

NGU Rapport 98.047

Georadarmålinger i forbindelse med undersøkelser av fjellskred i Tafjord, Romsdalen, Hellsylt og Innfjorden, Møre og Romsdal

Rapport nr.: 98.047		ISSN 0800-3416		Gradering: Åpen	
Tittel: Georadarmålinger i forbindelse med undersøkelser av fjellskred i Tafjord, Romsdalen, Hellesylt og Innfjorden, Møre og Romsdal					
Forfatter: Eirik Mauring, Torleif Lauritsen og Jan Fredrik Tønnesen			Oppdragsgiver: NGU		
Fylke: Møre og Romsdal			Kommune: Norddal, Rauma, Stranda		
Kartblad (M=1:250.000) Ålesund			Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1219 II Geiranger, 1319 I Romsdalen, 1319 III Tafjord, 1319 IV Valldal, 1320 II Eresfjord		
Forekomstens navn og koordinater: Se sammendraget			Sidetall: 18		Pris: 285,-
Feltarbeid utført: Aug. -96, Juli-Aug. -97		Rapportdato: 13/7-1998		Prosjektnr.: 2689.00	
				Ansvarlig: <i>Jan S. Remington</i>	
Sammendrag: Georadarmålinger er utført ved 8 lokaliteter i Møre og Romsdal. Hensikten med målingene var å kartlegge strukturer og avsetningstyper i forbindelse med mulige fjellskred. Ved alle lokaliteter som er undersøkt viser georadaropptakene et mest kaotisk refleksjonsmønster der massene er antatt å være påvirket av store fjellskred. Stedvis sees diffraksjoner i dette mønsteret som kan indikere blokker i undergrunnen. En blanding av hauget og kaotisk refleksjonsmønster er tolket å representere skredavsetninger og tektoniserte dalfyllingssedimenter. I disse sedimentene sees stedvis skjærsoner, som trolig er dannet i forbindelse med nedslag av store fjellskred. Ved noen få lokaliteter er overgangen til antatt upåvirkede dalfyllingssedimenter karakterisert ved et hauget refleksjonsmønster. Målingene viser at fjellskred er kompliserte hendelser som avsetter skredmasser og store blokker i store avstander fra selve nedslagene. Forekomstens navn og koordinater (Sone 32V, datum WGS84): Storelva 4175 69010 Jimdalen 4185 69000 Rønningen 4365 69312 Kvernagrove 4360 69312 Trollveggen 4358 69295 Skiri 4440 69226 Helset 3924 68822 Innfjorden 4245 69275					
Emneord: Geofysikk		Kvartærgeologi		Georadar	
Skredavsetninger					
				Fagrapport	

INNHOOLD

1. INNLEDNING	4
2. MÅLEMETODE OG UTFØRELSE	4
3. PROSESSERING.....	5
4. RESULTATER	6
4.1 Tafjord.....	6
4.1.1 Storelva.....	6
4.1.2 Jimdalen	7
4.2 Romsdalen.....	8
4.2.1 Rønningen	8
4.2.2 Kvernagrove	9
4.2.3 Trollveggen/Øver-Fiva.....	10
4.2.4 Skiri	12
4.3 Helset, Hellesylt	14
4.4 Innfjorden.....	15
5. KONKLUSJON	16
6. REFERANSER	17

Tekstbilag

Georadar - metodebeskrivelse

Kartbilag

- 98.047-01: Oversiktskart, undersøkte lokaliteter (M 1:1 mill.)
- 98.047-02: Oversiktskart, Storelva og Jimdalen, Tafjord (M 1:50 000)
- 98.047-03: Oversiktskart, Rønningen, Kvernagrove og Trollveggen, Romsdalen (M 1:50 000)
- 98.047-04: Oversiktskart, Skiri, Romsdalen (M 1:50 000)
- 98.047-05: Oversiktskart, Helset, Hellesylt (M 1:50 000)
- 98.047-06: Oversiktskart, Innfjorden (M 1:50 000)
- 98.047-07: Georadaropptak, Storelva, Tafjord. P1, P2 og P3.
- 98.047-08: Georadaropptak, Jimdalen, Tafjord. P1 og P2.
- 98.047-09: Georadaropptak, Rønningen. P2 og P6.
- 98.047-10: Georadaropptak, Kvernagrove. P1, P5 og P6.
- 98.047-11: Georadaropptak, Trollveggen. P0, P1, P2, P3, P4 og P7.
- 98.047-12: Georadaropptak, Skiri. P1, P2, P3, P4 og P5.
- 98.047-13: Georadaropptak, Helset, Hellesylt. P1, P2 og P3.
- 98.047-14: Georadaropptak, Innfjorden. P1 og P2.

1. INNLEDNING

Det er utført georadarmålinger ved 8 lokaliteter i Møre og Romsdal. Hensikten med målingene var å kartlegge strukturer og avsetningstyper i forbindelse med mulige fjellskred. I Tafjord er to lokaliteter undersøkt; Storelva og Jimdalen. I Romsdalen er lokalitetene Rønningen, Kvernagrove, Trollveggen og Skiri undersøkt. I tillegg ble det utført målinger ved Hellesylt og Innfjorden.

Målingene ble utført i august 1996 av Torleif Lauritsen og i juli/august 1997 av Jan Fredrik Tønnesen.

2. MÅLEMETODE OG UTFØRELSE

Det ble til sammen målt 27 profiler ved de 8 lokaliteter som ble undersøkt. Samlet lengde av profilene var ca. 6,5 km. Opptakene er vist sammen med kartutsnitt (M 1:5000) i kartbilag – 07 til –14. En generell metodebeskrivelse av georadar er vedlagt i tekstbilag. Det ble benyttet to forskjellige georadarsystemer, pulseEKKO IV og pulseEKKO 100 (begge produsert av Sensors & Software Inc, Canada). Det ble målt med 50 eller 100 MHz antenner, med unntak av ett profil (P6, Kvernagrove) der det ble benyttet 200 MHz antenner (se tabell 1). Ved utførelse av målingene ble det benyttet et samplingsintervall på 0,8 ns for 100 og 200 MHz antenner og 1,6 ns for 50 MHz antenner. For 200 MHz-opptaket ble det benyttet 400 V sender, ellers ble 1000 V sender anvendt. Avstand mellom sender- og mottakerantenne var 1 m for samtlige profiler. For hvert målepunkt ble det foretatt 32 summerte registreringer med pulseEKKO IV georadarsystem og 8 summerte registreringer med pulseEKKO 100. Øvrige opptaksparametre er vist i tabell 1.

Langs enkelte profiler ble høydene nivellert. For de fleste profiler ble terrenghøyder avlest fra kart i målestokk 1:5000. Noen av profilene ble målt opp på forhånd og markert med stikker i bestemte lengdeintervall. Lengdeangivelsene under utskriftene (i kartbilag –07 til –14) angir disse utmålte avstandene, mens posisjonene over plottene (og i tabell 1) angir den automatisk registrerte. På grunn av usikkerheter i flyttavstand oppstår stedvis enkelte forskjeller i disse posisjonsangivelsene. Det er derfor markert for hver 100 profilmeter i kartbilagene, slik at det skal være lettere å finne igjen terrengdetaljer på kart på bakgrunn av beskrivelsen av opptakene. Detaljerte posisjonsangivelser (som plassering av hus, kryssende profiler osv.) er angitt under opptakene.

Tabell 1: Opptaksparametre for de ulike profil.

Sted	Profil	Pos. (m)	Dato	a (m)	f (MHz)	Radar	G	Tid (ns)
Tafjord	P1	0-588	12/8-1996	1	50	PEIV	Gain20	2000
Tafjord	P1a	130-378	7/8-1997	0,5	100	PE100	Gain22	1000
Tafjord	P2	0-561	12/8-1996	1	50	PEIV	Gain20	2000
Tafjord	P3	0-227	12/8-1996	1	50	PEIV	Gain24	1600
Jimdalen	P1	0-610	11/8-1997	0,5	100	PE100	Gain17a	1000
Jimdalen	P2	0-93,5	11/8-1997	0,5	100	PE100	Gain17a	1000
Rønningen	P2	0-104	13/8-1997	0,25	100	PE100	Gain10/100	1000
Rønningen	P6	0-785	16/8-1996	1	50	PEIV	Gain25a/100	1800
Kvernagrove	P1	0-91	13/8-1997	0,25	100	PE100	Gain20a	1000
Kvernagrove	P5	0-94	14/8-1996	0,5	50	PEIV	Gain14	1600
Kvernagrove	P6	0-94,5	14/8-1996	0,45	200	PEIV	Gain30	1200
Trollveggen	P0	0-120	13/8-1997	0,25	100	PE100	Gain18e	1200
Trollveggen	P1	0-246	13/8-1996	1	50	PEIV	Gain10	1600
Trollveggen	P2	0-286	13/8-1996	1	50	PEIV	Gain9	1600
Trollveggen	P3	0-132	13/8-1996	1	50	PEIV	Gain10	1600
Trollveggen	P4	0-280	14/8-1996	1	50	PEIV	Gain12	1600
Trollveggen	P7	0-153	16/8-1996	0,5	50	PEIV	Gain12	1800
Skiri	P1	0-151,5	15/8-1996	0,5	50	PEIV	Gain11/100	1800
Skiri	P2	0-104	15/8-1996	1	50	PEIV	Gain10/100	1800
Skiri	P3	0-169,5	15/8-1996	0,5	50	PEIV	Gain10/100	1800
Skiri	P4	0-96	15/8-1996	0,5	50	PEIV	Gain8/100	1800
Skiri	P5	0-42	15/8-1996	0,5	50	PEIV	Gain8/100	1800
Hellesylt	P1	0-260	31/7-1997	0,25	100	PE100	Gain20b/c	1000
Hellesylt	P2	0-140,5	31/7-1997	0,25	100	PE100	Gain20d	1000
Hellesylt	P3	0-287,5	31/7-1997	0,5	100	PE100	Gain20d	1000
Innfjorden	P1	0-212	12/8-1997	0,5	100	PE100	Gain17	1000
Innfjorden	P2	0-204,5	12/8-1997	0,5	100	PE100	Gain17	1200

a (m): flyttavstand mellom hvert målepunkt i meter

f (MHz): antennesystemets senterfrekvens i MHz

G: Lineær forsterkningsfil

3. PROSESSERING

I samtlige områder som er undersøkt har det vært vanskelig å finne egnede lokaliteter for utførelse av CMP-målinger for hastighetsanalyser. Dette skyldes vesentlig kaotiske refleksjonsmønstre og vanskeligheter med å følge horisontale reflektorer over noen avstand. Typiske EM-bølgehastigheter i vannmettede og tørre løsavsetninger er hhv. 0,06-0,07 m/ns og 0,12-0,13 m/ns. Det er valgt et gjennomsnitt av disse hastighetene (0,1 m/ns) ved konvertering av tidsseksjonene til dyp.

Opptakene er korrigert for variasjoner i topografi og instrumentdrift. Ved utskrift av opptakene ble det benyttet 5-punkts (2-punkts for 200 MHz) gjennomsnitt langs traser for å redusere høyfrekvent støy. Det ble også benyttet lineær, egendefinert forsterkning ved utskrift av data.

4. RESULTATER

4.1 Tafjord

4.1.1 Storelva

I dette området er avsetningene antatt å være dominert av vifteavsetninger (avsatt fra sør) som overlager fjellskredavsetninger. Refraksjonsseismiske målinger er tidligere utført langs ett profil i dette området (Mauring et al. 1998), og plasseringen av dette profilet er vist i kartbilag –07. Dyp til fjell ligger i størrelsesorden 80-130 m og er utenfor georadarens dybderekkevidde. Opptak og profilplassering er vist i kartbilag –07.

P1

Profilet er målt langs deler av refraksjonsseismisk profil (Mauring et al. 1998). Mellom posisjonene 0 og 315 kan tre enheter erkjennes på georadaropptaket. En uregelmessig reflektor kan følges mer eller mindre kontinuerlig i nivå 17-25 moh. (5-25 m dyp). Denne kan representere overflaten av eldre, tektoniserte avsetninger. Tilsvarende grense kan erkjennes på det refraksjonsseismiske profilet som et lag med seismiske hastighet på 2100-2400 m/s. En vanlig tolkning av denne hastigheten skulle tilsi bunnmorene. Laget representerer imidlertid her trolig overflaten av et stort fjellskred. Disse massene ser ut til å gå nesten opp i dagen ved posisjon 330, og ligger på ca. 5 m dyp videre nordover mot stranden. De to øverste enhetene tilsvarer et lag med seismiske hastigheter på 1200-1400 m/s og representerer trolig en grovkorrig vifte som overlager fjellskredet.

P1a

Profilet er målt langs deler av P1 (posisjon 130-378) med 0,5 m flyttavstand og 100 MHz antenner. Høydene er nivellert langs dette profilet, og avviker derfor noe i forhold til P1 der høydene ble avlest fra kart i målestokk 1:5000. Opptaket gir et mer detaljert bilde av reflekterer enn P1. Mulig grunnvannsspeil sees som en subhorisontal reflektor i nivå 17-22 moh. mellom posisjonene 235 og 323. Reflektor i nivå ca. 12 moh. mellom posisjonene 285 og 325 kan representere overflaten av fjellskredet. Reflektoren ser ut til å stoppe brått ved posisjon 325.

P2

Mellom posisjonene 560 og 275 er refleksjonsmønsteret kaotisk. Et mulig skille mellom to avsetningstyper sees som soner med kraftigere reflektivitet på 5-10 m dyp. Øverst har vi vifteavsetninger eller deltaavsetninger fra Storelva, og med fjellskredavsetninger. Mellom posisjonen 260 og 0 (øst for bru) sees et mer eller mindre hauget refleksjonsmønster ned til 8-20 m dyp som trolig representerer strukturer i elveavsetninger. Disse ser ut til å fylle ut mellom en uregelmessig overflate av fjellskredavsetninger.

P3

Mulig grunnvannsspeil sees som en subhorisontal reflektor mellom posisjonene 0 og 110 i nivå 22-24 moh. En reflektor i nivå 15-18 moh. i det samme området representerer muligens overflaten av fjellskredavsetninger som diskutert for kryssende profil P1. Avsetningene over denne er trolig dominert av 'debris flow'-avsetninger som danner en vifteform (øverst).

Oppsummering

Georadaropptakene indikerer overflaten av fjellskredavsetninger på 5-25 m dyp. Refraksjonsseismiske målinger viser høy hastighet i disse sedimentene og de er derfor vanskelig å skille fra bunnmorene. 'Debris flow'-avsetninger avsatt i en vifteform sees stedvis i mektigheter på 10-20 m over høyhastighetslaget. Vest for Storelva er sedimentene øverst dominert av vifteavsetninger, mens de er dominert av elveavsetninger øst for elva.

4.1.2 Jimdalen

Opptak og profilplassering er vist i kartbilag –08. Området er lokalisert i en liten dal mellom to bratte skråninger. I overflaten er avsetningene dominert av blokker/ur, stedvis med tynn myr eller bekkeavsetninger. I følge gamle segner skal det tidligere ha vært en gård i denne frodige dalen. En stor fjellhammer skal ha gått ut og tatt hele gården (Furseth, 1998).

P1

Refleksjonsmønsteret er vesentlig kaotisk langs hele profilet. Stedvis sees en tynn sone øverst (0-3 m dyp) med et parallelt refleksjonsmønster som trolig representerer myr og/eller bekkeavsetninger. I enkelte forsenkninger kan disse sedimentene være opptil 5-7 m mektige (for eksempel mellom posisjonene 465 og 610). Mellom posisjonene 0 og 75 og posisjonene 320 og 375 sees diffraksjoner som skyldes støy fra kraftledninger. Opptaket ellers er også dominert av diffraksjoner, trolig fra større blokker i undergrunnen. Diffraksjoner kan for eksempel sees ved posisjonene 135 (ca. 105 moh.), 225 (ca. 95 moh.) og 290 (ca. 100 moh.). Det kan ikke sees lagdelte strukturer i avsetningene, noe som indikerer fjellskred og/eller kraftig tektoniserte, opprinnelig lagdelte sedimenter. Overflaten av fjellskredavsetningene synes å være uregelmessig med mindre høyder og forsenkninger. Eventuell grense mellom skredavsetninger/tektoniserte sedimenter og underliggende upåvirkete, lagdelte sedimenter kan ikke erkjennes på opptaket.

P2

Som for P1 sees et vesentlig kaotisk refleksjonsmønster, bortsett fra de øverste 3-4 m mellom posisjonene 0 og 60 der refleksjonsmønsteret er parallelt. I det sistnevnte området består avsetningene trolig vesentlig av myr og lagdelte bekkesedimenter. Under disse har vi trolig overveiende fjellskredavsetninger. Grensen ned mot eventuelle lagdelte, upåvirkete sediment-er kan ikke sees.

Oppsummering

Opptakene viser overveiende et kaotisk refleksjonsmønster med diffraksjoner. Dette kan indikere skredavsetninger med blokker. Eventuell grense ned mot utektoniserte dalfyllingssedimenter kan ikke erkjennes. Myr og/eller bekkersedimenter ligger i forsenkninger i den uregelmessige overflaten av fjellskredavsetningene.

4.2 Romsdalen

Avsetningene i de undersøkte områder i Romsdalen består vesentlig av dalfyllingssedimenter med seinere fjellskred som har tektonisert dalfyllingssedimentene (Anda & Blikra, 1998). Det er bl.a. av interesse å undersøke hvor dypt ned i avsetningene disse er tektonisert. Videre er det viktig å kartlegge den generelle stratigrafien for å finne ut om skredmasser er overlagret av andre sedimenter. Dette kan være viktig for å bestemme alder på fjellskredene.

4.2.1 Rønningen

Opptak og profilplassering er vist i kartbilag –09. Terrengoverflaten i området er rikt på blokker og ryggformer som indikerer store fjellskred (Anda & Blikra, 1998).

