

NGU Rapport 96.053

Georadarmålinger i forbindelse med grunn-  
vannsundersøkelser ved Slåttåsen, Nesna  
kommune, Nordland

Rapport nr.: 96.053		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Georadarmålinger i forbindelse med grunnvannsundersøkelser ved Slåttåsen, Nesna kommune, Nordland.				
Forfatter: Eirik Mauring & Jan F. Tønnesen		Oppdragsgiver: NGU/Nesna kommune		
Fylke: Nordland		Kommune: Nesna		
Kartblad (M=1:250.000) Mo i Rana		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1827 II Nesna		
Forekomstens navn og koordinater: Hersetelva 33V 4160 73470 (WGS84)		Sidetall: 11	Pris: 95,-	
Feltarbeid utført: 11/8-1995		Rapportdato: 12/8-1996	Prosjektnr.: 63.2389.00	Ansvarlig: <i>Jan S. Mauring</i>
Sammendrag: Georadarmålinger er utført ved Slåttåsen, Nesna kommune, Nordland. Målingene ble gjort i forbindelse med hydrogeologiske undersøkelser som en oppfølging av NGU's GiN-prosjekt i Nordland (GiN=Grunnvann i Norge). Formålet med de geofysiske målingene var å finne egnede lokaliteter for videre undersøkelser (boringer) med tanke på uttak av grunnvann fra løsmasser.  Det ble målt fem profiler. Langs tre av disse er det indikert områder som kan være godt egnet for videre undersøkelser i form av boringer. Disse områdene skiller seg ut ved stort EM-bølge penetrasjonsdyp, gunstig refleksjonsmønster og nærhet til elv (Hersetelva). Områdene er innringet og vist i et kartbilag i rapporten. Seinere boringer og prøvepumping viste at avsetningen er uegnet for uttak av grunnvann i de mengder som ønskes.				
Emneord: Geofysikk		Georadar		
Grunnvann		Løsmasse		
		Fagrapport		

## INNHOLD

1 INNLEDNING .....	4
2 MÅLEMETODE OG UTFØRELSE .....	4
3 RESULTATER .....	5
4 KONKLUSJON .....	7
5 REFERANSE .....	8

### Tekstbilag

Georadar - metodebeskrivelse

### Databilag

1. Skjema for refleksjonsmønster, georadar (etter Beres & Haeni, 1991)

### Kartbilag

- 96.053-01: Oversiktskart, Nesna
- 96.053-02: Kart som viser georadarprofiler og område for videre undersøkelser
- 96.053-03: Georadaropptak, profil 1, 2 & 2b
- 96.053-04: Georadaropptak, profil 3, 4 & 5

## 1 INNLEDNING

Georadarmålinger er utført ved Slåttåsen i Nesna kommune, Nordland. Målingene ble gjort i forbindelse med hydrogeologiske undersøkelser som en oppfølging av NGU's GiN-prosjekt i Nordland (GiN=Grunnvann i Norge). Formålet med de geofysiske målingene var å finne egnede lokaliteter for videre undersøkelser (boringer) med tanke på uttak av grunnvann fra løsmasser. Målingene ble 11/8-1995 av Jan F. Tønnesen (NGU) med assistanse fra hovedfagsstudent Inge Mosti (UiB).

## 2 MÅLEMETODE OG UTFØRELSE

Et kart som viser måleområdet er vedlagt i kartbilag -01. Plassering av georadarprofiler samt anbefalt område for videre undersøkelser er vist i kartbilag -02.

En beskrivelse av målinger med georadar er vedlagt i tekstbilag. Det ble benyttet en georadar av typen pulseEKKO IV (Sensors & Software Inc., Canada). Det ble målt ca. 1500 profilmeter fordelt på fem profiler. Samplingsintervall og opptakstid var hhv. 1,6 ns og 1000 ns. Antenne- og flyttavstand var 1 m. Antenne senterfrekvens var 50 MHz og det ble benyttet 1000 V sender. Signalene ble 'stacket' 32 ganger ved hvert målepunkt. På grunn av unøyaktig flyttavstand ved utførelsen av målingene stemmer nødvendigvis ikke profilmeter (vist over opptakene) overens med reelle lengder i terrenget. Ved beskrivelse av opptakene refereres det til profilmeter. Opptaket for profil 1 er korrigert for temperaturavhengig drift i instrumentet. Ved utskrift av opptakene ble det benyttet egendefinert forsterkning. Ved denne type forsterkning settes bestemte forsterkningsverdier ved bestemte tidspunkt. Ved utskrift blir forsterkningen lineært interpolert mellom forsterkningsverdiene. Det ble videre anvendt 5-punkts gjennomsnitt langs traser for å redusere høyfrekvent støy. Lengde av hvert profil er angitt i tabell 1.

