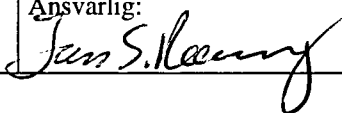


NGU Rapport 96.042

Geofysiske målinger i forbindelse med hydrogeologiske undersøkelser ved Strendene i Svenningdal, Grane kommune, Nordland

Rapport nr.: 96.042		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Geofysiske målinger i forbindelse med hydrogeologiske undersøkelser ved Strendene i Svenningdal, Grane kommune, Nordland			
Forfatter: Eirik Mauring & Jan F. Tønnesen		Oppdragsgiver: NGU/Grane kommune	
Fylke: Nordland		Kommune: Grane	
Kartblad (M=1:250.000) Mosjøen		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1925 IV Svenningdal	
Forekomstens navn og koordinater: Strendene 33V 4260 72583 (ED50)		Sidetall: 17 Pris: 100,- Kartbilag: 3	
Feltarbeid utført: Juli 1995	Rapportdato: 14/6-1996	Prosjektnr.: 2389.00	Ansvarlig: 
Sammendrag: <p>Georadarmålinger og refraksjonsseismiske målinger er utført ved Strendene i Svenningdal, Grane kommune i 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.</p> <p>Georadaropptakene viser flere steder god penetrasjon og refleksjonsmønster som indikerer grovkornige avsetninger. Fritt grunnvannsspeil kan sees på de fleste opptak, noe som også peker i retning av at avsetningene er grovkornige. Ved tolkning av opptak ser deler av profilene P1, P2 og P4 ut til å være mest interessante med hensyn på oppfølgende undersøkelser.</p> <p>Det refraksjonsseismiske profilet viser at dyp til fjell ligger i området 20-28 m langs profilet, og den høye seismiske hastigheten (ca. 5600 m/s) indikerer at fjellet er massivt.</p>			
Emneord: Geofysikk	Georadar	Refraksjonsseismikk	
Grunnvann	Løsmasse		
		Fagrapport	

INNHold

1 INNLEDNING	4
2 MÅLEMETODER, UTFØRELSE OG PROSESSERING	4
2.1 Georadar	4
2.2 Refraksjonsseismikk	5
3 RESULTATER.....	5
3.1 Georadar	5
3.2 Refraksjonsseismikk	8
4 KONKLUSJON	8
5 REFERANSER.....	9

Tekstbilag

1. Georadar - metodebeskrivelse
2. Refraksjonsseismikk - metodebeskrivelse

Databilag

1. Hastighetsanalyser, georadar
2. Tolkning av refraksjonsseismisk profil
3. Skjema for refleksjonsmønster, georadar (etter Beres & Haeni, 1991)

Kartbilag

- 96.042-01: Oversiktskart
- 96.042-02: Georadaropptak, profil 1 & 2
- 96.042-03: Georadaropptak, profil 3, 4 & 5

1 **INNLEDNING**

Georadarmålinger og refraksjonsseismiske målinger er utført ved Strendene i Svenningdal, Grane kommune i Nordland. Målingene ble gjort i forbindelse med hydrogeologiske undersøkelser som en oppfølging av NGU's GiN-prosjekt (GiN = Grunnvann i Norge) i Nordland (Morland 1992). Formålet med de geofysiske målingene var å finne egnede lokaliteter for videre undersøkelser (boringer) med tanke på uttak av grunnvann fra løsmasser. Målingene ble utført i juli 1995 av Jan F. Tønnesen (NGU) med assistanse fra hovedfagsstudent Inge Mosti (UiB). Det er i ettertid utført sonderboringer i de områder som er anbefalt, og resultater fra disse undersøkelsene presenteres i egen rapport.

2 **MÅLEMETODER, UTFØRELSE OG PROSESSERING**

Plassering av profiler er vist i kartbilag -01. Det refraksjonsseismiske profilet som ble målt (S1) ligger langs georadarprofil P3 mellom posisjon 75 og 283.

2.1 **Georadar**

En beskrivelse av målinger med georadar er vedlagt i tekstbilag 1. Det ble benyttet en georadar av typen pulseEKKO IV (Sensors & Software Inc., Canada). Det ble målt ca. 1900 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 sander. Signalene ble 'stacket' 32 ganger ved hvert målepunkt. Det ble satt opp stikker for hver 50 m langs profilet. Posisjoner som refererer til stikkene er angitt som kommentarer under georadarpptakene i kartbilag -02 og -03. På grunn av unøyaktig flyttavstand ved utførelsen av målingene stemmer nødvendigvis ikke profilmeter (vist over opptakene) overens med posisjoner angitt ved stikkene. Ved beskrivelse av opptakene refereres det til profilmeter. Opptakene 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	538
P2	402
P3	294
P4	230
P5	410

Det ble i tillegg utført to CMP-målinger for bestemmelse av EM-pulsenes hastighet i løsmassene til bruk ved dybdekonvertering av opptakene. Disse ble plassert ved posisjon 95,5 i P5 og ved posisjon 20 i P3.

2.2 Refraksjonsseismikk

En generell beskrivelse av refraksjonsseismiske målinger er vedlagt i tekstbilag 2. Det ble benyttet en digital seismograf av typen Scintrex S-2 'Echo'. Geofonavstanden var 10 m, bortsett fra ved endene og ved midten av profilet der den ble innkortet til 5 m. Total lengde av profilet er 220 m. Skuddpunkt ble plassert ved endene og i midten av profilet (posisjon 0, 110 og 220). Energiseringen var dynamitt. Kvaliteten på opptakene var meget god. Intercept-tid og grafiske metoder ble benyttet ved tolkning av målingene.

3 RESULTATER

Georadaropptakene er vist i kartbilag -02 og -03. Tolkning av det refraksjonsseismiske profilet er vist i databilag 2.

3.1 Georadar

Opptakene fra de to CMP-målingene er vist i databilag 1 sammen med hastighetsanalysene. Resultater fra hastighetsanalysene er vist i tabell 2.

Tabell 2. Resultater fra hastighetsanalyser.

<u>Opptak</u>	<u>v (m/ns)</u>	<u>t₀ (ns)</u>	<u>v (m/ns)</u>	<u>t₀ (ns)</u>	<u>v (m/ns)</u>	<u>t₀ (ns)</u>	<u>v (m/ns)</u>	<u>t₀ (ns)</u>
CMP1	0,1	70	0,1	150	0,7	340	0,7	440
CMP2	0,11	70	0,11	170	0,09	370		

Hastighetene 0,1-0,11 m/ns representerer fuktige avsetninger over grunnvannsspeil, mens lavere hastigheter representerer vannmettede avsetninger. Ved dybdekonvertering er det valgt en hastighet på 0,105 m/ns som gjelder reflektorer over grunnvannsspeil. I de deler av opptakene der grunnvannsspeil kan sees, antas dyp til dette å være godt bestemt. Angitt dyp til reflektorer under grunnvannsspeil er for stort når hastigheten 0,105 m/ns benyttes ved dybdekonvertering. En mest mulig korrekt beregning av dyp til reflektorer under grunnvannsspeil utføres ved å benytte en hastighet på 0,07 m/ns fra grunnvannsspeil og videre nedover mot dypet.

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 3 (etter Beres & Haeni, 1991).

P1

Profilen følger veien som går langs bunnen av grustak, og som stiger oppover mot øst. Opptaket er vist i kartbilag -02. To områder skiller seg ut som spesielt gunstige med hensyn på videre undersøkelser; posisjon 95-200 og posisjon 290-450. Grunnvannsspeil ligger trolig for grunt til å sees i opptaket. Redusert penetrasjon mellom posisjon 25 og 90 kan skyldes godt elektrisk ledende materiale i overflaten.

