

NGU Rapport 99.078

Georadarmålinger ved Hellesylt i Stranda
kommune, Møre og Romsdal, 1998

Rapport nr.: 99.078		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Georadarmålinger ved Hellesylt i Stranda kommune, Møre og Romsdal, 1998			
Forfatter: Torleif Lauritsen		Oppdragsgiver: NGU/Stranda kommune	
Fylke: Møre og Romsdal		Kommune: Stranda	
Kartblad (M=1:250.000) Ålesund		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1219 II Geiranger	
Forekomstens navn og koordinater: Sunnylvmoldskreddalen 38785/688720, 32V WGS84		Sidetall: 9 Kartbilag: 2	Pris: 60,-
Feltarbeid utført: Oktober 1998	Rapportdato: 08.07.99	Prosjektnr.: 2712.15	Ansvarlig: <i>Jan S. Kvanvig</i>
Sammendrag: <p>Det er utført georadarmålinger langs 4 profiler i Sunnylvmoldskreddalen ved Hellesylt i Stranda kommune. Hensikten med målingene var å kartlegge grunnvannspeil og løsmassenes mektighet og sammensetning. Målingene inngikk i prosjekt "Økt bruk av grunnvann" som har til hensikt å utrede grunnvann som alternativ til dagens vannkilde bl.a ved Hellesylt vassverk. Resultatene av georadarmålingene ble benyttet for å optimalisere etterfølgende borehullsplasseringer.</p> <p>Opptakene viser at løsmassene består av et ca. 5 m tykt topplag av grove masser (sand, grus og stein) over mer ensgraderte, finstoffdominerte sedimenter (sand, finsand). Under disse er det detektert et morenelag over fjell. Dyp ned til morene er størst i søndre del av måleområdet (mellom dagens vanninntak og Brua). Lokalt er det her påvist dyp til morene på ca. 20 meter. Sonderboringene i området bekrefter i stor grad tolkningene av georadaropptakene (Midtgård Skrede m.fl 1999). I nordre del av måleområdet ligger morena relativt grunt (< 5-10 m), og her anså en det derfor lite hensiktsmessig å sondebore.</p>			
Emneord: Hydrogeologi	Geofysikk	Sonderboring	
Løsmasse	Georadar	Grunnvannsforsyning	
Kvartærgeologi		Fagrapport	

INNHOOLD

1. INNLEDNING	4
2. METODE, UTFØRELSE OG PROSESSERING.....	4
3. RESULTATER	4
4. KONKLUSJON	6
5. REFERANSER	7

Tekstbilag

Georadar – metodebeskrivelse

Kartbilag

- 99.078 -01: Oversiktskart, Sunnylvoldskreddalen (M 1:50 000)
- 02: Georadaropptak, P1-P4 (M 1: 5 000)

1. INNLEDNING

I forbindelse med hydrogeologisk vurdering av løsmasseavsetningene i Sunnylmoldskreddalen er det utført georadarundersøkelser langs 4 profiler i området. Den undersøkte lokalitetens beliggenhet er vist i kartbilag –01. Undersøkelsene inngår i prosjekt ”Økt bruk av grunnvann” som har til hensikt å utrede grunnvann som alternativ til dagens vannkilde ved Hellesylt vassverk. Formålet med georadarmålingene var å kartlegge dyp til grunnvannsspeil og løsmassenes mektighet og sammensetning. Denne rapporten presenterer resultatene fra georadarmålingene, som bl.a ble benyttet til å optimalisere plasseringen av etterfølgende sonderboringer. En nærmere beskrivelse av boreresultatene og en samlet hydrogeologisk vurdering av området er presentert i NGU-rapport 99.020 (Midtgård Skrede m.fl. 1999).

2. METODE, UTFØRELSE OG PROSESSERING

En generell beskrivelse av georadarmetoden er gitt i tekstbilag 1.

Målingene ble utført med digital georadar av typen pulseEKKO 100 (Sensors & Software Inc., Canada). Det ble benyttet 100 MHz-antennor og 1000 V sender. Alle profiler er målt med total opptakstid på 1000 ns. Samplingsintervallet var hele tiden 0.8 ns. Signalene ble summert (”stacket”) 8 ganger ved hvert målepunkt (posisjon). Antenneavstanden var 1 m og målepunktavstanden 0.5 m. Merknader nederst på opptakene angir kryssing av eiendomsgrenser, profiler og lignende. Posisjonene som er angitt øverst på opptakene forteller hvilken vei profilene er målt. Avstandsmålingene er utført med odometer (målehjul).