**Tabell 1. Lengde av georadarprofiler.**

<u>Profil</u>	<u>Lengde (profilmeter)</u>
P1	408
P2	379
P2b	103
P3	234
P4	149
P5	202

### 3 RESULTATER

Georadaropptakene er vist i kartbilag -02 og -03. Avsetningene som er undersøkt er trolig avsatt fra elver i isbre (esker/kamé). Boringer som er utført av NGU etter utførelsen av georadarmålingene er beskrevet i brev/egen rapport til Nesna kommune.

Det ble ikke utført CMP-målinger for hastighetsanalyse. På grunn av antatt høyt grunnvannspeil (indikert ved myr) og liten høydeforskjell mellom måleområde og elva i nærheten (Hersetelva), ble det valgt en lav EM-bølgehastighet (0,08 m/ns) ved dybdekonvertering av opptakene. Som angitt i opptakene, er det benyttet en lavere hastighet ved bestemmelse av dyp til bunn av myr (0,04 m/ns).

Ved tolkning av georadaropptakene er det benyttet et skjema som knytter refleksjonsmønster på opptakene til sedimenters sammensetning og lagdeling. Dette skjemaet er vist i databilag (etter Beres & Haeni, 1991).

#### P1

Opptaket er vist i kartbilag -03. Refleksjonsmønsteret er hauget til kaotisk. Mellom posisjon 0 og 230 er penetrasjonsdypet ca. 20 m, og mellom posisjon 230 og 395 er det oppe i 25-30 m (med unntak av området mellom posisjon 310 og 335 der profilet går over myr som gir demping av EM-bølgene). I det sistnevnte området sees stedvis trauformete reflektorer og skrå lagdeling som kan indikere grovkornige avsetninger (sand/grus).

#### P2

Opptaket i kartbilag -03 viser et hauget eller skrått refleksjonsmønster. Penetrasjonsdypet er mindre enn 10 m mellom posisjon 379 og 280. Mellom posisjon 280 og posisjon 0 er penetrasjonsdypet i størrelsesorden 15-20 m. Skrå reflektorer som indikerer skrå lagdeling og grove avsetninger (sand/grus) sees mellom posisjon 270 og 300. Fra posisjon 75 (på ca. 10 m dyp) til posisjon 15 (ca. 5 m dyp) sees en reflektor som muligens representerer fjelloverflaten. Dette sannsynliggjøres ved at en i dette området er nær fjellsider i nordøst og sørøst. Reflektoren fortsetter muligens fram til posisjon 140 (ca. 10 m dyp), men dette er vanskelig å si sikkert. Ut fra penetrasjonsdyp og refleksjonsmønster er området mellom posisjon 270 og 155 mest gunstig med tanke på videre undersøkelser.

#### P2b

Opptaket (i kartbilag -03) viser 'døde' traser mellom posisjon 103 og posisjon 80 og skyldes at senderen ved et uhell var blitt utkoblet. Penetrasjonsdypet er rundt 10 m og ser ut til å være begrenset ved bølgete, parallelle reflektorer på 6-10 m dyp som kan representere mer finkornig materiale eller fjelloverflaten. Av den grunn er området mindre interessant for videre undersøkelser.

### P3

Opptaket som er vist i kartbilag -04, viser bunn av myr på ca. 1-2 m dyp (beregnet med en EM-bølgehastighet på 0,04 m/ns) som en kraftig reflektor fra posisjon 234 til posisjon 135. Penetrasjonsdypet er her ca. 5 m. Penetrasjonsdypet øker lokalt til ca. 20 m ved passering av ryggformet avsetning (esker, kamé) mellom posisjon 130 og posisjon 115. Forholdsvis stort penetrasjonsdyp er det også mellom posisjon 70 og 0, og refleksjonsmønsteret er kaotisk og kan indikere grove avsetninger. Profilet går her i nærheten av et grustak (ca. 20-30 m mot sørvest), og dette sannsynliggjør videre at det opptrer grove avsetninger her. Området ligger allikevel for langt fra Hersetelva (for dårlig mating av vann fra elva til løsmassene) til å være av interesse for oppfølgende undersøkelser.

