

NGU Rapport 92.296

Geofysiske målinger i forbindelse med
infiltrasjon av avløpsvann i
Inderøy kommune, Nord-Trøndelag

Rapport nr. 92.296		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Geofysiske målinger i forbindelse med infiltrasjon av avløpsvann i Inderøy kommune				
Forfatter: Janusz Koziel, Jan Fredrik Tønnesen og Bernt Olav Hilmo		Oppdragsgiver: NGU/Inderøy kommune		
Fylke: Nord-Trøndelag		Kommune: Inderøy		
Kartbladnavn (M=1:250.000) Trondheim		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1622 I Verran, 1722 IV Stiklestad		
Forekomstens navn og koordinater: Inderøy 32 6100 70900		Sidetall: 34	Pris: kr 75,-	
		Kartbilag: 10		
Feltarbeid utført: 04.-07.08.92	Rapportdato: 24.02.93	Prosjektnr.: 63.2509.95	Ansvarlig: <i>Jan S. Kvernøy</i>	
<p>Sammendrag:</p> <p>Formålet med undersøkelsene var å kartlegge løsmasser egnet for infiltrasjon av avløpsvann. Kartleggingen inngår i prosjektet: <i>Inderøy - Modellkommune for avløpssanering i spredt bebyggelse</i>, som er et samarbeidsprosjekt mellom Jordforsk, NGU, Landbrukskontoret i Inderøy og Inderøy kommune. Georadar ble benyttet som den eneste geofysiske metoden. I alt ble det målt 27 georadarprofiler fordelt på 16 lokaliteter.</p> <p>Tolkningene indikerer at mektighet av mulig egnet materiale er mindre enn 2 m langs 6 av profilene, mens det langs de øvrige profilene er funnet begrensede områder med mektigheter på 2,5-3,0 m eller mer. Disse områdene utgjør vel 1,5 km av en samlet profillengde på vel 5,4 km.</p> <p>Georadarmålinger har vist seg velegnet til å avgrense områder hvor det vil være aktuelt med oppfølgende vurdering av infiltrasjonsmulighetene. Det er imidlertid stor forskjell fra lokalitet til lokalitet når det gjelder usikkerhet i tolkningene. Alternative tolkninger for en del profiler vil gjennomgående medføre mindre mektighet av mulig egnede løsmasser enn angitt.</p>				
Emneord:	Avløpsinfiltrasjon			
Geofysikk	Georadar			
Hydrogeologi	Løsmasse		Fagrapport	

INNHold

	Side
1	INNLEDNING 4
2	MÅLEMETODE OG UTFØRELSE 5
3	RESULTATER 7
3.1	Profilbeskrivelser 7
3.2	Sammenfatning 11
4	KONKLUSJON 13
5	REFERANSER 14

TEKSTBILAG

1. Georadar - metodebeskrivelse

DATABILAG

- 1-18 Georadarprofiler

KARTBILAG

- 92.296-01 Oversiktkart; Grindberg, Lorås
- 02 Oversiktkart; Flakkenberg
- 03 Oversiktkart; Klefstad, Hol, Hjellan
- 04 Oversiktkart; Gran
- 05 Oversiktkart; Verdal
- 06 Oversiktkart; Verdal, Hald
- 07 Oversiktkart; Kjerknes, Berg, Lilleby, Tronstad
- 08 Oversiktkart; Oksål, Ulstad
- 09 Oversiktkart; Vang
- 10 Regionalt oversiktkart; Inderøy (M 1:50000)

1 INNLEDNING

Formålet med undersøkelsene var å kartlegge løsmasser som er egnet for infiltrasjon av avløpsvann. Kartleggingen inngår i prosjektet: *Inderøy - Modellkommune for avløps-sanering i spredt bebyggelse*, som er et samarbeidsprosjekt mellom Jordforsk, NGU, Landbrukskontoret i Inderøy og Inderøy kommune. Georadar ble benyttet som den eneste geofysiske metoden. Georadarmålingene er fordelt på 16 lokaliteter og omfatter 27 profiler med en samlet lengde på vel 5,4 km.

Egnede løsmasser i området vil stort sett være begrenset til strandavsetninger, men sandig morene kan enkelte steder være en mulighet. Hovedutbredelsen av slike avsetninger framgår av de kvartærgeologiske kartene (Sveian 1985 og 1992). Strandavsetningene vil som regel ligge over finkornige avsetninger (silt og leire), men kan også være begrenset mot dypet av morenemateriale eller ligge direkte på fjell. Mektigheten av strandavsetninger varierer fra noen desimeter og opp til flere meter, men kan som regel ikke bestemmes fra kartgrunnlaget. Med georadarmålinger vil det være mulig å avgjøre om og hvor det kan være tilstrekkelig løsmassemektighet ved de utvalgte lokalitetene og dermed hvor oppfølgende undersøkelser bør konsentreres. Plassering av profiler er foreslått av geolog B.O. Hilmo ut fra tilgjengelig kartgrunnlag og noe oppfølgende kartlegging på de aktuelle stedene.

2 MÅLEMETODE OG UTFØRELSE

Lokalisering av målte georadarprofiler er vist i kartbilagene 92.296 -01 til -09. Kartgrunnlag i målestokk 1:10000 ble benyttet ved opptegning av profiler. Kartbilag 92.296-10 i målestokk 1:50000 gir regional oversikt over lokaliseringen av kartbilagene -01 til -09. Georadar ble benyttet som den eneste målemetoden. Beskrivelse av georadarmålinger og teoretiske prinsipper er vedlagt i tekstbilag 1. Georadaren som ble benyttet er digital og av typen PulseEKKO IV (produsert av Sensors & Software Inc., Canada). Det ble benyttet 400 V sender og 200 MHz antenner. Samplingsintervallet var 0.8 ns. Avstanden mellom sender og mottaker var 1 m og flyttavstanden var også 1 m. I alt ble det målt 27 georadarprofiler. Datakvaliteten betraktes som mindre god. Profilnummer, sted, profillengde, antall stacks og tidsvindu framgår av Tabell 1. Profillengde angir egentlig antall målepunkt multiplisert med flyttavstanden. Dersom en ved måling har vært unøyaktig med antenneplasseringen, kan derfor angitt lengde avvike noe fra virkelig profillengde.

Tabell 1. Oversikt over utførte georadarprofiler.

Profil nummer	Sted	Lengde [m]	Antall stacks	Time window [ns]
P1A	Grindberg	181	64	512
P1B	Grindberg	87	64	256
P2	Lorås	244	64	256
P3	Lorås	218	64	256
P4	Flakkenberg	376	64	256
P5	Flakkenberg	158	64	256
P6A	Klefstad	102	128	256
P6B	Klefstad	161	128	256
P7	Klefstad	215	32	256
P8	Hol	256	32	256
P9A	Hjellan	144	32	256
P9B	Gran	193	32	256
P10	Verdal	178	32	512

P11	Verdal	408	32	256
P12	Verdal	147	32	256
P13	Verdal	121	32	256
P14	Hald	132	32	256
P17	Kjerknes	186	32	256
P18A	Berg	127	32	256
P18B	Berg	145	32	256
P19	Lilleby	282	32	256
P20A	Tronstad	63	32	256
P20B	Tronstad	93	32	256
P21	Oksål	375	32	256
P22	Ulstad	189	32	256
P23	Vang	208	32	256
P24	Vang	333	32	256
	Samlet lengde:	5443		

Resultater fra de målte georadarprofilene er plottet i databilag 1 til 18. Dybdeskala til venstre i nanosekunder (ns) angir toveis gangtid for reflekterte georadarbølger. Dybdeskala til høyre i meter er beregnet ut fra en radarbølgehastighet i grunnen på 0,12 m/ns. Dette er en antatt hastighet som erfaringsmessig kan representere sandige avsetninger over grunnvannsnivå (se tekstbilag).

3 RESULTATER

3.1 Profilbeskrivelser

Grindberg (P1A og P1B)

Kartbilag -01 viser lokalisering av profilene. (Måledata er ikke presentert.) Langs P1A er det relativt dårlig penetrasjon, fra 1,5 til 2,5 m, mens penetrasjonen øverst på ryggform langs østlige del av P1B kan nå opp i vel 3 m. Under dette overflatematerialet ligger trolig finkornig materiale (silt/leire), men det er også mulig at fjelloverflaten noen steder ligger like under strandavsetningene.

Lorås (P2 og P3)

Kartbilag -01 viser lokalisering og databilag 1 viser måleresultater. Langs P2 regnes reflektor i ca. 2 meter dyp i området 0-160 å indikere overgang til vannmettet materiale nær fjell. Fjelloverflaten ligger trolig grunnest i starten (0-25) og i området 100-140. Dyp til fjell eller vannmettet materiale er størst fra pos 180 og ut profilet (2,5-3,0 m). P3 har en reflektor på ca 1,5 meter dyp som regnes å indikere overgang til vannmettet materiale og/eller muligens morene. Usammenhengende og noe undulerende reflektor på rundt 3 meters dyp antas å være fjell.

Flakkenberg (P4 og P5)

Kartbilag -02 viser lokalisering av profiler og databilag 2 og 3 viser måledata. P4 er plassert noen få meter vest for bekk/grøft, unntatt siste del som dreier mot NV. Det regnes at vannmettet materiale kommer inn fra 1 til 1,5 meters dyp og med størst dyp i nord. Lengst i sør (0-30) indikeres skrålagning med fall mot sør under dette nivået. Forøvrig er det begrenset med strukturer i løsmassene. En svak, undulerende og usammenhengende reflektor fra 2 til 4,5 meters dyp i området 60-270 antas å være fjell. Fjelloverflaten er trolig nær grunnvannsnivå i nordligste del. I P5 kan reflektor på 1,5 meters dyp representere overgang til vannmettet materiale. I området 0-40 regnes fjelloverflaten å ligge i samme nivå. Svak reflektor ned mot 3 m dybde i området 50-90 og rundt 4 m dybde fra posisjon 130 og ut profilet kan være fjell.

Klefstad (P6A, P6B og P7)

Kartbilag -03 viser lokaliseringen av profilene og databilag 3 og 4 viser måleresultatene. I P6A registreres reflekterte signaler ned mot 5 meters dyp. Markert reflektivt materiale i 1,5-2,5 meters dyp indikerer trolig overgang til vannmettet materiale. Det er mest sannsynlig at fjelloverflaten ligger like under og at de dypere refleksjoner skyldes strukturer i fjellgrunnen. Det kan likevel ikke utelukkes at refleksjoner dypere enn 2 meter under overflaten kan komme fra morenemateriale eller andre relativt grove avsetninger. Nordligste del av P6B er som P6A, mens det fra pos. 30 kommer inn finstoffrikt materiale som minsker penetrasjonen under grunnvannsnivå. Ved nordenden av P7 regnes fjelloverflaten å ligge grunt (1-1,5 m). Størst penetrasjon i profilet opptrer i området pos. 40-70 hvor det kan være opptil 4 m ned til finstoffrikt materiale eller fjell. Videre mot sør varierer dypet ned til annet materiale i området 1,5-2,5 m.

Hol (P8)

Kartbilag -03 viser lokalisering av profilet og databilag 5 viser måledata. Dyp til fjell, morene eller finstoffrikt materiale er ca 2 m de første 60 m, men trolig noe mindre fram til forbi veikryss (pos. 160). Videre vestover veien er det rundt pos. 190 et område hvor overliggende løsmassetykkelse kan være vel 3 m.

Hjellan (P9A)

Kartbilag -03 viser lokalisering av profilet og databilag 6 viser måledata. Det kan være strandavsetninger ned til reflektor på 2 meters dyp i begynnelsen av profilet, men mektigheten avtar til ca 1 m fra pos. 60 og nordvestover. Usikker tolkning av underliggende materiale, men området er kartlagt som morenemateriale. Fragmenter av reflektor ca 4 m dypt fra start til pos. 50 kan være fjelloverflate under morene, likeså fra pos. 120 og mot enden i 2,5-3 meters dyp. Området imellom har dårligere penetrasjon og indikerer mer finstoffrikt materiale.

Gran (P9B)

Kartbilag -04 viser lokalisering av profilet og databilag 6 viser måledata. Det kan være strandavsetninger ned til en reflektor på 2-3 m dyp i området 50-100. Sønnafor er mektigheten mindre enn 2 m, mens den i nordlige delen av profilet er 1 m og mindre og med fjell i dagen ved nordenden.

Verdal (P10 - P13)

Kartbilag -05 og -06 viser lokalisering av profilene og databilag 7, 8, 9 og 10 viser måledata. Georadarprofil P10 viser 1-2 meters dyp til finstofflag sentralt i profilet og dagnært fjell mot begge ender. P11 viser variabel penetrasjon. Penetrasjon ned i gruntliggende fjell sees mellom posisjon 15 og 70 og mellom 100 og 215. Finstofflag over fjell reduserer penetrasjonen forøvrig i profilet. Størst mektighet av grovere løsmasser opptrer mellom pos. 270 og 330 hvor mektigheten når opp i 3-4 m ved pos. 285-305. Profil P12, som starter ved P11 pos. 290, viser størst løsmassemektighet i begynnelsen. Mektigheten avtar til ca. 2 m ved pos. 30. Videre langs profilet er det ikke indikert løsmasser dypere enn 1 m.

Profil P13 indikerer en reflektor fra 1 til 3 meters dyp. På det dypeste mellom pos. 60 og 90 representerer den trolig grense mellom grusige masser og underliggende finere masser (silt/leire). Forøvrig regnes den å indikere fjelloverflate.

Hald (P14)

Kartbilag -06 viser lokalisering av profilet og databilag 11 måledata. Profilet viser at løsmassemektighet kan være opptil 2,5 m mellom pos. 30 og 70. Langs resten av profilet er den mindre enn 1,5 m.

Kjerknes (P17)

Kartbilag -07 viser lokalisering av profilet og databilag 11 måledata. I området 0-100 m er det 1-1,5 m dypt ned til finstofflag eller eventuelt fjell. Fra 125 m og ut profilet er det trolig finstofflag dagnært.

Berg (P18A og P18B)

Lokalisering av profilene er vist i kartbilag -07 og måledata i databilag 12. Reflektor 1-2 m dypt langs begge profiler kan være fjelloverflate. Refleksjoner fra dypere nivå (ned til 5-8 m) må da skyldes strukturer i fjellgrunnen. Tolkningen er imidlertid usikker. Dersom det er løsmasser under den øvre reflektoren, kan fjelloverflaten tolkes å ligge 4-5 m dypt sentralt i P18A og likeså fra pos. 80 i P18B.

Lilleby (P19)

Kartbilag -07 viser lokalisering av profilet og databilag 13 viser måledata fram til posisjon 189. Fjellreflektoren regnes stort sett å ligge grunnere enn 1,5 m, men kan nå ned til 2,5-3 meters dyp i området mellom pos. 45 og 90.

Tronstad (P20A og P20B)

Kartbilag -07 viser lokalisering av profilene og databilag 14 viser måledata. Fjellreflektor eller stedvis finstoffholdige avsetninger ligger stort sett bare 1 m dypt i begge profilene, unntatt de nordøstligste 30 m av P20B hvor mektighet av reflektive løsmasser øker til 3-4 m mot enden av profilet.

Oksål (P21)

Kartbilag -08 viser lokalisering av profilet og databilag 15 viser måledata. Det er bare 1-1,5 m dypt til antatt fjelloverflate de første 65 m. Forløpet videre varierer med et dyp på vel 3 m rundt pos. 90-100, og videre 1-2 m dyp fram til pos. 190. Mellom pos. 190 og 300 er det to hovedreflektorer, den øvre varierer mellom 1 og 2,5 m (størst i pos. 240), mens den nedre går ned mot 5 m mellom pos. 220 og 270. Det antas at den nedre er fjelloverflaten, men det er uvisst om alt materiale over er strandavsetninger eller om strandavsetningene i toppen ligger over morenemateriale. Fra pos. 300 og ut profilet er det bare en hovedreflektor og den er vel 3 m dyp mellom pos. 305 og 325 og mindre enn 2 m mot slutten.

Ulstad (P22)

Kartbilag -08 viser lokalisering av profilet og databilag 16 viser måledata. Dyp til fjell eller finstoffrikt materiale er stort sett mindre enn 1,5-2,0 m.

Vang (P23 og P24)

Kartbilag -09 viser lokalisering av profilene. Databilag 17 og 18 viser måledata. Profil P23 viser et dyp fra 1 til 2,5 m ned til reflektor som representerer finstofflag eller stedvis fjell. Størst dyp opptrer ved pos. 80 og 100-125, grunnest i området pos. 0-50. Langs P24 ligger fjelloverflaten overflatenært de første 50-60 m, mindre enn 2 m videre til pos. 150,

2,5-3 m fram til pos. 250 og 1,5 m eller mindre resten av profilet. Steile skrå reflekterer med fall mot nord i profilet regnes å være strukturer i berggrunnen.

3.2 Sammenfatning

Ut fra tolket løsmassetype og -tykkelse er det ved 6 av i alt 27 georadarprofiler vurdert å være små muligheter for "tradisjonell" avløpsinfiltrasjon. Dyp til fjell eller antatt "tette" løsmasser (silt og leire) er her mindre enn 2 m, dels også mindre enn 1 m. Ved lokalitetene Kjerkesnes (P17) og Ulstad (P22) er det dermed ikke funnet egnede avsetninger. Ved de øvrige 14 lokalitetene er det funnet begrensede områder hvor mulig egnede løsmasser når opp i mektigheter på 2,5-3,0 m eller enkelte steder mer. Disse områdene utgjør vel 1,5 km av en samlet profilengde på vel 5,4 km. Tabell 2 angir de mest aktuelle områdene for oppfølgende undersøkelser av infiltrasjonsmulighetene.

