

NGU Rapport 99.122

Georadarmålinger ved Mælen grustak i
Kåfjorddalen, Kåfjord kommune, Troms

Rapport nr.: 99.122		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Georadarmålinger ved Mælen grustak i Kåfjorddalen, Kåfjord kommune, Troms			
Forfatter: Jan Fredrik Tønnesen		Oppdragsgiver: NGU / Kåfjord kommune	
Fylke: Troms		Kommune: Kåfjord	
Kartblad (M=1:250.000) Nordreisa		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1633 I Manddalen	
Forekomstens navn og koordinater: Mælen grustak 34W 4956 77077		Sidetall: 11	Pris: 65,-
Feltarbeid utført: Sep. 1999		Rapportdato: 9.12.1999	Prosjektnr.: 2680.05
		Ansvarelig: <i>Jan S. Høyem</i>	
<p>Sammendrag:</p> <p>Georadarmålingene er utført på toppen av sand- og grusavsetningene som ligger langs nordøstsiden av dalen og som strekker seg 800 m mot nordnordvest fra nåværende grustak. Målingene omfatter 6 georadarprofiler med samlet lengde 1300 m. I Grusdatabasen ved NGU har forekomsten referansenr. 1940-1 med navnet Holmen øst.</p> <p>Vinderosjon og derpå følgende plager av sandflukt fra dette massetaket har gjort det ønskelig å flytte massetaket til en ny lokalitet som kan hindre ulempe. I det mest aktuelle området er sand/grusavsetningene med best kvalitet dekket av et lag med mer finkornig materiale. Formålet med målingene var å kartlegge utbredelse og mektighet av både dette overflatelaget og likeså av de massene som kan regnes å være best egnet for uttak. Vurderingen av disse resultatene vil kunne gi grunnlag for en anbefaling om lokalisering av nytt uttak.</p> <p>Ut fra målingene ser det ut til at overflatelag med høyt finstoffinnhold dekker hele sørlige del av avsetningene og strekker seg ca. 250 m nordover fra nordsiden av dagens massetak. Laget har størst mektighet i sør (over 20 m) og nordover langs østsiden.</p> <p>Videre mot nord kommer breelvavsetningene helt opp i dagen og består av mektige deltaavsetninger. I et større område er det kartlagt at breelvavsetningene har sand/grus-mektigheter på mer enn 20 m.</p> <p>For å unngå overflatelag med høyt finstoffinnhold og samtidig redusere/fjerne ulempe ved vinderosjon, anbefales at åpningen av framtidig masseuttak lokaliseres til nordligste del av østskråningen.</p> <p>Målingene kan ikke avgjøre om sand/grusavsetningene tilfredsstillende ønskede kvalitetskrav. For å kunne fastslå kvalitet vil det være nødvendig med prøvetaking for nærmere materialanalyse.</p>			
Emneord: Geofysikk	Georadar	Løsmasser	
Byggeråstoff	Grus		
		Fagrapport	

INNHold

1. INNLEDNING.....	4
2. MÅLEMETODE OG UTFØRELSE	4
3. RESULTATER.....	5
4. KONKLUSJON.....	6
5. REFERANSE.....	7

TEKSTBILAG

1. Georadar – metodebeskrivelse
2. Skjema for tolkning av georadaropptak

DATABILAG

1. CMP-måling (CMP2) og hastighetsanalyse

KARTBILAG

- 99.122-01 Oversiktskart – Georadarprofiler (M 1:5 000)
- 99.122-02 Tolkningskart – Georadarmålinger (M 1:5 000)
- 99.122-03 Utskrift av georadaropptak (P1, P2, P3, P4, P5, P6)

1. INNLEDNING

Georadarmålingene er utført på toppen av sand- og grusavsetningene som ligger langs nordøstsiden av dalen og som strekker seg 800 m mot nordnordvest fra nåværende massetak i sørøst (se kartbilag -01). Vinderosjon og derpå følgende plager av sandflukt fra dette massetaket har gjort det ønskelig å flytte massetaket til en ny lokalitet som kan hindre ulempe. I det mest aktuelle området er sand/grusavsetningene med best kvalitet dekket av et lag med mer finkornig materiale. Formålet med målingene var å kartlegge utbredelse og mektighet av både dette overflatelaget og likeså av de massene som kan regnes å være best egnet for uttak. Vurderingen av disse resultatene vil kunne gi grunnlag for en anbefaling om lokalisering av nytt uttak.

Målingene omfatter 6 georadarprofiler med samlet lengde 1300 m. I tillegg til profilmålingene ble det utført en CMP-måling for å bestemme radarbølgehastigheten i løsmassene. Målingene ble utført av forsker Jan Fredrik Tønnesen (NGU) og en feltmedarbeider fra kommunen.

2. MÅLEMETODE OG UTFØRELSE

Georadar er en elektromagnetisk målemetode som kan benyttes til undersøkelse av lagdeling og strukturer i grunnen. Metoden er basert på registrering av reflekterte elektromagnetiske bølgepulser fra grenseflater i jorda. En mer detaljert beskrivelse av målinger med georadar er vedlagt i tekstbilag 1. Georadaren som ble benyttet er digital og av typen pulseEKKO 100 (Sensors & Software Inc., Canada).

For alle 6 profilene (P1-P6) ble det benyttet en sender på 1000V og antenner med senterfrekvens 100 MHz. Opptakstiden var 1200 ns (nanosekunder) med samplingsintervall på 0,8 ns. For om mulig å øke dybderekkevidden av georadarsignalene ble samtlige profiler også målt med antenner med senterfrekvens 50 MHz og med opptakstid 1400 ns og samplingsintervall 1,6 ns. Disse opptakene fikk profilbetegnelse P1X-P6X. (P1X og P3X er målt i motsatt retning i forhold til P1 og P3). For å lette gjennomføringen av målingene ble antennene plassert på en håndtrukket spesialvogn med en fast antenneavstand på 1,0 m. Et tilhørende målehjul registrerte avstand langs profilet, og fra en kontrollenhet ble målepunktavstanden forhåndsinnstilt slik at radaren automatisk utførte måling for hver 0,5 m. I hvert målepunkt (posisjon) ble det foretatt 8 registreringer som ble summert. Underveis langs profilet ble det skrevet inn kommentarer om kryssende profiler, gjerder, kraftlinjer og andre terrengdetaljer for å få sikrest mulig profilposisjonering. Ved CMP-målingen ble det bare benyttet antenner med senterfrekvens 50 MHz.

Ved utskrift av profilopptakene ble det benyttet egendefinert forsterkning. Ved denne type forsterkning settes bestemte forsterkningsverdier ved bestemte tidspunkt. Ved utskrift blir forsterkningen lineært interpolert mellom forsterkningsverdiene. Terreng høyden langs profilene er hovedsakelig lagt inn ut fra kartgrunnlaget, men også ut fra visuell vurdering samtidig med målingene. Kartgrunnlag er økonomisk kartverk (M 1:5 000) med 5 m koteavstand.

