

NGU Rapport 98.158

VLf- og refraksjonsseismiske målinger,
Nesset kommune, Møre og Romsdal

Rapport nr.: 98.158		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: VLF- og refraksjonsseismiske målinger, Nesset Kommune , Møre og Romsdal			
Forfatter: Einar Dalsegg og Eirik Mauring		Oppdragsgiver: Nesset kommune	
Fylke: Møre og Romsdal		Kommune: Nesset	
Kartblad (M=1:250.000) Ålesund		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1320 II Eresfjord og 1420 IV Stangvik	
Forekomstens navn og koordinater: Meisalstranda 32 W 4610 69618 Ranvik 32 W 4365 69576		Sidetall: 14 Pris: 48.- Kartbilag: 4	
Feltarbeid utført: Juni og Aug. 1998	Rapportdato: 11.01.1999	Prosjektnr.: 2713.15	Ansvarlig: <i>Jens S. Kvernø</i>
<p>Sammendrag</p> <p>I forbindelse med Nesset kommunes planlegging av vannforsyning fra fjellbrønner har NGU utført VLF-målinger ved Meisalstranda, og VLF- og refraksjonsseismiske målinger ved Ranvik.</p> <p>Ved Meisalstranda ble det påvist to soner hvor topografien indikerer at anomaliårsaken trolig er sprekkesoner. Ved den vestligste sonen indikerer både topografi og måldata at overdekket kan være av betydelig mektighet.</p> <p>Ved Ranvik påviste VLF-målingene i tillegg til en meget svak sone, en sone hvor anomaliårsaken trolig er en sprekkesone med en betydelig utstrekning. Også her indikerte VLF-data og topografi et betydelig overdekke. Dette ble seinere bekreftet ved refraksjonsseismiske målinger, som viste et dyp på 13-14 m ned til antatt sprekkesone.</p>			
Emneord: Geofysikk	Elektrisk måling		
Grunnvannsforsyning	Refraksjonsseismikk		
		Fagrapport	

INNHold

1. INNLEDNING	4
2. MÅLEMETODER OG UTFØRELSE	4
2.1 VLF	4
2.2 Refraksjonsseismikk	4
3. RESULTATER OG KOMMENTARER	5
3.1 VLF	5
3.1.1 Meisalstranda	5
3.1.2 Ranvik	5
3.2 Refraksjonsseismikk	6
4. KONKLUSJON	6
5. REFERANSER	7

TEKSTBILAG

- 1: VLF - metodebeskrivelse
- 2: Refraksjonsseismikk - metodebeskrivelse

DATABILAG

- 1: VLF - målinger Meisalstranda og Ranvik
- 2: Tolkning av refraksjonsseismisk profil, Ranvik

KARTBILAG

- 98.158 -01 Oversiktskart Meisalstranda
- 02 Oversiktskart Ranvik
- 03 VLF-målinger Meisalstranda
- 04 VLF- og Refraksjonsseismiske målinger Ranvik

1. INNLEDNING

I forbindelse med Nesset kommunes planlegging av vannforsyning fra fjellbrønner, har NGU utført VLF-målinger ved Meisalstranda, og VLF- og refraksjonsseismiske målinger ved Ranvik. Måleområdenes beliggenhet er angitt i kartbilagene -01 og -02.

VLF-målingene ble utført i tiden 15.06.98 - 17.06.98 av Einar Dalsegg. De refraksjonsseismiske målingene ble i ettertid utført for å finne dyp til fjell over en sprekkesone som ble indikert ved VLF-målingene. Refraksjonsseismiske målinger ble utført den 25.08.98 av Jan Fredrik Tønnesen.

Det er tidligere utført både refraksjonsseismiske målinger og VLF-målinger i området ved Ranvik (Mauring, 1991 og Haugen m.fl, 1990).

2. MÅLEMETODER OG UTFØRELSE

2.1 VLF

VLF (Very Low Frequency) er en elektromagnetisk metode som bl.a. gir anomalier på økt elektrisk ledningsevne som skyldes større vanninnhold i oppsprukket fjell. En VLF-anomali er ingen garanti for at sprekkesonen gir vann, men VLF-målinger kan sikre en gunstig plassering av brønner, og dermed øke sannsynligheten for et godt resultat. Beskrivelse av målemetoden er vedlagt i tekstbilag 1.

Målingene ble utført med NGUs egenproduserte mottaker. Senderstasjonene som ble benyttet var den engelske senderen GBZ (19,6 kHz) og den amerikanske senderen NAA (24.0 kHz). Valg av senderstasjon bestemmes av dens beliggenhet i forhold til antatt sprekkeretning, og av mottaksforholdene.

Profilene ble stukket samtidig med målingene ved hjelp av siktekompass og målesnor, og de er merket for hver 25 meter med trestikker påskrevet koordinater. Målepunktavstanden varierte fra 12,5 til 6 meter avhengig av måleresultatene.

2.2 Refraksjonsseismikk

En generell beskrivelse av refraksjonsseismiske målinger er vist i tekstbilag 2. Det ble målt ett profil over en anomali indikert ved VLF. Plasseringen av profilet er vist i kartbilag -04. Som registreringsinstrument ble det benyttet en ABEM Terraloc MK6. Lengden av profilet er 110 m.

Det ble benyttet et 24-kanals utlegg med 5 m geofonavstand. Denne avstanden ble kortet ned til 2,5 m ved endene og midten av profilet for å få bedre definert hastighet øverst i løsmassene. Det ble plassert skuddpunkt ved posisjonene 0, 27.5, 55, 82.5 og 110 m. I tillegg ble det plassert fjernskudd et stykke fra endene av profilet for å få best mulig dekning av fjellrefraktor. Energiseringen var dynamitt, og datakvaliteten var meget god.

3. RESULTATER OG KOMMENTARER

3.1 VLF

Profilene med påviste VLF-anomalier og måledata er vist i kartbilag og databilag i henhold til innholdsfortegnelsen.

3.1.1 Meisalstranda

Undersøkellesbetingelsene var her meget ugunstige på grunn av flere kraftlinjer i og nært opp til det aktuelle måleområdet. Området mellom 450 og 575 på profil 1 ble ikke målt på grunn av kryssende kraftlinje.