P6

Profilet er målt fra Gullkjinvatnet i øst og vestover til Fivafossen. Penetrasjonsdypet er svært variabelt langs profilet. Dette kan ha sammenheng med lokalt økt ledningsevne i overflaten (muligens grunnet oppløste næringssalter i gressmark/kulturbeite). Begrenset penetrasjonsdyp kan også skyldes at avsetningene lokalt består av mer finkornig materiale (marint). Mellom posisjonene 540 og 265 er det stedvis svært begrenset penetrasjon. Opptaket viser et hauget til kaotisk refleksjonsmønster. Antydning til lagdeling kan ikke sees, hvilket indikerer at avsetningene vesentlig består av skredmateriale, eventuelt med sterkt deformerte dalfyllingssedimenter mot dypet. Grensen ned mot eventuelt uforstyrret materiale kan ikke sees. Mellom posisjonene 785 og 720 sees en subhorisontal reflektor som kan representere grunnvannsspeil eller overgangen mot mer finkornige sedimenter. Hvis dette er overgangen til mer uforstyrrede, marine sedimenter, ser de overliggende skredmassene/tektoniserte sedimentene ut til å kile ut mot vest. I deler av opptaket sees soner med kraftig refleksivitet på 5-10 m dyp. Dette er mest markert i områdene 665-530 og 260-95. Det er mulig at denne sonen kan representere nedre grense for skredavsetninger eller tektoniserte sedimenter. Mellom posisjonene 80 og 20 kan denne sonen ligge på 10-15 m dyp. Begrenset penetrasjon under denne reflektive sonen kan indikere overgang til mer finkornige dalfyllingssedimenter. Mellom posisjonene 665 og 540 er penetrasjonsdypet i størrelsesorden 20-30 m. I dette området sees et hauget refleksjonsmønster fra 5-10 m dyp (under den tidligere nevnte reflektive sonen) som kan representere strukturer i deformerte dalfyllingssedimenter.

P2

Det er målt et kort profil på tvers av en haugform ned mot elva ved Rønningen. Det er målt tett, med 25 cm flyttavstand og 100 MHz antenner for å se om flere detaljer framkommer i skredavsetningen ved høyere vertikal og horisontal oppløsning. Opptaket viser et mest hauget refleksjonsmønster, der de fleste reflektorer kun kan følges i lengder på max 5-10 m. Mulig grunnvannsspeil kan antydes som en subhorisontal reflektor gjennom store deler av profilet i nivå 5-6 moh. Det kan være vanskelig å følge på grunn av interferens med kraftige reflektorer i løsmassene. Mellom posisjonene 55 og 32 opptrer en haugform. Her viser opptaket skrå, buete reflektorer i de øvre deler. Haugformen antas å være en skredlobe eller framskjøvne sedimenter der de skrå reflektorene opptrer på proksimalsiden. En graving ned til 4 meters dyp har vist at det kun er ca. 1 m skredavsetninger over sterkt tektoniserte sand- og siltavsetninger. Buete, diffraksjonslignende strukturer kan sees til et dyp på opptil 25 m rett under haugformen. Den mest sannsynlige forklaringen på disse er at de delvis representerer multippler av grunne reflektorer i haugformen, siden de ikke fortsetter til sidene for ryggformen (trolig ikke diffraksjoner). Gjennom hele opptaket sees en uregelmessig, usammenhengende reflektor på 4-5 m dyp som sannsynligvis representerer en markert skjærgrense i de tektoniserte sedimentene. Grensen ned mot uforstyrrede dalfyllingssedimenter kan ikke sees.

Oppsummering

Opptakene indikerer at nedre grense for de tektoniserte dalfyllingssedimenter er vanskelig å se, men ligger på mer enn 5-10 meters dyp. Markerte reflektorer representerer trolig mer sammenhengende skjærsoner. En graving dokumenterer at det er mer enn 4 m med tektoniserte sand- og siltavsetninger.

4.2.2 Kvernagrove

Opptak og profilplassering er vist i kartbilag –10. Profilene er plassert i områder med fjellskredavsetninger og antatt tektoniserte sand- og siltavsetninger.

P1

Profilet er målt fra vest til profil 5/6. Refleksjonsmønsteret er hauget til kaotisk og representerer trolig strukturer i kraftig tektoniserte dalfyllingssedimenter. Opptaket indikerer skjærsoner og folding (haugete reflektorer), noe som er observert i grustak like øst for det undersøkte området. Haugete, diskontinuerlige reflektorer er spesielt markante mellom posisjonene 0 (10-15 m dyp) og 40 (15-25 m dyp). Mellom posisjonene 70 og 91 sees mulige diffraksjoner (toppunkt på ca. 13 m dyp) som trolig representerer overlagrete blokker. Reflektiviteten er svært kraftig i det samme området. De øverste lagpakkene mellom posisjonene 50 og 90 ser ut til å kile ut mot vest. Grensen ned mot upåvirkete sedimenter kan ikke erkjennes i opptaket.

P5/P6

Profilene er lagt langs samme linje, der profil 5 er målt med 50 MHz antenner, mens profil 6 er målt med 200 MHz antenner. Profil 5 viser et vesentlig hauget til kaotisk refleksjonsmønster. Skjærsoner er indikert som skrå reflektorer mellom posisjonene 10 og 30 (3-6 m dyp) og ser ut til å kile ut mot nordøst. I det samme området sees diffraksjoner med toppunkt på ca. 20 m dyp (ca. posisjon 14) som trolig skyldes blokk i undergrunnen. Mellom posisjonene 0 og 25 sees subhorisontale reflektorer på 0-3 m dyp. Disse er mer markante på P6. Reflektorene representerer muligens strukturer i en 'debris-flow'-avsetning som har etterfulgt selve fjellskrednedslaget.

Oppsummering

Opptakene ved Kvernagrove viser strukturer som indikerer tektoniserte dalfyllingssedimenter på betydelige dyp (minst 15-20 m). På P5/P6 er det også indikert 'debris flow'-avsetninger som overlager de tektoniserte sedimentene. Georadaropptakene sammenholdt med et masse-tak i avsetningene indikerer at fjellskredene er kompliserte hendelser. Data antyder en første fase med selve nedslaget av et stort fjellskred som også tektoniserer eldre sedimenter ned mot minst 15-20 meters dyp. Dette nedslaget ble etterfulgt av et etterskred ('debris-flow') som overlager de tektoniserte sedimentene.

4.2.3 Trollveggen/Øver-Fiva

Opptak og plassering av profiler er vist i kartbilag –11. Profilene er lokalisert til et område som er påvirket av store fjellskred (Anda & Blikra, 1998).

P4

Dette profilet er målt lengst nord ved Øver-Fiva. Neglisjérbar penetrasjon mellom posisjonene 35 og 130 kan skyldes passering av jorde som trolig er gjødslet og rik på oppløste nærings-salter. Dette fører til økt elektrisk ledningsevne i overflaten og dempning av utsendt energi. Eventuelt kan den reduserte penetrasjonene representere grunne, finkornige avsetninger. Mellom posisjonene 0 og 45 sees skrå reflektorer ned til 7-8 m dyp som muligens representerer skjærsoner i dalfyllingsmateriale som er oppstått i tilknytning til fjellskred. Fra 7-8 m dyp er refleksjonsmønsteret kaotisk og kan indikere tektonisering. Det er imidlertid ikke uvanlig med et slikt mønster i primære avsetningsstrukturer (for eksempel morene). Grensen ned mot urørte dalfyllingssedimenter er dermed usikker, men de skrå reflektorene indikerer tektonisk påvirkning ned til minst 7-8 m dyp (nivå 30 moh.) mellom posisjonene 0 og 45. Et lite masse-tak i dette området viser også tektoniserte sandavsetninger ned til 2 meters dyp.

Mellom posisjonene 130 og 280 er refleksjonsmønsteret hauget til kaotisk. Antydning til skrå reflektorer kan sees mellom posisjonene 160 og 180 ned til ca. 4 m dyp og indikerer at den øvre del av avsetningen er tektonisert. Mulige diffraksjoner kan sees mellom posisjonene 200 og 225 med toppunkt ved posisjon 213 på 5-6 m dyp. Dette kan representere en blokk. En

reflektor kan detekteres hvis dens minste dimensjon (i planet) er større enn en tiendedel av dypet ned til den (Annan & Cosway, 1992). Den eventuelle blokkens minste dimensjon må derfor være større enn 0,5-0,6 m i dette tilfellet.

P0/P1

Profilene ligger svært nær hverandre (se kartbilag –11). Målinger langs P1 ble utført med 50 MHz antenner og flyttavstand på 1 m. Målinger langs P0 ble utført i 1997 med flyttavstand 0,25 m og 100 MHz antenner. P0 ble målt fordi en ønsket mer detaljerte målinger langs deler av P1.

P1 viser et hauget til kaotisk refleksjonsmønster, og viser ingen strukturer som peker i retning av en bestemt avsetningstype. Profil 0 som er målt langs P1 mellom posisjonene 0 og 120, gir et langt mer detaljert bilde av undergrunnen. Opptaket er dominert av diffraksjoner, trolig fra blokker i undergrunnen. Helningen på diffraksjonenes flanker er 0,12 –0,2 m/ns, noe som videre sannsynliggjør at diffraksjonene kommer fra objekter i bakken. De mest markante diffraksjoner har toppunkt ved posisjonene 108 (ca. 3 m dyp), 79 (6-7 m dyp), 35 (ca. 5 m dyp) og 29 (5-6 m dyp). Diffraksjonene er svært markante, og kan stedvis skjerme for refleksjoner fra laggrenser. Stedvis sees subhorisontale til skrå reflektorer i antatt lagdelte dalfyllingssedimenter, for eksempel mellom posisjonene 60 og 45 (ca. 10 m dyp) og mellom posisjonene 20 og 0 (5-6 m dyp). Disse reflektorene ser ut til å skråne til begge sider ut fra midtpunkt mellom posisjonene 60 og 35, noe som er et høydeområde i en ryggform. I området 120-65 kiler en lagpakke ut mot denne ryggen. Dette er trolig skjærsoner i lagdelte sedimenter.

P2

Profilen går parallelt med P0 og P1, ca. 100 m sør for disse. Mellom posisjonene 286 og 155 sees skrå reflektorer ned til ca. 10 m dyp. Disse kan representere skjærsoner som har oppstått i dalfyllingssedimenter pga. et stort fjellskred. Refleksjonsmønsteret er ellers for det meste kaotisk mellom posisjonene 286 og 150. Fra posisjon 150 sees en subhorisontal reflektor på 7-8 m dyp som kan representere en laggrense i antatt utektoniserte dalfyllingssedimenter.

P3

Opptaket viser en reflektor på ca. 6 m dyp ved posisjon 132 som kiler ut mot overflaten ved posisjon 50. Denne kan muligens representere nedre grense for skredavsetninger eller en markert skjærsoner i eldre sediment. Under reflektoren er refleksjonsmønsteret kaotisk og representerer trolig tektoniserte sedimenter i øvre del. Grensen ned mot utektonisert materiale kan ikke erkjennes. Mellom posisjonene 70 og 50 sees en reflektor på 12-17 m dyp som trolig representerer laggrense i urørt dalfyllingsmateriale. Mellom posisjonene 40 og 0 sees subhorisontale, tilsynelatende ubrutte reflektorer ned til ca. 30 m dyp som indikerer utektoniserte sedimenter (elveavsetninger?). Skredavsetningene eller de tektoniserte sedimentene ser ut til å være yngre og overlager disse uforstyrrede avsetningene.

P7

Antatt grunnvannsspeil sees som en horisontal reflektor i nivå 46-47 moh. mellom posisjonene 153 og 120 og mellom posisjonene 90 og 70. En meget markant reflektor i nivå 29-32 moh. mellom posisjonene 50 og 10 kan representere fjelloverflaten. Denne antydes å gå opp til ca. 45 moh. ved posisjon 0. En skrå reflektor sees i området 85 (44 moh.) til 45 (31 moh.). Denne representerer grensen mellom to avsetningstyper eller en erosjonsflate. Over denne reflektoren og fjell er refleksjonsmønsteret mest kaotisk mellom posisjonene 85 og 0. Mellom posisjonene 153 og 60 sees et haugrefleksjonsmønster i nivå 20-23 moh. som trolig enten representerer en fortsettelse av fjelloverflaten vestover, eller strukturer i upåvirkete dalfyllingssedimenter.

Oppsummering

Flere opptak viser trolig skjærsoner i øvre del av avsetningen mot de store skredavsetningene og Trollveggen i vest. Skjærsonene skrå oppover mot øst. Disse er dannet ved påvirkning og tektonisering fra skredmateriale avsatt fra fjellene i vest. Ett opptak (P0) viser markante diffraksjoner, trolig fra enkeltblokker i undergrunnen.

4.2.4 Skiri

Det er utført georadarmålinger ved tre lokaliteter på Skiri i Romsdalen. Opptak og kartutsnitt med profilplassering er vist i kartbilag -12.

P1

Profilet er målt i et blokkrikt område fra bratt skråning i nord og langs en ryggform i sørvest. Opptaket viser et overveiende haugrefleksjonsmønster og kraftig reflektivitet. Reflektorer opptrer sammenhengende i lengder på mindre enn 15-20 m. Minst utholdende er reflektorer mellom posisjonene 55 og 0, og her er refleksjonsmønsteret overveiende kaotisk. Dette kan indikere sterk deformasjon av sedimenter i dette området. Mellom posisjonene 152 og 50 er refleksjonsmønsteret mest haugrefleksjonsmønsteret. Grensen mellom grovkornige elvesedimenter/glasifluviale sedimenter og overliggende skredavsetninger er vanskelig å se på opptaket, men kan muligens antydes i nivå 100-105 moh. mellom posisjonene 152 og 60. Ryggformen kan representere framskjøvet materiale i forbindelse med skredaktivitet. Mulige skjærsoner i sedimentene er indikert ved dagnære, skrå reflektorer mellom posisjonene 95 og 70. Disse indikerer en skredavsetning fra nordøst.

P2

Profilet er målt ved foten av skredvifte i nordenden av en blokkrikt haugform. Refleksjonsmønsteret er overveiende kaotisk. Avsetningen består trolig for det meste av skredmateriale, i hvert fall i de øvre deler. Refleksjoner er litt mer utholdende fra 15-20 m mellom posisjonene 40 og 0 og fra 10-15 m dyp mellom posisjonene 104 og 65. Opptaket er vanskelig å tolke.

P3

Profilet er målt lengst vest i Skiri-området. Her er overflaten dominert av ryggformer som kan representere skredlober. Antatt grunnvannsspeil kan sees i nivå ca. 75 moh. ved posisjon 169, og heller slakt nedover til ca. 73 moh. ved posisjon 120. I den resterende delen av opptaket er det vanskelig å erkjenne grunnvannsspeil pga. interferens med andre refleksjoner, men det kan antydes i nivå ca. 71 moh. mellom posisjonene 0 og 75. Refleksjonsmønsteret er for det meste kaotisk i øvre deler av opptaket, men er antydningssvis mer hauget fra 15-20 m dyp. De øvre deler av avsetningen er skred-/rasmateriale eller deformerte dalfyllingssedimenter. Det kan ikke sees noen skarp grense ned til underliggende, udeformerte dalfyllingssedimenter.

P4

Profilet er målt i et område ca. 400 m øst for P3. Det ligger en del blokker i overflaten. Antatt grunnvannsspeil sees i nivå 81-82 moh. mellom posisjonene 0 og 65 og i nivå ca. 80 moh. mellom posisjonene 85 og 95. Refleksjonsmønsteret er for det meste kaotisk, men blir mer hauget med mer utholdende reflektorer mot dypet. Dette representerer trolig en overgang fra skreddominerte avsetninger øverst til deformerte dalfyllingssedimenter mot dypet. En mulig grense mellom de to avsetningstypene kan antydes i nivå ca. 75 moh. mellom posisjonene 0 og 40. Denne grensen kan også være en mer markert skjærson i eldre sediment. Mellom posisjonene 65 og 96 sees en 5-6 m dyp skålformet struktur som kan indikere en forsenkning i en foldestruktur.

P5

Profilet er et kort tverrprofil til P4. Også her sees et kaotisk refleksjonsmønster i øvre del (ned til 10-15 m dyp) med overgang til et hauget til kaotisk refleksjonsmønster. Dette indikerer en øvre del som er dominert av skredavsetning og/eller kraftig tektoniserte dalfyllingssedimenter. Dypere, mer haugformete strukturer kan representere svakt tektoniserte til upåvirkete dalfyllingssedimenter.

Oppsummering

Opptakene fra Skiri viser gjennomgående et hauget til kaotisk refleksjonsmønster. Det er en tendens til at det er mer kaotisk i øvre deler av opptakene og er antatt å representere skredavsetninger og kraftig tektoniserte dalfyllingssedimenter. I nedre del av opptakene er reflektorene mer utholdende, noe som kan indikere lagdeling i mindre tektoniserte eller intakte dalfyllingssedimenter.

4.3 Helset, Hellesylt

Opptak og profilplassering er vist i kartbilag –13. I 1687 gikk et stort fjellskred (eller to) på gardene Helset og Hauge (Furseth, 1998).

P3

Profilen er målt lengst nord i måleområdet i retning fra vest mot Bygdaelva. Mellom posisjonene 0 (2-3 m dyp) og 25 (ca. 12 m dyp) sees en skrå reflektor som muligens representerer fjelloverflaten. Denne fortsetter muligens til ca. 18 m dyp ved posisjon 50. Mellom posisjonene 0 og 100 er refleksjonsmønsteret for det meste hauget til kaotisk med diffraksjoner, spesielt i øvre deler. Diffraksjonene indikerer blokkrike sedimenter og muligens skredavsetninger. Mellom posisjonene 95 og 150 sees en skålformet sone med kraftig reflektivitet på 7-10 m dyp. Det er uklart hva denne formen representerer, men den kan muligens representere bunnen av et gammelt elveløp eller bunnen av en stor foldestruktur. Under den reflektive sonen er refleksjonsmønsteret mer hauget og kan representere strukturer i deformerte dalfyllingssedimenter. Mellom posisjonene 150 og 195 er refleksjonsmønsteret vesentlig kaotisk og kan representere skredavsetninger øverst med usikker grense mot dalfyllingssedimenter. Mellom posisjonene 270 og 288 er refleksjonsmønsteret igjen kaotisk, men avsetningstypen er trolig den samme som mellom posisjonene 200 og 270. Bueformete reflektorer kan representere store foldestrukturer. Grunnvannsspeil kan sees i nivå ca. 149 moh. i områdene 137-166 og 200-267.