Ved utplotting av georadaropptakene ble det benyttet såkalt SEC-forsterkning (spreading and exponential compensation) med en dempningsfaktor på 0.03 dB/m. Radarbølgenes gjennomsnittlige vertikale hastighet ble satt til 0.10 m/ns. Denne hastigheten er benyttet ved beregning av dyp under terrengoverflata (dybdekonvertering) og representerer et erfaringstall for gjennomsnittet av mett og umett sone. For materiale under grunnvannsspeil vil denne hastigheten normalt være for høy. Sammenlignet med sonderboringenes dybdeangivelser gir bruk av hastighet 0.10 m/ns likevel en riktig beregning av dyp til morene/fjell. Dette kan tyde på tette masser med liten vanngjennomstrømning.

3. RESULTATER

Opptakene og profilers beliggenhet er vist i kartbilag –02. Opptakene er presentert med en opptakstid på 800 ns. Målingene har ikke avdekket reflektorer nedenfor dette nivået.

Georadarmålingene ble utført, på østsida av elva, langs profilene P1-P4, med en samlet lengde på 1005 m. Opptakene indikerer et topplag med grove masser (sand, grus og stein) over mer ensgradert materiale (trolig finstoffdominert). Over fjelloverflata erkjennes et morenedekke.

P1

Profilen går på elvesletta, fra dagens vanninntak, nordover til veiskillet ved Brua. Herfra følger profilen veien nordover. Opptaket er plottet fra sør mot nord. Fram til ca. posisjon 400 sees et topplag av grove masser (sand, grus og stein) ned til ca. 4-5 meters dyp. Under dette nivået er reflektorene klart svakere, noe som kan skyldes mer ensgradert materiale (trolig finstoffdominert). Mellom posisjonene 130 og 250 sees delvis skrå og utholdende lagdeling. Dette ble tolket som lag av sand. Mellom posisjonene 70 og 175 kan moreneoverflata antas å gå fra henholdsvis ca. 9 meters dyp til ca. 19 meters dyp. Sand- og gruslagene ser ut til å ha størst mektighet mellom posisjonene 160 og 220. Sonderboringene BH1 (posisjon 185) og Bh5 (posisjon 210) bekreftet tolkingen av georadaropptaket (Midtgård Skrede m.fl 1999). I siste halvdel av profilen (fra ca. posisjon 400) sees et kraftig og til dels kaotisk reflektormønster øverst i opptaket. Dette tolkes som grove masser (sand, grus og stein). Under de grove massene avtar reflektiviteten raskt mot dypet. Dette representerer trolig morenemateriale med innslag av finstoff som demper radarbølgenes nedtrekningsevne. Det er vanskelig å detektere en klar moreneoverflate her, men det ble antatt et relativt beskjedent dyp ned til morena (< 5-10 meters dyp). Dette ble senere bekreftet av sonderboring, Bh2 (posisjon 733) (Midtgård Skrede m.fl 1999).

I starten av profilen (i sør) ser fjelloverflata ut til å ligge ved ca. 2-3 meters dyp. Herfra skrår den ned til ca. 9 meters dyp ved posisjon 50, og videre ned til ca. 24 meters dyp ved posisjon 180. Deretter kan fjelloverflata antydes ved ca. 25 meters dyp ved posisjon 210, ved ca. 22 meter ved posisjon 257, ved ca. 14 meters dyp ved posisjon 305 og ved ca. 11 meter ved posisjonene 340. Videre utover langs profilen kan kraftig reflektivitet i toppen skjule en fjellreflektor. Fjelloverflata kan derfor ligge relativt høyt i opptaket her (< 5-10 meters dyp).

I første halvdel av opptaket, hvor profilen går på elveslette, ligger grunnvannsspeil trolig så vidt grunt (ca. 1-2 m) at grunnvannsreflektoren interfererer med direktebølger i luft og bakke, og således ikke lar seg detektere direkte. I siste halvdel av profilen stiger terrenget en del over elvenivå. Her er det imidlertid heller ikke mulig å påvise grunnvannsspeil, trolig på grunn av finstoffdominerte masser med kapillar stigeevne.

P2

Profilen ble målt på tvers av profil 1 (posisjon 93) ca. 50 meter nord for dagens vanninntak. Opptaket viser et ca. 4-5 meter tykt topplag av grove masser (sand, grus og stein), over mer finkornige sedimenter (sand/finsand). Moreneoverflata ser ut til å ligge ved ca. 15 meters dyp ved posisjon 0 (nærmest elva). Herfra kan den følges ned til ca. 19 meters dyp ved posisjon 8. Fram mot enden av profilen (i øst) avtar dypet ned til morene raskt til ca. 5 meter. Fjelloverflata kan antydes fra ca. 23 meters dyp ved posisjon 15 til ca. 13-14 meters dyp ved posisjon 40. Videre mot slutten av profilen ser fjellreflektoren ut til å undulere opp mot ca. 17 meters dyp. Grunnvannsspeil antas å ligge ved ca. 1 meters dyp. Sonderboring Bh6 bekrefter tolkingen av georadaropptaket.