Som kartbilag -03 viser, ble det påvist to anomalier hvor anomaliårsaken trolig er sprekkesoner. Sonen ved 830 gir sterkest VLF-anomali og faller sammen med et svakt søkk i terrenget, noe som indikerer at anomalien er knyttet til en sprekkesone.

Sonen ved 1050 er svakere, men dette kan skyldes at det trolig er flere meter overdekke i dette området. Topografien ovenfor anomalien indikerer at anomaliårsaken også her trolig skyldes en sprekkesone. Måledata gir ikke grunnlag for å tolke sprekkesonenes fall.

3.1.2 Ranvik

Undersøkellesbetingelsene var her vesentlig bedre og mesteparten av det aktuelle området var fri for tekniske anlegg. Da en ikke hadde kontroll på sprekketningene i området, ble de to første profilene (2 og 3) lagt omtrent vinkelrett på hverandre. Profil 2 indikerte en markert anomali ved koordinat 87, mens det på profil 3 ble påvist en meget svak anomali ved koordinat 160. Anomalien på profil 2 var sterkest og ble derfor prioritert ved den videre undersøkelsen. Selv om anomalien på profil 3 er meget svak, ligger den i kanten av et søkk, noe som indikerer at den kan skyldes en sprekkesone.

Målingene langs profilene 4, 5 og 6 viste alle en markert anomali i forlengelsen av anomalien på profil 2. Måledata indikerer at anomaliårsaken trolig er en større sprekkesone, hvor utstrekningen kan være betydelig. Måledata gir ikke grunnlag for å tolke sprekkesonenes fall. Både topografi og måledata indikerer at det kan være et betydelig overdekke langs den undersøkte delen av sonen.

3.2 Refraksjonsseismikk

Refraksjonsseismiske målinger ble utført over en indikert VLF-anomali ved Ranvik (se kartbilag –04). Det er tidligere utført refraksjonsseismiske målinger 50-100 m vest for det profilet som her er beskrevet (Mauring, 1991). Tolkning av det refraksjonsseismiske profilet er vist på figur 4 i databilag. Det er tolket en trelags hastighetsmodell. Det øverste laget er 0-1,5 m mektig og har hastigheter i området 230-360 m/s. Dette representerer tørre løsmasser. Laget under har seismiske hastigheter i området 1410-1570 m/s og representerer vannmettede avsetninger. Det nederste hastighetslaget (3000-5200 m/s) representerer fjell. Dyp til fjell ligger i området 9-14 m. En mulig lavhastighetszone som kan representere oppsprekking i fjell er indikert mellom posisjonene 57 og 65. Dyp til fjell er her 13-14 m.

4. KONKLUSJON

Ved Meisalstranda ble det påvist to soner hvor topografien indikerer at anomaliårsaken trolig er sprekkesoner. Ved den vestligste sonen indikerer både topografi og måledata at overdekke kan være betydelig.

Ved Ranvik påviste VLF-målingene i tillegg til en meget svak sone, en sone hvor anomaliårsaken trolig er en sprekkesone med en betydelig utstrekning. Også her indikerte måledata og topografi et betydelig overdekke. Dette ble bekreftet ved refraksjonsseismiske målinger som viste et dyp til fjell på 13-14 m over antatt sprekkesone. Måledata gir ikke grunnlag for å tolke sprekkesonenes fall.

5. REFERANSER

Haugen, M., Storrø, G. & Rønning, J.S. 1990: Grunnvannsundersøkelser 1990. Nesset kommune, Møre og Romsdal.

Mauring, E. 1991: Geofysiske grunnvannsundersøkelser i Nesset kommune, Møre og Romsdal. NGU Rapport 91.264.

VLF - METODEBESKRIVELSE

VLF er en elektromagnetisk målemetode som benytter militære radiosendere som energiseringskilde. Disse sender i frekvensområdet 15-25 kHz ('very low frequency' i radiokommunikasjon (VLF)). Senderen som velges som energiseringskilde bør ligge mest mulig i samme retning som strøkretningen på den ledere som skal kartlegges. Uten ledende soner i bakken vil magnetfeltet fra en sender være horisontalt og lineært polarisert. Ved elektrisk ledende soner indueres sekundære strømmer som omgir seg med et sekundært magnetfelt. Dette feltet vil vanligvis ikke være horisontalt og det vil som regel ikke ha samme fase som primærfeltet. Sekundærfeltet summeres med primærfeltet og gjør at det totale magnetiske feltet ikke lenger er lineært polarisert, men elliptisk polarisert. Dette betyr at det totale magnetiske feltet har en maksimalverdi i en vinkel fra horisontalplanet. Ved å måle denne vinkelen (dip-vinkel, reellkomponent $-Re$), og en størrelse som er avhengig av faseforskyvningen mellom det primære og sekundære feltet (elliptisiteten, imaginærkomponenten $-Im$), kan ledende soner påvises ved målinger på bakken. Ledende soner kan være malmmineraliseringer, ledende overdekke, sprekkesoner/forkastninger, elektriske ledninger mm. Metoden er følsom også for ledere med forholdsvis dårlig elektrisk ledningsevne dersom de har en viss utstrekning i samme retning som senderen. Dette kan ofte være en ulempe ved metoden, fordi anomalier kan ha flere årsaker enn det som forventes. Metoden anvendes først og fremst ved kartlegging av malmmineraliseringer og sprekker i fjell (som kan være vannførende og av interesse ved grunnvannsundersøkelser). Målinger kan utføres på bakken eller fra fly/helikopter, og blir i sistnevnte tilfelle oftest benyttet som støtte under geologisk kartlegging, men også til malmleting.

Vanlig benyttede VLF-sendere:

<u>Stasjon</u>	<u>Sted</u>	<u>Frekvens (kHz)</u>	<u>Effekt (kW)</u>
NAA	Cutler, Maine (USA)	17.8	1000
GBR	Rugby, England	16.0	750
FUO	Bordeaux, Frankrike	15.1	500
JXZ	Helgeland, Norge	16.4	350
GYD	England	?	?

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.

