

NGU Rapport 96.100

Georadarmålinger i forbindelse med grunn-
vannsundersøkelser ved Hundorp, Sør-Fron
kommune, Oppland

Rapport nr.: 96.100		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Georadarmålinger i forbindelse med grunnvannsundersøkelser ved Hundorp, Sør-Fron kommune, Oppland			
Forfatter: Eirik Mauring, Jan Steinar Rønning		Oppdragsgiver: NGU/Sør-Fron kommune	
Fylke: Oppland		Kommune: Sør-Fron	
Kartblad (M=1:250.000) Lillehammer		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1718 II Vinstra, 1818 III Ringebu	
Forekomstens navn og koordinater: Listadvollen 32 V 5477 68263, Moen 32V 5493 68247, Ekre 32V 5513 68235, Kviksøya 32V 5488 68258		Sidetall: 18 Pris: 160,- Kartbilag: 5	
Feltarbeid utført: 6/8-8/8-1996	Rapportdato: 17/10-1996	Prosjektnr.: 2713.05	Ansvarlig: <i>Jan S. Rønning</i>
Sammendrag: <p>I forbindelse med grunnvannsundersøkelser er det utført georadarmålinger ved fire lokaliteter i nærheten av Hundorp, Sør-Fron kommune, Oppland. Hensikten med målingene var å forsøke å finne de mest gunstige områder for oppfølgende undersøkelser i form av boringer.</p> <p>Ved <u>Listadvollen</u> ble det anbefalt en sonderboring for å undersøke avsetningstype og eventuelt vannnivået. Denne viste sand/grus/stein i relativt løs lagring ned til fjell på ca. 10 m.</p> <p>I området <u>Moen</u> er det langs ett profil indikert grovkornige avsetninger. Videre undersøkelser ble anbefalt i et område langs profilet der dyp til fjell er størst.</p> <p>Ved <u>Ekre</u> er det indikert to områder som kan være interessante for videre undersøkelser. I ett av områdene sees grunnvannsspeil i georadaropptak, og dette kan indikere grovkornige avsetninger, i hvert fall i de øvre deler av avsetningen. På grunn av slamdeponering i området bør en trolig se bort fra mulig grunnvannsuttak her.</p> <p>Ved <u>Kviksøya</u> indikerer georadaropptakene elveavsetninger. Videre undersøkelser i form av sonderboringer ble utført (to borhull). En av disse viste vesentlig grovt materiale mellom 8 og 12 m dyp, og prøvepumping ga relativt store vannmengder fra denne sonen. En annen sonderboring er trolig boret for kort til å nå grove avsetninger i følge tolkning av et georadaropptak. En utvidelse mot dypet av dette borhullet bør vurderes, også fordi det ligger gunstigere plassert i forhold til eksisterende grunnvannsanlegg.</p>			
Emneord: Geofysikk	Hydrogeologi	Grunnvann	
Georadar	Elveavsetning	Sonderboring	
Prøvepumping		Fagrapport	

INNHold

1 INNLEDNING	4
2 MÅLEMETODE, UTFØRELSE OG PROSESSERING	4
3 RESULTATER	5
3.1 Hastighetsanalyser.....	5
3.2 Listadvollen.....	6
3.3 Moen.....	6
3.4 Ekre	7
3.5 Kviksøya.....	8
4 KONKLUSJON	10
5 REFERANSE	11

Tekstbilag

Georadar - metodebeskrivelse

Databilag

1. Skjema som knytter hendelser i georadaropptak til lagdeling og avsetningstype
2. CMP-opptak og hastighetsanalyser

Kartbilag

- 96.100-01: Oversiktskart, undersøkte områder ved Hundorp (M 1:50 000)
- 96.100-02: Georadaropptak P1, Listadvollen
- 96.100-03: Georadaropptak P2-P4, Moen
- 96.100-04: Georadaropptak P5-P8, Ekre
- 96.100-05: Georadaropptak P9 og P10, Kviksøya

1 INNLEDNING

Det er utført georadarmålinger ved fire lokaliteter i nærheten av Hundorp, Sør-Fron kommune, Oppland. Målingene ble utført i forbindelse med undersøkelse av mulighetene for uttak av grunnvann fra løsmasser til anvendelse som vannforsyning til tettstedet Hundorp. Hensikten med georadarmålingene var å finne områder for videre undersøkelser i form av boringer. Det er i ettertid utført sonderboringer ved noen av de anbefalte lokaliteter, og resultater presenteres kortfattet i denne rapporten. Målingene ble utført i perioden 6/8-8/8-1996 av Jan Steinar Rønning, med assistanse fra to eritreiske stipendiater.

2 MÅLEMETODE, UTFØRELSE OG PROSESSERING

De fire undersøkte lokaliteter er vist i et oversiktskart i kartbilag -01. Plassering av georadaropptakene er vist sammen med opptakene i kartbilag -02 til -05. En metodebeskrivelse av georadar er vedlagt i tekstbilag. Georadaren som ble benyttet er digital og av typen pulseEKKO 100 (Sensors & Software Inc., Canada). Samplingsintervall var 1,6 ns. Antenne- og flyttavstand var 1 m. Det ble benyttet 100 MHz antennesystem og 1000 V sender. Det ble utført 32 summerte registreringer ('stacks') ved hvert målepunkt. Øvrige opptaksparametre er vist i tabell 1. Det ble målt ca. 3,1 profilm fordelt på fire lokaliteter og 10 profiler.

Tabell 1. Lengde, opptakstid og lokalisering av profiler.

<u>Profilnummer</u>	<u>Sted</u>	<u>Lengde (m)</u>	<u>Opptakstid (ns)</u>	<u>Kartbilagsnr.</u>
P1	Listadvollen	470	500	-02
P2	Moen	300	500	-03
P3	Moen	57	500	-03
P4	Moen	136	500	-03
P5	Ekre	696	500	-04
P6	Ekre	172	500	-04
P7	Ekre	453	500	-04
P8	Ekre	166	500	-04
P9	Kviksøya	300	800	-05
P10	Kviksøya	312	800	-05

Profilengder framgår av tabell 1. Reelle lengder av profiler kan være noe forskjellig fra lengder angitt på georadaropptak, pga. mulig tilfeldig eller systematisk feil i flyttavstand ved utførelsen av målingene. For enkelte profiler ble lengder oppmålt nøyaktig på forhånd med plassering av stikker. Posisjonene til disse (som representerer reelle lengder) er stedvis angitt som kommentarer under opptakene. Andre kommentarer under opptakene kan også bidra til å lo-

kalisere tilsvarende posisjoner på de topografiske kartene. Ved beskrivelse av opptakene refereres det til tilsynelatende posisjoner (angitt over opptak).

For noen opptak ble det utført korleksjon for drift i instrumentet (som gir seg utslag i tidsforsinkelse i opptaket). Det ble også utført terrengekorsksjon på enkelte opptak (P5, P6, P7, P8). Ved utskrift av data ble det benyttet 'dewow'-korleksjon (eliminering av lavfrekvent, induktiv energi) og 5-punkts gjennomsnitt langs traser (for å redusere høyfrekvent støy). Det ble benyttet egendefinert, lineær og tidsvariabel forsterkning.

3 RESULTATER

Beskrivelse og tolkning av georadaropptak er basert på mønster, amplitude og kontinuitet av refleksjoner. Et spesielt skjema (etter Beres & Haeni, 1991) er delvis benyttet til å knytte hendelser i opptakene til avsetningstype og lagdeling. Skjemaet er vist i databilag 1.

3.1 Hastighetsanalyser

Det ble utført CMP-målinger for hastighetsanalyse ved samtlige lokaliteter (se databilag 2). Resultatene er vist i tabellen under.

Tabell 2. Resultater fra hastighetsanalyser

Sted	CMP	Tid (ns)	v (m/ns)	Tid (ns)	v (m/ns)	Tid (ns)	v (m/ns)	Tid (ns)	v (m/ns)
Listadvollen	P1-350	60	0,07	270	0,07				
Moen	P2-95	90	0,08	150	0,07	185	0,07	250	0,07
Ekre	P5-525	60	0,11	120	0,09	190	0,09	230	0,09
Ekre	P7-175	50	0,11	80	0,11	110	0,11	160	0,11
Kviksøya	P9-55, P10-219	230	0,09	300	0,08	360	0,08	450	0,08

Følgende hastigheter ble benyttet ved dybdekonvertering av tidsseksjonene ved de forskjellige lokaliteter;

- Listadvollen: 0,07 m/ns
- Moen: 0,07 m/ns
- Ekre: 0,09 m/ns (P5, P6), 0,11 m/ns (P7, P8)
- Kviksøya: 0,08 m/ns

3.2 Listadvollen

Det ble målt ett profil (P1) fra øst mot vest langs Lågen. Georadaropptak og plassering av profil er vist i kartbilag -02.

Fjell sees som en uregelmessig reflektor ved følgende posisjoner; 415-450 (11-12 m dyp), 370-400 (ca. 11 m dyp), 285-355 (utgjør her en forsenkning på max 11 m dyp ved posisjon 325), 240-280 (4-5 m dyp), 80-125 (11-12 m dyp), 0-50 (9-10 m dyp). Over fjellreflektoren er refleksjonsmønsteret for det meste lagdelt og parallelt mellom posisjon 290 og 470. Avsetningene er her trolig vesentlig finkornige (finsand/silt). Mellom posisjon 210 og 290 ligger fjell trolig for grunt til at området er interessant mhp. uttak av grunnvann. Mellom posisjon 0 og 210 er refleksjonsmønsteret stedvis haugget, men for det meste kaotisk, og reflektiviteten er kraftig. Det er her mer usikkert hvilke(n) avsetningstype(r) som opptrer, For å få undersøkt dette ble det foreslått en sonderboring mellom posisjon 0 og 125. Fjellreflektor sees i opptaket i dette området, og ligger på 9-11 m dyp. Sonderboringen ble plassert ved posisjon 25 (se kartbilag -02) og viste sand/grus/stein i relativt løs lagring ned til fjell på 10 m dyp (T. Klemetsrud, pers. medd.)

3.3 Moen

Det ble målt tre profiler (P2, P3 og P4) øst for Lågen. Opptak og profilplassering er vist i kartbilag -03.

P2

Mulig fjellreflektor sees ved følgende posisjoner langs opptaket; 40-55 (5-6 m dyp), 70-80 (ca. 8 m dyp), 95-115 (8-9 m dyp), 130-170 (ca. 7 m dyp), 195-235 (3-5 m dyp), 245-275 (4-5 m dyp). Størst dyp til fjell antas å være mellom posisjon 60 og 130 (7-9 m dyp). I dette området er refleksjonsmønsteret haugget til kaotisk over fjell. Dette kan indikere grovkornige avsetninger, og en boring anbefales i dette området.

P3

Kort tverrprofil til P2. Størst dyp til fjell er det trolig mellom posisjon 10 og 25 (ca. 8 m). Fra posisjon 25 går trolig fjell mot overflaten. Fjell er observert i dagen ved østenden av profilet (posisjon 57). Mellom posisjon 10 og 25 er refleksjonsmønsteret kaotisk og kan representere grovkornige avsetninger.

P4

Tverrprofil forbi posisjon 0 ved P2. Mulig fjellreflektor sees mellom posisjon 20 og 45 (8-9 m dyp) og mellom posisjon 80 og 105 (3-4 m dyp). Refleksjonsmønsteret er for en stor del lagdelt, parallelt og kan representere finkornige avsetninger (finsand/silt).

