

NGU Rapport 95.148

Georadarmålinger ved
Furestøyl i Brokke,
Valle kommune.

Rapport nr.: 95.148		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Georadarmålinger ved Furestøyl i Brokke, Valle kommune.				
Forfatter: Jan Fredrik Tønnesen		Oppdragsgiver: Valle kommune		
Fylke: Aust-Agder		Kommune: Valle		
Kartblad (M=1:250.000) Sauda		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1413 II Valle		
Forekomstens navn og koordinater: Furestøyl 32V 4110 65517		Sidetall: 19	Pris: 40,-	
Feltarbeid utført: 13/11-1995		Rapportdato: 7/12-1995	Prosjektnr.: 63.2662.00	Ansvarlig: <i>Jan S. Rønning</i>
Sammendrag:				
<p>Georadarmålingene er utført for å undersøke mulighetene for uttak av grunnvann fra løsmasser i forbindelse med et planlagt hytteområde. Målingene er lokalisert til et hovedområde, som utgjøres av relativt lavtliggende flater sør for Faråna, og et mindre sekundærområde nord for elva ved Furestøyl.</p> <p>I østlige halvdel av hovedområdet er det registrert godt sorterte og sannsynligvis relativt grove avsetninger (sand og/eller grus) med mektighet opp mot 15 m. Målingene viser at løsmassene er avsatt i flere faser og kan derfor ha varierende sammensetning. Området regnes som lovende for større grunnvannsuttak fra boret brønn. Det anbefales oppfølgende undersøkelsesboringer, i første omgang innenfor et nærmere angitt område.</p> <p>Områdene vestafor regnes i forhold å være dårlig egnet for større grunnvannsuttak, da avsetningene stort sett synes å være morenedominert. Lokalt kan det være bedre sortert materiale øverst i avsetningene. Det kan derfor være mulighet for mindre vannuttak fra små dyp, sannsynligvis best egnet for gravde brønner.</p>				
Emneord: Geofysikk		Hydrogeologi		Georadar
Løsmasse				
				Fagrapport

INNHold

1 INNLEDNING	4
2 METODE OG UTFØRELSE.....	4
3 RESULTATER	5
3.1 Profilbeskrivelser	5
3.2 Sammenfatning	6
4 KONKLUSJON OG ANBEFALING	7

TEKSTBILAG

1. Georadar - metodebeskrivelse

DATABILAG

- 1a. Georadaropptak, profil P1, pos. 632-480
- 1b. Georadaropptak, profil P1, pos. 480-320
- 1c. Georadaropptak, profil P1, pos. 320-160
- 1d. Georadaropptak, profil P1, pos. 160-0
2. Georadaropptak, profil P2, pos. 0-100
3. Georadaropptak, profil P3, pos. 102-0
4. Georadaropptak, profil P4, pos. 0-134
5. Georadaropptak, profil P5, pos. 0-126
6. Georadaropptak, profil P6, pos. 168-0
7. Georadaropptak, profil P7, pos. 0-84

KARTBILAG

- 95.148-01 Oversiktskart - georadarprofiler

1 INNLEDNING

I forbindelse med planlagt hytteområde ved Furestøyl i Brokke har Valle kommune ved teknisk sjef tatt initiativ til å undersøke mulighetene for uttak av grunnvann fra løsmasser. Aktuelle undersøkelsesområder ble tatt ut etter en felles befarings av NGU/Valle kommune i sept. 95. Hovedområdet utgjøres av de relativt lavtliggende flatene sør for Faråna (Myran - Kvisle), med et mindre sekundærområde nord for elva i nordvest ved Furestøyl (se kartbilag - 01).

Formålet med georadarmålingene var å fastslå om og eventuelt angi hvor en burde gå videre med undersøkelsesboringer for vurdering av vannkapasitet og opptak av prøver for vannkvalitet og korngradering.

2 METODE OG UTFØRELSE

En generell beskrivelse av georadar-metoden er gitt i tekstbilag 1. Georadaren som ble benyttet er digital og av typen pulseEKKO IV (Sensors & Software Inc., Canada).

Målingene ble utført på stort sett barfrossen mark den 13. nov. 1995 av Jan Fredrik Tønnesen sammen med en mann fra kommunen. I hovedområdet sør for Faråna ble det målt ett langt profil parallelt med Faråna (P1), og 4 kortere tverrprofiler (P2 - P5). I det mindre området i nordvest er det målt to profiler i kryss (P6 -P7). Profilplasseringen er vist i kartbilag -01. Det ble benyttet en sender på 1000 V og antenner med senterfrekvens 50 Mhz. Opptakstiden var 1000 ns (nanosekunder) med samplingsintervall på 1,6 ns. Målingene ble utført med 32 registreringer («stacks») i hvert målepunkt (posisjon). Antenneavstand og flyttavstand var 1 m ved profilmålingene. Reell lengde av profiler kan være noe forskjellig fra angitt lengde på georadaropptakene pga. systematisk feil i flyttavstand. Ved beskrivelse av georadarprofilene refereres det til posisjon og ikke virkelig avstand. Ut fra opptakene er samlet profillengde nær 1350 m, mens virkelig lengde ut fra kartet er noe større. Angitt informasjon om kryssende profiler, gjerder, bekker og andre terrengdetaljer kan benyttes for mer nøyaktig profil-posisjonering.

Det er ikke utført CMP-målinger for beregning av radarbølge-hastighet i grunnen. Ved utplotting av georadarprofilene ble det benyttet en hastighet på 0,080 m/ns for beregning av dybdeskala (m under terrengoverflaten). Variasjoner i terrengoverflaten er ikke lagt inn, og høydeskala er derfor utelatt. Den valgte hastigheten kan erfaringsmessig representere vannmettet sand/grus. Den er nok for lav for sand/grus over grunnvannsspeil, og lagtykkelsen over kan derfor være noe større enn det som framgår. Feilen blir her liten, da grunnvannsnivå ligger fra meget nær terrengoverflaten og ned til noen få meter under. Myrtykkelser vil bli noe overdrevet med den anvendte dybdeskala, da myrtorv som regel har lavere hastighet.

Ved utskrift av georadarprofilene (databilag 1-7) ble det benyttet en forsterkning som kompenserer for geometrisk spredning og dempning av signalene. Det ble benyttet 3-punkts gjennomsnitt langs traser for å redusere høyfrekvent støy. Dybdeskala er ca. dobbelt så stor som den horisontale skala langs profilutskriften. I utskriften er profil P1 fordelt på 4 ark (databilag 1a - 1d), mens de øvrige profilene kommer inn på hvert sitt ark. Profilutskriften er orientert slik at venstre kant er i vest for P1 og P6, og i sør for de øvrige profilene.

3 RESULTATER

3.1 Profilbeskrivelser

Langs lengdeprofilen P1 i hovedområdet er det i vestlige halvdel (databilag 1a og 1b, pos. 632-320) et forholdsvis kaotisk refleksjonsmønster. Dette kan indikere at materialet er grovt og dårlig sortert og at det kan være morenedominert. I området pos. 460-320 er det imidlertid relativt kraftige nær horisontale reflektorer ned til 5-7 meters dyp, som trolig er bedre sorterte avsetninger. Fjelloverflaten er meget vanskelig å angi, men en mulig antydning er at den kan være på 6-8 meters dyp lengst vest og at den ligger mellom 8 og 12 meter dypt videre østover. Fjelloverflaten kan imidlertid ikke utelukkes å ligge både dypere og grunnere enn antydning.