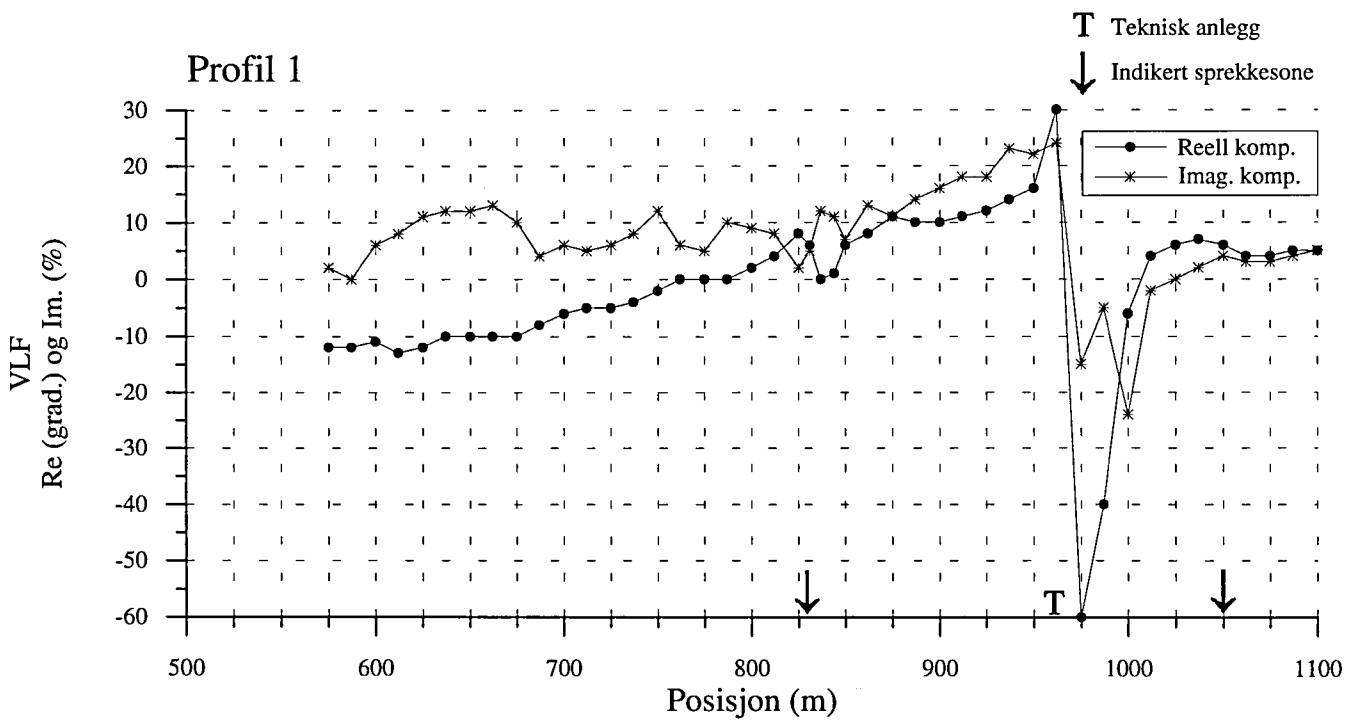
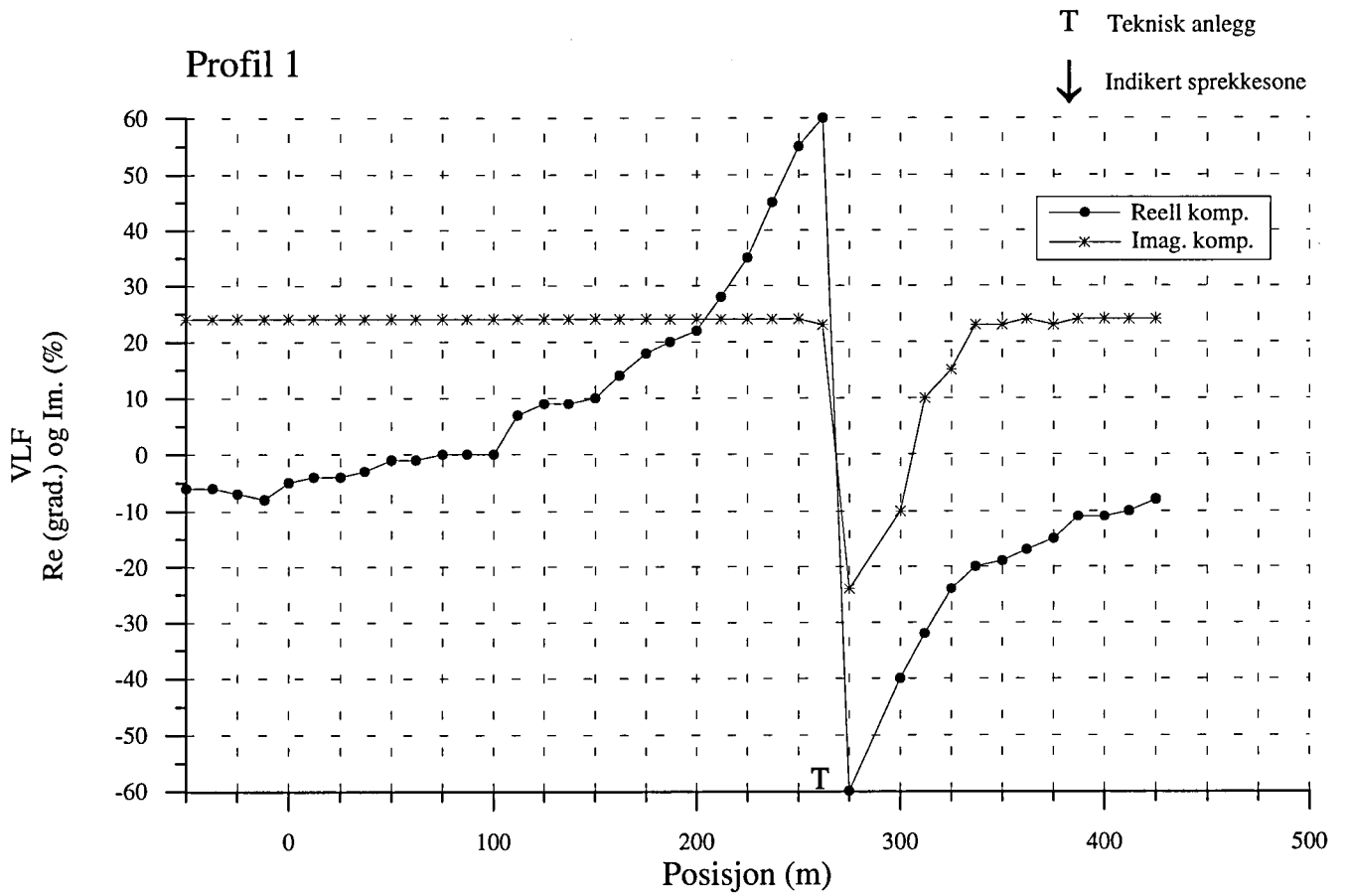
Disse betraktninger kan utvides til å gjelde flere sjiktgrenser. Man får refrakterte bølger fra alle grenser når hastigheten i det underliggende medium er større enn i det overliggende. Kontrasten må være av en viss størrelse, og vinkelen mellom sjiktgrense og terrengoverflate må ikke være for stor. 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 beregnete. 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 lavhastighets sjiktet vil ikke kunne erkjennes av måledata. Generelt kan det sies at usikkerheten i de beregnete 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.