### P4

En traufomet, kraftig reflektor sees mellom posisjon 149 og posisjon 85 (se kartbilag -04). Denne representerer bunn av myr. Dyp til bunnen av myra er størst mellom posisjon 125 og posisjon 110 (ca. 3-4 m med en EM-bølgehastighet på 0,04 m/ns). På grunn av nær totalrefleksjon av energien i bunnen av myra kan en ikke si noe om hvilke(n) avsetningstype(r) som opptrer under. Det største penetrasjonsdypet opptrer ved passering av antatt esker/kamé mellom posisjon 85 og 50 (15-20 m). Fra posisjon 50 til 0 er penetrasjonsdypet 10-15 m og refleksjonsmønsteret er kaotisk. Det er mer uklart hva slags type avsetning(er) en her har. Et moderat penetrasjonsdyp kan indikere innslag av finkornet materiale, og videre undersøkelser anbefales ikke i dette området.

### P5

Opptaket er vist i kartbilag -04. Mellom posisjon 202 og 165 og mellom posisjon 45 og 0 sees en kraftig reflektor som representerer bunn av myr (max dyp er ca. 2 m). Fra posisjon 170 til 95 øker penetrasjonsdypet fra ca. 10 m til 20-25 m, mens det avtar igjen til ca. 10 m ved posisjon 35. Mellom posisjon 140 og 40 er penetrasjonsdypet størst (>15 m). I dette området er refleksjonsmønsteret kaotisk. Det kan her være grove avsetninger. I tillegg ligger området forholdsvis nær elva (100-150 m mot nordøst), og det vil her være aktuelt med videre undersøkelser i form av boringer.

Følgende profilutsnitt gir indikasjoner på videre undersøkelser; P1:230-395, P2:155-270, P5:40-140. Indikasjonene er stort penetrasjonsdyp, gunstig refleksjonsmønster (skrått, haugget eller kaotisk) og nærhet til Hersetelva. Området er stiplet i kartbilag -02. Det ble i ettertid foretatt sonderboringer og prøvepumping i dette området. Disse viste meget fin sand til dybder mellom 3 og 6 m, og deretter morenemateriale til fjell på ca. 11 m dyp. Prøvepumping viste at vannføringen ikke var tilfredsstillende.

#### 4 KONKLUSJON

Georadarmålinger er utført ved Slåttåsen, Nesna kommune, Nordland. Målingene ble gjort i forbindelse med hydrogeologiske undersøkelser som en oppfølging av NGU's GiN-prosjekt i Nordland (GiN=Grunnvann i Norge). Formålet med de geofysiske målingene var å finne egnede lokaliteter for videre undersøkelser (boringer) med tanke på uttak av grunnvann fra løsmasser.

Det ble målt fem profiler. Langs tre av disse er det indikert områder som kan være godt egnet for videre undersøkelser i form av boringer. Disse områdene skiller seg ut ved stort EM-bølge penetrasjonsdyp, gunstig refleksjonsmønster og nærhet til elv (Hersetelva). Områdene er; P1:230-395, P2:155-270, P5:40-140. Områdene er innringet og stiplet i kartbilag -02. Det ble anbefalt boringer innenfor det stiplede området. Boringer og prøvepumping viste at avsetningen er uegnet for uttak av grunnvann i de mengder som ønskes (som angitt i tidligere brev til Nesna kommune).

5      **REFERANSE**

Beres, M. Jr. & Haeni, F.P. 1991: Application of ground-penetrating-radar methods in hydrogeologic 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 planparallell 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;