P1

Ved utskrift av profilen er dette oppdelt med overlapp (posisjonene 100-130) pga. sterkt varierende signal/støy-forhold langs profilen. Det var derfor nødvendig å anvende forskjellig forsterkning for de to delene av opptaket. Det er valgt kraftigst forsterkning for den østlige del av profilen (posisjon 100-200). I denne delen av opptaket sees støy mellom 700 og 800 ns. Mellom posisjonene 0 (136 moh, 20 m dyp) og 53 (120 moh, 34 m dyp) sees overflaten av en kraftig reflektiv sone som trolig representerer fjell. Grunnvannsspeil sees i nivå 151-152 moh. mellom posisjonene 8 og 36 og i nivå 151 moh. mellom posisjonene 65 og 105. Refleksjonsmønsteret er for det meste hauget til kaotisk mellom posisjonene 0 og 95. Stedvis sees diffraksjoner. Refleksjonsmønsteret indikerer skredmateriale i eller over tektoniserte dalfyllingssedimenter. Mellom posisjonene 110 og 260 er refleksjonsmønsteret kaotisk. Reflektorer kan ikke følges lateralt i en lengde på mer enn max 5 m. Dette området gir inntrykk av å være betydelig tektonisert.

P2

Profilen er målt på tvers av P1. Mulig fjell sees som en svært uregelmessig og delvis diskontinuerlig reflektor mellom posisjonene 55 (nivå 121 moh.) og 141 (nivå 133 moh.). Grunnvannsspeil sees i nivå 150-151 moh. mellom posisjonene 48 og 141. Refleksjonsmønsteret er kaotisk med diffraksjoner. Avsetningstypen utgjøres trolig av dalfyllingssedimenter som er betydelig tektonisert av skred. Diffraksjonene kan representere blokker i avsetningen.

Oppsummering

Opptakene fra Helset indikerer skredavsetninger i de øvre deler av avsetningene med et hauget til kaotisk refleksjonsmønster. Et stedvis mer hauget refleksjonsmønster under skredavsetningene kan indikere tektoniserte dalfyllingssedimenter. Diffraksjoner indikerer innhold av blokker i skredavsetningene.

4.4 Innfjorden

Georadarmålinger er utført langs to kryssende profiler i Innfjorden. Opptak og kartutsnitt med profilplassering er vist i kartbilag –14.

P1

Profilet er målt mellom vei og Innfjordselva. Antatt grunnvannsspeil sees i nivå 11-13 moh. mellom posisjonene 202 og 90. Mulig fjell sees som en svak, uregelmessig og diskontinuerlig reflektor i nivå –6 moh. til –15 moh. mellom posisjonene 211 og 143. Refleksjonsmønsteret er vesentlig kaotisk, stedvis med diffraksjoner. Øvre deler av avsetningen består trolig av skredavsetninger. I nivå –5 til 5 moh. opptrer en sone med kraftig reflektivitet som muligens kan representere grensen ned mot andre avsetningstyper. I øvre deler av haugen avsatt mellom posisjonene 135 og 65 sees stedvis skrå reflektorer som kan representere skredrelaterte skjærsoner i sedimentene.

P2

Profilet er målt på tvers av P1 fra elva og til myra sørøst for veien. Mulig fjell sees som en haugformet reflektor mellom posisjonene 0 og 45 i nivå –15 til –8 moh. Grunnvannsspeil sees som en subhorisontal reflektor i nivå 11-13 moh. gjennom store deler av profilet. En sone med kraftig reflektivitet i nivå –5 til 5 moh. er nevnt også for P1 og kan representere en overgang til annen avsetningstype. Det kaotiske refleksjonsmønsteret i denne sonen kan indikere kraftig tektonisering. Refleksjonsmønsteret over sonen er også kaotisk og kan også representere tektoniserte sedimenter..

Oppsummering

Opptakene i Innfjorden indikerer opptil 10 m mektige avsetninger av skredmateriale og/eller tektoniserte dalfyllingssedimenter. Stedvis sees skjærsoner i sedimentene. Dyp til fjell ligger i området 20-30 m der det kan sees i opptaket. En graving i en av ryggene viste ca. 1-1,5 m skredmasser over tektoniserte, grove elvedsedimenter.

5. KONKLUSJON

Georadarmålinger er utført ved 8 lokaliteter i Møre og Romsdal. Hensikten med målingene var å kartlegge strukturer og avsetningstyper i forbindelse med store fjellskred.

Ved alle lokaliteter som er undersøkt viser georadaropptakene et mest kaotisk refleksjonsmønster der det antas å være skredavsetninger. Stedvis sees diffraksjoner i dette mønsteret som kan indikere blokker i undergrunnen. En blanding av hauget og kaotisk refleksjonsmønster er tolket å representere skredavsetninger og tektoniserte dalfyllingssedimenter. I disse sedimentene sees stedvis skjærsoner dannet i forbindelse med nedslag av store fjellskred. Ved noen få lokaliteter er overgangen til antatt upåvirkete dalfyllingssedimenter indikert ved et mest hauget refleksjonsmønster.

Opptakene viser at fjellskred er kompliserte hendelser som tektoniserer eldre sedimenter og som avsetter skredmateriale med store blokker i lang avstand fra selve nedslagene.

6. REFERANSER

- Anda, E. & Blikra, L.H. 1998: Rock-avalanche hazard in Møre & Romsdal, Western Norway. *I: Hestnes, E. (Red.) 25 years of Snow Avalanche Research, Voss 12-16 May 1998. Norges Geotekniske Institutt Publikasjon 203, 53-57.*
- Annan, A.P. & Cosway, S.W. 1992: Ground penetrating radar survey design. *Paper prepared for the annual meeting of SAGEEP, Chicago, April 26-29-1992.*
- Furseth, A. 1998: Skred på nordvestlandet. Upublisert foreløpig rapport til NGU. 28 s.
- Mauring, E., Blikra, L.H. & Tønnesen, J.F. 1998: Refraksjonsseismiske målinger i Tafjord, Møre og Romsdal. *NGU Rapport 97.186.*

GEORADAR - METODEBESKRIVELSE

Georadar er en elektromagnetisk målemetode som kan benyttes til undersøkelse av lagdeling og strukturer i grunnen. Med en spesiell antenne sendes elektromagnetiske bølgepulser ned i jorda. En del av bølgeenergien blir reflektert tilbake til overflaten når bølgepulsen treffer en grense som representerer en endring i mediets dielektriske egenskaper. Resten av energien vil fortsette nedover og det kan fås reflekterte signaler fra en rekke grenseflater. Refleksjonene kan registreres med en mottakerantenne på overflaten. De mottatte signaler overføres til en kontrollenhet for forsterkning (og digitalisering ved digital georadar). Signalene sendes derfra til skriver (ved analog georadar) eller PD (digital georadar). Fra en utskrift av et georadar-opptak kan toveis gangtid (t_{2v}) til de forskjellige reflektorene avleses. For å bestemme virkelig dyp til en reflektor må bølgehastigheten (v) i overliggende medium være kjent eller kunne bestemmes.

Bølgehastigheten kan bestemmes ved CDP-målinger ('common depth-point'). Slike målinger utføres ved å flytte sender- og mottakerantenne skrittvis og like langt ut til hver side fra et fast midtpunkt og registrere for hver ny posisjon. Refleksjoner vil da ideelt sett komme fra samme punkt på en reflektor som er planparallell med overflaten. Når antenneavstanden øker, vil reflekterte bølger få lenger gangvei og økning i gangtid. Denne økning i gangtid kan det ved digitale opptak kompenseres for ved å utføre NMO-korreksjon ('normal move-out'). Størrelsen på korreksjonen er avhengig av antenneavstand, toveis gangtid og bølgehastighet i materialet over reflektoren. Et CDP-opptak korrigeres med forskjellige hastigheter, og den hastighet som etter NMO-korreksjon gir best amplitude etter summering av trasene, angir radarbølgehastigheten i mediet.

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

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

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

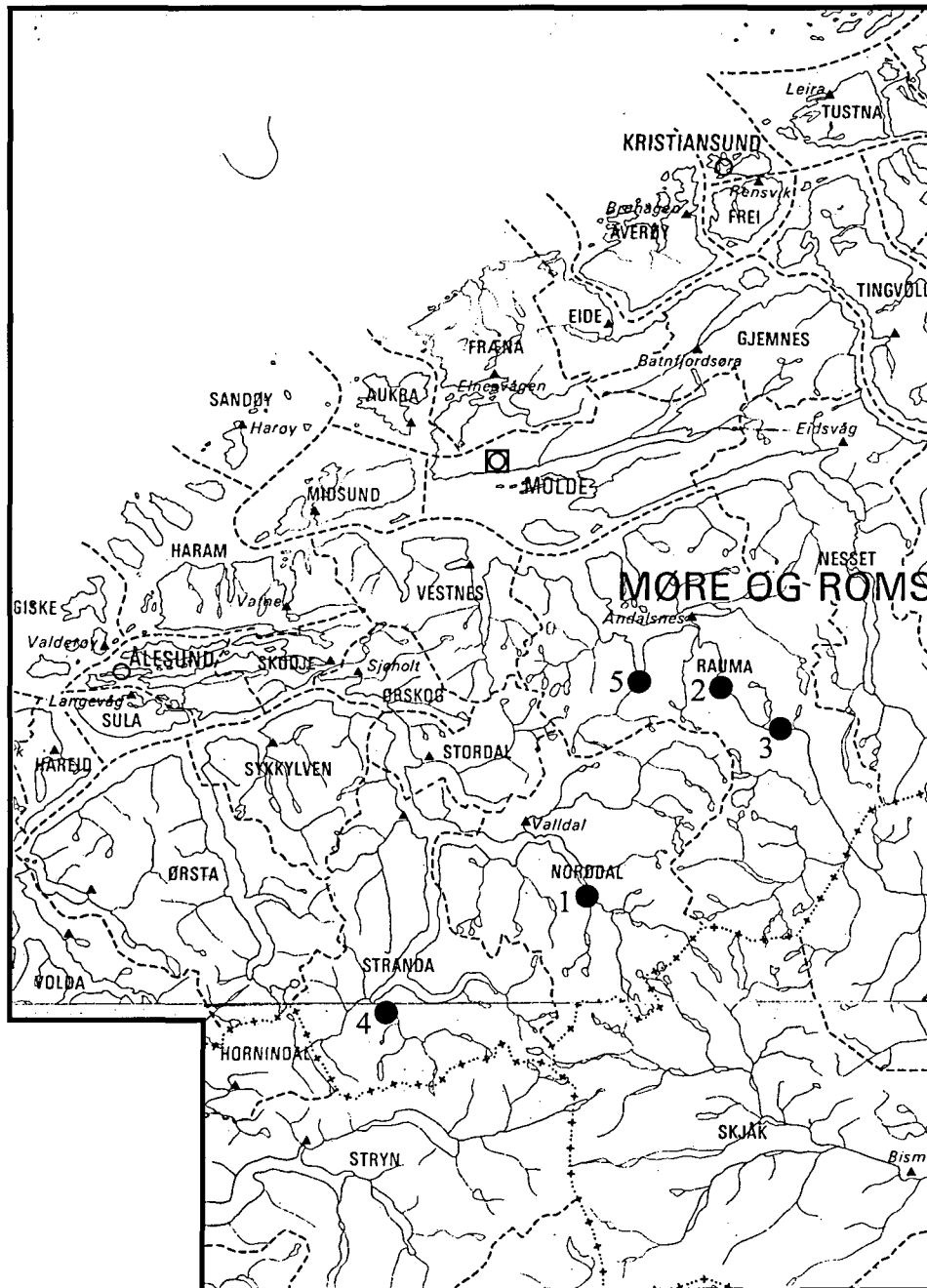
$$\epsilon_r = \left(\frac{c}{v}\right)^2$$

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

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



UNDERSØKTE LOKALITETER

- 1: Storelva og Jimdalen, Tafjord
- 2: Rønningen, Kvernagrove og Trollveggen, Romsdalen
- 3: Skiri, Romsdalen
- 4: Helset, Hellesylt
- 5: Innfjorden

NGU
OVERSIKTSKART

UNDERSØKTE LOKALITETER

MØRE OG ROMSDAL

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:1 mill.

MÅLT JFT/TL

TEGN EM

TRAC

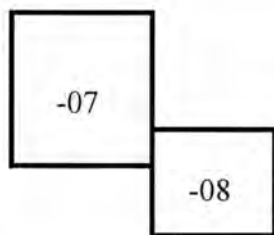
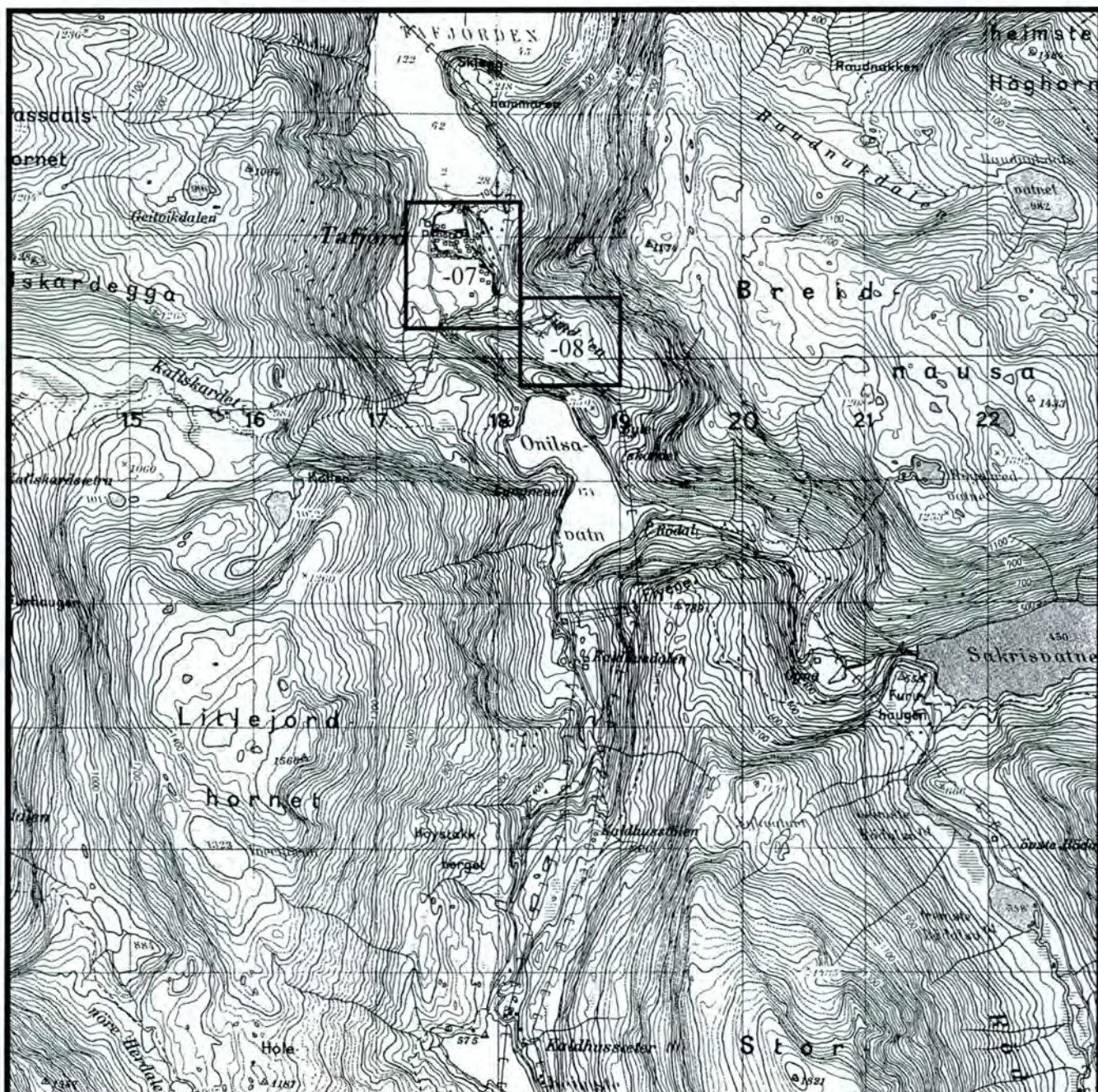
KFR

Aug. -96,-97

Feb. -98

TEGNING NR
98.047-01

KARTBLAD NR



Utsnitt vist i kartbilag -07 og -08

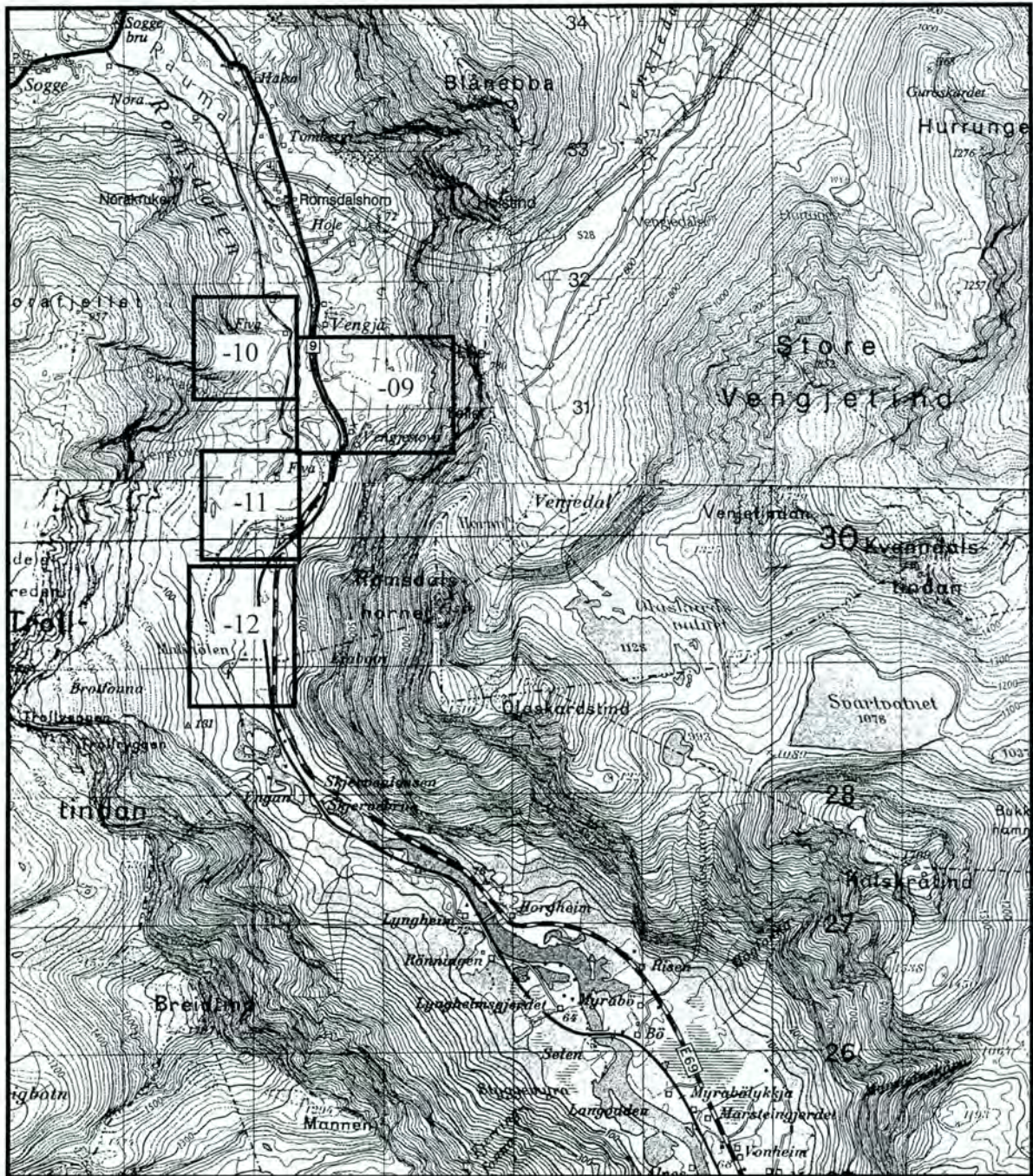
NGU
 OVERSIKTSKART
 STORELVA OG JIMDALEN, TAFJORD
 NORDDAL KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL

MÅLESTOKK 1:50 000	MÅLT JFT	Aug. -96,-97
	TEGN EM	Feb. -98
	TRAC	
	KFR	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR
 98.047-02

KARTBLAD NR
 1319 III



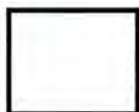
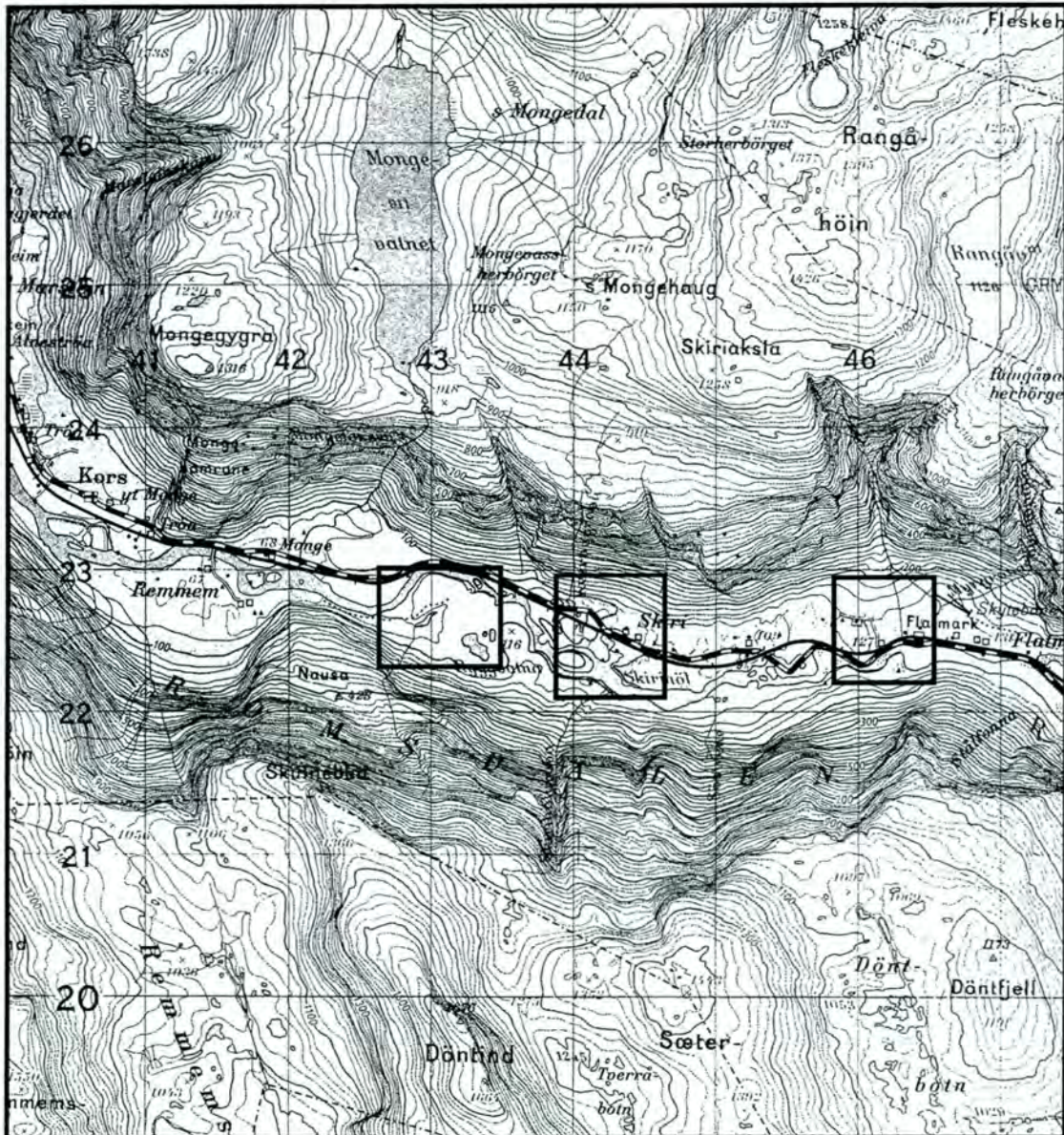
Utsnitt vist i kartbilag -10

NGU
 OVERSIKTSKART
**RØNNINGEN, KVERNAGROVE
 OG TROLLVEGGEN, ROMSDALEN**
 RAUMA KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL

MÅLESTOKK 1:50 000	MÅLT JFT	Aug. -96,-97
	TEGN EM	Feb. -98
	TRAC	
	KFR	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR 98.047-03	KARTBLAD NR 1319 I, 1320 II
-------------------------	--------------------------------



Utsnitt vist i kartbilag -12

NGU
OVERSIKTSKART

SKIRI, ROMSDALEN

RAUMA KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:50 000

MÅLT TL Aug. -96

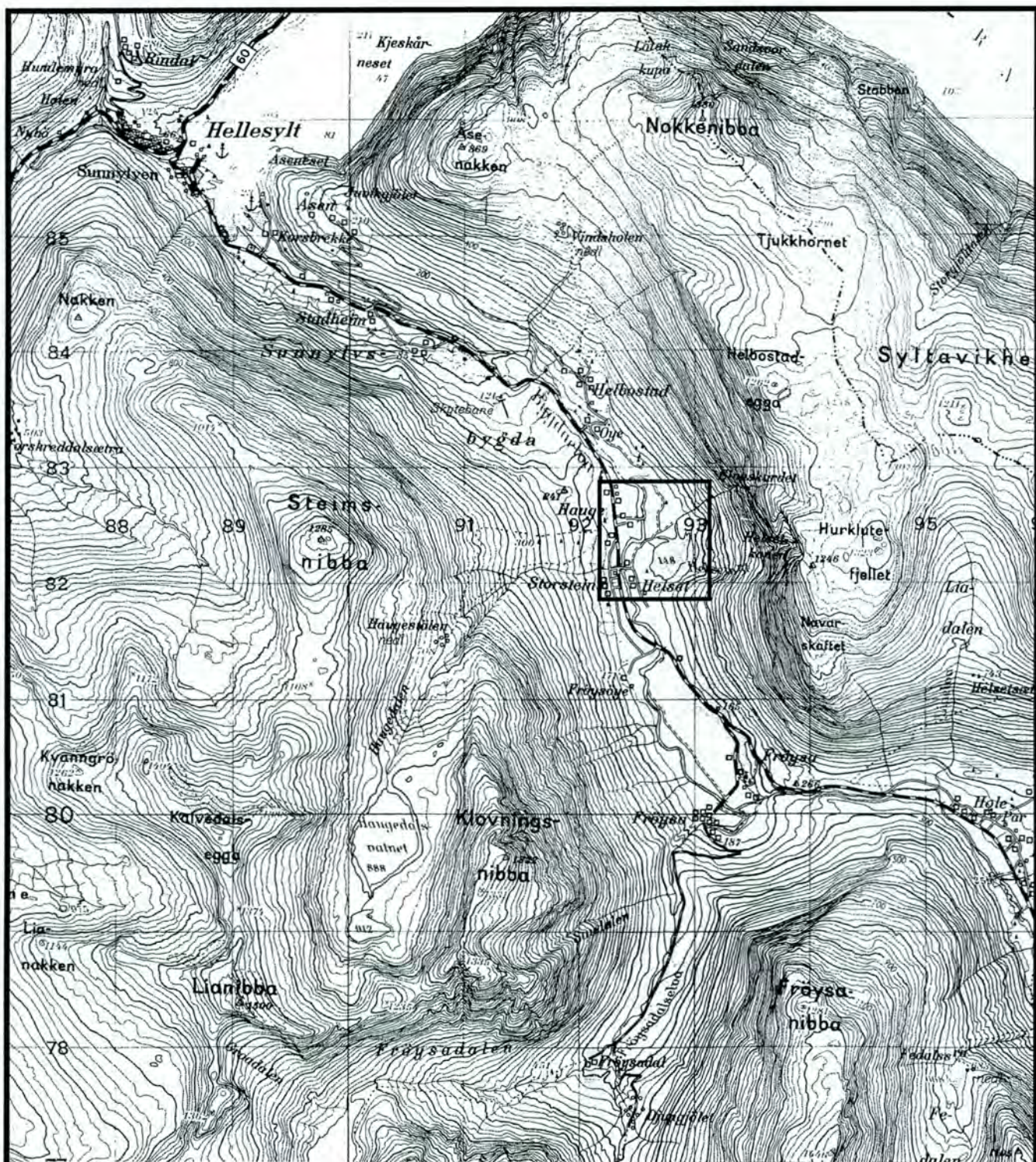
TEGN EM Feb. -98

TRAC

KFR

TEGNING NR
98.047-04

KARTBLAD NR
1319 I



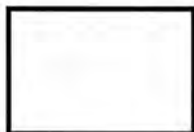
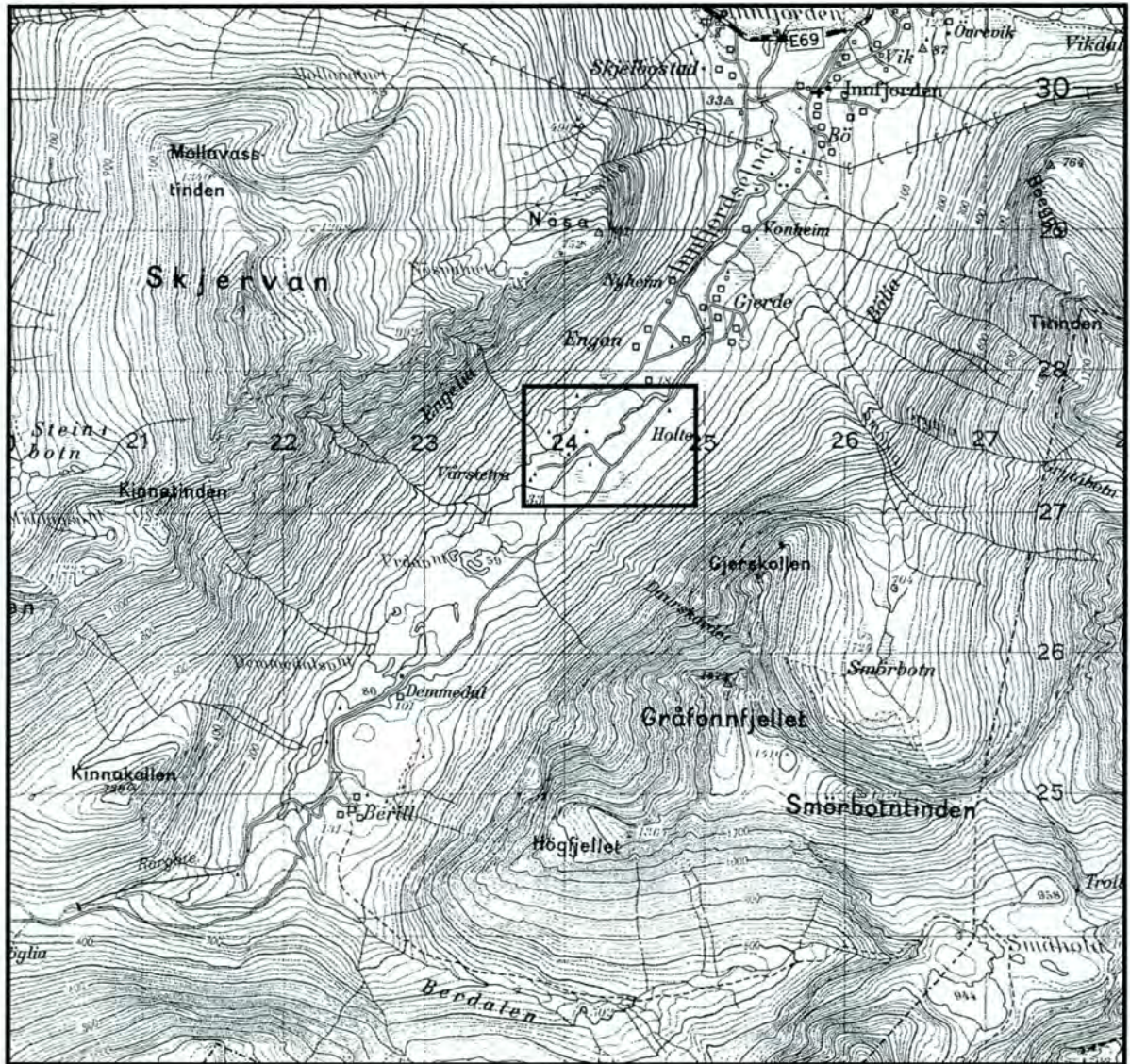
Utsnitt vist i kartbilag -13

NGU
 OVERSIKTSKART
HELSET, HELLESYLT
 STRANDA KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL

MÅLESTOKK 1:50 000	MÅLT JFT	Aug. -97
	TEGN EM	Feb. -98
	TRAC	
	KFR	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR 98.047-05
 KARTBLAD NR 1219 II



