

NGU Rapport 99.132

Refraksjonsseismiske målinger ved Finnøya,
Hamarøy kommune, Nordland.

Rapport nr.: 99.132		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Refraksjonsseismiske målinger ved Finnøya, Hamarøy kommune, Nordland.				
Forfatter: Eirik Mauring & Jan Fredrik Tønnesen		Oppdragsgiver: NGU/Hamarøy kommune/TideFish AS		
Fylke: Nordland		Kommune: Hamarøy		
Kartblad (M=1:250.000) Sulitjelma		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 2130 IV Nordfold		
Forekomstens navn og koordinater: Finnøy 33W 521980 7541760		Sidetall: 10	Pris: 40,-	
Feltarbeid utført: 27/9-29/9-1999		Rapportdato: 15/12-1999	Prosjektnr.: 2712.18	Ansvarlig: <i>Jan S. Kvernøy</i>
Sammendrag:				
<p>Det er utført refraksjonsseismiske målinger for kartlegging av mektighet av vannmettede løsmasser langs fire profiler ved Finnøy i Hamarøy kommune, Nordland.</p> <p>Det er målt i alt fire profiler i en samlet lengde på ca. 1700 m. De tre profilene som er målt lengst fra land (lengst sør) viser vannmettede løsmasser i mektigheter på 4-7 m som antas å være for lite for uttak av salt grunnvann.</p> <p>Profilen som er målt lengst mot nord (nær land) viser mektigheter av vannmettet sone på 14-24 m som kan være tilstrekkelig for uttak av salt grunnvann. Målingene gir imidlertid ikke svar på om løsmassene er egnet for større grunnvannsuttak. For å kunne fastslå eller avskrive mulighetene for uttak av salt grunnvann i dette området vil det være nødvendig med oppfølgende sonderboringer for undersøkelse av løsmassetyper, og eventuell nedsetting av testbrønn for prøvepumping både for testing av kapasitet og vannkvalitet.</p>				
Emneord: Geofysikk	Hydrogeologi		Salt grunnvann	
Refraksjonsseismikk				
			Fagrapport	

INNHold

1. INNLEDNING.....	4
2. MÅLEMETODE OG UTFØRELSE	4
3. RESULTATER	4
3.1 P4	5
3.2 P3	5
3.3 P2	5
3.4 P1	6
4. KONKLUSJON	6

TEKSTBILAG

Refraksjonsseismikk – metodebeskrivelse

DATABILAG

1. Tolkning av refraksjonsseismisk profil P1 og P2
2. Tolkning av refraksjonsseismisk profil P3 og P4

KARTBILAG

- 99.132-01 Oversiktskart, Finnøy. Målestokk 1:50 000
99.132-02 Detaljkart, Finnøy. Målestokk 1:5000

1. INNLEDNING

Rapporten beskriver resultater fra refraksjonsseismiske målinger utført ved Finnøya, Hamarøy kommune, Nordland. Målingene ble utført på oppdrag fra TideFish AS og Hamarøy kommune. Hensikten med målingene var å bestemme mektighet av vannmettede løsmasser i et område som kan være aktuelt for uttak av salt grunnvann til fiskeoppdrett.

Det er målt langs fire profiler på en tidevannsflate mellom Lendinga og Sirøya (se kartbilag -01 og -02). Målingene ble utført av forsker Jan Fredrik Tønnesen med assistanse fra oppdragsgiver i perioden 26/9-28/9-1999.

2. MÅLEMETODE OG UTFØRELSE

En generell beskrivelse av refraksjonsseismiske målinger er vedlagt i tekstbilag. Det ble benyttet en ABEM Terraloc MK6 digital seismograf som opptaker. Det ble gjort opptak på 24 kanaler. Målinger ble utført langs fire profiler i en samlet lengde på ca. 1700 m. Det ble benyttet en geofonavstand på 20 m for alle profiler. Mellom posisjonene 0 og 55 på P4 ble det benyttet en geofonavstand på 10 m. Geofonavstandene ble kortet ned til halvparten av de nevnte verdier ved midten og endene av utleggene for å få bedre kontroll på seismiske hastigheter i det øverste, tørre laget. Det ble plassert skuddpunkt i midten og ved endene av utleggene (hvert profil har to utlegg). For profil 2 ble det i tillegg skutt i en avstand av 22 m fra sørenden av profilet for å få bedre dekning av fjellrefraktoren. Dynamitt ble benyttet som energisering. Datakvaliteten var meget god for samtlige profiler. Detaljert informasjon om profilene er vist i tabell 1. Terrenghøyder som er angitt på tolkningene i databilag 1 og 2, er omtrentlige og er anslått underveis ved utlegg av geofoner.