Mellom posisjon 95 og 200 er penetrasjonsdypet i størrelsesorden 20-25 m. Ned til 200-250 ns (7-9 m dyp med $v=0,07$ m/ns) er refleksjonsmønsteret hauget med tydelige traustrukturer som representerer erosjonskanaler etter gamle elveløp. Det er her trolig grove avsetninger (sand/grus). Fra 200-250 ns og videre mot dypet er refleksjonsmønsteret mer bølget og kan representere lagdelt sand/silt. Det er vanskelig å si om avsetningene på dette dypet er egnet for uttak av grunnvann.

Mellom posisjon 290 og 450 er refleksjonsmønsteret hauget eller kaotisk. Penetrasjonsdypet er i størrelsesorden 30 m, reflektiviteten er kraftig og avsetningene er trolig dominert av grovkornig materiale (sand/grus). Fra posisjon 450 og mot enden av profilet (posisjon 538) sees mulig fjellreflektor. Denne skråner bratt oppover fra ca. 400 ns, 15-20 m dyp (posisjon 450) og helt opp til overflaten ved enden av profilet. Dette bekreftes av fjellblotning ved posisjon 522. Penetrasjonsdyp og reflektivitet avtar tydelig under fjellreflektoren.

Av de to områder langs profilet som er omtalt, antas det mest gunstige området for videre undersøkelser å være mellom posisjon 90 og 200 pga. nærhet til elva. Det ble foreslått boring i dette området.

P2

Opptak og profilplassering er vist i kartbilag -02. Grunnvannsspeil sees som en horisontal reflektor gjennom stort sett hele opptaket, men er mest tydelig mellom posisjon 180 og 370 og opptrer her på 5-7 m dyp. Mellom posisjon 0 og 180 er dyp til grunnvannsspeil 4-5 m. Fra posisjon 370 og mot enden av profilet (posisjon 402) går terrenget nedover og grunnvannsspeil

heller skrått oppover i opptaket. Refleksjonsmønsteret er stedvis skrått (spesielt nær overflaten), men mest kaotisk. Penetrasjonsdypet er stedvis over 25 m, og størst mot enden av profilet fra posisjon ca. 300. Det antas at det her er overveiende grove avsetninger.

P3

Opptaket som er vist i kartbilag -03 viser grunnvannsspeil som en meget tydelig reflektor gjennom hele opptaket. Grunnvannsspeil gir seg tydelig til kjenne ved at det skjærer gjennom skrå reflektorer i løsmassene, noe som er spesielt tydelig mellom posisjon 0 og 120. Dyp til grunnvannsspeil er ca. 9 m ved posisjon 0, og øker til ca. 12 m ved posisjon 150 (delvis effekt av at terrenget skrår oppover i dette området). Fra posisjon 150 heller grunnvannsspeil svakt oppover til ca. 10 m ved posisjon 215. Ved denne posisjonen ser det ut til å være et sprang i nivået på grunnvannsspeil, da det ved posisjon 220 ligger på ca. 8 m dyp. Mellom posisjon 200 og enden av profilet (posisjon 294) er dyp til grunnvannsspeil 7-8 m. Med unntak av enkelte skrå, utholdende reflektorer er refleksjonsmønsteret kaotisk og penetrasjonsdypet er stort (spesielt mellom posisjon 0 og 75 der det er større enn 25 m). Avsetningene er høyst sannsynlig dominert av grovkornig materiale (sand/grus). Mulig fjell sees som en meget svak reflektor mellom 550 og 620 ns i området 265-293 (20-22 m dyp med hastighet 0,07 m/ns i vannmettet sone).

P4

Opptak og plassering av profilet er vist i kartbilag -03. Grunnvannsspeil sees som en subhorisontal reflektor på 6-7 m dyp mellom posisjon 80 og 0. Mellom posisjon 230 og 120 ligger grunnvannsspeil trolig for grunt til å kunne sees i opptaket. Refleksjonsmønsteret er hauget eller skrått og representerer trolig grove avsetninger. Boring ble anbefalt mellom posisjon 230 og 120 der grunnvannsspeil ligger grunnest.

P5

Opptaket i kartbilag -03 viser et varierende refleksjonsmønster. Mellom posisjon 0 og 150 er refleksjonsmønsteret parallelt og bølget og kan representere lagdelt sand/silt. Et dårlig definert grunnvannsspeil (på 6-8 m dyp) i det samme området er en indikasjon på innslag av finkornig materiale. Mellom posisjon 150 og enden av profilet er refleksjonsmønsteret kaotisk, og grunnvannsspeil kan ikke sees i dette området. Trolig er det her delvis finkornige, dårlig sorterte avsetninger. Mulig fjell sees som en undulerende sone med kraftig reflektivitet fra posisjon 220 (650 ns) til enden av profilet (posisjon 410) der fjell observeres i overflaten.

3.2 Refraksjonsseismikk

Tolkning av refraksjonsseismisk profil er vist i databilag 2. Kun fra skuddpunkt 220 kan tre hastighetslag erkjennes fra måledata. Fra de andre skuddene sees kun to lag, og indikerer at et mellomliggende lag kan opptre i blindsonen her. Det øverste laget har en seismisk hastighet i området 450-540 m/s og representerer trolig tørr sand/grus. Laget under (i blindsonen for skuddpunkt 0 og 110) er trolig vannmettet sand/grus. Seismisk hastighet i laget er ikke kjent, men er satt til 1500 m/s. Dypet ned til laget (grunnvannspeil) er hentet fra georadarprofil P3 som går langs det refraksjonsseismiske profilet. Dette har gjort det mulig å beregne dyp til fjell langs hele profilet med langt større nøyaktighet enn ved blindsoneberegninger. Dyp til fjell ligger i området 20-28 m. Seismisk hastighet i fjell er ca. 5600 m/s og indikerer at fjellet er massivt.

4 KONKLUSJON

Ved Strendene, Svenningdal i Nordland er det utført målinger med georadar og refraksjonsseismikk i forbindelse med hydrogeologiske undersøkelser som en oppfølging av NGU's GiN-prosjekt. Hensikten med målingene var å finne egnede lokaliteter for videre undersøkelser (boringer) med tanke på uttak av grunnvann fra løsmasser.

Georadaropptakene viser flere steder god penetrasjon og refleksjonsmønster som indikerer grovkornige avsetninger. Fritt grunnvannspeil kan sees på de fleste opptak, noe som også peker i retning av at avsetningene er grovkornige. Ved tolkning av opptak ser følgende lokaliteter ut til å være mest gunstige med hensyn på oppfølgende undersøkelser; P1; 95-200, P2; 300-402, P4; 120-230.

Det refraksjonsseismiske profilet viser at dyp til fjell ligger i området 20-28 m langs profilet, og den høye seismiske hastigheten (ca. 5600 m/s) indikerer at fjellet er massivt.

5 **REFERANSER**

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

Morland, G. 1992: Grunnvann i Grane kommune. *NGU Rapport 92.012*.

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 ϵ_r er det relative dielektrisitetstallet. 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.

<i>Medium</i>	ϵ_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.

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 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 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 lyd hastigheten 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 lavhastighetssjiktet 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 opptaks kvalitet. 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.