Langs østlige halvdel av P1 (databilag 1c og 1d, pos. 320-0) skråner fjelloverflaten trolig ned fra 12 m i vest til rundt 22 m de første 100 m. Videre langs resten av profilen er grensen mellom overliggende løsmasser og fjell-/moreneoverflate godt definert. Den har sitt dypeste punkt på rundt 30 m ved pos. 130. Fra pos. 70 til 0 ligger den rundt 15 m dypt. Fra pos. 300 og østover kommer det inn skrålagning i løsmassene med fall mot øst langs profilen. Skrålagningen er spesielt bratt og markert i området pos. 240-120. Lagene flater ut ned mot 15 meters dyp. Disse avsetningene må regnes å bestå av godt sorterte lag med vekslende men relativt grovt materiale (sand og/eller grus). Nær flattliggende lag under med svake strukturer regnes å være mer finkornig. Avsetningene langs de østligste 100 m av profilen synes også å være nær flattliggende med svake lagstrukturer, og det antas at de har høyere innhold av finkornig materiale enn løsmassene vestafor.

Langs det østligste tverrprofilen (profil P5, databilag 5) indikeres det også tilsvarende relativt svake nær horisontale reflektorer i løsmassene. Fjell-/moreneoverflaten skråner ned fra 5-6 m ved sørenden til ca. 15 m ved kryss østenden av P1. Den regnes å ligge nær horisontalt langs resten av profilen, men kan skråne litt opp mot nordenden. En løsmasserygg av annen sammensetning enn de øvrige løsmassene stikker opp til ca. 7 meters dyp med toppunkt mellom pos. 80 og 85. Denne antas å være en esker, dvs. materiale avsatt i en smeltevannstunnel under isen ved avsmeltingen ved slutten av siste istid. Profilen viser altså 2 ulike avsetningsfaser, da de øvrige løsmassene må være avsatt senere, enten som breelvmateriale etter at brefonten trakk seg tilbake fra området eller som elveavsetning etter at isen var helt borte.

Langs profil P4 (databilag 4) er det vanskelig å indikere fjelloverflaten. Relativt kraftige og nær flattliggende strukturer sentralt i profilen viser at målingene er utført på tvers av skrålagningen som framgår av kryssende profil P1. Denne avsetningstypen kan se ut til å være avgrenset til et basseng som krysser P4 og som har mektighet større enn 5 m mellom pos. 45 og 105 og når ned til vel 15 meters dyp rundt kryssningspunktet med P1 (pos. 70 i P4). Bassengskråningen mot nord kan være sørskråningen på en esker-form med toppunkt bare 2-3 m under terrengoverflaten rundt pos. 115. Det er sannsynlig, men ikke sikkert, at denne strukturen henger sammen med eskeren i P5.

Langs profilene P3 og P2 (databilag 3 og 2) er det tilsvarende kaotisk refleksjonsmønster som langs vestre halvdel av P1, og dermed meget vanskelig å angi dyp til fjell. P3 kan se ut til å krysse et avsetningsbasseng som kan fortsette fra P4, men i P3 er det maksimum 6-8 m dypt

og opptrer mellom pos. 80 og 25. Det er usikkert om en på nordsiden av bassenget her har noen oppstikkende rygg som kan tilsvare eskeravsetningene i tverrprofilene østafor. Lengst vest i området kan det langs P2 antydes en grense på 6-7 meters dyp som kan representere overgang mot fjell/morene.

I sekundærområdet i nordvest, dvs. langs profilene P6 og P7 (databilag 6 og 7), er forholdene nær tilsvarende som i vestre del av hovedområdet. Langs P6 kan fjelloverflaten ligge dagnært ved vestenden (pos. 160) og 4-5 m dypt de østligste 40 m. Sentralt i profilet kan løsmassene være opp mot 7-8 m tykke. Fjelloverflaten ligger trolig dagnært ved sørenden av P7, men kan nå ned mot 7-8 meters dyp i en mulig kryssende kanal med noe mer strukturerte avsetninger. Fjellet kan nå opp mot 5m dyp under nedre del av løsmasseskråningen (pos. 65), og 7m mot enden av profilet. Det må understrekes at tolkningene også her er meget usikre og at det ikke kan utelukkes at fjell kan påtreffes grunnere enn antydnet.

3.2 Sammenfatning

Både i sekundærområdet i nordvest ved Furestøyl og i vestre halvdel av hovedområdet sør for Faråna gir georadaropptakene et forholdsvis kaotisk refleksjonsmønster. Dette indikerer grovt og dårlig sortert materiale, trolig morenedominerte avsetninger. Det er imidlertid enkelte områder som kan ha noe bedre sortert materiale de øvre 5-8 m (sentralt i profil P7 og P3 og i P1 mellom pos. 460 og 320). Dyp til fjelloverflaten er meget dårlig definert, men løsmassene er antydnet å være maksimum 7-8 m tykke i sekundærområdet og vestligste del av hovedområdet.

I østlige halvdel av hovedområdet er det registrert avsetninger med markert skrålagning nedover mot øst, og skrålagningen er spesielt bratt og markert mellom pos. 240 og 120 i profil P1. Disse avsetningene må regnes å bestå av godt sorterte lag av relativt grovt materiale (sand og/eller grus). Skrålagningen flater ut ned mot 15 meters dyp med antatt mer finkornig materiale under. I området østafor er lagdelingen også nær horisontal og avsetningene kan være mer finkornig enn lenger vest. Profil P5 krysser en begravn esker-rygg, og det er mulig at den kan fortsette mot vest og krysse P4 dagnært mellom P1 og elva. Målingene viser at løsmassene er avsatt i flere faser, og sammensetningen kan derfor variere betydelig, spesielt i nordsør-retning.

4 KONKLUSJON OG ANBEFALING

Georadarmålingene har gitt klare indikasjoner på godt sorterte og relativt grove avsetninger (sand og/eller grus) i østre halvdel av hovedområdet sør for Faråna. Området må regnes som lovende med hensyn til større grunnvannsuttak fra boret brønn.

Vestlige del av hovedområdet og sekundærområdet i nordvest ved Furestøyl må i forhold regnes som dårlig egnet for større grunnvannsuttak. Avsetningene kan gi brukbar vannkapasitet dersom de har lavt finstoffinnhold, men hvis det er mye stein og blokk, kan dette gjøre boring vanskelig. For mindre vannuttak er sannsynligvis gravde brønner best egnet.

For videre oppfølging anbefales det som førsteprioritet, undersøkelsesboringer i østre halvdel av hovedområdet med mest markert skrålagning langs profil P1, dvs. mellom pos.130 og 230 (se kartbilag -01). Dersom dette området mot formodning ikke skulle gi tilfredsstillende resultat, anbefales det å bore rett nordafor nærmere elva, hvor avsetningene kan være dominert av en eldre esker-rygg. Eskeren kan eventuelt også bores på lenger øst (ved kryss P5). Avsetningene for øvrig i østligste del av området kan også være brukbare, men det må undersøkes om de har for høyt finstoffinnhold. Georadarmålinger kan ikke si noe om vannkvalitet, og undersøkelsesboringer er derfor nødvendig.

