

NGU Rapport 93.055

Georadarmålinger ved  
Eresfjord, Nesset kommune,  
Møre og Romsdal.

Rapport nr. 93.055		ISSN 0800-3416	Gradering: åpen	
Tittel: Georadarmålinger ved Eresfjord, Nesset kommune, Møre og Romsdal.				
Forfatter: Torleif Lauritsen		Oppdragsgiver: NGU/UiB, Geologisk inst., avd. B.		
Fylke: Møre og Romsdal		Kommune: Nesset		
Kartbladnavn (M=1:250.000) Ålesund		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1320 II Eresfjord		
Forekomstens navn og koordinater: Eresfjord 32 V 4550 69500		Sidetall: 17	Pris: 250,-	
Feltarbeid utført: 25.11-29.11 1992		Rapportdato: 05.05 1993	Prosjektnr.: 63.2586.00	Ansvarlig: <i>Terje S. Lauritsen</i>
<p>Sammendrag:</p> <p>Det er utført georadarmålinger langs 12 profiler ved Eresfjord i Nesset kommune i Møre og Romsdal. Hensikten med undersøkelsene var å få en grov oversikt over løsmassestrukturer, grunnvannsstand og dyp til marin leire.</p> <p>Georadarmålingene ga meget gode opptak, som viser elveavsetningens tykkelse og lagdeling over godt ledende marin leire. Lagdelingen viser klassisk deltautbygging med topset-, foreset- og bottomset-lag. Den underliggende leira er forholdsvis dagnær (0-10 m) i sørlige deler av det undersøkte området, mens den ligger dypere (35-40 m) lengre ut mot Eresfjorden i nord. Opptakene viser at vifta som er utspylt fra Kanndalen, er avsatt før hoveddalens elveavsetning. Dette er interessant med henblikk på grunnvannsuttak. Løsmassene i vifta (eldre avsetning) inneholder trolig mindre humus enn hoveddalens løsmasser (yngre avsetning). En eventuell grunnvannsbrønn bør derfor primært bores i vifta. Materialet i vifta ser forøvrig ut til å være nokså ensgradert.</p>				
Emneord:	Elveavsetning		Breelvaavsetning	
Geofysikk	Kvartærgeologi		Grunnvann	
Georadar	Avsetning		Fagrapport	

## INNHOOLD

1	INNLEDNING . . . . .	5
2	TIDLIGERE UNDERSØKELSER . . . . .	5
3	UTFØRELSE . . . . .	5
4	RESULTATER . . . . .	6
4.1	Hastighetsanalyser . . . . .	6
4.2	Profileringer . . . . .	6
4.2.1	Profil 1 . . . . .	6
4.2.2	Profil 2 . . . . .	7
4.2.3	Profil 3 . . . . .	8
4.2.4	Profil 4 . . . . .	8
4.2.5	Profil 5 . . . . .	8
4.2.6	Profil 6 . . . . .	9
4.2.7	Profil 7 . . . . .	9
4.2.8	Profil 8 . . . . .	9
4.2.9	Profil 9 . . . . .	10
4.2.10	Profil 10 . . . . .	10
4.2.11	Profil 11 . . . . .	11
4.2.12	Profil 12 . . . . .	11
4.3	Penetrasjonskotekart . . . . .	11
5	KONKLUSJON . . . . .	12
6	REFERANSER . . . . .	13

## TEKSTBILAG

Georadar - metodebeskrivelse

## DATABILAG

Hastighetsanalyser

## KARTBILAG

93.055-01 Oversiktskart M=1:50 000

- 02 Oversiktskart og penetrasjonskotekart M=1:5000
- 03 Georadaropptak, profil 1 og 2
- 04 Georadaropptak, profil 3
- 05 Georadaropptak, profil 4, 5 og 6
- 06 Georadaropptak, profil 7 og 8
- 07 Georadaropptak, profil 9, 10 og 11
- 08 Georadaropptak, profil 12



## **1 INNLEDNING**

I samarbeid med Geologisk institutt, avd.B, ved Universitetet i Bergen, er det utført georadarmålinger langs utvalgte profiler ved Eresfjord. Undersøkelsene var ment som innledende studier i forbindelse med student Åse Kjersti Midtgard's diplomoppgave. Profilenes plassering ble valgt i samråd med studenten.

Hensikten med målingene var å få en grov oversikt over løsmassestrukturer, grunnvannsstand og dyp til marin leire. Resultatene var også ment å skulle brukes ved et framtidig kommunalt grunnvannsuttak.

Målingene ble utført av Torleif Lauritsen og Janusz Kosziel i tidsrommet 25.-29.november 1992.

## **2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER**

Kvartærgeologisk kart Eresfjord (1320 II), i målestokk 1:50000, er under utarbeidelse. (Follestad, ?). Sand- og grusressurskart (Stokke, 1985) er utgitt. I forbindelse med arbeidet med disse kartene, er området flyfototolket og befart i felt. Det kvartærgeologiske kartet viser at løsmassene i Eresfjord i hovedsak består av en elveavsetning med underliggende marin leire, som er blottlagt i enkelte bekkeraviner og skrenter. En god del av det elveavsatte materialet er transportert fra en randås som ligger i nordenden av Eikesdalsvannet. I tillegg er løsmasser spylt ut fra Kanndalen. Disse danner en vifteformet elveavsetning der de to dalene løper sammen.

## **3 UTFØRELSE**

Målingene ble utført med georadar av typen pulseEKKO IV (Sensors & Software Inc., Canada). Det ble benyttet 50 Mhz-antenner og 400 V sender. Alle profilene er målt med total opptakstid på 1500 ns, bortsett fra profil 1, hvor en benyttet 1200 ns. Samplingsintervallet var hele tiden 1.6 ns. Signalene ble summert ("stacket") 32 ganger ved hvert målepunkt. Antenneavstanden ble holdt til 1 m og flyttavstanden 2 m. I praksis vil man ikke være istand til å flytte antennene nøyaktig 2 m. Det vil derfor alltid være tilfeldige eller systematiske feil i flyttavstanden. Posisjonene og lengdene, som er angitt på opptakene, vil derfor ikke stemme nøyaktig med avstander på kartet. I slike tilfeller kan en støtte seg til merknadene om kryssende profiler, veier og terrengdetaljer, for en eksakt plassering av profilene. Posisjonsangivelsene på toppen av opptakene forteller forøvrig vilken vei profilene er målt.

Det ble totalt målt ca. 11,3 km, fordelt på 12 profiler. En oversikt over profilenes plassering er vist i kartbilag -02. En har forsøkt å legge profilene langs veier og stier, for å lette fremkommeligheten. I tillegg ville en i størst mulig grad forsøke å unngå dyrkamark, fordi bruk av gjødning kan redusere georadarbølgenes penetrasjonsdyp.

For å bestemme EM-bølgenes utbredeshastighet i løsmassene, ble det foretatt 4 CMP-målinger. Disse ble forsøkt lagt til områder med god penetrasjon og tilnærmet horisontale reflektorer. CMP-målingenes plassering er vist i kartbilag -02.

## **4 RESULTATER**

### **4.1 Hastighetsanalyser**

Opptaksdata og prosesserte data fra hastighetsbestemmelsene er vist i databilagene 1-4. Resultatene viser at EM-bølgenes gjennomsnittshastighet ned til reflektorer i mettet sone er 0.07 m/ns ved CMP1 og CMP2, og 0.06 m/ns ved CMP3. Hastigheten i umettet sone er vanskelig å tolke i disse tre opptakene. For beregning av dyp ned til grunnvannsspeil har en imidlertid erfaring for at 0.12 m/ns er en rimelig hastighet i denne typen masser. Ved CMP4 har en ikke kunnet registrere hastigheter i mettet sone. I umettet sone er gjennomsnittshastigheten beregnet til 0.12 m/ns.

### **4.2 Profileringer**

Med utgangspunkt i hastighetsanalysene og dypet ned til grunnvannsspeil, har en valgt følgende gjennomsnittshastigheter ved beregning av dybdeskala for de ulike profilene: Profil 2 er plottet med gjennomsnittshastighet 0.06 m/ns, profil 3 med 0.12 m/ns, mens en har benyttet 0.07 m/ns som gjennomsnittshastighet for de øvrige plottene. Georadaropptakene er plottet fra sør mot nord og fra vest mot øst. Dersom terrengvariasjonen langs profilet overstiger 10 m, er det foretatt terrengkorreksjon. I slike tilfeller har en hentet høydene fra topografisk kart i målestokk 1:5000, og opptakene er forsynt med vertikale høydeakser. I de andre opptakene har en benyttet dybdeakser som refererer til dypet under markoverflata. På alle opptakene kan en se én eller flere overflateparallele "reflektorer" fra 800 ns og nedover. Disse er ikke reelle, men skyldes systematisk støy i opptakene.

#### **4.2.1 Profil 1**

Opptaket er vist i kartbilag -03. Profilet starter ved foten av dalsiden i vest ved Nauste. Fjellet er her delvis blottlagt, og fjelloverflaten kan følges i form av en kraftig, skrå refleksor fra overflaten ved startposisjon 0 til ca. 35 m dyp ved posisjon 85. Reflektoren faller med en

vinkel som er sammenfallende med dalsidens helningsvinkel. Videre ser en overflateparallele reflektorer øverst i opptaket, og svakt skrånende lag under disse. Det er vanskelig å påvise en klar reflektor som representerer grunnvannsspeilet. Grunnvannsspeilet ligger trolig såvidt høyt at dets reflektor interfererer med reflektorene som skyldes topplagene. En får ikke reflektert energi ved passering over Naustelva (posisjon 824-896). Dette skyldes at armeringen i betongbrua absorberer georadarbølgene. Det samme skjer ved kryssing over veier som er saltet (se posisjonene 970 og 1130). Saltet øker ledningsevnen i bakken slik at radarbølgene blir absorbert. Øst for posisjon 1180, blir tykkelsen av pakken med overflatelag større. I området mellom profilets startposisjon og skolebygningen ved posisjon 620, faller skrålagene med varierende vinkel mot øst. Mellom skolen og Nauste-elva faller de imidlertid mot vest. Øst for Nauste-elva har skrålagene igjen et østlig fall. Variasjonene i fallretning og -vinkel er i samsvar med at profilet er målt på tvers av deltaets utbyggingsretning. Reflektorene øst for Nauste-elva er kraftigere og en får reflektert energi fra et større dyp. Dette skyldes sannsynligvis at materialet, som er avsatt her, varierer sterkere i kornstørrelse (dårlig sortering). Vest for Nauste-elva har en varierende penetrasjonsdyp og lite reflektert energi under 20-25 m. Dette kan tyde på at avsatt materiale under dette nivået er godt sortert, sannsynligvis finstoff.

#### 4.2.2 Profil 2

Opptaket er vist i kartbilag -03. Profilet er en fortsettelse av profil 1, og går fra Dokkelva, langs riksvei 660, og østover til Paulhamaren. Øverst i opptaket sees en pakke med horisontale reflektorer (topset) med en samlet tykkelse på ca. 7 m. Blandt disse reflektorene sees trolig grunnvannsspeilet på ca. 3 m dyp. Fra ca. posisjon 250 til profilets slutt avtar tykkelsen av denne pakken med horisontale lag gradvis. Ved sluttposisjonen er fjelloverflaten blottlagt. Denne sees som en svak reflektor som stiger fra 9 m dyp ved posisjon 470 til overflaten ved profilets slutt. Reflektoren er sannsynligvis en siderefleks av fjellet, og representerer således ikke fjelloverflatens reelle hellning. Under toppsjiktet sees en markert overgang til skråstilte reflektorer med varierende fallvinkel (foreset). Disse er hovedsakelig svakere enn reflektorene i topplagene. Dette kan tyde på at materialet i skrålagene er bedre sortert enn i toppsjiktet, men kan også skyldes at det meste av bølgeenergien er reflektert fra topplagene. Fra ca. posisjon 300 sees en reflektor på 25 m dyp, som stiger opp til topsetlagene ved posisjon 510. Denne reflektoren representerer trolig fortsettelsen av foresetutbyggingen over leira. Under denne reflektoren får en ikke reflektert energi, og den representerer derfor trolig overgangen til godt ledende marin leire. Skrålagene som sees under 30 m dyp, ser ut til å stoppe ved posisjon 190. Her sees et markert sprang i penetrasjonsdyp. Dette spranget kan skyldes inntrenging av saltvann øst for posisjon 190, eller representere et sprang i leiroverflata. Leirlagets overflate er forøvrig delvis styrt av fjelltopografien.

#### 4.2.3 Profil 3

Opptaket er presentert i kartbilag -04. Profilet starter oppe på elveterrassen vest for Risan gård, og følger veien opp til brua over Dokkelva sørøst for Bjørnbakken. Profilet har en høydeforskjell på 90 m, og er derfor terrengkorrigert. Ved kryssing av hovedveien (posisjonene 42 og 43), blir all energi i radarbølgene absorbert. Dette skyldes god ledningsevne i bakken, trolig p.g.a. salting av veien. Profilet går oppå en vifteformet postglacial avsetning, og ender ved viftens toppunkt hvor fjellet er blottlagt. Øverst i opptaket sees mer eller mindre overflateparallele reflektorer (topset). Under disse har en delvis skråstilt lagdeling (foreset). Grunnvannsspeilet kan sees som en forholdsvis markert reflektor som starter fra nivå 2 m.o.h. ved posisjon 0. Denne kan følges nesten sammenhengende fram til posisjon 600. Her ligger grunnvannsspeilet på ca. nivå 22 m.o.h. På enkelte steder kan en se at skrålagene skjærer gjennom grunnvannsspeilet (posisjonene 190, 280, 410 og 515). CMP-opptak 4, som er foretatt ved posisjon 780, viser at en har umettet sone (hastighet 0.12 m/ns) helt ned til 700 ns.

#### 4.2.4 Profil 4

Opptaket er vist i kartbilag -05, og er plottet fra sør mot nord. Profilet går fra veikrysset nord for Sira (posisjon 1286) til veikrysset sør for Nauste (posisjon 0). Øverst i opptaket sees et sjikt med horisontale lag. Dette sjiktet ser ut til å øke i tykkelse ut mot Eresfjorden, fra ca. 3 m ved posisjon 1286 til ca. 8 m ved posisjon 0. Under toppsjiktet sees skrålagning med varierende reflektivitet. Variasjoner i reflektivitet gjennspeiler trolig forskjeller i lagenes dielektrisitet. Lagene heller ut mot Eresfjorden. Penetrasjonsdypet varierer langs profilet, men ser generelt ut til å øke mot fjorden. Skrålagene danner ingen markert grense ned mot underliggende lag. Dette kan tyde på at en har gradvis overgang til godt ledende materiale hvor radarbølgenes energi absorberes.