Oppsummering

Mellom posisjon 60 og 130 langs profil 2 er dypet til fjell størst i det undersøkte området (7-9 m dyp). Refleksjonsmønsteret er i det samme området hauget til kaotisk og kan indikere grovkornige avsetninger. Videre undersøkelser i form av en sonderboring anbefales i dette området (ikke utført).

3.4 Ekre

Det er målt fire profiler i dette området. Profil 5 og 6 er målt sør for elva Fossåa, og profil 7 og 8 er målt nord for elva. Opptak og profilplassering er vist i kartbilag -04.

P5

Profilen er målt langs Fossåa. Mulig fjell sees som en usammenhengende og uregelmessig reflektor ved følgende posisjoner; 615-630 (ca. 175 moh.), 585-600 (ca. 176 moh.), 535-580 (ca. 178 moh.), 465-525 (ca. 179 moh.), 50-115 (190-192 moh.), 25-40 (ca. 195 moh.), 0-20 (197-198,5 moh.). Refleksjonsmønsteret er delvis hauget, men for det meste kaotisk. Grunnvannspeil kan ikke erkjennes i opptaket, noe som kan indikere forholdsvis finkornige avsetninger (finsand/silt?). Reflektiviteten er kraftig og kan indikere vekslende kornstørrelser mot dypet. Eventuelle videre undersøkelser burde utføres mellom posisjon 460 og 680. Her er penetrasjonsdypet størst (15-20 m), og fjellreflektoren er tydeligst i dette området (12-17 m dyp). På grunn av slamdeponi ved posisjon 465 må eventuelle undersøkelser flyttes lengre mot sørøst (mot idrettsplassen, se kartbilag -04).

P6

Tverrprofil til P5. Refleksjonsmønsteret er for det meste kaotisk. Svak reflektivitet og stedvis redusert penetrasjon mellom posisjon 0 og 147 skyldes trolig passering av jorde med oppløste næringssalter som gir god elektrisk ledningsevne i overflaten. Det er svært usikkert hvilke avsetningstyper som opptrer. Det kan ikke sees strukturer i opptaket som peker i retning av grovkornige avsetninger.

P7

Profilen er målt fra vest-nordvest mot øst-sørøst på nordsiden av Fossåa. Antatt grunnvannspeil sees som en horisontal reflektor i nivå ca. 187 moh. (2-3 m dyp) mellom posisjon 320 og 453 og indikerer at avsetningene kan være grovkornige øverst. I det samme området er pene-

trasjonsdypet forholdsvis stort (stedvis større enn 20 m), refleksjonsmønsteret er hauget til kaotisk, og reflektiviteten er kraftig. Trolig er det her avsetninger med vekslende kornstørrelse. Mellom posisjon 320 og 0 avtar reflektiviteten og penetrasjonsdypet noe (ca. 15 m). Dette kan skyldes overflateforholdene i dette området (økt ledningsevne). Undersøkelser i en gravd brønn viser at grunnvannet står dypere enn 4,5 m ved posisjon 150. Gjennomgående reflektor på ca. 5 m dyp mellom posisjon 50 og 180 kan representere grunnvannsspeil. Hastighetsanalyse (databilag 2 side 4) ved posisjon 175 indikerer imidlertid at hastigheten ned til reflektor på ca. 9 m dyp er 0,11 m/ns. Denne hastigheten er for høy til at materialet er helt vannmettet mellom 5 og 9 m dyp. Dette indikerer at grunnvannsspeil trolig ligger dypere enn 5 m. Nivået på grunnvannsspeil ligger på ca. 186,5 moh. mellom posisjon 320 og 453. Dersom nivået er det samme ved posisjon 150, er dyp til grunnvannsspeil ca. 9 m. Dette antas å være et maksimumsdyp til grunnvannsspeil ved denne posisjonen. Rent faglig er det mest interessante området for videre undersøkelser mellom posisjon 320 og 453. På grunn av slamdeponiet på sørsida av elva må en trolig se bort fra området som grunnvannskilde.

P8

Profilen er målt på tvers nær vest-nordvestenden av P7. Refleksjonsmønsteret er kaotisk og penetrasjonsdypet er ca. 15 m. Grunnvannsspeil kan ikke sees så markant som i P7, men kan antydes i nivå ca. 187 moh. mellom posisjon 0 og 50. Det er vanskelig å si noe sikkert om avsetningstype.

Oppsummering

Rent faglig er de mest interessante områder for videre undersøkelser i form av boringer mellom posisjon 460 og 680 langs P5 og mellom posisjon 320 og 453 langs P7. Områdene ligger nær elva Fossåa, henholdsvis på sør- og nordsiden av denne. Området langs P7 antas å være mest interessant, fordi en her ser grunnvannsspeil som en markant reflektor. Dette indikerer grovkornige avsetninger, i hvert fall i de øvre deler av avsetningen. På grunn av deponering av slam i området (ved P5-465) må en trolig se bort fra noe grunnvannsuttak i området.

3.5 Kviksøya

Det ble målt to profiler ved Kviksøya (P9 og P10). Opptak og profilplassering er vist i kartbilag -05. Eksisterende grunnvannsanlegg er ringet inn i kartbilag -05.

P9

Penetrasjonsdypet er i gjennomsnitt ca. 20 m, men stedvis opptil 25-28 m. Refleksjonsmønsteret er parallelt eller hauget og representerer trolig vesentlig elveavsetninger. Flere utholdende reflektorer representerer trolig erosjonsflater i elveavsetningen. En spesiell markant erosjonsflate sees som en horisontal reflektor på 3,5-4,5 m dyp mellom posisjon 0 og 210. Mulig

fjell sees som en buet reflektor mellom posisjon 88 og 107 ved ca. 26 m dyp. Det anbefales videre undersøkelser i form av boringer der penetrasjonsdypet er størst (mellom posisjon 30 og 130).

P10

Antatt fjellreflektor sees ved følgende posisjoner; 0-28 (16-18 m dyp), 95-189 (22-28 m dyp). Fra posisjon 190 og til nordøstenden av profilet (posisjon 312) ligger trolig fjelloverflaten for dypt til å kunne sees på opptaket. Refleksjonsmønsteret er mest hauget, men stedvis parallelt eller skrått og representerer trolig elveavsetninger. Penetrasjonsdypet er i størrelsesorden 20-25 m (stedvis større enn ca. 28 m), men avtar noe mot nordøstenden av profilet (ca. 15 m ved posisjon 312).

En sonderboring (BH1) ble plassert helt ved nordenden av P10 (se kartbilag -05). Denne ble stoppet på 6 m, fordi det ned til dette dypet var vesentlig stein med tette masser som matrix. En annen sonderboring (BH2) ble plassert ca. 60 m øst for BH1. Denne viste steinete og relativt tette masser ned til 8 m dyp. Mellom 8 og 12 m dyp var det hovedsakelig sand/grus, mens det fra 12 m dyp var mer tett, finkornig materiale. Det ble boret til 14 m dyp. Ved prøvepumping ble det oppnådd 150 l/min. fra sand/grus-laget, som må betraktes som relativt mye med anvendte rørdimensjon (T. Klemetsrud, pers. medd.). På opptak P10 sees en forholdsvis kraftig reflektor på ca. 7 m dyp ved BH1. Reflektoren kan følges til posisjon 200 (ca. 4 m dyp). Den kan også sees langs store deler av P9 (3,5-4,5 m dyp, som nevnt tidligere). Denne reflektoren kan muligens representere grensen mellom tette, steinholdige masser og underliggende sand/grus (som påvist i BH2). Det er derfor en viss mulighet for at BH1 er boret for kort til å komme ned i disse massene. Mellom posisjon 270 og 312 langs P10 sees en trauforment reflektor som kan indikere bunnen av et gammelt elveløp. Max dyp til reflektoren er 15-16 m i området ved BH1. Det er en mulighet for at denne avsetningen kan være den samme som mellom 8 og 12 m dyp ved BH2 (sand/grus). Ved eventuelle videre undersøkelser bør det vurderes å utvide BH1 mot dypet (til 15-16 m).

Oppsummering

Georadaropptakene indikerer elveavsetninger. En sonderboring i området (BH2) viste vesentlig grovt materiale mellom 8 og 12 m dyp, og prøvepumping ga relativt mye vann fra denne sonen. En annen sondering (BH1) ble avsluttet på 6 m dyp pga. harde og tette masser. Georadarprofil 10 og BH2 indikerer at grove avsetninger kan opptre mellom 7 og 15-16 m dyp, og at BH1 eventuelt bør utvides mot dypet. Dette er også hensiktsmessig ved at dette borhullet ligger nærmere eksisterende grunnvannsanlegg enn BH2, da dette er ønskelig ved plassering av nytt anlegg.

4 KONKLUSJON

I forbindelse med grunnvannsundersøkelser er det utført georadarmålinger ved fire lokaliteter i nærheten av Hundorp, Sør-Fron kommune, Oppland. Hensikten med målingene var å forsøke å finne de mest gunstige områder for oppfølgende undersøkelser i form av boringer.

Ved Listadvollen ble det anbefalt en sonderboring mellom posisjon 0 og 125 langs P1, da det var usikkert hvilke(n) avsetningstype(r) som her opptrer. Sonderboring viste sand/grus/stein i relativt løs lagring ned til fjell på ca. 10 m.

I området Moen indikerer georadarprofil 2 at det kan opptre grovkornige avsetninger. Videre undersøkelser anbefales mellom posisjon 60 og 130, der dyp til fjell er størst (7-9 m).

Ved Ekre er de mest interessante områder for videre undersøkelser mellom posisjon 68 og 460 langs P5 og mellom posisjon 320 og 453 langs P7. I sistnevnte område sees grunnvannsspeil i opptaket, og dette kan indikere grovkornige avsetninger, i hvert fall i de øvre deler av avsetningen. På grunn av slamdeponering i området bør en trolig se bort fra mulig grunnvannsuttak her.

Ved Kviksøya indikerer opptakene elveavsetninger. En sonderboring som ble utført viste vesentlig grovt materiale mellom 8 og 12 m dyp, og prøvepumping fra denne sonen ga relativt mye vann. En annen sonderboring er trolig boret for kort til å komme ned i grove avsetninger (sand/grus). En utvidelse mot dypet av dette borhullet (ned til 15-16 m dyp) bør vurderes, også fordi det ligger gunstigere plassert i forhold til eksisterende grunnvannsanlegg.