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;

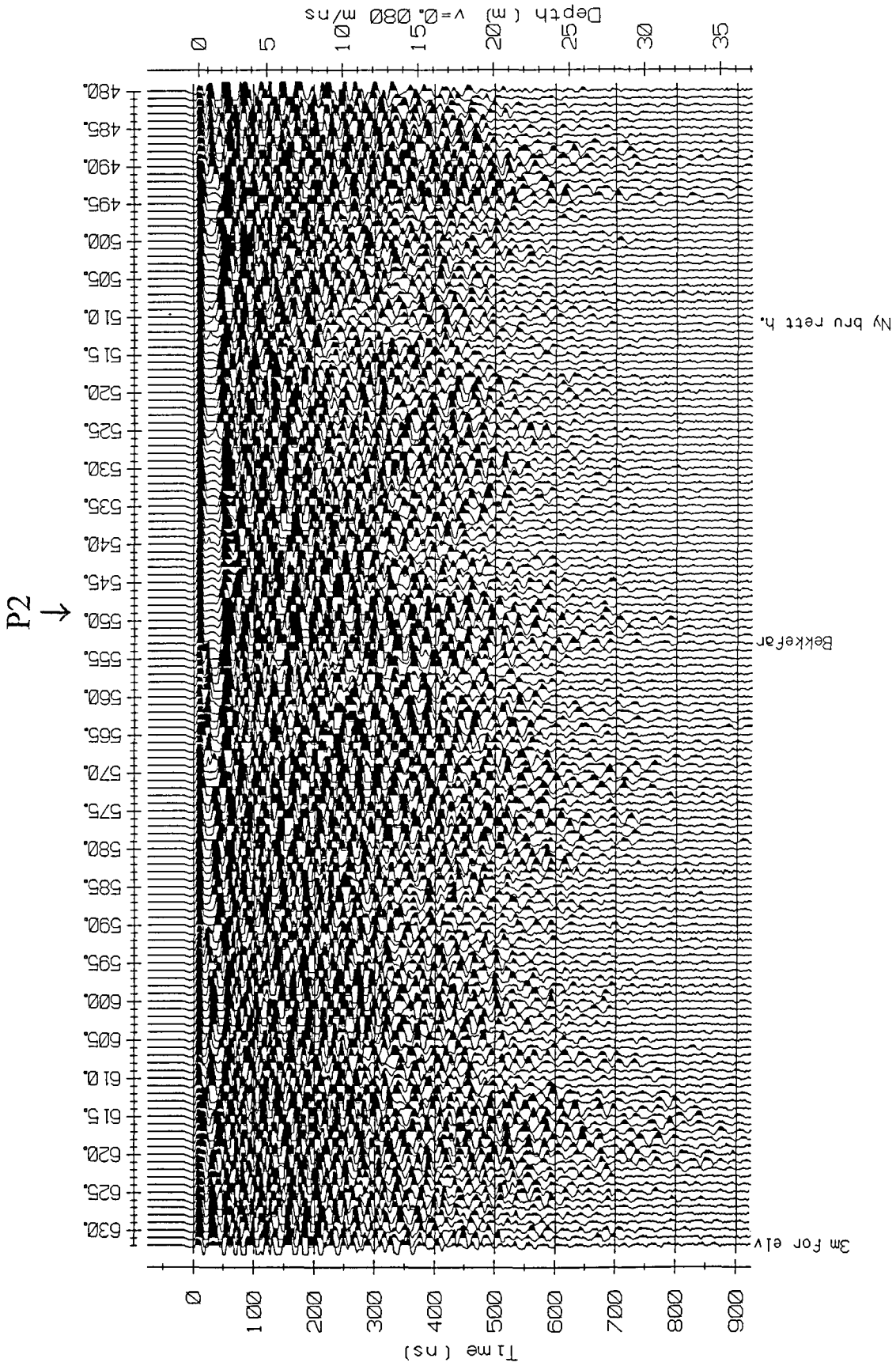
$$\epsilon_r = \left(\frac{c}{v}\right)^2$$

hvor ϵ_r er det relative 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.

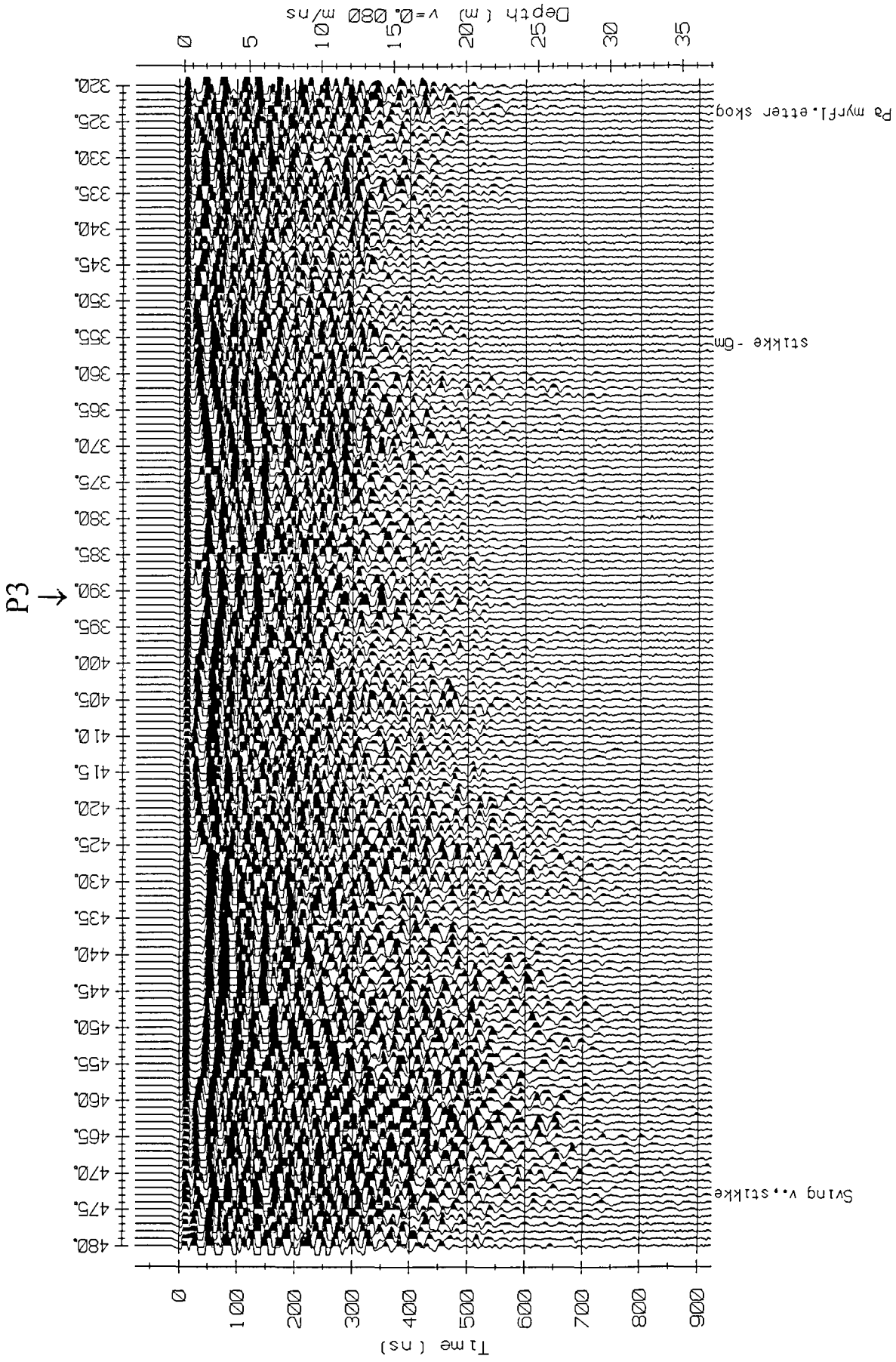
Dybderekkevidden for georadarmålinger er i stor grad avhengig av elektrisk ledningsevne i grunnen og av den utsendte antennefrekvens. Både økende ledningsevne og en økning i antennefrekvens vil føre til hurtigere dempning av bølgepulsene og dermed minkende penetrasjon. I godt ledende materiale som marin 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>

