.0	548829	7035078
15	6.5	548839	7035077
25	6.5	548849	7035076
35	5.5	548859	7035075
45	7.6	548869	7035074
55	6.0	548878	7035073
60	5.5	548883	7035072
65	4.5	548888	7035072
85	2.0	548908	7035070
105	1.5	548928	7035068
120	2.5	548943	7035067
125	2.5	548948	7035066
145	1.0	548967	7035064
165	3.0	548987	7035062
175	1.5	548997	7035061
190	1.5	549012	7035060

*Koordinater refererer til geodetisk datum ED50, UTM-sone 32V



Utsnitt vist i kartbilag -02

OPPDRAUGSGIVER: OSKAR SOLSTAD
 OVERSIKTSKART

GEITASTRAND

ORKDAL KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:50 000

MÅLT JFT

TEGN EM

TRAC

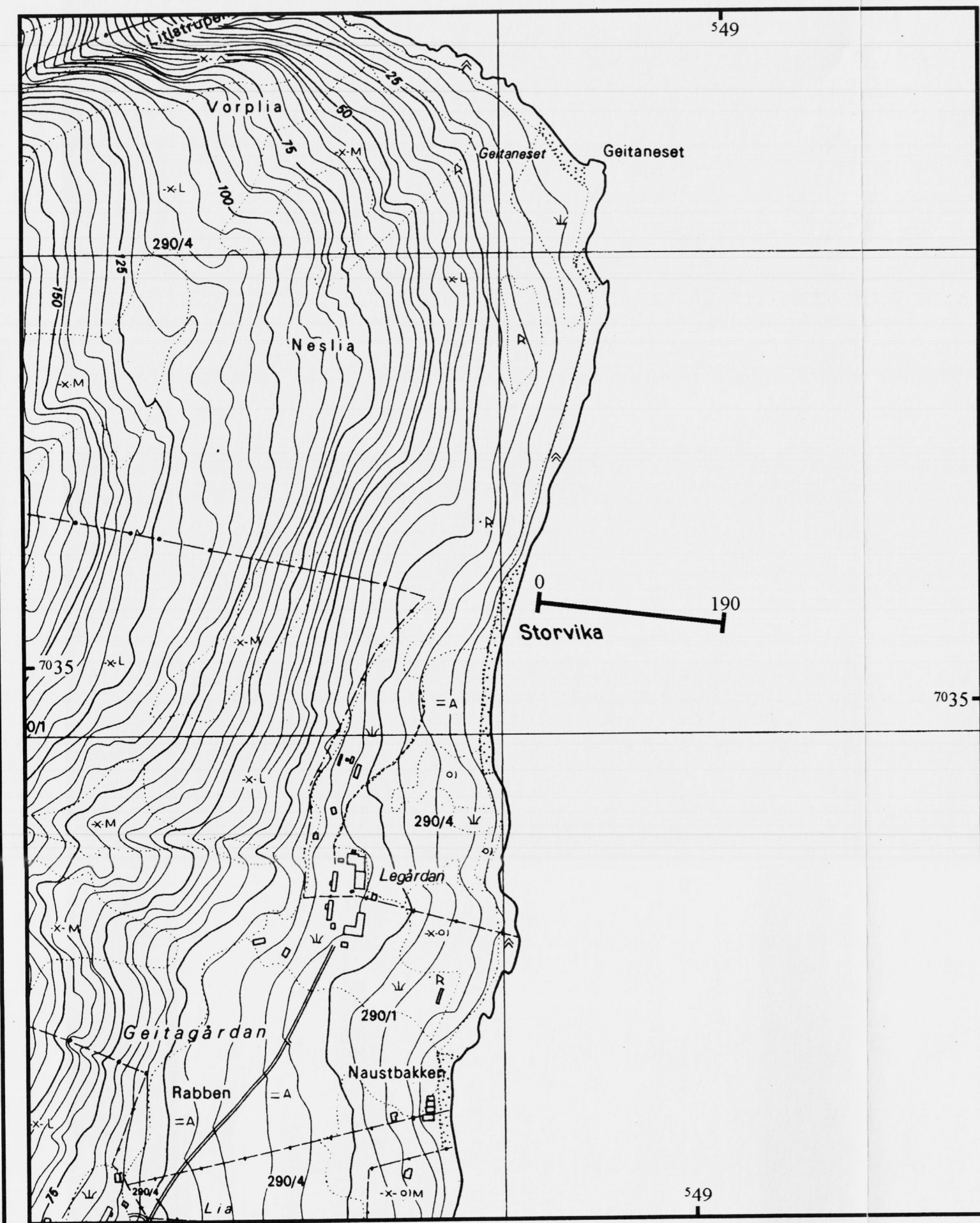
KFR

Mai -97

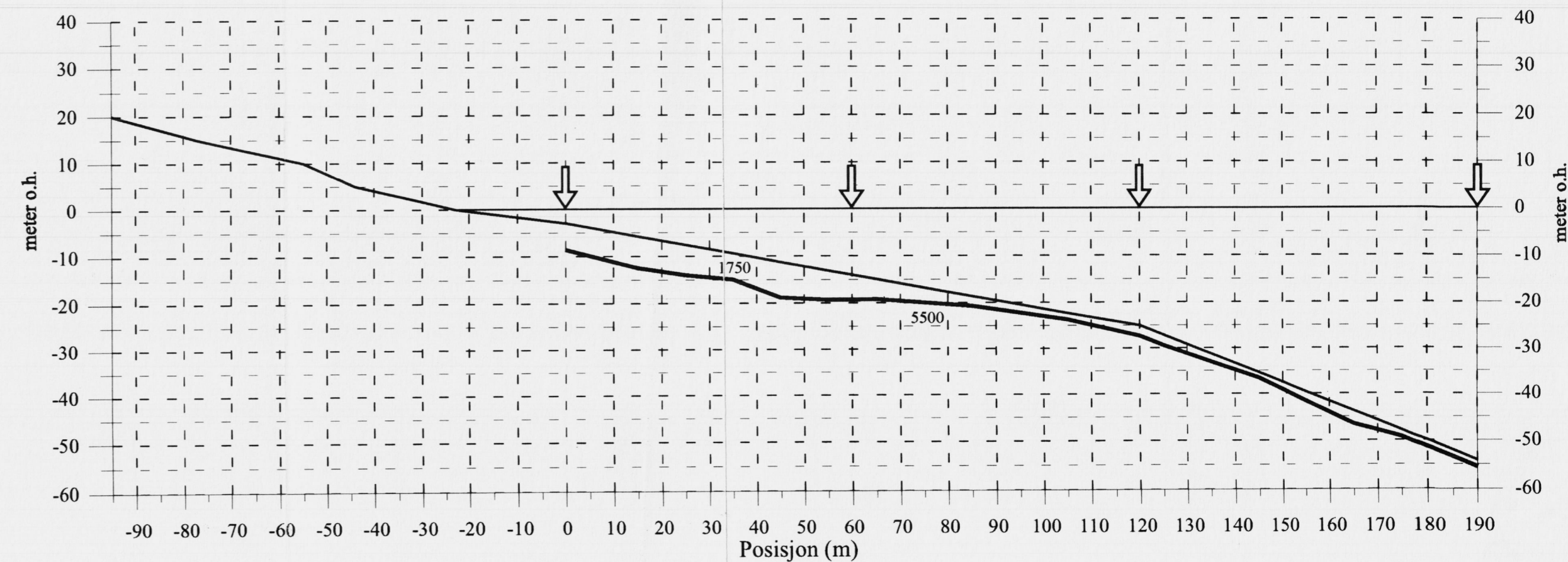
Mai -97

TEGNING NR
 97.091-01

KARTBLAD NR
 1521 I



0 190
 Refraksjonsseismisk profil
 med endeposisjoner



Tegnforklaring	
	Terreng-/sjøbunnsverflate
	Fjelloverflate
	Sjøoverflate
1750	Seismisk hastighet (i m/s)
	Skuddpunkt

OPPDRAGSGIVER: OSKAR SOLSTAD TOLKNING AV REFRAKSJONSSEISMISK PROFIL GEITASTRAND ORKDAL KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	Mai -97
	1:5000 (Kart)	TEGN EM	Mai -97
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TRAC		
	KFR		
TEGNING NR 97.091-02	KARTBLAD NR CH 127-5-3		