For noen av profilene i tabell 2 er det relativ stor usikkerhet i tolkningene. Det er ofte vanskelig å definere en sikker fjellreflektor under tørre avsetninger og likeså å skille mellom refleksjoner fra fjell og morene. Fjelloverflaten kan stedvis være såpass forvitret at den derfor ikke vil opptre som en klar reflektor. Disse forhold gjelder spesielt for profilene P6A, P18A og P18B, men også for P3 og P9A. Alternativ tolkning her er at fjelloverflaten kan ligge betydelig grunnere (mindre enn 2 m dypt), og at den relativt gode penetrasjonen skyldes refleksjoner i fjell. Det har generelt vært vanskelig å angi om og hvor grunnvannsnivå ligger i de relativt tynne løsmasseavsetningene. For en del lokaliteter kan vannmettet materiale/grunnvannsnivå ligge nokså grunt, noe som gjør avsetningene mindre egnet for infiltrasjon. Dette gjelder i hvert fall for P4, men er også sannsynlig for en del andre profiler, f.eks. P5 og P7. Vannmettet materiale vil ha lavere radarbølgehastighet enn benyttet og løsmassemektigheten vil da være noe mindre enn angitt.

Tabell 2. Oversikt over mulig egnede områder for avløpsinfiltrasjon langs georadarprofiler.

Lokalitet	Profilnummer	Posisjon langs profil
Grindberg	P1B	40 - 86
Lorås	P2	180 - 243
Lorås	P3	0 - 218
Flakkenberg	P4	0 - 270

Flakkenberg	P5	50 - 157
Klefstad	P6A	0 - 102
Klefstad	P7	40 - 70
Hol	P8	180 - 205
Hjellan	P9A	0 - 50
Gran	P9B	50 - 100
Verdal	P11	280 - 330
Verdal	P12	0 - 30
Verdal	P13	60 - 90
Hald	P14	30 - 70
Berg	P18A	0 - 90
Berg	P18B	80 - 144
Lilleby	P19	45 - 90
Tronstad	P20B	0 - 25
Oksål	P21	80 - 110 og 190 - 330
Vang	P23	75 - 85 og 100 - 125
Vang	P24	150 - 250

4 KONKLUSJON

I forbindelse med kartlegging av egnede løsmasser for infiltrasjon av avløpsvann i Inderøy kommune er det utført georadar-målinger langs 27 profiler.

Tolkningene indikerer at mektighet av mulig egnet materiale er mindre enn 2 m langs 6 av profilene, mens det langs de øvrige profilene er funnet begrensede områder med mektigheter på 2,5-3,0 m eller mer. Disse områdene utgjør vel 1,5 km av en samlet profillengde på vel 5,4 km.

Georadarmålinger har vist seg velegnet til å avgrense områder hvor det vil være aktuelt med oppfølgende vurdering av infiltrasjonsmulighetene. Det er imidlertid stor forskjell fra lokalitet til lokalitet når det gjelder kvaliteten på opptakene og sikkerhet i tolkningene. Opptaks- og tolkningsproblemene skyldes dårlig penetrasjon (pga. relativt høyt finstoffinnhold og/eller høyt og ionerikt vanninnhold i løsmassene) og mangel på klare reflektorer. Alternative tolkninger for en del profiler vil gjennomgående medføre mindre mektighet av mulig egnede løsmasser enn angitt.

Nytten av georadarmålinger hadde vært større i områder med større og tykkere avsetninger av sand og grus.

5 REFERANSER

Sensors & Software, 1989: PulseEKKO IV User's Guide. *Sensors & Software Inc., Canada. Technical Manual 12.*

Sensors & Software, 1989: PulseEKKO IV Velocity Analysis User's Guide. *Sensors & Software Inc., Canada. Technical Manual 15.*

Sveian, H., 1985: BØRGIN, CST 137138 - Kvartærgeologisk kart, M 1:20.000, *NGU.*

Sveian, H., 1992: STEINKJERFJORDEN, CST 139140 - Kvartærgeologisk kart, M 1:20.000, *NGU.*

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;

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

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

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

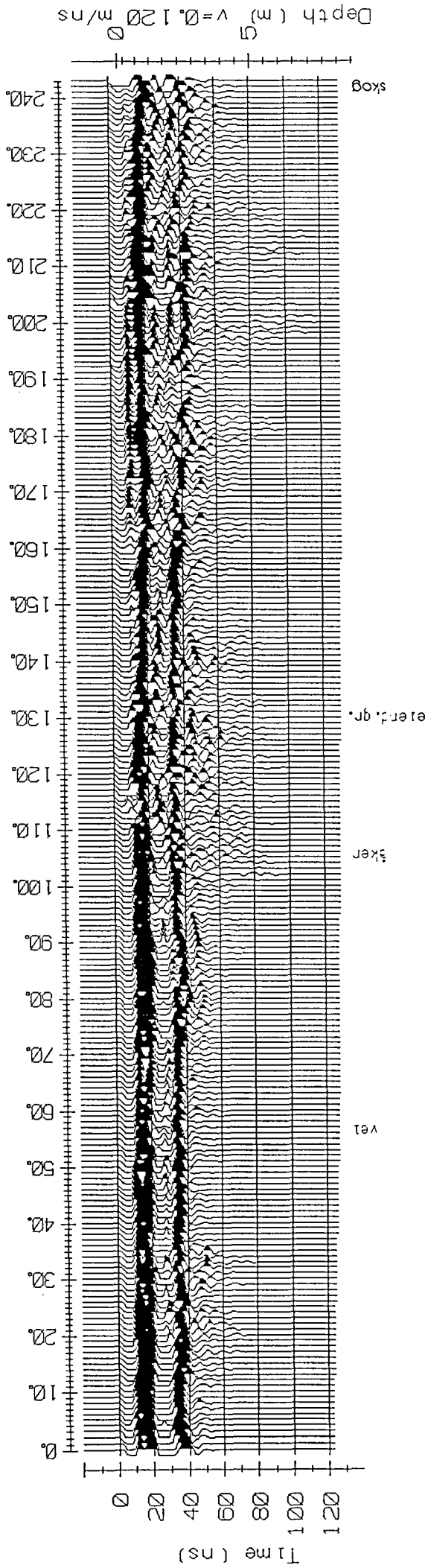
hvor ϵ_r er det relative dielektrisitetsstallet. ϵ_r -verdien for et materiale vil derfor være en bestemmende faktor for beregning av dyp til reflektorer. I tabellen på neste side er det gitt en oversikt over erfaringstall for ϵ_r i en del materialtyper. Tabellen viser også hastigheter og ledningsevne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

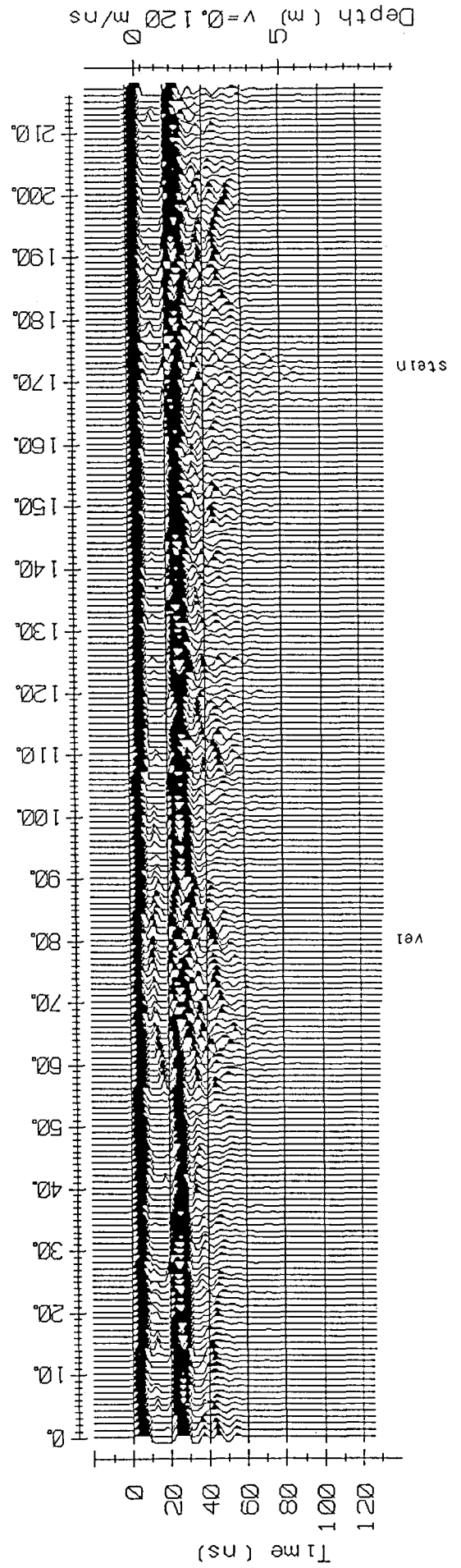
<u>Medium</u>	<u>ϵ_r</u>	<u>v (m/ns)</u>	<u>ledningsevne (mS/m)</u>
<i>Luft</i>	<i>1</i>	<i>0.3</i>	<i>0</i>
<i>Ferskvann</i>	<i>81</i>	<i>0.033</i>	<i>0.1</i>
<i>Sjøvann</i>	<i>81</i>	<i>0.033</i>	<i>1000</i>
<i>Leire</i>	<i>5-40</i>	<i>0.05-0.13</i>	<i>1-300</i>
<i>Tørr sand</i>	<i>5-10</i>	<i>0.09-0.14</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.

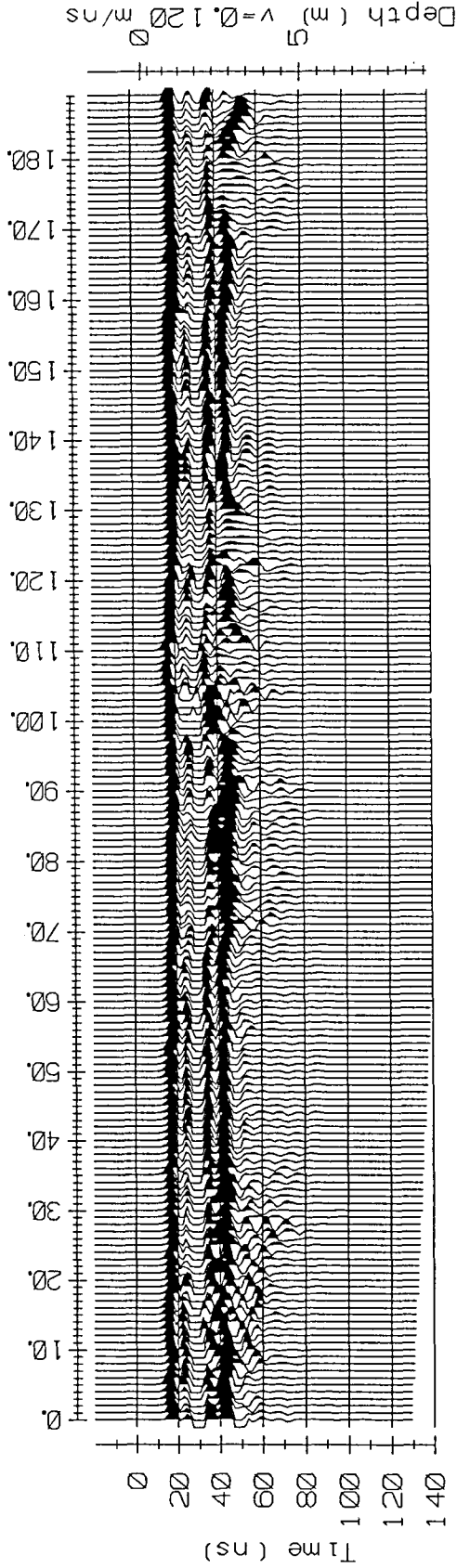
Georadarprofil P2



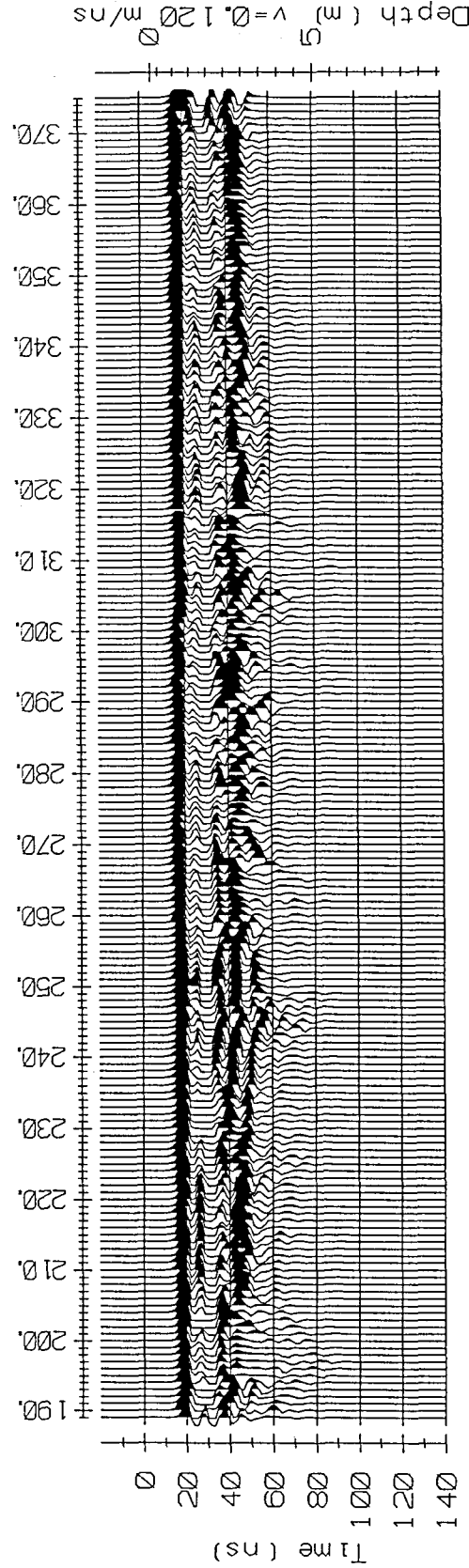
Georadarprofil P3.



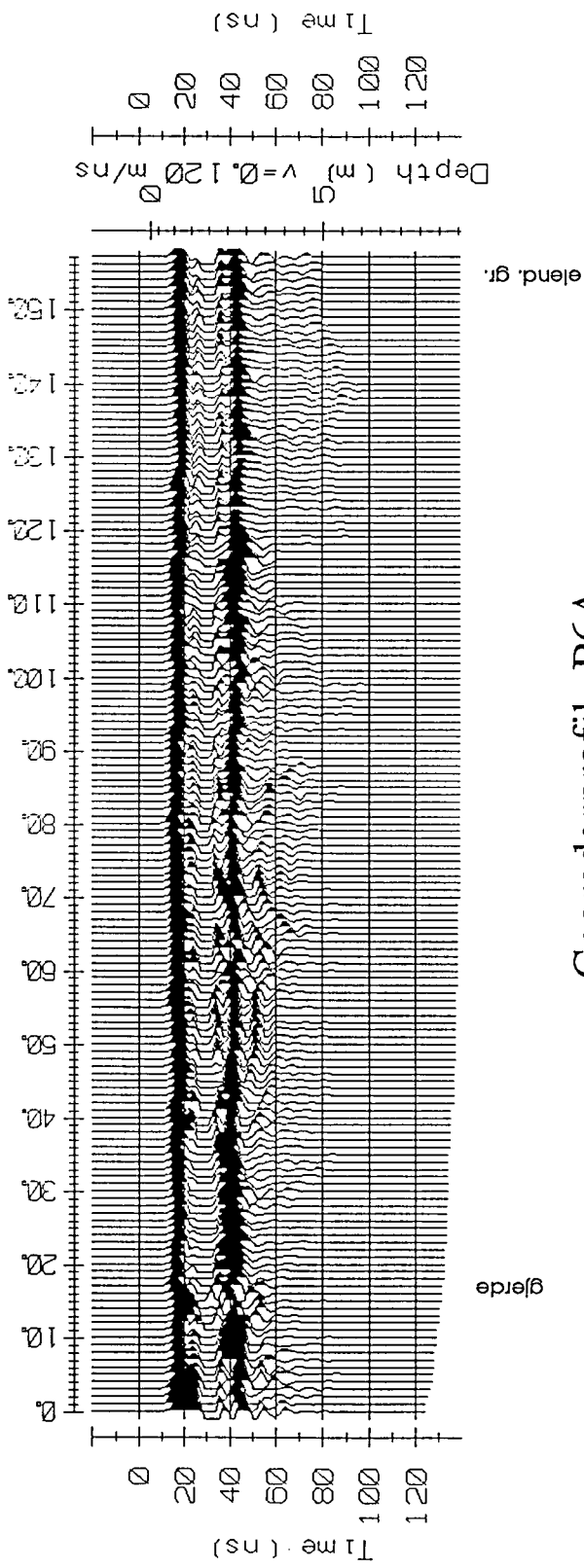
Georadarprofil P4, pos. 0 - 190.