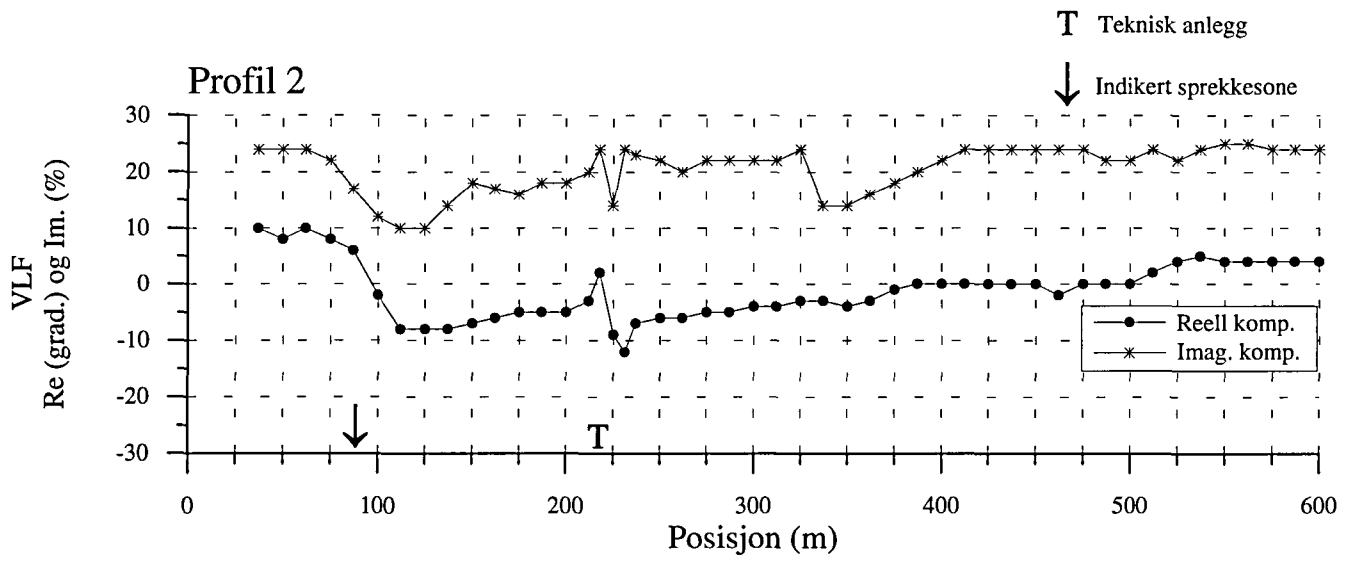
Ved meget god datakvalitet kan første ankomsttid avleses med 0.5 millisekunders nøyaktighet. Med denne nøyaktigheten er det allikevel urealistisk å regne med mindre enn 0.5 m usikkerhet i dybdeangivelsene. Ved meget små dyp til fjell (mindre enn én meter) blir overdekkehastigheten dårlig bestemt, og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

P-BØLGEHASTIGHET I NOEN MATERIALTYPER

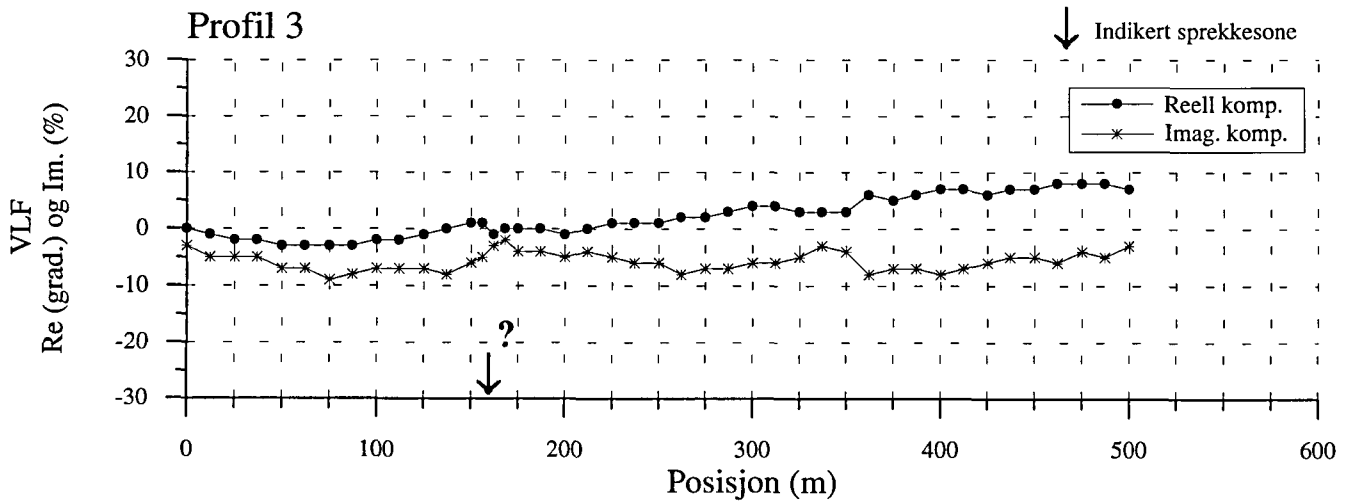
<i>Luft</i>		<i>330 m/s</i>
<i>Vann</i>		<i>1400-1500 m/s</i>
<i>Organisk materiale</i>		<i>150-500 m/s</i>
<i>Sand og grus</i>	<i>- over vannmettet sone</i>	<i>200-800 m/s</i>
<i>Sand og grus</i>	<i>- i vannmettet sone</i>	<i>1400-1700 m/s</i>
<i>Morene</i>	<i>- over vannmettet sone</i>	<i>700-1500 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>