Tabell 1: Detaljert informasjon om de refraksjonsseismiske profilene

Profilnr.	Lengde (m)	Geofonavstand (m)	Skuddpunkt plassering (m)
P1	440	20	0,110,220,330,440
P2	433	20	-22,0,110,220,330,433
P3	440	20	0,110,220,330,440
P4	385	10, 20	0,55,165,275,385

3. RESULTATER

Tolkning av de refraksjonsseismiske profiler er vist i databilag 1 (P1 og P2) og 2 (P3 og P4). Ved tolkningen er det benyttet tre forskjellige metoder for beregning av hastigheter og dyp; intercept-tid og framlengs modellering med plus-minus-metoden og bølgefront-metoden. For de to sistnevnte metoder er programmet RAYFRACT (Intelligent Resources) benyttet. Metodene ga stedvis noe avvikende resultater ved beregning av dyp til fjell. Dette skyldes trolig stor geofonavstand i forhold til tykkelser av lag. De tolkede dyp til fjell antas likevel å være i riktig størrelsesorden med en antatt feilmargin på ± 1 m ned til 10 m dyp, og 10% av fjelldyp for større dyp.

3.1 Profil 4 (P4)

Profilen er målt i vest-øst-retning lengst mot nord i måleområdet. Opptaket viser en trelags hastighetsmodell. Hastigheten i det øverste laget er beregnet fra skuddpunkt 55 der geofonavstanden er kortest, slik at en her trolig oppnår best estimat for hastigheten. Denne er 630 m/s, og er benyttet for samtlige profiler. Tykkelsen av laget er i størrelsesorden 1-3 m og representerer 'tørre' avsetninger som regnes å være strandavsetninger bestående av sand, grus og stein. Lag 2 representerer løsmasser i vannmettet sone. Grunnvannsspeil utgjør da øvre grense av laget. Tilsynelatende ligger grunnvannsspeil lavere enn 0 moh, men dette kan skyldes målinger på lavvann eller noe feil valgt høydenivå på terrengoverflaten. Seismisk hastighet i lag 2 ligger i området 1670-1800 m/s, og kan representere vannmettet sand/grus eller leire, men den forholdsvis høye hastigheten kan også indikere morenedominert materiale. Det nederste hastighetslaget representerer fjell med seismisk hastighet på ca. 5100 m/s. Dyp til fjell ligger i området 14-24 m (nivå -12,5 til -22 moh.). Tykkelsen av vannmettede løsmasser er trolig tilstrekkelig for uttak av salt grunnvann i dette området. Det er imidlertid usikkert om avsetningene har høy nok permeabilitet til å gi tilstrekkelig vannkapasitet. Egnede løsmasser bør bestå av rimelig bra sorterte sand/grus-avsetninger. Kapasiteten vil også være avhengig av utstrekning og volum av egnede løsmasser og av kommunikasjonen med omgivelsene, dvs. sjøvann fra fjorden og på tidevannsflatene, for fornyelse av grunnvannsmagasinet. Et annet usikkerhetsmoment er om det ved uttak av salt grunnvann så nær land vil trekkes inn ferskt grunnvann fra landsiden.

For med sikkerhet å kunne fastslå eller avskrive mulighetene for uttak av salt grunnvann i dette området vil det være nødvendig med oppfølgende sonderboringer for undersøkelse av løsmassetyper, og eventuell nedsetting av testbrønn for prøvepumping både for testing av kapasitet og vannkvalitet.