5 **REFERANSE**

Beres, M.Jr. & Haeni, F.P. 1991: Application of ground-penetrating-radar methods in hydrogeologic studies. *Ground water*, No. 3, 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 refleksor 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 refleksor 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;

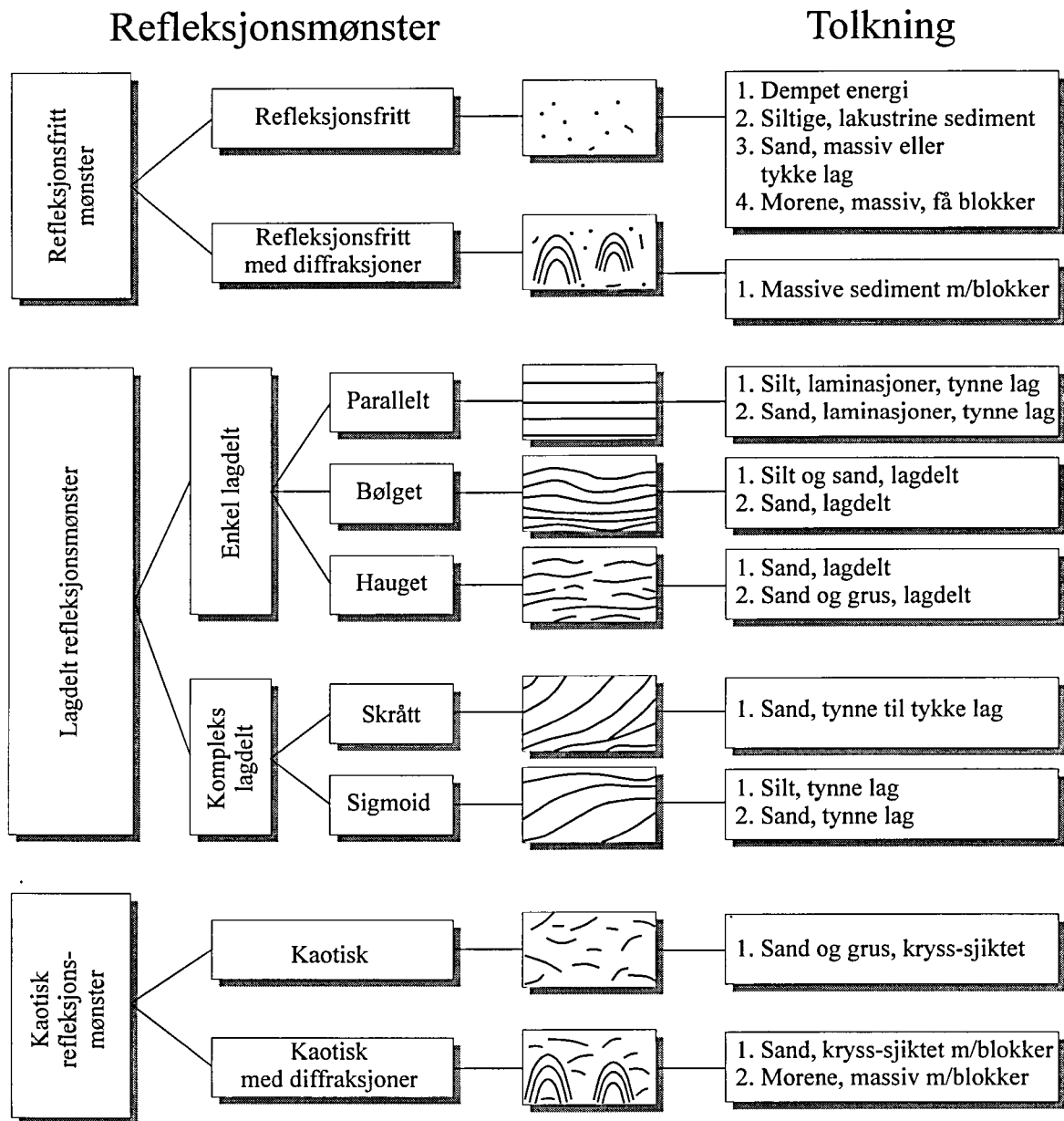
$$\epsilon_r = \left(\frac{c}{v}\right)^2$$

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

<u>Medium</u>	<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>

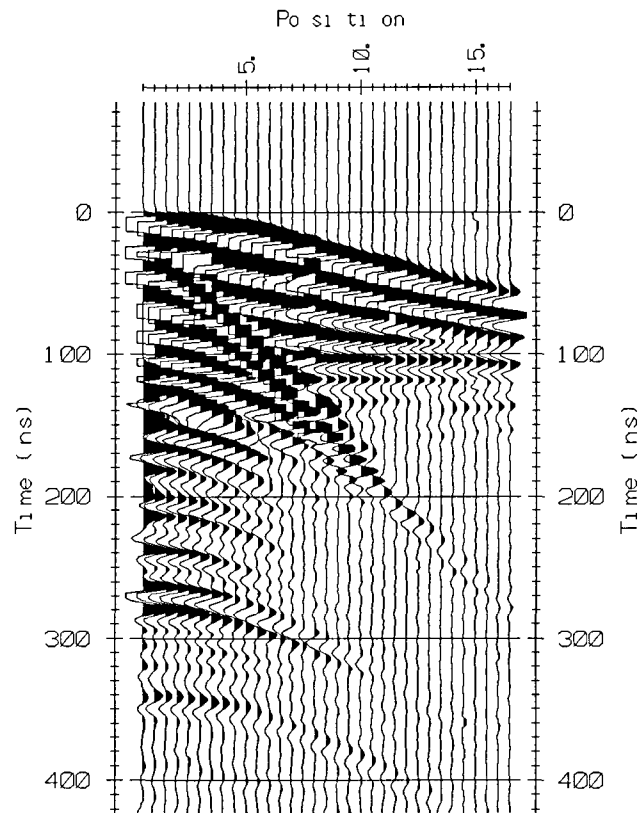
Tabell over relativt dielektrisitetstall, radarbølge-hastigheter og ledningsevne i vanlige materialtyper.



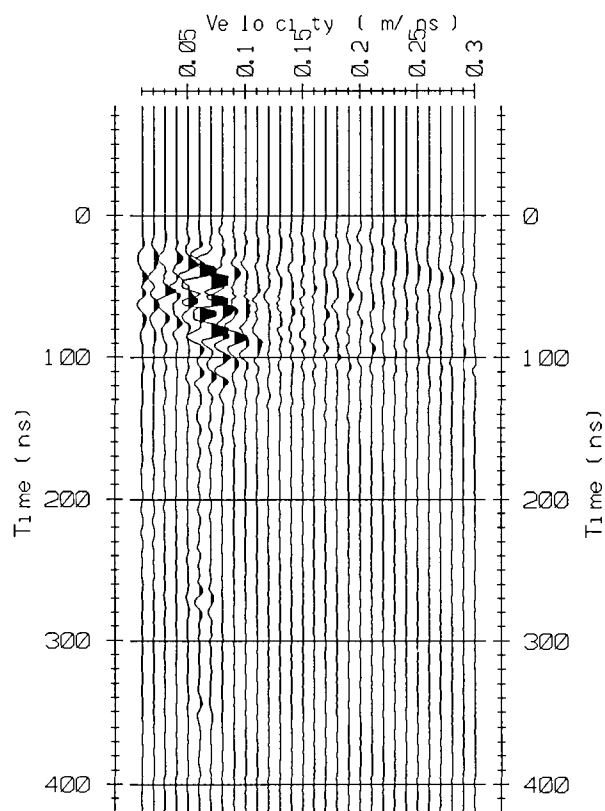
Skjema som knytter refleksjonsmønster på georadaropptak til avsetningstype og lagdeling (etter Beres & Haeni, 1991).