#### 4.2.5 Profil 5

Opptaket er presentert i kartbilag -05, og er plottet fra sør mot nord. Profilet går fra Eresfjord sykehjem i sør (posisjon 590) til veikrysset nord for Sira (posisjon 0). Opptaket skiller seg merkbart fra profilene 1-4 idet penetrasjonen er vesentlig redusert. Mellom posisjonene 150 og 590 ligger penetrasjonsdypet på gjennomsnittlig 6-7 m. Fra posisjon 150 til posisjon 0 øker penetrasjonsdypet gradvis til ca. 25 m. Penetrasjonsdypet gjennspeiler trolig dypet ned til godt ledende marine avsetninger.

#### 4.2.6 Profil 6

Profil 6, som er en forlengelse av profil 5, er vist i kartbilag -05. Opptaket er plottet fra sør mot nord. Også på dette opptaket er penetrasjonen begrenset. Fra posisjon 528 til posisjon 400 ligger grensen for reflektert energi ved ca. 7-8 m dyp. Sentralt i profilet, mellom posisjonene 120 og 400, har en reflektert energi bare i de øverste 5-7 m. Fra posisjon 120 til posisjon 0 øker penetrasjonen fra 10 til 15 m. Variasjonen i penetrasjonsdyp gjenspeiler trolig også her varierende dyp ned til godt ledende marine sedimenter.

#### 4.2.7 Profil 7

Profilet er målt på tvers av dalen, langs veien sør for Eresfjord skole. Opptaket er plottet fra vest mot øst, og sees i kartbilag -06. Terrengforskjellen langs profilet er 18 m. Opptaket er derfor terrengkorrigert. Penetrasjonsdypet varierer noe langs profilet, men er generelt lite. Det avspeiler trolig dypet ned til godt ledende marine avsetninger. I øst hvor profilet går oppå en liten terrasse (øst for posisjon 750), er radarbølgenes nedtrengingsdyp muligens noe større (ca. 10 m). Dette betyr sannsynligvis at tykkelsen av den fluviale avsetningen er noe større her. I området mellom posisjonene 480 og 700 kan en antyde grunnvannsspeilet på ca. 4 m dyp. Ellers i opptaket ligger grunnvannsspeilet trolig så grunt at dets refleksor interfererer med direktebølgen mellom antennene. En skal imidlertid være oppmerksom på at kapilær stigeevne kan gi manglende grunnvannsspeil.

#### 4.2.8 Profil 8

Opptaket, som er terrengkorrigert, er presentert i kartbilag -06. Profilet starter inne på elveterrassen sør for Ljørvoll, og er målt nordover langs veien til Frisvoll. Opptaket viser at terrassen inneholder overflateparallele lag i en samlet tykkelse av ca. 10 m. Disse lagene går ut i dagen i terrassekanten mellom posisjonene 120 og 190. En skrå refleksor kan følges fra nivå 25 m.o.h. ved posisjon 95, til 15 m.o.h. ved posisjon 170. Denne kan representere overflaten på eldre avsatt glacifluvialt materiale, men en kan heller ikke utelukke at refleksoren avtegner fjelloverflaten. Ved foten av elveterrassen (posisjon 190) er penetrasjonsdypet redusert til et minimum. Mellom posisjonene 190 og 290 ligger det trolig godt ledende marine sedimenter helt i dagen. Fra posisjon 290 til posisjon 510 sees et 5 m mektig toppsjikt med overflateparallele lag. Videre i profilet, fram til posisjon 950, er dette toppsjiktet merkbart tynnere, og refleksorene er svakere og usammenhengende. Til tider er de helt borte. Dette tyder på at de godt ledende, underliggende marine avsetningene igjen er mer dagnære. Siste del av opptaket (fra posisjon 950) viser refleksivitet ned til et gradvis større dyp, selv om en også her ser "hvite" partier. Terrengoverflaten er her tilnærmet horisontal. En kan derfor slå fast at overflaten av de godt ledende marine sedimentene faller utover mot Eresfjorden.

#### 4.2.9 Profil 9

Profilen er målt på elvesletta ved Styrøy. Opptaket er vist i kartbilag -07, og er plottet fra vest mot øst. Karakteristisk for opptaket er meget varierende reflektivitet og penetrasjonsdyp, noe som indikerer variasjon i løsmassenes porøsitet. Dette har trolig sammenheng med endringer i avsetningsbetingelser, som for eksempel skiftende elveløp. En skrå refleksor går fra ca. 4 m dyp ved posisjon 140, ned til ca. 14 m dyp ved posisjon 90. Denne kan representere deler av en tidligere elveseng. Den diffuse avslutningen av reflektert energi mot dypt indikerer at underliggende masser består av godt ledende marine sedimenter.

#### 4.2.10 Profil 10

Profilen er en fortsettelse av profil 8, og går fra Frisvoll, langs veien, nordover til øra nord for Syltebø. Opptaket er presentert i kartbilag -07. Til forskjell fra profil 8, viser dette opptaket god penetrasjon, noe som indikerer større løsmassemekthet over godt ledende marine sedimenter. Grunnvannsspeilet kan sees i små bruddstykker langs profilen ved nivå 400 ns i sør til 600 ns i nord. Dette tilsvarer et fall fra ca. 5 m.o.h til ca. 2 m.o.h. ved bruk av hastighet 0.12 m/ns i umettet sone. Fra profils startpunkt til ca. posisjon 230, ser en øverst i opptaket mer eller mindre overflateparallele lag med en samlet tykkelse på ca. 15 m. Disse kiler ut mot en skrå refleksor som går fra nivå 12 m.o.h. ved posisjon 230 til nivå 22 m.o.h. ved posisjon 290. Denne refleksoren faller altså mot sør, og markerer trolig overgangen mellom fluviale avsetninger i hoveddalen (overflateparallele refleksorer sør for posisjon 230) og en vifteformet fluviale sand- og grusavsetning som er utspylt fra sidedalen (skrå refleksorer nord for posisjon 230). Se forøvrig sand- og grusressurskart Eresfjord 1320 II (Stokke, 1985). Av dette ser en at grusvifta er avsatt før hoveddalens elveavsetning. Et eventuelt grunnvannsuttak kan derfor med fordel legges hit fordi materialet i vifta høyst sannsynlig vil inneholde mindre humus enn hoveddalens eldre elveavsetning. En skrå refleksor som går fra nivå 15 m.o.h. ved posisjon 0 til 0 m.o.h ved posisjon 95, kan representere overflatehud på eldre glaci-fluvialt materiale. Ved måling inn over vifta blir penetrasjonsdypet større, selv om en får reflektert lite energi. Dette tyder på at avsatt materiale i vifta er ensgradert. Fra posisjon 440 faller skrålagene mot nord. Dette indikerer at en har passert det høyeste punktet på viftas tverrsnitt. Mot nord får skrårefleksorene større helningsvinkel, noe som kan skyldes at sedimentene ble avsatt på et gradvis større vanddyb. Mellom posisjonene 1000 og 1306 ser det ut til at refleksorene får en annen karakter idet de blir kraftigere og tettere. Dette tyder på at en er inne i raskt skiftende lagdelinger med vekslende sortering av materialet. Disse sedimentene kan således representere nyere elveavsatt materiale.

#### 4.2.11 Profil 11

Profilen er en fortsettelse av profil 10, og går fra øra nord for Syltebø, til sjøkanten ved munningen av Nausteelva. Opptaket er presentert i kartbilag -07, og viser et 3-4 m tykt topset-lag med underliggende foreset-struktur (deltautbygging). Penetrasjonsdypet er ca. 35 m. Foreset-lagene har meget varierende reflektivitet, og gjennspeiler således variasjoner i materialenes porøsitet. Grunnvannsstanden ser ut til å ligge på ca. 2-3 m dyp. De 2 siste tracene er uten reflektorer, trolig p.g.a. at saltvann har trengt ned i bakken og gjort massene meget godt ledende.

#### 4.2.12 Profil 12

Opptaket er vist i kartbilag -08. Profilten er målt fra dalsiden i vest (nordvest for Sira), og ned til elvekanten vest for Styrøy. Første del av profilen går nedover en glacifluvial avsetning (jfr. kvartærgeologisk kart Eresfjord). Avsetningen her består av raskt skiftende material-sammensetning (god reflektivitet) i de øverste 7-8 m. En kan imidlertid ikke se noen klar lagdeling. Under denne pakken i toppen har en lite eller ingen reflektert energi. Overgangen til underliggende sedimenter er dessuten uklar. Dette indikerer at disse består av godt ledende materiale, som absorberer energien i radarbølgene. En kraftig, skrå refleksor går fra nivå 7 m.o.h. ved posisjon 220 til nivå -10 m.o.h. ved posisjon 310. Reflektoren representerer fortsettelsen av den glacifluviale avsetningens overflate. Samtidig markerer denne reflektoren overgangen til fluviale sedimenter med merkbart bedre penetrasjon. I de fluviale massene sees ellers en gradvis overgang fra god til dårlig reflektivitet nedover i opptaket. God reflektivitet øverst i opptaket skyldes trolig dårlig sortert materiale (varierende porøsitet) mens overgangen til redusert reflektivitet indikerer at massene blir mere ensgradert mot dypet, sannsynligvis mere finstoff.

### 4.3 Penetrasjonskotekart

Som det går fram av georadaropptakene varierer radarbølgens penetrasjonsdyp sterkt innen det enkelte profil og fra profil til profil. Godt ledende marin leire og saltvannsmettet sand/grus er, som før nevnt, et hinder for radarbølgens evne til å trenge ned i bakken. Dette skyldes at disse materialenes gode ledningsevne absorberer energien i radarbølgene. Resultatet av dette er at bølgene heller ikke blir reflektert tilbake fra materialenes overflate. En vil derfor ikke se overflata som en tydelig refleksor, men en vil få en gradvis overgang til liten eller ingen reflektivitet.

En har forsøkt å tegne et kotekart som viser radarbølgens penetrasjonsdyp, for å få et bilde av løsmassenes tykkelse over marin leire. Kartet er presentert i kartbilag -02. Tallene angir dypet under terrengoverflata. Kotene er tegnet for hver 5 m. En har ikke tatt hensyn til svært

lokale variasjoner i penetrasjonsdyp. Disse variasjonene kan nemlig skyldes salting av veier eller lokal forurensing fra landbruket. Kotene angir derfor et gjennomsnittsdyp. Profilavstanden er dessuten i største laget for sikker kotetrekking mellom profilene. Det hadde derfor vært ønskelig med noen flere supplerende profiler.

Kartet viser tydelig at leira er forholdsvis dagnær i sørlige deler av det undersøkte området, mens den går dypere lengre ut mot Eresfjorden i nord. Denne overgangen er nokså markert, og danner en linje på tvers av dalen, fra Sira til Frisvoll. Denne markerte "skrenten" kan skyldes et sprang i underliggende fjelltopografi. Størst penetrasjon (50-60 m) har en i vifta som er utspylt fra Kanndalen. Dybdekotene her ser naturlig nok ut til å følge terrengkotene. Forøvrig ser det ut til at penetrasjonen er styrt av fjelltopografien ved at dypet til leira avtar sterkt ut mot dalsidene.

## 5 KONKLUSJON

Georadarmålingene ga meget gode opptak, som viser elveavsetningens tykkelse og lagdeling over godt ledende marin leire. Lagdelingen viser klassisk deltautbygging med topset-, foreset- og bottomset-lag. Den underliggende leira er forholdsvis dagnær (0-10 m) i sørlige deler av det undersøkte området, mens den ligger dypere (35-40 m) lengre ut mot Eresfjorden i nord. Opptakene viser at vifta som er utspylt fra Kanndalen, er avsatt før hoveddalens elveavsetninger. Dette er interessant med henblikk på grunnvannsuttak. Løsmassene i vifta (eldre avsetning) inneholder trolig mindre humus enn hoveddalens løsmasser (yngre avsetning). En eventuell grunnvannsbrønn bør derfor primært bores i vifta. Materialet i vifta ser forøvrig ut til å være nokså ensgradert.



## 6 REFERANSER

Stokke, J.A., 1985: Eresfjord. Sand- og grusressurskart 1320 II, M = 1:50.000. *Norges geologiske undersøkelse*.

Follestad, B.A., ?: Eresfjord. Kvartærgeologisk kart 1320 II, M = 1:50.000. *Norges geologiske undersøkelse* (under utarbeidelse).

Beres, M. og Haeni, F.P., 1991: Application of Ground-Penetrating-Radar Methods in Hydrogeologic Studies. *Ground Water Vol.29 No.3*.

## 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 planparallel med overflaten. Når antenneavstanden øker, vil reflekterte bølger få lenger gangvei og økning i gangtid. Denne økning i gangtid kan det ved digitale opptak kompenseres for ved å utføre NMO-korreksjon ('normal move-out'). Størrelsen på korreksjonen er avhengig av antenneavstand, toveis gangtid og bølgehastighet i materialet over reflektoren. Et CDP-opptak korrigeres med forskjellige hastigheter, og den hastighet som etter NMO-korreksjon gir best amplitude etter summering av trasene, angir radarbølgehastigheten i mediet.