Utsnitt vist i kartbilag -14

NGU
OVERSIKTSKART

INNFJORDEN

RAUMA KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:50 000

MÅLT JFT

TEGN EM

TRAC

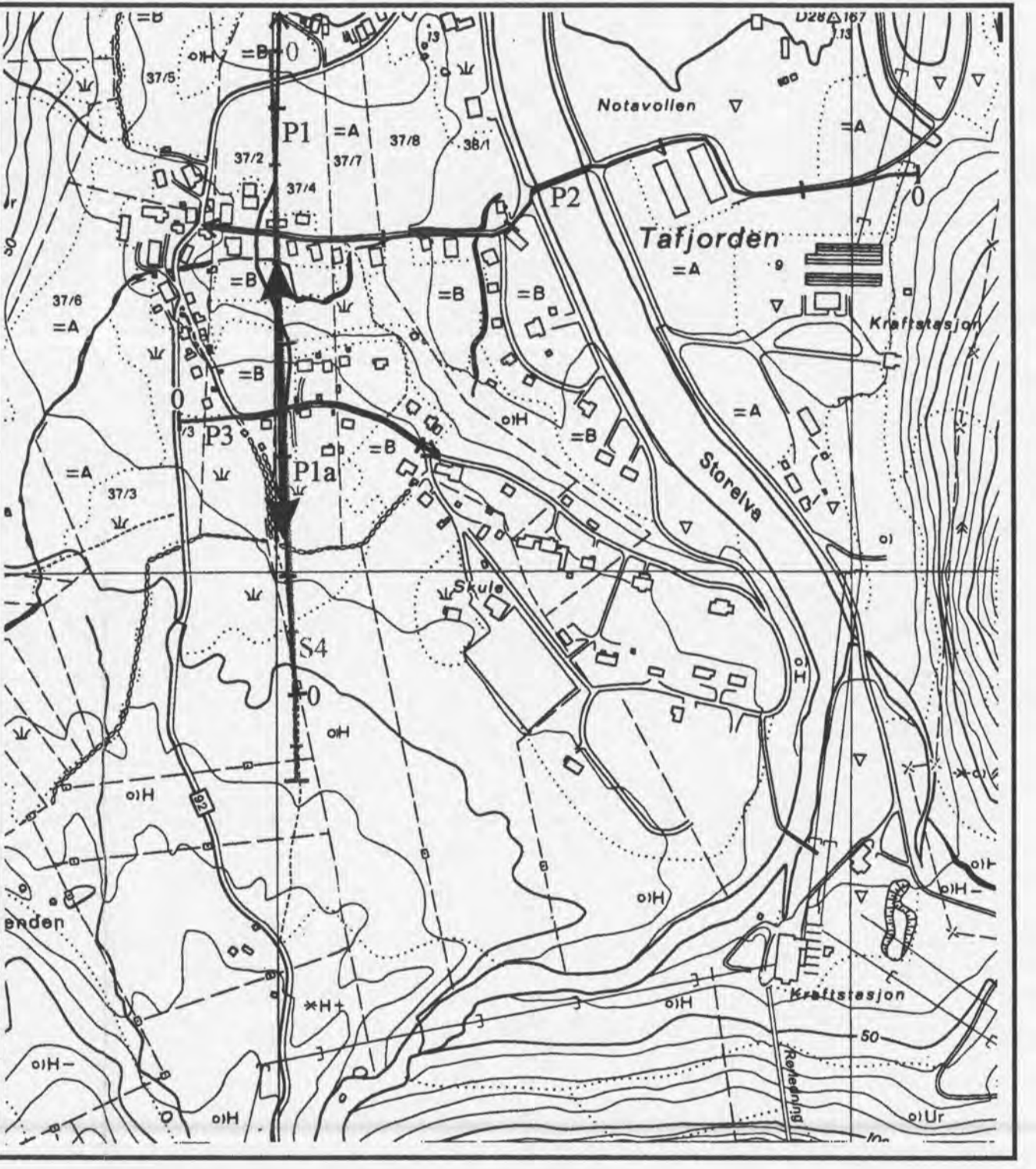
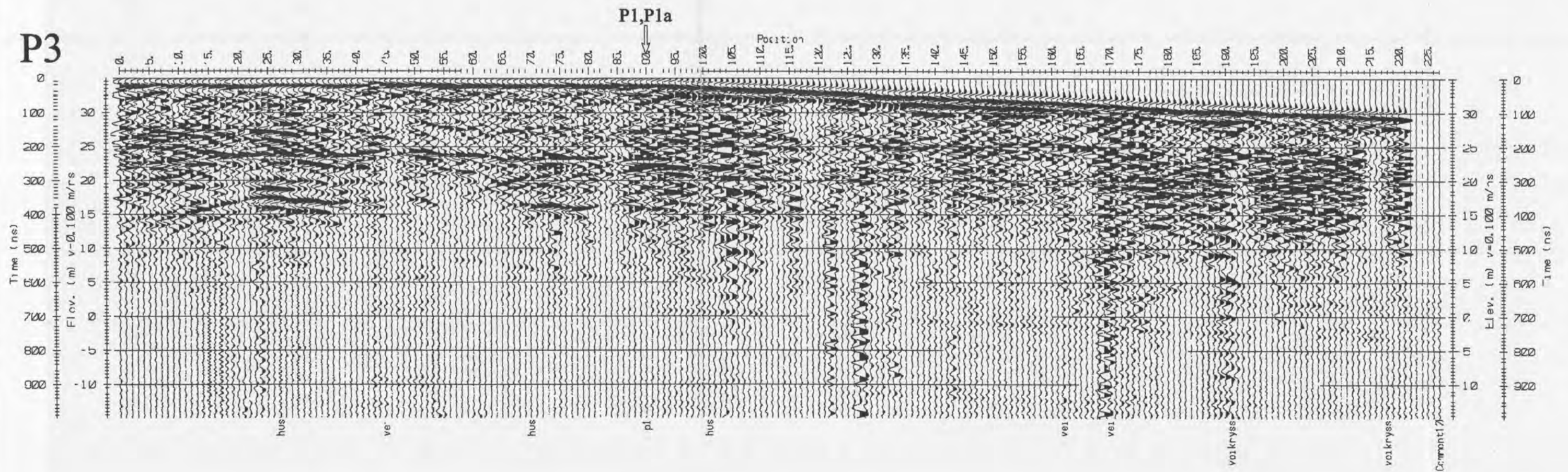
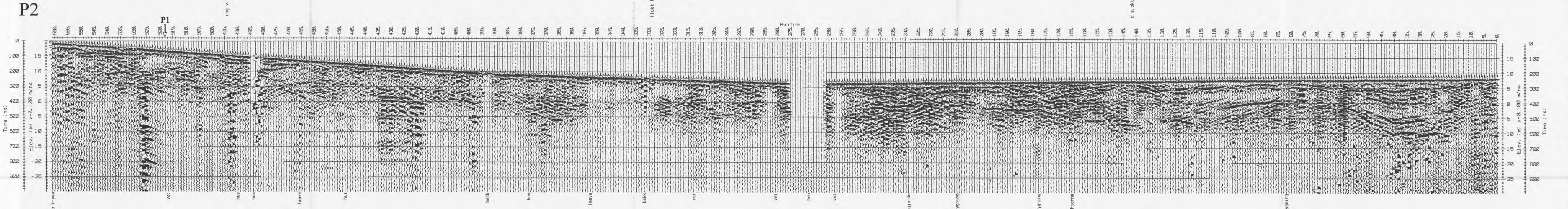
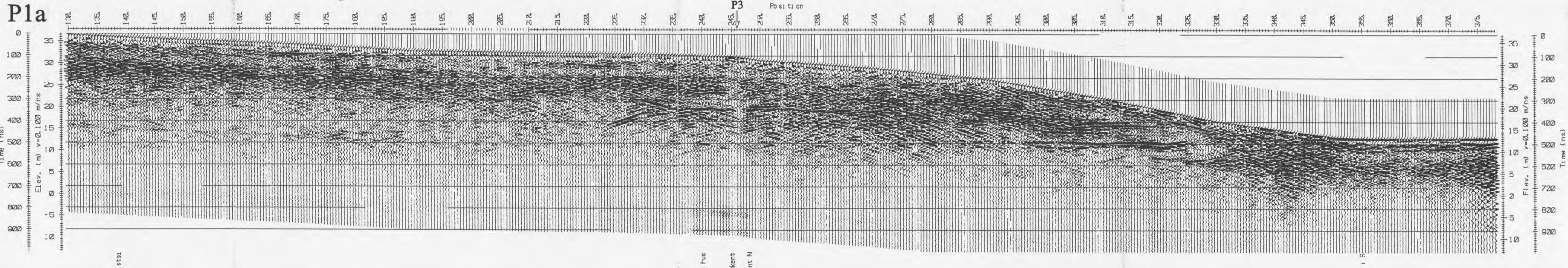
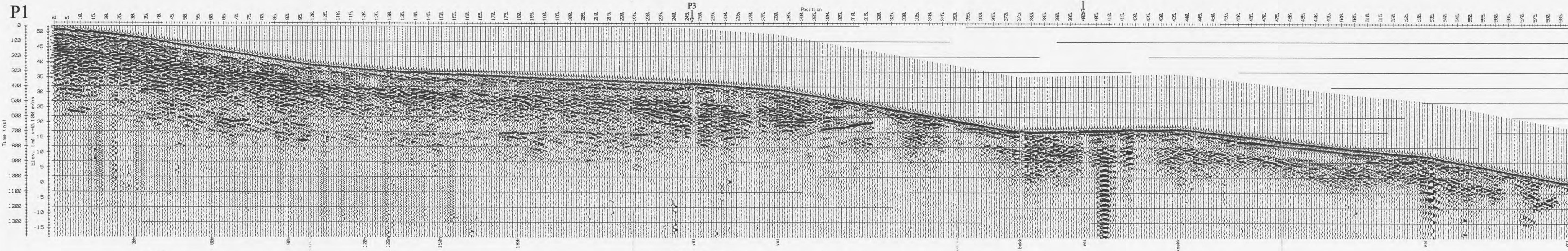
KFR

Aug. -97

Feb. -98

TEGNING NR
98.047-06

KARTBLAD NR
1319 IV



0
S4
↑
↓
P1a
P3

Refraksjonseismisk profil (Mauring et al. 1998) med startposisjon og markering for hver 100 meter

Georadarprofil, remålt med flyttavstand på 0,5 m og nivellering

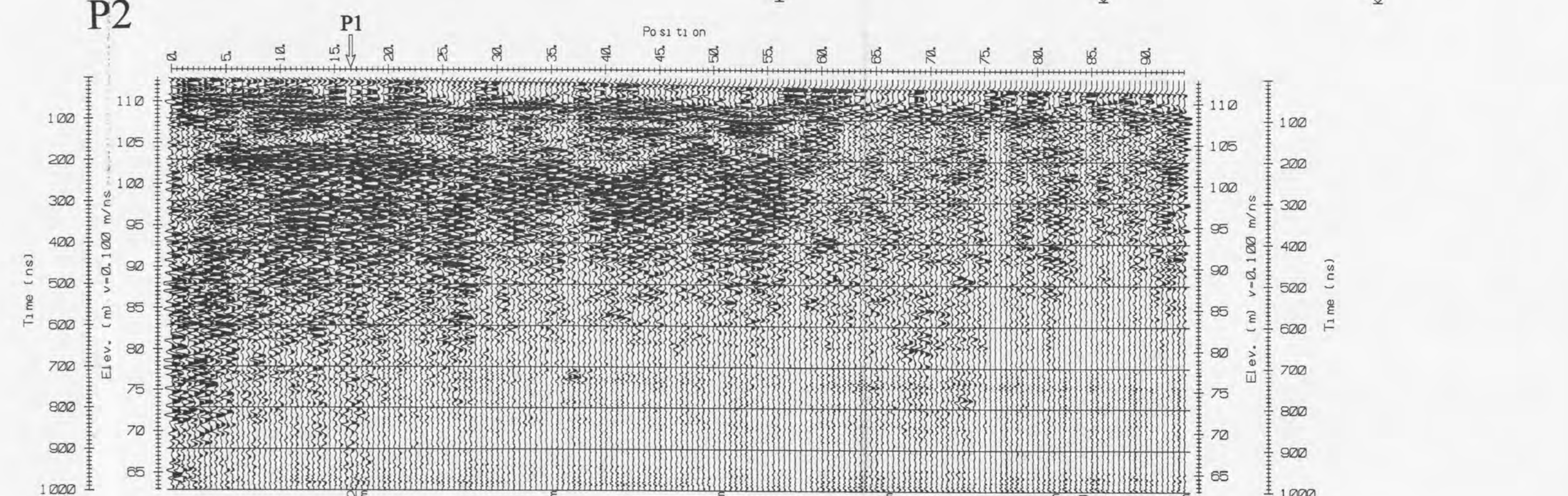
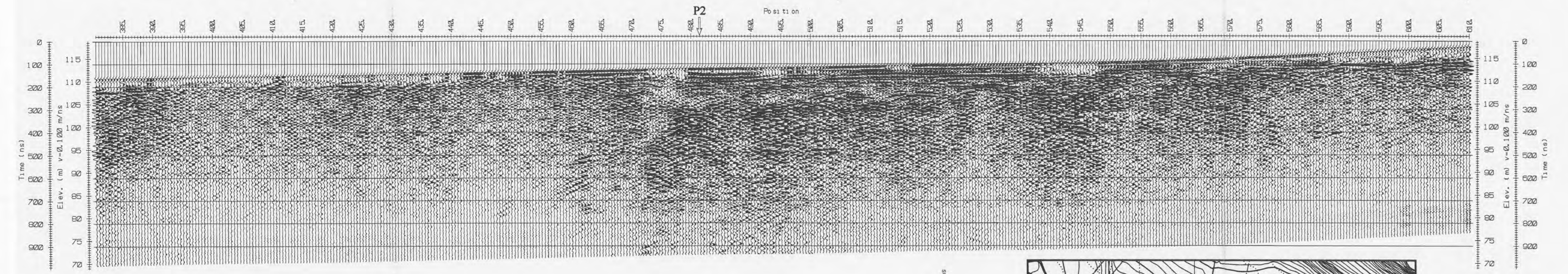
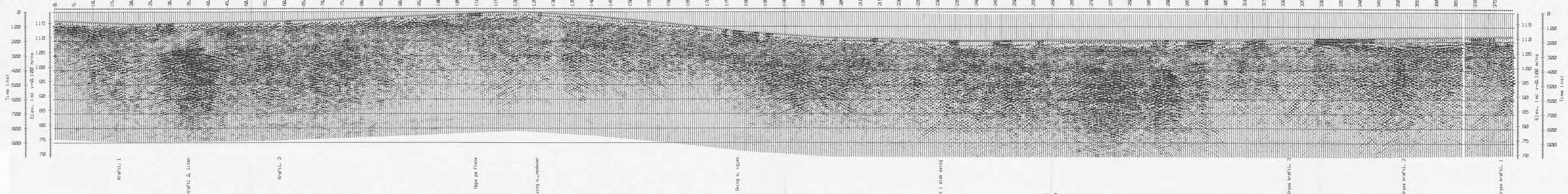
Kryssende profil

0
P3
↑
↓

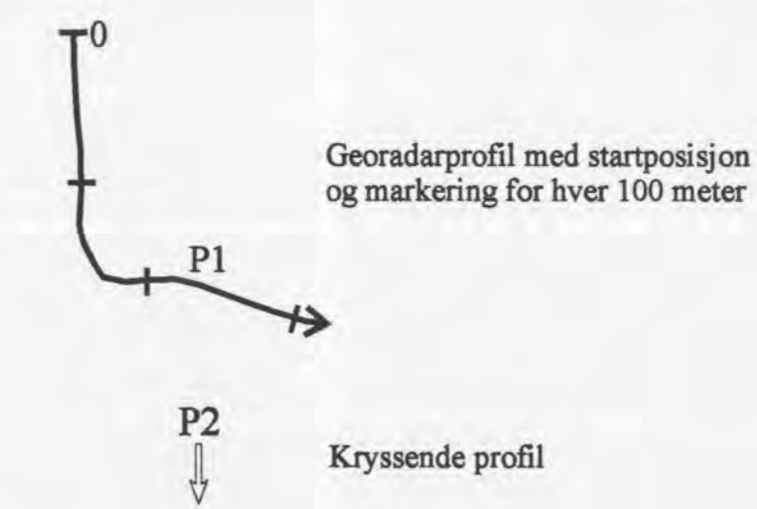
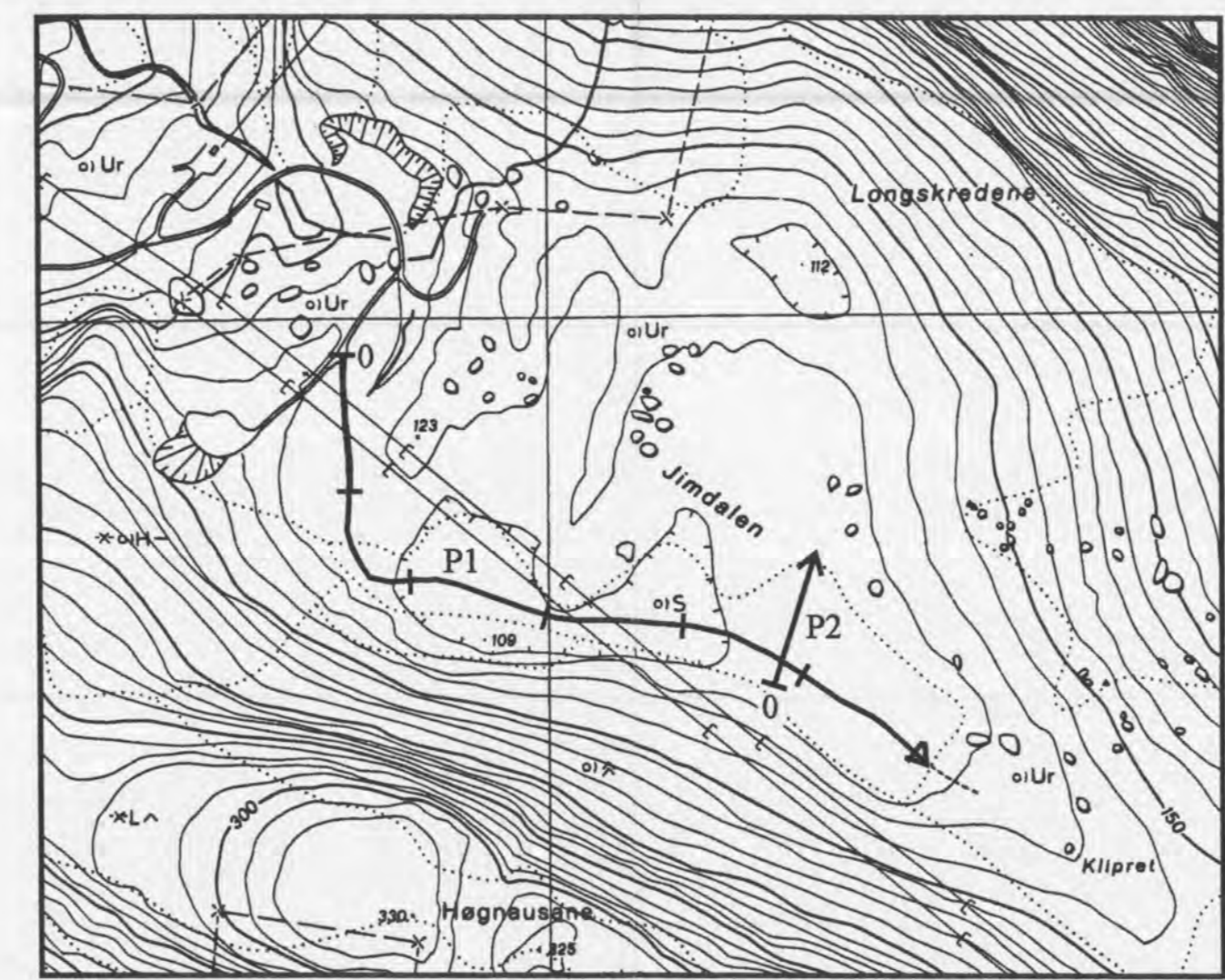
Georadarprofil med startposisjon og markering for hver 100 profilermeter

NGU GEORADAROPPTAK P1, P2, P3 STORELVA, TAFJORD NORDDAL KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL	MÅLESTOKK 1:5000 (kart)	MÅLT TL TEGN EM TRAC	Aug.-96,-97 Feb.-98
	NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 98.047-07	KARTBLAD NR 1319 III