Penetrasjonsdypet (dybderekkevidden) vil som regel beskrive mektigheten av sand/grusdominerte avsetninger, men refleksjonsmønsteret gir i tillegg betydelig informasjon om

endringer i avsetningstype og materialsammensetning. I tekstbilag 2 er vist et skjema (etter Beres & Haeni 1991) som kan være til hjelp for tolkning av sammenhengen mellom refleksjonsmønster og løsmasstype.

Sentralt oppe på avsetningene er det plassert en metallgittermast for overføring av radio- og TV-signaler. Disse kom inn som varierende, men til dels meget kraftige støysignaler i georadaropptakene. Signal/støyforholdet er forsøkt forbedret ved båndpass-filtrering av opptakene og det er oppnådd best resultat ved å fjerne innholdet av høyfrekvent energi. Ved lavpassfiltrering av opptakene målt med 100 MHz antenner er frekvenser over 125 MHz fjernet, mens frekvenser over 94 MHz er fjernet i opptakene med 50 MHz antenner. Langs en del av profildelene er det etter filtreringen fremdeles et forholdsvis høyt støynivå.

3. RESULTATER

Lokalisering av georadarprofiler og CMP-opptak er vist i kartbilag –01. Utskrift av georadaropptakene langs profilene er vist i kartbilag –03 for målingene utført med 100 MHz antenner (P1-P6). Profilmålingene utført med 50 MHz antenner (P1X-P6X) gav begrenset tilleggsinformasjon, det ble oppnådd noe bedret penetrasjon, men med dårligere oppløsning spesielt overflatenært. Disse målingene er derfor ikke framstilt i rapporten men kan om ønskelig bli plottet ut på forespørsel. Utskrift av CMP-opptak (CMP2) og resultat av hastighetsanalysen er vist i databilag 1. Hastighetsanalysen indikerer at georadarbølgene har en hastighet på rundt 0,12 m/ns i løsmasseavsetningene ned til et dyp på 20 m. Dette tyder på forholdsvis stor mektighet av umettede (tørre) sand/grus-avsetninger. Ved beregning av høydeskala i profilutskriftene er hastigheten på 0.12 m/ns benyttet. Hastigheten vil være for høy dersom det opptrer vannmettede løsmasser, og indikerte reflektorer vil da ligge grunnere enn høydeskalaen indikerer.

Profil P1 er dominert av fra nær horisontale til slakt bølgeformede reflektorer, men innimellom opptrer mer usammenhengende reflektorer og innslag av skrålagning. Reflektorer som skråner opp mot nord fra 8-10 m dyp ved pos. 220 m til nær overflaten ved pos. 260 m, indikerer sannsynligvis skillet mellom forholdsvis finkornige overflatesedimenter i sør og antatt grovere breelvavsetninger overflatenært i nord. Mektigheten av overflatelaget videre mot sør, og dermed grensen mot antatt grovere avsetninger under, er forholdsvis usikker. I området pos. 95-175 m kan mektigheten være 13-16 m, dvs. at grensen ligger 72-75 m o.h. Den ser ut til å skråne noe ned videre mot sør og ligger muligens rundt 65 m o.h. ved sørenden av profilet. I nordligste del av profilet (fra sving mot venstre ved pos. 387 m) er det indikert skrålagning med fall mot nord. I breelvavsetningene for øvrig i nordlige del av profilet ser det ut til å opptre nær horisontale reflektorer i profilretningen, men refleksjonsmønsteret mot dypet er meget usikkert på grunn av høyt støynivå i måleområdet.

Tverrprofilet P2, som krysser P1 over toppen ved pos. 60 m, bekrefter at avsetningene i sør har tilnærmet horisontale reflektorer. Mektigheten av finstoffrikt materiale er usikker, men kan være 15-25 m.

Tverrprofilet P3, som krysser P1 ved pos. 160 m, indikerer mer variable avsetninger i overflatelaget. Materialet ser ut til å være avsatt fra øst mot vest i flere omganger (sekvenser). Øverste sekvens har markert skrålagning med fall mot vest. Den har størst mektighet 20 m fra østenden med 11 m avtagende til 2-3 m ved vestenden. Underliggende sekvens(er) har bare

skrålagning lengst øst, og de tynner også ut mot vest. Overgang mot eldre og trolig grovere breelvavsetninger kan ligge rundt 20 m dypt i østligste del av profilet, men dyppet avtar trolig til 8-10 m mot vestenden. I overflatelaget må det regnes at øverste sekvens har grovest materiale og kan bestå av sand og grus, mens underliggende sekvenser vil være mer finkornige. Det antas også at materialet blir mer finkornig vestover langs sekvensene.

Tverrprofilet P4, som krysser P1 i nord ved pos. 295 m, viser deltautbygging av antatt sand/grus-dominerte breelvavsetninger. Deltautbyggingen har foregått i fjorden i en tid da sjønivået lå nær i nivå med toppen av deltaet, dvs. i nivå rundt vel 90 m o.h. Øverst er det et 2-6 m tykt lag med stort sett horisontale reflektorer og som regnes å bestå av forholdsvis grovt men dårlig sortert materiale (deltatopp-avsetninger). Under er det markert skrålagning med fall mot vest langs P4 og skrålagningen når ned til penetrasjonsdyp på rundt 25 m i P4 (og vel 30 m i P4X). Disse avsetningene regnes å bestå av bedre sorterte sand/grus-lag avsatt ute på deltaskråningen (deltafront-avsetninger).

Profil P5 langs nordlige del av avsetningene viser tilsvarende breelvavsetninger som langs profil P4 og nordlige del av P1. Langs de sørlige 225 m av profilet er det gjennomgående oppnådd penetrasjon ned til 20-25 m dyp i avsetninger med deltaskrålagning med fall mot nordvest langs profilet, og det er størst penetrasjon med bortimot 30 m i området pos. 100-220 m. I P5X er det indikert at skrålagningen kan nå ned til 25-30 m i sørligste del, til 35-40 m i området 100-170 m og vel 30 m videre fram til pos.230 m. Deltaavsetningene tynner ut videre mot nordvest, mens underliggende materiale kan være annen løsmasstype, trolig morene, men det er også mulig at fjelloverflaten kan komme opp mot nordvest. Det er ikke registrert deltaskrålagning nordvest for pos. 345 m, og det regnes at det bare er 5-10 m med breelavsatt materiale langs resten av profilet. Tverrprofilet P6, som krysser P5 ved pos. 287 m, indikerer at breelvavsetningene tynner kraftig ut mot dalsiden i nordøst fra 18 m i krysningpunktet til 7-8 m de nordøstligste 15 m av profilet. Mot sørvest kan mektigheten øke til over 25 m.

4. KONKLUSJON

En sammenfatning av resultater og tolkning av georadarmålingene er framstilt i kartbilag –02.

Overflatelag med høyt finstoffinnhold ser ut til å dekke hele sørlige del av avsetningene og strekker seg ca. 250 m nordover fra nordsiden av dagens massetak. Laget har størst mektighet i sør (over 20 m) og nordover langs østsiden.