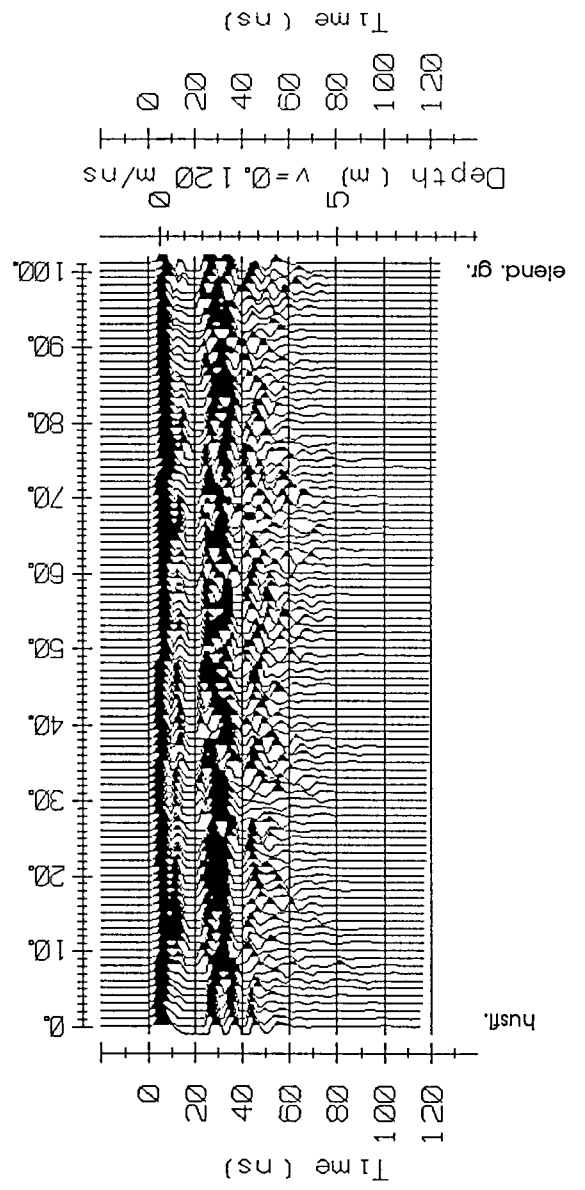
Georadarprofil P4, pos. 190 - 375.



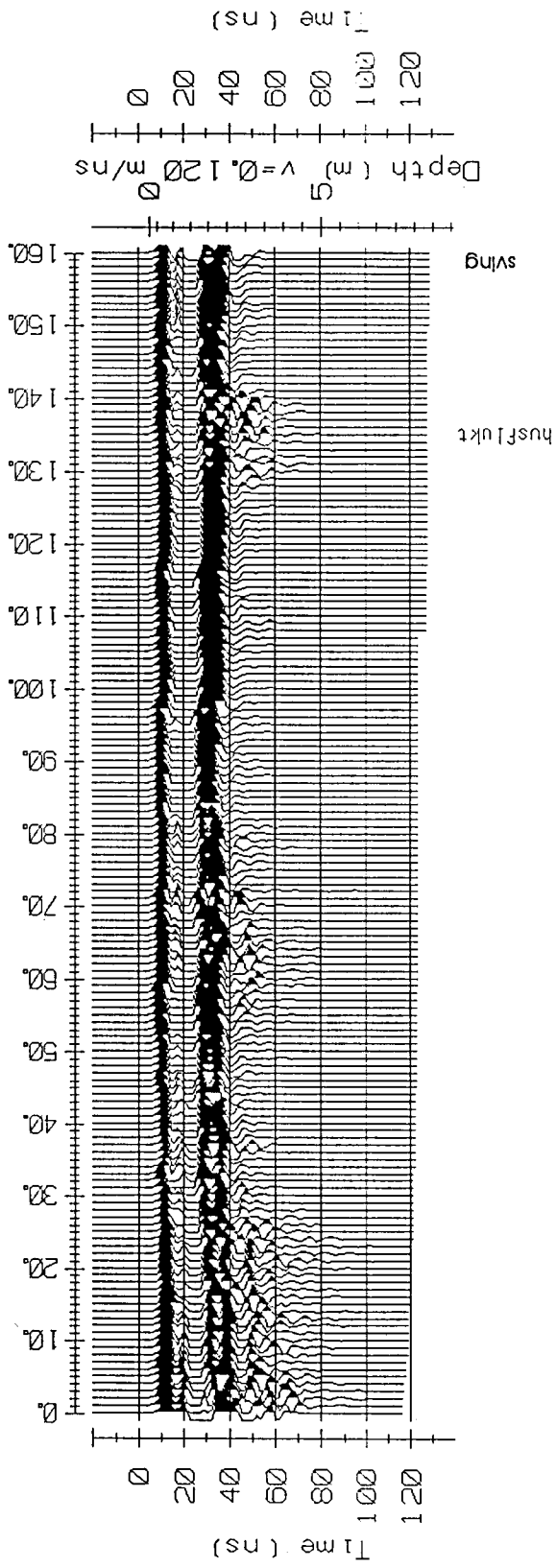
Georadarprofil P5.



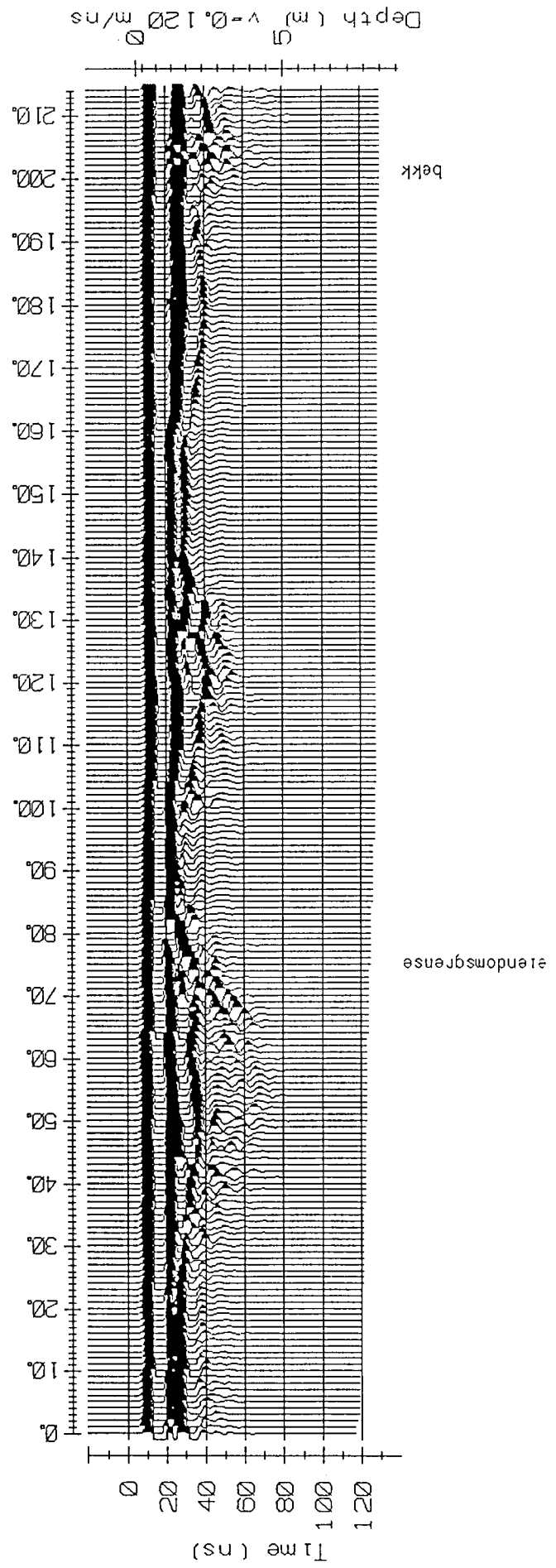
Georadarprofil P6A.



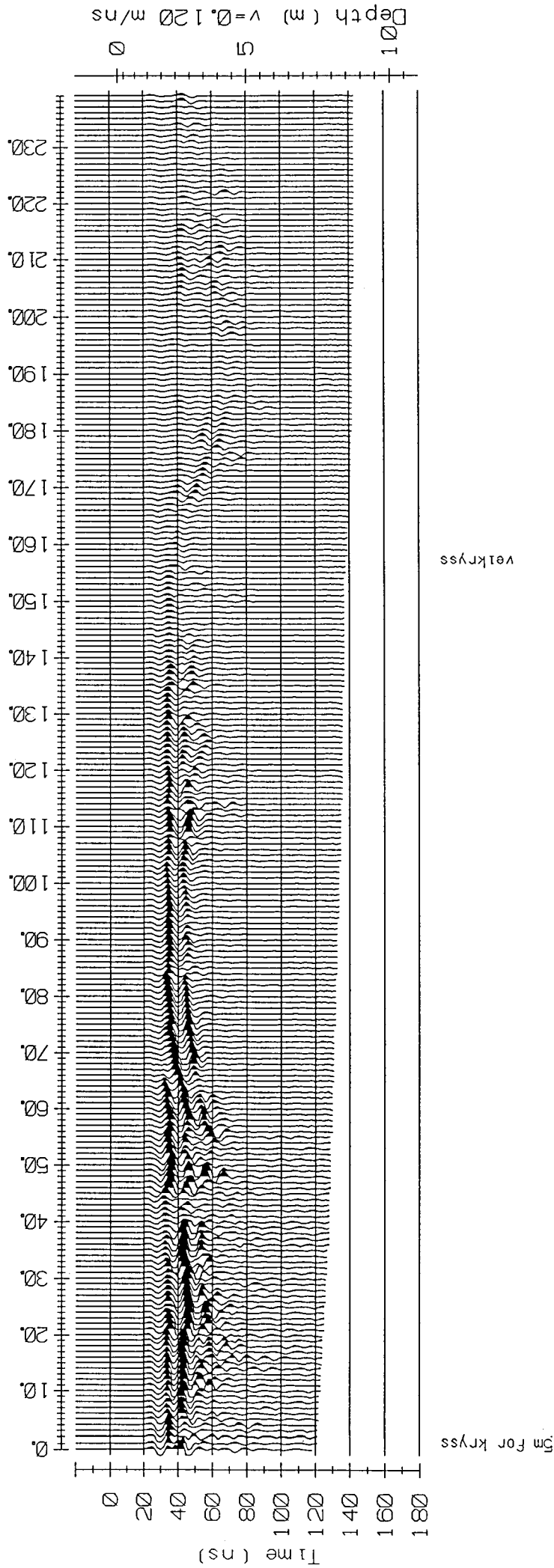
Georadarprofil P6B.



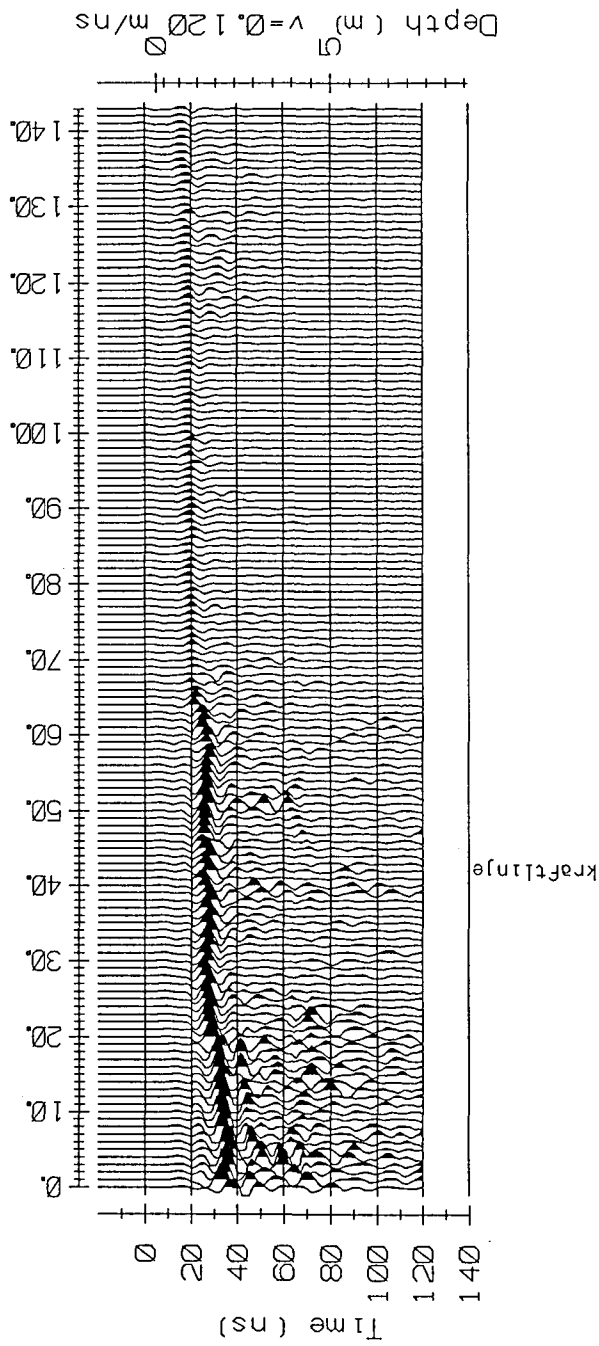
Georadarprofil P7.



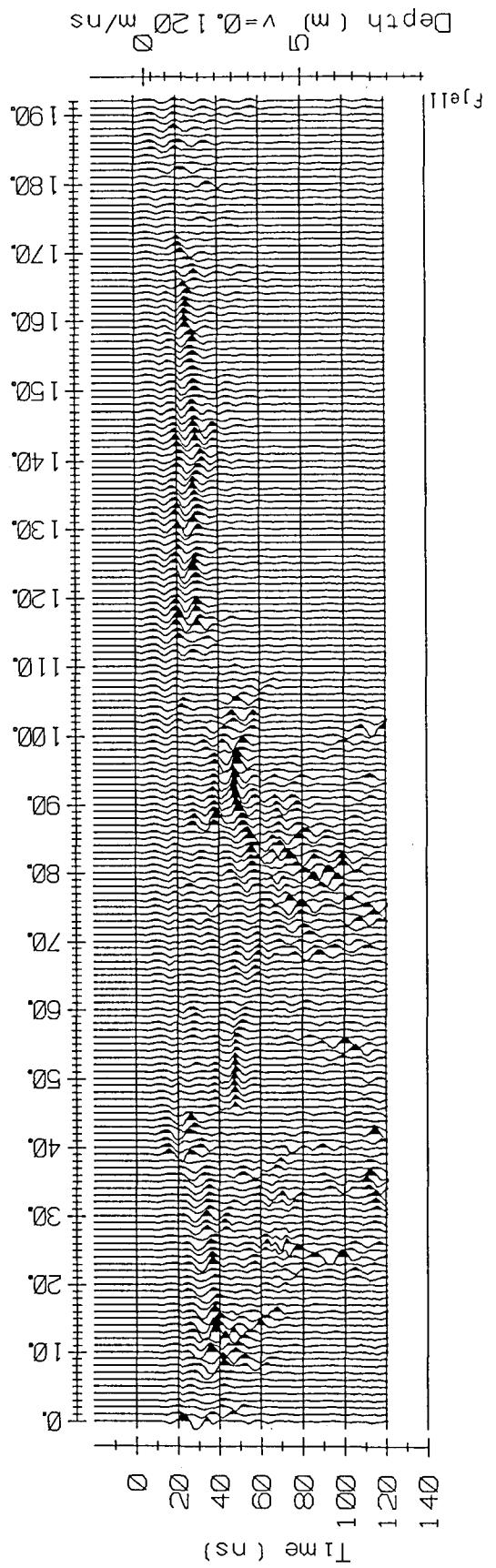
Georadarprofil P8, pos. 0 - 240.



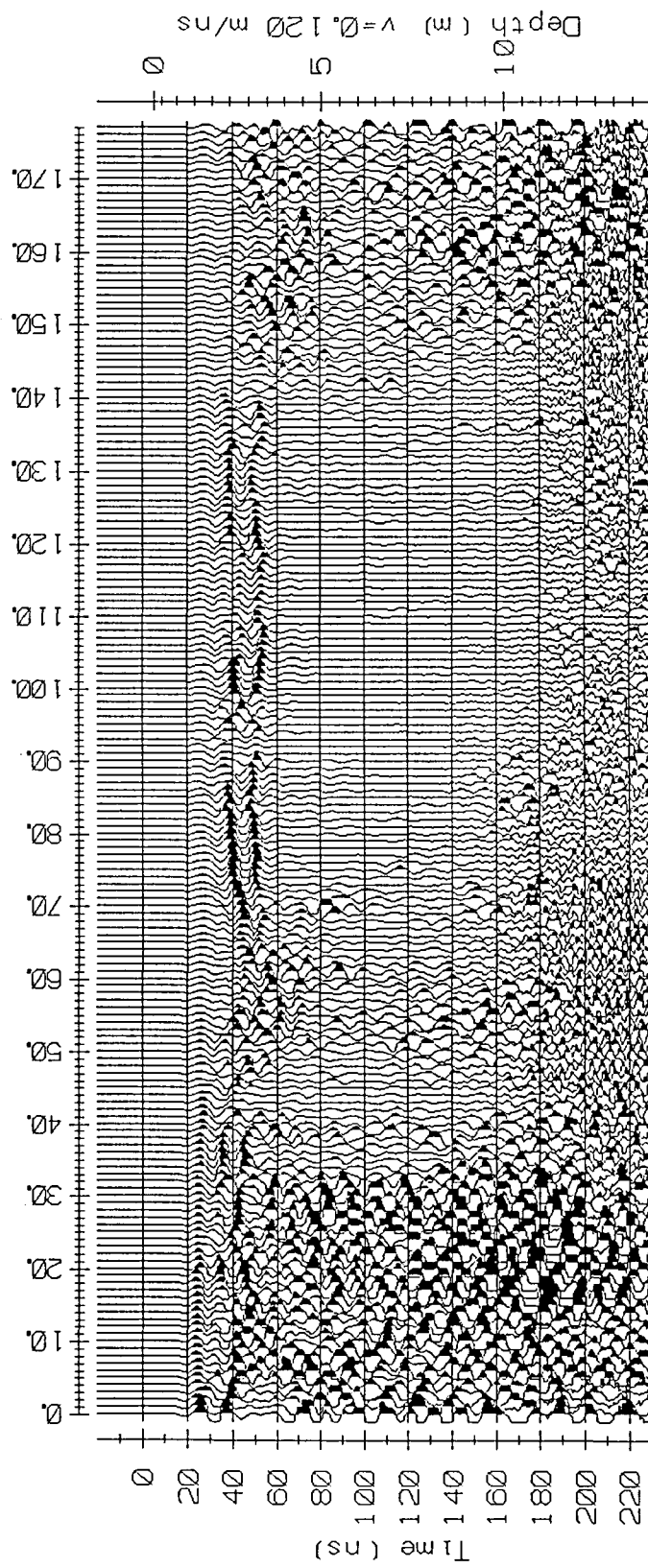
Georadarprofil P9A.