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

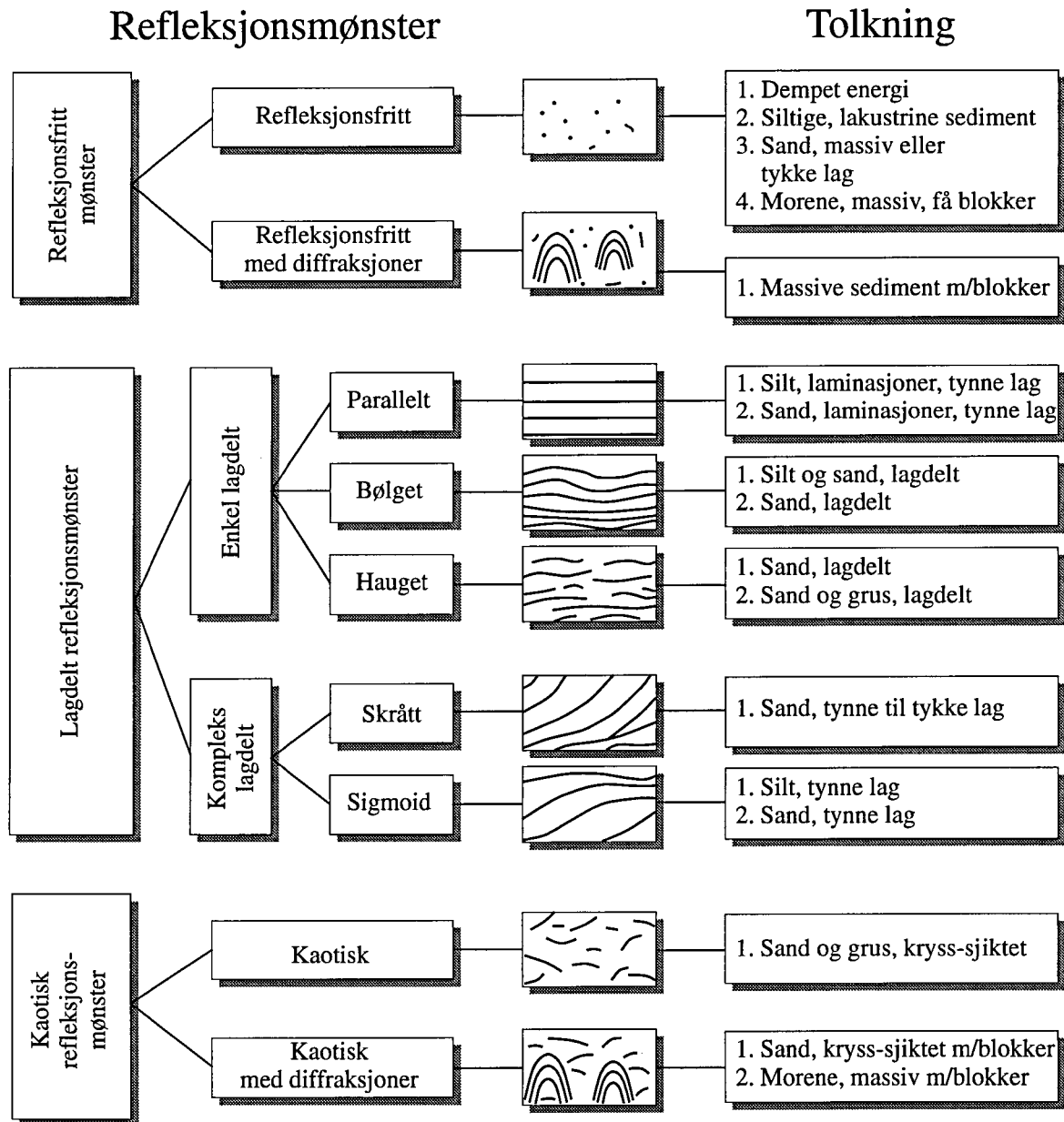
hvor  $\epsilon_r$  er det relative dielektrisitetstallet.  $\epsilon_r$ -verdien for et materiale vil derfor være en bestemmende faktor for beregning av dyp til reflektorer. I tabellen på neste side er det gitt en oversikt over erfaringstall for  $\epsilon_r$  i en del materialtyper. Tabellen viser 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