Videre mot nord kommer breelvavsetningene helt opp i dagen og består av mektige deltaavsetninger. På kartet er det forsøkt tegnet inn utstrekning av breelvmateriale med anslått mektighet av sand/grus på mer enn 20 m.

For å unngå overflatelag med høyt finstoffinnhold og samtidig redusere/fjerne ulempene ved vinderosjon, anbefales at åpningen av framtidig masseuttak lokaliseres til nordligste del av østskråningen.

Målingene kan ikke avgjøre om sand/grus-avsetningene tilfredsstillende ønskede kvalitetskrav. For å kunne fastslå kvalitet vil det være nødvendig med prøvetaking for nærmere materialanalyse.

5. REFERANSE

Beres, M.Jr. & Haeni, F.P. 1991: Application of ground-penetrating-radar methods in hydrogeological studies. *Ground water* 29, 375-386.

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;

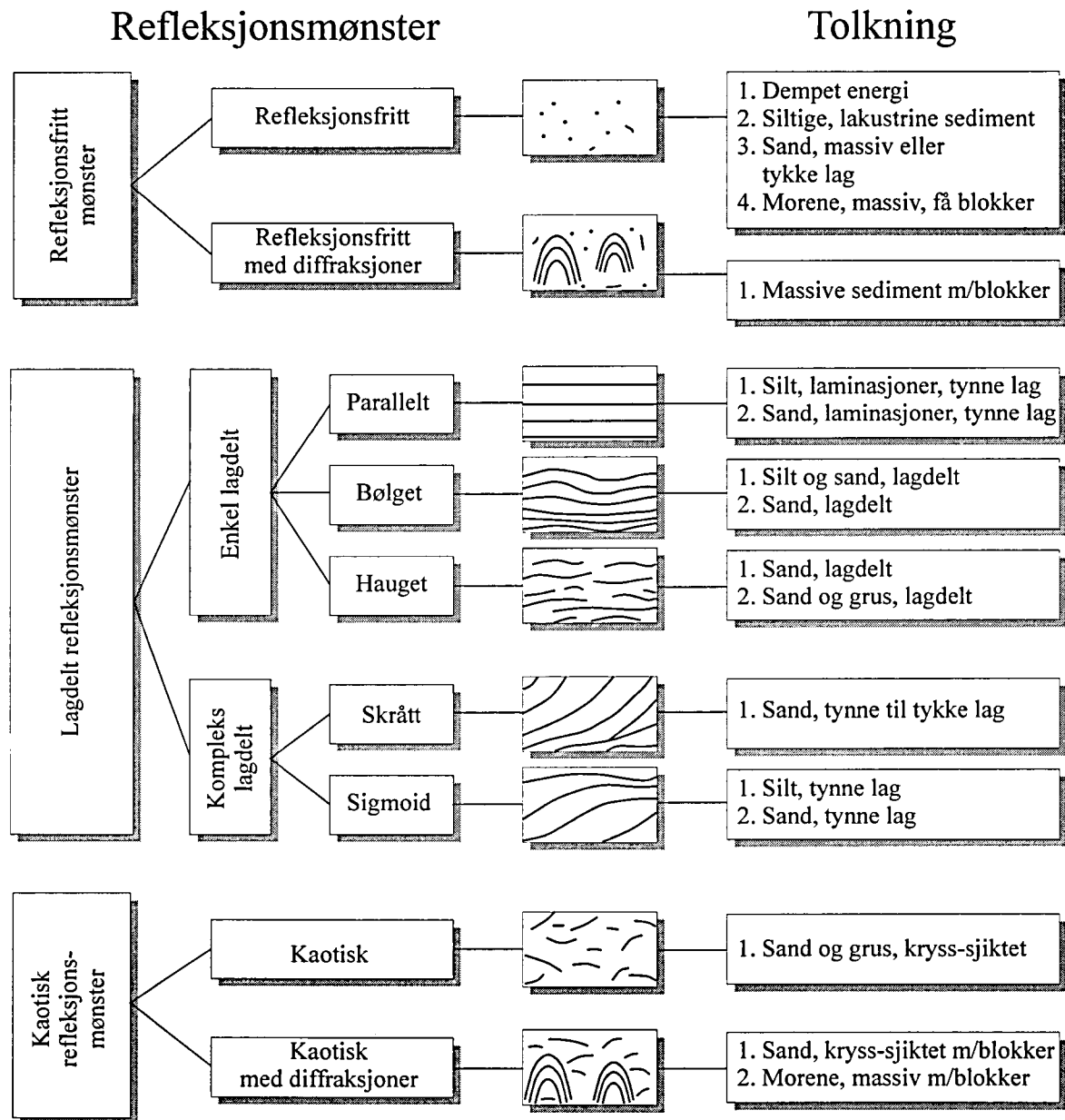
$$\epsilon_r = \left(\frac{c}{v}\right)^2$$

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

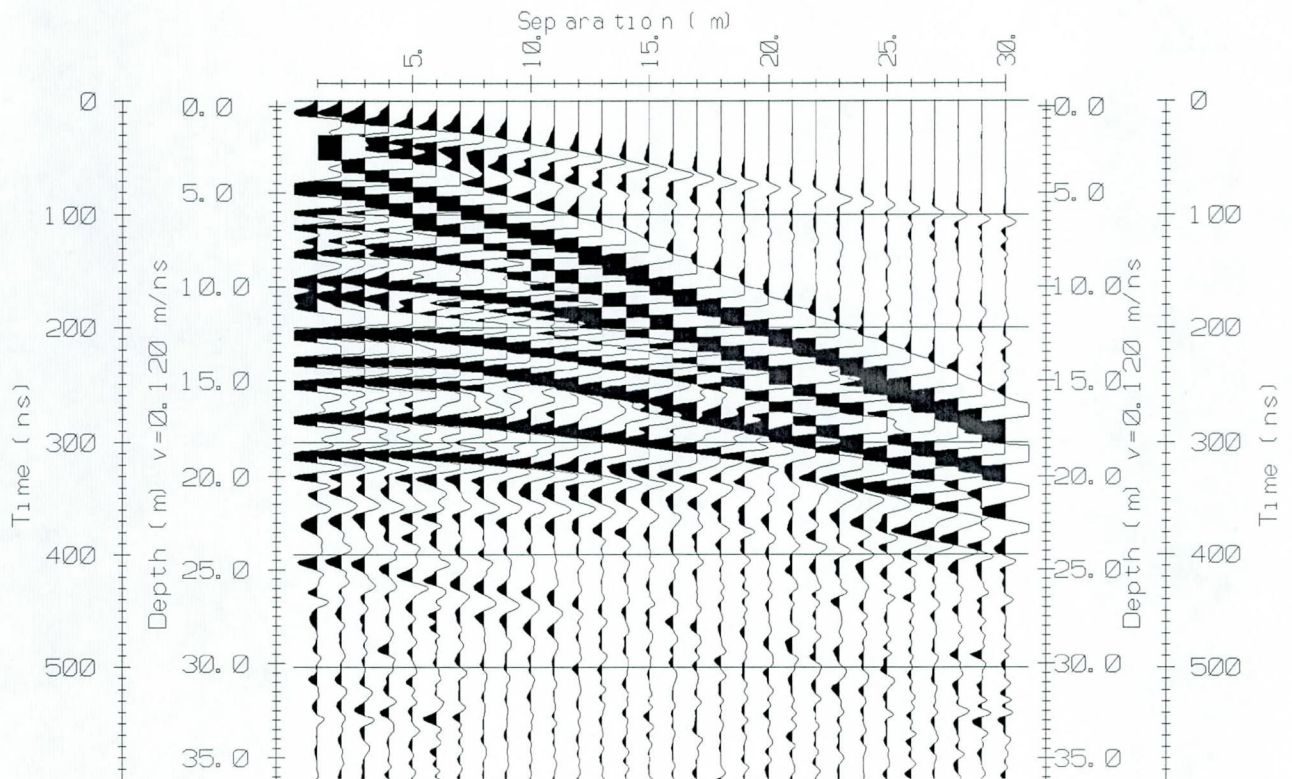
Tabell over relativt dielektrisitetstall, radarbølge-hastigheter og ledningsevne i vanlige materialtyper.