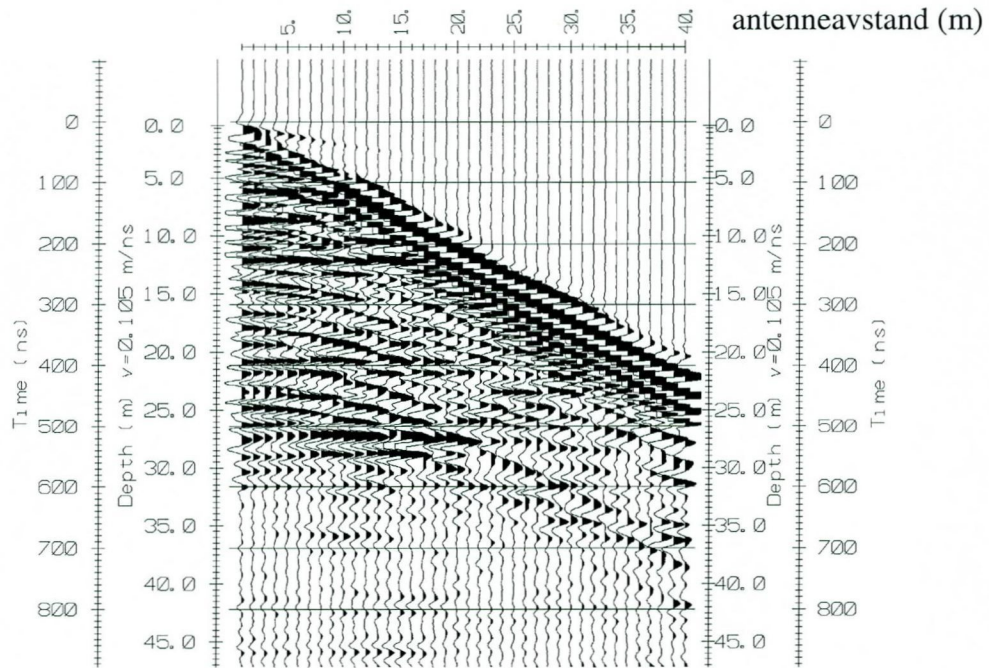
Ved meget god datakvalitet kan første ankomsttid avleses med 0.5 millisekunders nøyaktighet. Med denne nøyaktigheten er det allikevel urealistisk å regne med mindre enn 0.5 m usikkerhet i dybdeangivelsene. Ved meget små dyp til fjell (mindre enn én meter) blir overdekkehastigheten dårlig bestemt, og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

P-BØLGEHASTIGHET I NOEN MATERIALTYPER

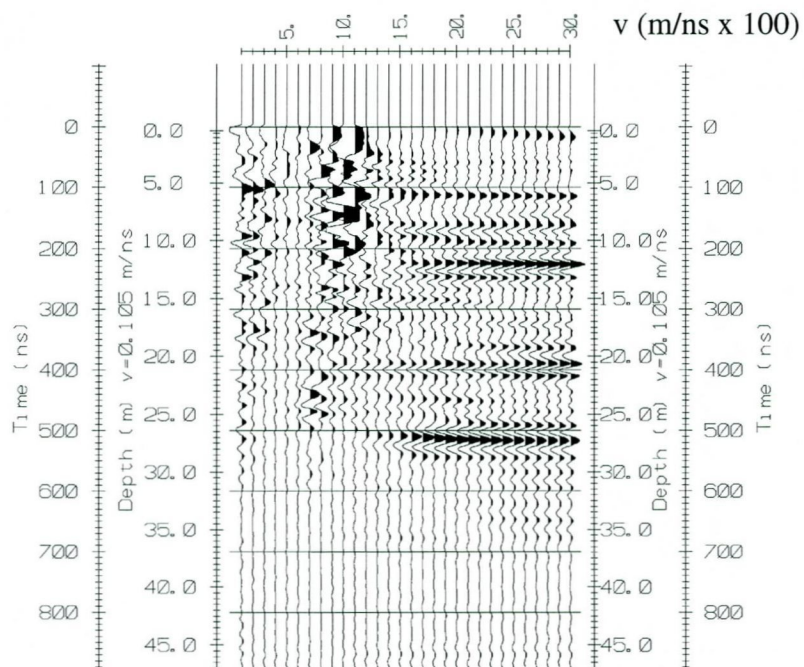
<i>Luft</i>		<i>330 m/s</i>
<i>Vann</i>		<i>1400-1500 m/s</i>
<i>Organisk materiale</i>		<i>150-500 m/s</i>
<i>Sand og grus</i>	<i>- over vannmettet sone</i>	<i>200-800 m/s</i>
<i>Sand og grus</i>	<i>- i vannmettet sone</i>	<i>1400-1700 m/s</i>
<i>Morene</i>	<i>- over vannmettet sone</i>	<i>700-1500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