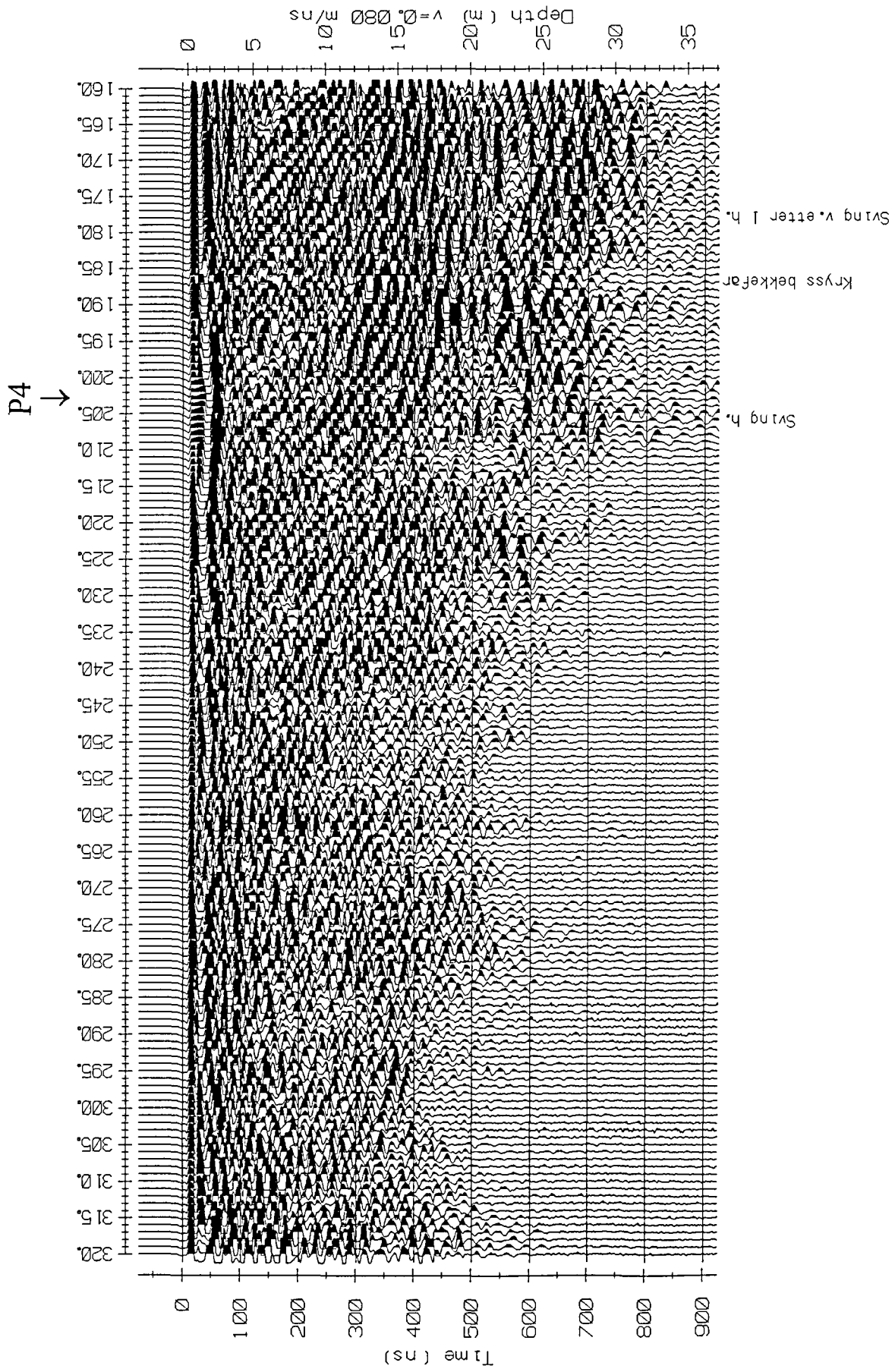
Tabell over relativt dielektrisitetstall, radarbølge-hastigheter og ledningsevne i vanlige materialtyper.



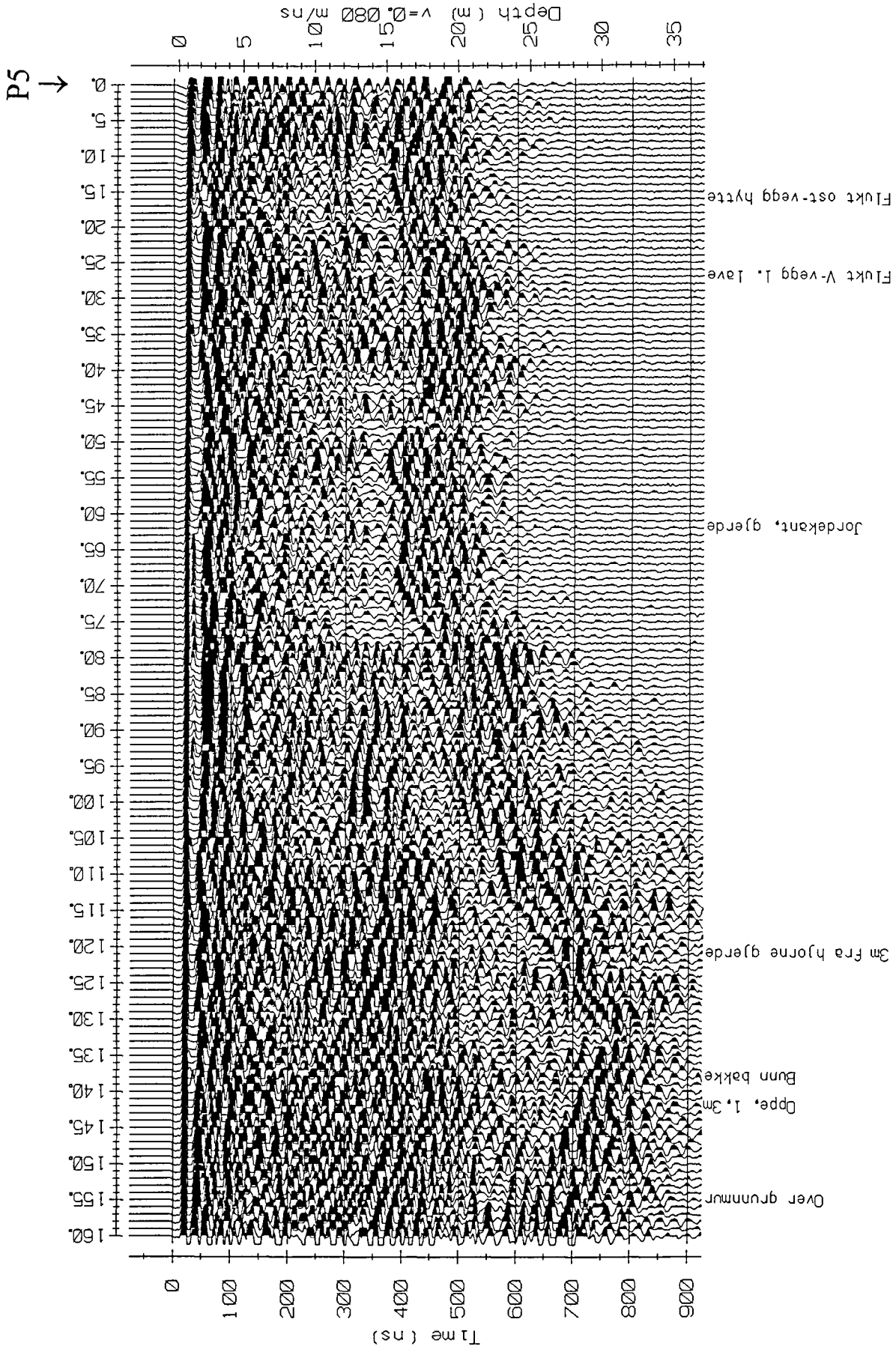
Georadaropptak, profil P1, posisjon 632-480