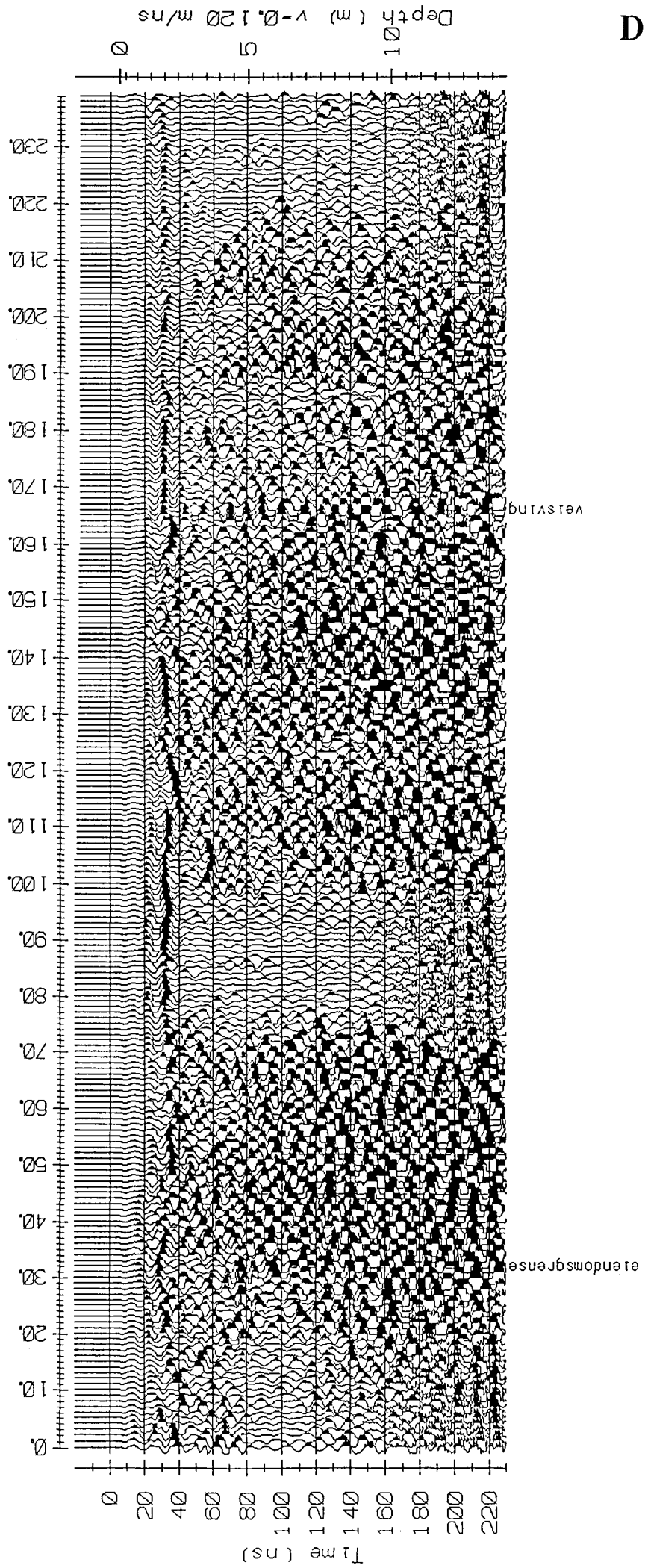
Georadarprofil P9B.



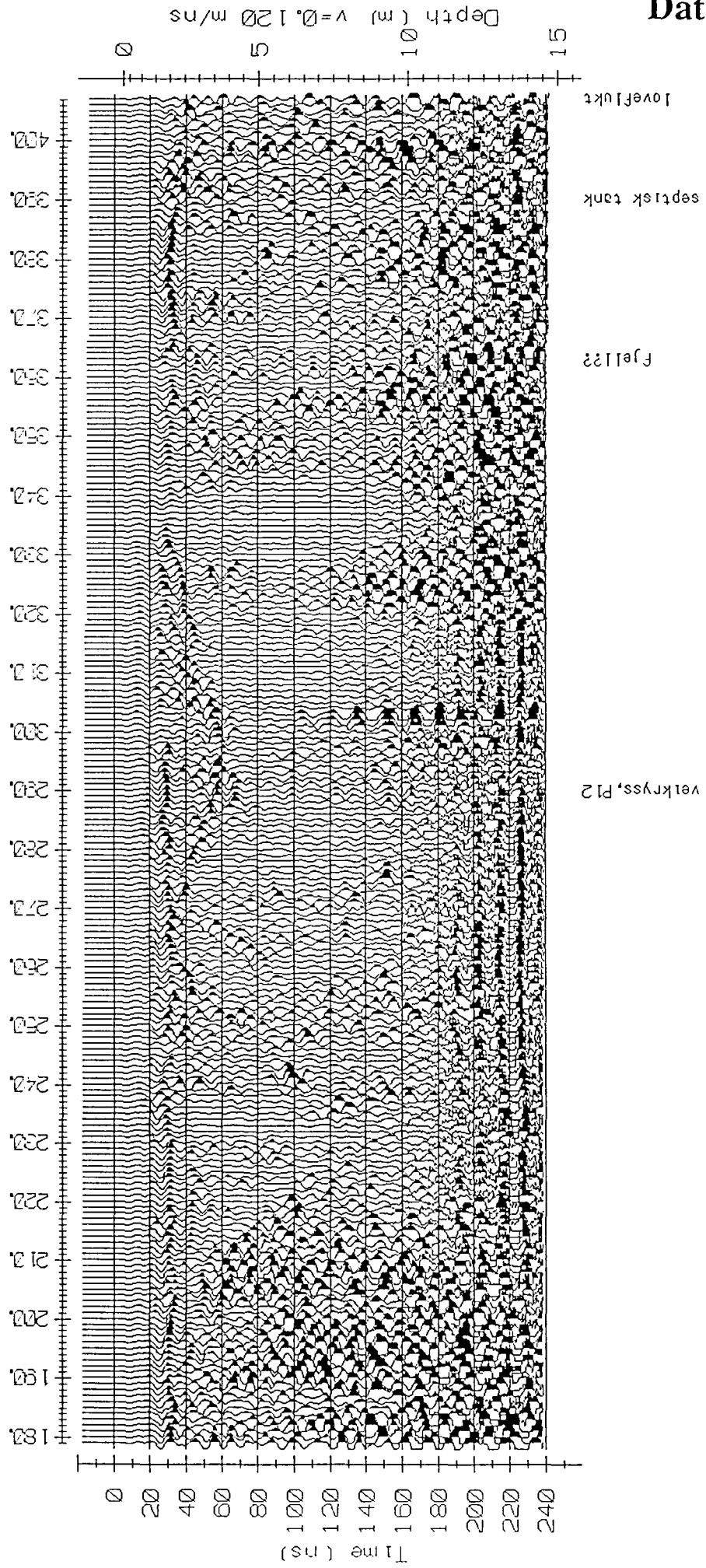
Georadarprofil P10.



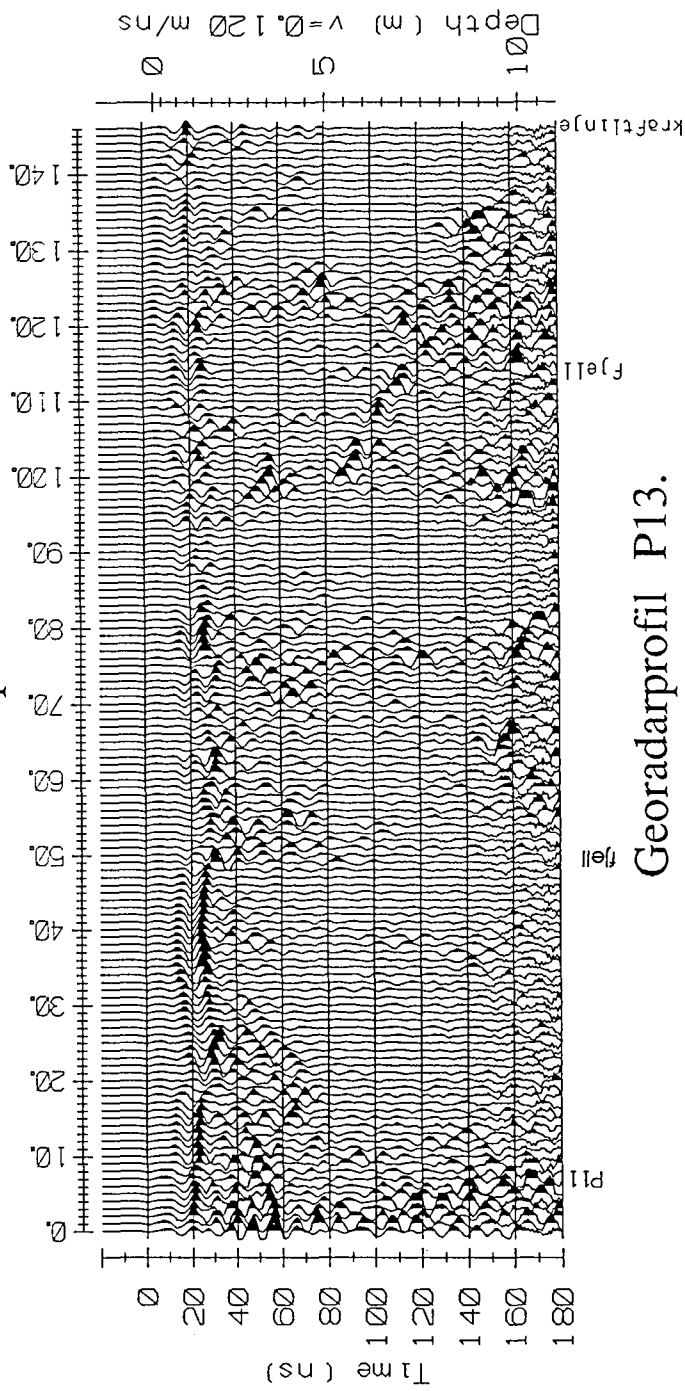
Georadarprofil P11, pos. 0 - 240.



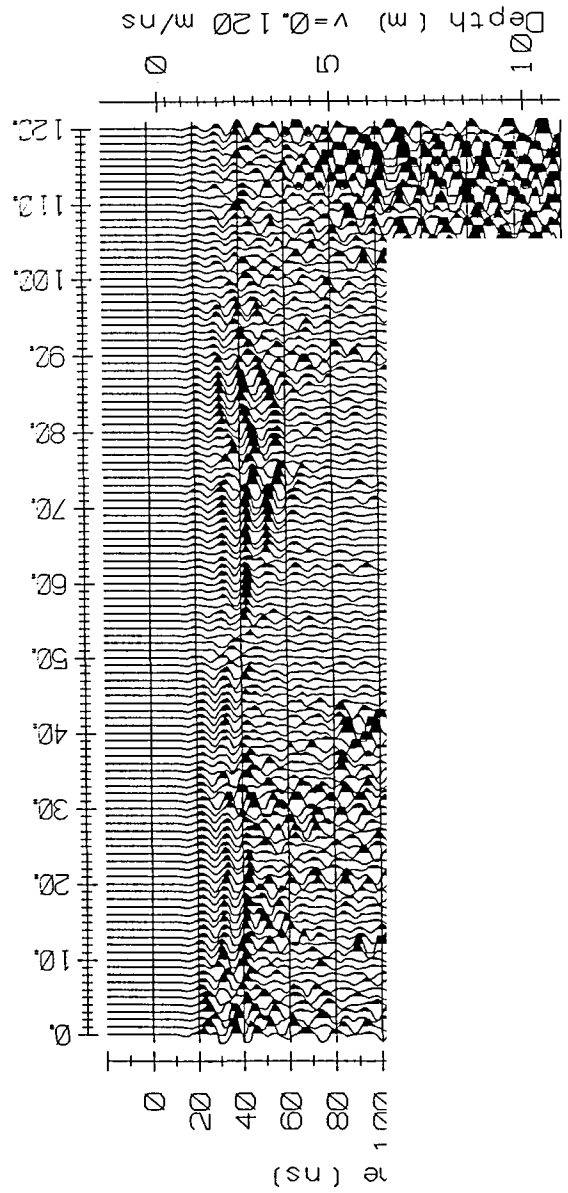
Georadarprofil P11, pos. 179 - 407.



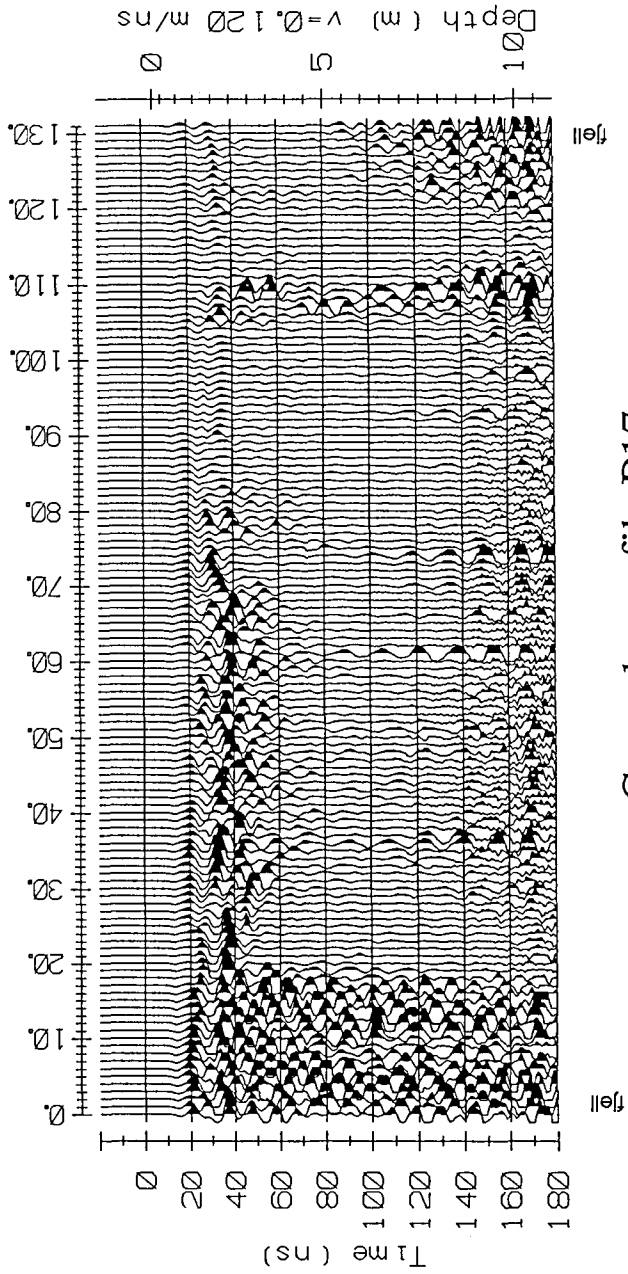
Georadarprofil P12.



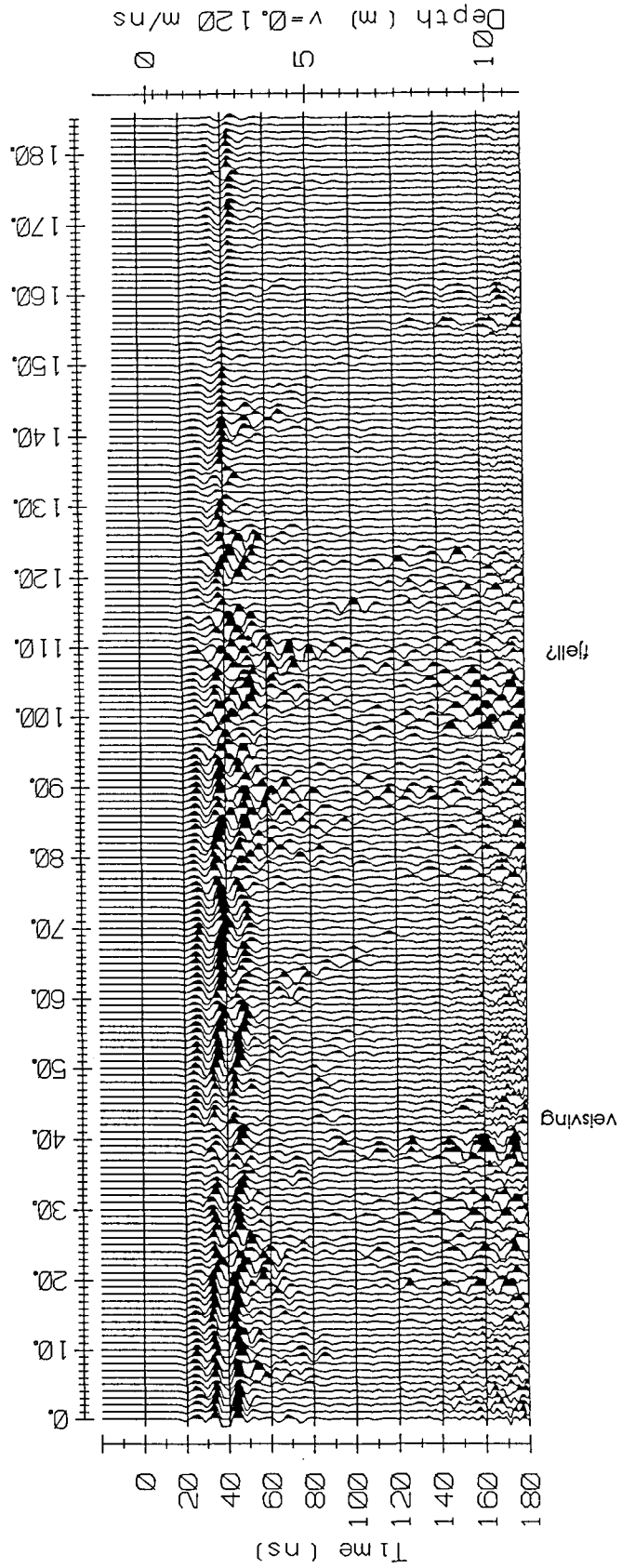
Georadarprofil P13.