Listadvollen, Hundorp, CMP P1-350

CMP-opptak

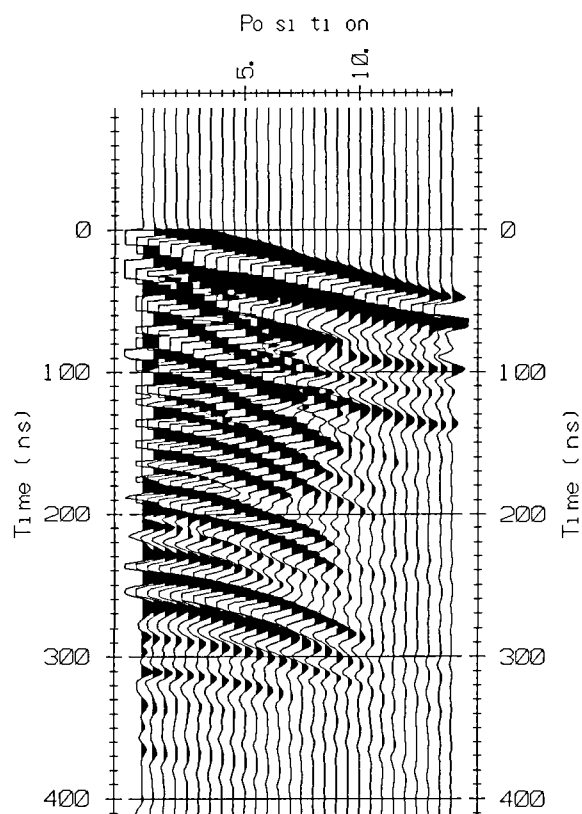


Hastighetsanalyse

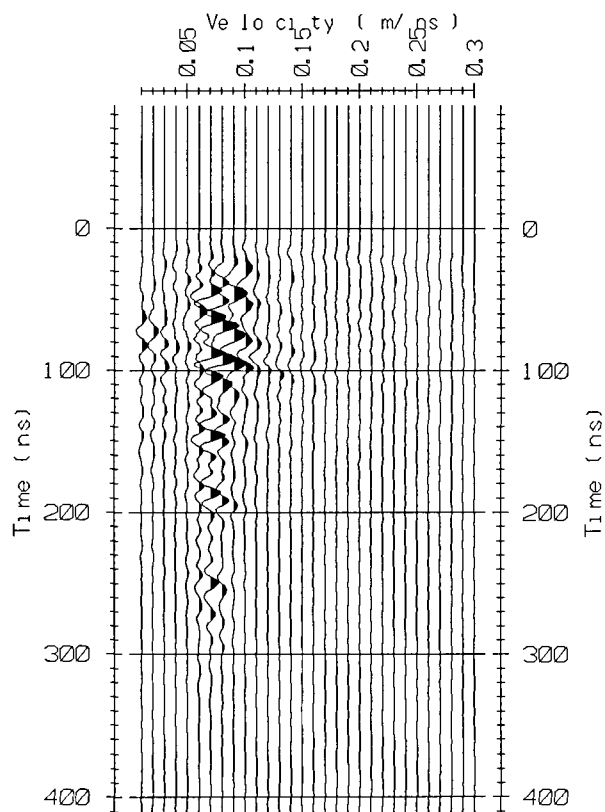


Moen, Hundorp, CMP P2-95

CMP-opptak

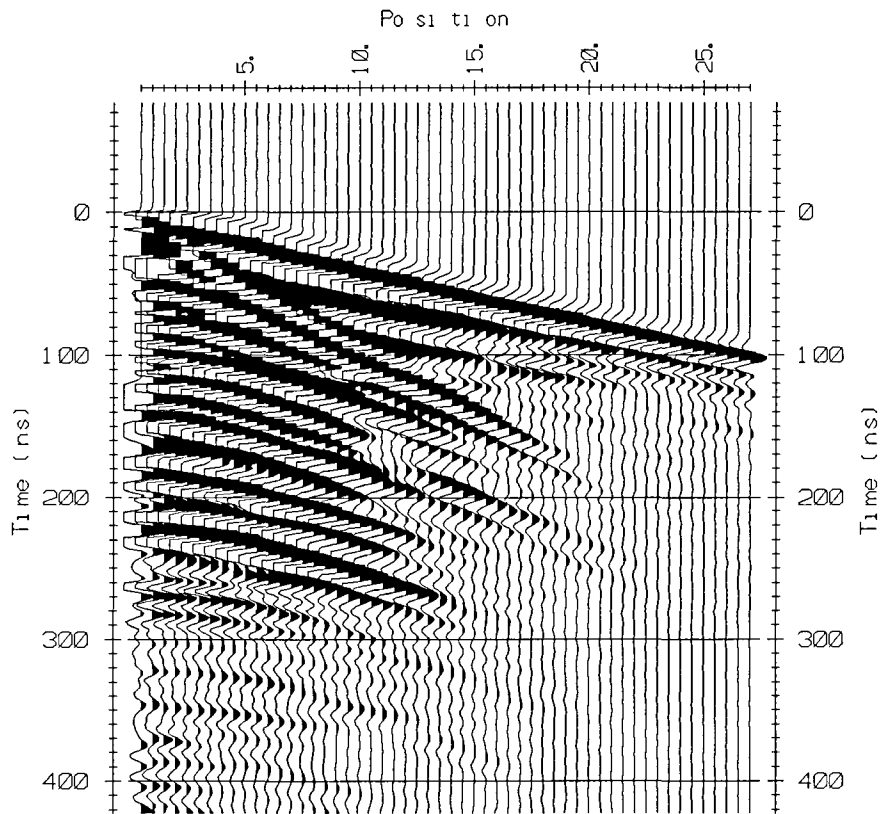


Hastighetsanalyse

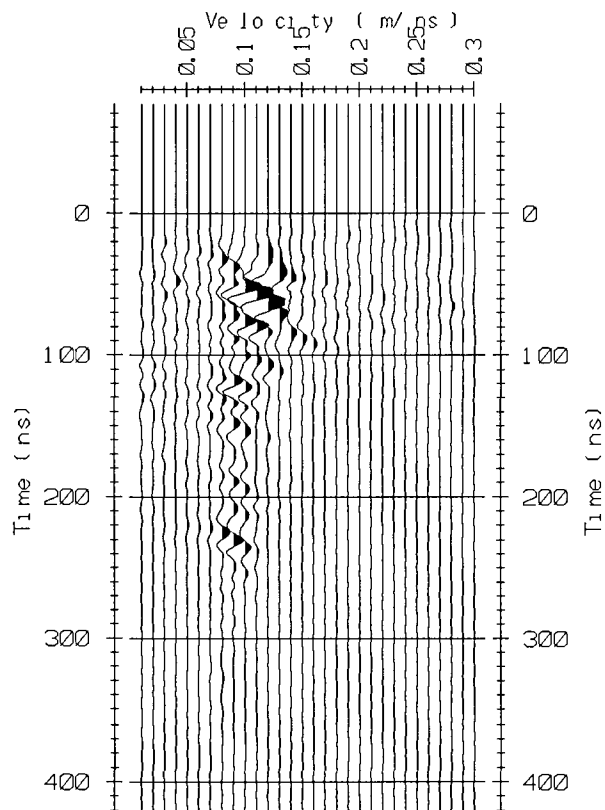


Ekre, Hundorp, CMP P5-525

CMP-opptak

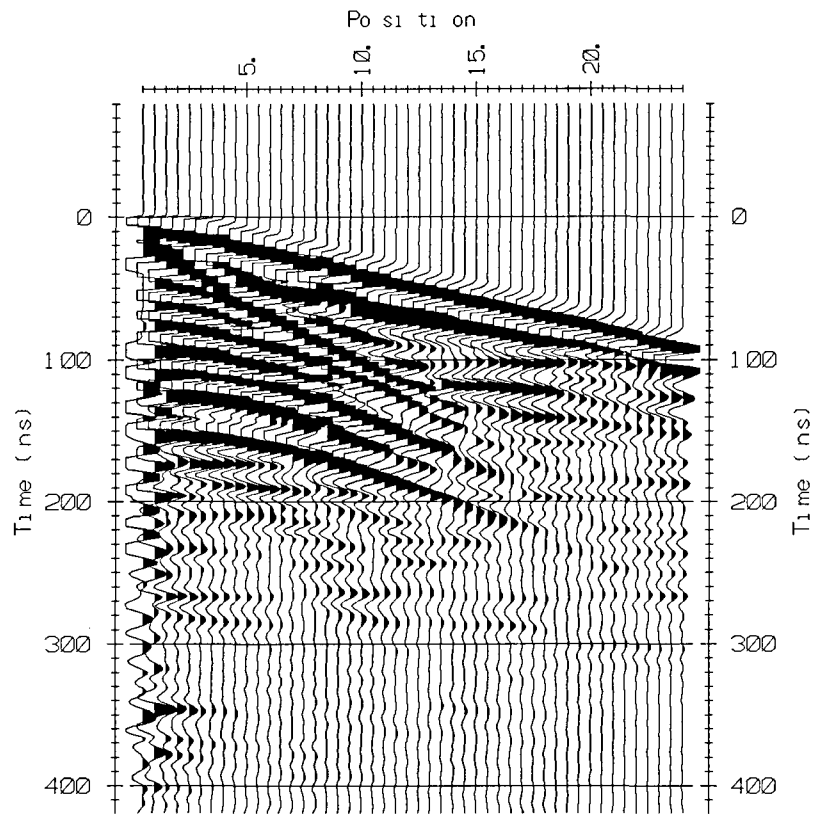


Hastighetsanalyse

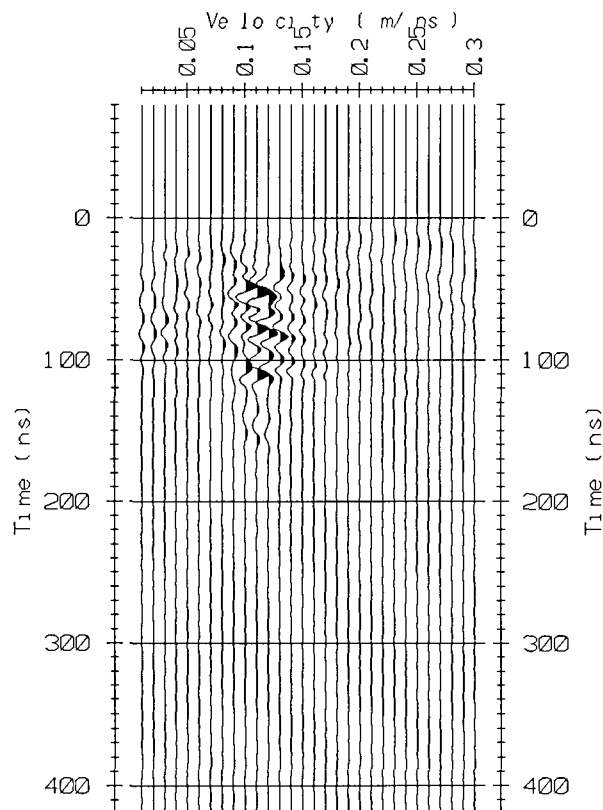


Ekre, Hundorp, CMP P7-175

CMP-opptak

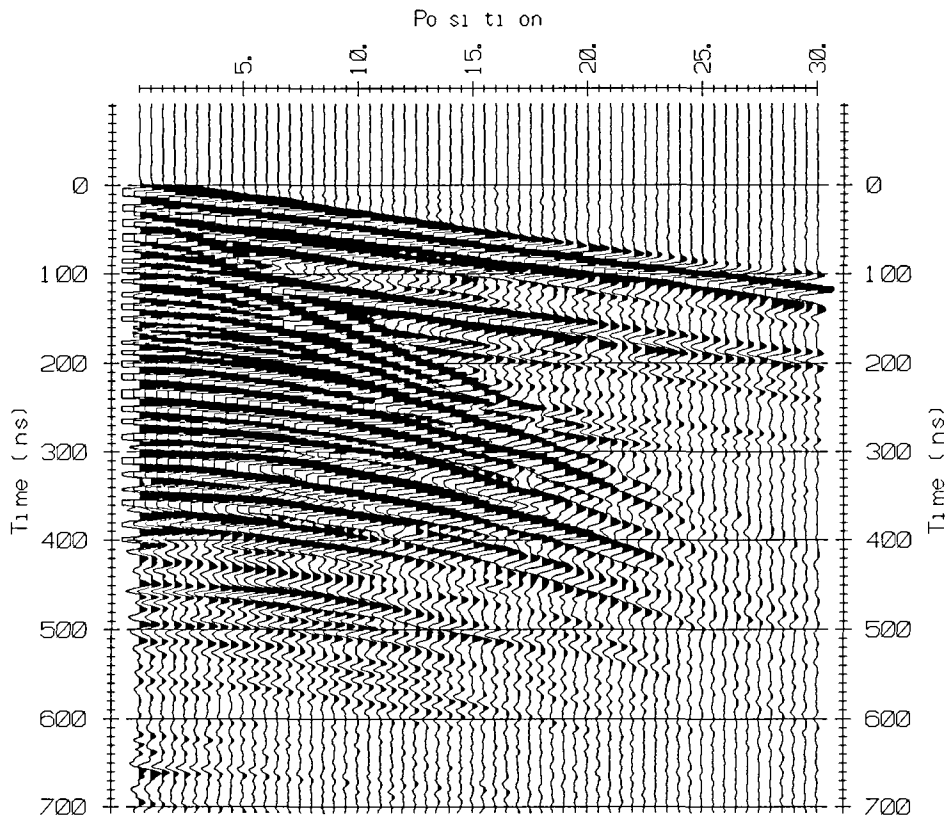