Etter at hastigheten er bestemt kan dypet ( $d$ ) beregnes etter uttrykket;

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

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

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

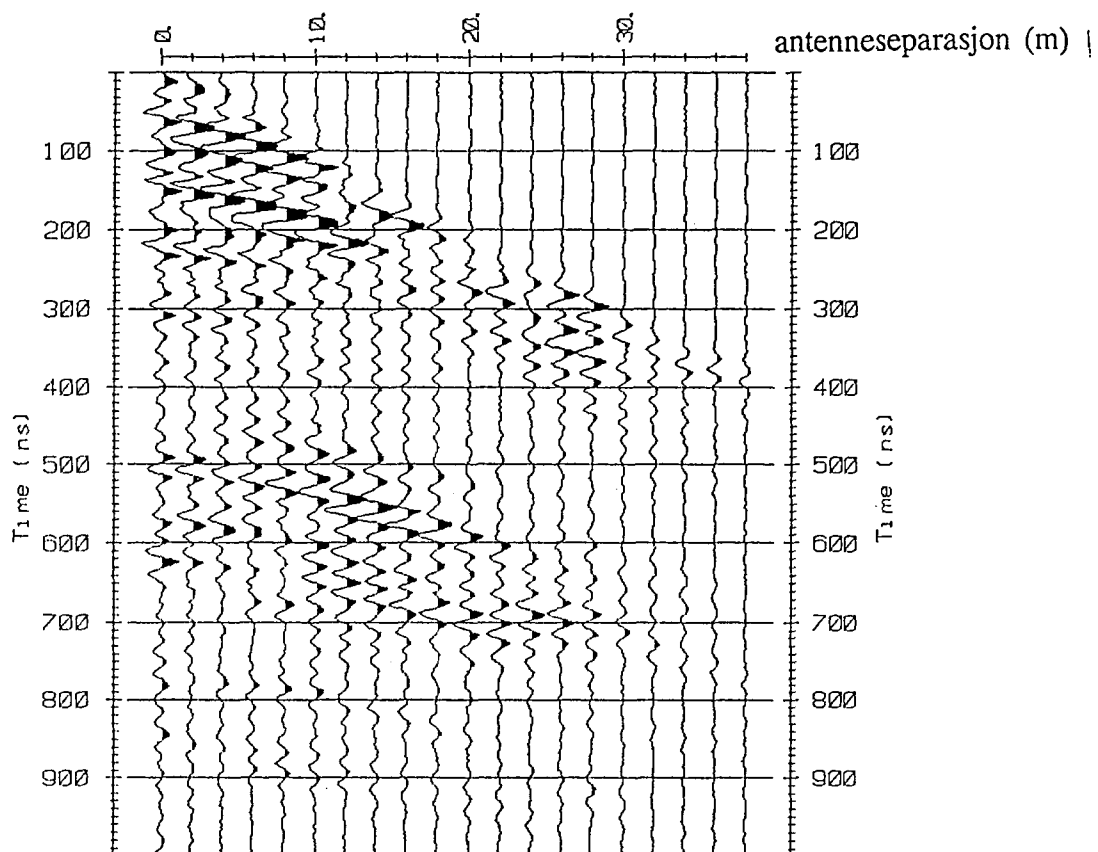
hvor  $\epsilon_r$  er det relative dielektrisitetstallet.  $\epsilon_r$ -verdien for et materiale vil derfor være en bestemmende faktor for beregning av dyp til reflektorer. I tabellen på neste side er det gitt en oversikt over erfaringstall for  $\epsilon_r$  i en del materialtyper. Tabellen viser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

Dybderekkevidden for georadarmålinger er i stor grad avhengig av elektrisk ledningsevne i grunnen og av den utsendte antennefrekvens. Både økende ledningsevne og en økning i antennefrekvens vil føre til hurtigere 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.

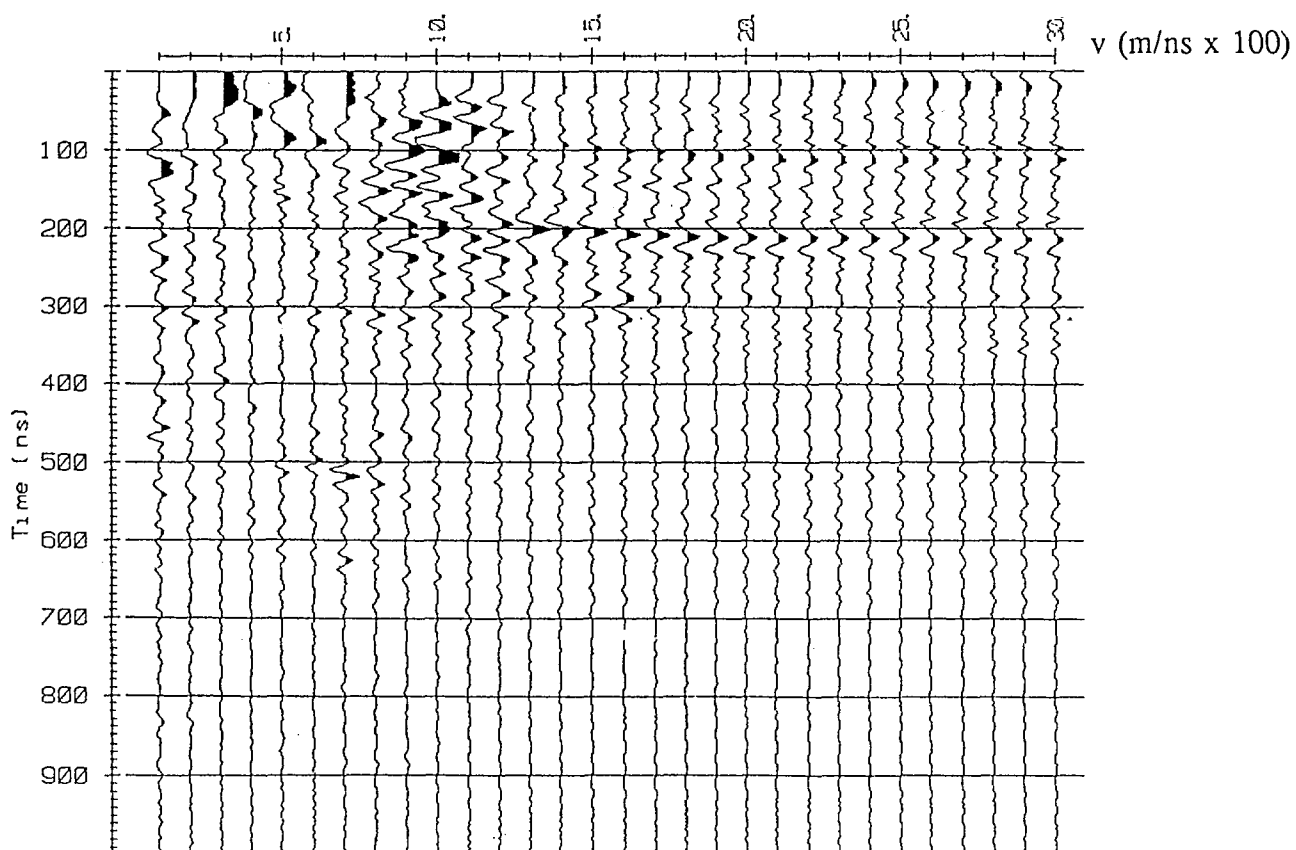
<u>Medium</u>	$\epsilon_r$	<u>v (m/ns)</u>	<u>ledningsevne (mS/m)</u>
<i>Luft</i>	1	0.3	0
<i>Ferskvann</i>	81	0.033	0.1
<i>Sjøvann</i>	81	0.033	1000
<i>Leire</i>	5-40	0.05-0.13	1-300
<i>Tørr sand</i>	5-10	0.09-0.14	0.01
<i>Vannmettet sand</i>	15-20	0.07-0.08	0.03-0.3
<i>Silt</i>	5-30	0.05-0.13	1-100
<i>Fjell</i>	5-8	0.10-0.13	0.01-1