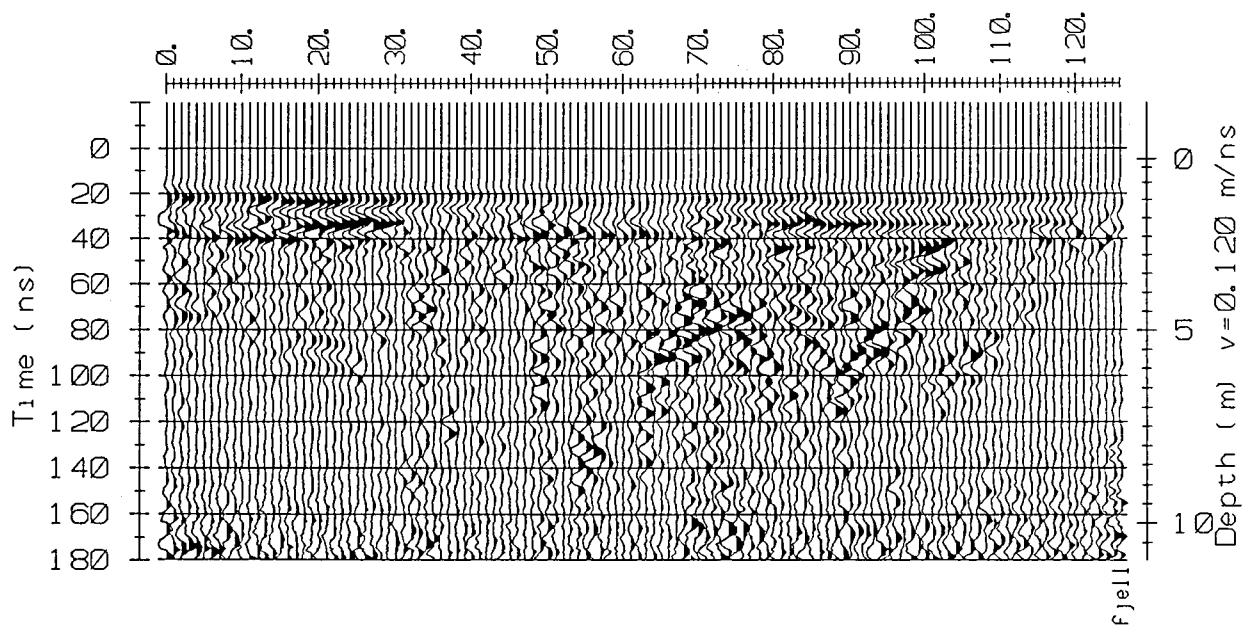
Georadarprofil P14.



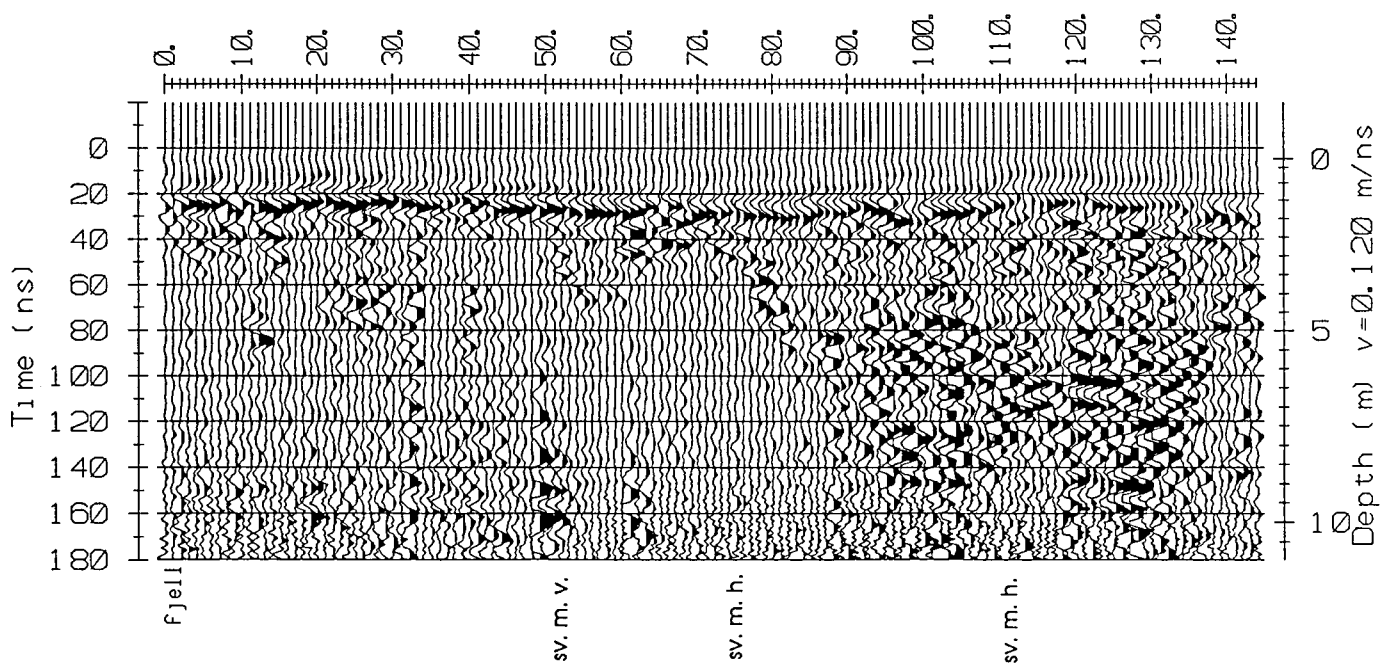
Georadarprofil P17.



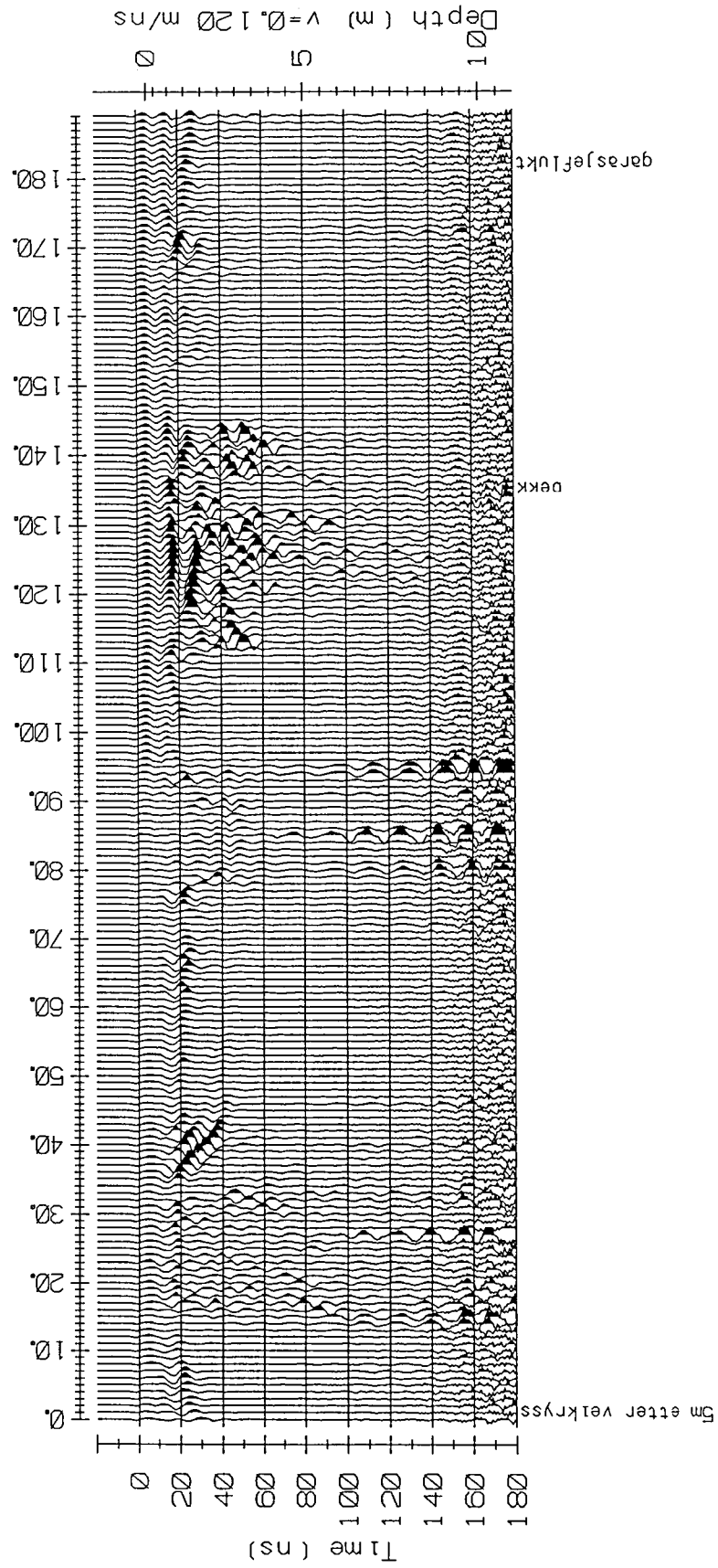
Georadarprofil P18A.



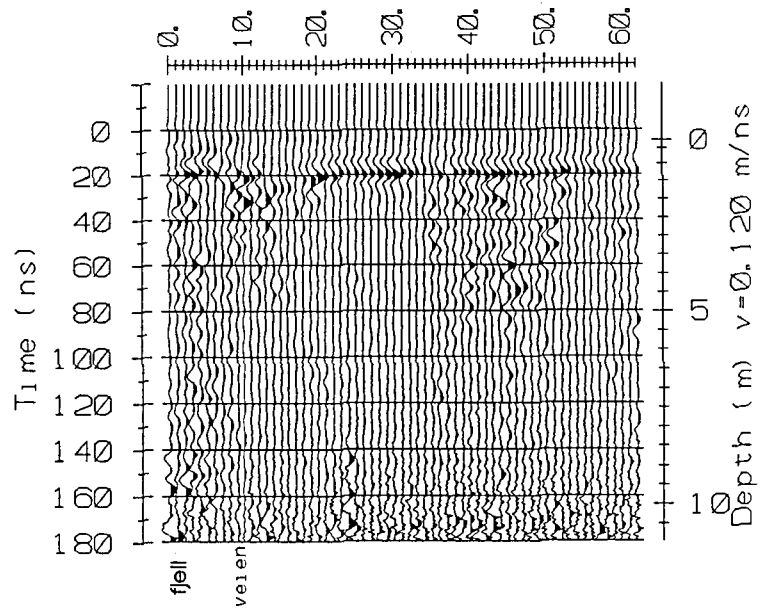
Georadarprofil P18B.



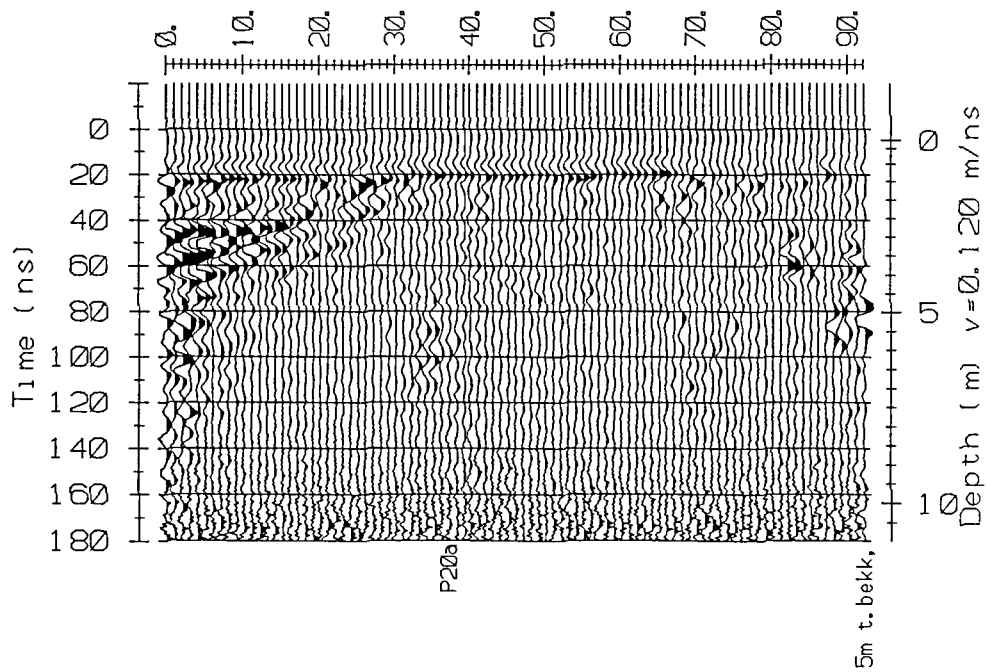
Georadarprofil P19.



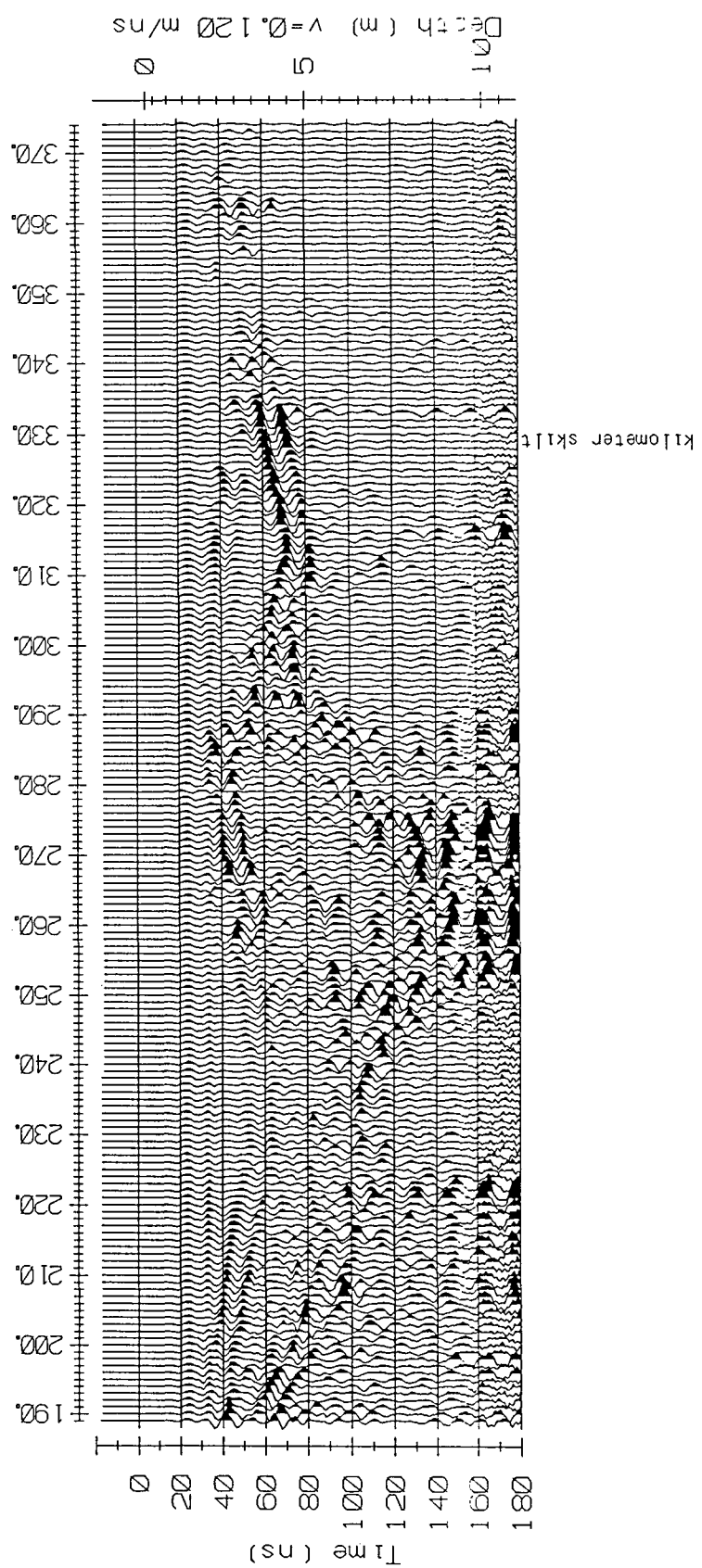
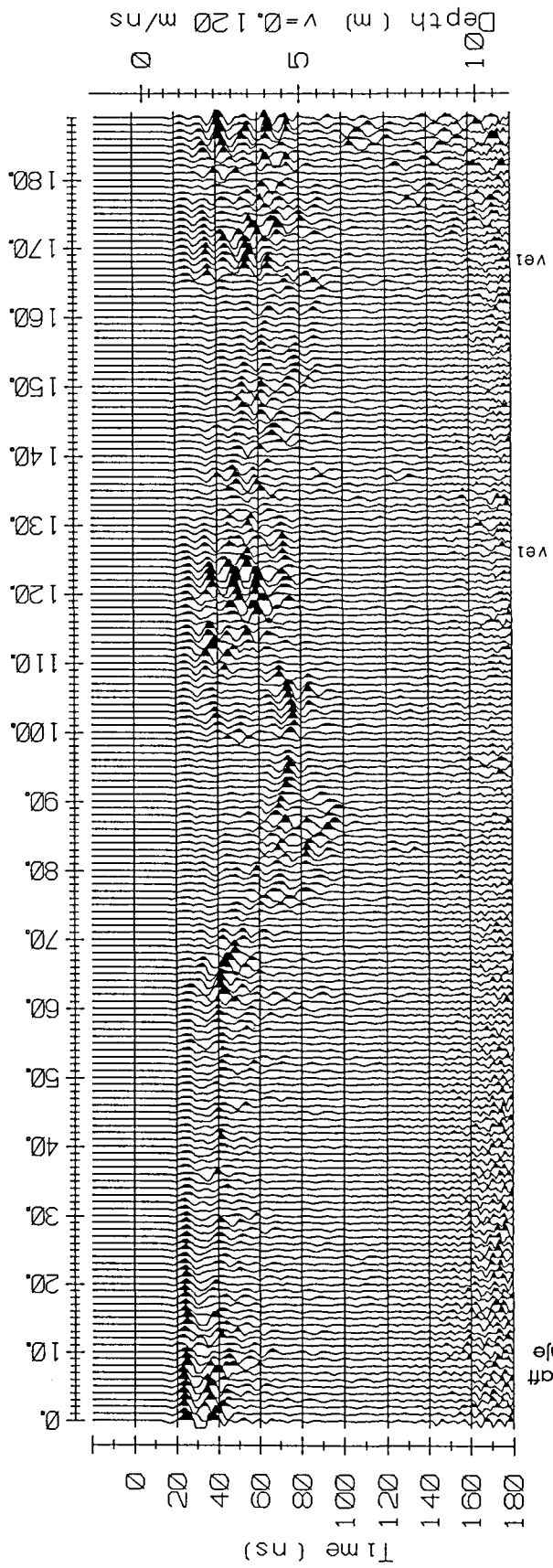
Georadarprofil P20A.