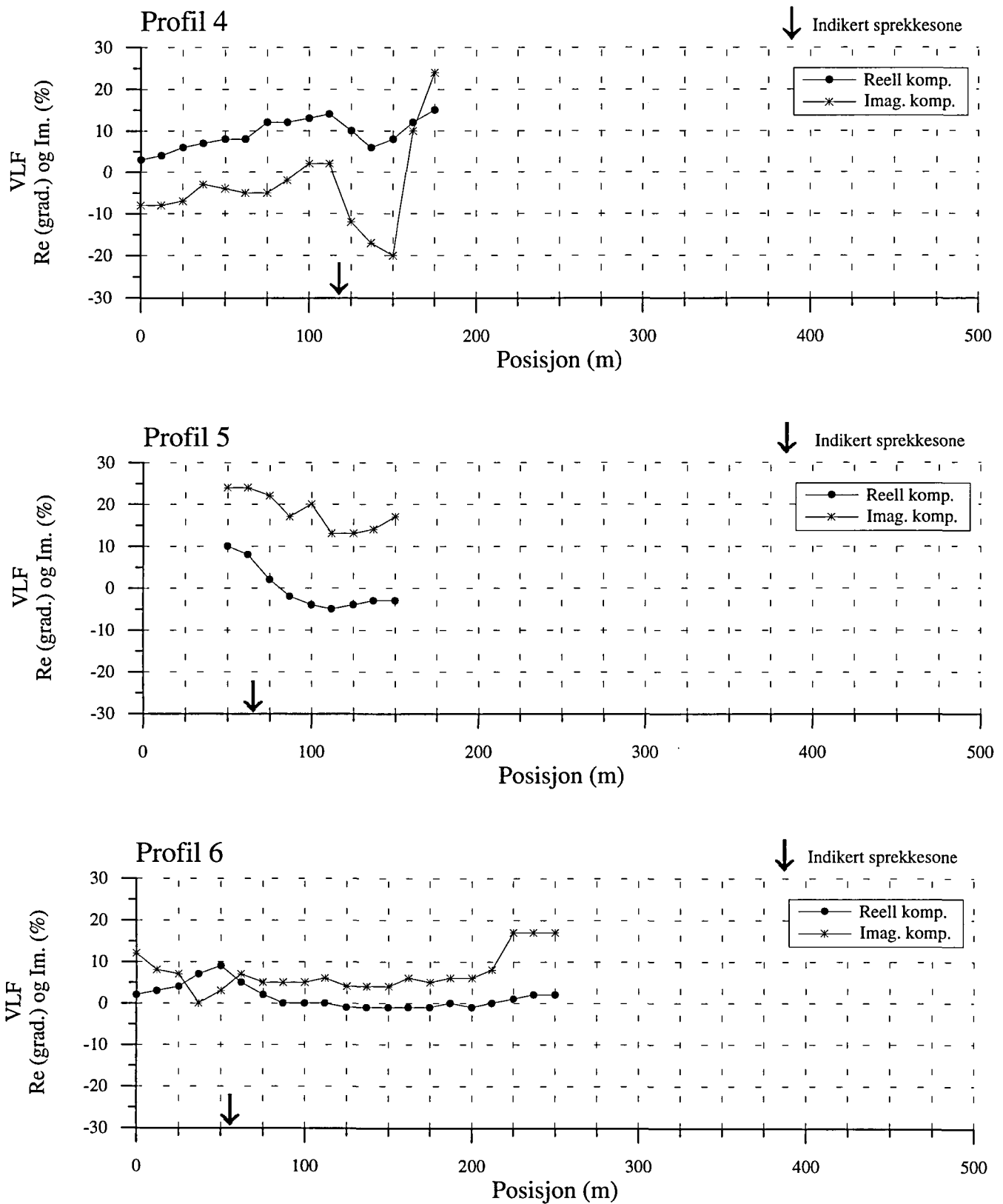
Figur 1. VLF-målinger profil 1, Meisalstranda