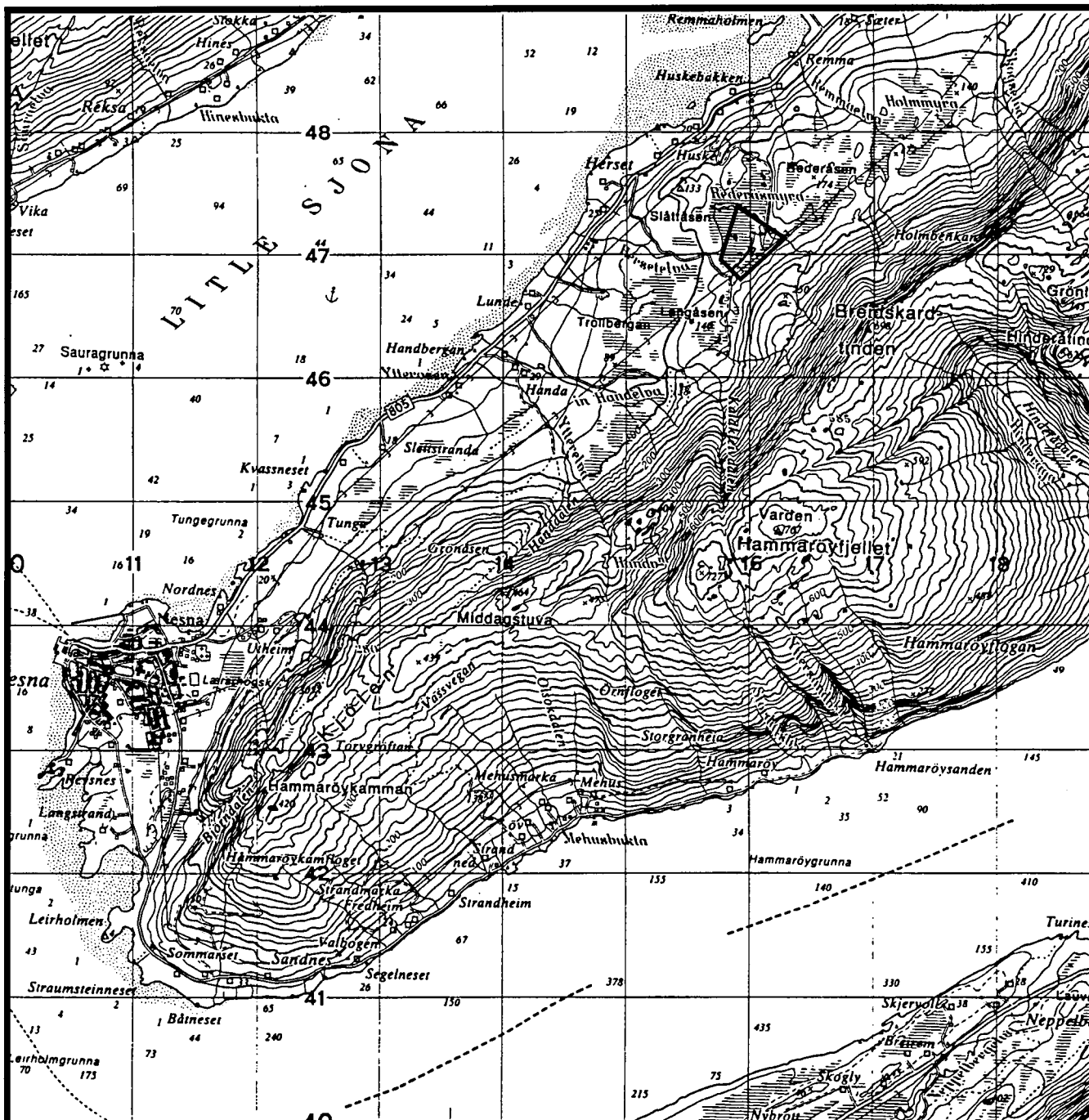
hurtigere dempning av bølgepulsene og dermed minkende penetrasjon. I godt ledende materiale som marin silt og leire vil penetrasjonen være helt ubetydelig. I dårlig ledende materiale som f.eks. tørr sand, kan det forventes en dybderekkevidde på flere titalls meter når det benyttes en lavfrekvent antenne (f.eks. 50 eller 100 Mhz). For grunnere undersøkelser vil en mer høyfrekvent antenne gi bedre vertikal oppløsning.

<i>Medium</i>	$\epsilon_r$	$v$ (m/ns)	<i>ledningsevne (mS/m)</i>
<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.



Område som er undersøkt ved georadarmålinger

NGU/Nesna kommune

OVERSIKTSKART

**NESNA**

NESNA KOMMUNE, NORDLAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:50 000