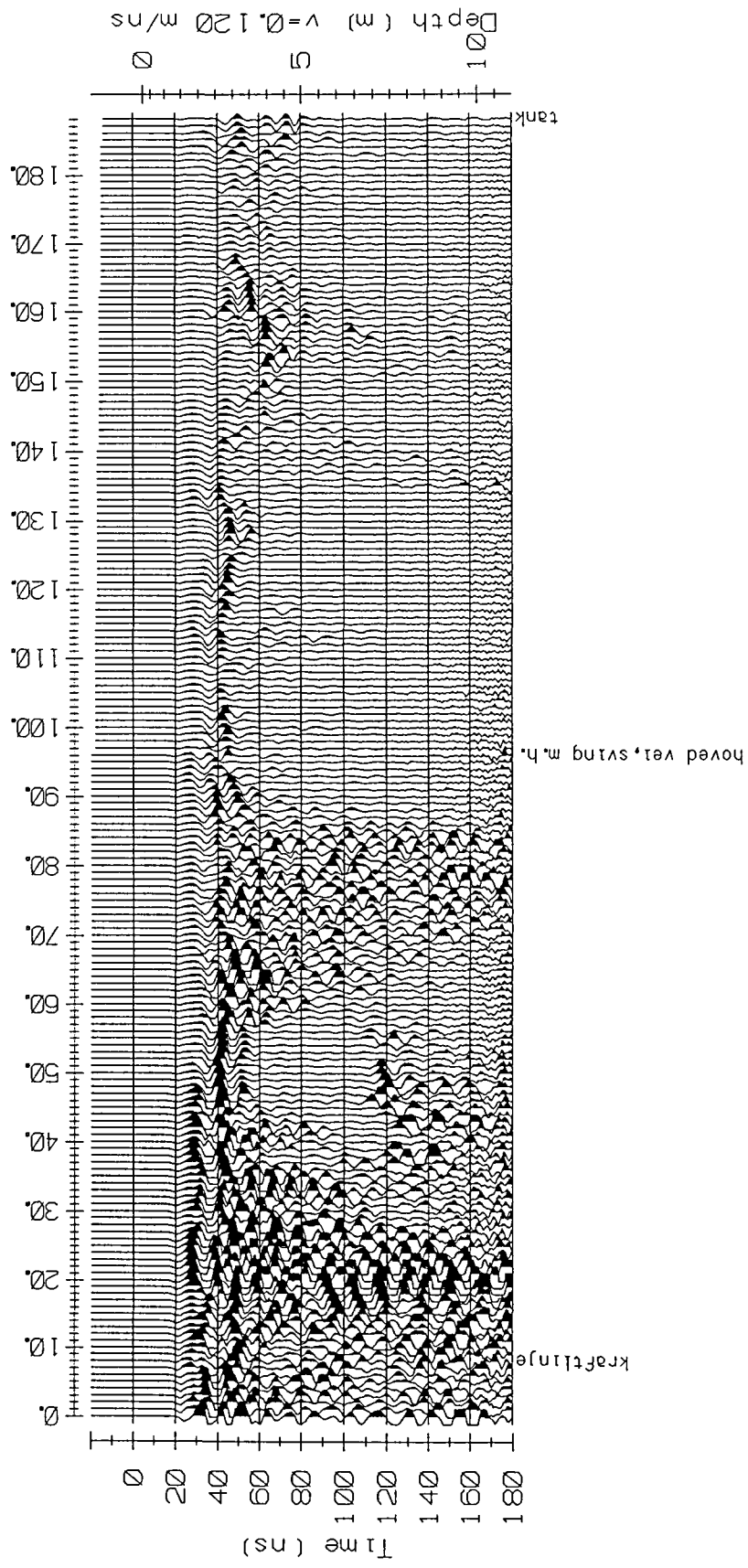
Georadarprofil P20B.



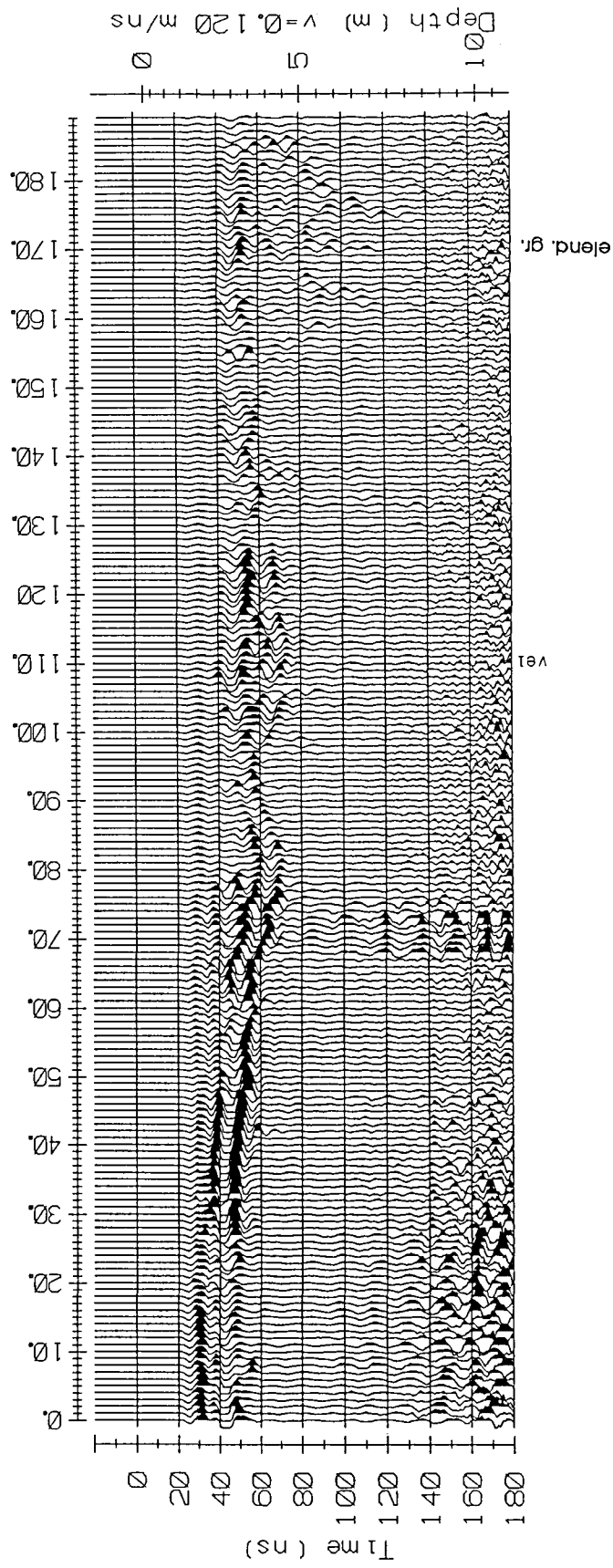
Georadarprofil P21.



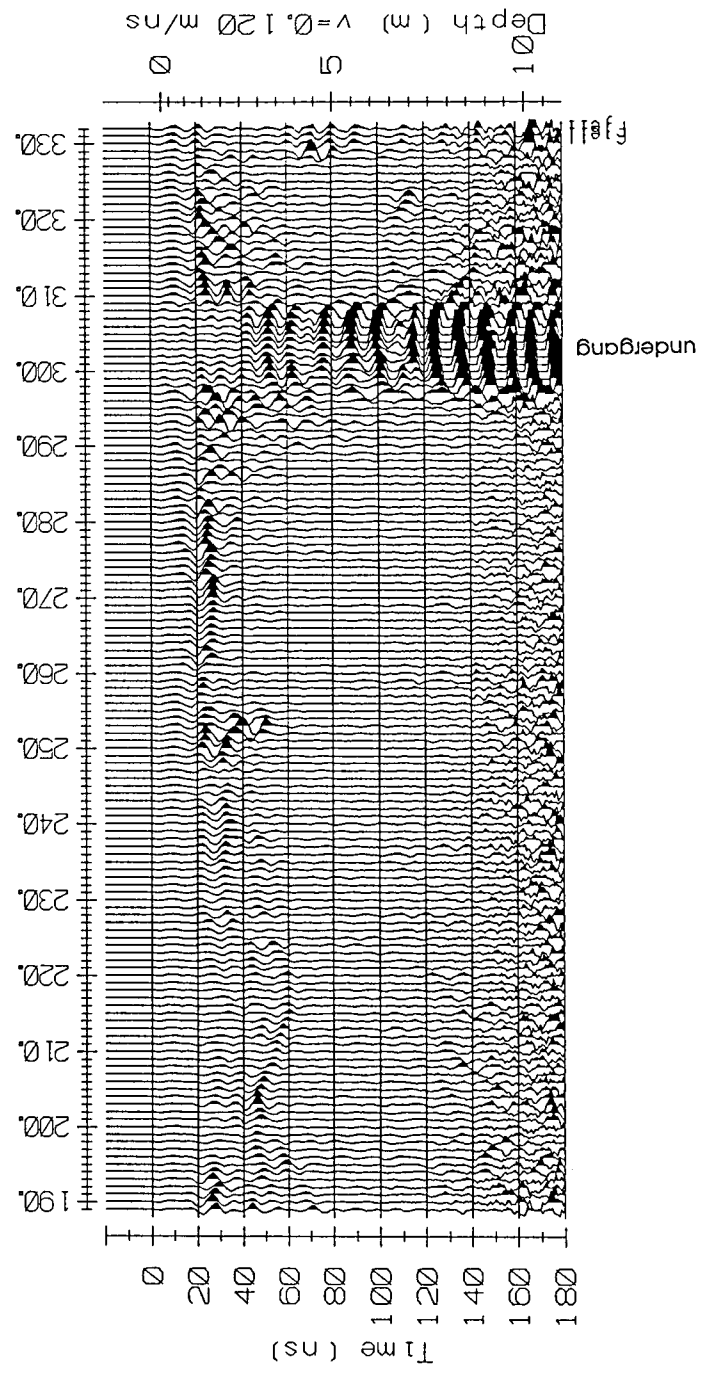
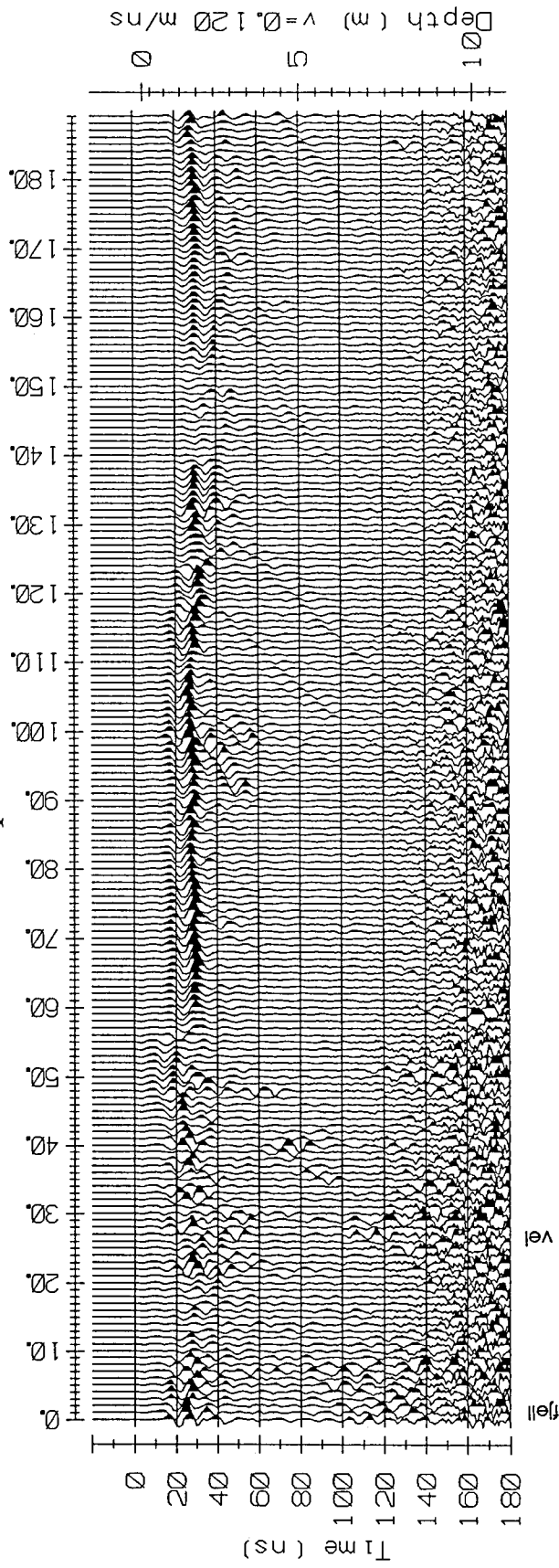
Georadarprofil P22.

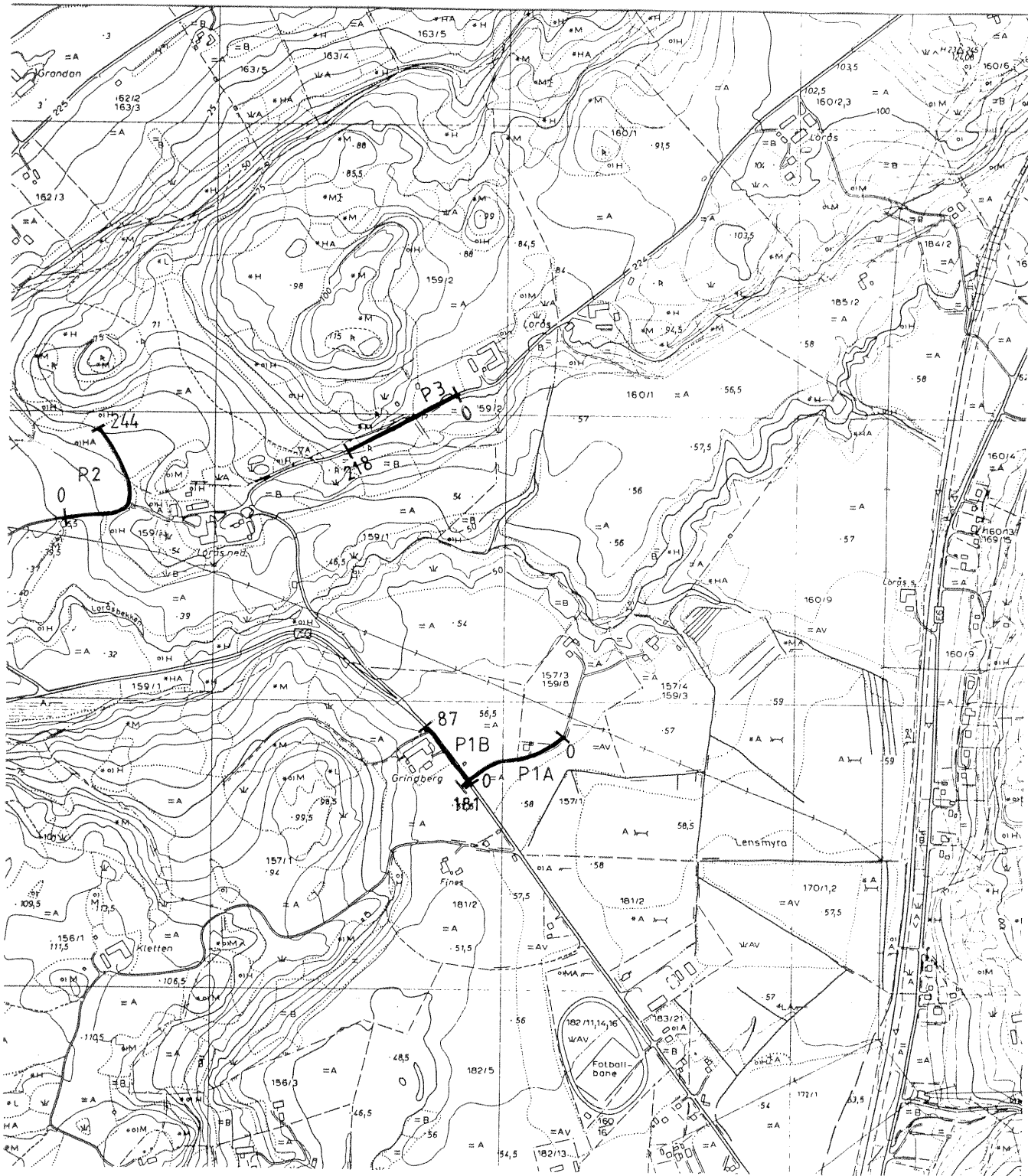


Georadarprofil P23.



Georadarprofil P24.