3.2 Profil 3 (P3)

Profilen er målt ca. 200 m sør for P4, omtrent parallelt med dette. Mellom posisjonene 0 og 275 opptrer et tynt lag over vannmettet sone. Dette er 0,5-1 m tykt. Laget er for tynt til at seismisk hastighet kan bestemmes ut fra gangtidsdiagrammet. Seismisk hastighet i laget er satt til 630 m/s (som for P4). Laget under representerer vannmettede løsmasser. Mektigheten av laget er 4-5 m mellom posisjonene 0 og 275. Fra posisjon 275 til østenden av profilen øker mektigheten jevnt til ca. 7 m ved posisjon 440. Seismisk hastighet i laget er ca. 1550 m/s og representerer trolig vannmettet sand/grus eller leire. Det nederste hastighetslaget representerer fjell med en seismisk hastighet på ca. 5300 m/s. En mektighet av vannmettet sone på 4-5 m er for liten til at området er interessant for uttak av store mengder salt grunnvann.

3.3 Profil 2 (P2)

Profilen er målt fra sør til nord, og krysser P3 omtrent ved posisjon 265. Opptaket indikerer en trelags hastighetsmodell. Terrengoverflaten er svakt undulerende, og tykkelsen av det øverste, tørre laget ligger i området 0,5-3 m. Laget under representerer vannmettet sone. Som for profil 4 ligger grunnvannsspeil tilsynelatende lavere enn 0 moh, og dette kan skyldes målinger

på lavvann eller noe feil valgt høydenivå på terrengoverflaten. Seismisk hastighet i laget ligger på ca. 1550 m/s og representerer trolig vannmettet sand/grus eller leire. Mektigheten av vannmettet sone ligger på 4-5 m mellom posisjonene 0 og 350. Denne mektigheten er for liten til at uttak av store mengder salt grunnvann er aktuelt. Fra posisjon 350 til nordenden av profilet øker mektigheten jevnt til ca. 14 m, dvs. 50-60 m sør for profil P4. Det tredje hastighetslaget representerer fjell med seismisk hastighet på ca. 5200 m/s.

3.4 Profil 1 (P1)

Profilet er målt fra sør til nord ca. 150 m øst for profil 2. Profilet krysser P3 omtrent ved posisjon 310. Profilet er målt helt i havnivå, og løsmassene er vannmettet helt opptil terrengoverflaten. Opptaket viser en tolags hastighetsmodell. Seismisk hastighet i vannmettede løsmasser (det øverste laget) ligger i området 1500-1600 m/s og dette kan representere sand/grus eller leire. Mektigheten av vannmettede løsmasser er 4-7 m, noe som er for lite for uttak av store mengder salt grunnvann. Det nederste hastighetslaget representerer fjell med seismisk hastighet på ca. 5200 m/s.

4. KONKLUSJON

Det er utført refraksjonsseismiske målinger for kartlegging av mektighet av vannmettede løsmasser langs fire profiler ved Finnøy i Hamarøy kommune, Nordland.

Det er målt i alt fire profiler i en samlet lengde på ca. 1700 m. De tre profilene som er målt lengst fra land (lengst sør) viser vannmettede løsmasser i mektigheter på 4-7 m som antas å være for lite for uttak av salt grunnvann.

Profilet som er målt lengst mot nord (nær land) viser mektigheter av vannmettet sone på 14-24 m som kan være tilstrekkelig for uttak av salt grunnvann. Målingene gir imidlertid ikke svar på om løsmassene er egnet for større grunnvannsuttak. For å kunne fastslå eller avskrive mulighetene for uttak av salt grunnvann i dette området vil det være nødvendig med oppfølgende sonderboringer for undersøkelse av løsmassetyper, og eventuell nedsetting av testbrønn for prøvepumping både for testing av kapasitet og vannkvalitet.

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 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 lyd hastigheten 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 tilfredsstiller 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 lyd hastigheten langs profilet, kan det oppnås en god dybdebestemmelse for hver seismometerposisjon. Imidlertid vil det ofte være betydelige laterale variasjoner til stede, og overdekk hastighetene 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.