NGU Rapport 98.158

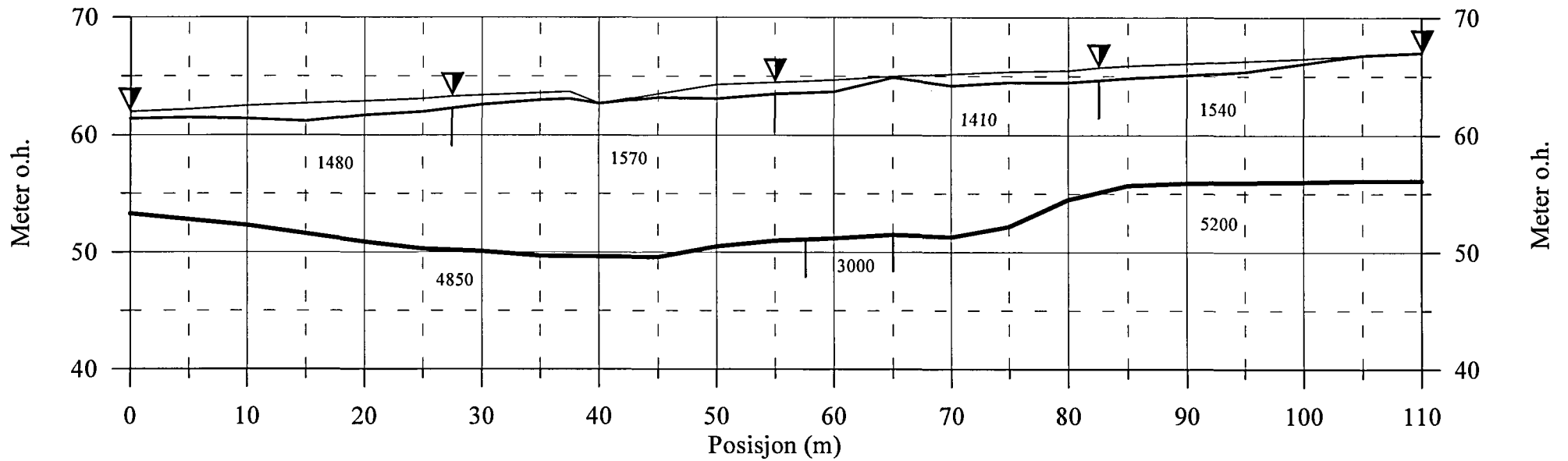


Figur 2. VLF-målinger profil 2 og 3, Ranvik



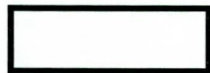
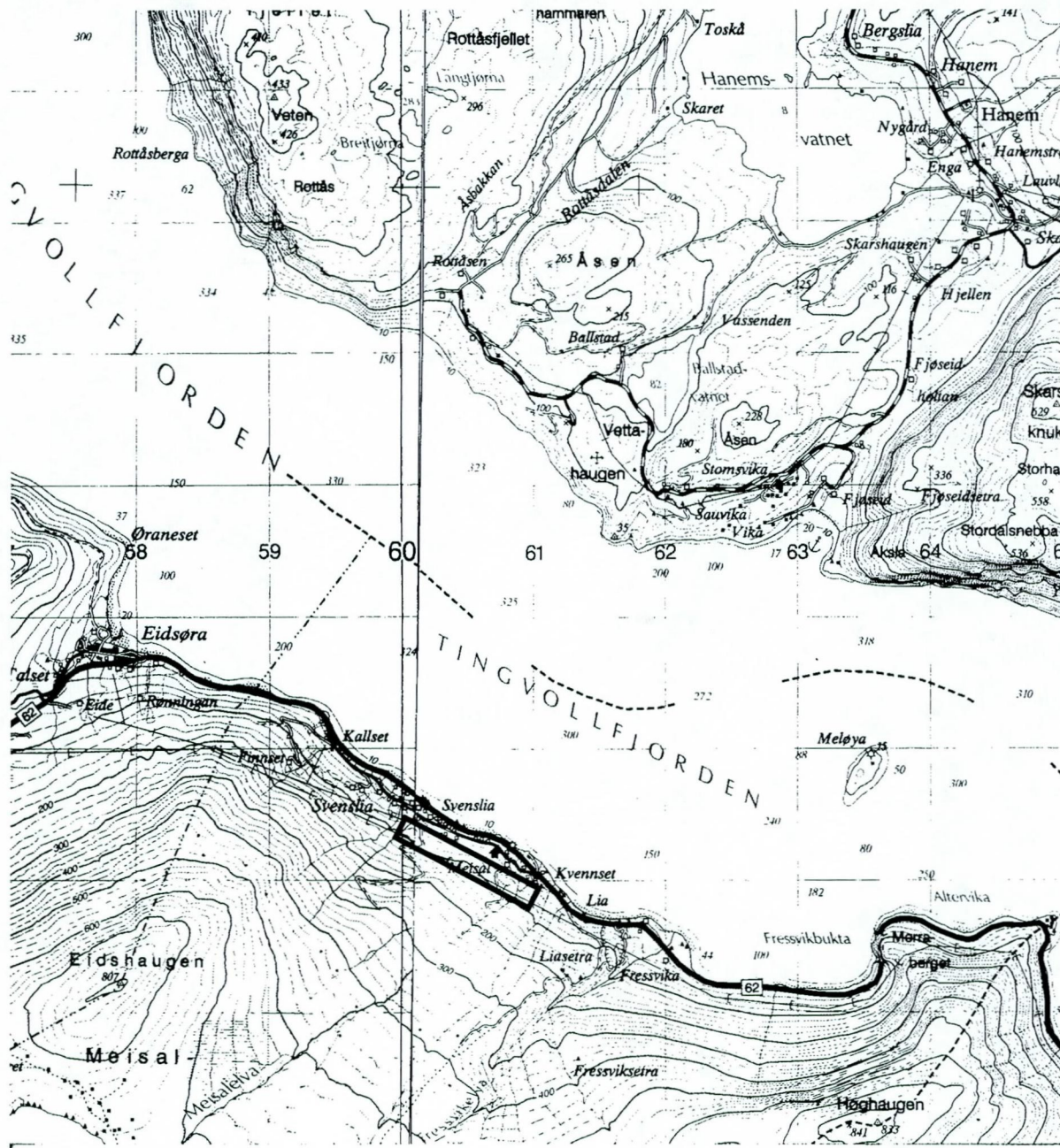
Figur 3. VLF-målinger profil 4, 5 og 6, Ranvik

RANVIK, tolkning av refraksjonsseismisk profil



Tegnforklaring

- Refraktor i løsmasser
- Fjellrefraktor
- ▼ Skuddpunkt
- 5200 Seismisk hastighet (m/s)



UNDERSØKT OMRÅDE



NESSET KOMMUNE
OVERSIKTSKART

MEISALSTRANDA

NESSET, MØRE OG ROMSDAL

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:50 000

MÅLT E.D.

TEGN E.D.