TEGNFORKLARING



GEORADAR PROFIL MED ANGIVELSE AV
PROFILNUMMER OG ENDEPOSISJONER

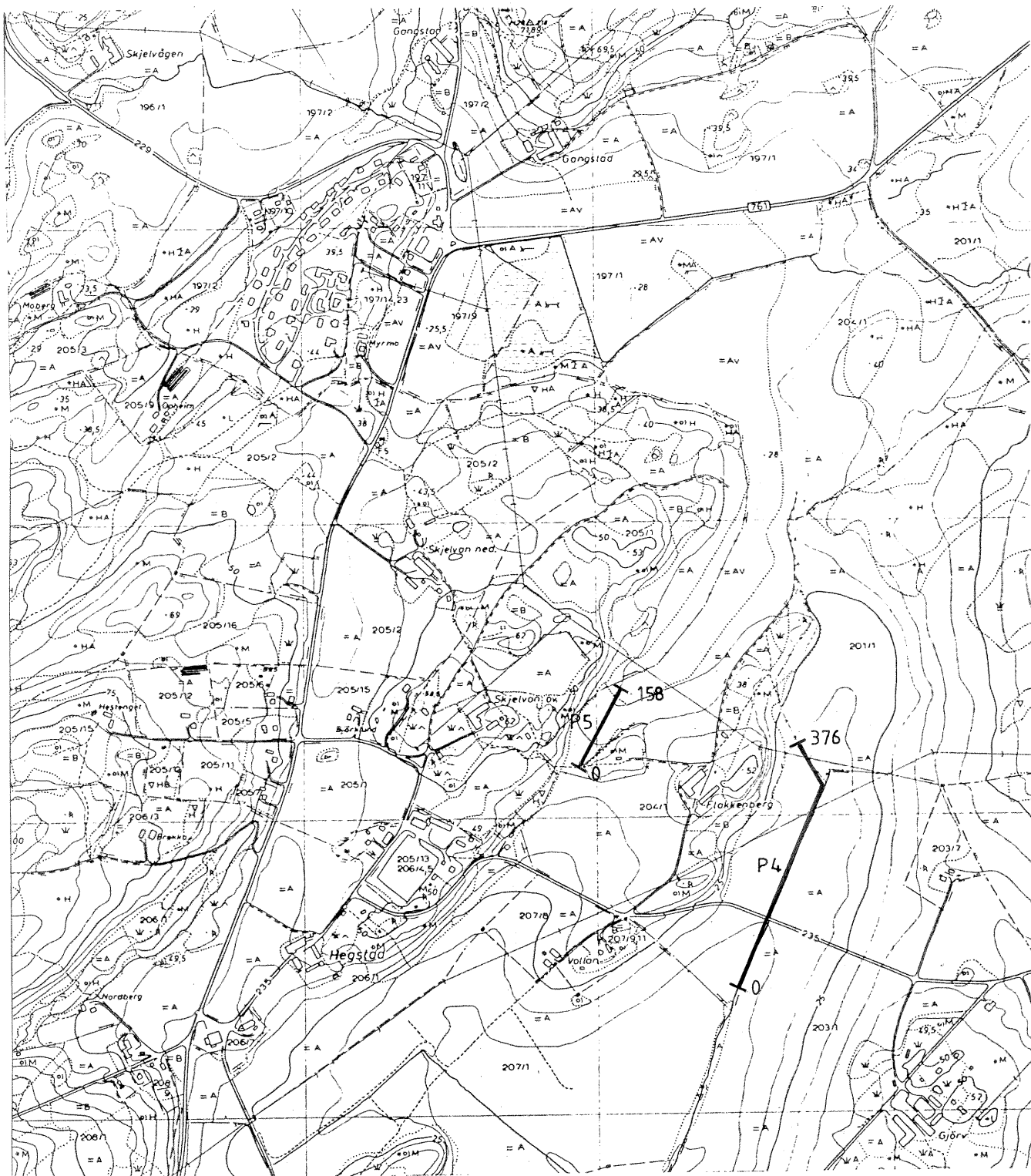
NGU/Inderøy Kommune
OVERSIKTKART, Grindberg, Lorås
INDERØY
INDERØY KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

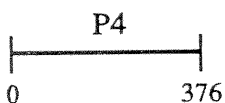
MÅLESTOKK 1 : 10000	MÅLT. JFT/JK	AUG 92
	TEGN. JK	JAN 93
	TRAC.	
	KFR.	

TEGNING NR
92.296-01

KARTBLAD NR
1722 IV



TEGNFORKLARING



GEORADAR PROFIL MED ANGIVELSE AV
PROFILNUMMER OG ENDEPOSISJONER

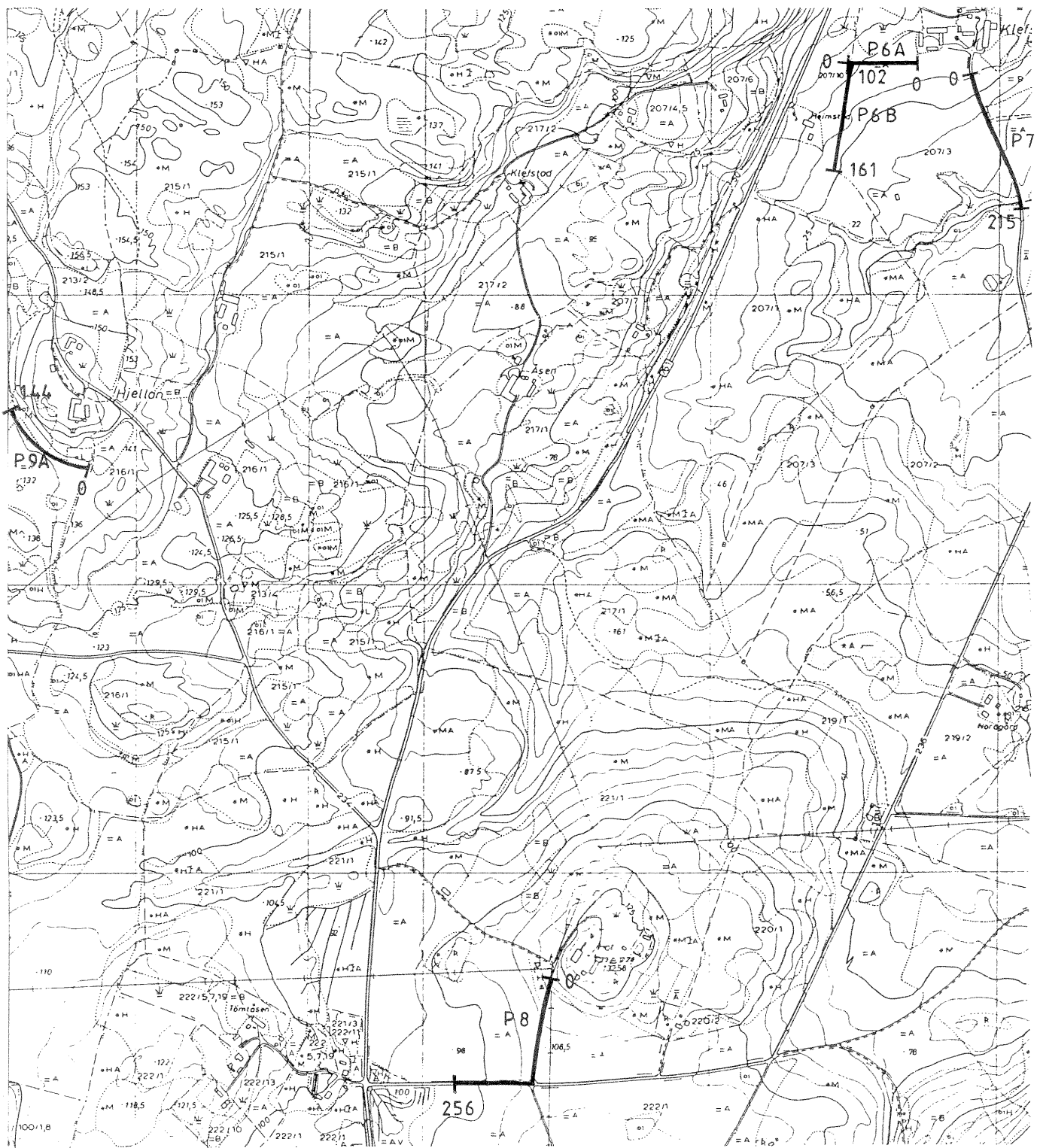
NGU/Inderøy Kommune
OVERSIKTKART, Flakkenberg
INDERØY
INDERØY KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK 1 : 10000	MÅLT. JFT/JK	AUG 92
	TEGN. JK	JAN 93
	TRAC.	
	KFR.	

TEGNING NR
92.296-02

KARTBLAD NR
1722 IV



TEGNFORKLARING



GEORADAR PROFIL MED ANGIIVELSE AV
PROFILNUMMER OG ENDEPOSISJONER

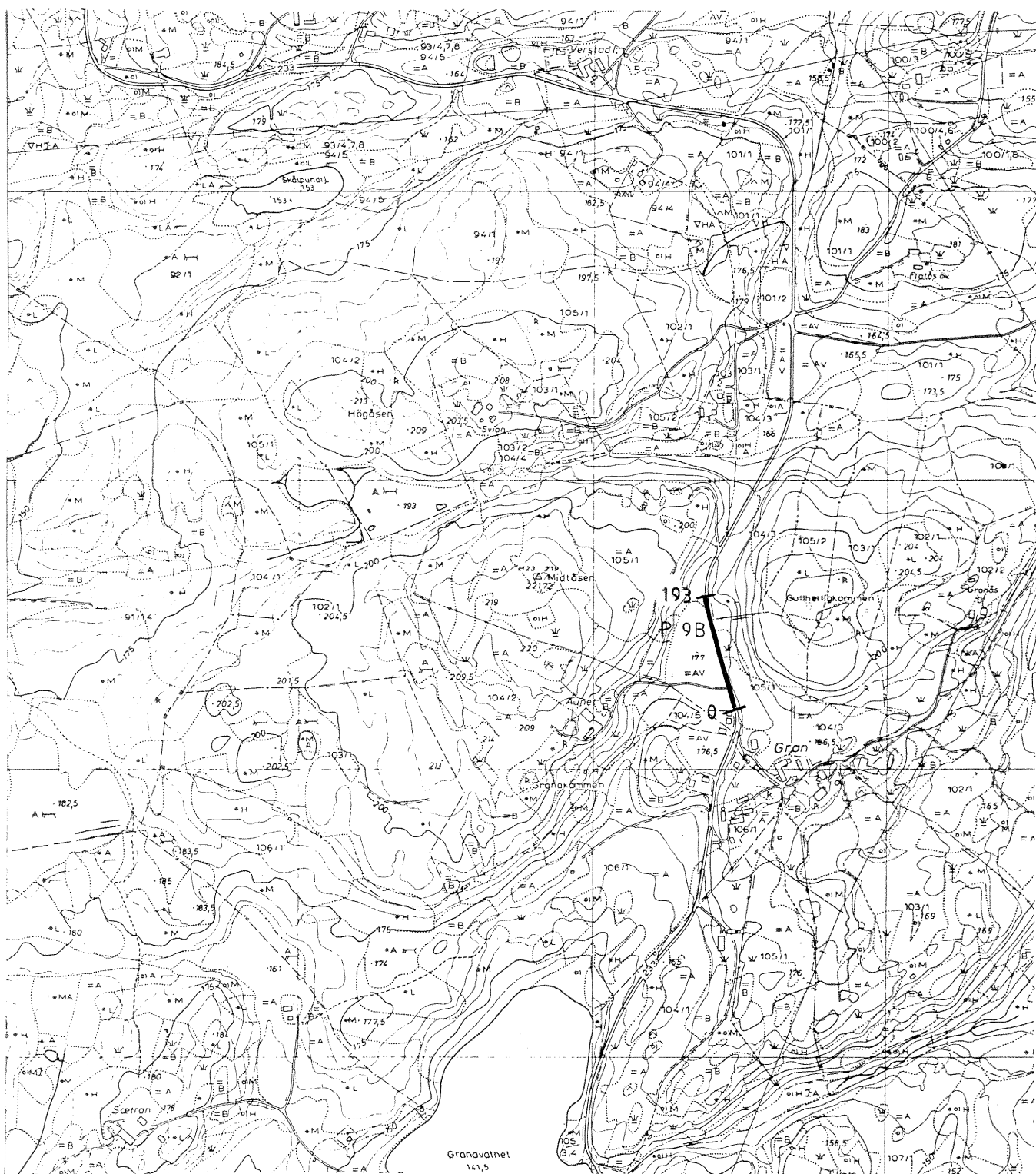
NGU/Inderøy Kommune
 OVERSIKTKART, Klefstad, Hol, Hjellan
INDERØY
 INDERØY KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG

MÅLESTOKK 1 : 10000	MÅLT. JFT/JK	AUG 92
	TEGN. JK	JAN 93
	TRAC.	
	KFR.	

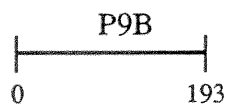
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR
 92.296-03

KARTBLAD NR
 1722 IV



TEGNFORKLARING



GEORADAR PROFIL MED ANGIIVELSE AV
PROFILNUMMER OG ENDEPOSISJONER

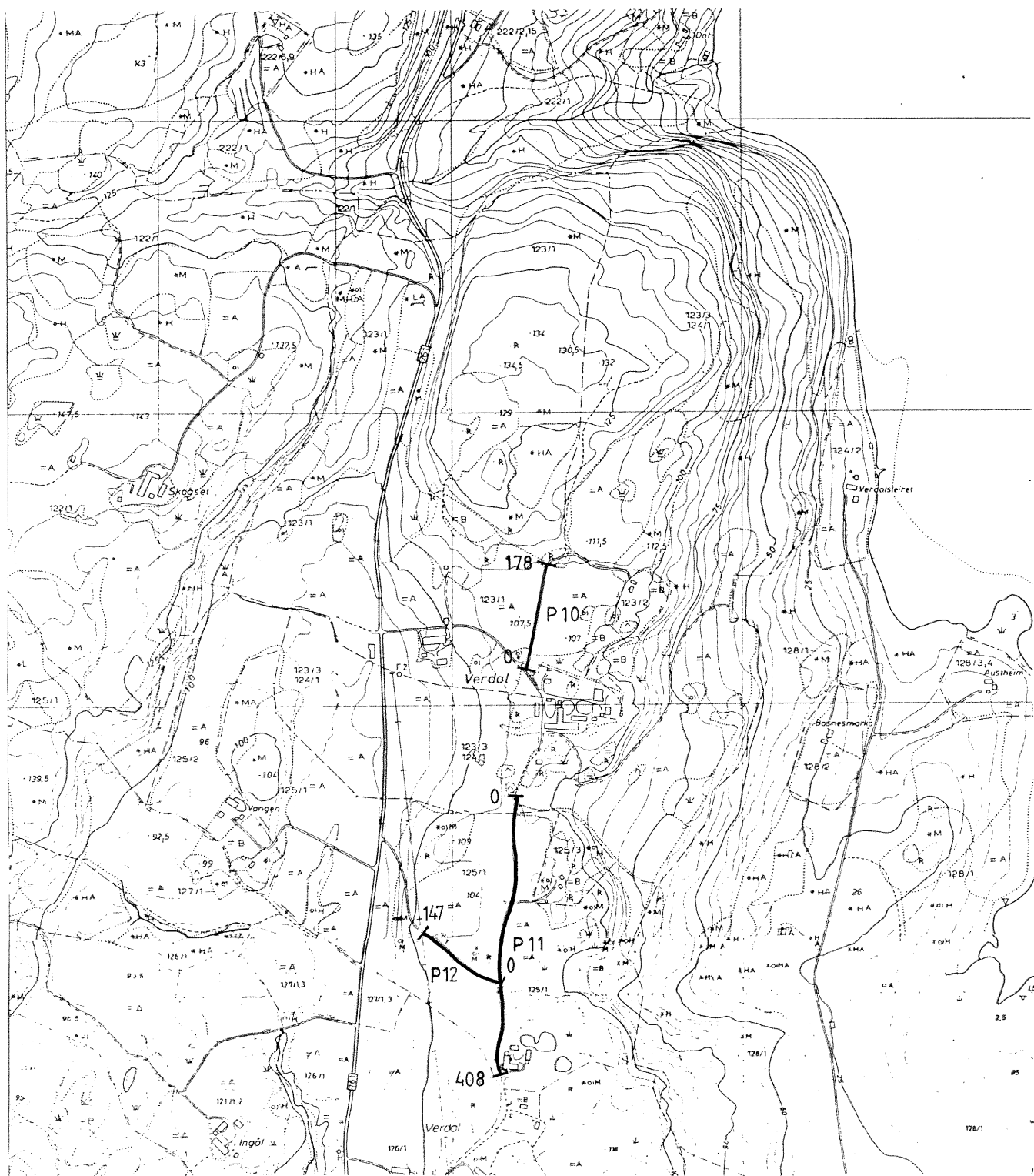
NGU/Inderøy Kommune
OVERSIKTKART, Gran
INDERØY
INDERØY KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG

MÅLESTOKK 1 : 10000	MÅLT. JFT/JK	AUG 92
	TEGN. JK	JAN 93
	TRAC.	
	KFR.	