Hastighetsanalyse

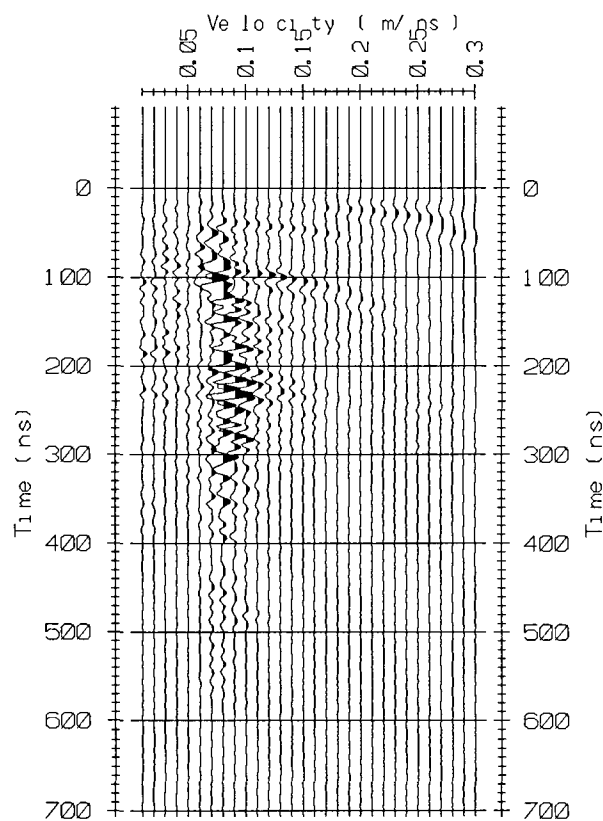


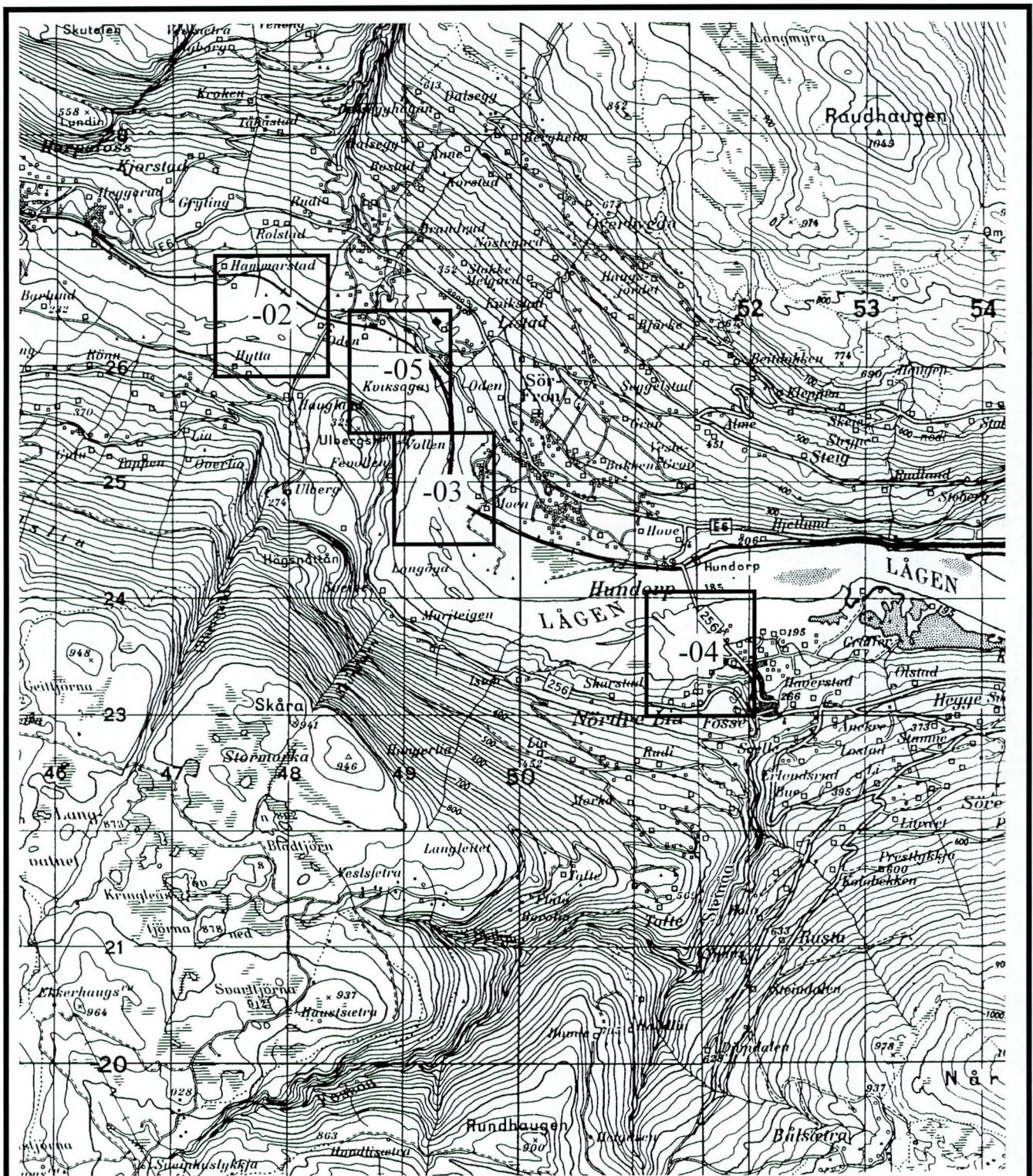
Kvitsøya, Hundorp, CMP P9-55, P10-219

CMP-opptak



Hastighetsanalyse





-02

Utsnitt vist i angitt kartbilagsnummer (her: -02)

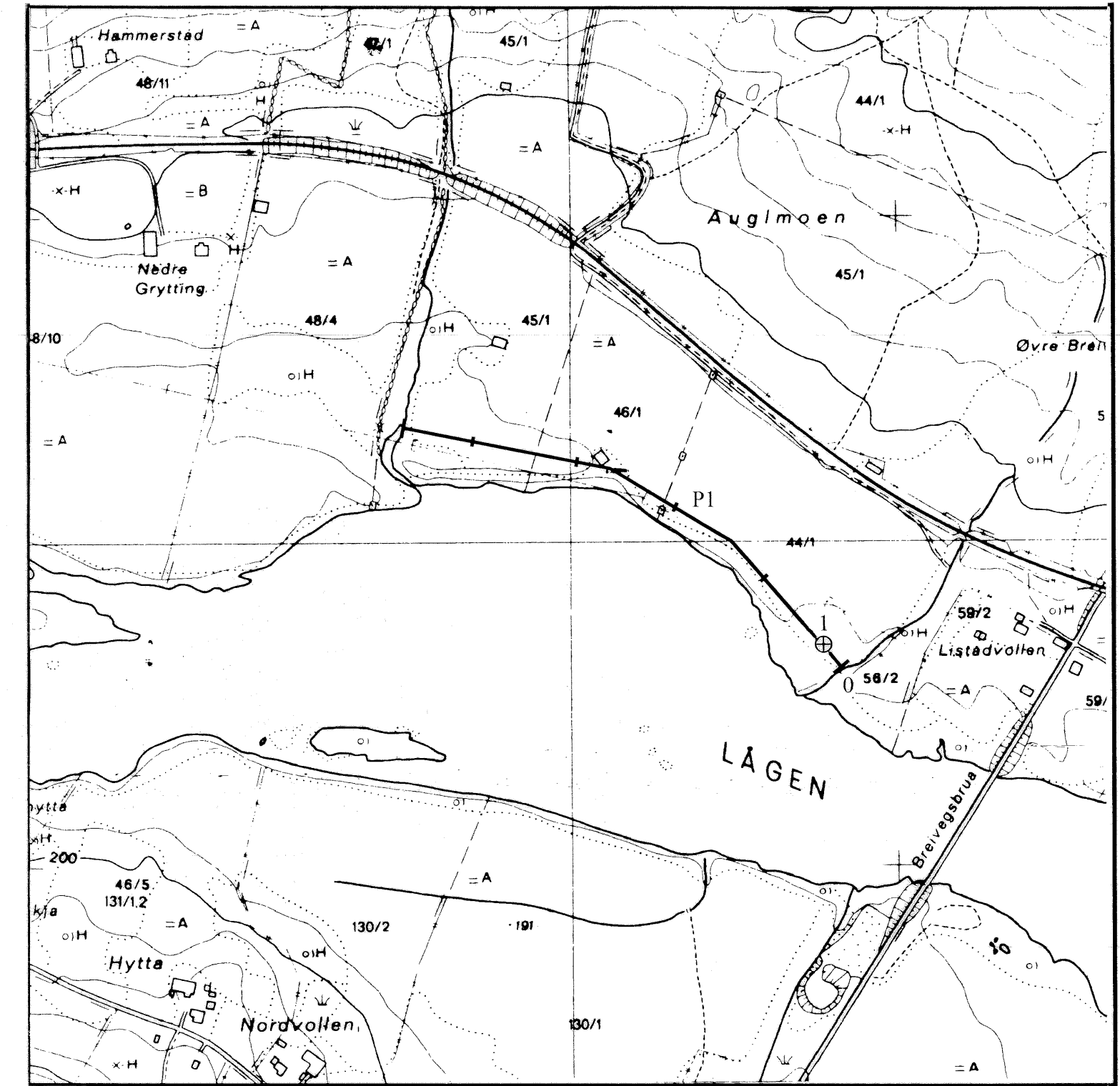
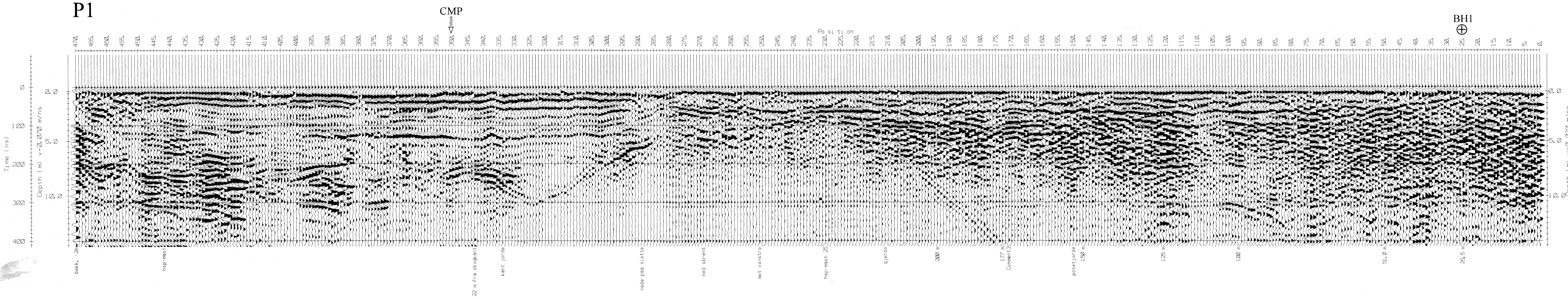
NGU/Sør-Fron kommune
 OVERSIKTSKART, UNDERSØKTE OMRÅDER
HUNDORP
 SØR-FRON KOMMUNE, OPPLAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK 1:50 000	MÅLT JSR	Aug. -96
	TEGN EM	Aug. -96
	TRAC	
	KFR	