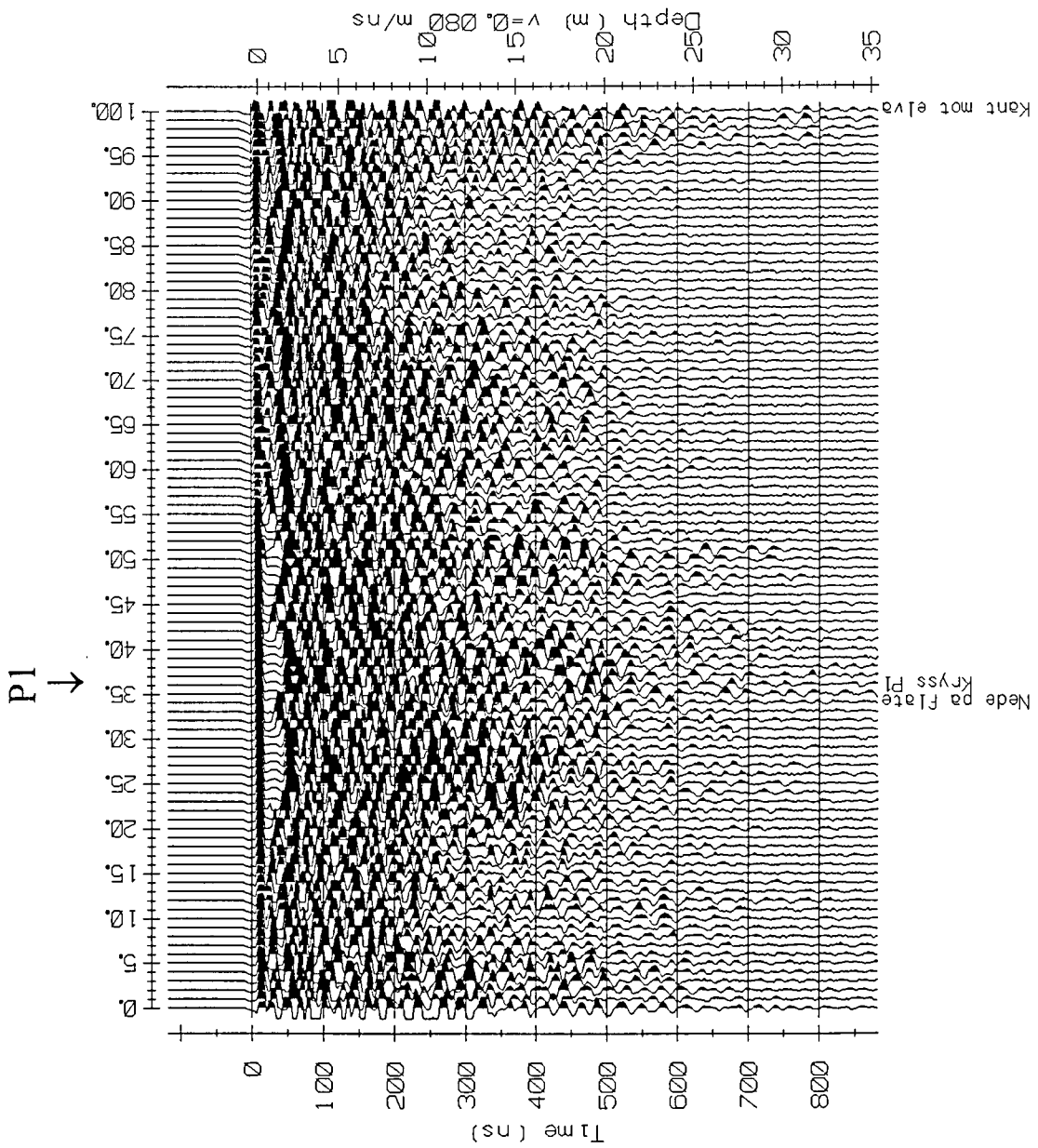
Georadaropptak, profil P1, posisjon 480-320



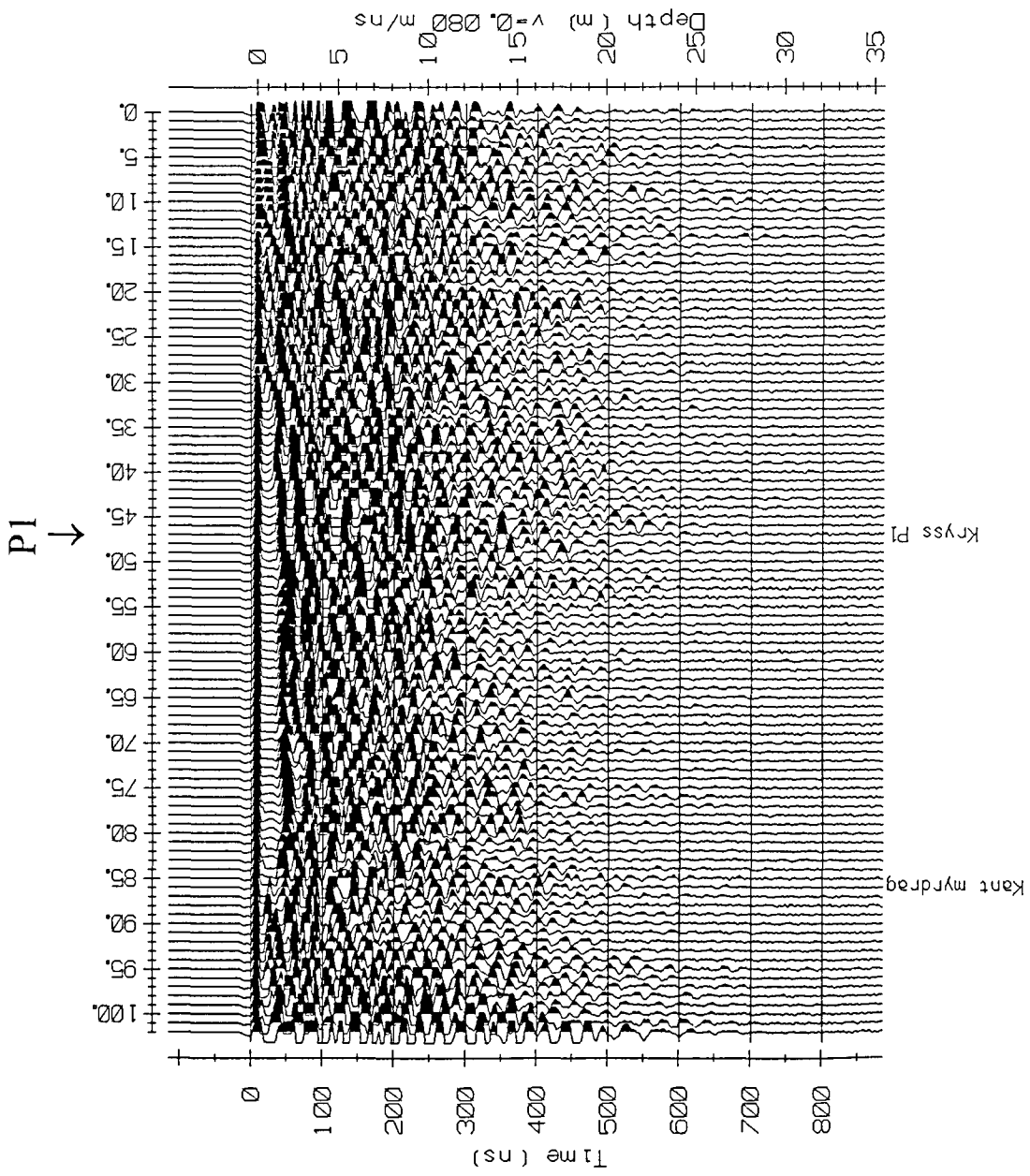
Georadaropptak, profil P1, posisjon 320-160