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

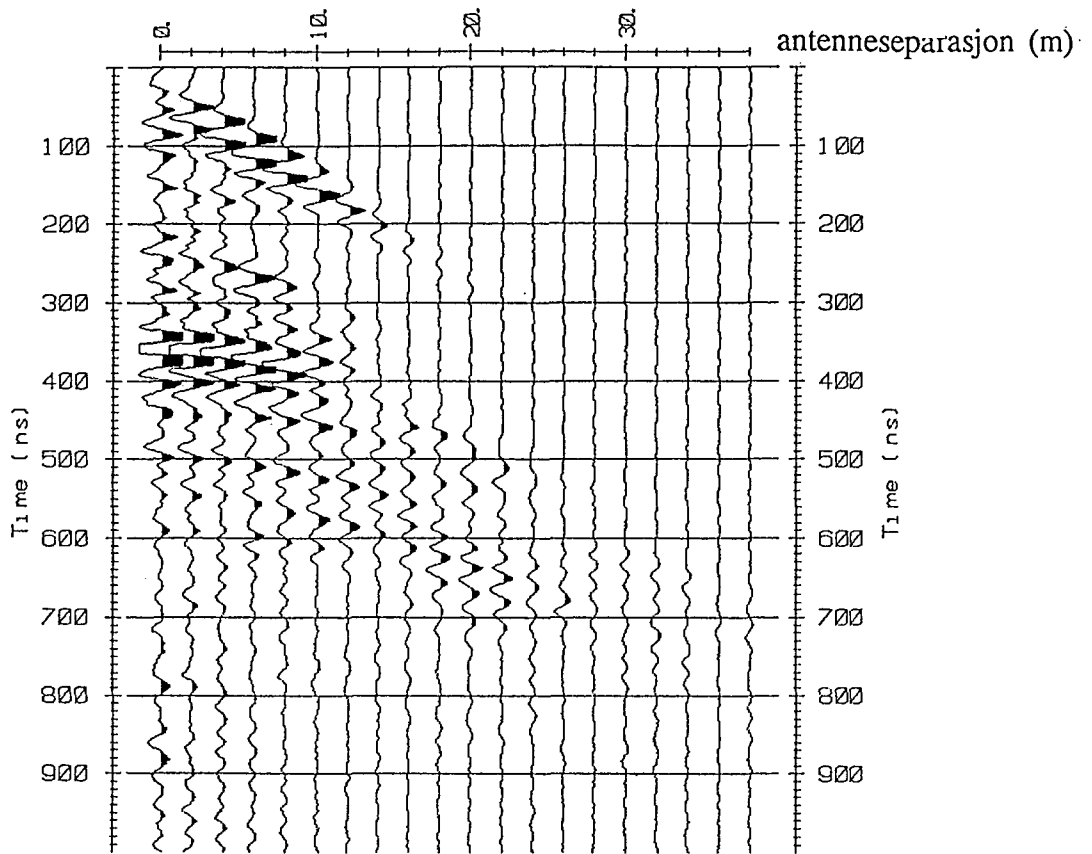
### CMP-opptak 1



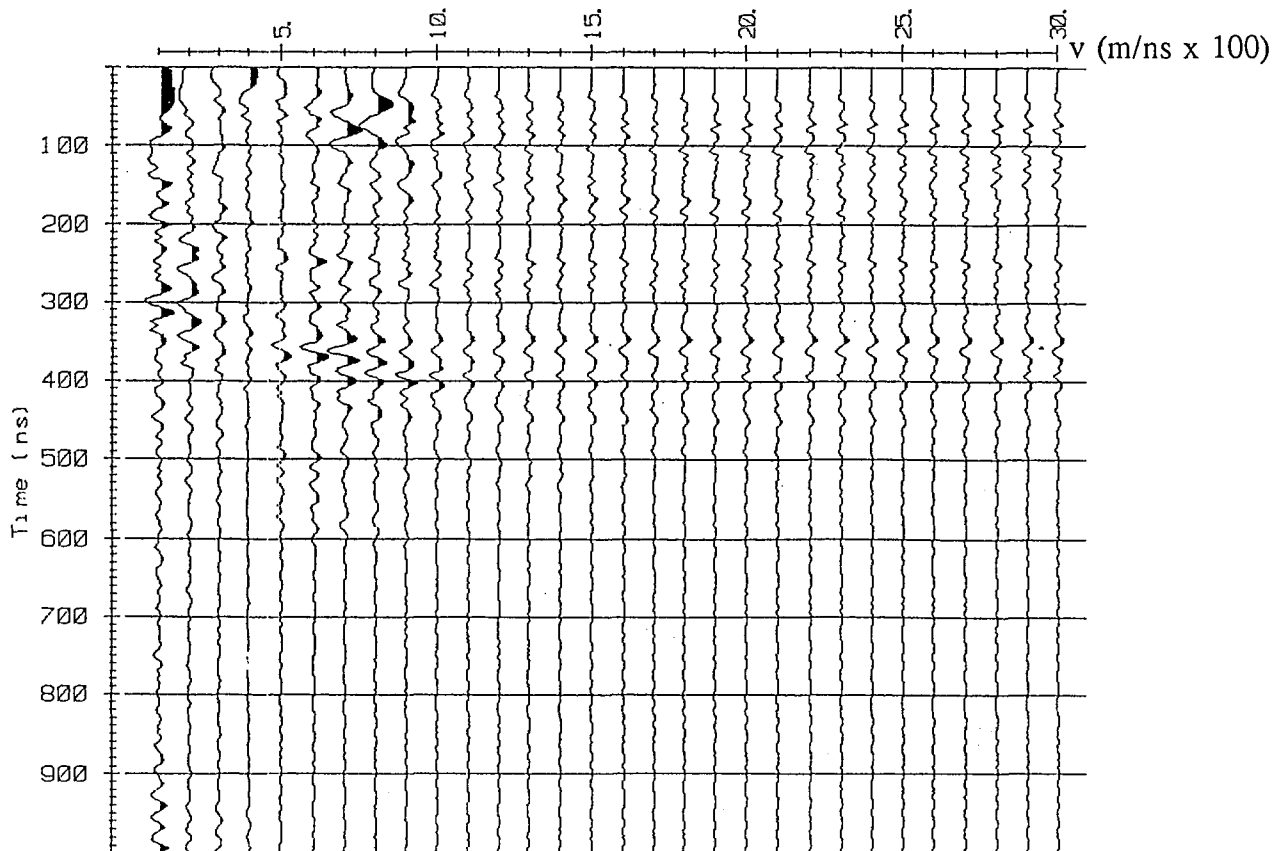
### Hastighetsanalyse



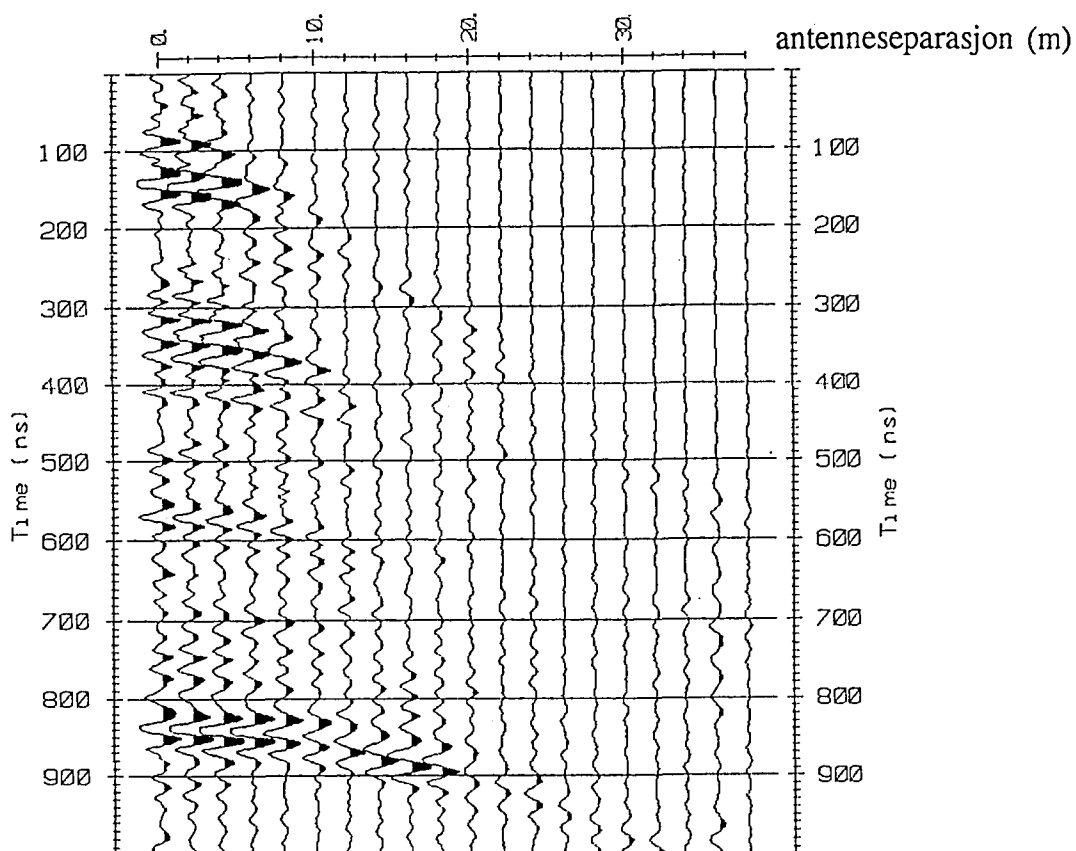
### CMP-opptak 2



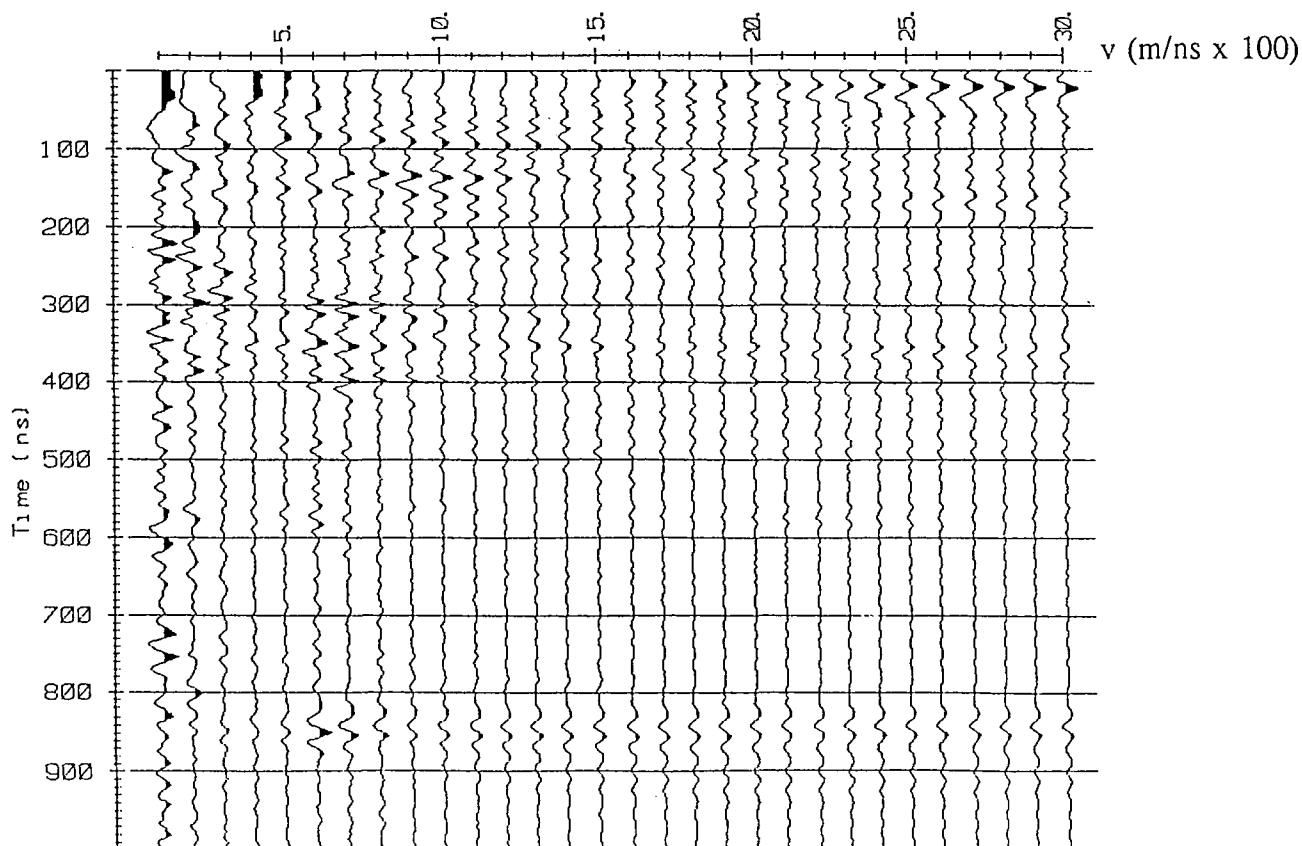
### Hastighetsanalyse



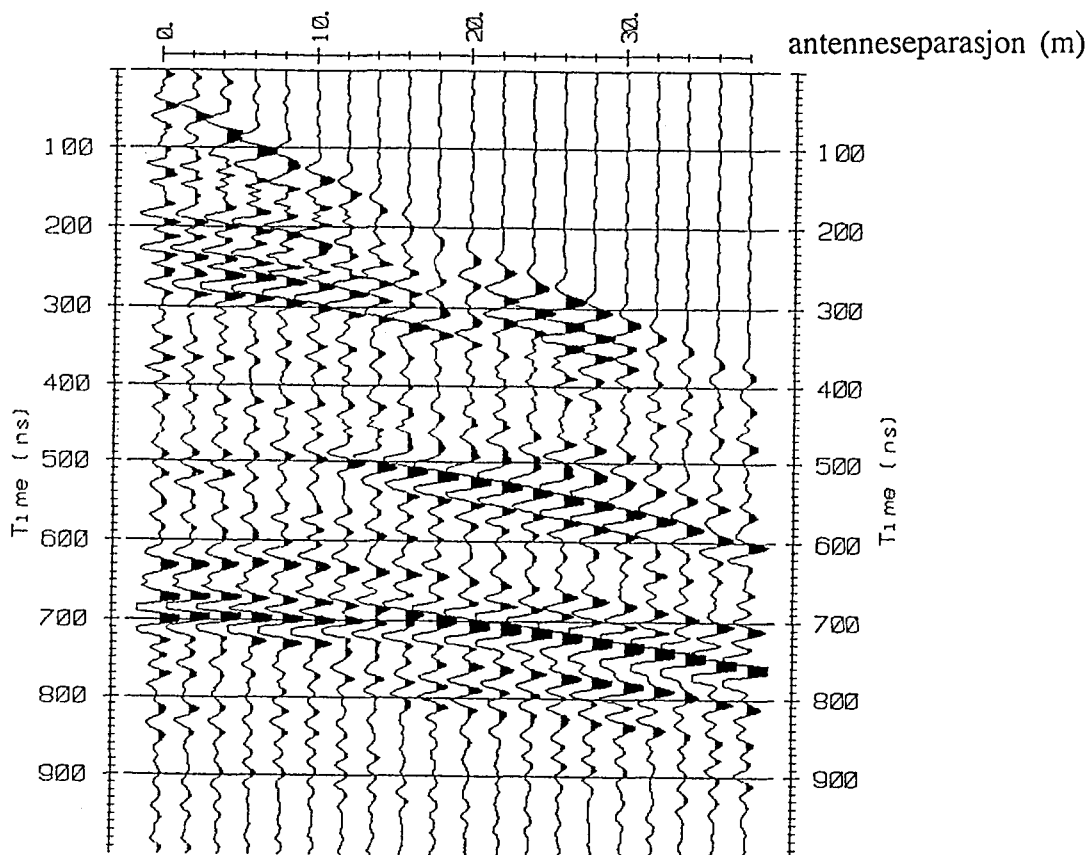
### CMP-opptak 3



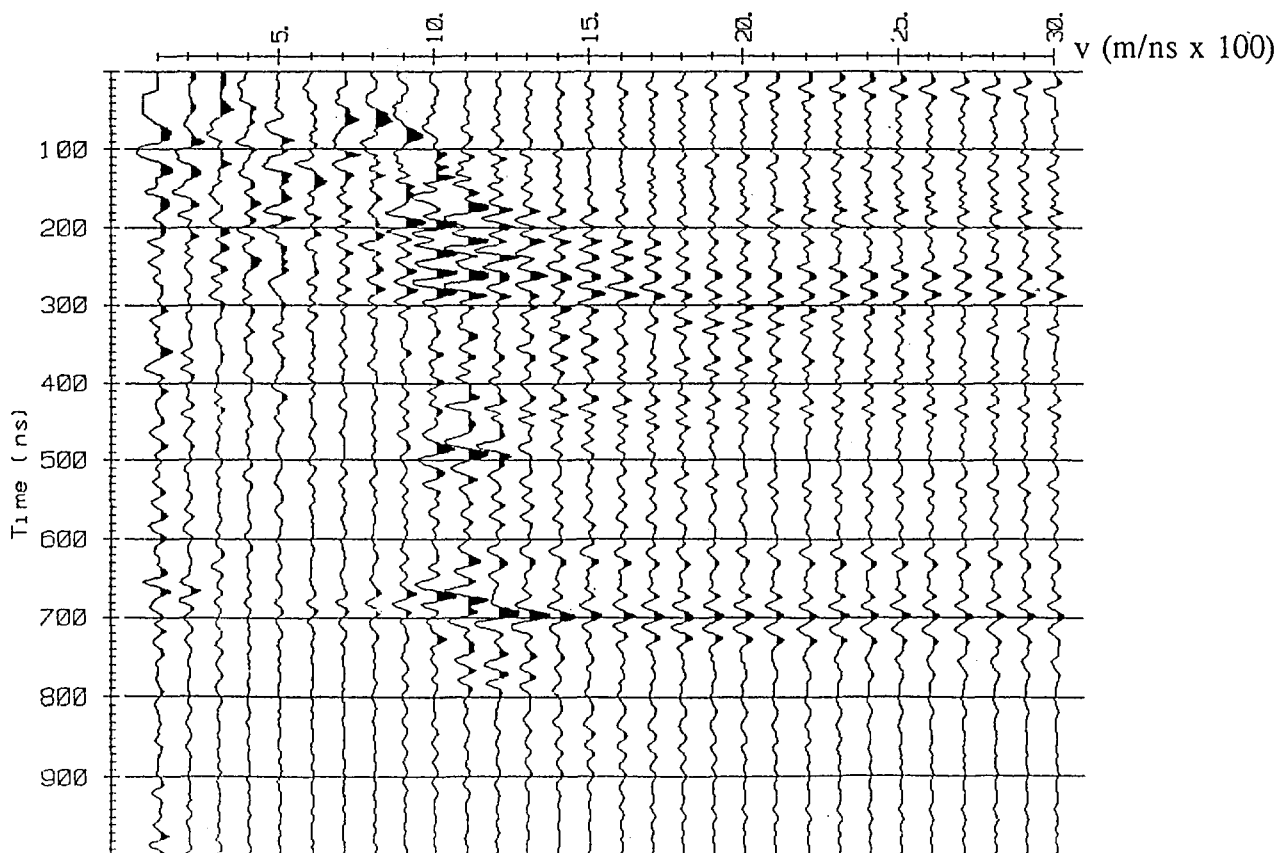
### Hastighetsanalyse

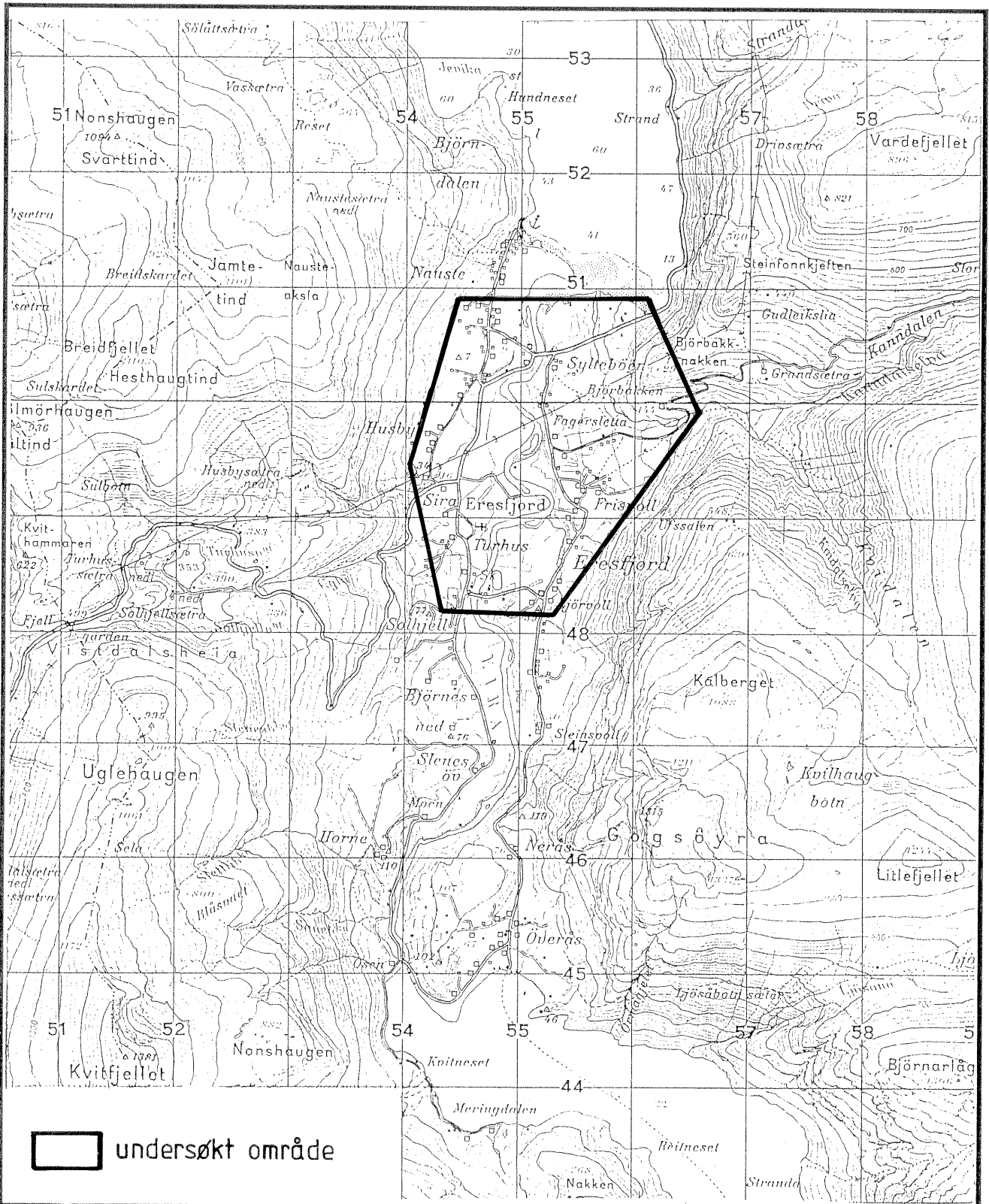


### CMP-opptak 4



### Hastighetsanalyse





 undersøkt område

NGU/UiB, Geologisk institutt avd. B  
Oversiktskart, Georadarmålinger

## Eresfjord

Neset, Møre og Romsdal

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:50 000

MÅLT TL/JK

TEGN TL