Strendene, Svenningdal, CMP1, P5-95,5

CMP-opptak

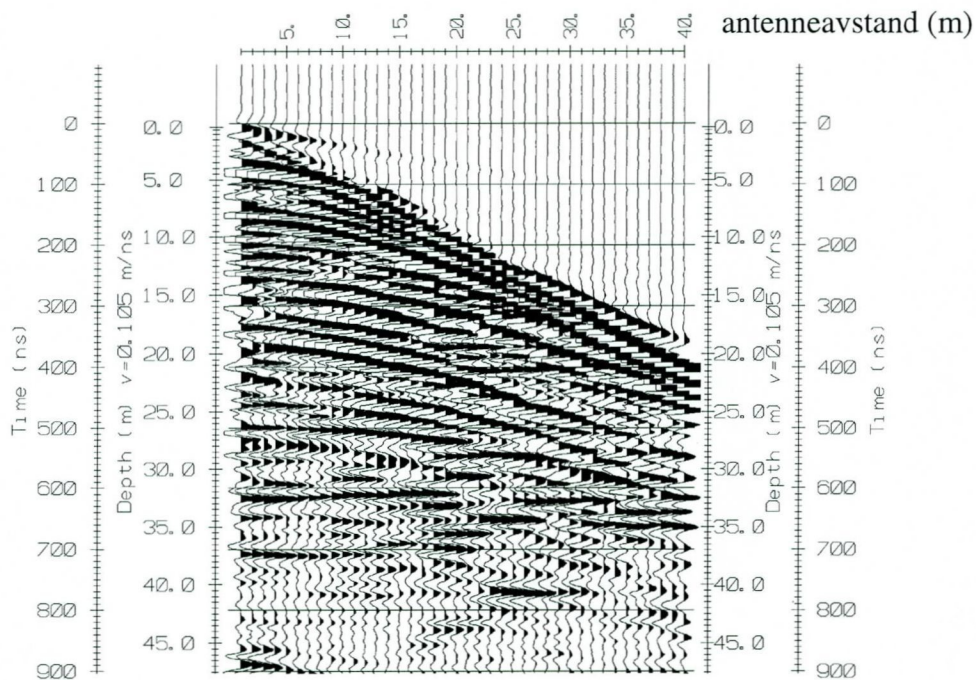


Hastighetsanalyse

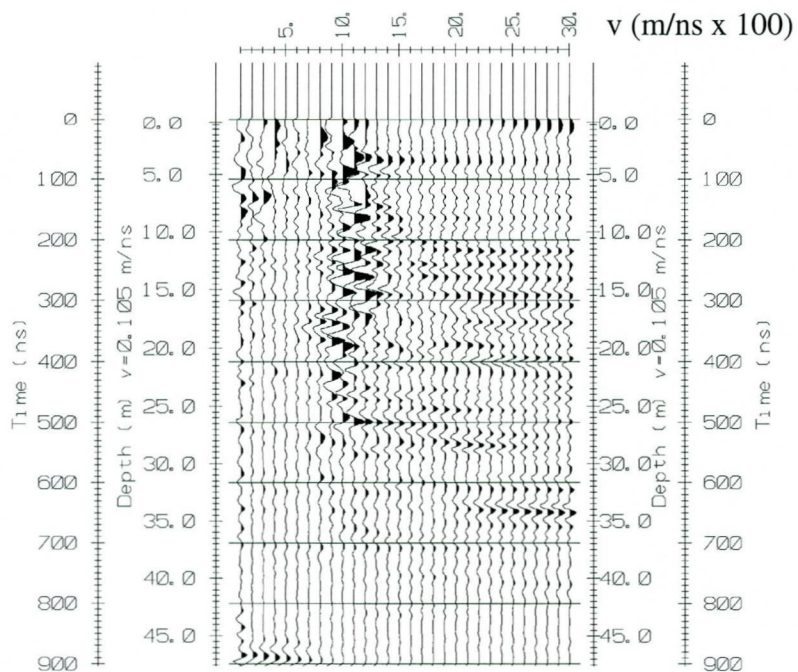


Strendene, Svenningdal, CMP2, P3-20

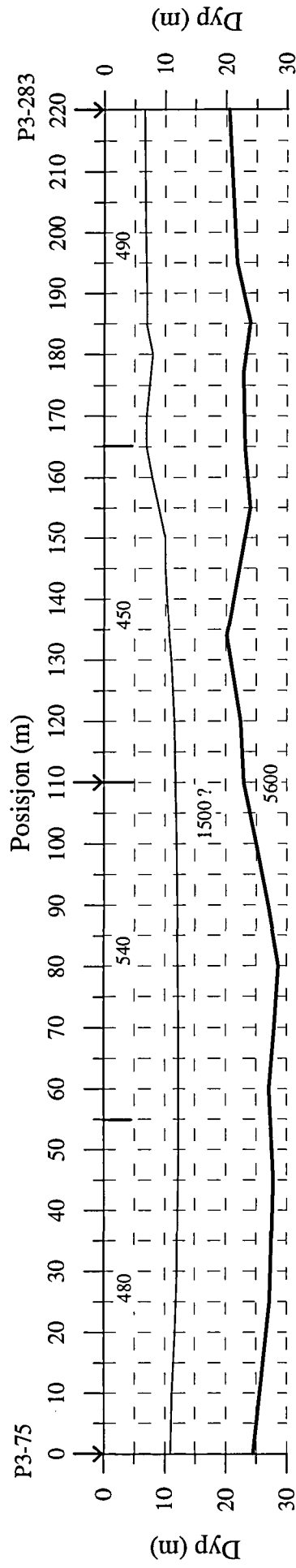
CMP-opptak

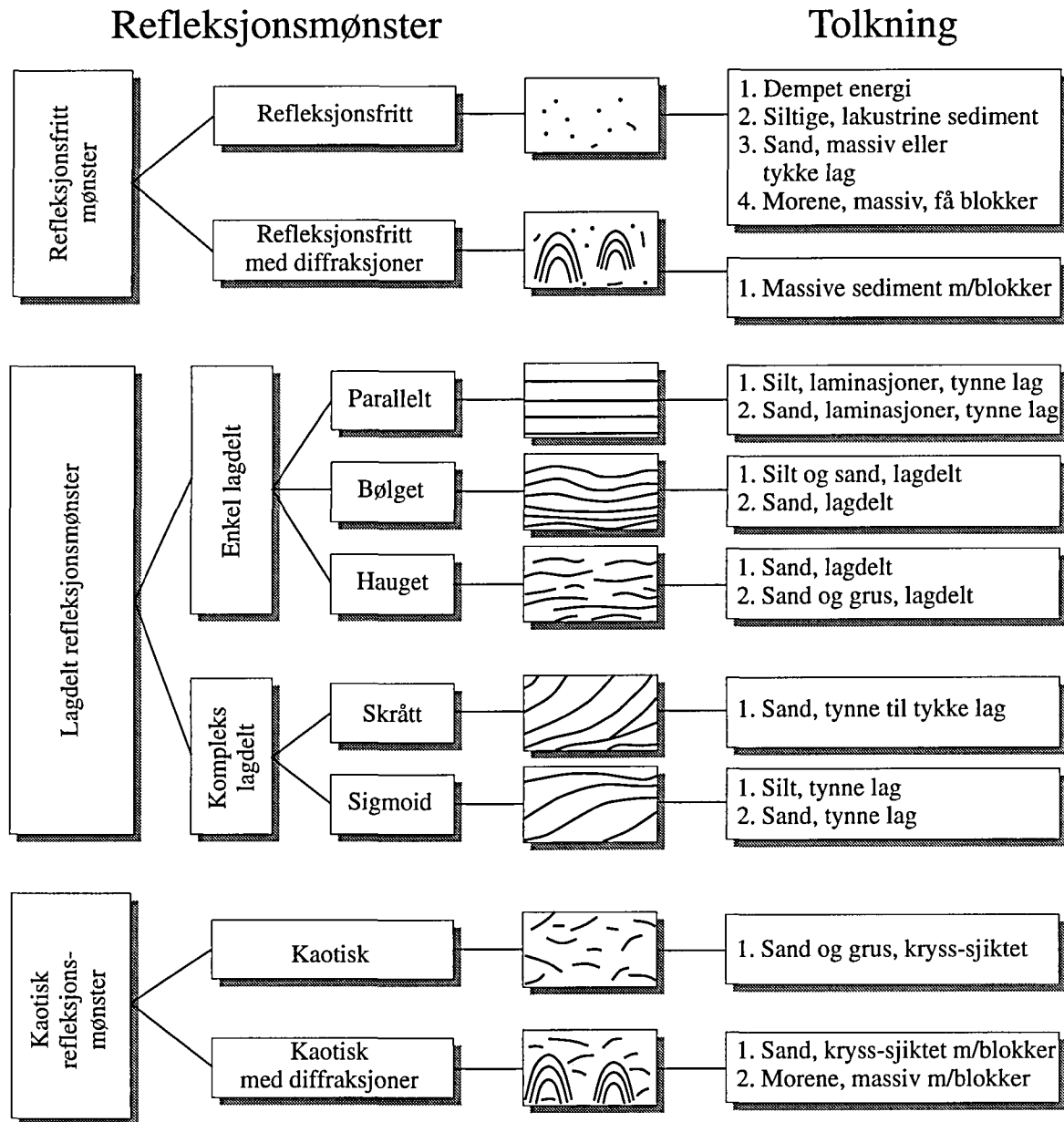


Hastighetsanalyse

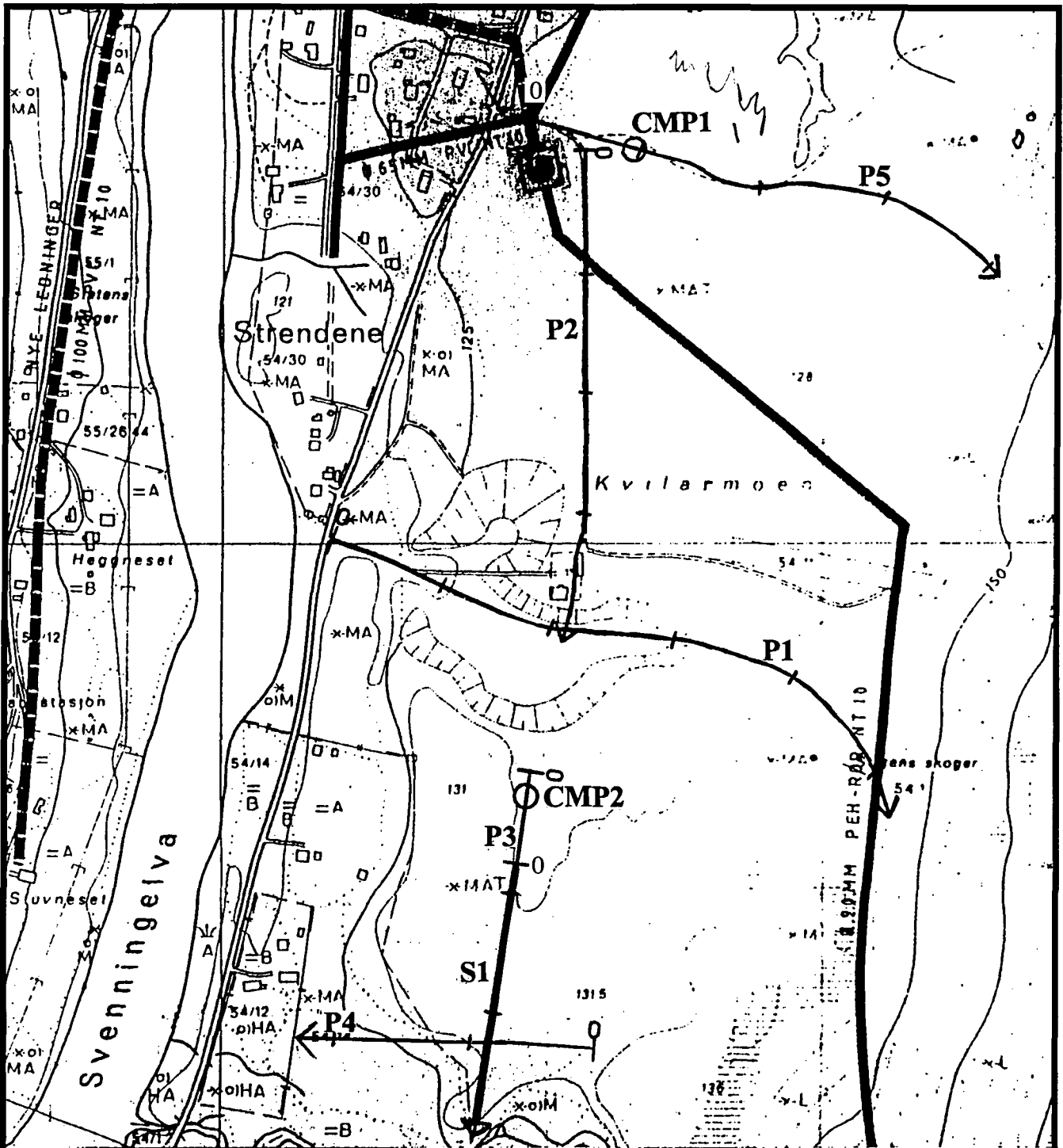


Strendene, Svenningdal, refraksjonsseismisk profil S1





Skjema som knytter refleksjonsmønster på georadaropptak til sedimenters litologi og stratigrafi



TEGNFORKLARING

- P5 Georadarprofil med angivelse av startposisjon og måleretning. Tverstreker angir 100 m avstander.
- S1 Refraksjonsseismisk profil m/startposisjon
- CMP-måling georadar