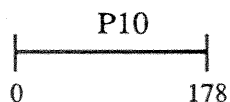
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR
92.296-04

KARTBLAD NR
1722 IV



TEGNFORKLARING



GEORADAR PROFIL MED ANGIIVELSE AV
PROFILNUMMER OG ENDEPOSISJONER

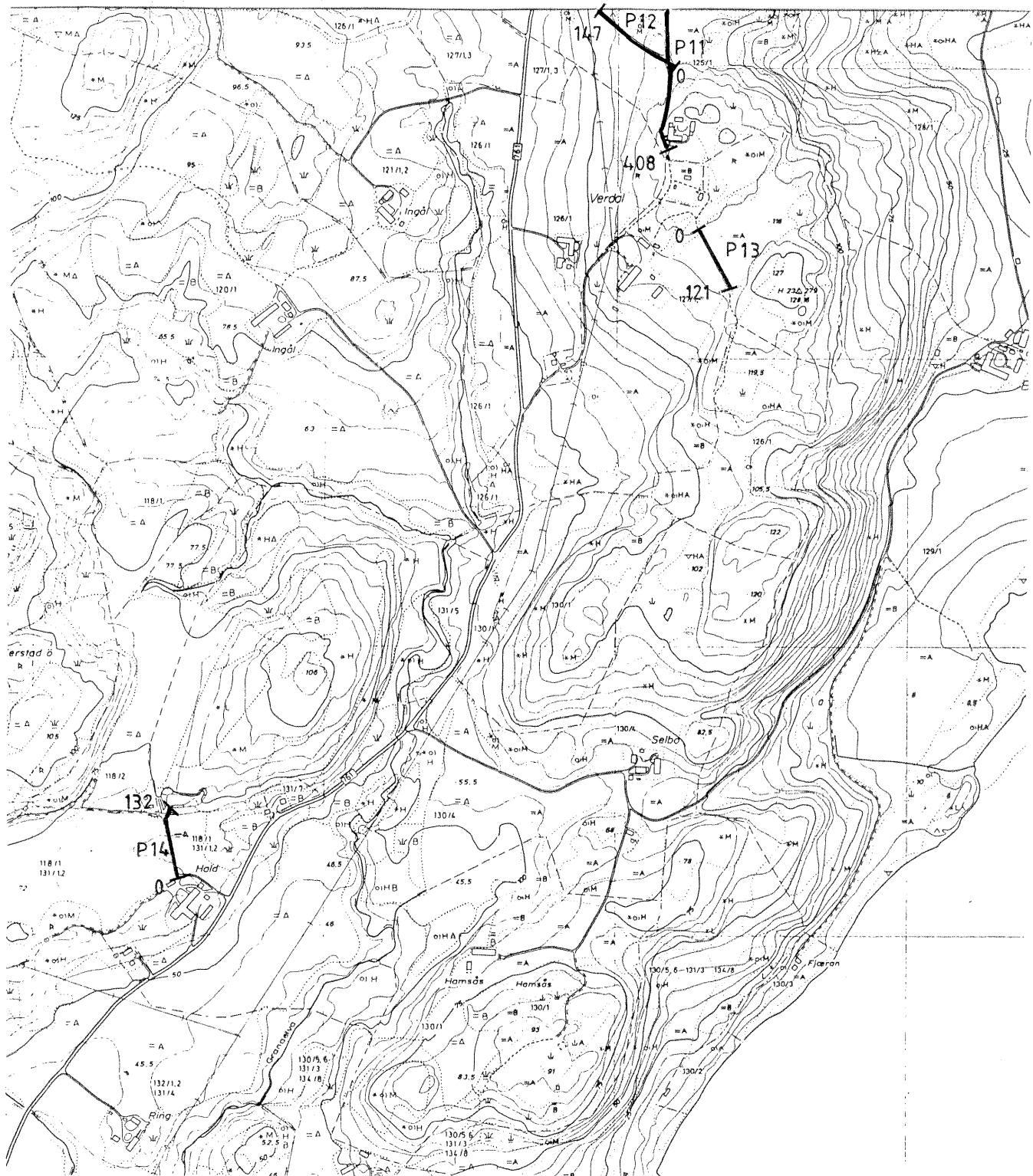
NGU/Inderøy Kommune
OVERSIKTKART, Verdal
INDERØY
INDERØY KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG

MÅLESTOKK 1 : 10000	MÅLT. JFT/JK	AUG 92
	TEGN. JK	JAN 93
	TRAC.	
	KFR.	

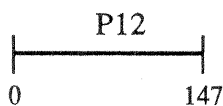
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR
92.296-05

KARTBLAD NR
1722 IV



TEGNFORKLARING



GEORADAR PROFIL MED ANGIVELSE AV
PROFILNUMMER OG ENDEPOSISJONER

NGU/Inderøy Kommune
OVERSIKTKART, Verdal, Hald
INDERØY
INDERØY KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG

MÅLESTOKK 1 : 10000	MÅLT. JFT/JK	AUG 92
	TEGN. JK	JAN 93
	TRAC.	
	KFR.	

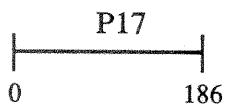
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR
92.296-06

KARTBLAD NR
1722 IV



TEGNFORKLARING



GEORADAR PROFIL MED ANGIVELSE AV
PROFILNUMMER OG ENDEPOSISJONER

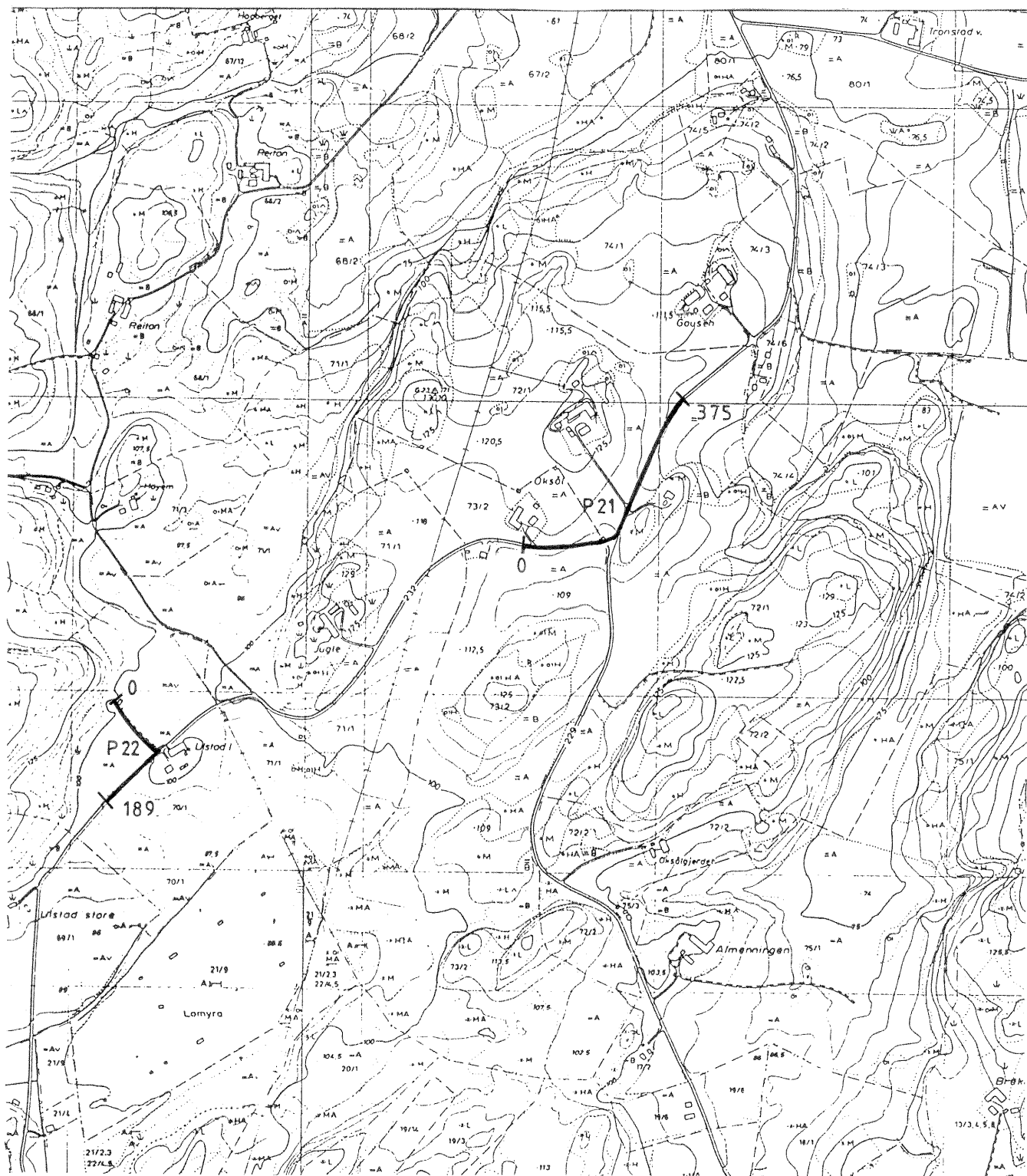
NGU/Inderøy Kommune
OVERSIKTKART, Kjerkesnes, Berg, Lilleby, Transtads
INDERØY
INDERØY KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG

MÅLESTOKK 1 : 10000	MÅLT. JFT/JK	AUG 92
	TEGN. JK	JAN 93
	TRAC.	
	KFR.	

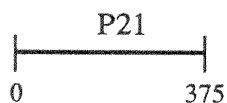
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR
92.296-07

KARTBLAD NR
1622 I



TEGNFORKLARING



GEORADAR PROFIL MED ANGIVELSE AV
PROFILNUMMER OG ENDEPOSISJONER

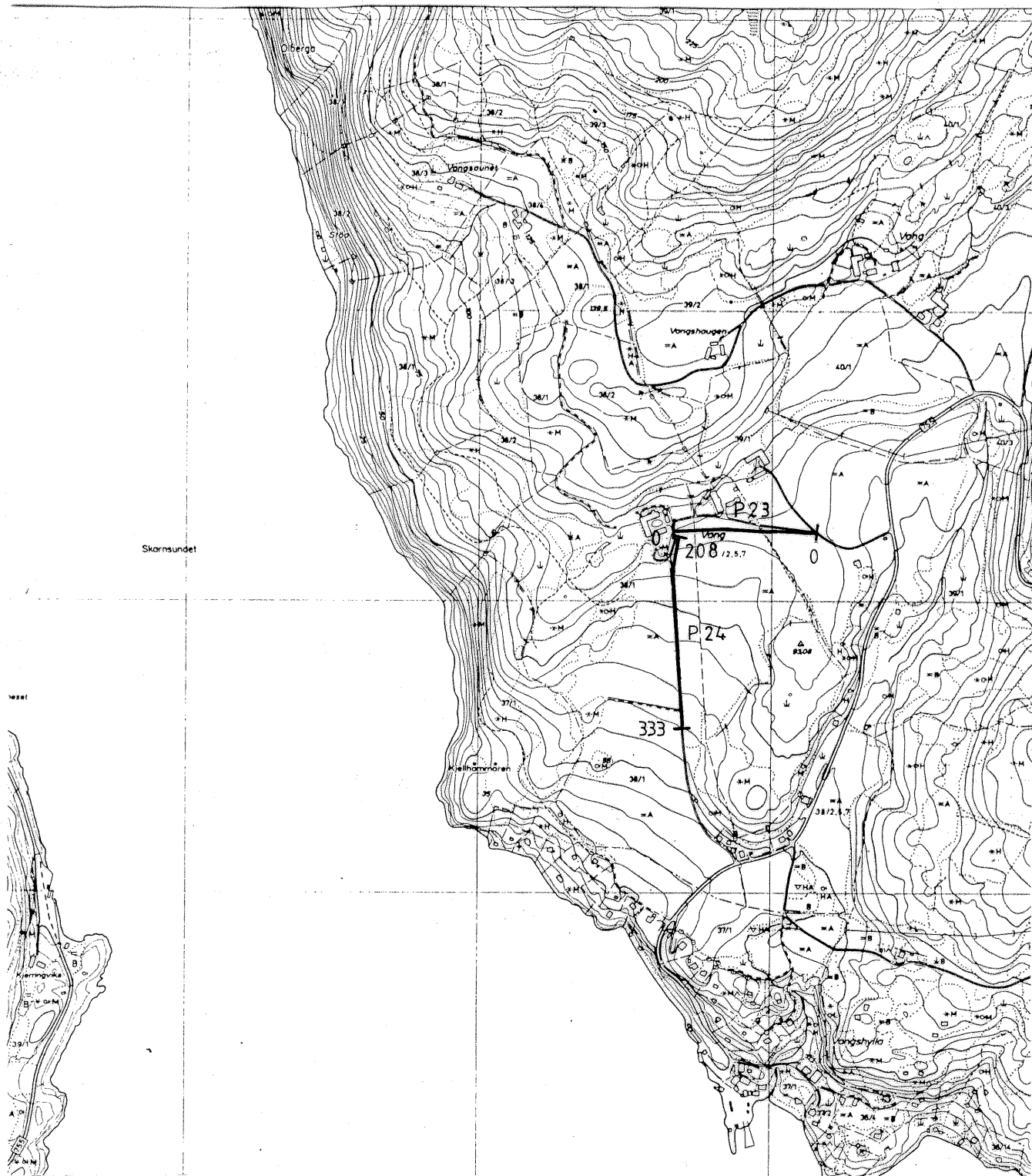
NGU/Inderøy Kommune
 OVERSIKTKART, Oksål, Ulstad
INDERØY
 INDERØY KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG

MÅLESTOKK	MÅLT. JFT/JK	AUG 92
1 : 10000	TEGN. JK	JAN 93
	TRAC.	
	KFR.	

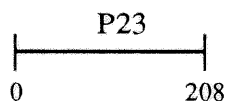
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR
 92.296-08

KARTBLAD NR
 1622 I



TEGNFORKLARING



GEORADAR PROFIL MED ANGIWELSE AV
PROFILNUMMER OG ENDEPOSISJONER

NGU/Inderøy Kommune
OVERSIKTKART, Vang

INDERØY

INDERØY KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1 : 10000

MÅLT. JFT/JK

TEGN. JK

TRAC.

KFR.

AUG 92

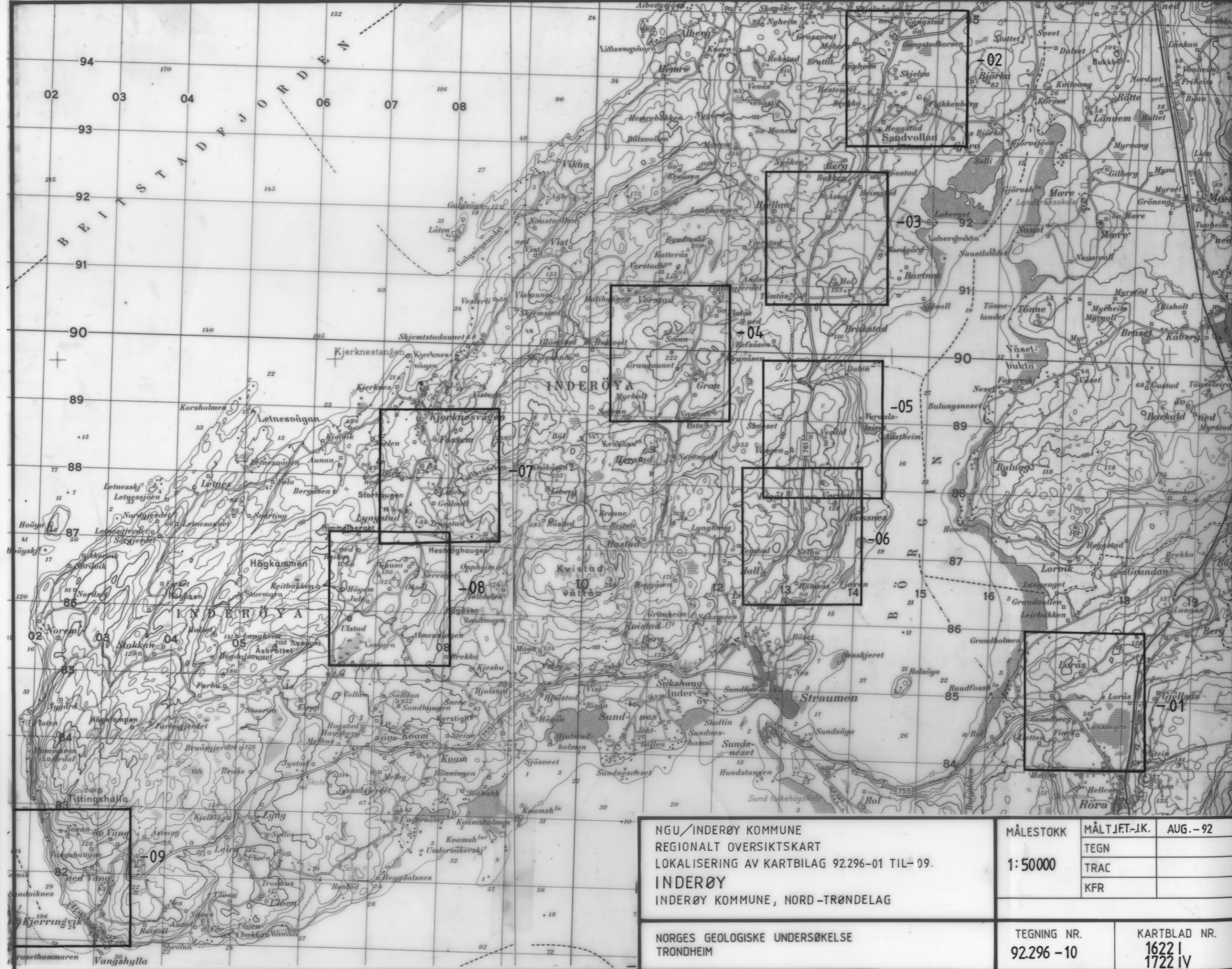
JAN 93

TEGNING NR

92.296-09

KARTBLAD NR

1622 I



NGU/INDERØY KOMMUNE
 REGIONALT OVERSIKTSKART
 LOKALISERING AV KARTBILAG 92.296-01 TIL-09.
INDERØY
 INDERØY KOMMUNE, NORD-TRØNDELAG

MÅLESTOKK 1:50000	MÅLT J.F.T.-J.K.	AUG.-92
	TEGN	
	TRAC	
	KFR	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR. 92.296 - 10	KARTBLAD NR. 1622 I 1722 IV
----------------------------	-----------------------------------