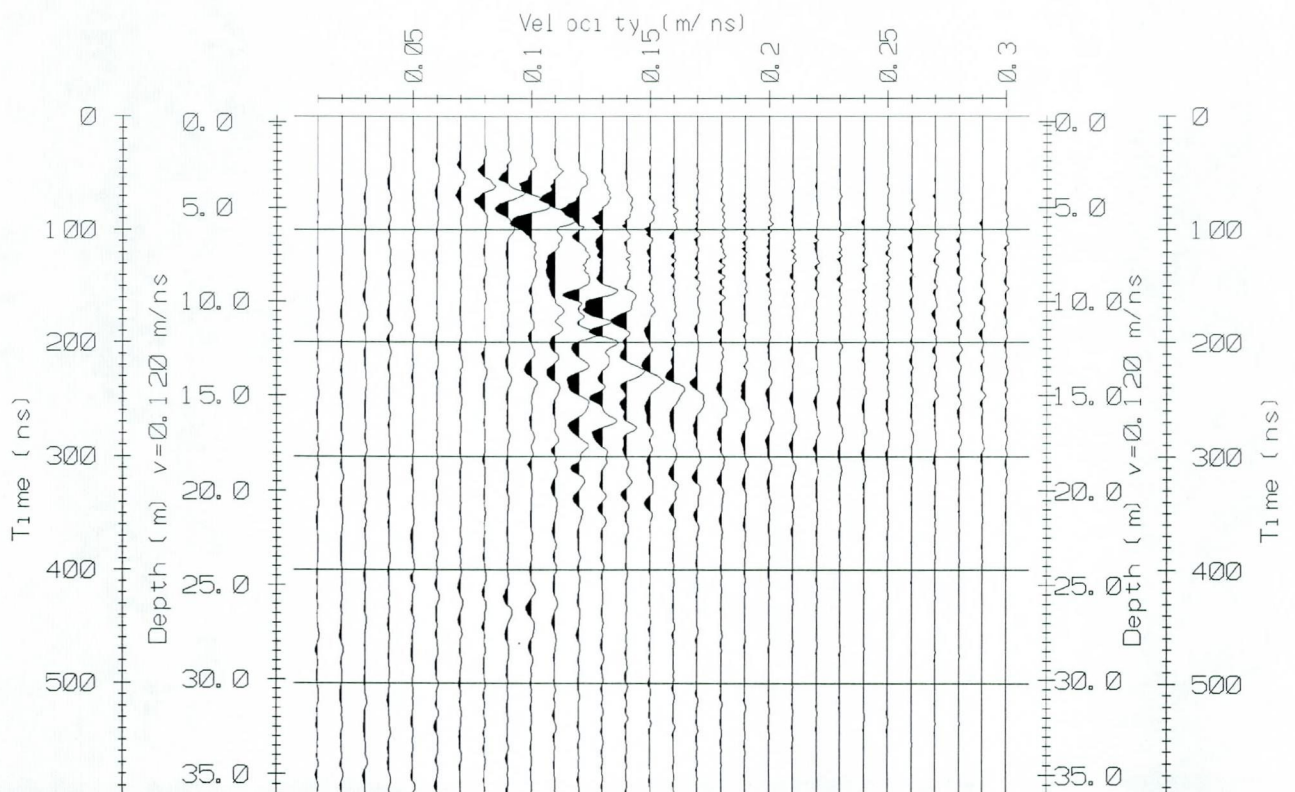
Skjema som knytter refleksjonsmønster på georadaropptak til avsetningstype og lagdeling (etter Beres & Haeni, 1991).

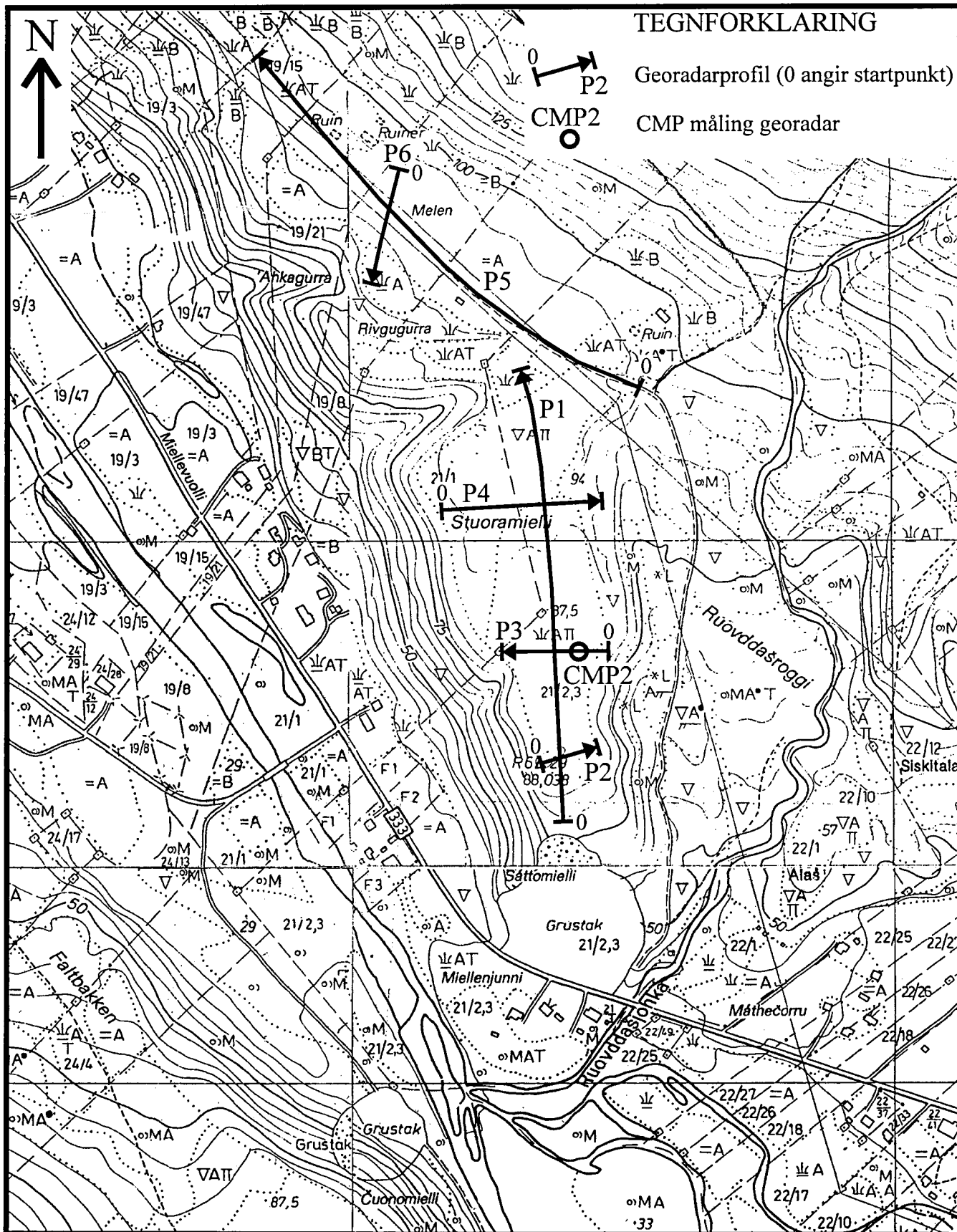
Kåfjord, Mælen grustak, CMP2, lokalisert ved pos. 33 i P3