NGU/GRANE KOMMUNE

OVERSIKTSKART

STRENDENE, SVENNINGDAL

GRANE KOMMUNE, NORDLAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:5000

MÅLT JFT

TEGN EM

TRAC

KFR

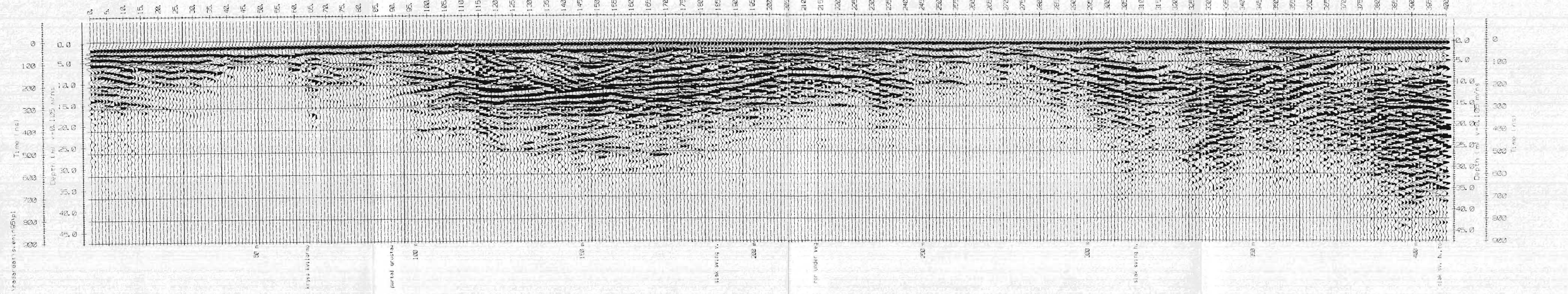
JULI -95

MARS -96

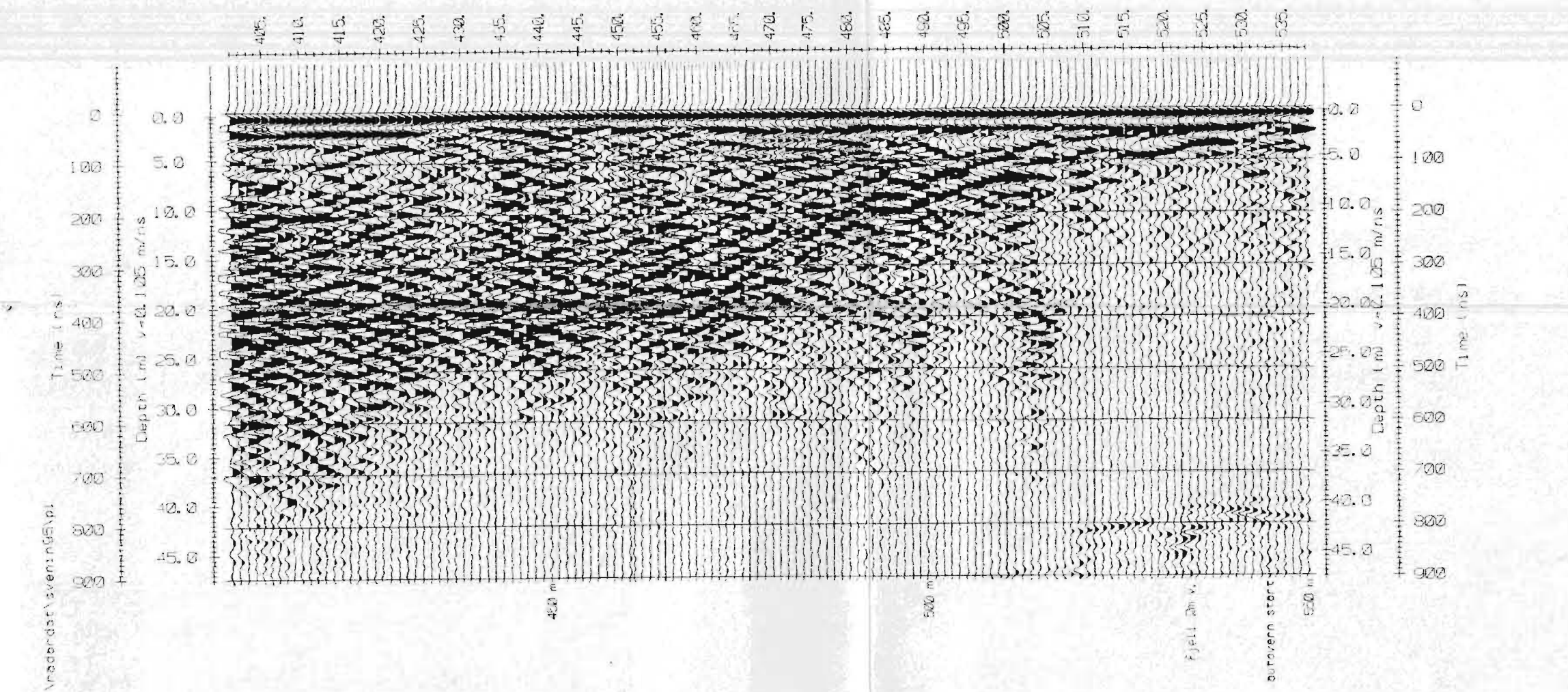
TEGNING NR
96.042-01

KARTBLAD NR
1925 IV

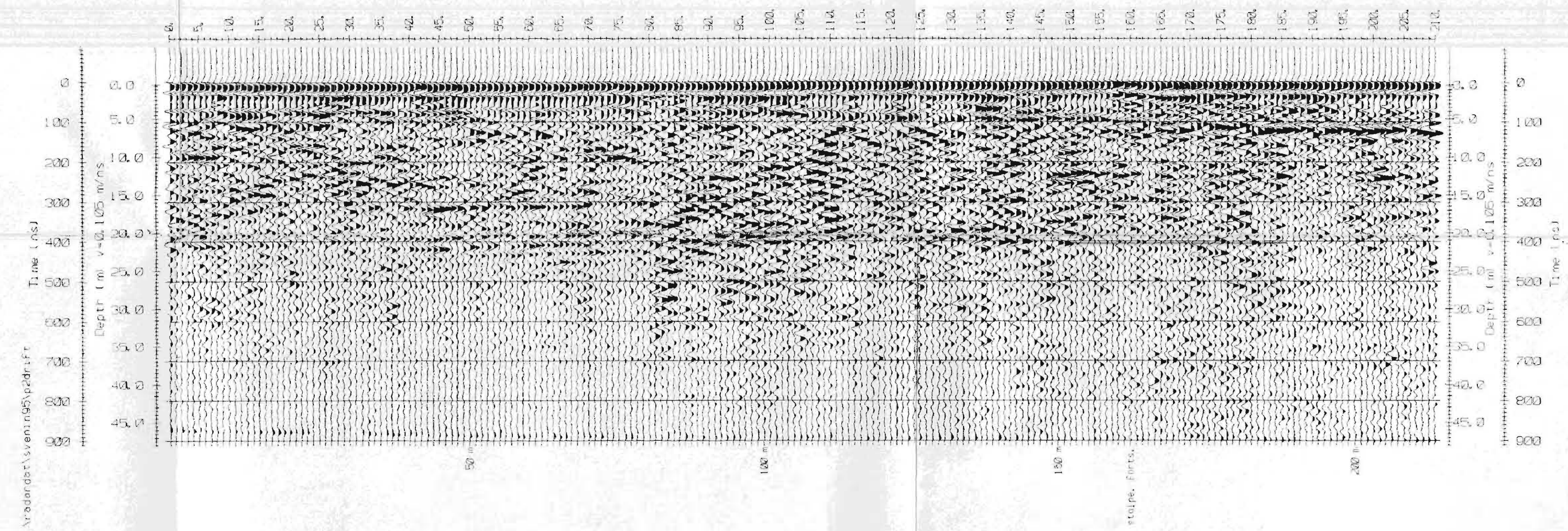
P1



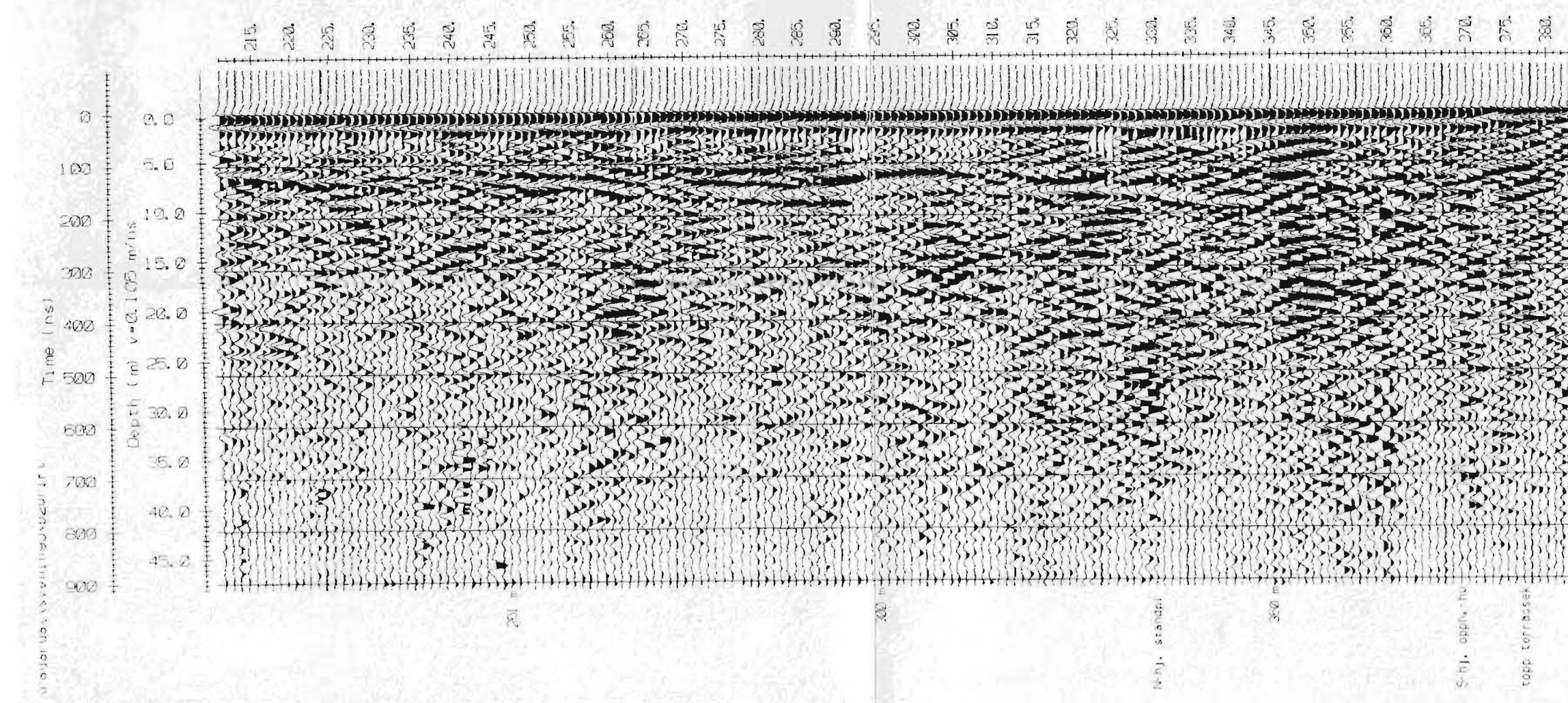
P1 (forts.)



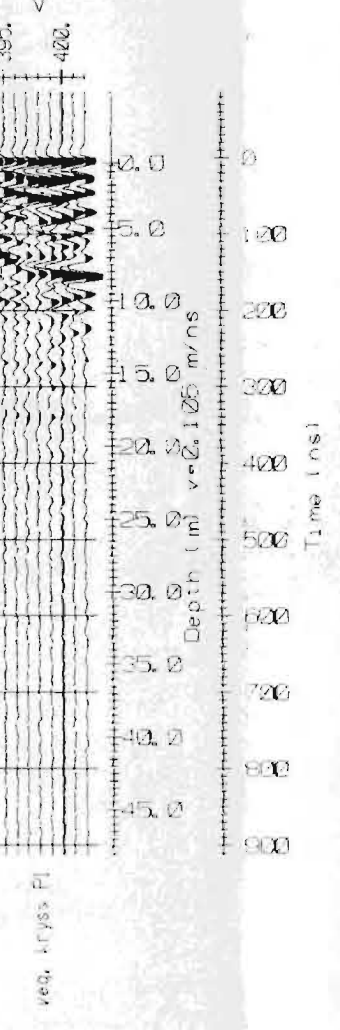
P2



P2 (forts.)