TEGNING NR 96.100-01	KARTBLAD NR 1718 II, 1818 III
-------------------------	----------------------------------

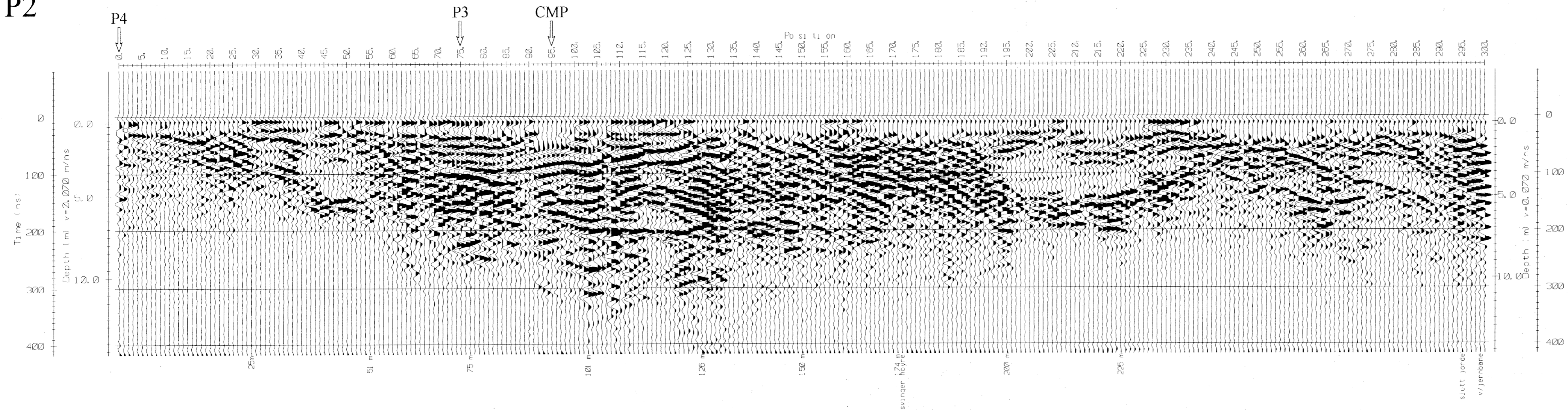
P1



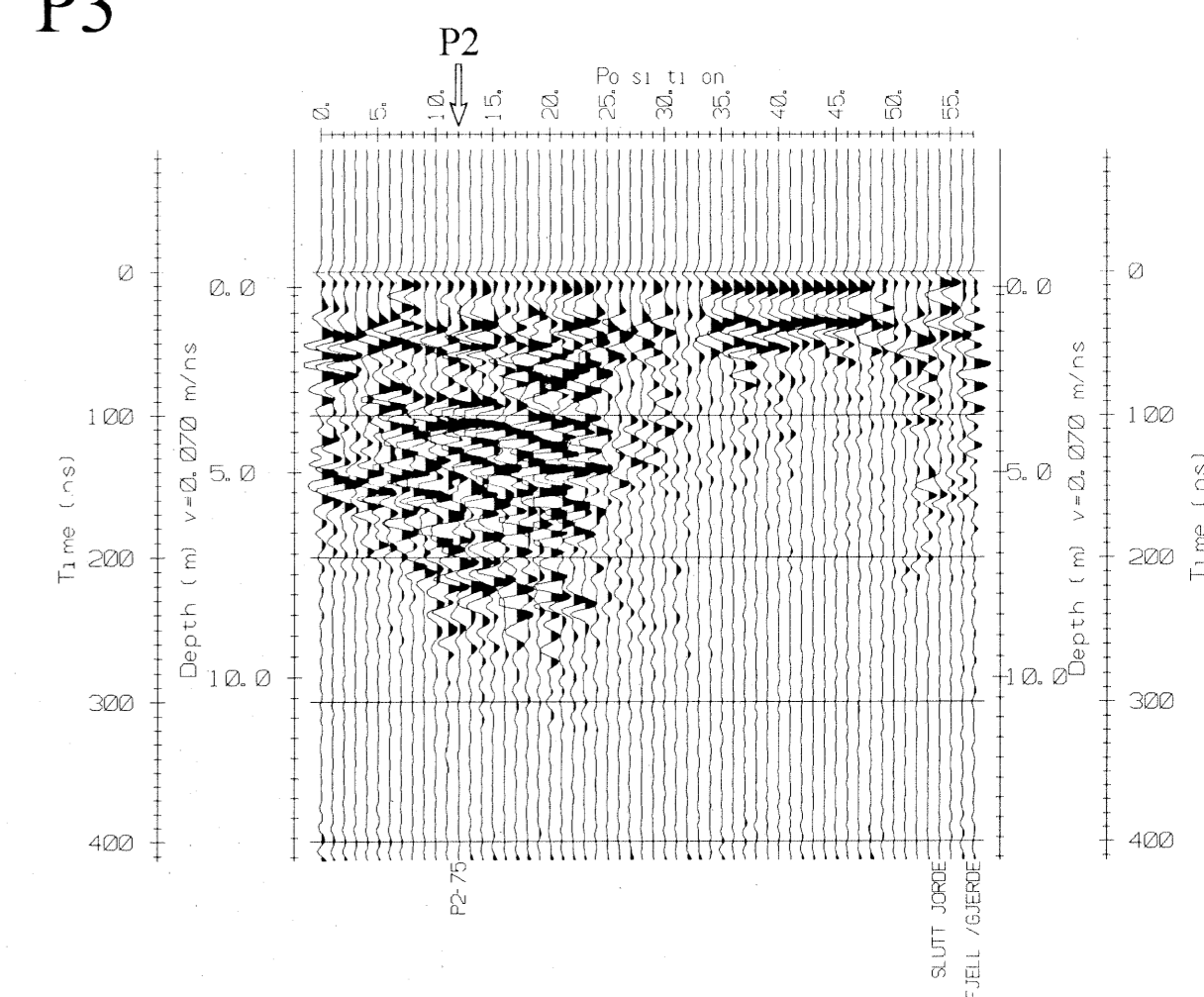
Georadarprofil med startposisjon og markering for hver 100 meter

NGU/Sør-Fron kommune GEORADAROPPTAK P1 LISTADVOLLEN, HUNDORP SØR-FRON KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK 1:5000 (Kart)	MÅLT JSR Aug. -96
	TEGN EM TRAC	Aug. -96
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 96.100-02	KARTBLAD NR 1718 II

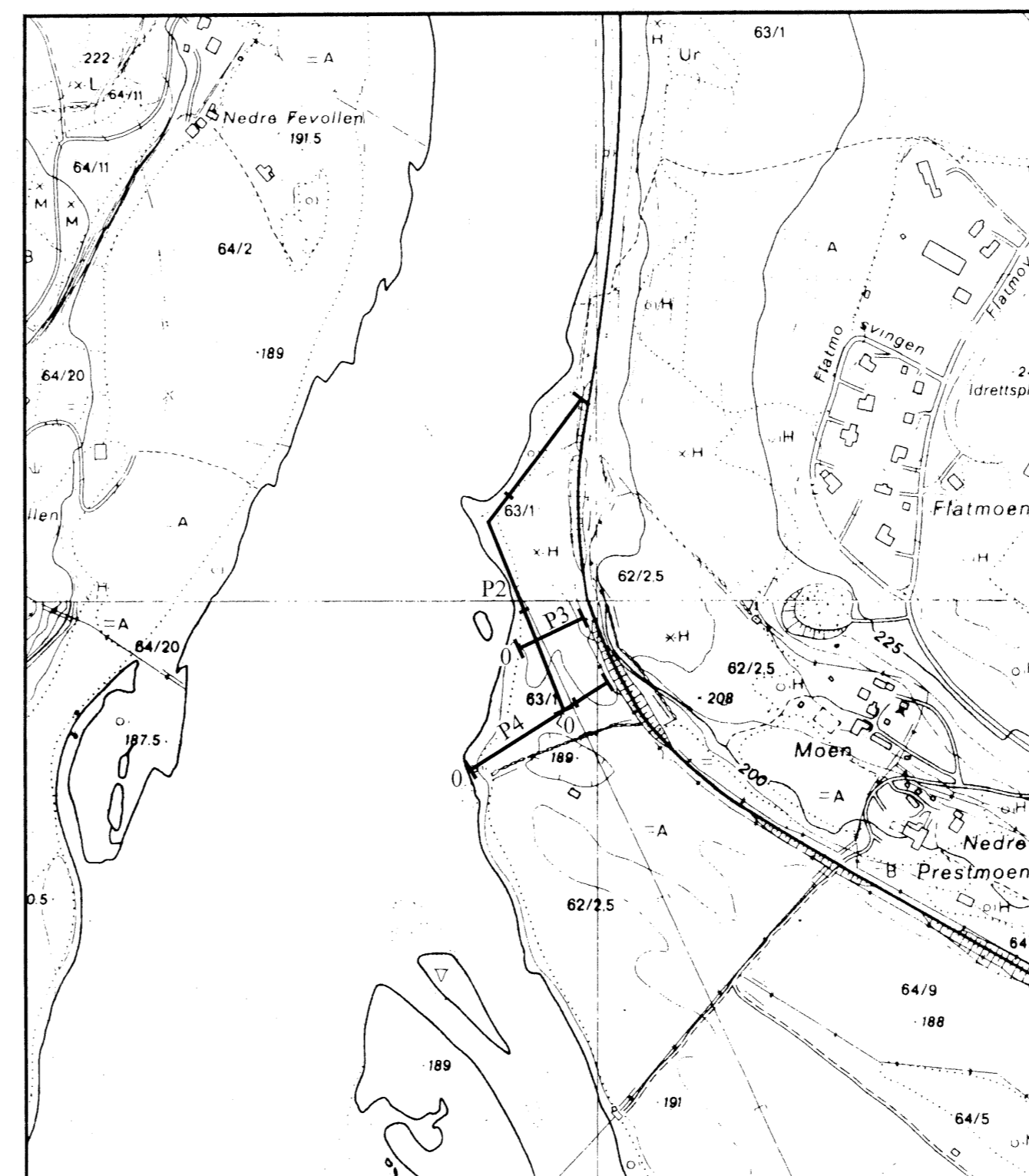
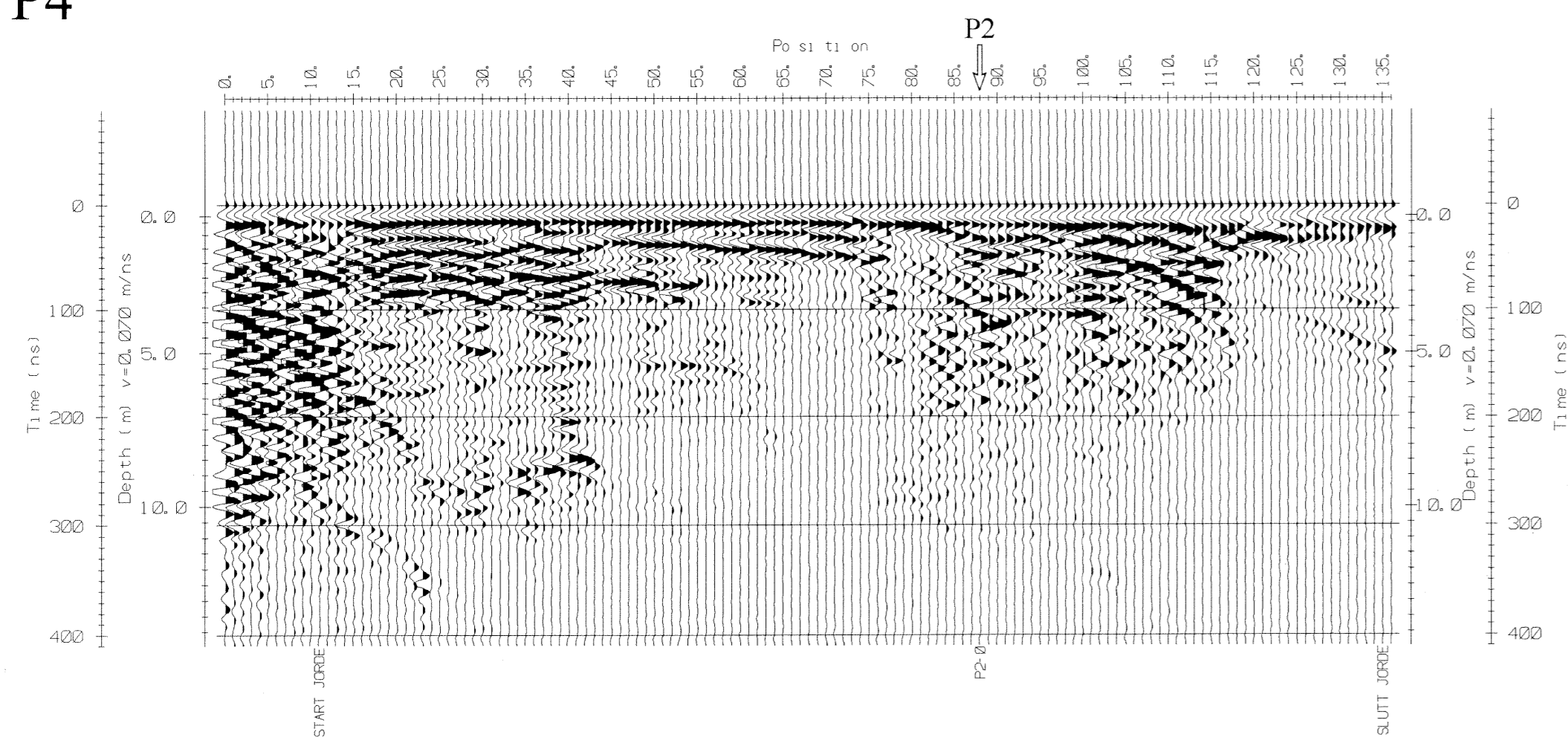
P2