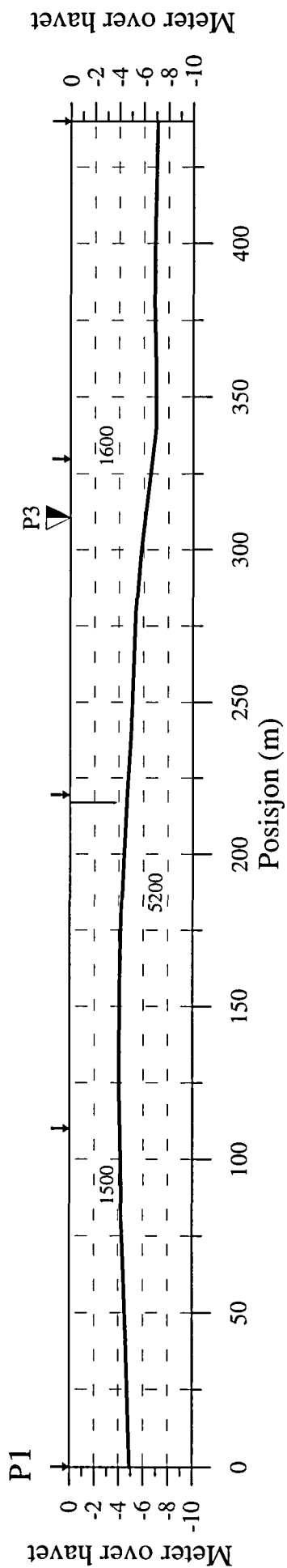
Generelt kan det sies at usikkerheten i de beregnede dyp øker med antall sjikt. Med analog apparatur vil en kunne bestemme første ankomsttid med en usikkerhet på 1 millisekund ved middels god opptakskvalitet. Hvis overdekkehastigheten er 1600 m/s, tilsvarer dette en usikkerhet på ca. 0.8 m i dybdebestemmelsen 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.

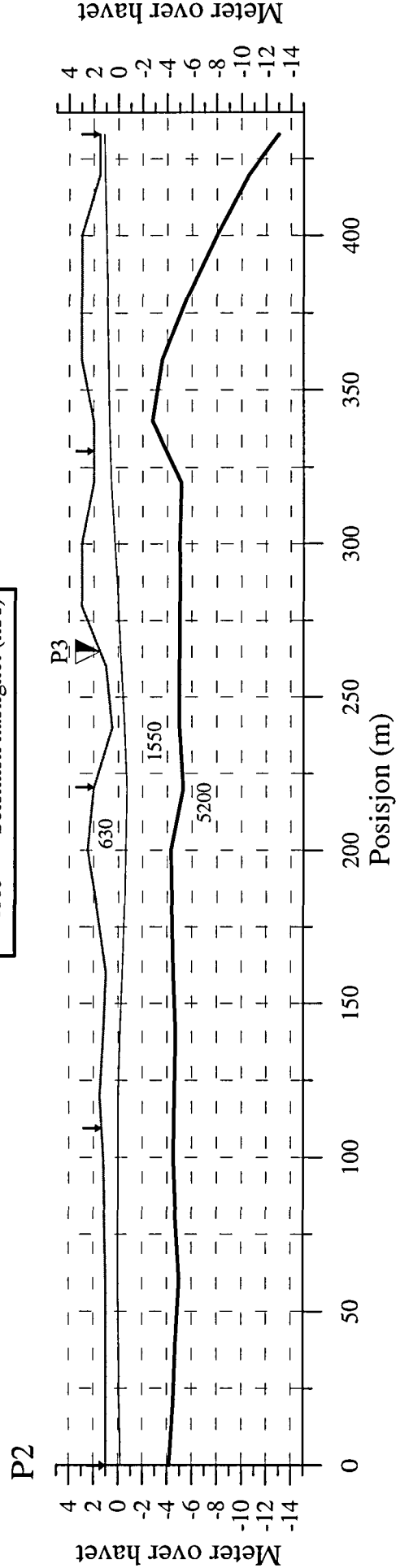
P-BØLGEHASTIGHET I NOEN MATERIALTYPER

<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 bunmorene</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>