P3

Dette profilet krysser profil 1 på tvers ved posisjon P1- 185. Opptaket viser de samme strukturer som i profil 2. Et topplag av grove masser antas å være ca. 4-5 meter tykt. Også i dette opptaket avtar tykkelse av underliggende finstofflag mot øst. I starten av profilet (posisjon 0) erkjennes moreneoverflata ved ca. 17-18 meters dyp. Ved posisjon 20 antydes morenereflektoren på ca. 20 meters dyp. Herfra avtar dypet ned til morene raskt mot ca. 2-3 meters dyp ved posisjon 70. Fra posisjon 0 til posisjon 25 kan fjelloverflata trolig detekteres ved ca. 25 meters dyp. Videre utover i opptaket er det vanskelig å se fjellreflektoren, men den kan kanskje antydes ved ca. 7 meters dyp ved posisjon 75. Grunnvannspeil ligger trolig ved ca. 1 meters dyp og interfererer med direktepulser.

P4

Profilet er målt på tvers av dalbunnen ca. 60 m nord for Brua. Målingene startet ved P1 – posisjon 491 og ender ved østre elvebredd. Opptaket er plottet fra vest mot øst. Grensen mellom topplag av sand, grus og stein over mer finkornige sedimenter gjenkjennes her ved ca. 5-6 meters dyp. Overgangen til moren er noe uklar, men kan antydes ved ca. 8-9 meters dyp. Borehull Bh4 beskriver løsmassene som 5.7 m stein og grov grus, over 3 m sand og finsand, over morene (Midtgård Skrede m.fl 1999). Grunnvannspeil ligger trolig ved ca. 1 meters dyp.

4. KONKLUSJON

I Sunnylvmoldskreddalen ble det utført georadarmålinger, på østsida av elva, langs 4 profiler med en samlet lengde på 1005 m. Resultatene ble benyttet for å optimalisere etterfølgende borehullsplasseringer. Opptakene viser at løsmassene består av et ca. 5 m tykt topplag av grove masser (sand, grus og stein) over mer ensgraderte, finstoffdominerte sedimenter (sand, finsand). Under disse er det detektert et morenelag over fjell. Dyp ned til morene er størst i søndre del av måleområdet (mellom dagens vanninntak og Brua). Lokalt er det her påvist dyp til morene på ca. 20 meter. I nordre del av undersøkelsesområdet ligger morena relativt grunt (< 5-10 m).

5. REFERANSER

Midtgård Skrede, Å., Jæger, Ø. og Danielsen, E. 1999: Grunnvannsundersøkelser ved Hellesylt, Stranda kommune. *NGU Rapport 99.020*.

GEORADAR - METODEBESKRIVELSE

Georadar er en elektromagnetisk målemetode som kan benyttes til undersøkelse av lagdeling og strukturer i grunnen. Med en spesiell antenne sendes elektromagnetiske bølgepulser ned i jorda. En del av bølgeenergien blir reflektert tilbake til overflaten når bølgepulsen treffer en grense som representerer en endring i mediets dielektriske egenskaper. Resten av energien vil fortsette nedover og det kan fås reflekterte signaler fra en rekke grenseflater. Refleksjonene kan registreres med en mottakerantenne på overflaten. De mottatte signaler overføres til en kontrollenhet for forsterkning (og digitalisering ved digital georadar). Signalene sendes derfra til skriver (ved analog georadar) eller PD (digital georadar). Fra en utskrift av et georadar-opptak kan toveis gangtid (t_{2v}) til de forskjellige reflektorene avleses. For å bestemme virkelig dyp til en reflektor må bølgehastigheten (v) i overliggende medium være kjent eller kunne bestemmes.

Bølgehastigheten kan bestemmes ved CDP-målinger ('common depth-point'). Slike målinger utføres ved å flytte sender- og mottakerantenne skrittvis og like langt ut til hver side fra et fast midtpunkt og registrere for hver ny posisjon. Refleksjoner vil da ideelt sett komme fra samme punkt på en reflektor som er planparallel med overflaten. Når antenneavstanden øker, vil reflekterte bølger få lenger gangvei og økning i gangtid. Denne økning i gangtid kan det ved digitale opptak kompenseres for ved å utføre NMO-korreksjon ('normal move-out'). Størrelsen på korreksjonen er avhengig av antenneavstand, toveis gangtid og bølgehastighet i materialet over reflektoren. Et CDP-opptak korrigeres med forskjellige hastigheter, og den hastighet som etter NMO-korreksjon gir best amplitude etter summering av trasene, angir radarbølgehastigheten i mediet.