P3



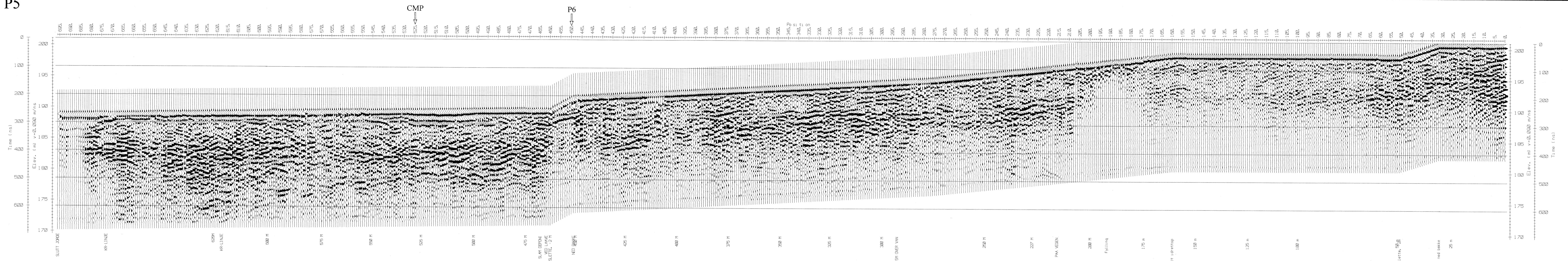
P4



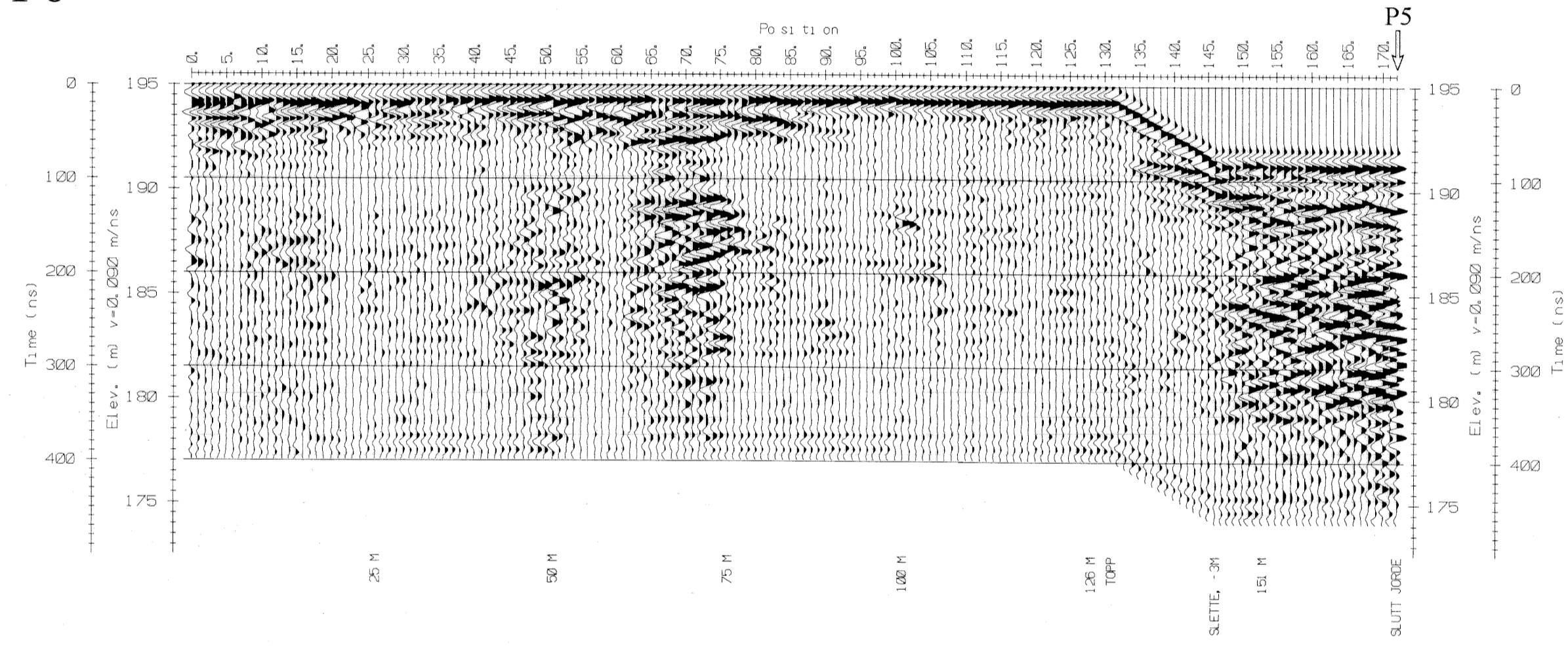
Georadarprofil med startposisjon og markering for hver 100 meter

NGU/Sør-Fron kommune GEORADAROPPTAK P2, P3 OG P4 MOEN, HUNDORP SØR-FRON KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK	MÅLT JSR	Aug. -96
	1:5000 (Kart)	TEGN EM	Aug. -96
		TRAC	
	KFR		
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 96.100-03	KARTBLAD NR 1718 II	

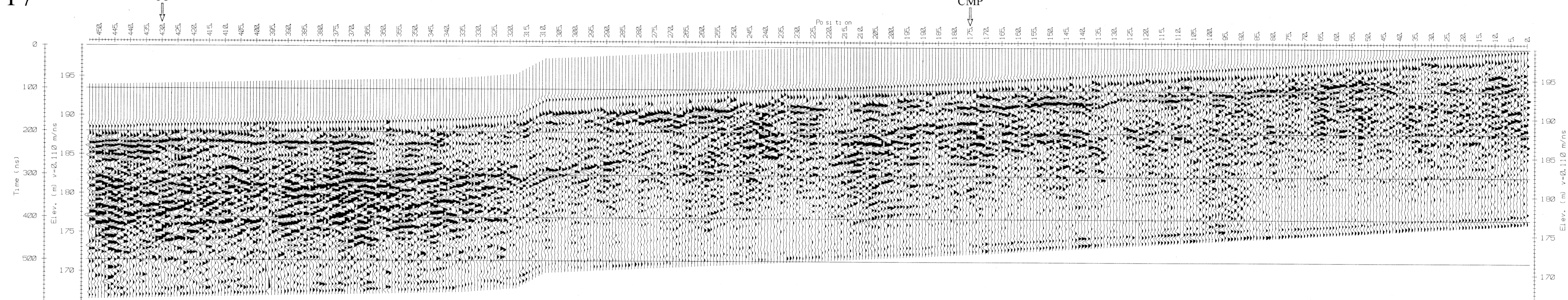
P5



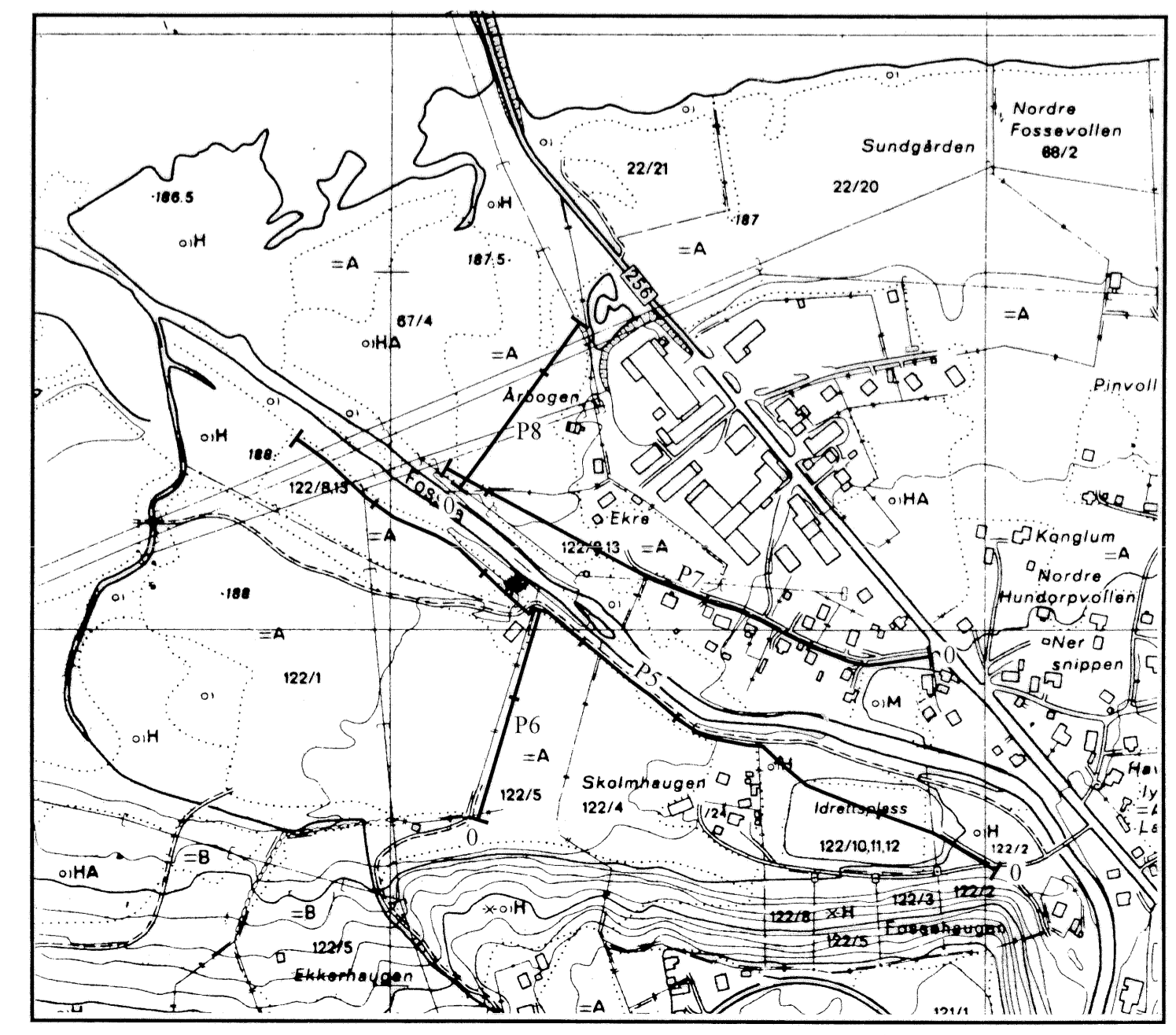
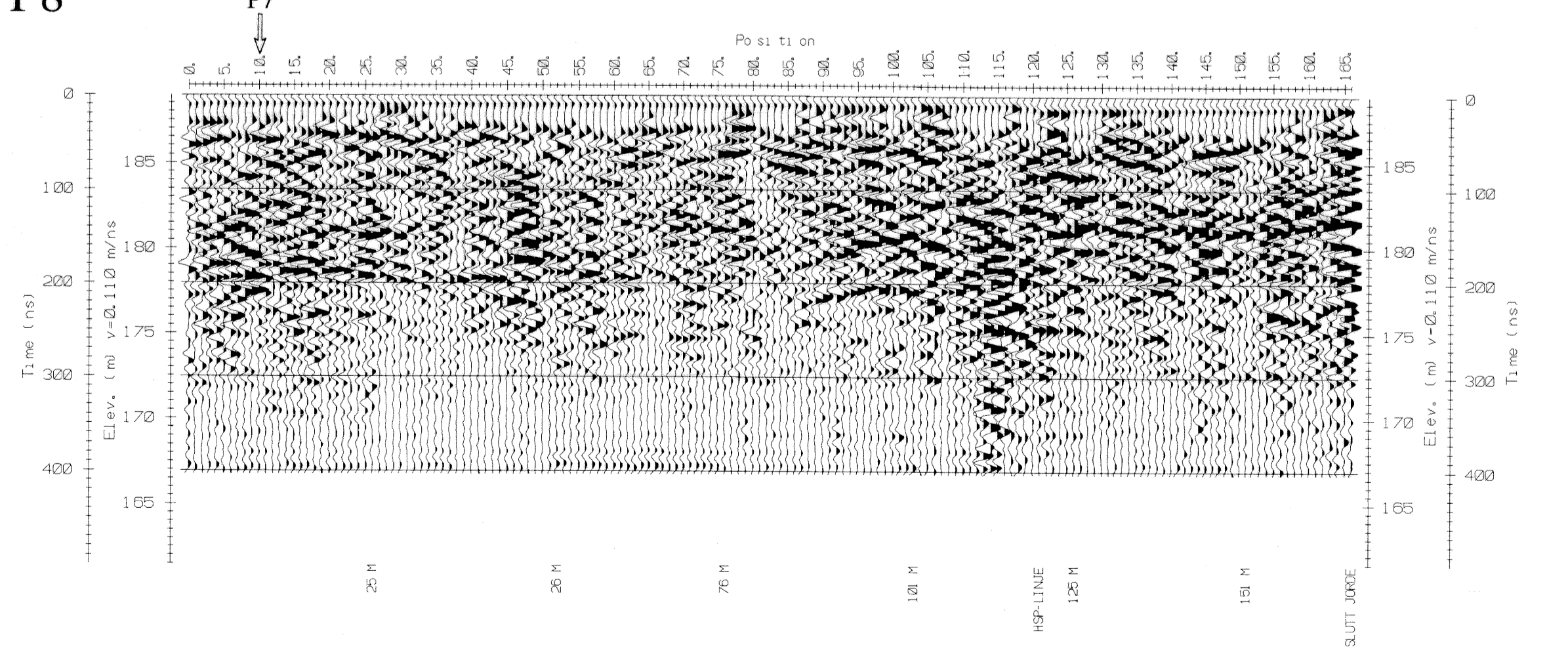
P6