TRAC

KFR

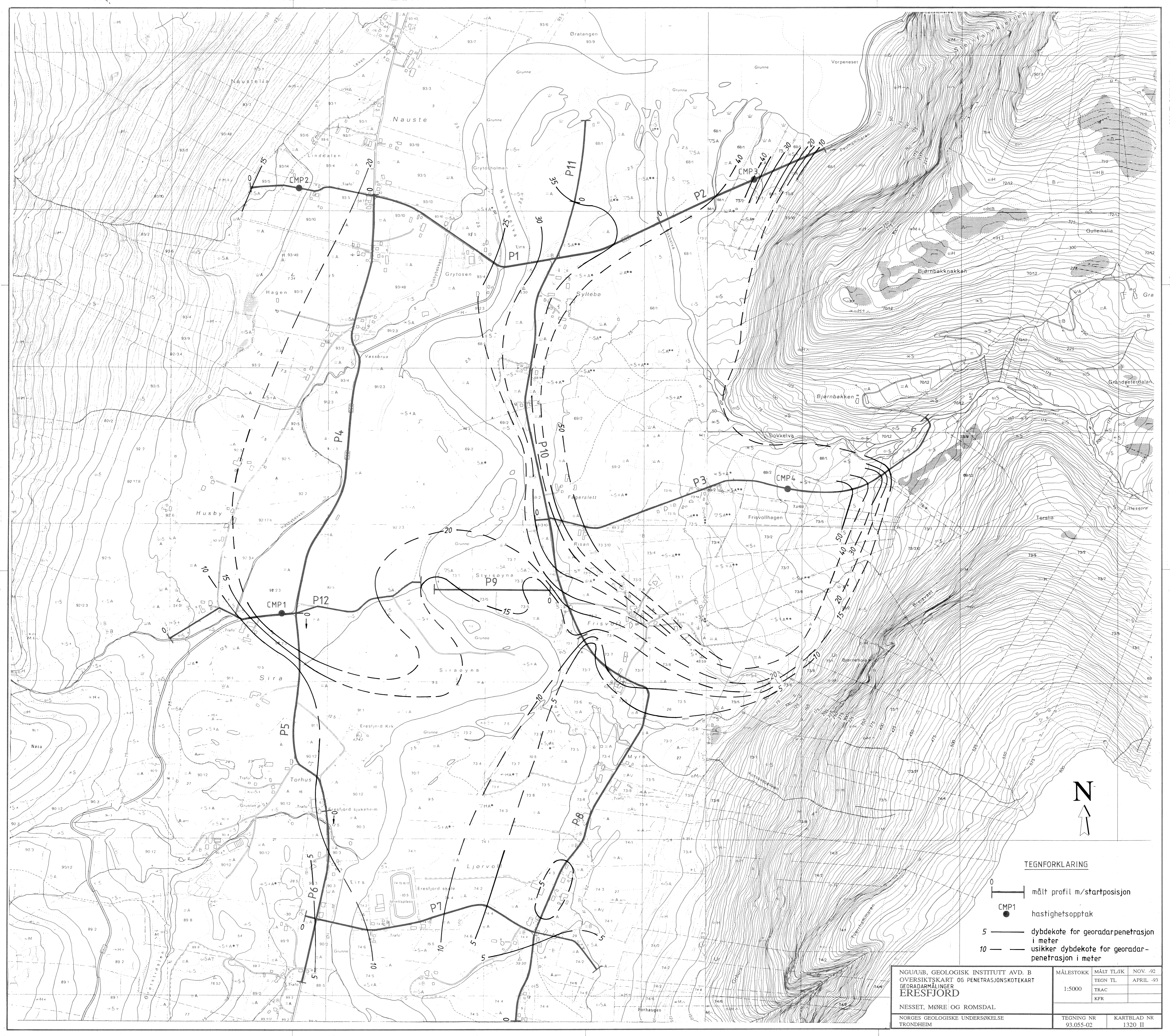
Nov. -92

April -93

TEGNING NR  
93.055-01

KARTBLAD NR  
1320 II





TEGNFORKLARING

0 ————— målt profil m/startposisjon

● CMP1 hastighetsopptak

5 ————— dybdekote for georadarpenetrasjon i meter

10 ————— usikker dybdekote for georadarpenetrasjon i meter

NGU/UiB, GEOLOGISK INSTITUTT AVD. B  
 OVERSIKTSKART OG PENETRASJONSKOTEKART  
**ERESFJORD**  
 NESSET, MØRE OG ROMSDAL  
 NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 TRONDHEIM

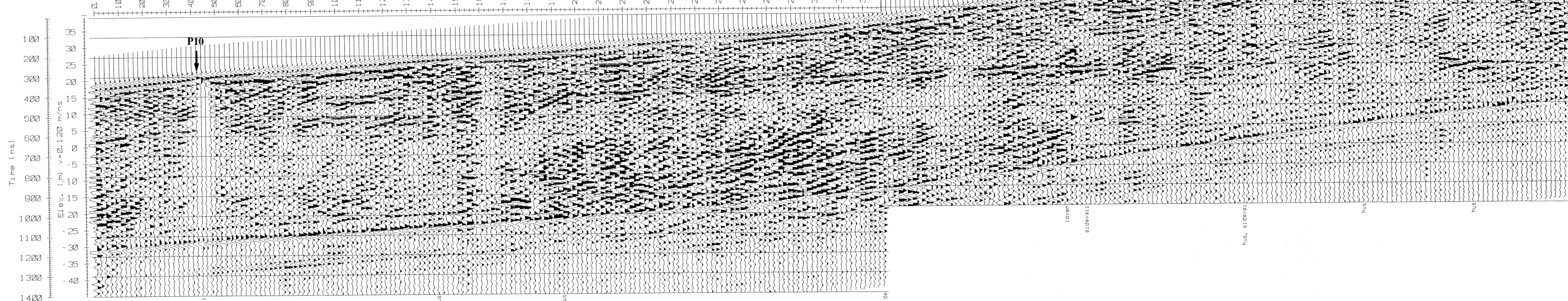
MÅLESTOKK 1:5000	MÅLT TLJK TEGN TL TRAC KFR	NOV. '92 APRIL '93
TEGNING NR 93.055-02	KARTBLAD NR 1320 II	



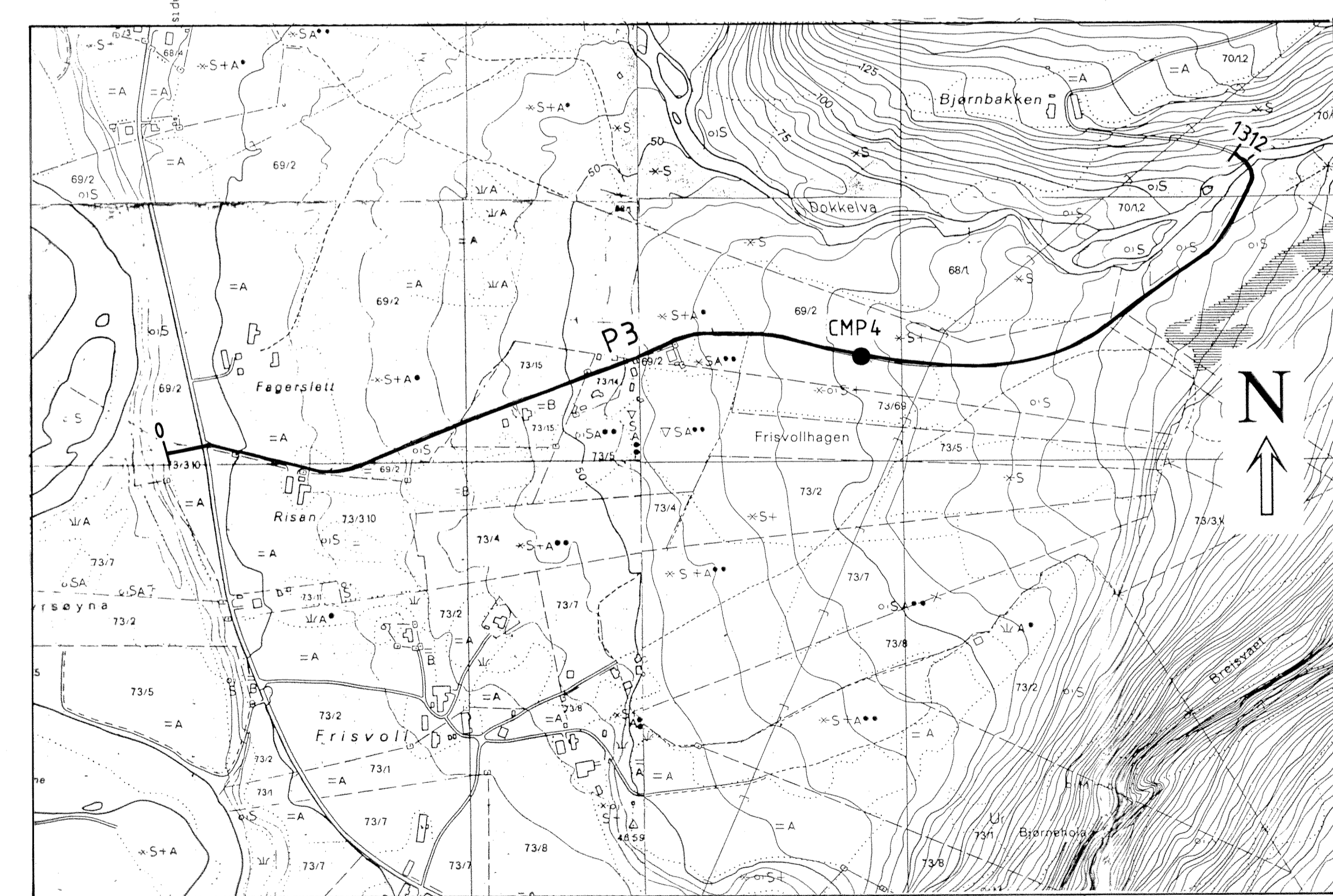
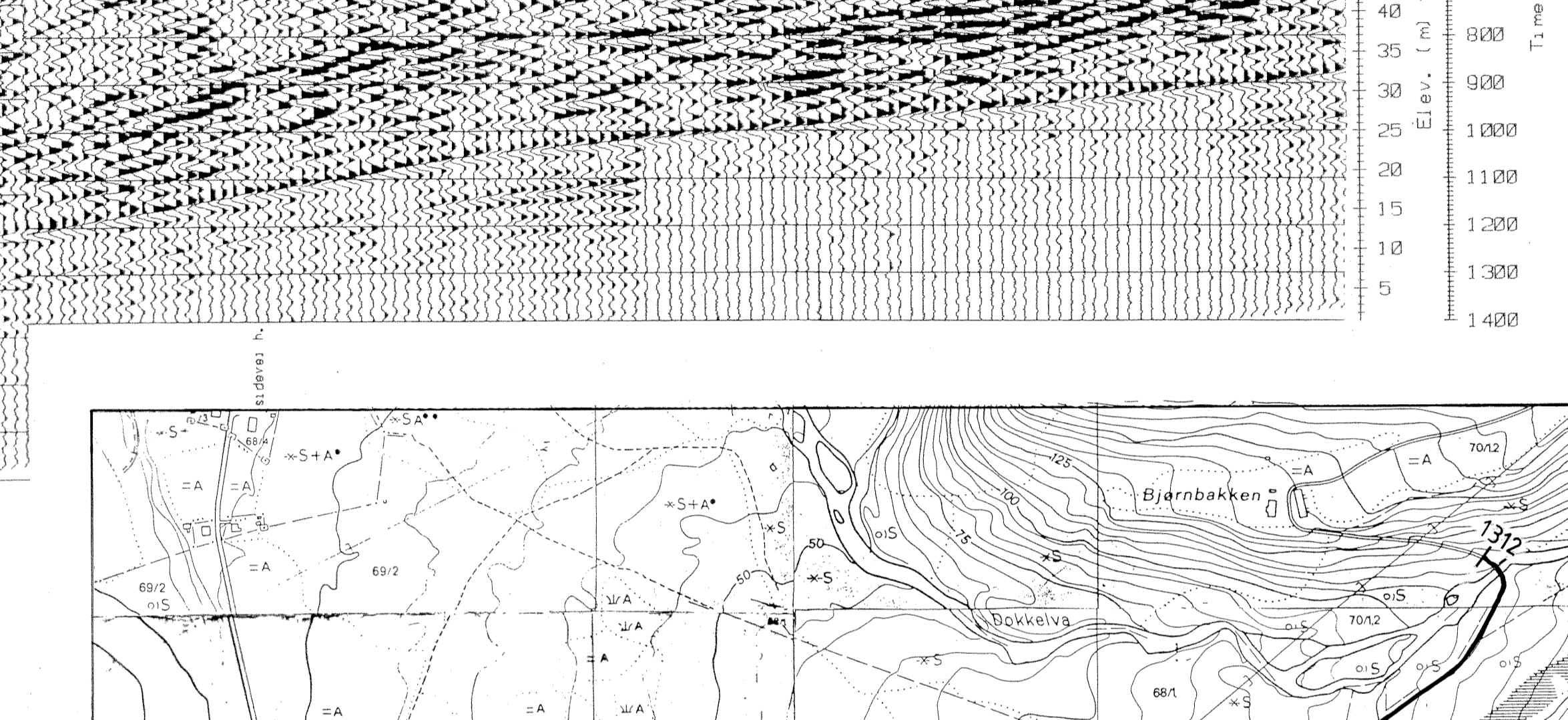