Etter at hastigheten er bestemt kan dypet (d) beregnes etter uttrykket;

$$d = \frac{vt_{2v}}{2}$$

I vakuum er bølgehastigheten lik lyshastigheten: $c = 3.0 \cdot 10^8$ m/s. I alle andre media gjelder følgende relasjon;

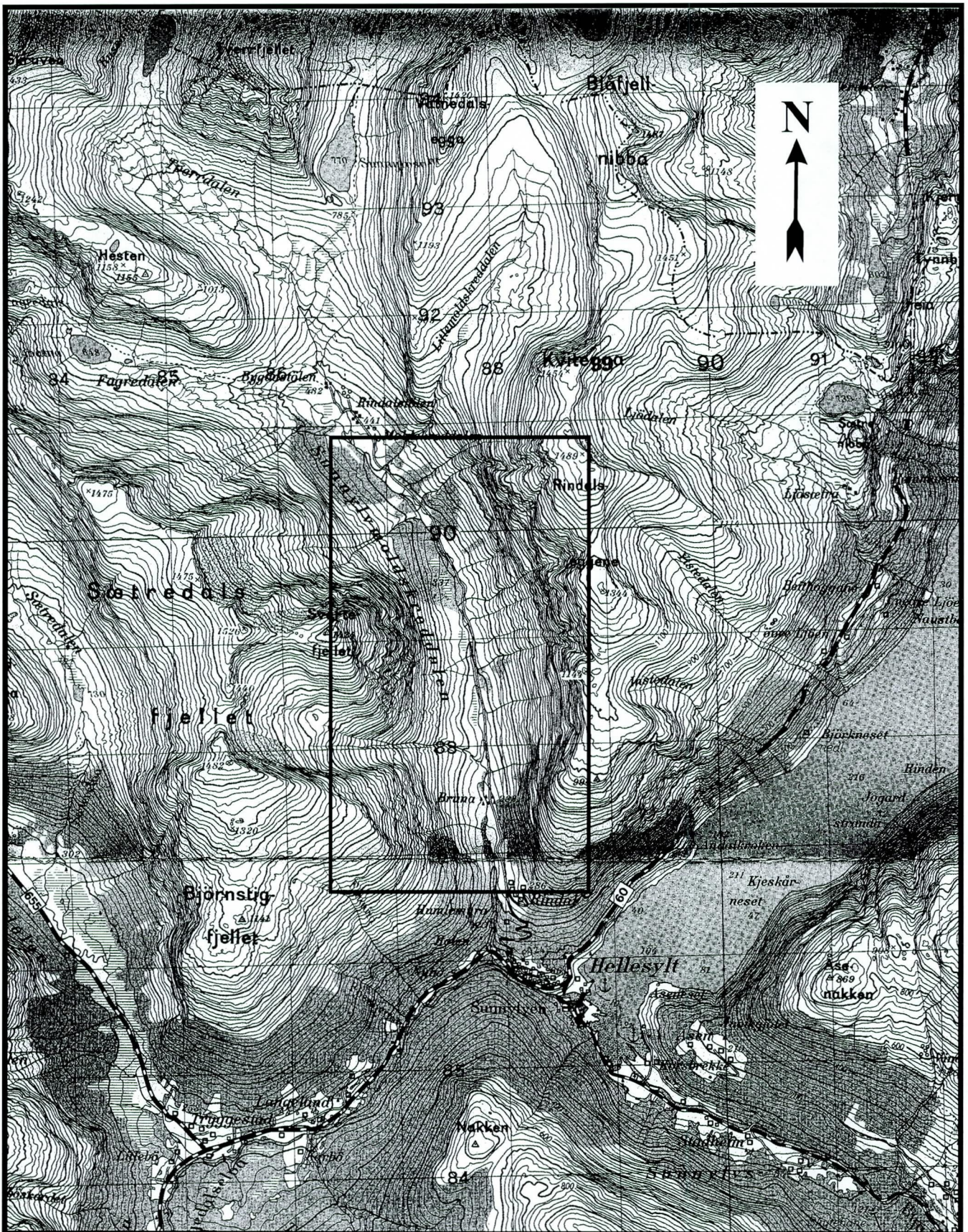
$$\epsilon_r = \left(\frac{c}{v}\right)^2$$

hvor ϵ_r er det relative dielektrisitetsstallet. ϵ_r -verdien for et materiale vil derfor være en bestemmende faktor for beregning av dyp til reflektorer. I tabellen på neste side er det gitt en oversikt over erfaringstall for ϵ_r i en del materialtyper. Tabellen viser også hastigheter og ledningsevne i de samme media.