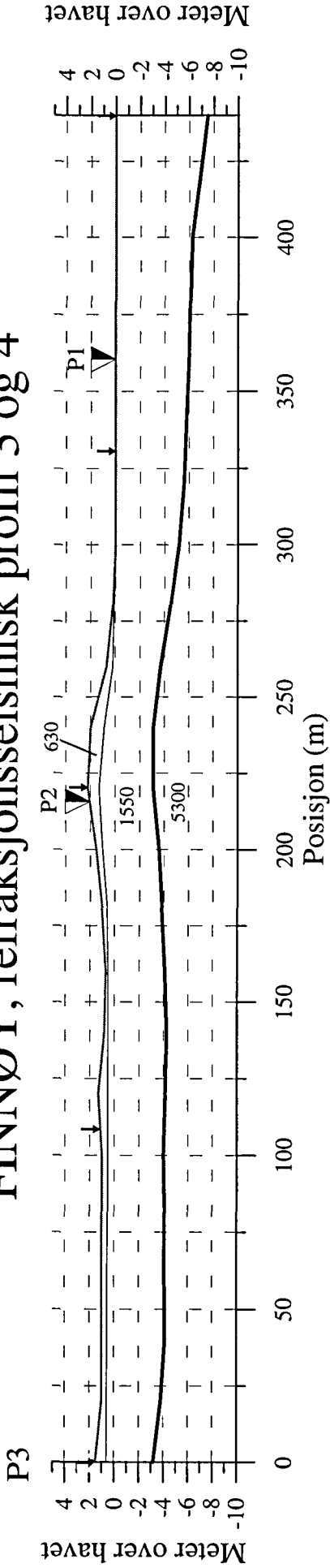
FINNØY, refraksjonsseismisk profil 1 og 2



Tegnforklaring	
	Terrengoverflate
	Grunnvannsspeil
	Fjelloverflate
	Skuddpunkt
1500	Seismisk hastighet (m/s)