TRAC

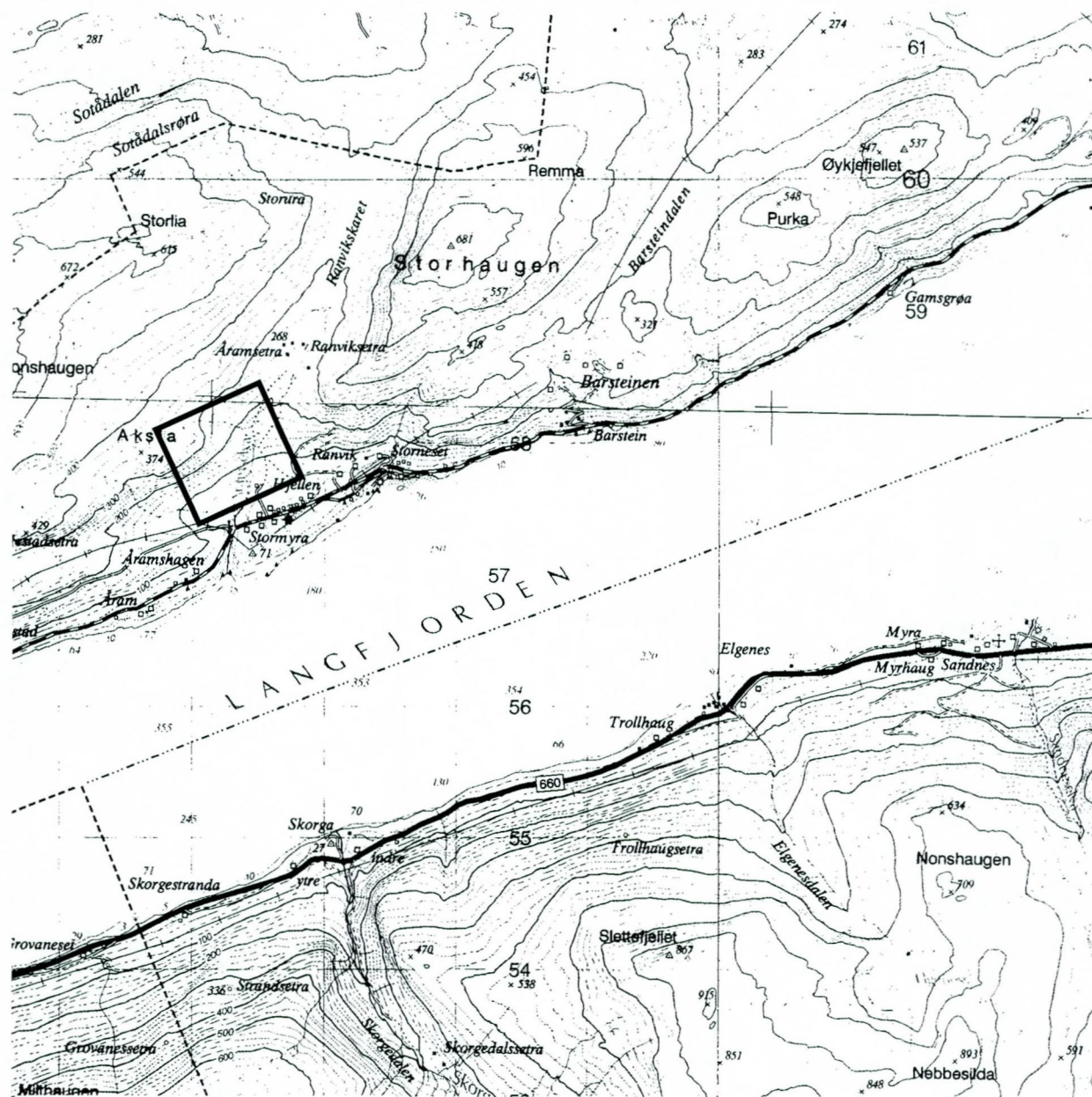
KFR

Juni -98

Nov. -98

KARTBILAG NR
98.158-01

KARTBLAD NR
1420 IV



UNDERSØKT OMRÅDE



NESSET KOMMUNE
OVERSIKTSKART

RANVIK

NESSET, MØRE OG ROMSDAL

MÅLESTOKK

1:50 000

MÅLT E.D.

TEGN E.D.