Dybderekkevidden for georadarmålinger er i stor grad avhengig av elektrisk ledningsevne i grunnen og av den utsendte antennefrekvens. Både økende ledningsevne og en økning i antennefrekvens vil føre til hurtigere dempning av bølgepulsene og dermed minkende penetrasjon. I godt ledende materiale som marin silt og leire vil penetrasjonen være helt ubetydelig. I dårlig ledende materiale som f.eks. tørr sand, kan det forventes en dybderekkevidde på flere titalls meter når det benyttes en lavfrekvent antenne (f.eks. 50 eller 100 Mhz). For grunnere undersøkelser vil en mer høyfrekvent antenne gi bedre vertikal oppløsning.

<u>Medium</u>	<u>ϵ_r</u>	<u>v (m/ns)</u>	<u>ledningsevne (mS/m)</u>
<i>Luft</i>	<i>1</i>	<i>0.3</i>	<i>0</i>
<i>Ferskvann</i>	<i>81</i>	<i>0.033</i>	<i>0.1</i>
<i>Sjøvann</i>	<i>81</i>	<i>0.033</i>	<i>1000</i>
<i>Leire</i>	<i>5-40</i>	<i>0.05-0.13</i>	<i>1-300</i>
<i>Tørr sand</i>	<i>5-10</i>	<i>0.09-0.14</i>	<i>0.01</i>
<i>Vannmettet sand</i>	<i>15-20</i>	<i>0.07-0.08</i>	<i>0.03-0.3</i>
<i>Silt</i>	<i>5-30</i>	<i>0.05-0.13</i>	<i>1-100</i>
<i>Fjell</i>	<i>5-8</i>	<i>0.10-0.13</i>	<i>0.01-1</i>

Tabell over relativt dielektrisitetstall, radarbølge-hastigheter og ledningsevne i vanlige materialtyper.



NGU/STRANDA KOMMUNE

Oversiktskart

SUNNYLVMOLDSKREDDALEN

STRANDA KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1 : 50000

MÅLT T.L.

TEGN T.L.