MÅLT JFT

TEGN EM

TRAC

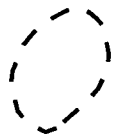
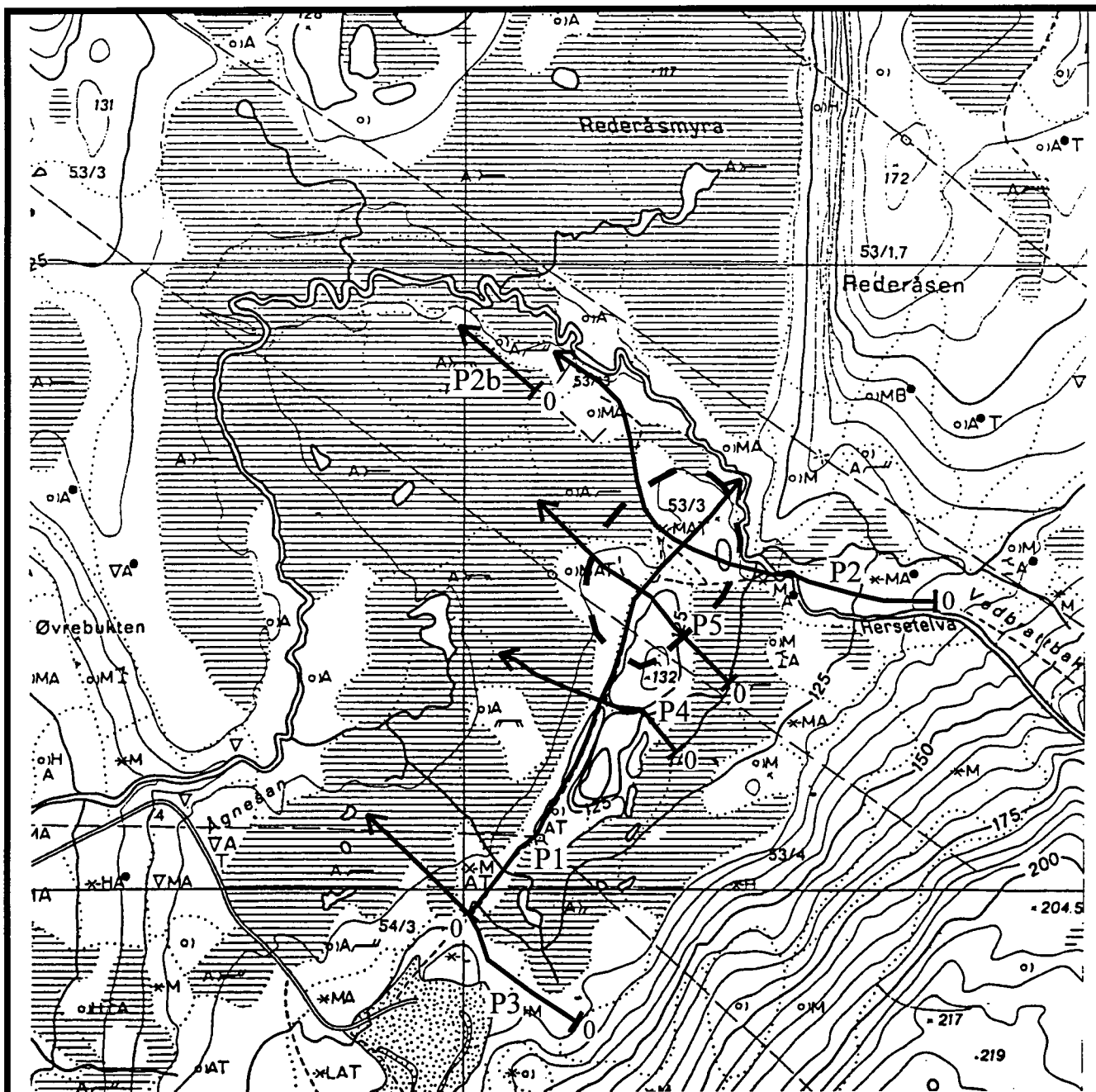
KFR