CMP-opptak



Hastighetsanalyse





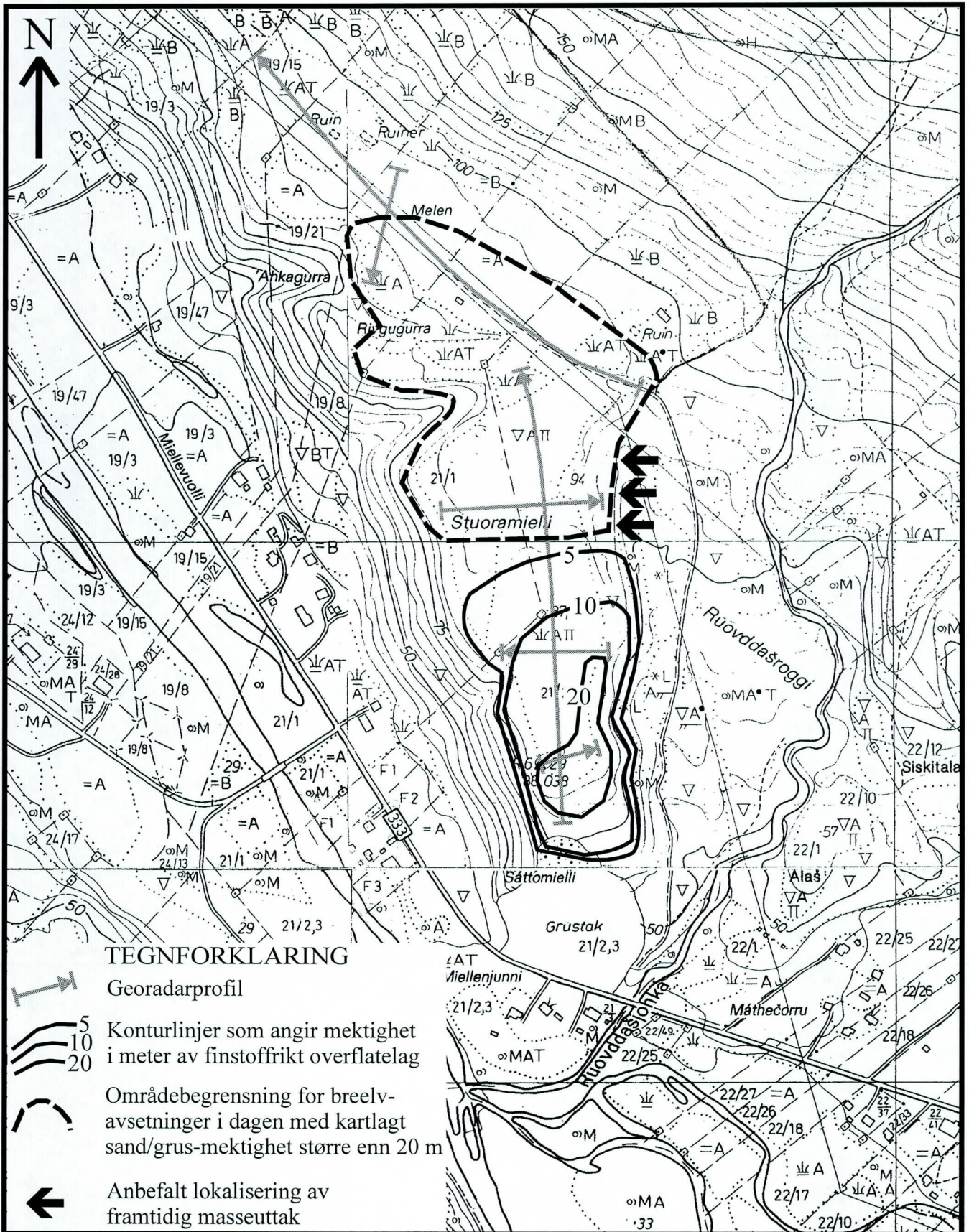
TEGNFORKLARING

Georadarprofil (0 angir startpunkt)
 CMP måling georadar





NGU / KÅFJORD KOMMUNE
 OVERSIKTSKART - GEORADARPROFILER
MÆLEN GRUSTAK, KÅFJORD
 KÅFJORD KOMMUNE, TROMS

MÅLESTOKK 1:5 000	MÅLT JFT	SEP. -99
	TEGN JFT	NOV. -99
	TRAC	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	KARTBILAG NR. 99.122-01	KARTBLAD NR. 1633 I
---	----------------------------	------------------------



TEGNFORKLARING

-  Georadarprofil
-  Konturlinjer som angir mektighet i meter av finstoffrikt overflatelag
-  Områdebegrensning for brelv-avsetninger i dagen med kartlagt sand/grus-mektighet større enn 20 m
-  Anbefalt lokalisering av framtidig masseuttak