TRAC

KFR

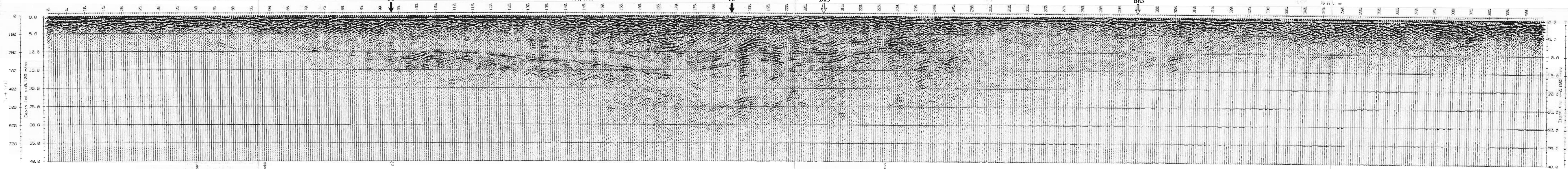
Oktober - 98

Juli - 99

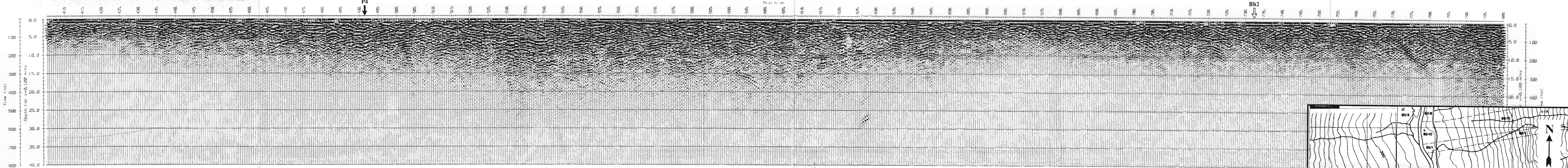
TEGNING NR
99.078-01

KARTBLAD NR