Aug. -95

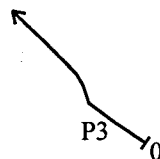
Mars -96

TEGNING NR  
96.053-01

KARTBLAD NR  
1827 II



Antyd det gunstigste område for videre undersøkelser ut fra georadarmålingene



Georadarprofil med angivelse av startposisjon

NGU/Nesna kommune  
 GEORADARPROFILER OG OMRÅDE FOR VIDERE UNDERSØKELSER

## SLÅTTÅSEN, NESNA

NESNA KOMMUNE, NORDLAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:5000

MÅLT JFT

TEGN EM

TRAC

KFR

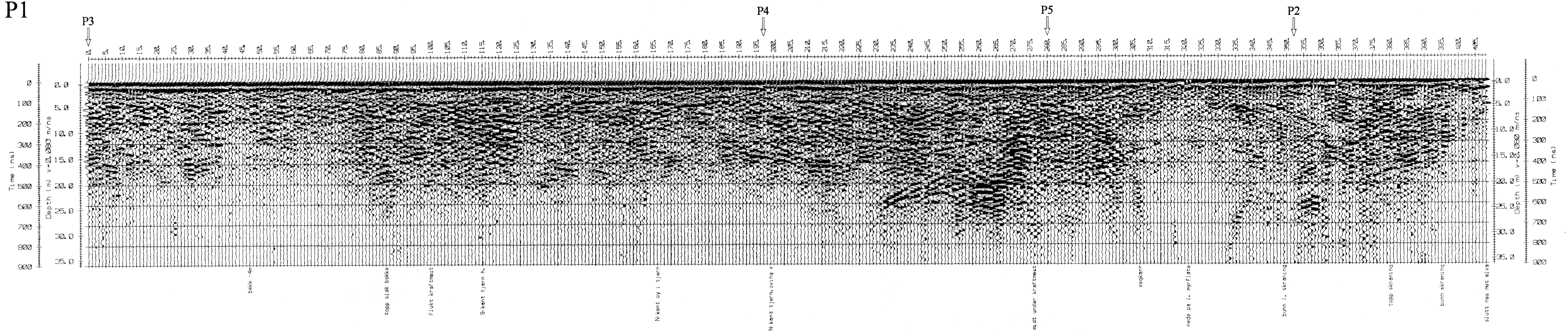