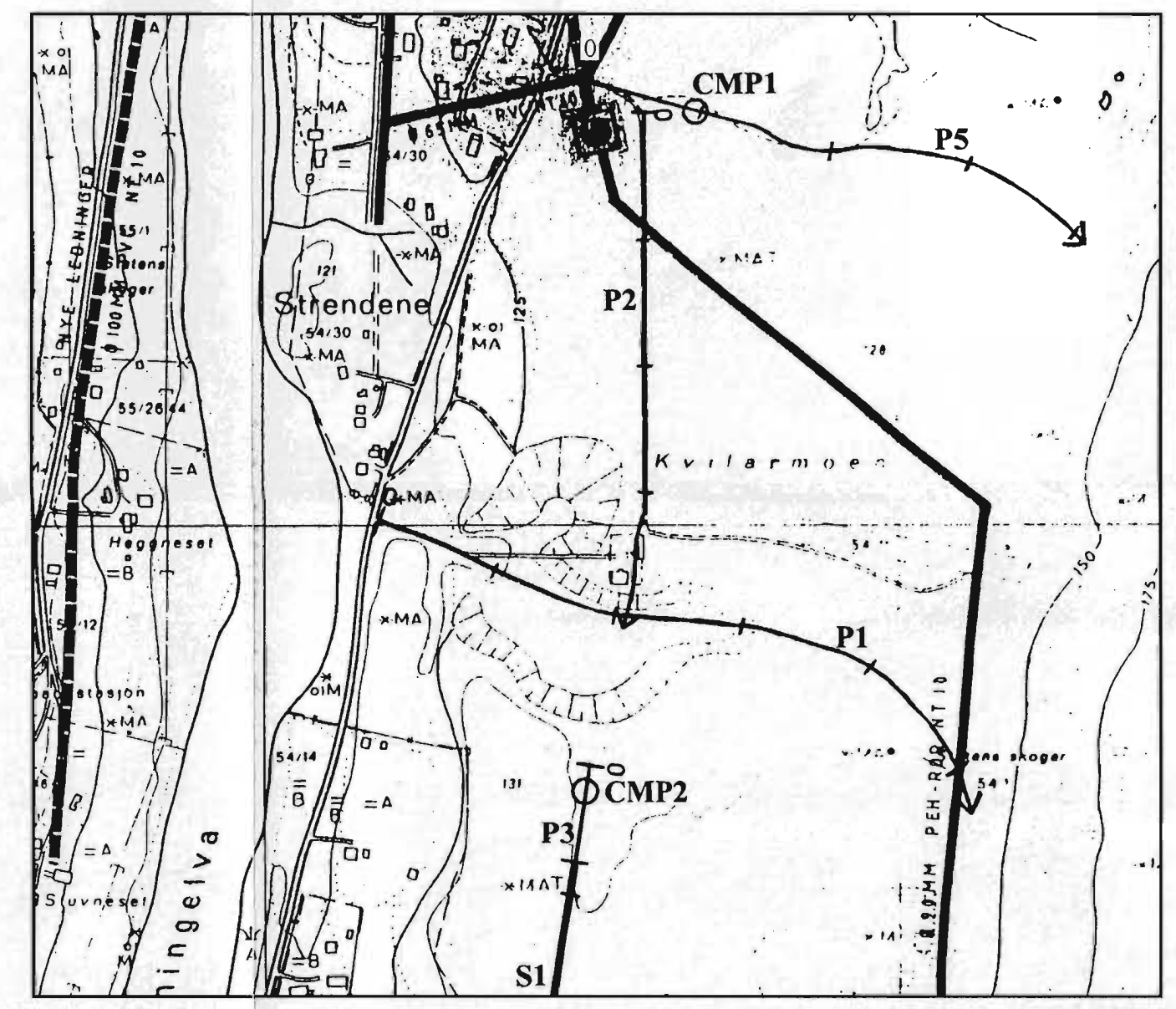


P1



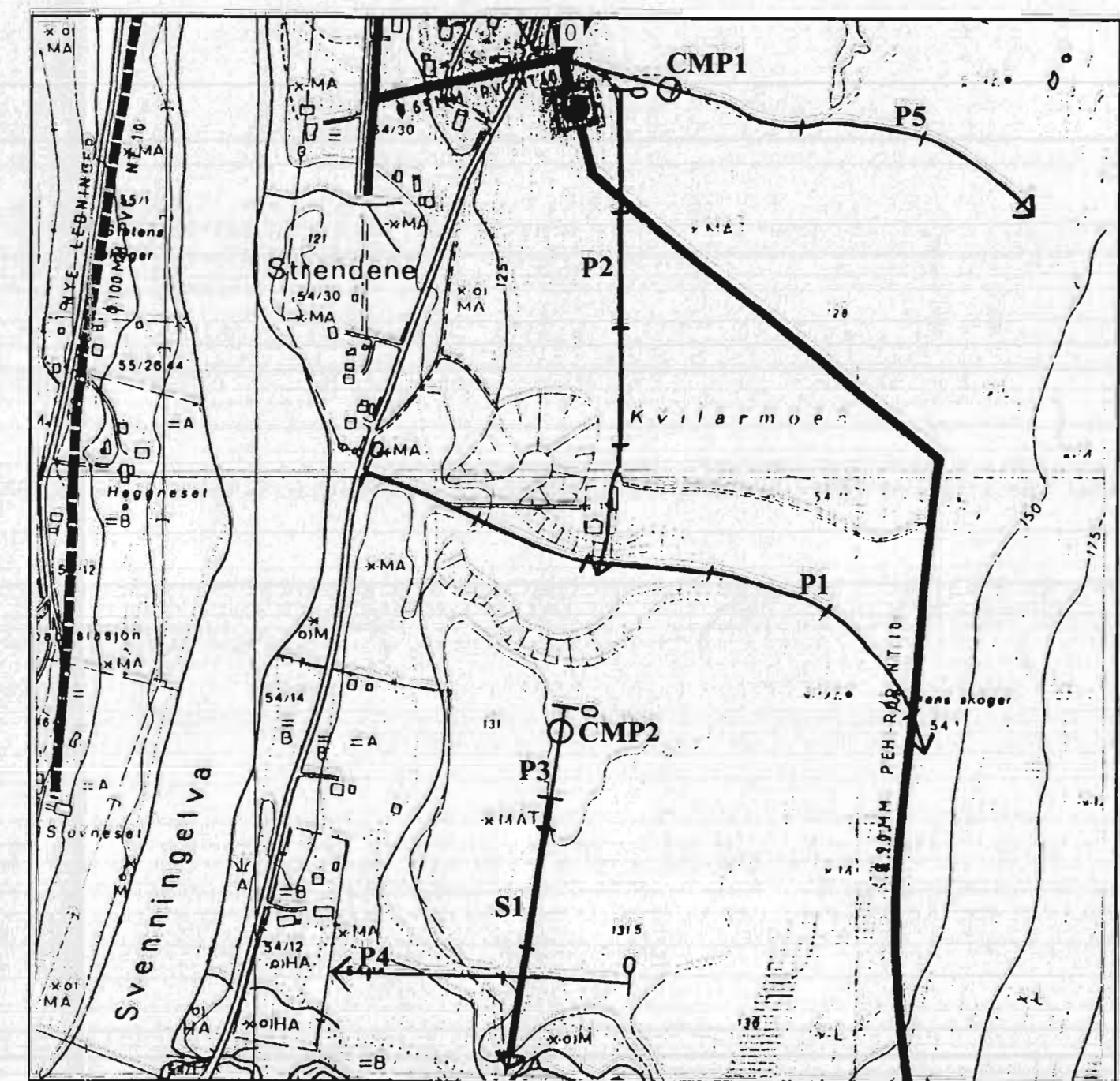
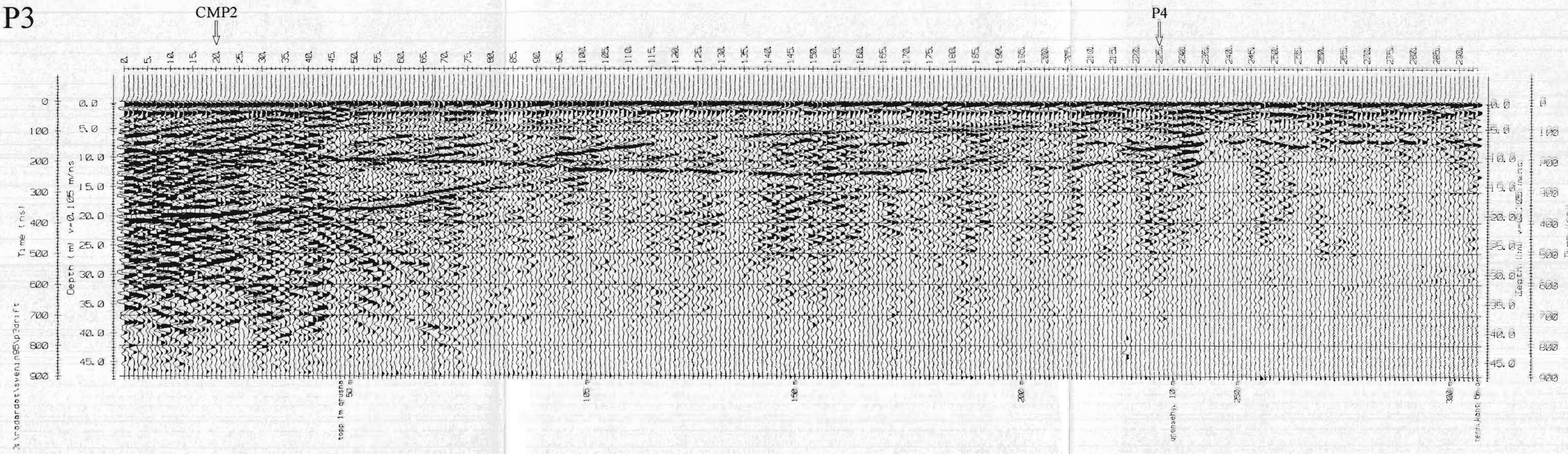
TEGNFORKLARING (Kart)