P1

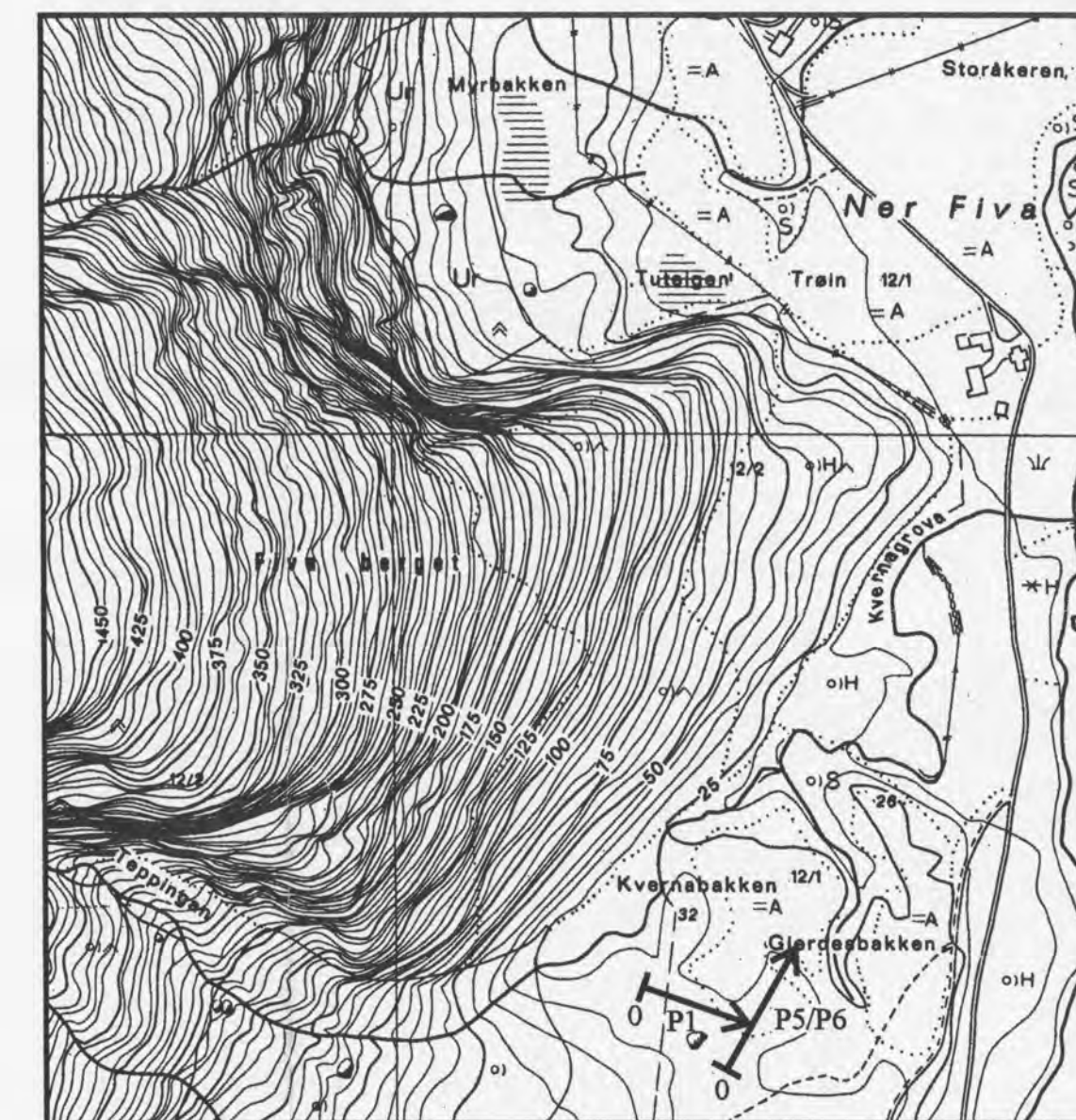
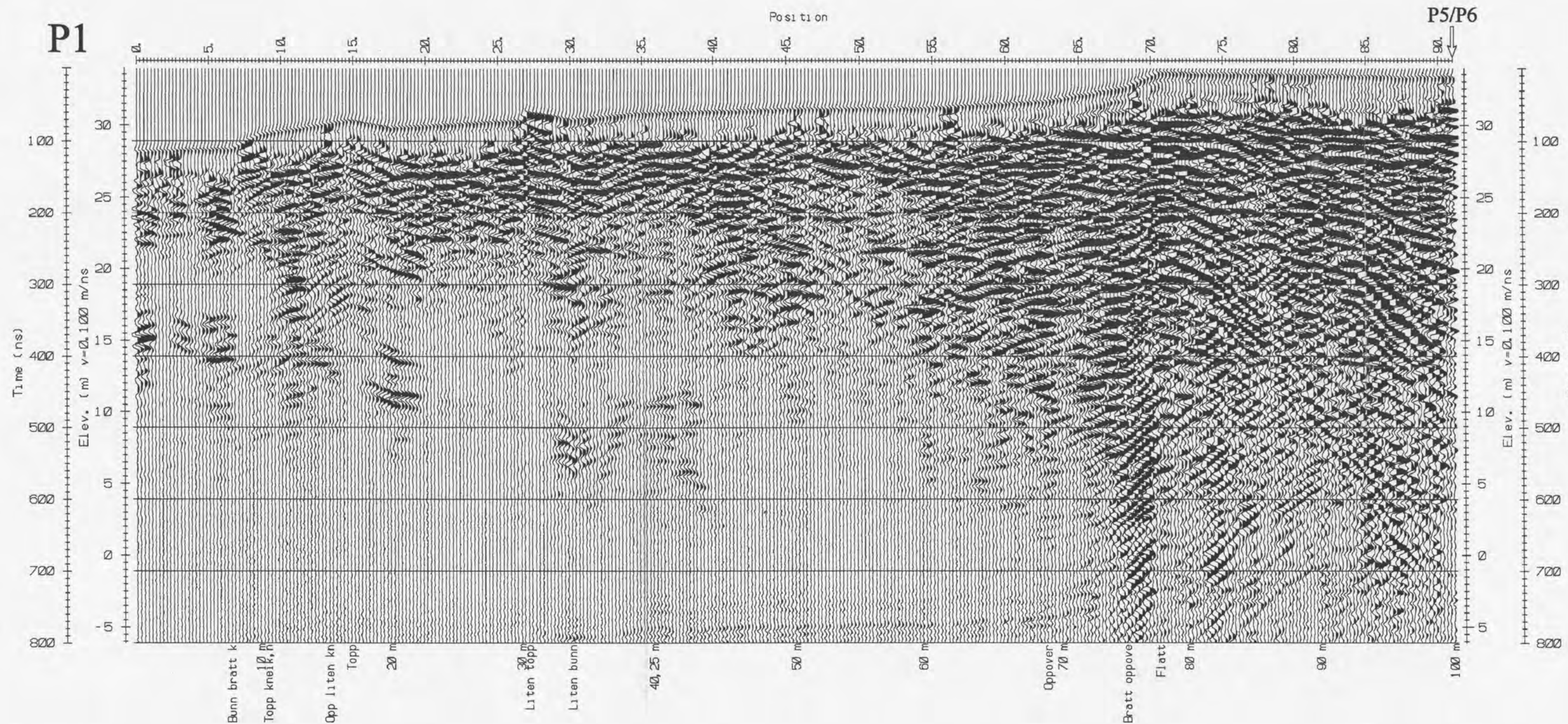


Pos., 500, fukt mas



NGU GEORADAROPPTAK P1 OG P2 JIMDALEN, TAFJORD NORDDAL KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL	MÅLESTOKK 1:5000 (Kart)	MÅLT JFT TEGN EM TRAC KFR KONF	Aug. -97 Feb. -98
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 98.047-08	KARTBLAD NR 1319 III	

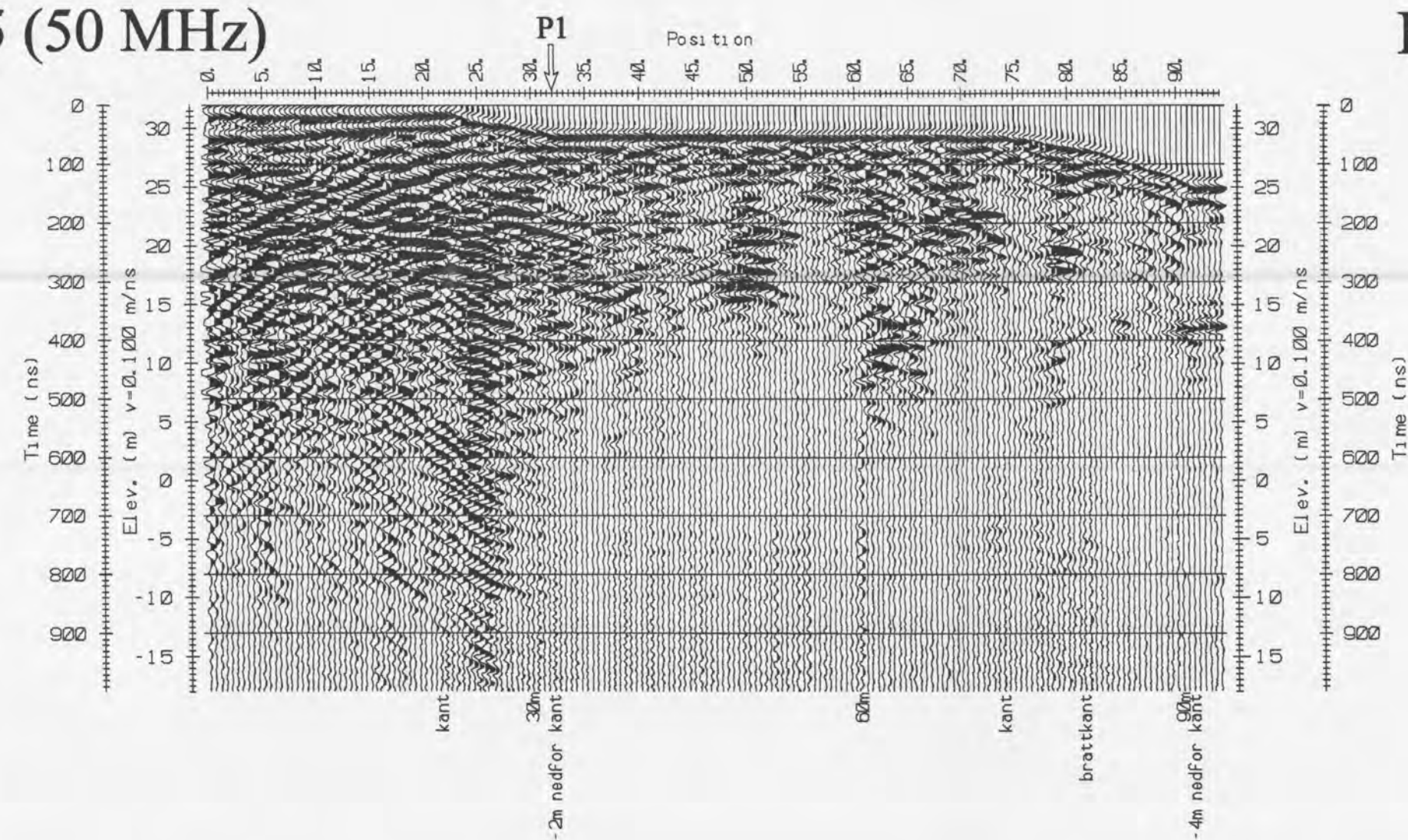
P1



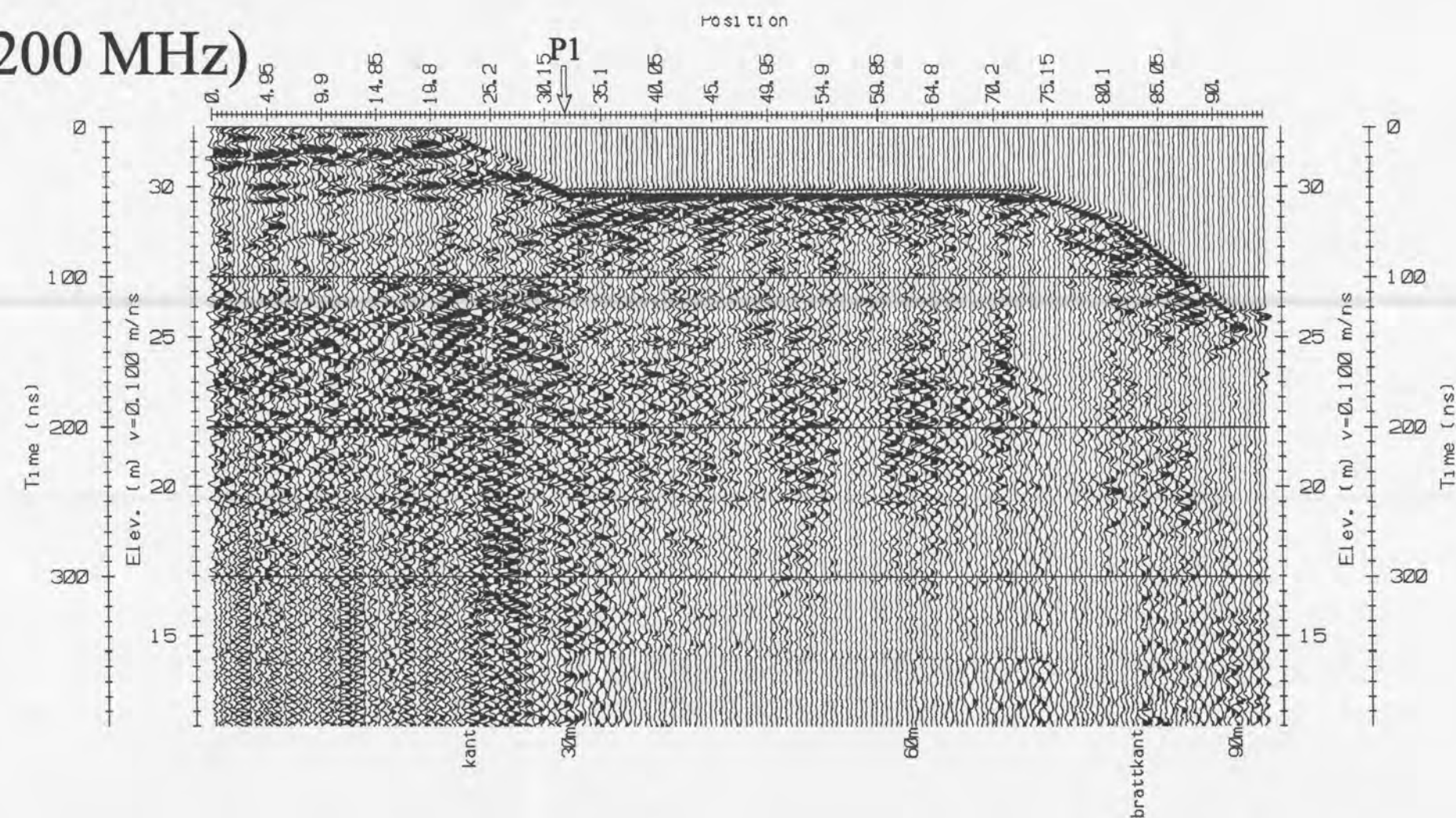
0 P1 → Georadaropptak med startposisjon

P1 ↓
Kryssende profil

P5 (50 MHz)