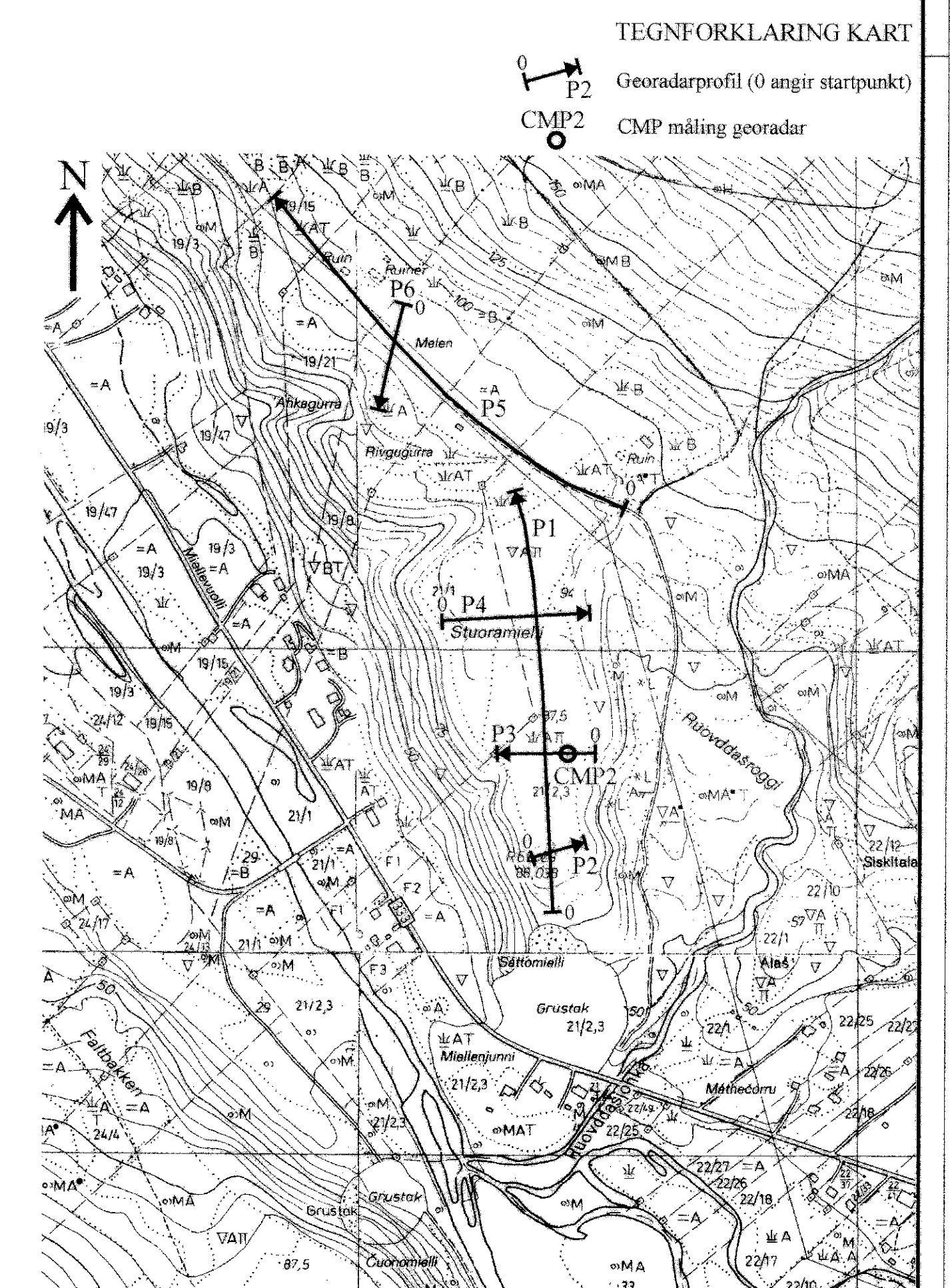
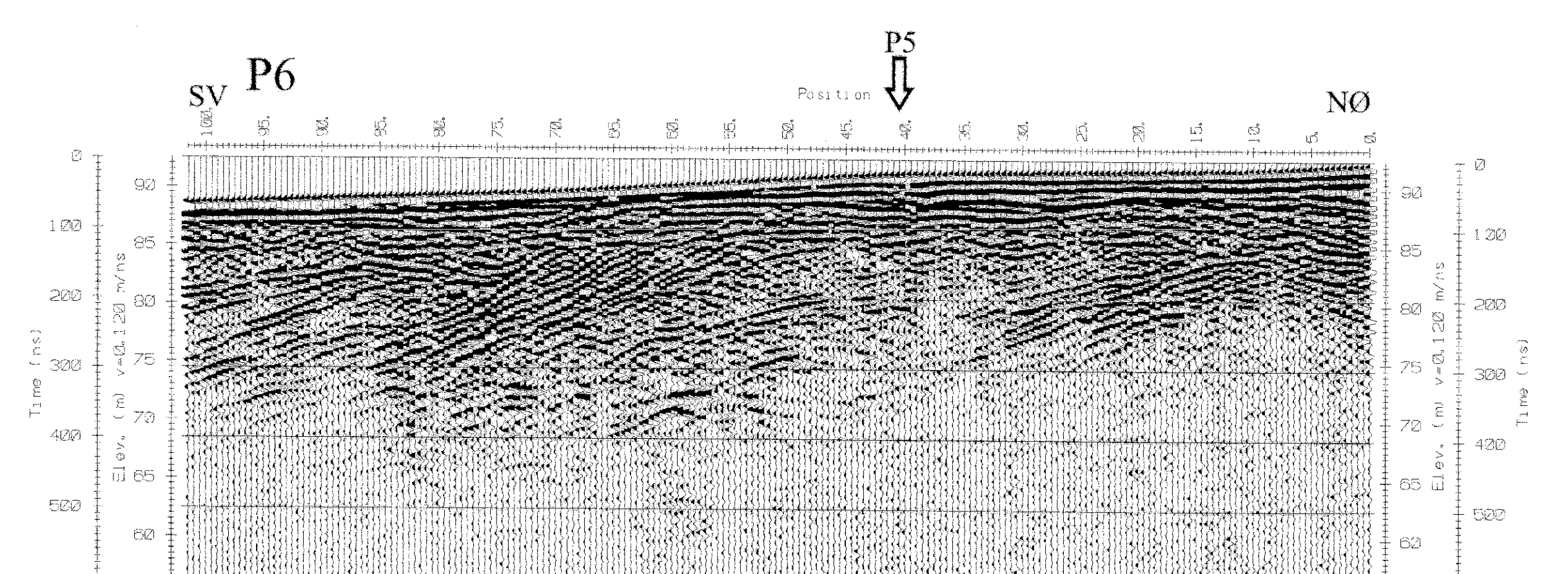
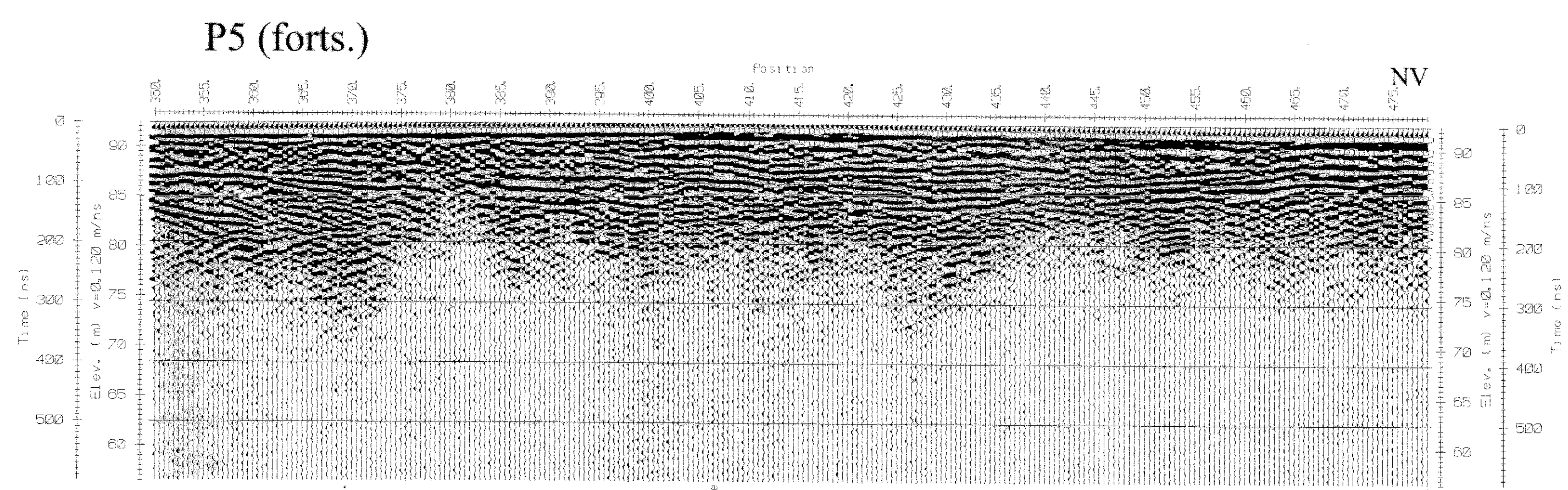
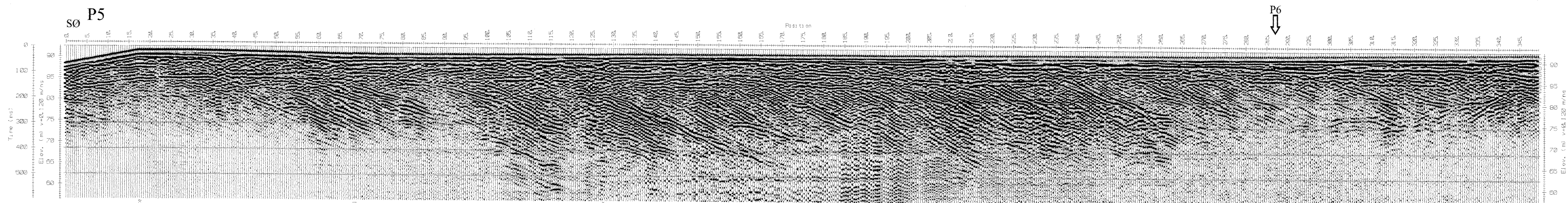
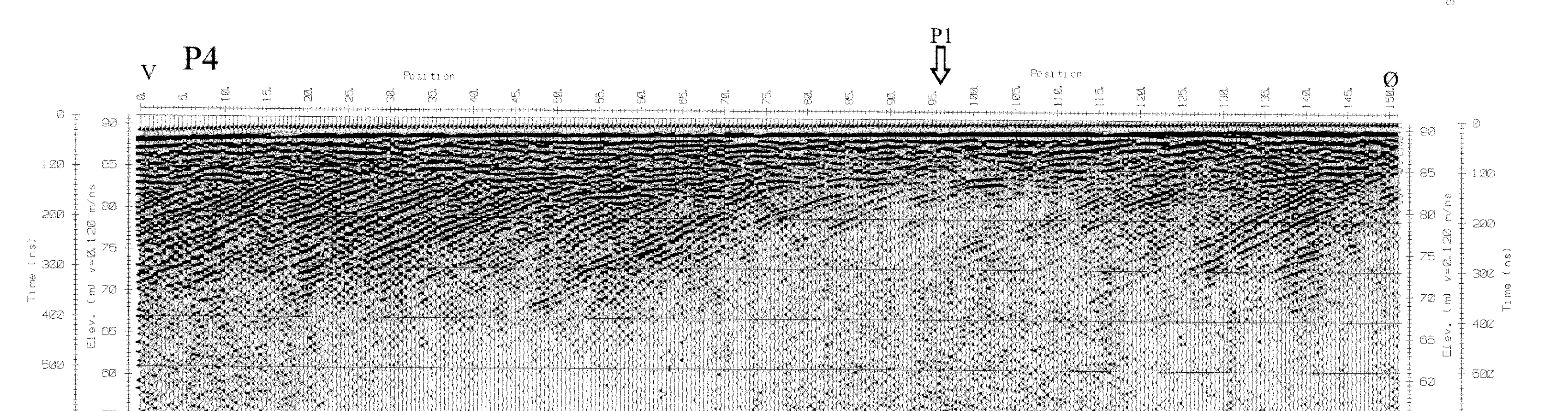
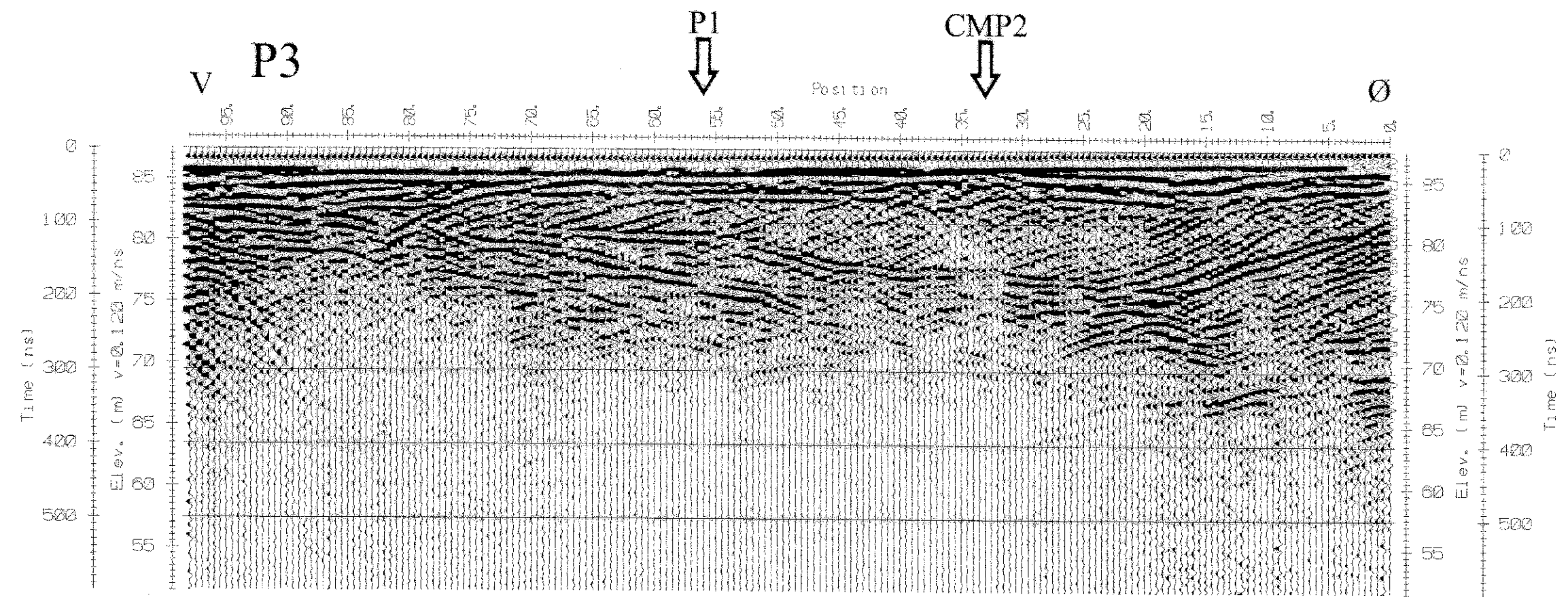
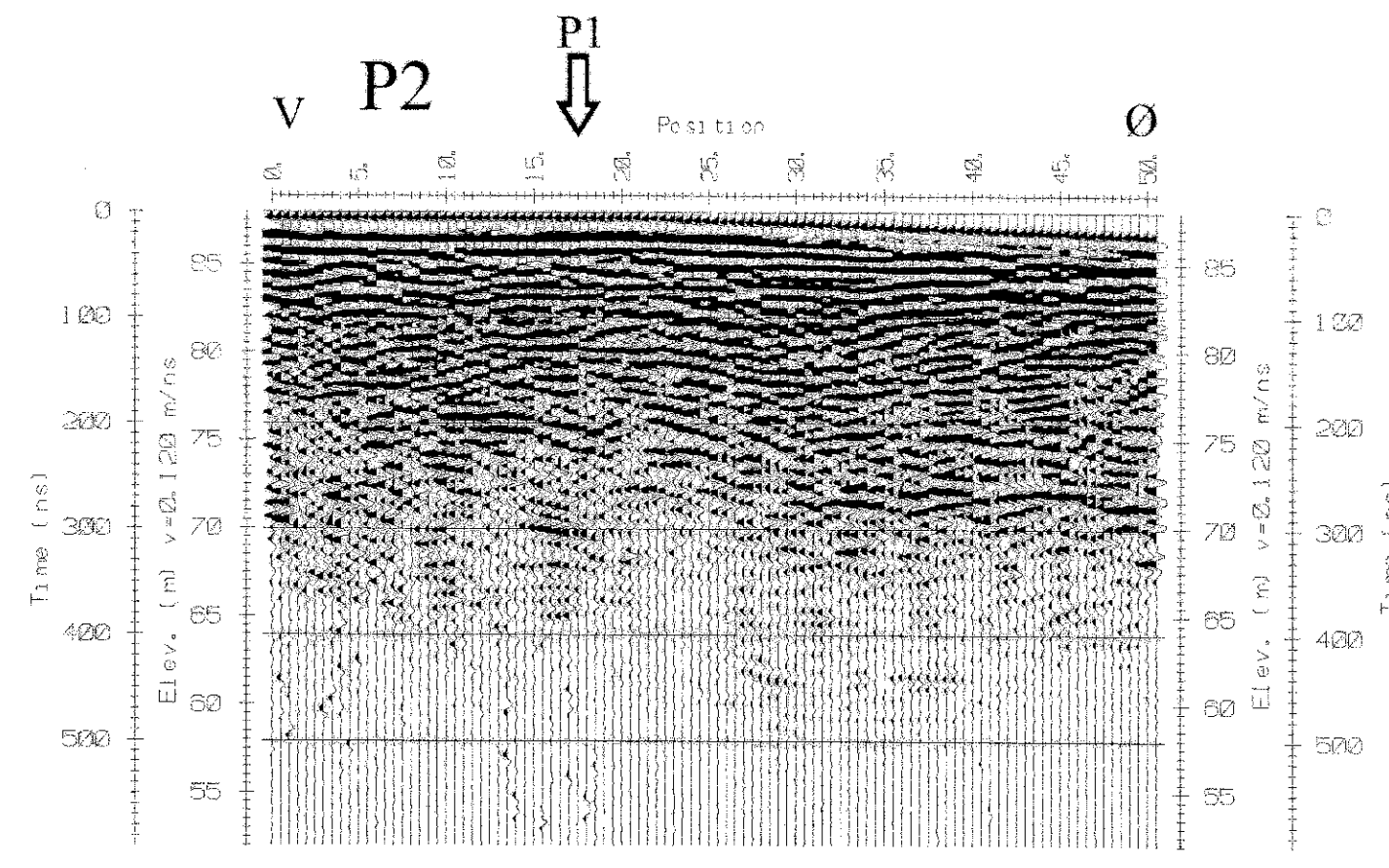
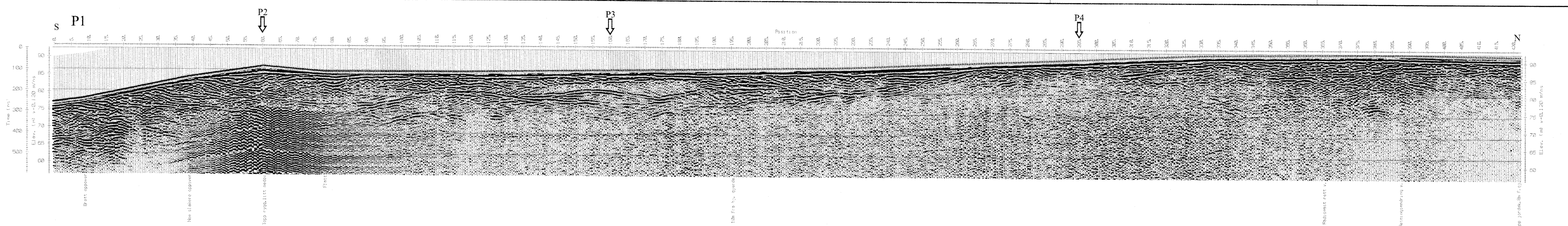
NGU / KÅFJORD KOMMUNE
 TOLKNINGSKART - GEORADARMÅLINGER
MÆLEN GRUSTAK, KÅFJORD
 KÅFJORD KOMMUNE, TROMS

MÅLESTOKK 1:5 000	MÅLT JFT	SEP. -99
	TEGN JFT	NOV. -99
	TRAC	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

KARTBILAG NR.
 99.122-02

KARTBLAD NR.
 1633 I



TEGNFORKLARING PROFILER

P1 Kryssende profil
 CMP2 Posisjon for CMP-måling

NGU / KÅFJORD KOMMUNE GEORADAROPPTAK P1, P2, P3, P4, P5, P6 MÆLEN GRUSTAK, KÅFJORD KÅFJORD KOMMUNE, TROMS		MALESTOKK 1:5 000 (KART)	MÅLT JFT TEGN JFT TRAC KFR	SEP.-99 NOV.-99
NORGE'S GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM		KARTBLAD NR. 99.122-03	KARTBLAD NR. 1633 1	