1219 II

PROFIL 1



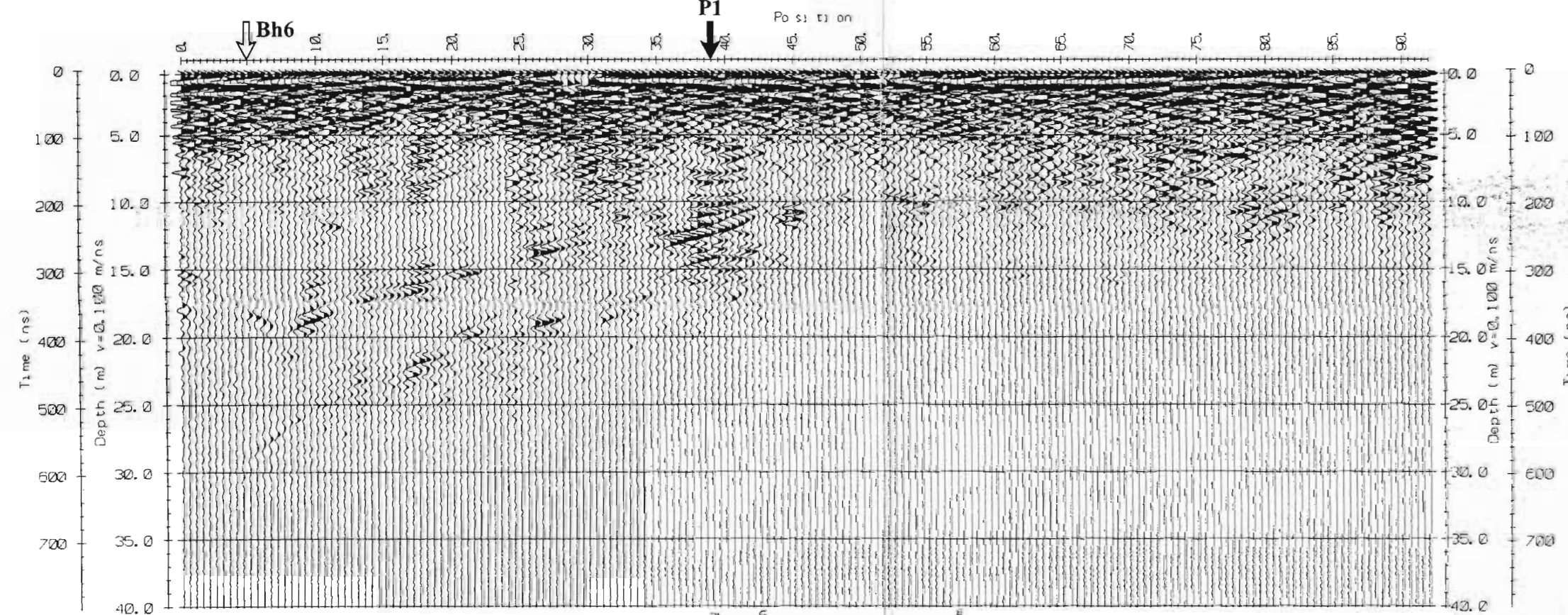
PROFIL 1, forts.



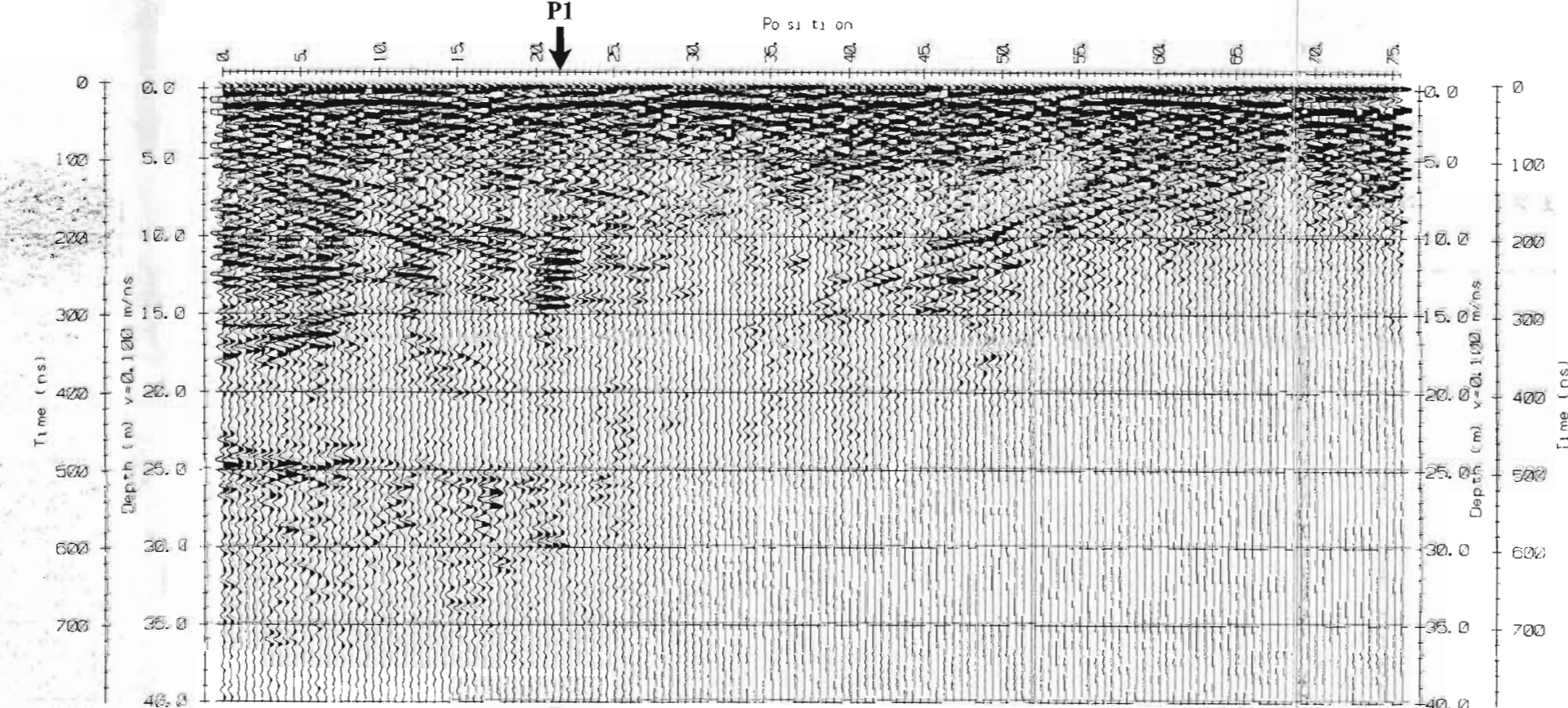
TEGNFORKLARING (opptak)