**PROFIL 3**



**PROFIL 3, forts.**



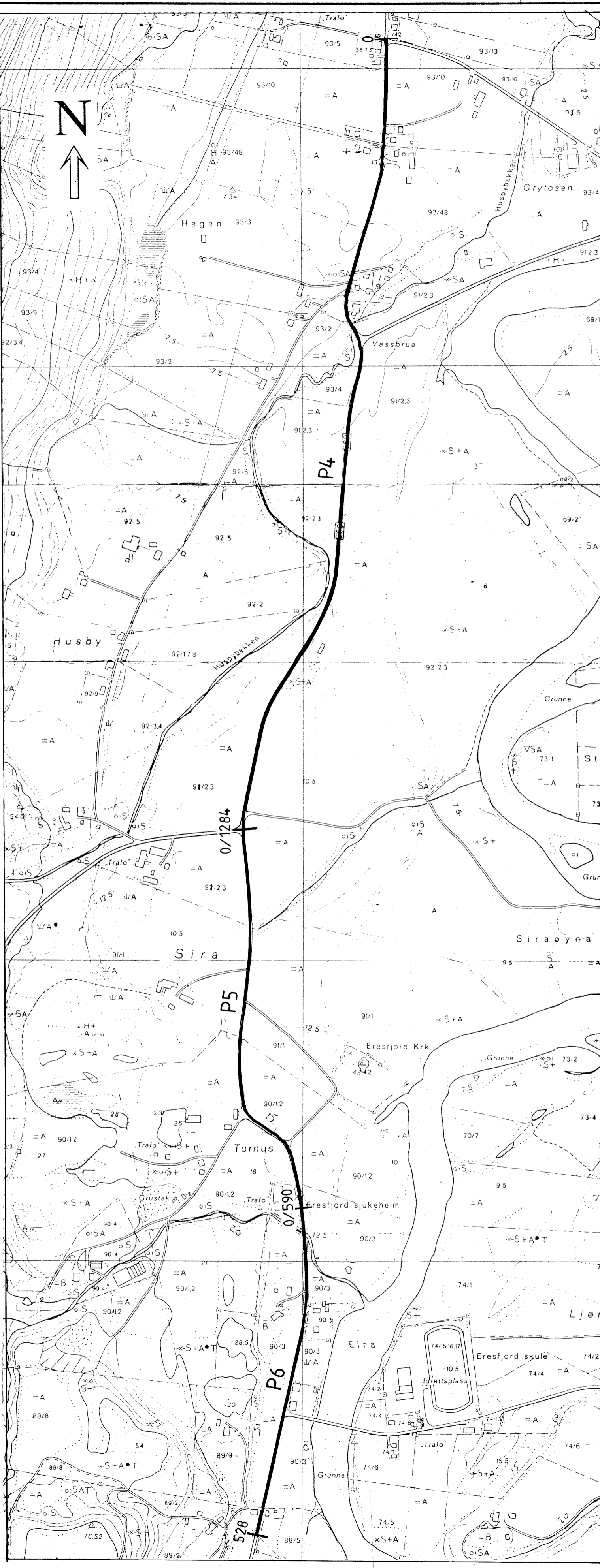
**TEGNFORKLARING**

0 1311 Målt profil m/posisjon

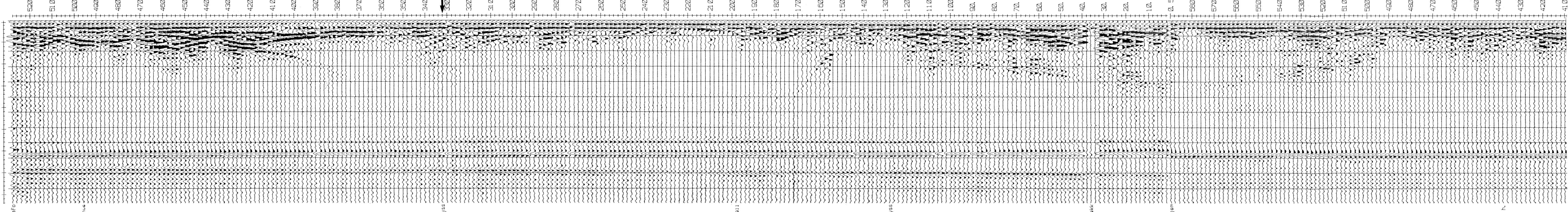
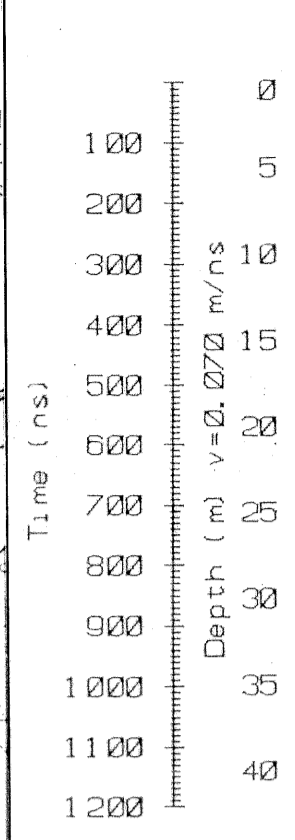
↓ Kryssende profil

NGU/UIB, GEOLOGISK INSTITUTT AVD. B GEORADAROPPTAK, PROFIL 3		MÅLESTOKK	MÅLT TLØK	NOV. -92
<b>ERESFIORD</b>		1:5000	TEGN TL	APRIL -93
NESSET, MØRE OG ROMSDAL			TRAC	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM			KFR	
		TEGNING NR 93.055.04	KARTBLAD NR 1320 II	

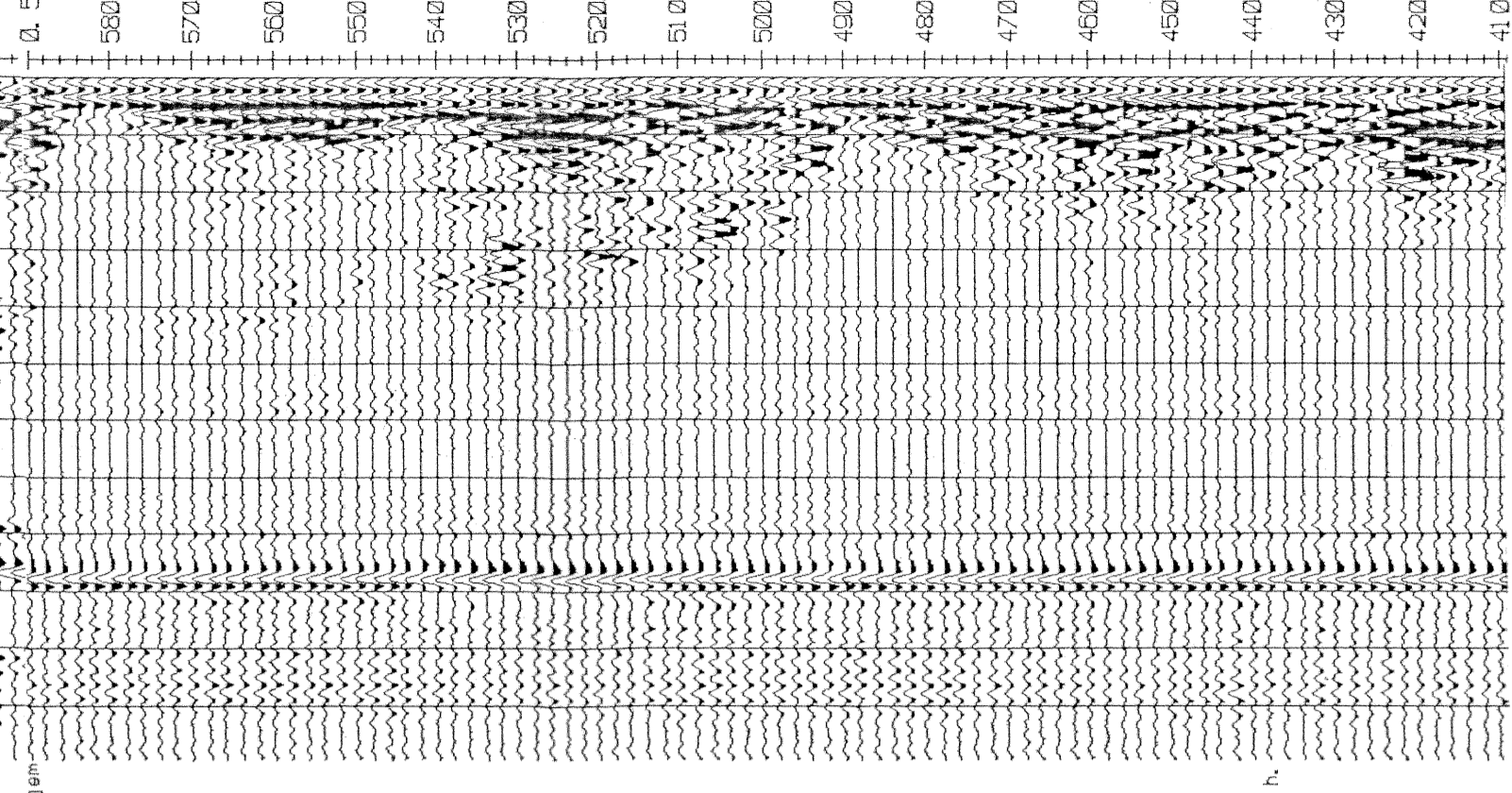
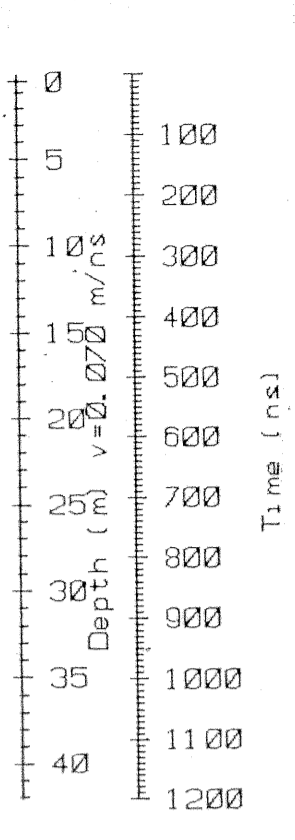




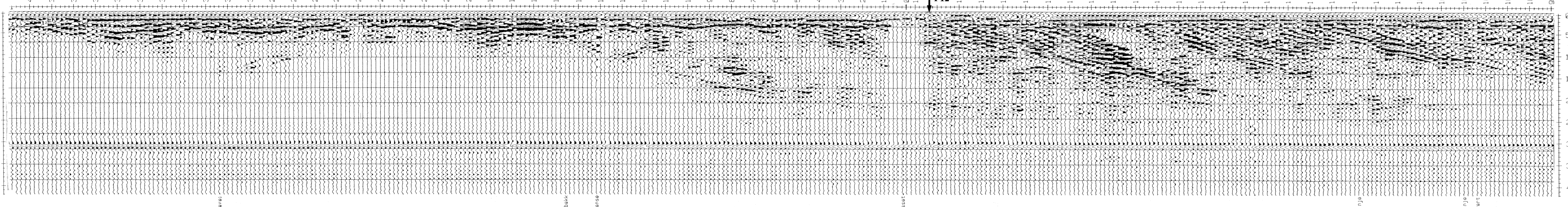
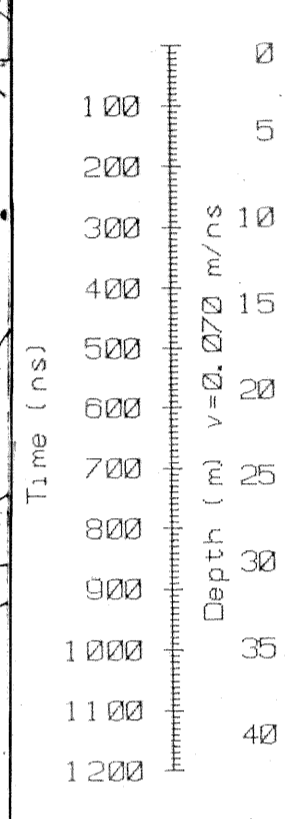
**PROFIL 6**