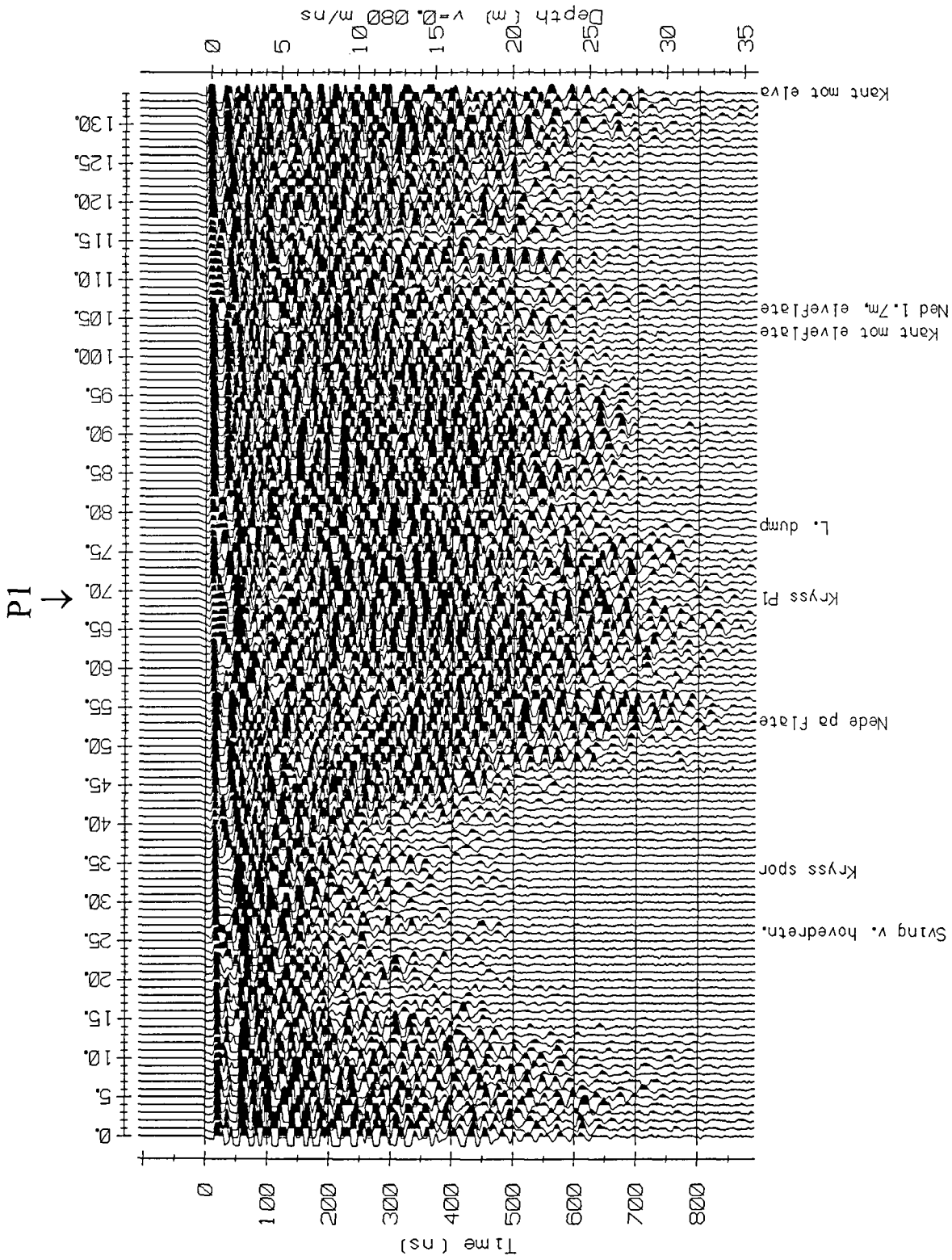
Georadaropptak, profil P1, posisjon 160-0