Aug. -95

Mars -96

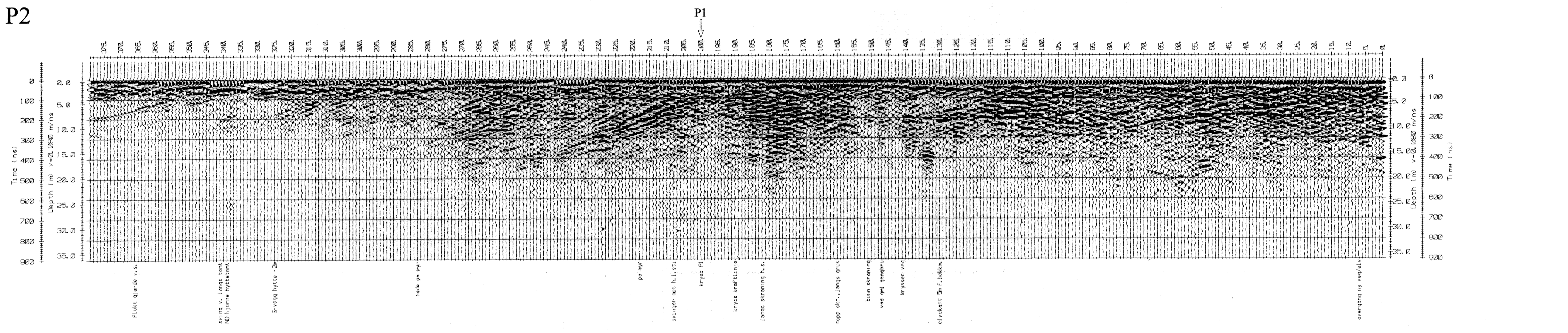
TEGNING NR  
 96.053-02

KARTBLAD NR  
 1827 II

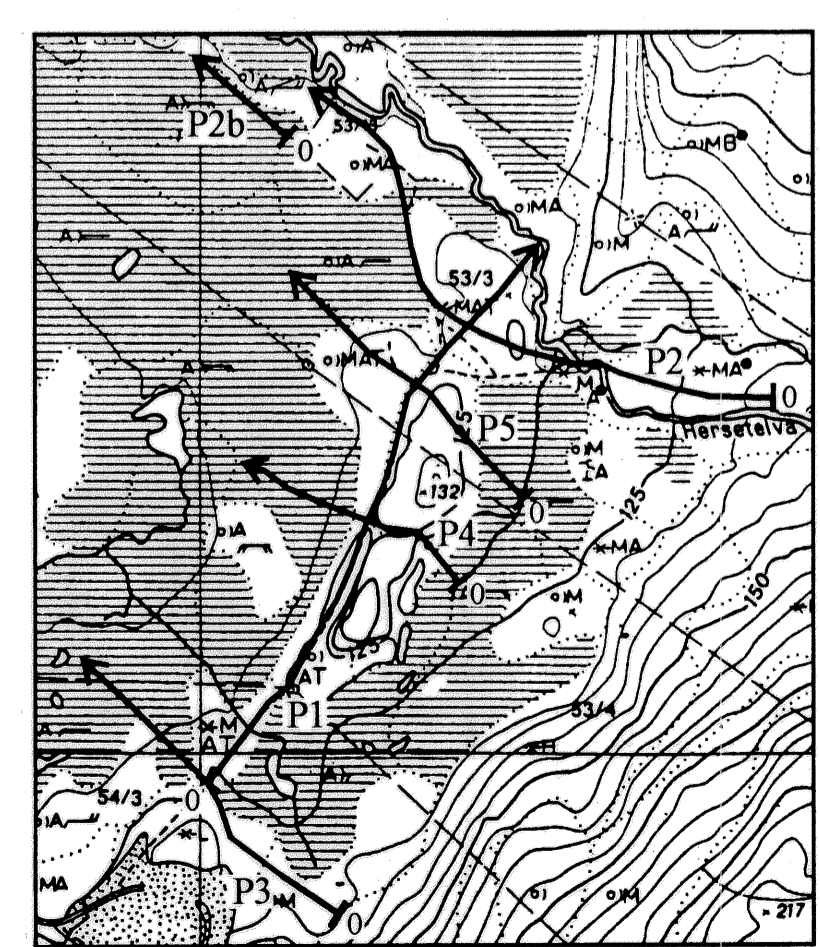
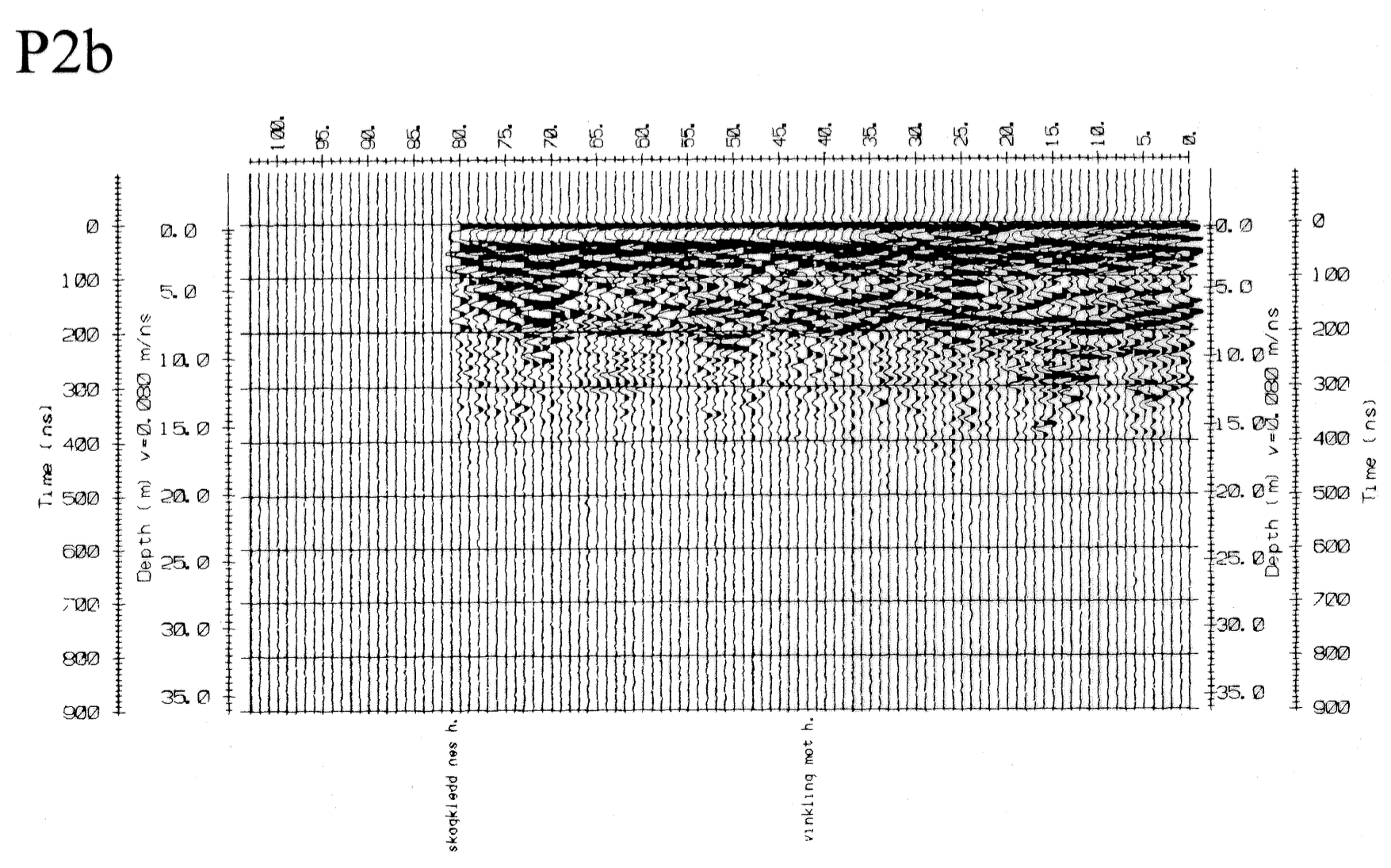
P1



P2



P2b



NGU/Nesna kommune GEORADAROPPTAK, PROFIL 1, 2 & 2b <b>SLÅTTÅSEN, NESNA</b> NESNA KOMMUNE, NORDLAND	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	Aug. -95
	1:5000 (Kart)	TEGN EM	Mars -96
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR	KARTBLAD NR	
	96.053-03	1827 II	