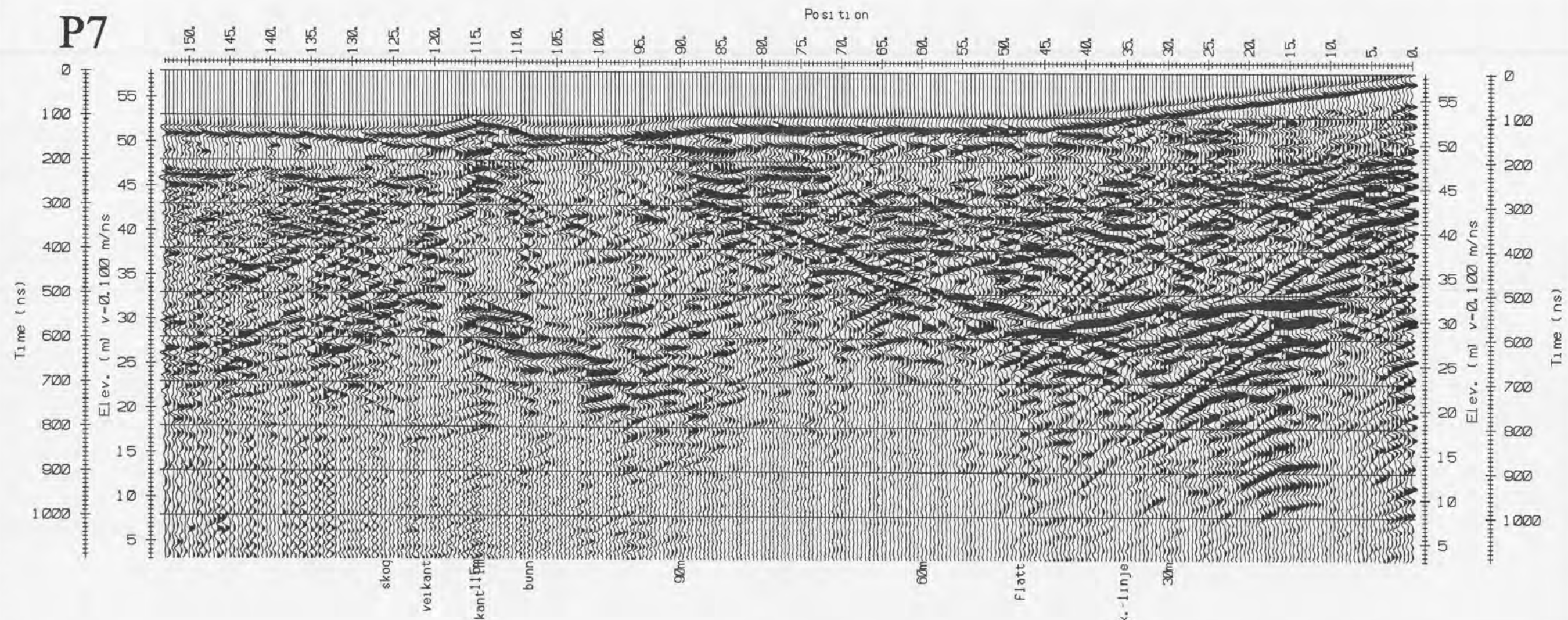
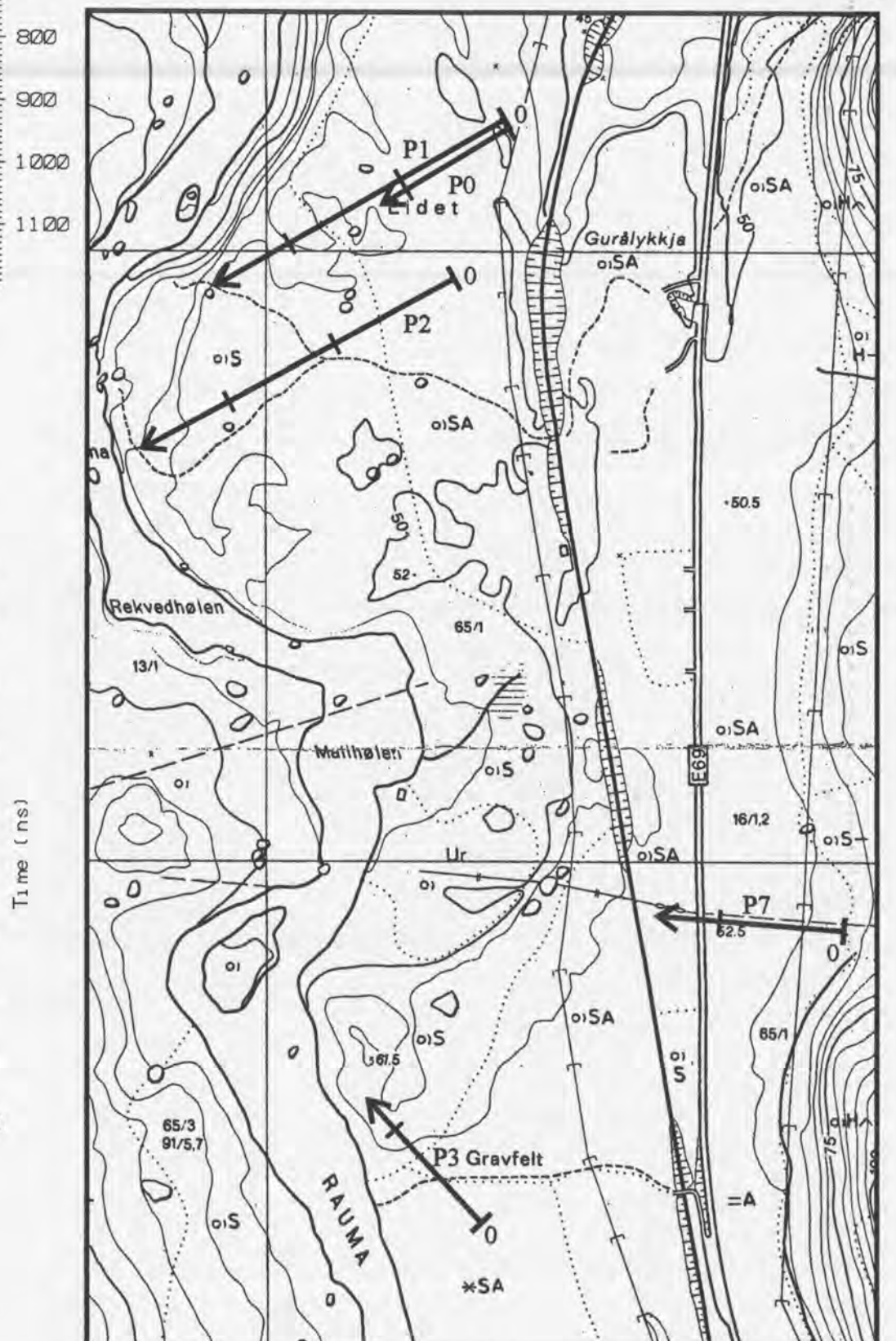
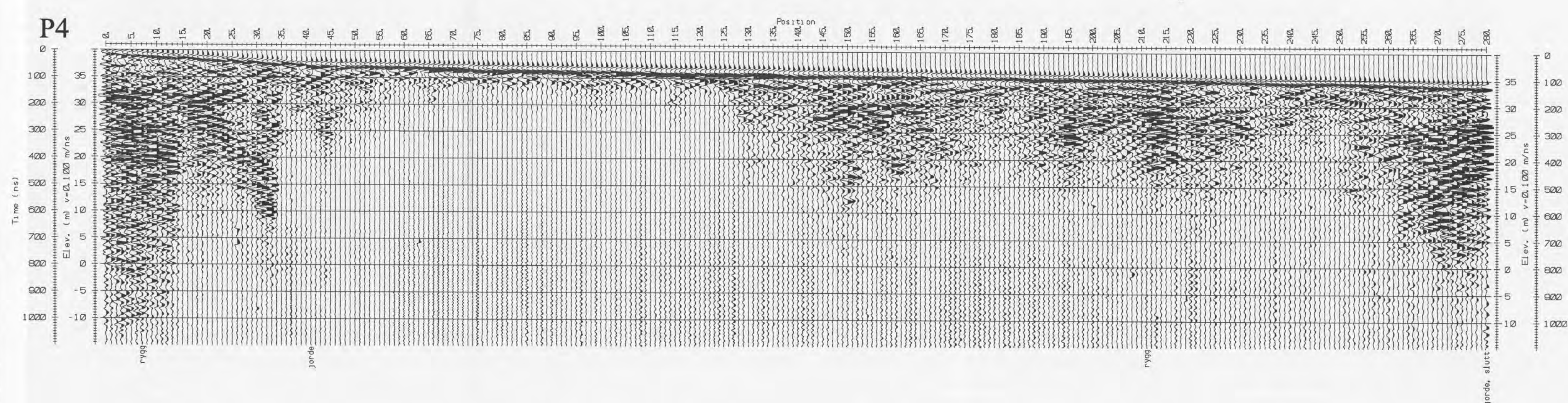
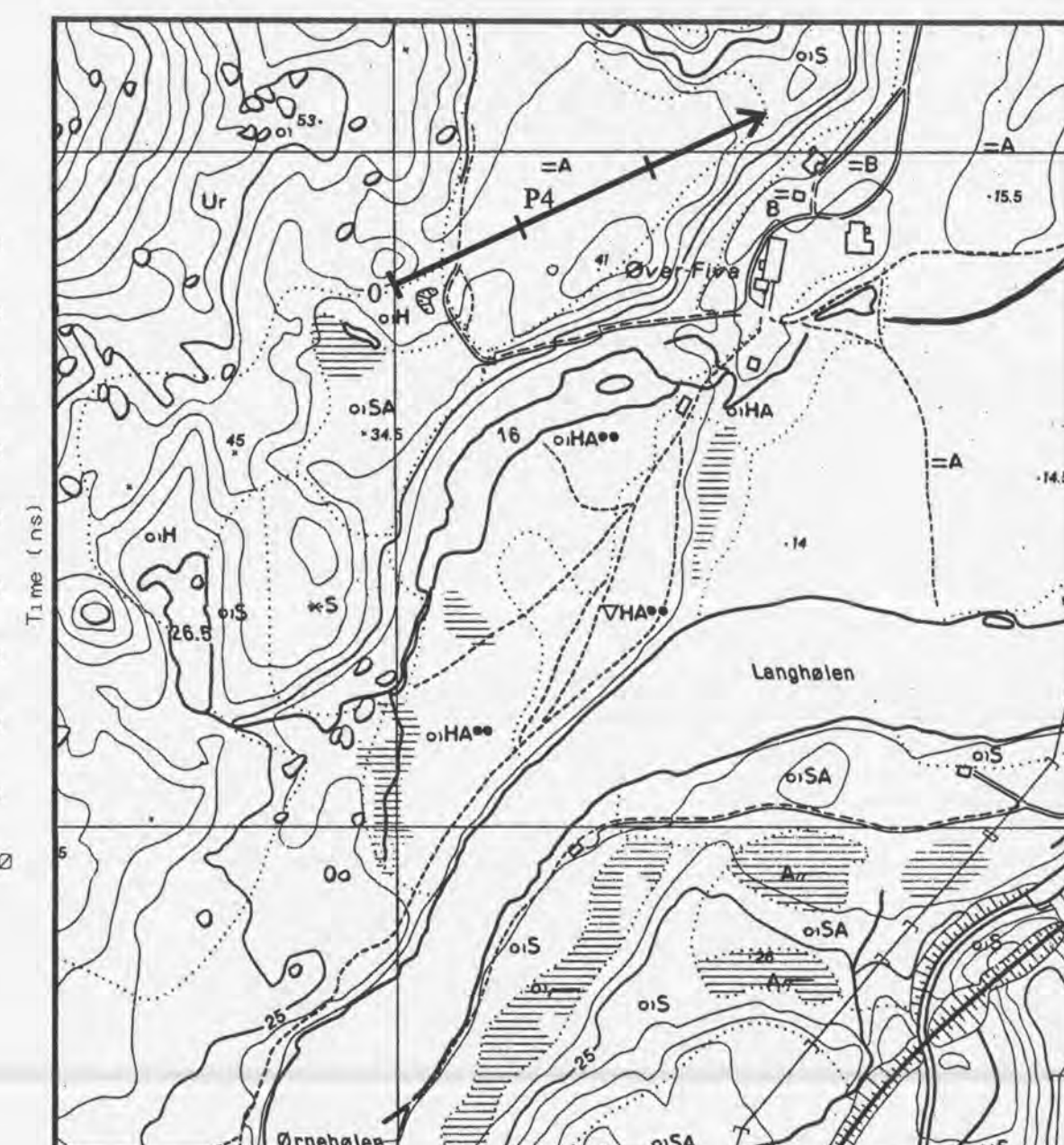
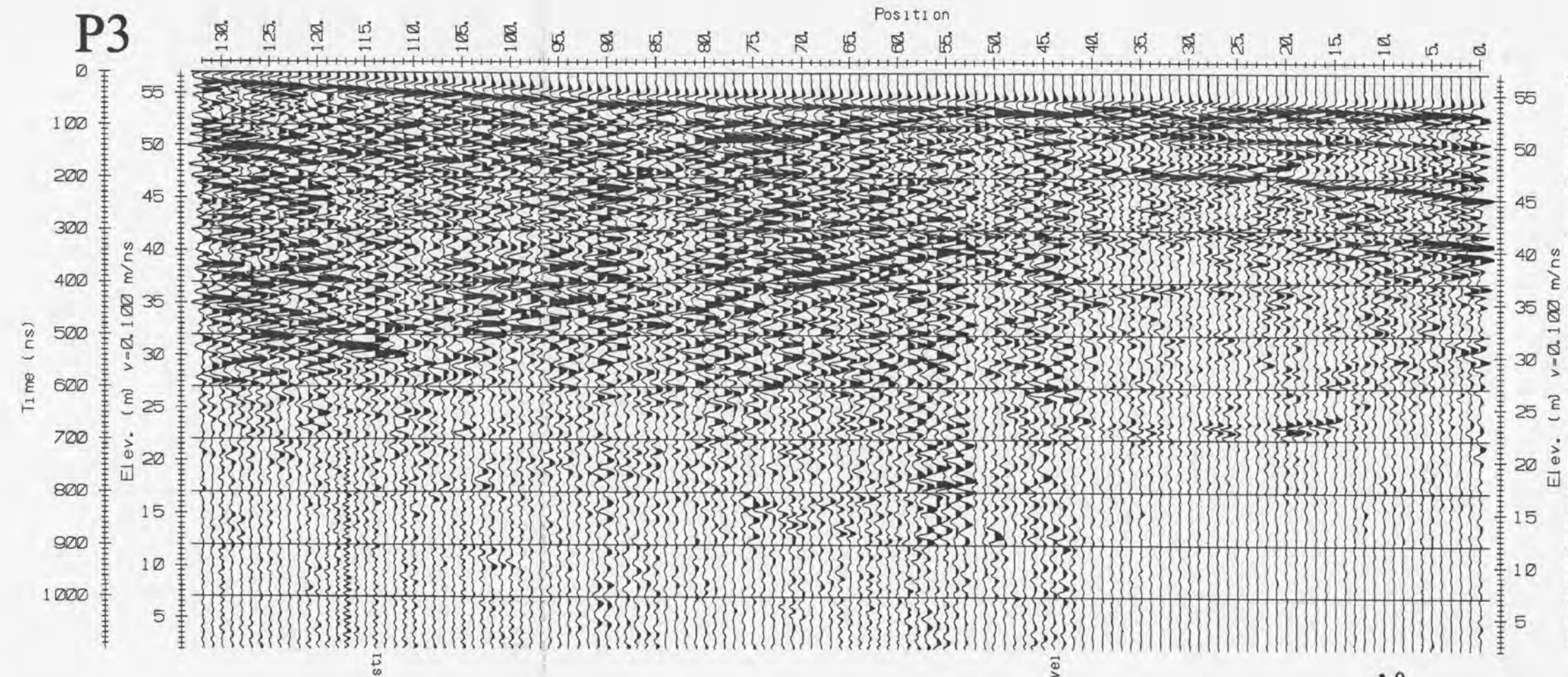
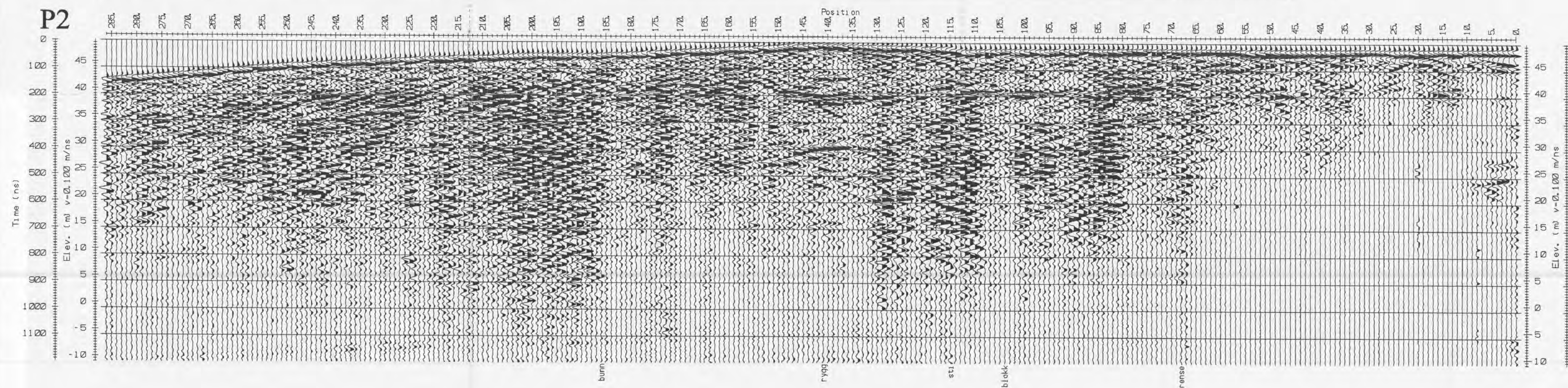
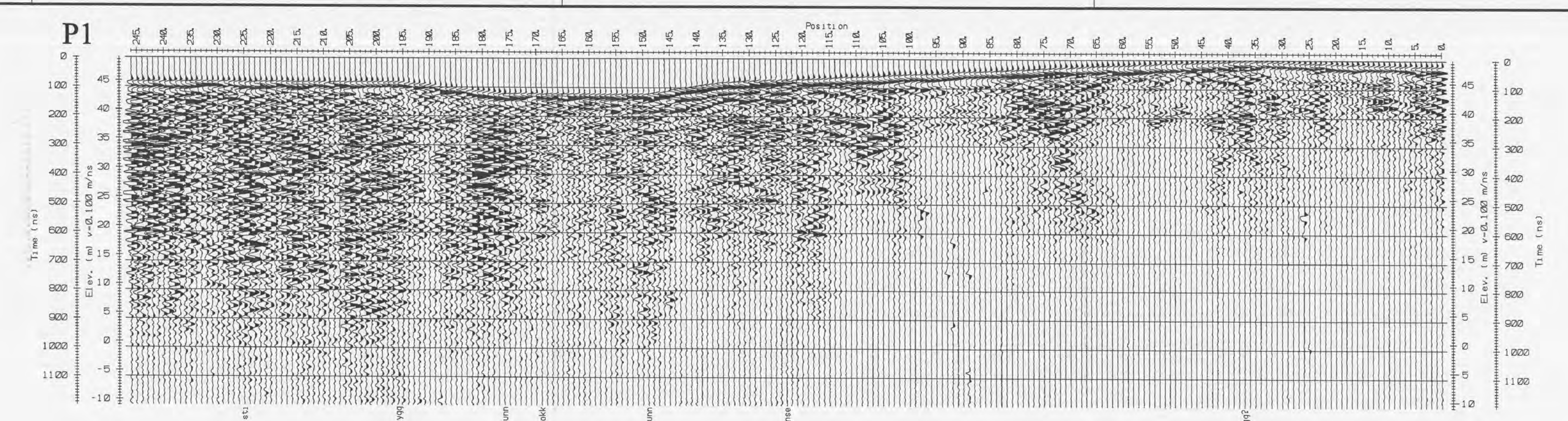
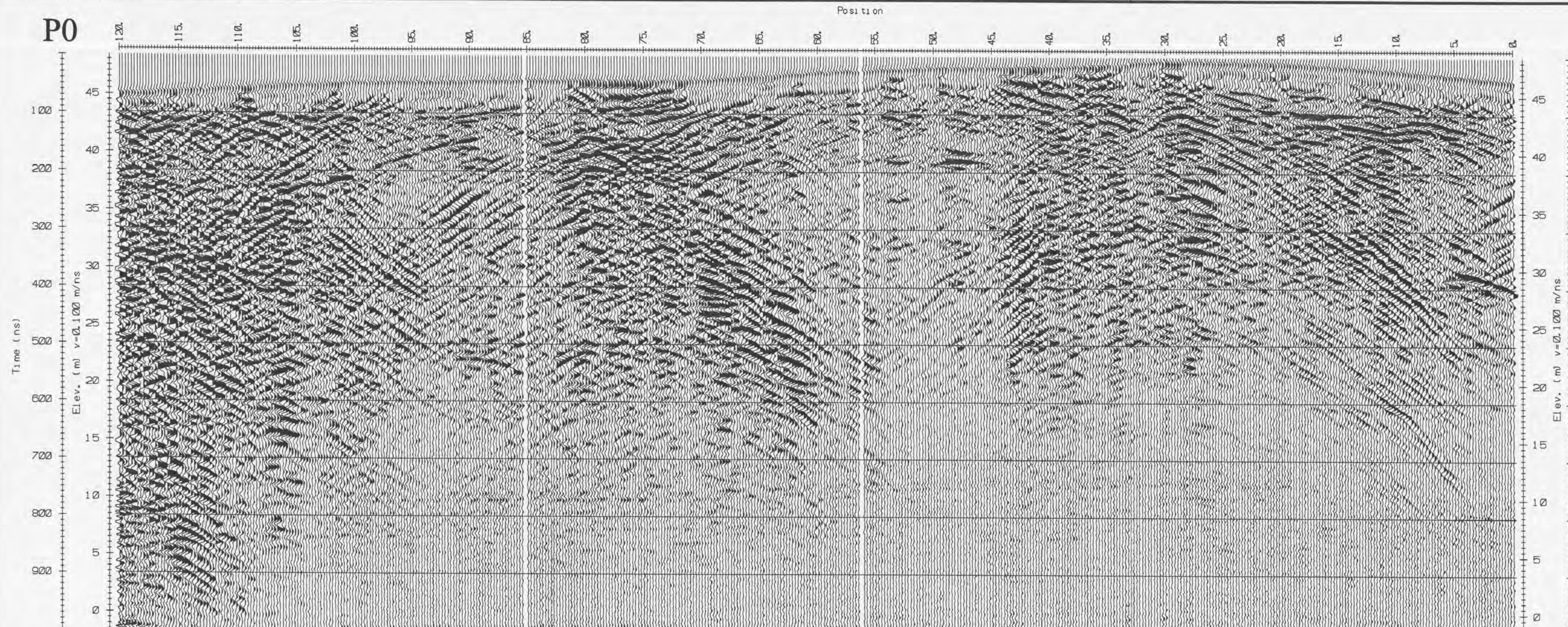


P6 (200 MHz)