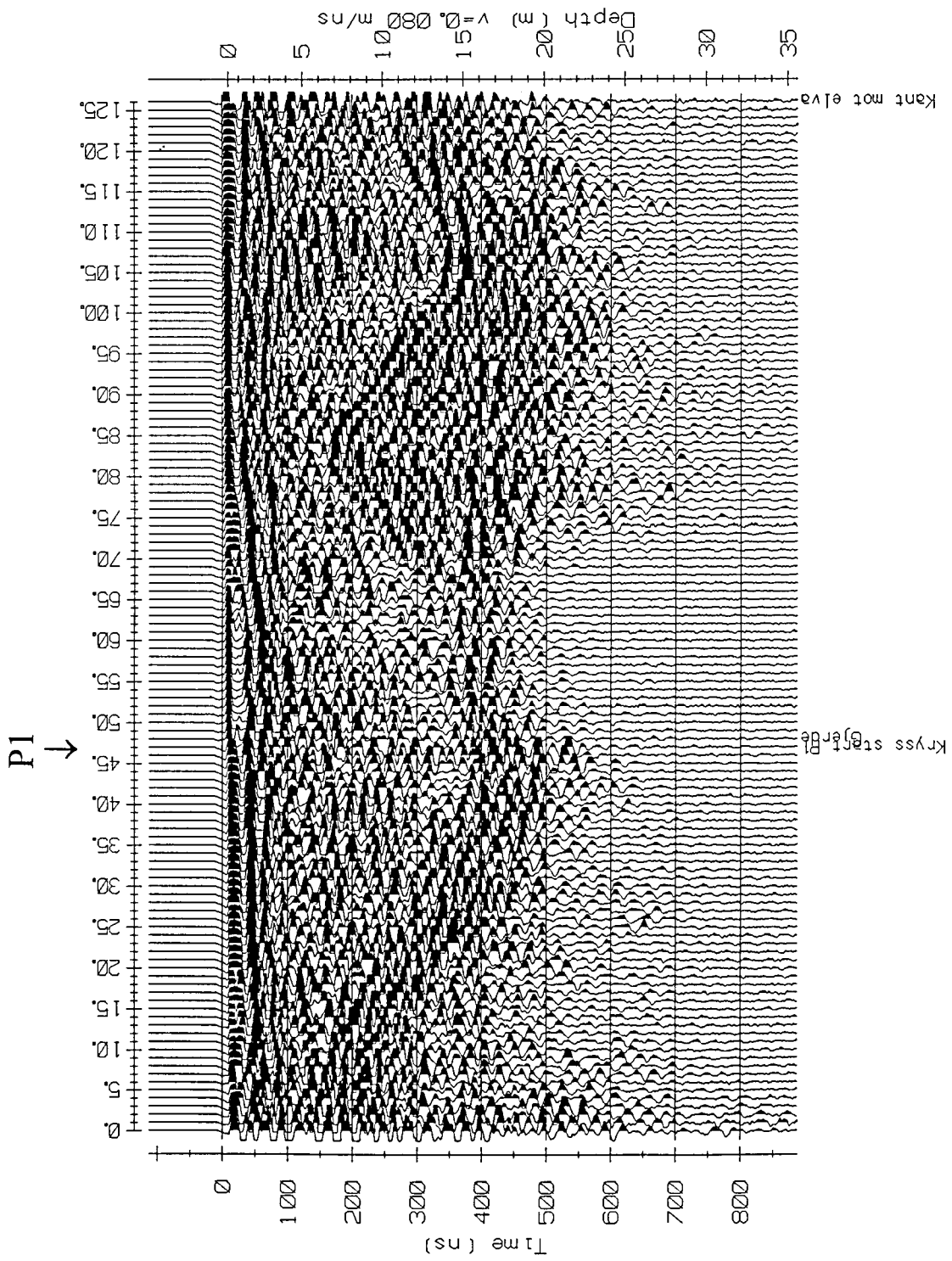
Georadaropptak, profil P2, posisjon 0-100



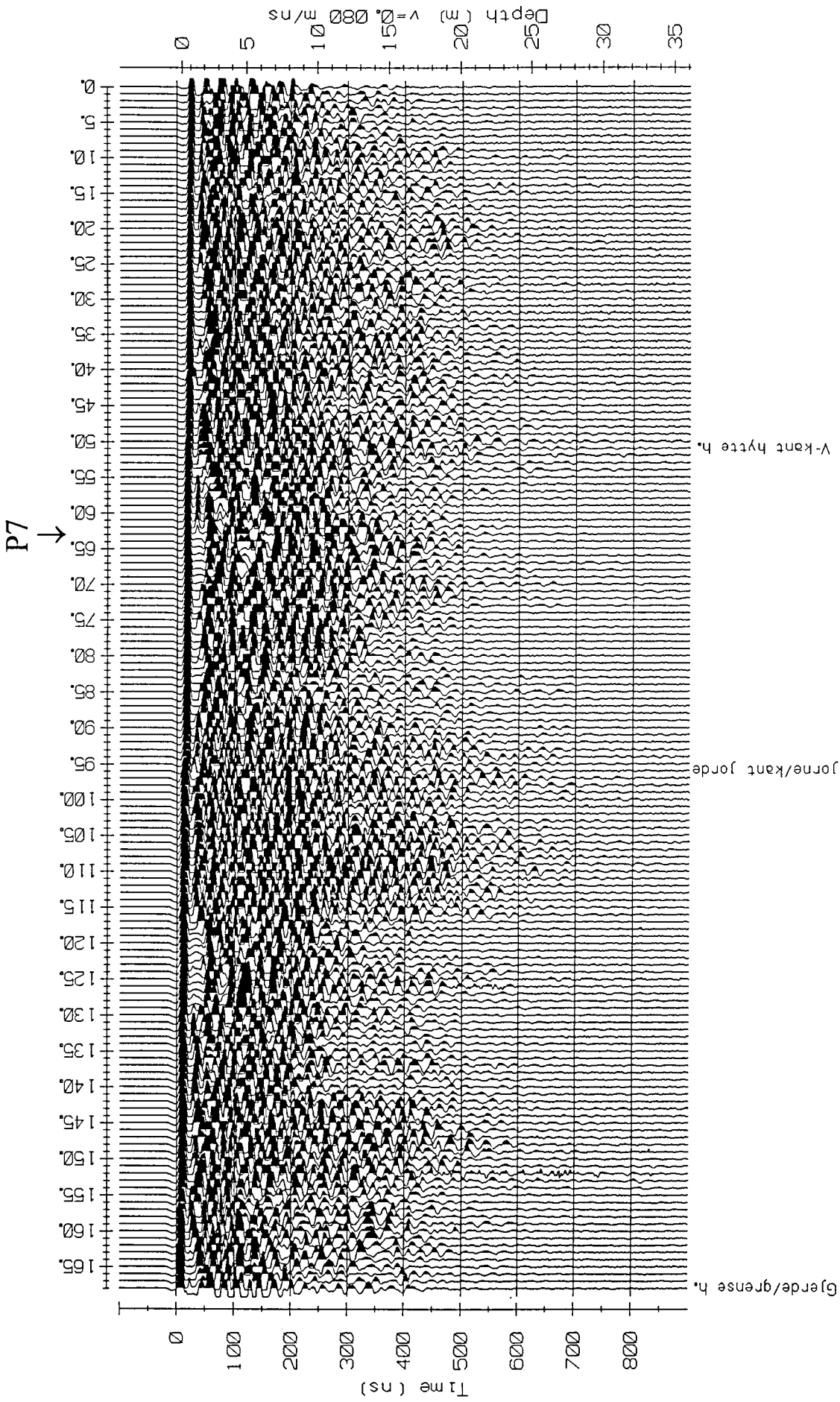
Georadaropptak, profil P3, posisjon 102-0