- P1 → Georadarprofil med angivelse av startposisjon og måleretning
 - S1 — Refraksjonsseismisk profil
 - CMP-måling georadar
- Tverstreker på georadarprofiler angir hver 100 meter

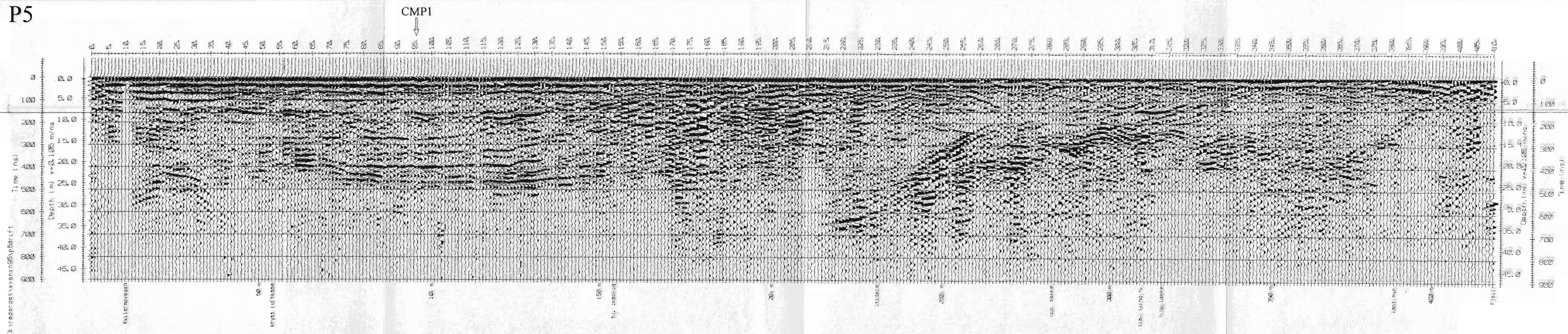


NGU/GRANE KOMMUNE GEORADAROPPTAK, PROFIL 1 & 2 STRENDENE, SVENNINGDAL GRANE KOMMUNE, NORDLAND	MÅLESTOKK Kart 1:5000	MÅLT JFT TEGN EM TRAC KFR	JULI -95 MARS -96
	TEGNING NR 96.042-02	KARTBLAD NR 1925 IV	

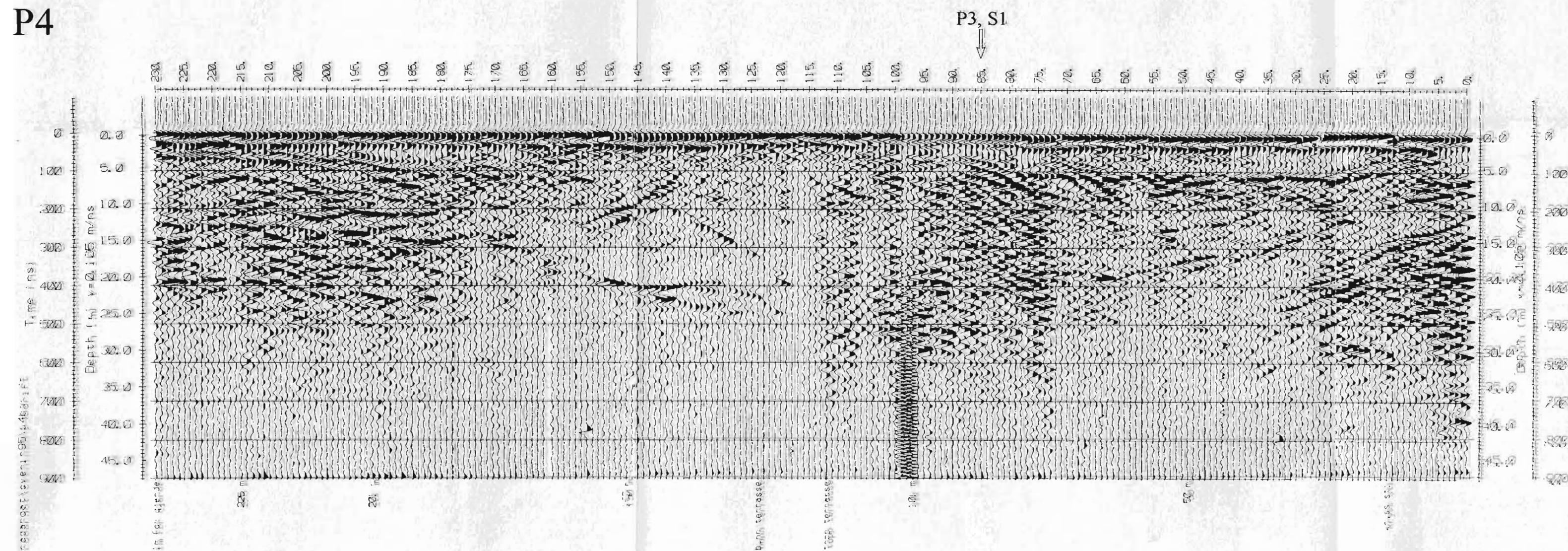
P3



P5



P4



TEGNFORKLARING (Kart)

- P5 → Georadarprofil med angivelse av startposisjon og måleretning
- S1 | Refraksjonsseismisk profil
- O CMP-måling georadar

Tverstreker på georadarprofiler angir hver 100 meter

NGU/GRANE KOMMUNE GEORADAROPPTAK, PROFIL 3, 4 & 5 STRENDENE, SVENNINGDAL GRANE KOMMUNE, NORDLAND	MÅLESTOKK	MÅLT JET	JULI -95
	Kart 1:5000	TEGN EM	MARS -96
NORGE'S GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR	KARTBLAD NR	
	96.042-03	1925 IV	