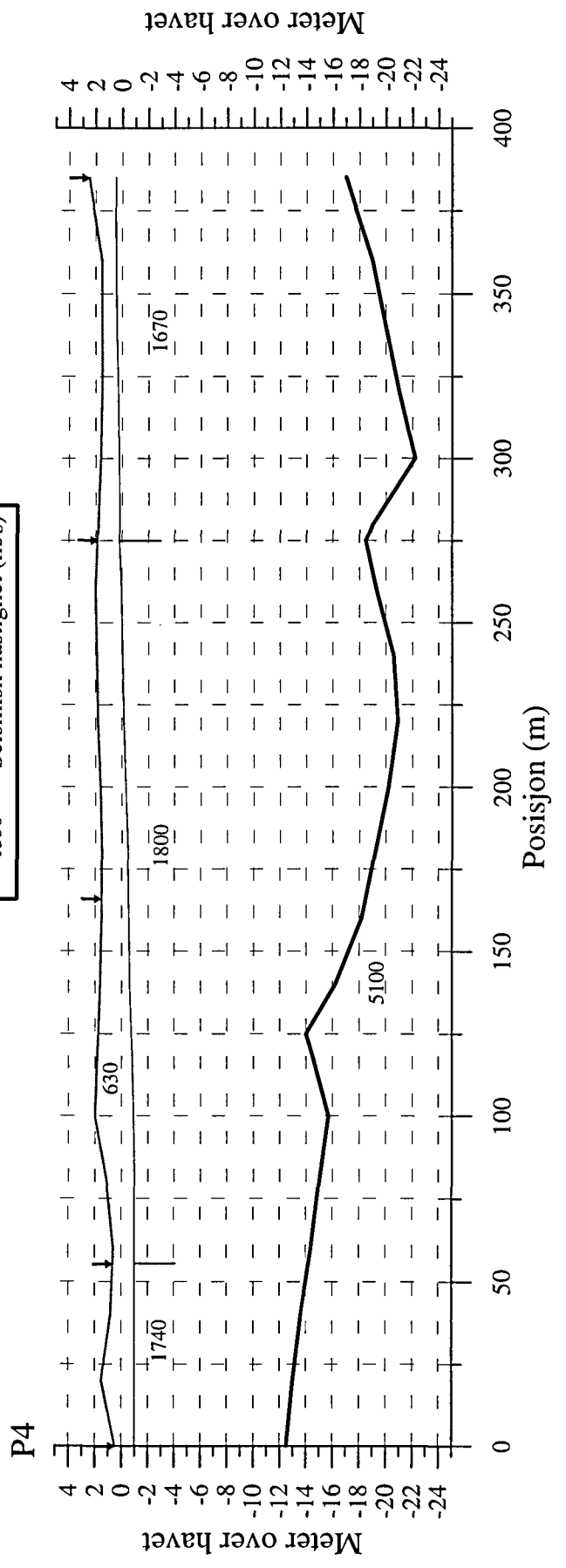


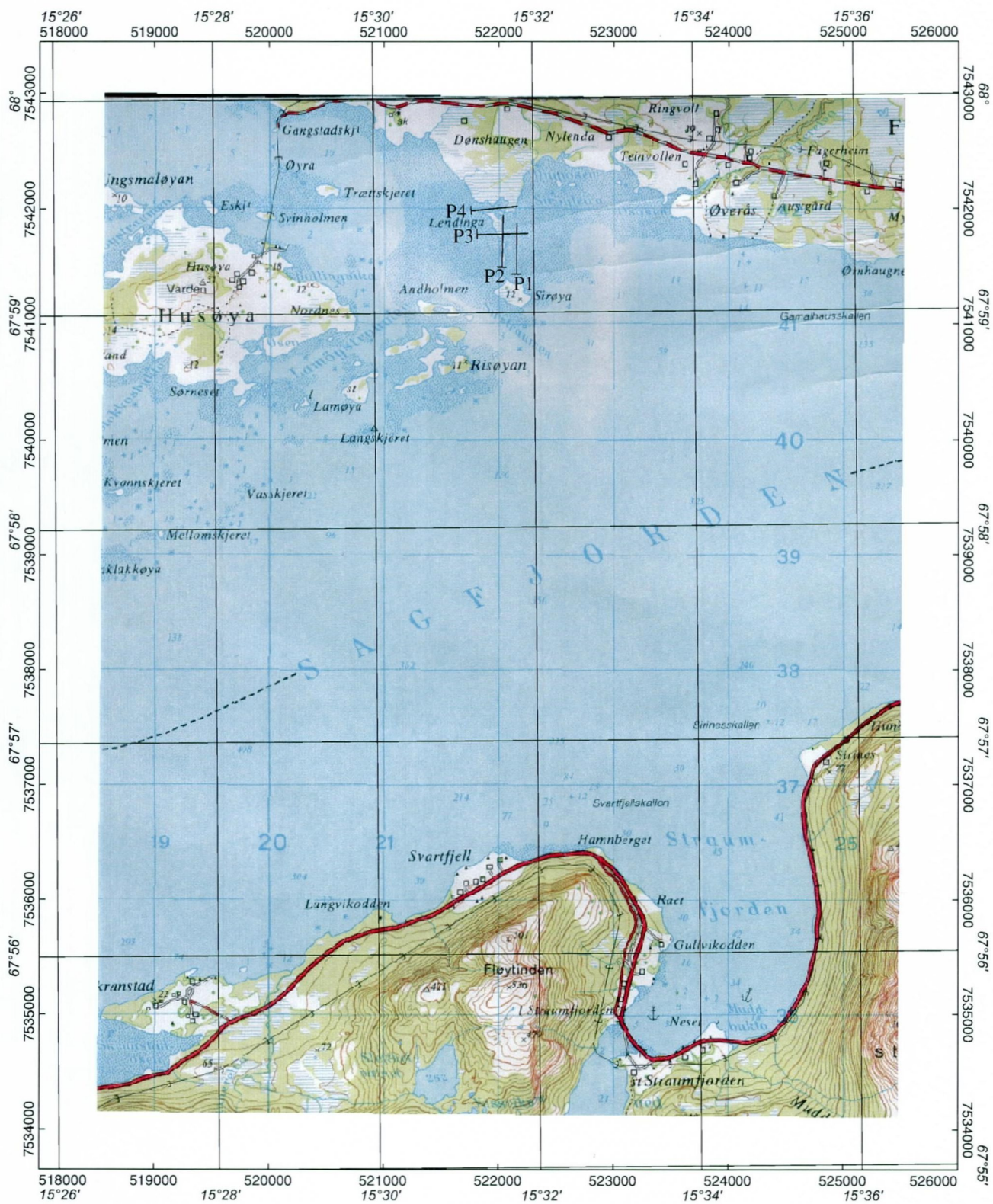
FINNØY, refraksjonseismisk profil 3 og 4



Tegnforklaring

- Terrengoverflate
- Grunnvannspeil
- Fjelloverflate
- ↓ Skuddpunkt
- 1550 Seismisk hastighet (m/s)



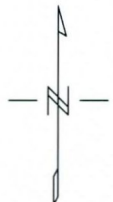


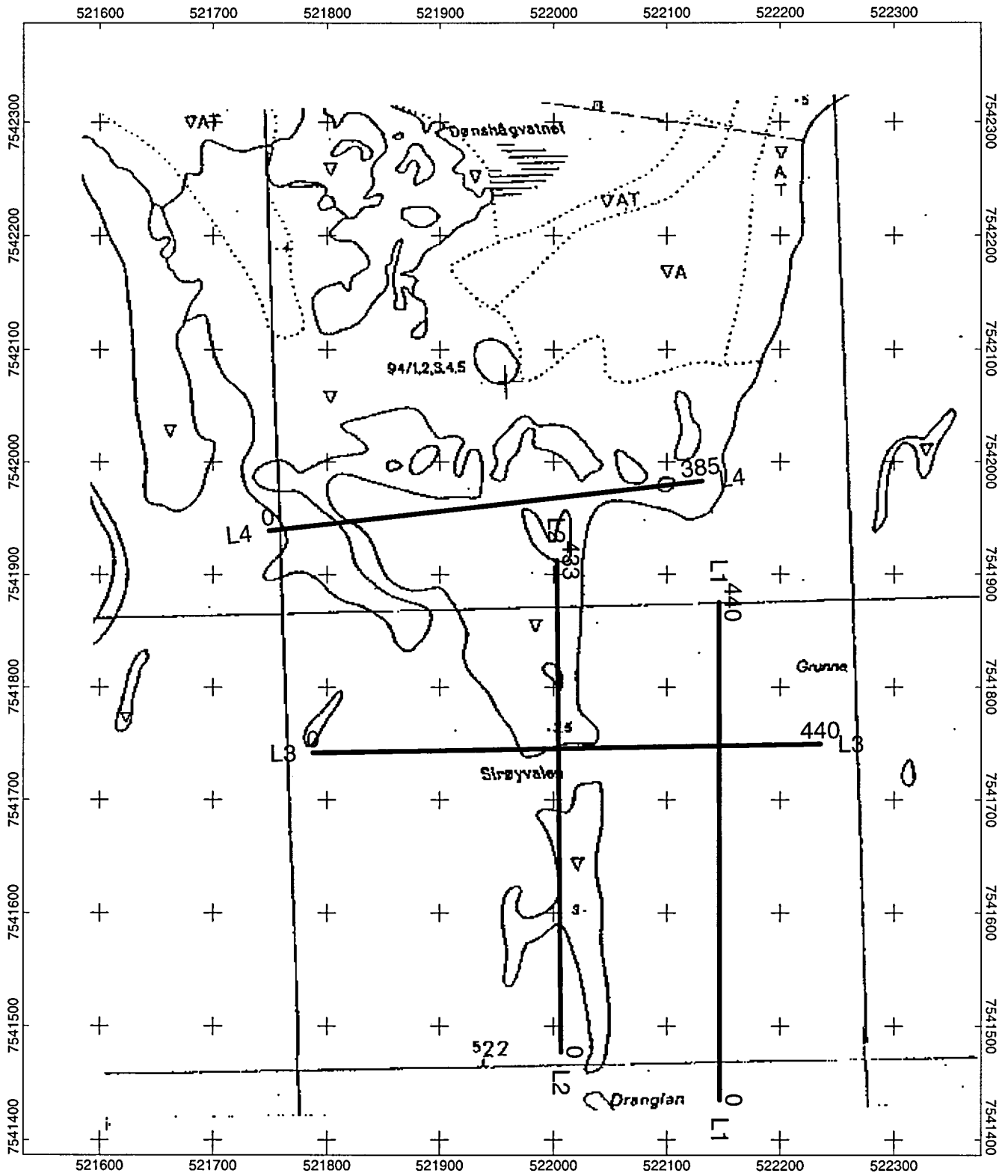
P3 — Refraksjonsseismisk profil med startposisjon

OVERSIKTSKART, FINNØY

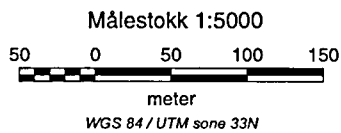
Refraksjonsseismiske profiler P1-P4

Kartbilag 99.132-01





L3 0 440 Profil med ende-
posisjoner



DETALJKART, FINNØY
 Refraksjonsseismiske profiler P1-P4
 Kartbilag 99.132-02