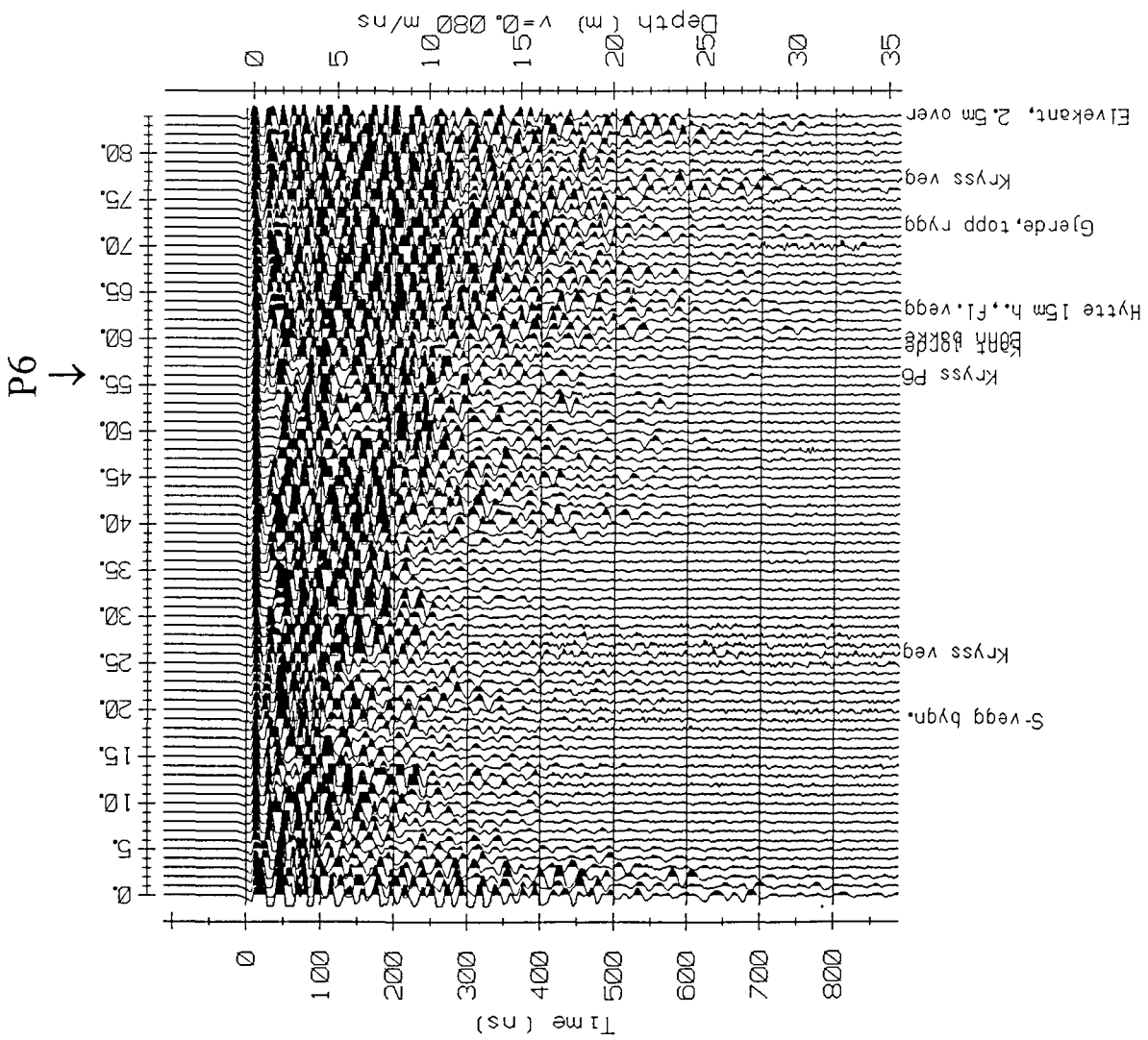
Georadaropptak, profil P4, posisjon 0-134



Georadaropptak, profil P5, posisjon 0-126



Georadaropptak, profil P6, posisjon 168-0



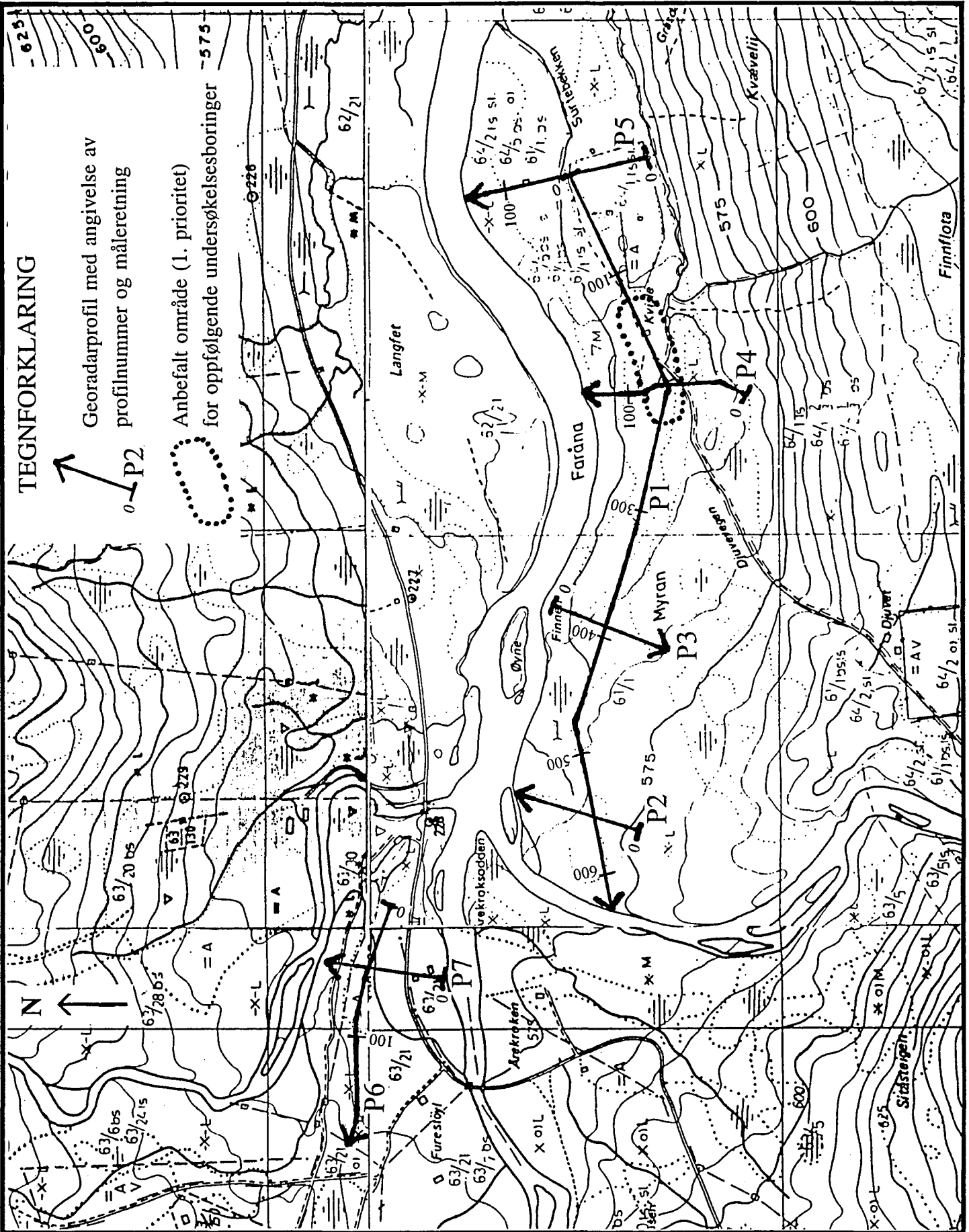
Georadaropptak, profil P7, posisjon 0-84

TEGNFORKLARING

Georadarprofil med angivelse av
profilnummer og måleretning



Anbefalt område (1. prioritet)
for oppfølgende undersøkelsesboringer



NGU / VALLE KOMMUNE
GRUNNVANNSUNDERSØKELSE
OVERSIKTSKART - GEORADARPROFILER
FURESTØYL I BROKKE
VALLE KOMMUNE, AUST-AGDER

MÅLESTOKK 1 : 5 000	MÅLT JFT	NOV -95
	TEGN JFT	DES -95
	TRAC	
	KFR.	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR.
95.148-01

KARTBLAD NR.
1413 II