TRAC

KFR

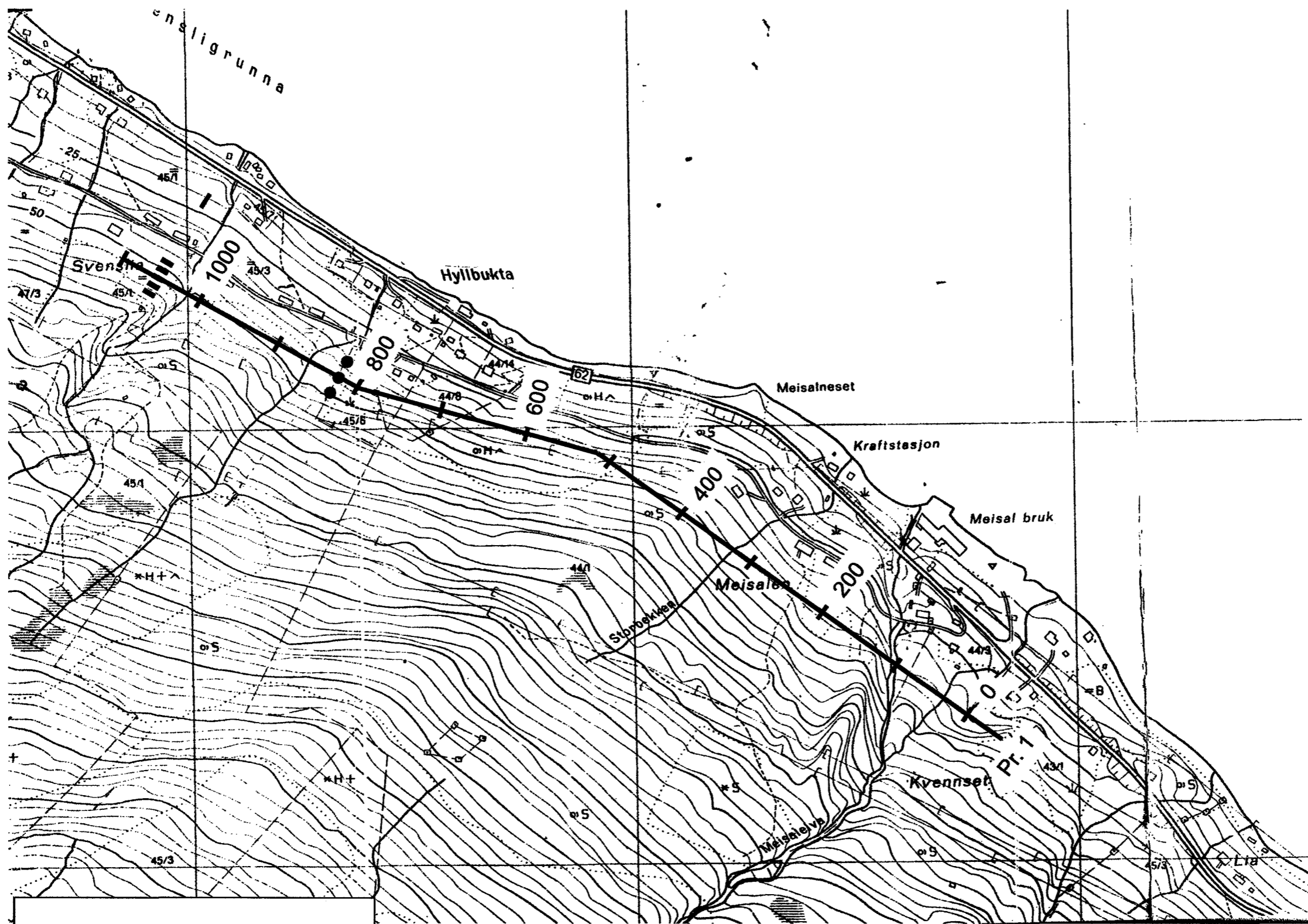
Juni -98

Nov. -98




NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

KARTBILAG NR
98.158-02

KARTBLAD NR
1320 II



TEGNFORKLARING

-  Målt profil
-  Svak VLF-anomali
-  Meget svak VLF-anomali

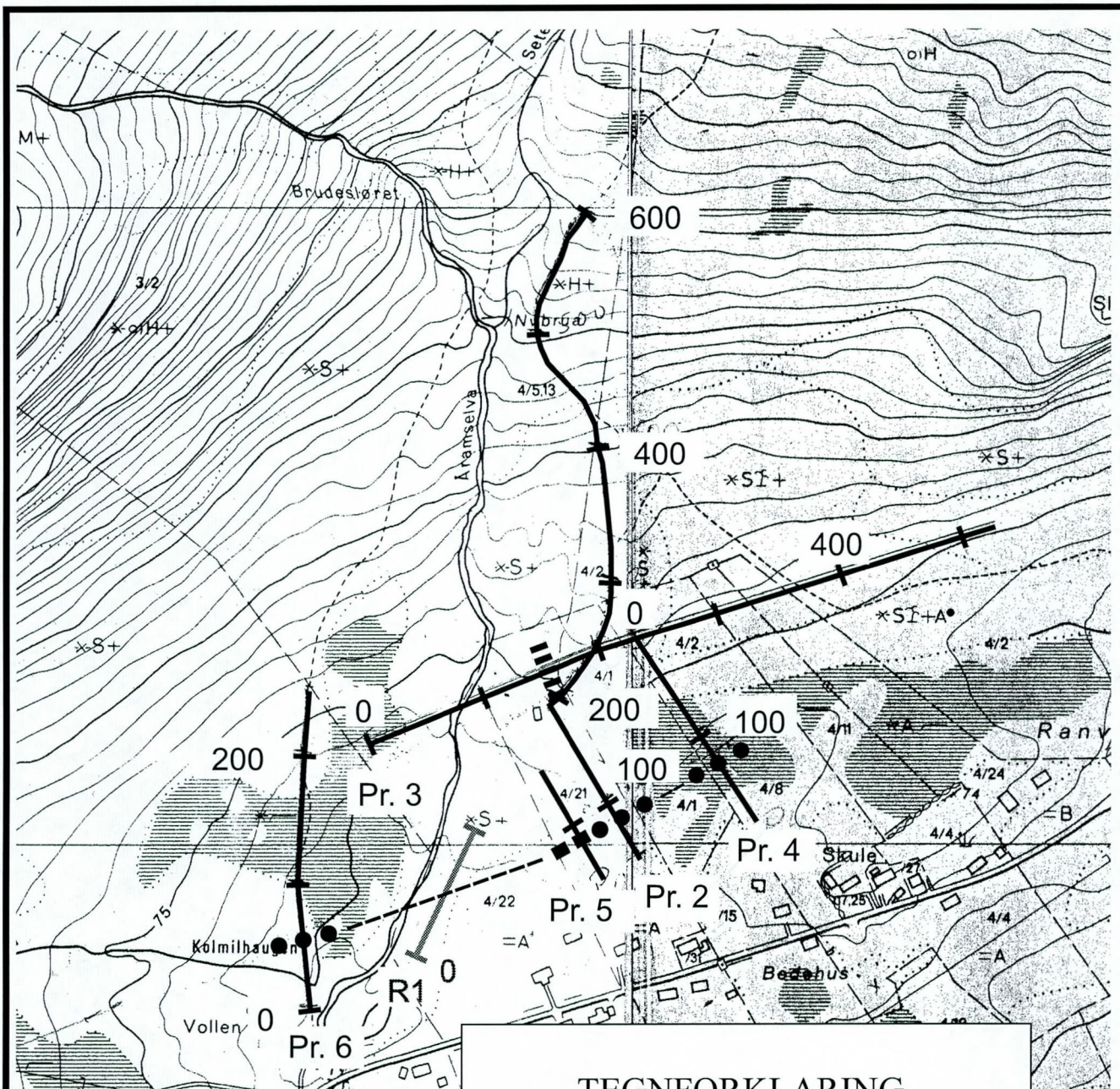


NESSET KOMMUNE
 VLF-MÅLINGER
MEISALSTRANDA
 NESSET, MØRE OG ROMSDAL

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

1 : 5000	MÅLESTOKK	MÅLT E.D.	Jun. -98
		TEGN E.D.	Nov. -98
		TRAC	
		KFR	

KARTBILAG NR 98.158-03	KARTBLAD NR 1420 IV
---------------------------	------------------------



TEGNFORKLARING

- Målt profil VLF
- Målt profil Refraksijsseismikk
- Moderat VLF-anomali
- Svak VLF-anomali
- Meget svak VLF-anomali



NESSET KOMMUNE
VLF- OG REFRAKSJONSSEISMISKE MÅLINGER

RANVIK

NESSET, MØRE OG ROMSDAL

MÅLESTOKK 1:5 000	MÅLT E.D.	Juni -98
	TEGN E.D.	Nov. -98
	TRAC	
	KFR	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

KARTBILAG NR 98.158-04	KARTBLAD NR 1320 II
---------------------------	------------------------