- P2 ↓ Kryssende georadarprofil
- Bh1 ↓ Sonderboring med testpumping
- Bh3 ↓ Sonderboring

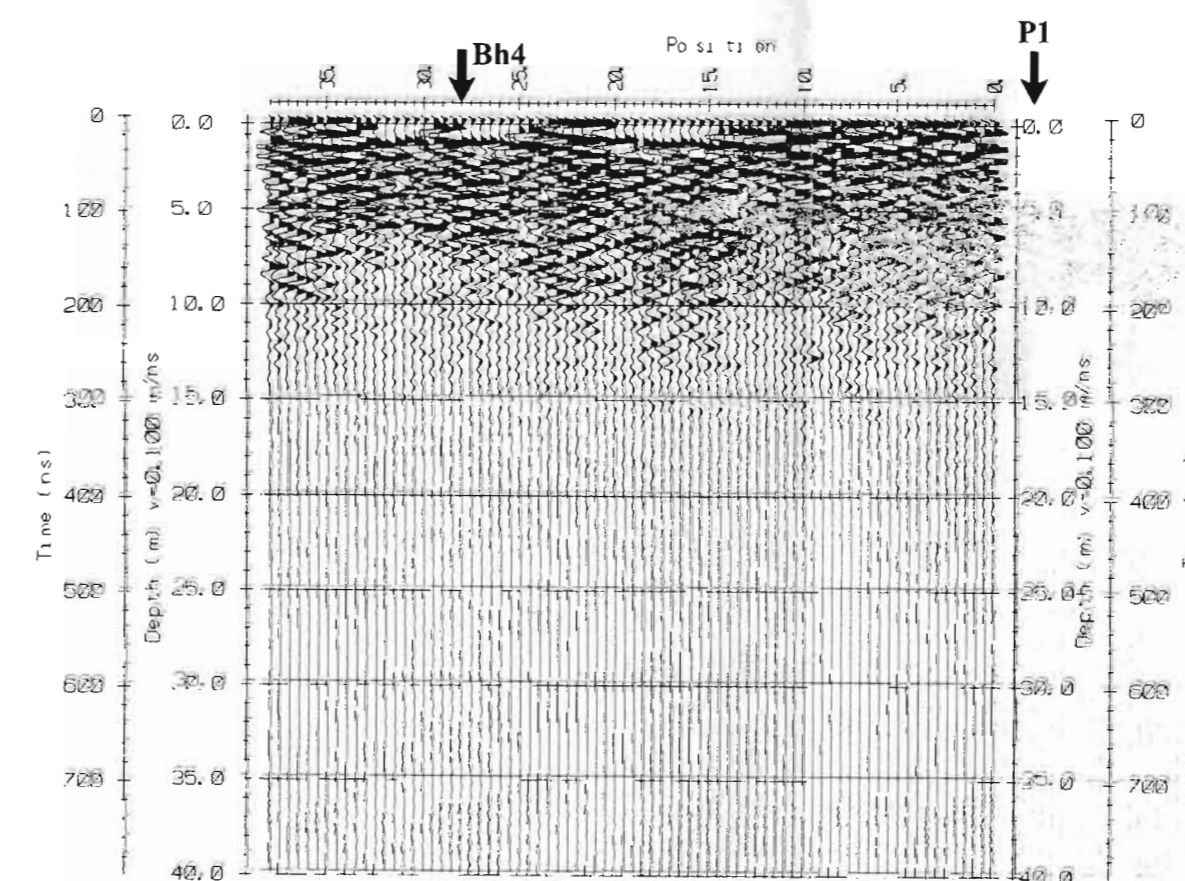
PROFIL 2



PROFIL 3

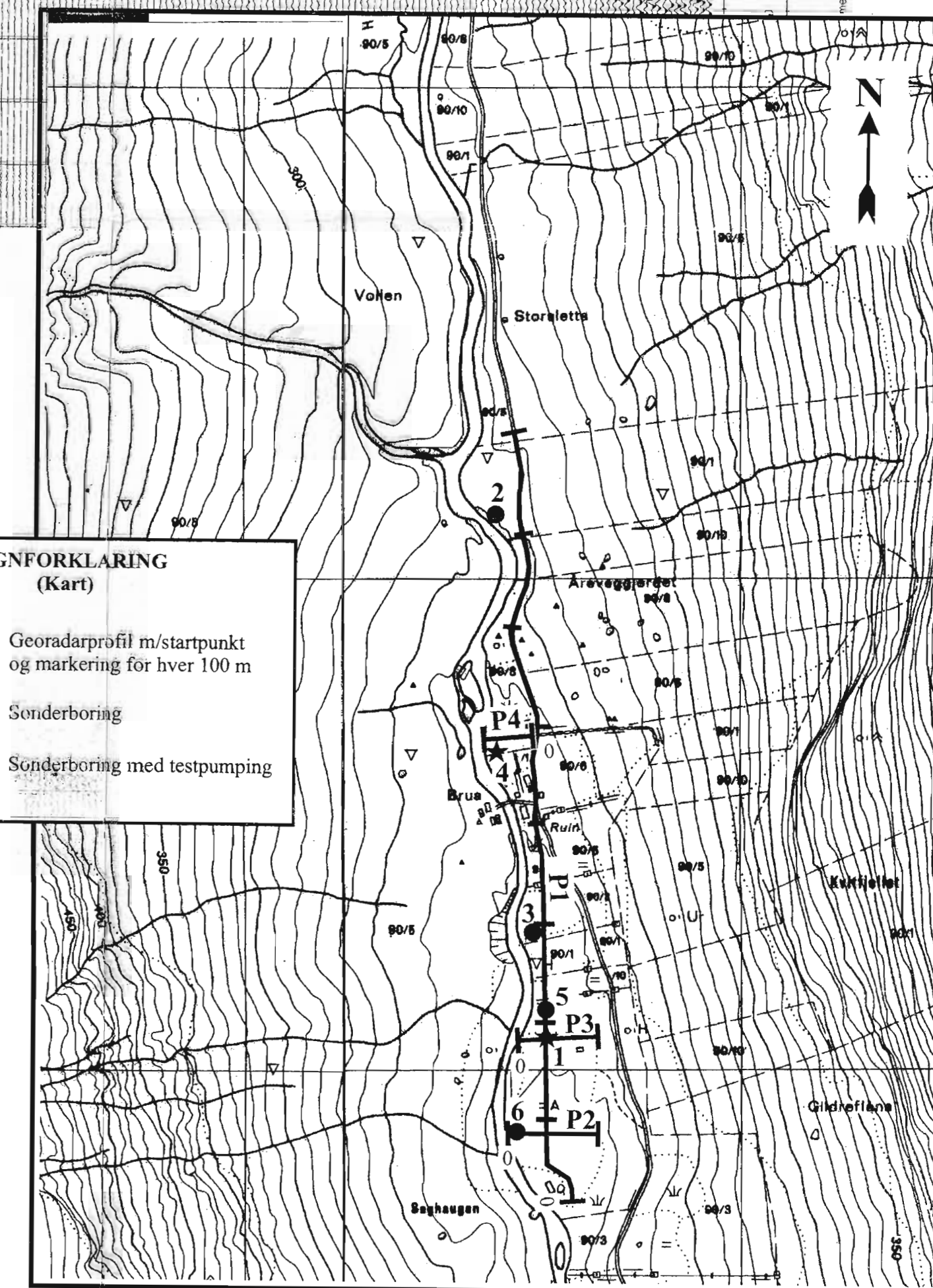


PROFIL 4



TEGNFORKLARING (Kart)

- P1 | Georadarprofil m/startpunkt og markering for hver 100 m
- 3 ● Sonderboring
- 1 ★ Sonderboring med testpumping



NGU/STRANDA KOMMUNE GEORADAROPPTAK, P1, P2, P3 OG P4	MÅLESTOKK 1: 5000 (Kart)	MÅLT T.L. TRAC KFR	Oktober 1998 Juli 1999
SUNNYLMOLDSKREDDALEN MØRE OG ROMSDAL	KARTBILAG NR 99.078-02	KARTBLAD NR 1219 II	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM			