

NGU Rapport 97.090

Refraksjonsseismiske målinger ved Vingsand,
Osen kommune, Sør-Trøndelag

Rapport nr.: 97.090		ISSN 0800-3416	Gradering: Fortrolig til 1/6-1998	
Tittel: Refraksjonsseismiske målinger ved Vingsand, Osen kommune, Sør-Trøndelag				
Forfatter: Eirik Mauring og Jan Fredrik Tønnesen		Oppdragsgiver: Osen kommune		
Fylke: Sør-Trøndelag		Kommune: Osen		
Kartblad (M=1:250.000) Namsos		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1623 IV Osen		
Forekomstens navn og koordinater: Vingsand		Sidetall: 9	Pris: 60,-	
Feltarbeid utført: Mai 1997		Rapportdato: 22/5-1997	Prosjektnr.: 2562.01	Ansvarlig: <i>Jens S. Ræving</i>
Sammendrag: <p>Det er utført refraksjonsseismiske sjømålinger langs tre profiler ved Vingsand i Hopsfjorden, Osen kommune, Sør-Trøndelag. Målingene ble utført på oppdrag fra Osen kommune. Hensikten med målingene var først og fremst å kartlegge løsmassemektingen i forbindelse med opparbeiding av dypere seilingsløp.</p> <p>Samtlige profiler viser en tolags hastighetsmodell. Det øverste laget har seismiske hastigheter i området 1600-1750 m/s og representerer trolig marine avsetninger, men løsmassetypen er usikker. Laget under representerer massivt fjell med en seismisk hastighet på ca. 5500 m/s. Løsmassetykkelsen er stort sett begrenset til mellom 1 og 3 m, men kan nå opp i 4-8 m lengst nordøst i området.</p>				
Emneord: Geofysikk		Refraksjonsseismikk		Løsmasse
Seismikk		Marin avsetning		
				Fagrapport

INNHold

1 INNLEDNING	4
2 MÅLEMETODE OG UTFØRELSE	4
3 RESULTATER	4
4 DISKUSJON	5
5 KONKLUSJON	6

Tekstbilag

Refraksjonsseismikk - metodebeskrivelse

Databilag

Tabell over løsmassemekktigheter

Kartbilag

97.090-01: Oversiktskart (M 1:50 000)

97.090-02: Detaljkart (M 1:5000) og tolkning av refraksjonsseismiske profiler

1 INNLEDNING

Det er utført refraksjonsseismiske sjømålinger langs tre profiler ved Vingsand i Hopsfjorden, Osen kommune, Sør-Trøndelag. Målingene ble utført på oppdrag fra Osen kommune. Hensikten med målingene var først og fremst å kartlegge løsmassemektheter i forbindelse med opparbeiding av dypere seilingsløp til pukker i Hopen. Målingene ble utført av Jan Fredrik Tønnesen i mai 1997 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 tre profiler og registrert på 12 kanaler. Avstanden mellom hydrofonene var 10 m. Ett profil (P1) ble målt i en lengde på 120 m. Uhell ved skyting av midtskudd i dette profilet medførte skade på hydrofonkabel, slik at kanal 7-12 var ute av drift for P2 og P3. Disse profilene ble derfor kun 60 m. Det ble plassert skuddpunkt ved endene av profilene og midt i profil 1. I tillegg ble det for P2 og P3 plassert fjernskudd ved ca. posisjon -50 og ved utmålt posisjon 120. Energiseringen var dynamitt. Det ble rekognosert noe med ekkolodd før oppankring av målebåt, men det foreligger ingen utskrifter som viser sjøbunnstopografi. 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 bestemt ut fra kurs til kjente landemerker. Skuddpunkt posisjon 0 i profilene må regnes å ligge 10-15 m fra oppankringsposisjonen i profilretningen.

3 RESULTATER

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

P1

Det øverste laget har en seismisk hastighet på ca. 1750 m/s og representerer vannmettede løsmasser, trolig overveiende marine. Laget under representerer fjell med en seismisk hastighet på ca. 5500 m/s. Løsmassemektigheten er tolket til 2-3 m langs hele profilet, unntatt ved posisjon 85 der tykkelsen er ca. 1 m.

P2

Det øverste laget har her en seismisk hastighet på ca. 1620 m/s og representerer trolig vannmettede, marine avsetninger. Seismisk hastighet i fjell er noe dårlig bestemt på grunn av liten geofondekning, og er satt til 5500 m/s. Løsmassemektigheten er ca. 8 m ved posisjon 0, og avtar jevnt til ca. 2 m ved posisjon 60, og anslås også å være rundt 2 m ved posisjon 120.

P3

Hastigheten i det øverste laget er noe dårlig bestemt på grunn av beskjedne mektighet, og er satt til 1620 m/s (som for P2). Laget under representerer fjell med en seismisk hastighet på ca. 5500 m/s. Løsmassemektigheten er i størrelsesorden 1-3 m langs hydrofonutlegget og ser også ut til å være rundt 3 m ved posisjon 120.

4 **DISKUSJON**

Usikkerheter i beregnet løsmassemektighet kan være noe større enn normalt. Beregningene forutsetter at hydrofonene langs kabelen har ligget helt nede på sjøbunnen. Dersom hydrofonene blir hengende noe over bunnen, vil reell løsmassemektighet være mindre enn beregnet. Steil sjøbunn er påvist i området, og dette kan ha ført til at enkelte hydrofoner ikke har falt ned til sjøbunnen. Problem med sterk vind og strøm, spesielt ved utlegg av profil 1, kan ha gitt større avvik enn ± 10 m på hydrofonenes posisjon. Usikkerheten i løsmassemektigheten er størst i starten av profil 1.

5 KONKLUSJON

Det er utført refraksjonsseismiske sjømålinger langs tre profiler ved Vingsand i Hopsfjorden, Osen kommune, Sør-Trøndelag. Målingene ble utført på oppdrag fra Osen kommune. Hensikten med målingene var først og fremst å kartlegge løsmassetykkelsen i forbindelse med opparbeiding av dypere seilløp til pukkverk i Hopen.

Samtlige profiler viser en tolags hastighetsmodell. Det øverste laget har seismiske hastigheter i området 1600-1750 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 stort sett i størrelsesorden 1-3 m langs profilene, men kan nå opp i 4-8 m lengst nordøst i området.

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 innfallsloddet, 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, VINGSAND I OSEN

PROFIL 1

<u>Posisjon</u>	<u>Løsmassemektighet (m)</u>	<u>UTM-X*</u>	<u>UTM-Y</u>
0	2.0	571158	7137062
5	2.0	571153	7137062
15	2.0	571143	7137063
25	2.5	571133	7137063
35	2.5	571123	7137064
45	3.0	571113	7137064
55	3.0	571103	7137064
65	2.5	571093	7137075
75	3.0	571083	7137065
85	1.0	571073	7137066
95	2.5	571063	7137066
105	2.0	571053	7137066
115	2.5	571043	7137067
120	2.5	571038	7137067

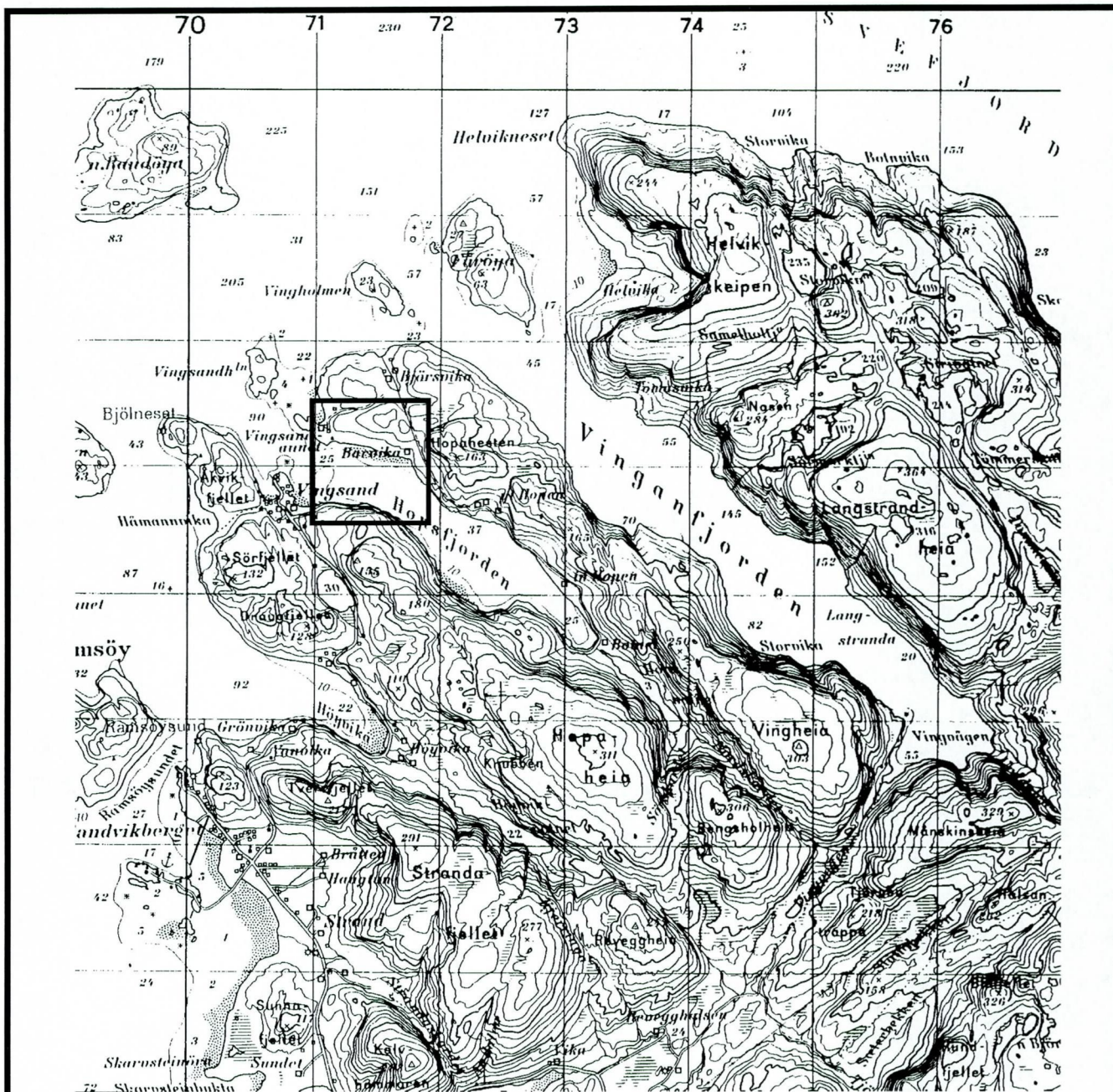
PROFIL 2

<u>Posisjon</u>	<u>Løsmassemektighet (m)</u>	<u>UTM X</u>	<u>UTM-Y</u>
0	8.0	571211	7137053
5	8.0	571206	7137054
15	7.5	571197	7137056
25	5.5	571187	7137059
35	4.0	571177	7137061
45	4.0	571168	7137064
55	2.0	571158	7137067
60	2.0	571153	7137068
120	2.0	571096	7137083

PROFIL 3

<u>Posisjon</u>	<u>Løsmassemektighet (m)</u>	<u>UTM-X</u>	<u>UTM-Y</u>
0	2.5	571065	7136941
5	2.5	571070	7136940
15	3.0	571080	7136939
25	1.5	571090	7136938
35	1.0	571100	7136936
45	1.5	571110	7136935
55	3.0	571120	7136934
60	3.0	571125	7136933
120	2.5	571185	7136925

*Koordinater refererer til geodetisk datum ED50



Utsnitt vist i kartbilag -02

OSEN KOMMUNE
OVERSIKTSKART

VINGSAND, OSEN

OSEN KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:50 000

MÅLT JFT

TEGN EM

TRAC

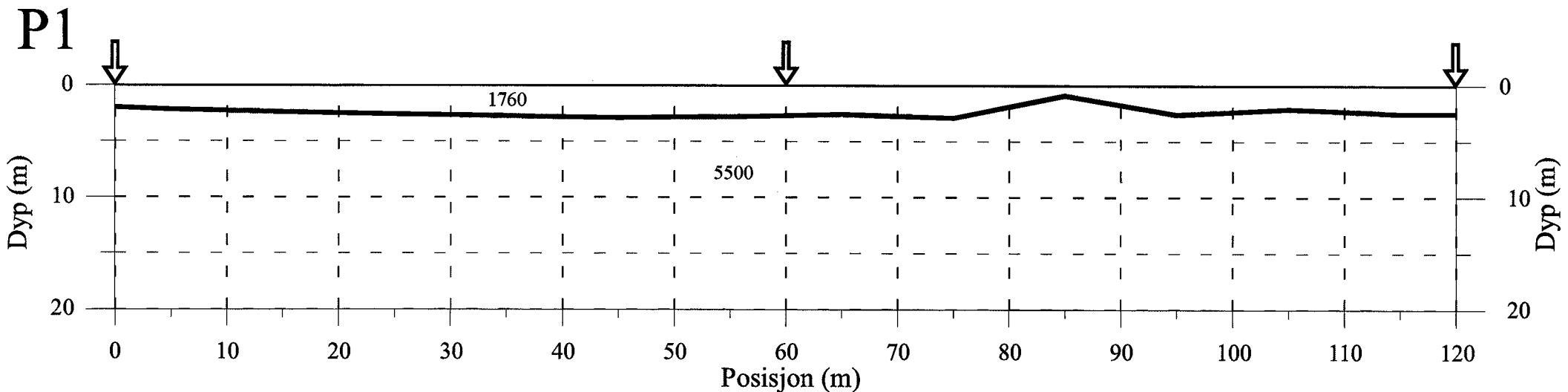
KFR

Mai -97

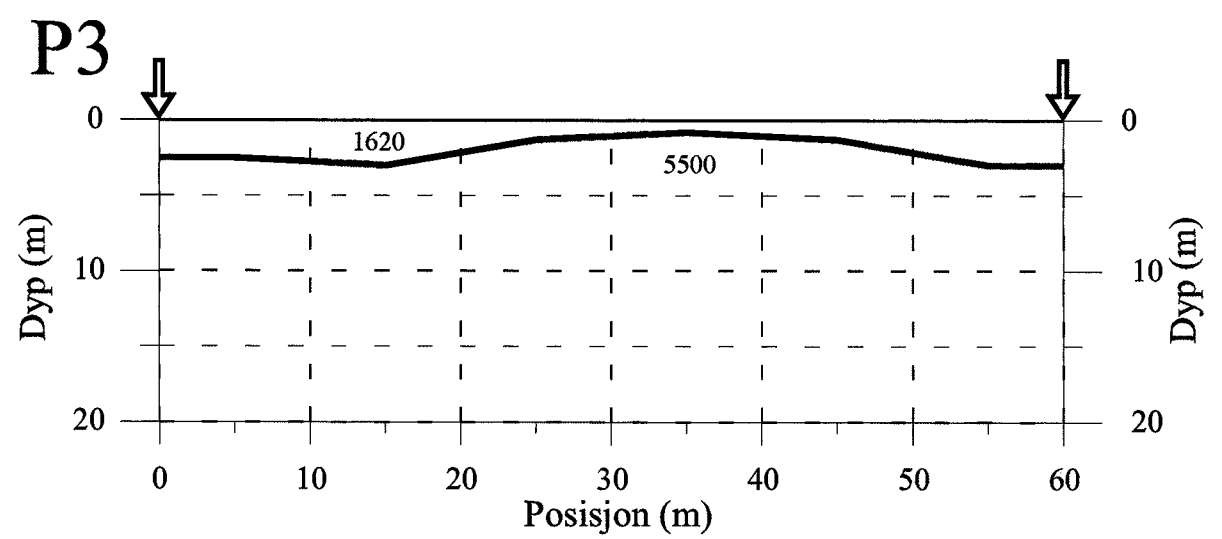
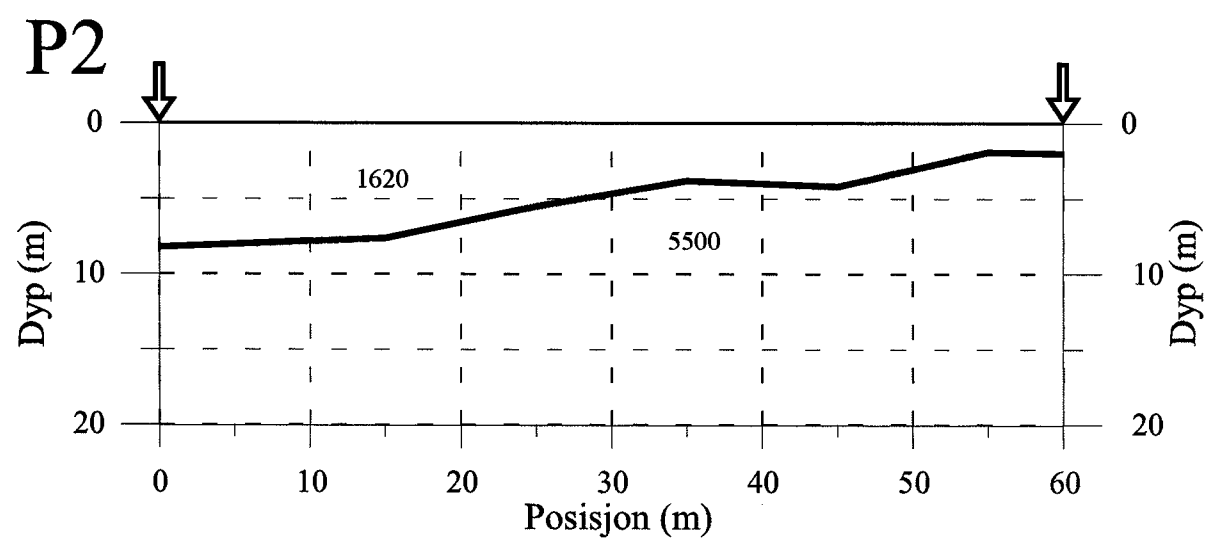
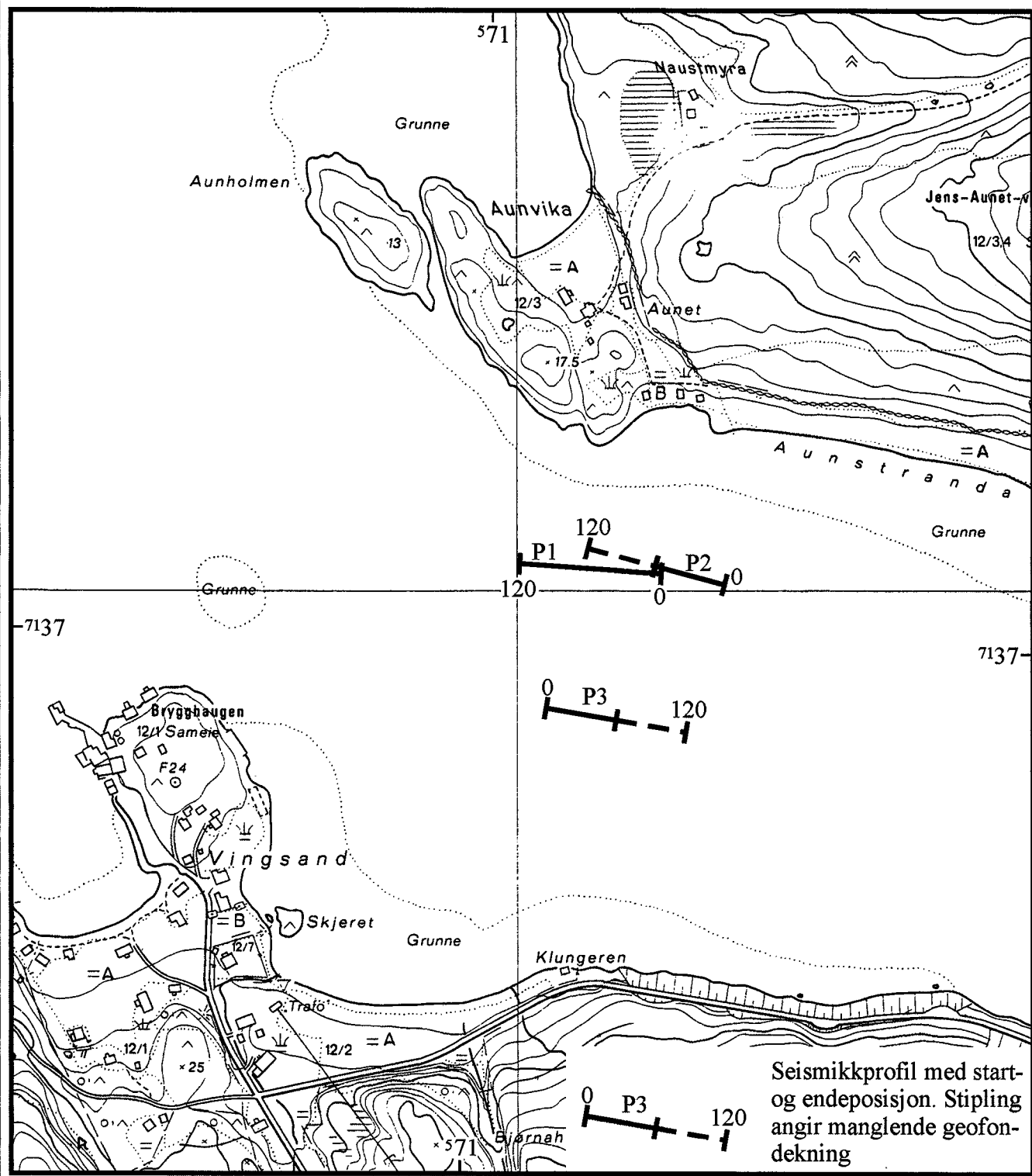
Mai -97

TEGNING NR
97.090-01

KARTBLAD NR
1623 IV



Tegnforklaring	
—	Sjøbunn (uten batymetri)
—	Fjellrefraktor
↓	Skuddpunkt
590	Seismisk hastighet (m/s)



OSEN KOMMUNE TOLKNING AV REFRAKSJONSSEISMISKE PROFILER VINGSAND, OSEN OSEN KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG	MÅLESTOKK 1:5000 kart 1:500 profiler	MÅLT JFT Mai -97	TEGN EM Mai -97
	TRAC KFR	KARTBLAD NR 1623 IV	TEGNING NR 97.090-02