P7



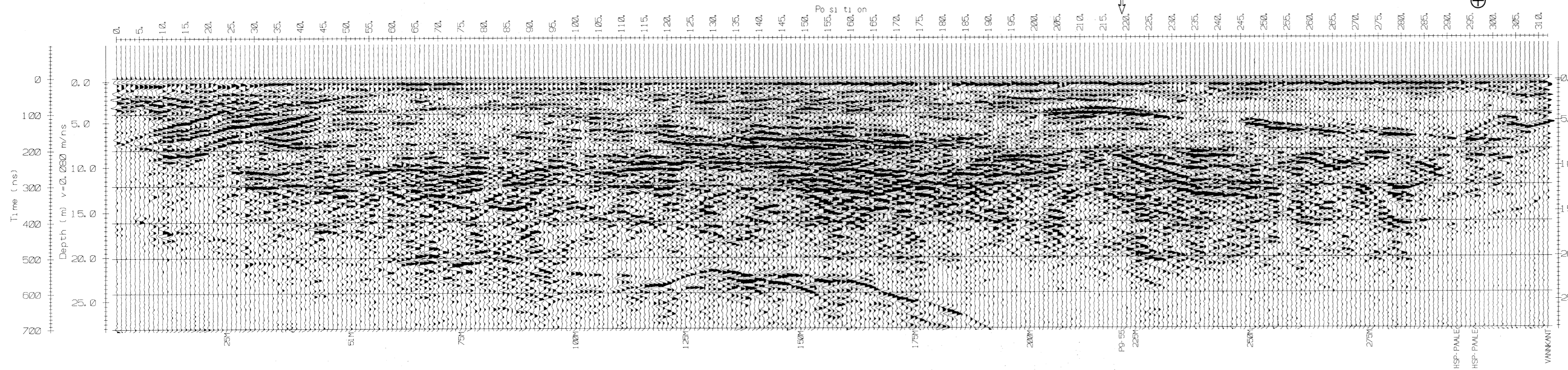
P8



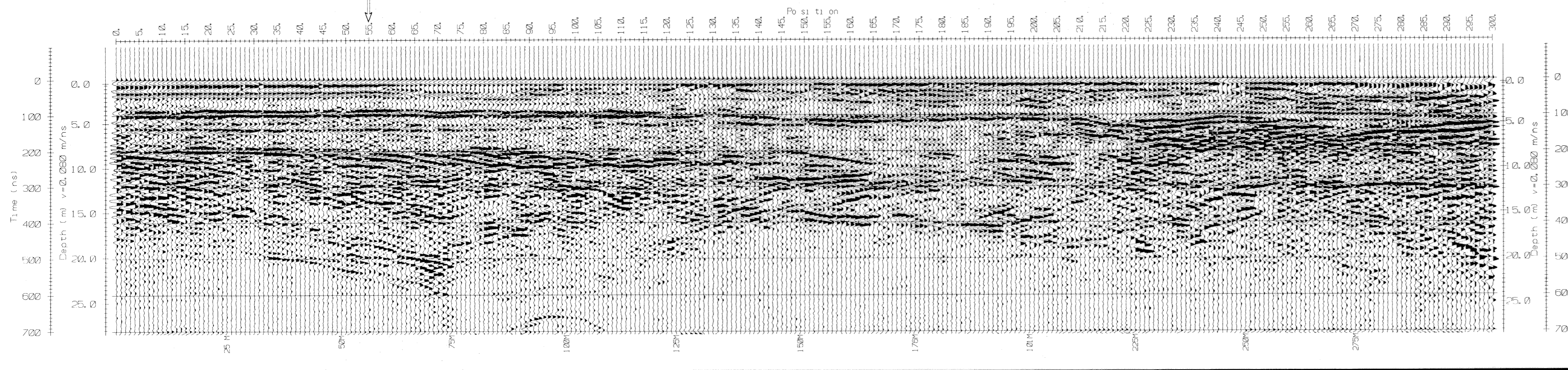
Georadarprofil med startposisjon og markering for hver 100 meter

NGU/Sør-Fron kommune GEORADAROPPTAK P5, P6, P7 OG P8 EKRE, HUNDORP SØR-FRON KOMMUNE, OPPLAND		MÅLESTOKK 1:5000	MÅLT JSR Aug -96 TEGN EM Aug -96 TRAC KFR
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM		TEGNING NR 96.100-04	KARTBLAD NR 1718 II, 1818 III

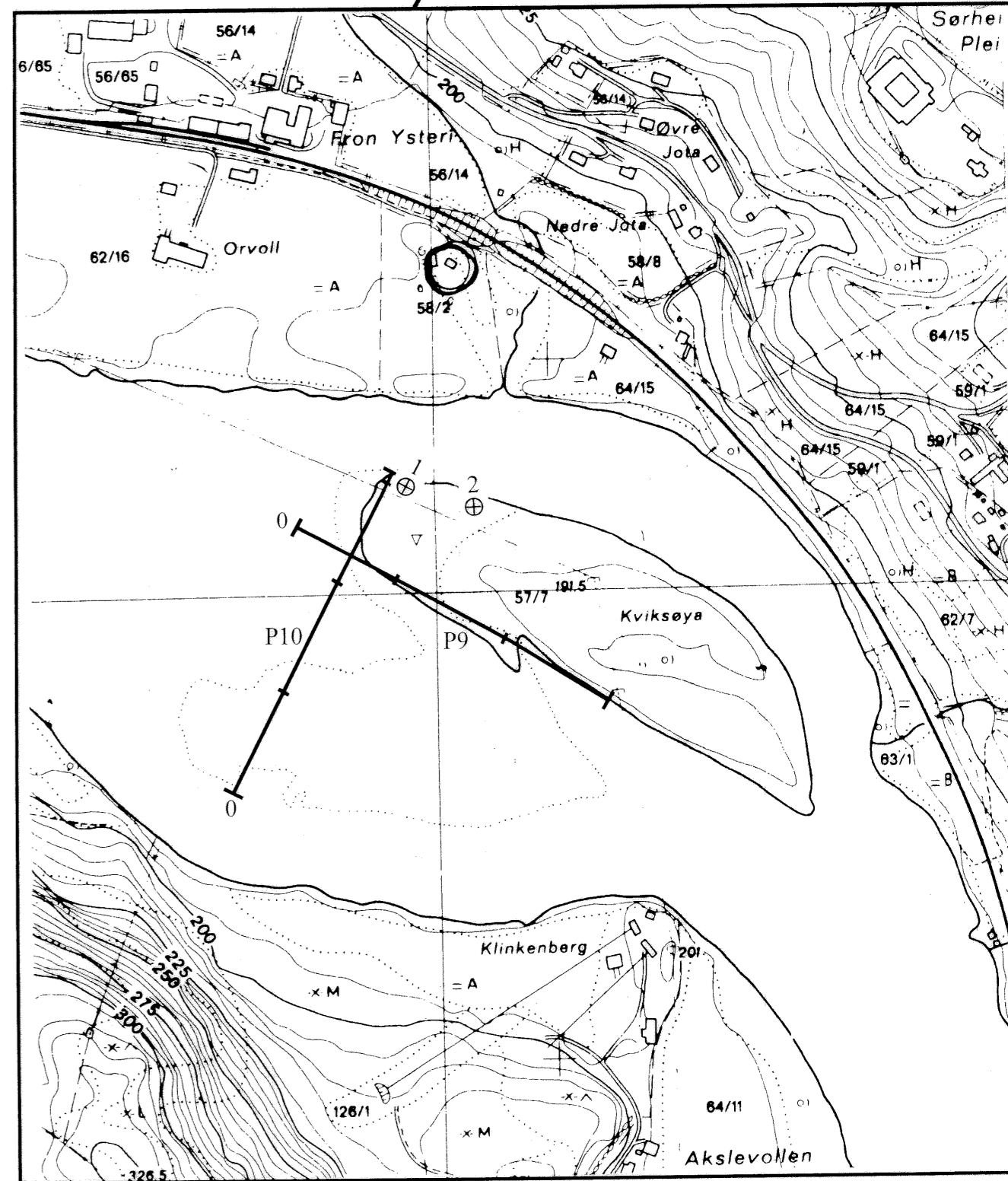
P10



P9



1 ⊕ Borhull
 P9
 Georadarprofil med startposisjon og markering for hver 100 meter



NGU/Sør-Fron kommune
 GEORADAROPPTAK P9 OG P10
KVIKSØYA, HUNDORP
 SØR-FRON KOMMUNE, OPPLAND
 NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK 1:5000 (Kart)	MÅLT JSR	Aug. -96
	TEGN JFT	Aug. -96
	TRAC	
	KFR	
TEGNING NR 96.100-05	KARTBLAD NR 1718 II	