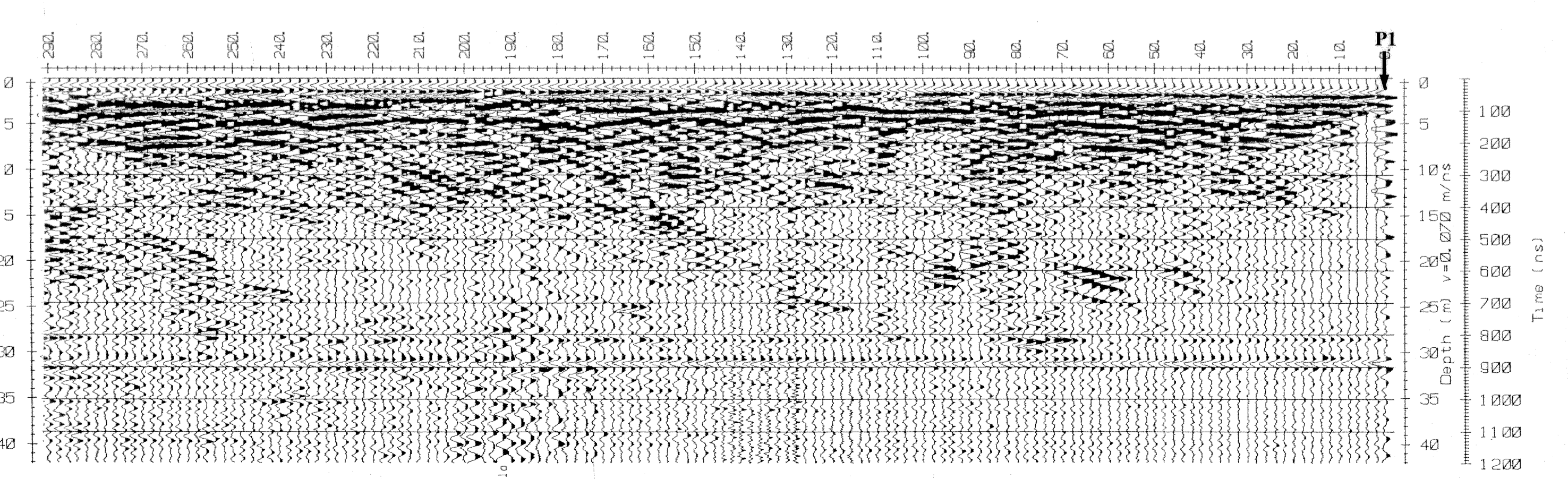
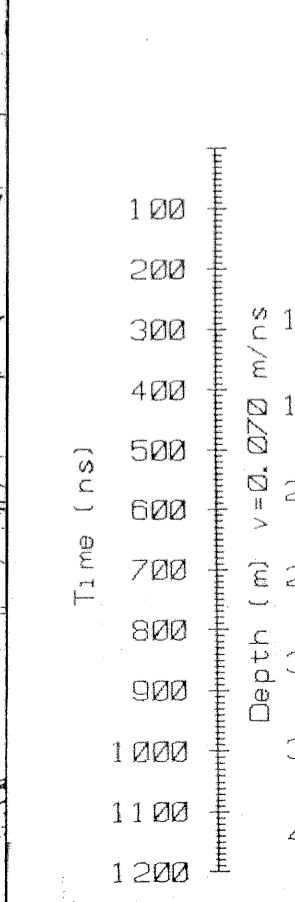
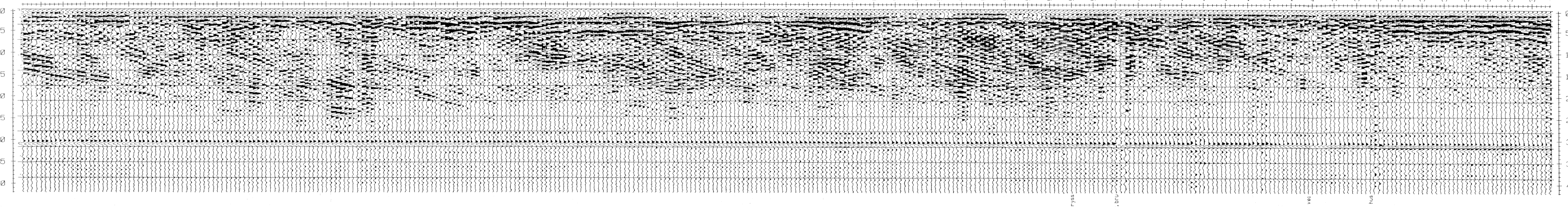
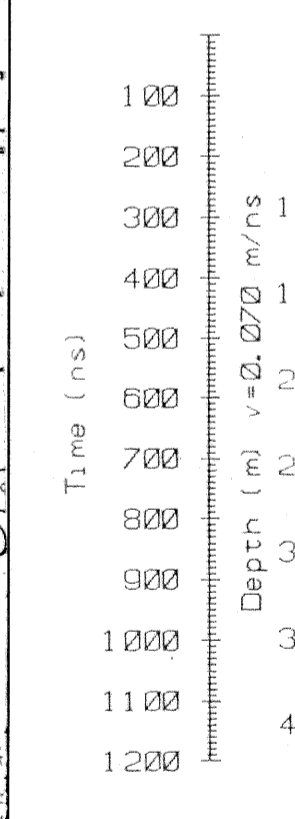
**PROFIL 5**



**PROFIL 4**



**PROFIL 4, forts.**



**TEGNFORKLARING**

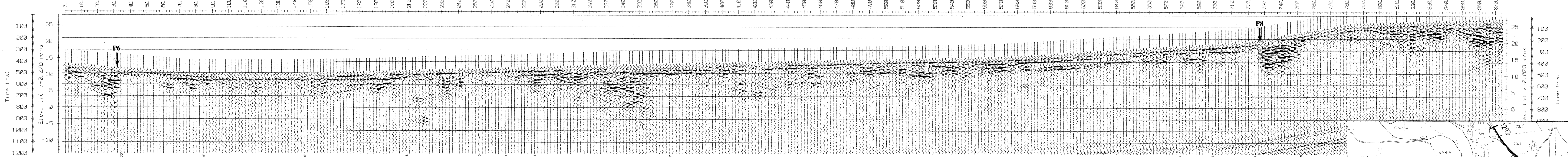
Målt profil m/posisjon  
 Kryssende profil

NGU/UB, GEOLOGISK INSTITUTT AVD. B  
 GEORADAROPPTAK, PROFIL 4, 5 OG 6  
**ERESFJORD**  
 NESSET, MØRE OG ROMSDAL  
 NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 TRONDHEIM

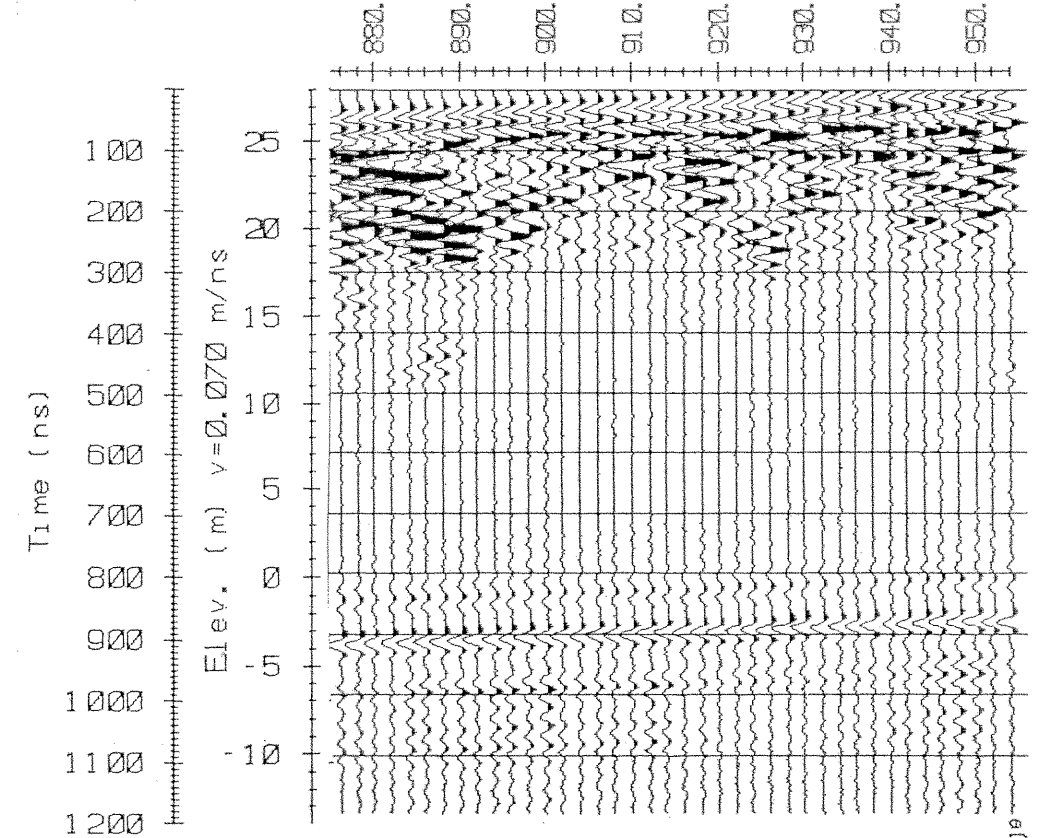
MÅLESTOKK	MÅLT TLØK	NOV '92
1:5000	TEGN TL	APRIL '93
TEGNING NR	KARTBLAD NR	
93.055-05	1320 II	



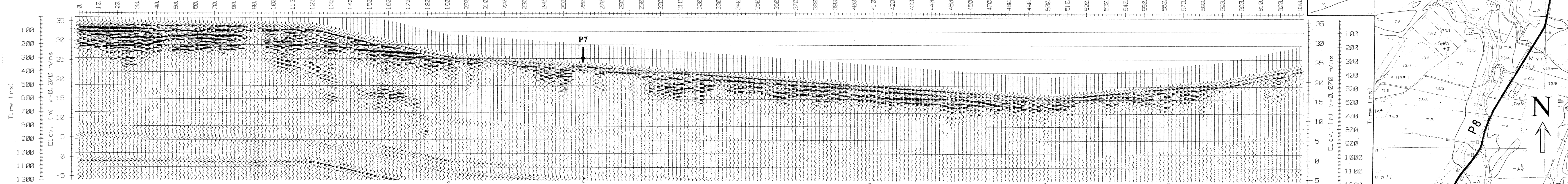
**PROFIL 7**



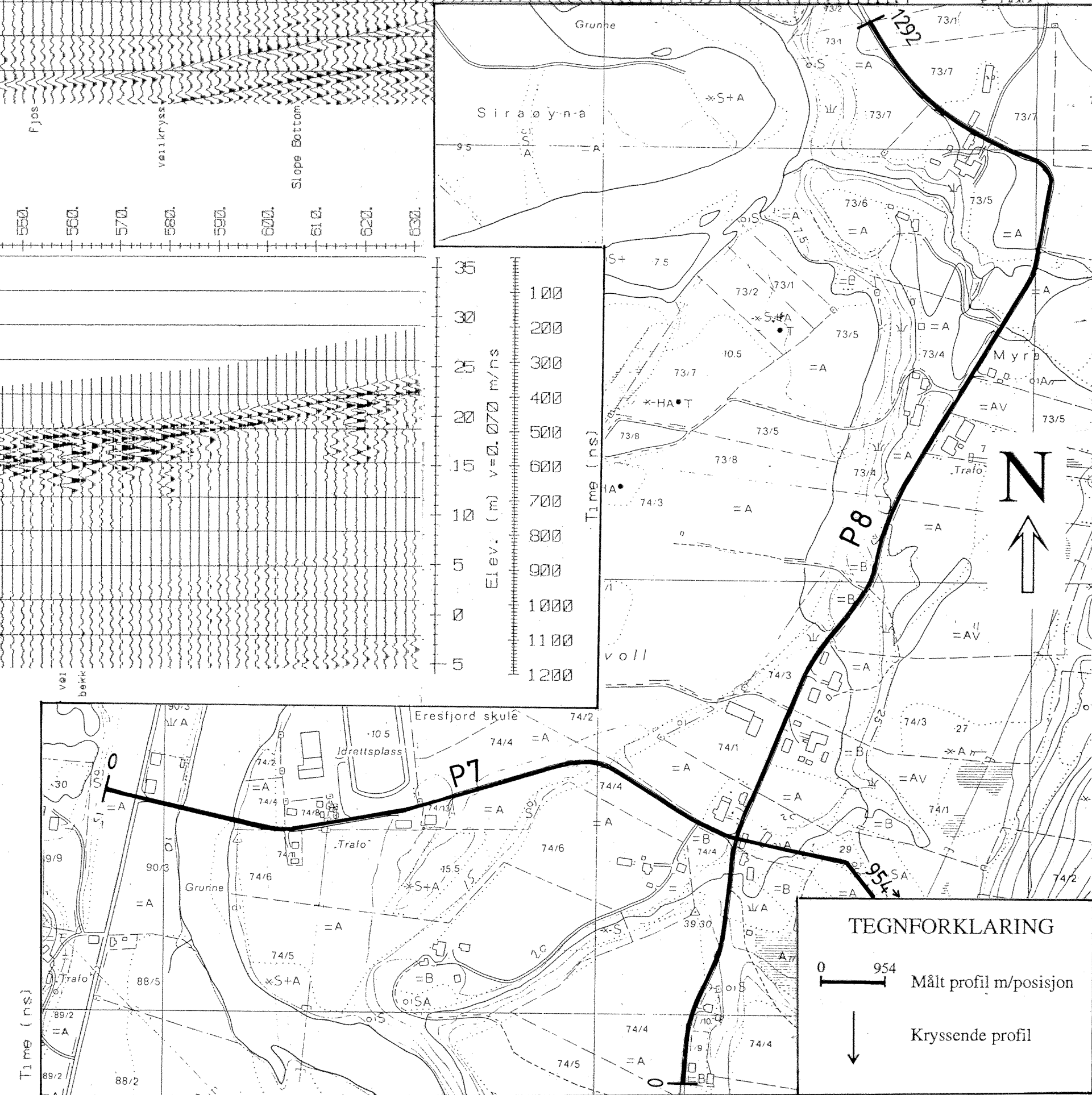
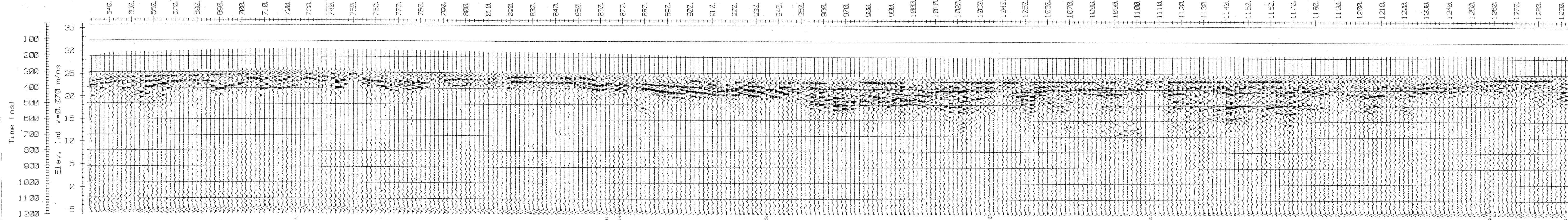
**PROFIL 7, forts.**



**PROFIL 8**



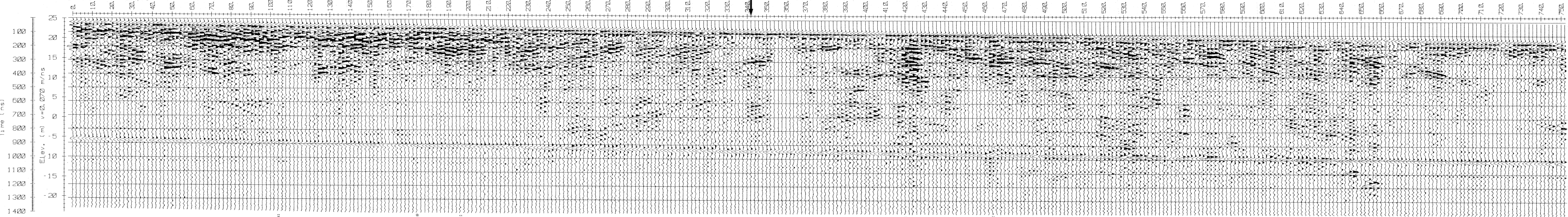
**PROFIL 8, forts.**



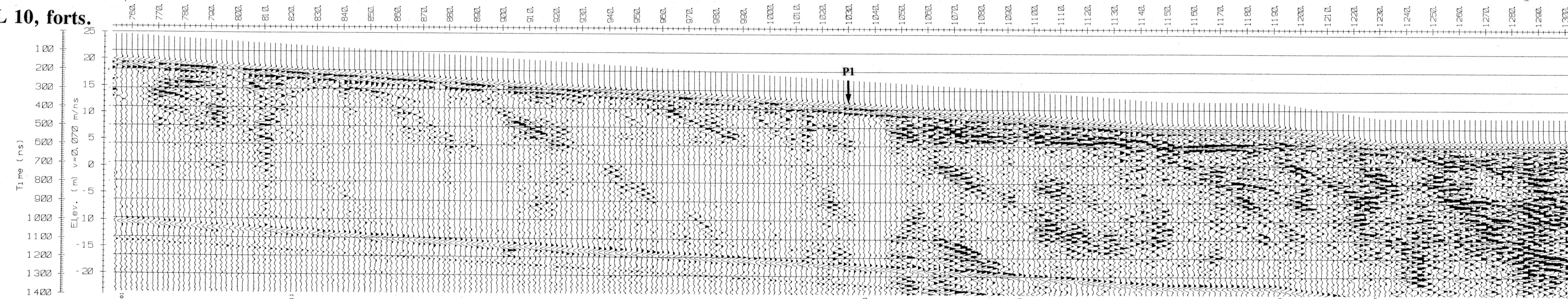
NGU/UiB, GEOLOGISK INSTITUTT AVD. B GEORADAROPPTAK, PROFIL 7 OG 8 <b>ERESFJORD</b> NESSET, MØRE OG ROMSDAL NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM			MÅLESTOKK 1:5000	MÅLT TLØK TEGN TL TRAC KFR	NOV. -92 APRIL -93
TEGNING NR 93.055-06		KARTBLAD NR 1320 II			



**PROFIL 10**



**PROFIL 10, forts.**

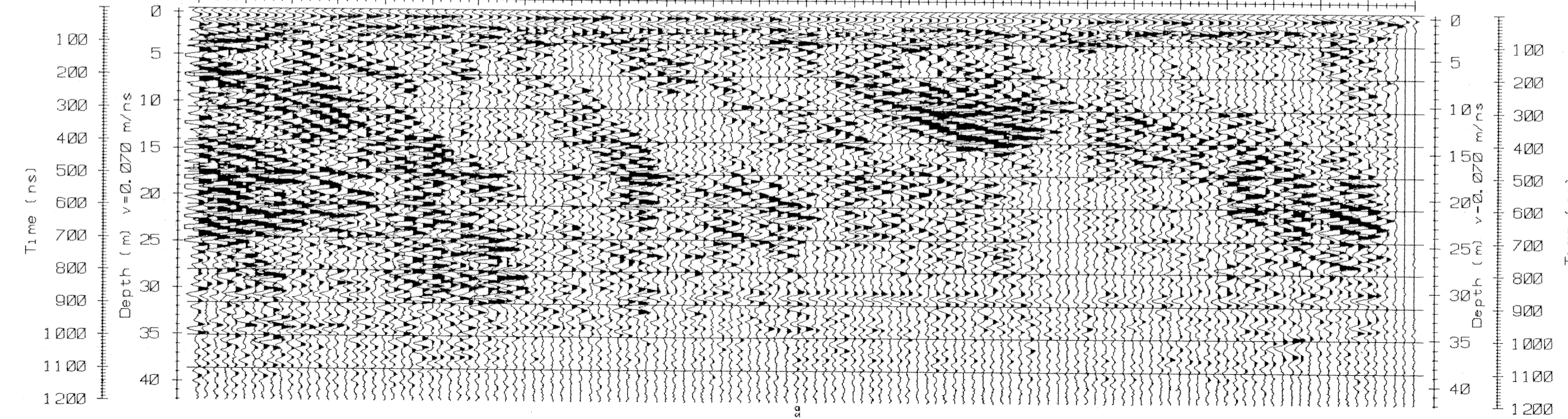


**TEGNFORKLARING**

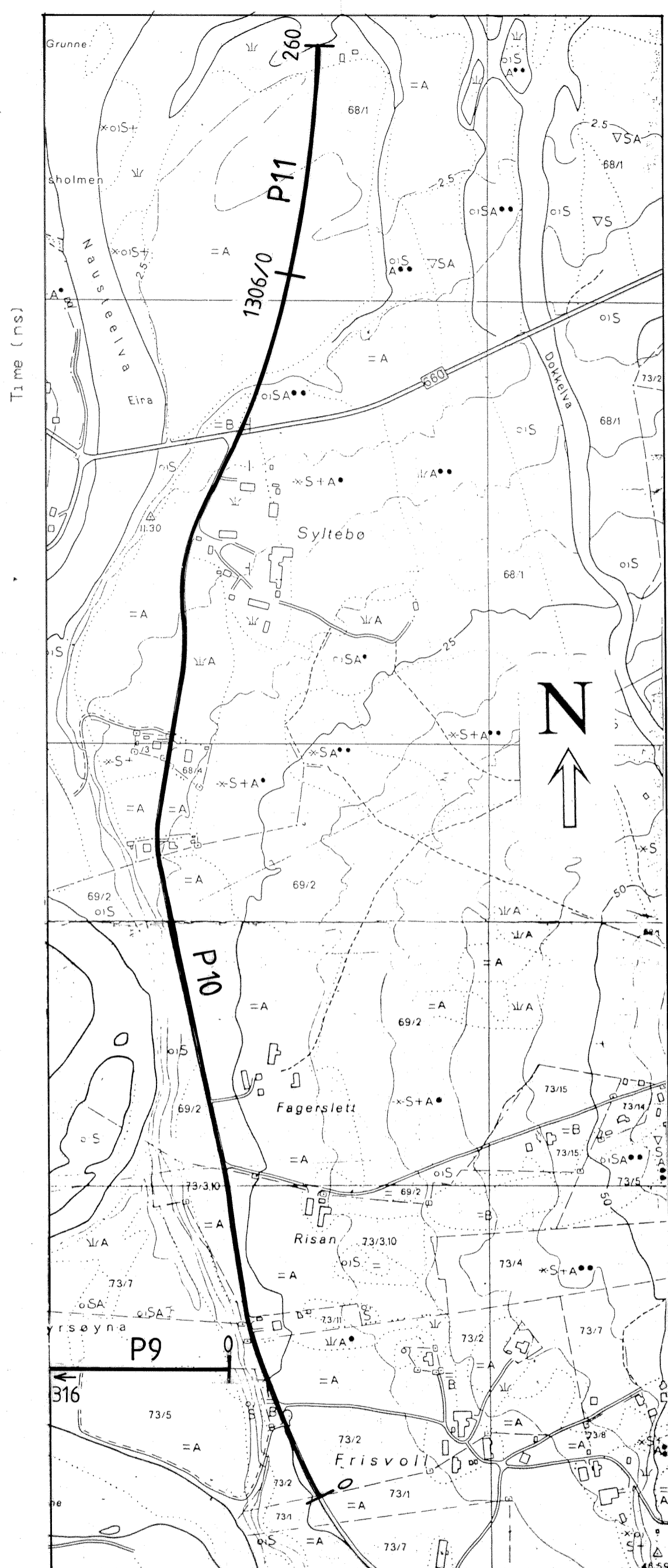
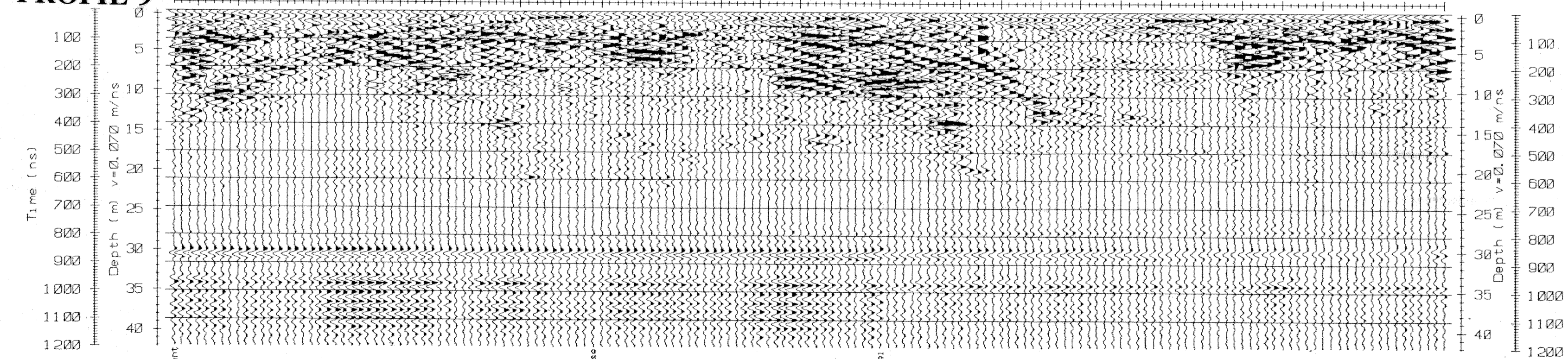
316 0 Målt profil m/posisjon

↓ Kryssende profil

**PROFIL 11**



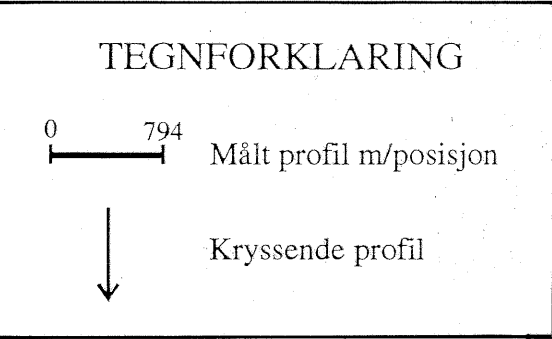
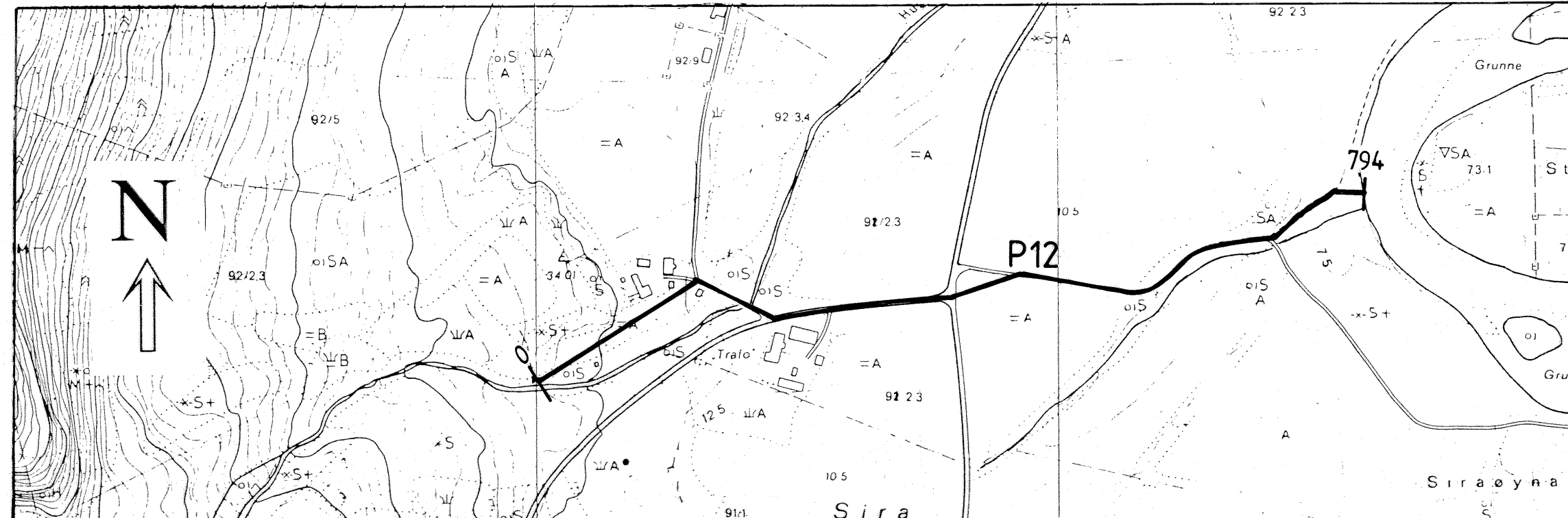
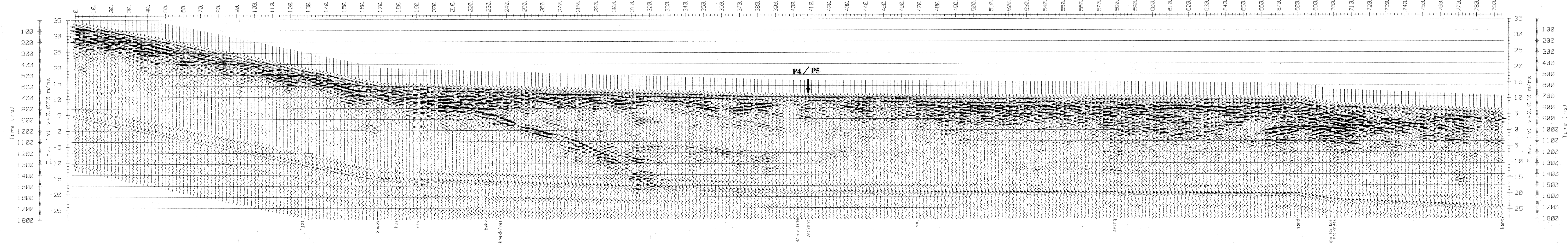
**PROFIL 9**



NGU/UiB, GEOLOGISK INSTITUTT AVD. B GEORADAROPPTAK, PROFIL 9, 10 OG 11	MÅLESTOKK	MÅLT TL/K	NOV. '92
	1:5000	TEGN TL	APRIL '93
<b>ERESFJORD</b>		TRAC	
NESSET, MØRE OG ROMSDAL		KFR	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 93.055-07	KARTBLAD NR 1320 II	



# PROFIL 12



NGU/UIB, GEOLOGISK INSTITUTT AVD. B GEORADAROPPTAK, PROFIL 12 <b>ERESFJORD</b> NESSET, MØRE OG ROMSDAL NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	MÅLESTOKK	MÅLT TL/JK	NOV. -92
	1:5000	TRAC	APRIL -93
TEGNING NR	KARTBLAD NR		
93.055-08	1320 II		