NGU
GEORADAROPPTAK P1, P5 OG P6
KVERNAGROVE
RAUMA KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

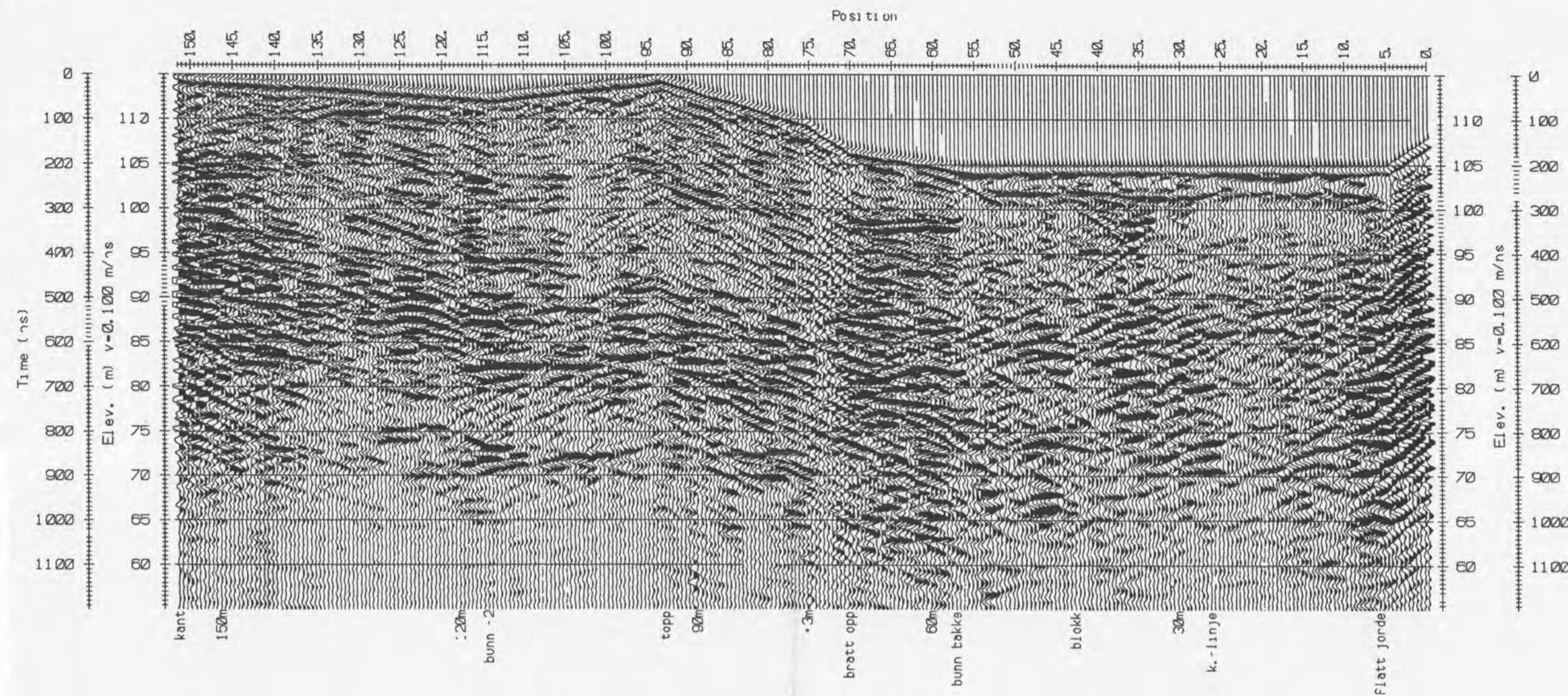
MÅLESTOKK	MÅLT JFT	Aug. -96,-97
1:5000 (Kart)	TEGN EM	Feb. -98
	TRAC	
	KFR	
TEGNING NR 98.047-10	KARTBLAD NR 1320 II	



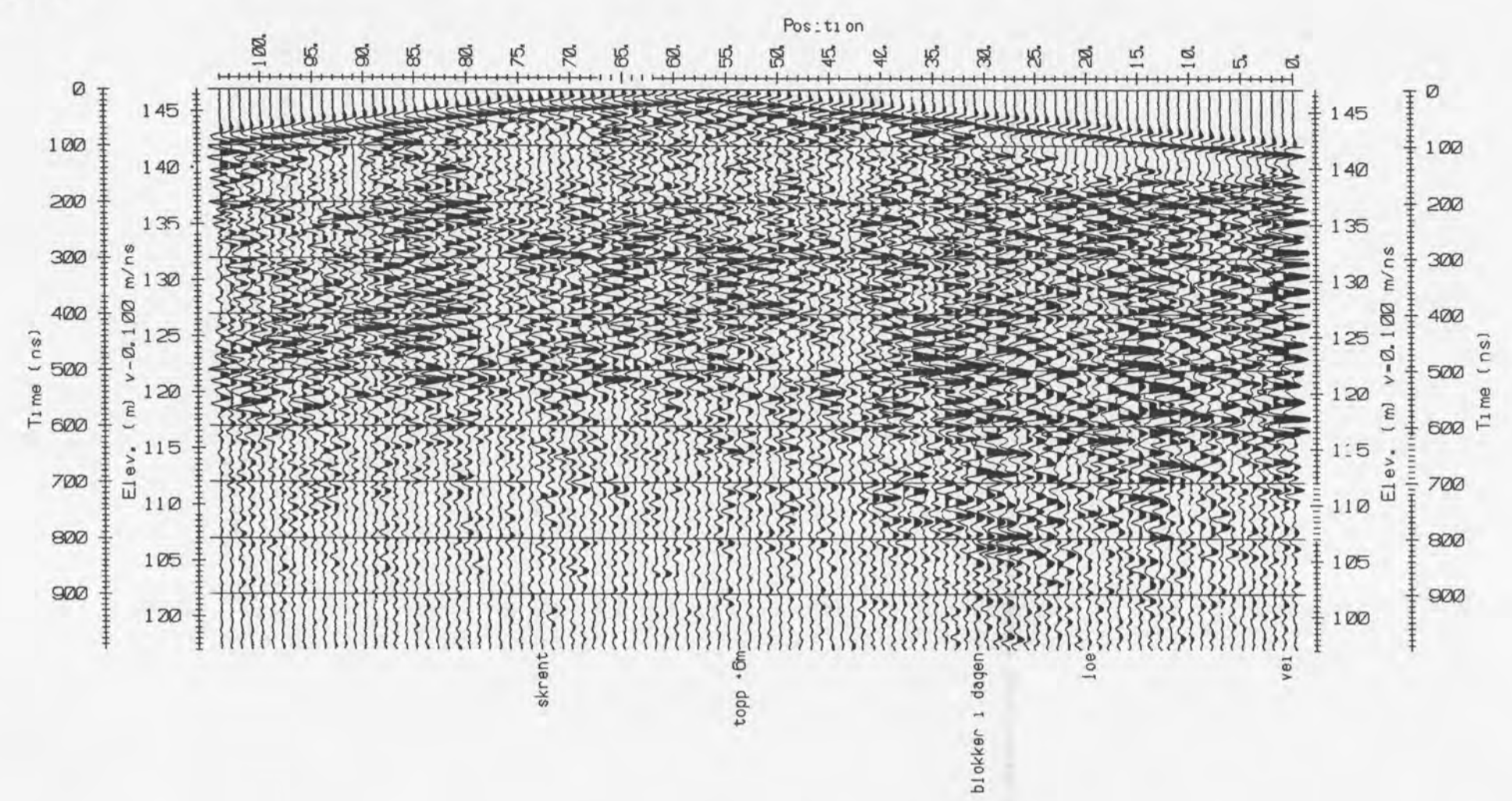
Georadaropptak med startposisjon og markering for hver 100 profiler

NGU GEORADAROPPTAK P0, P1, P2, P3, P4 OG P7 TROLLVEGGEN RAUMA KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	Aug. -96,-97
	1:5000 (Kart)	TEGN EM	Feb. -98
		TRAC	
	TEGNING NR	KARTBLAD NR	
	98.047-11	1319 I	

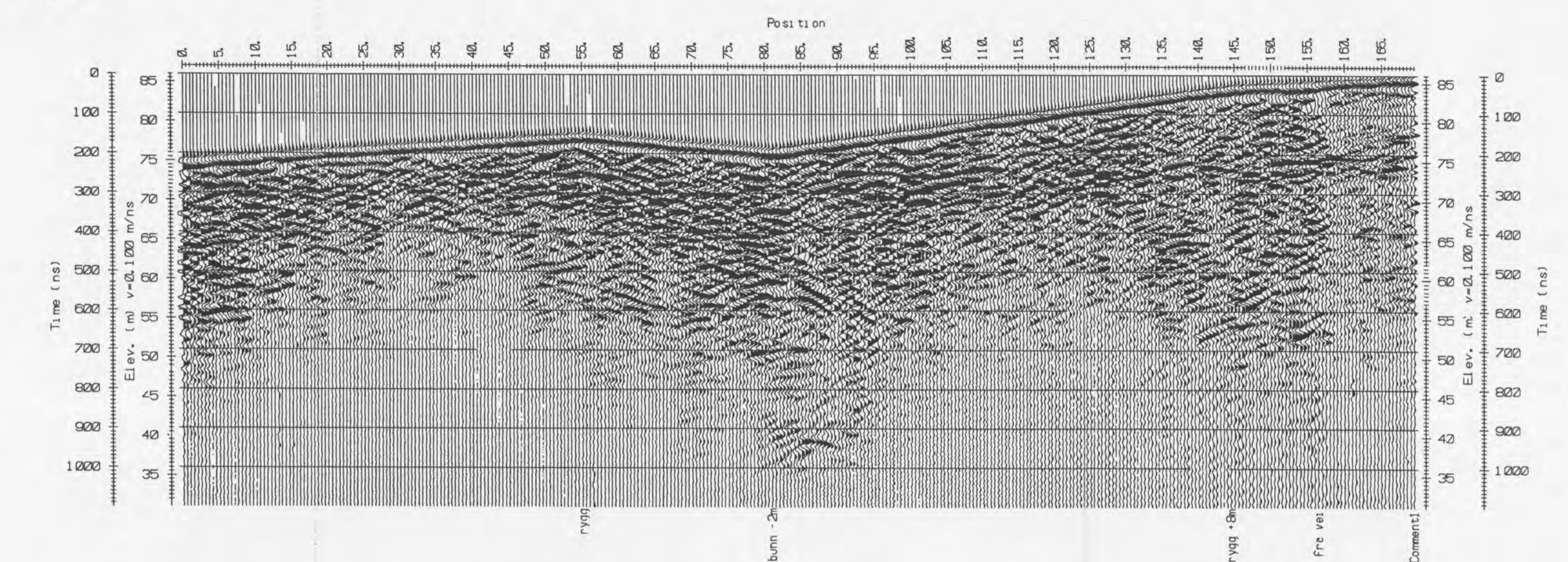
P1



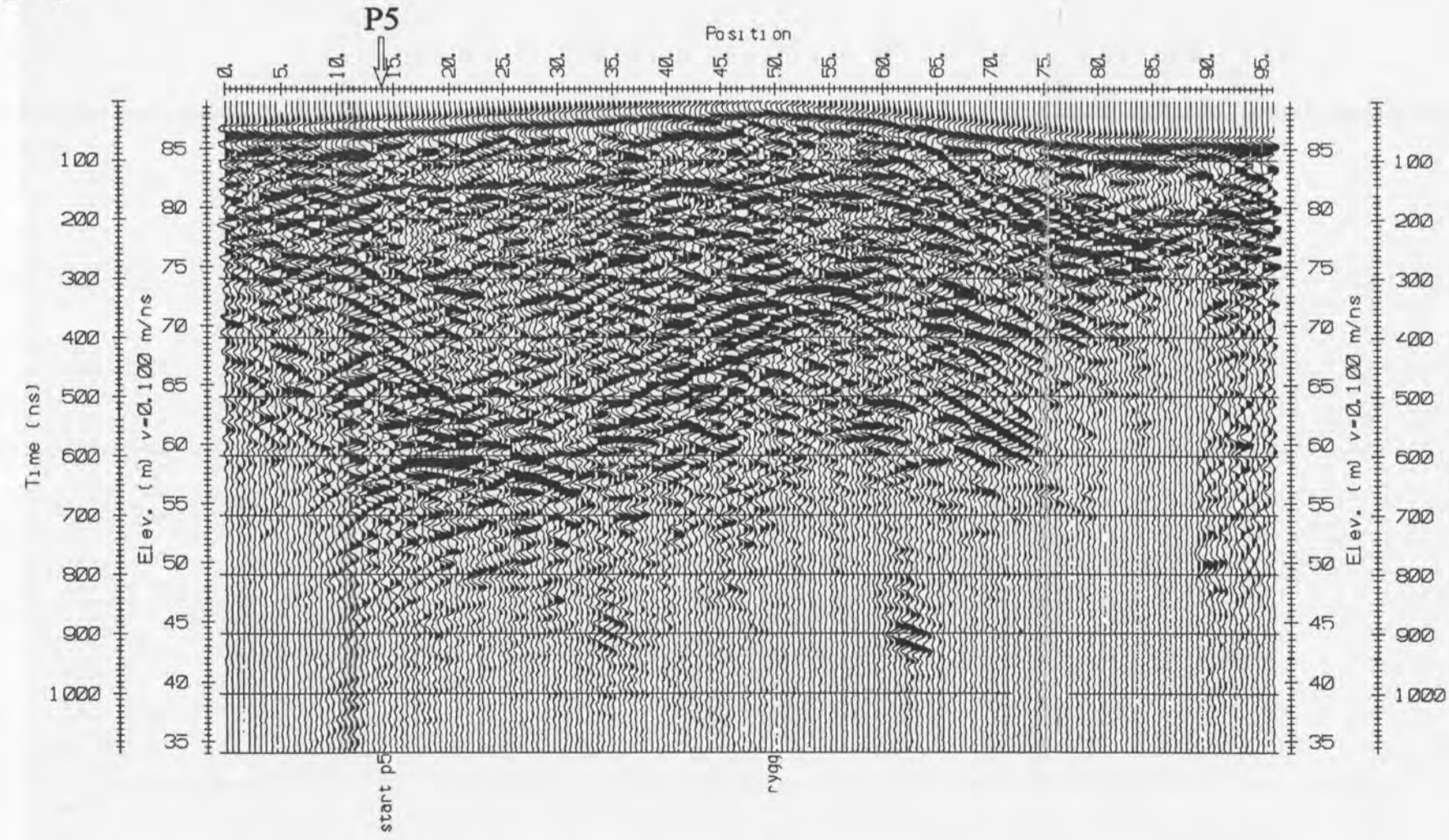
P2



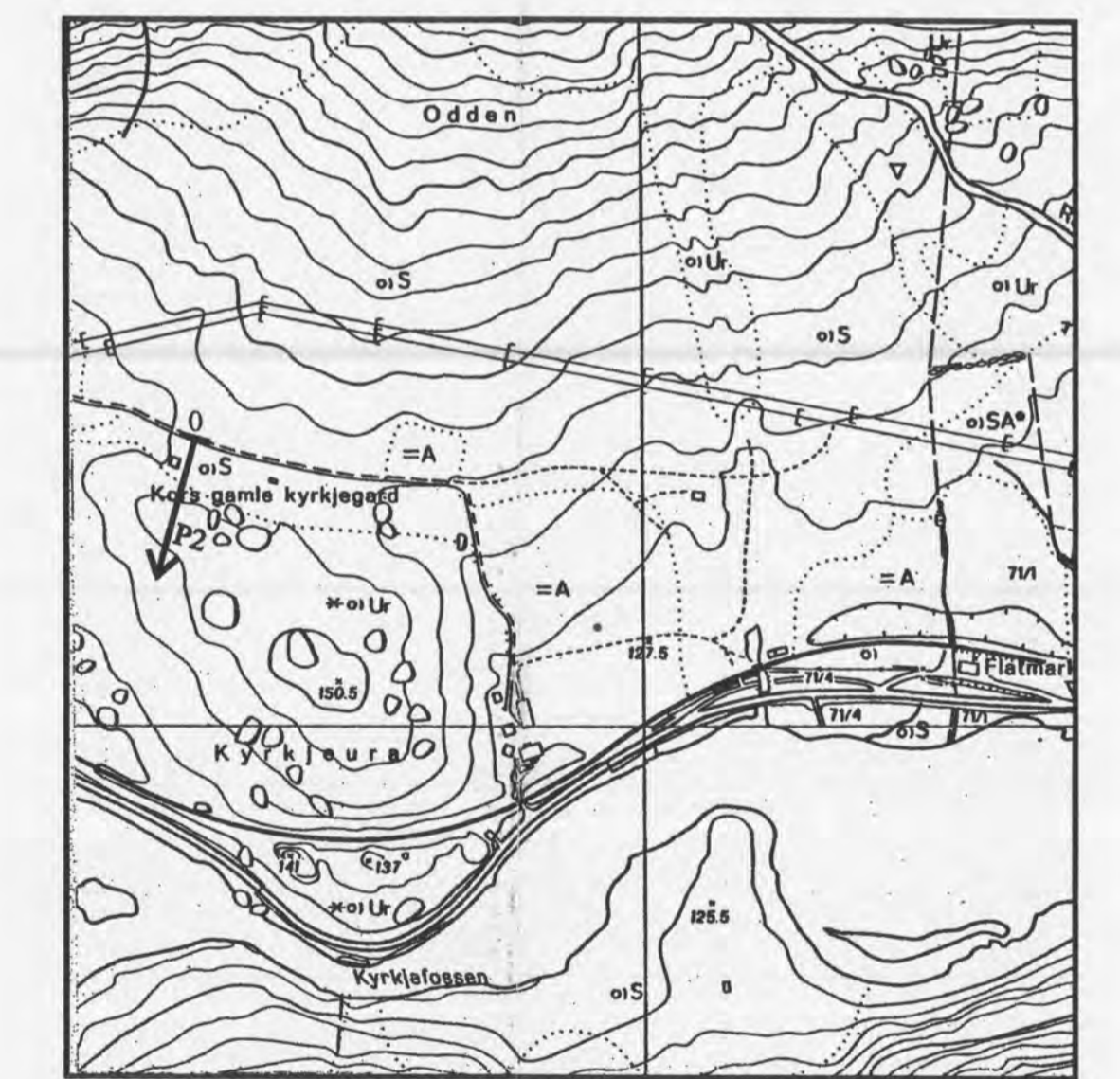
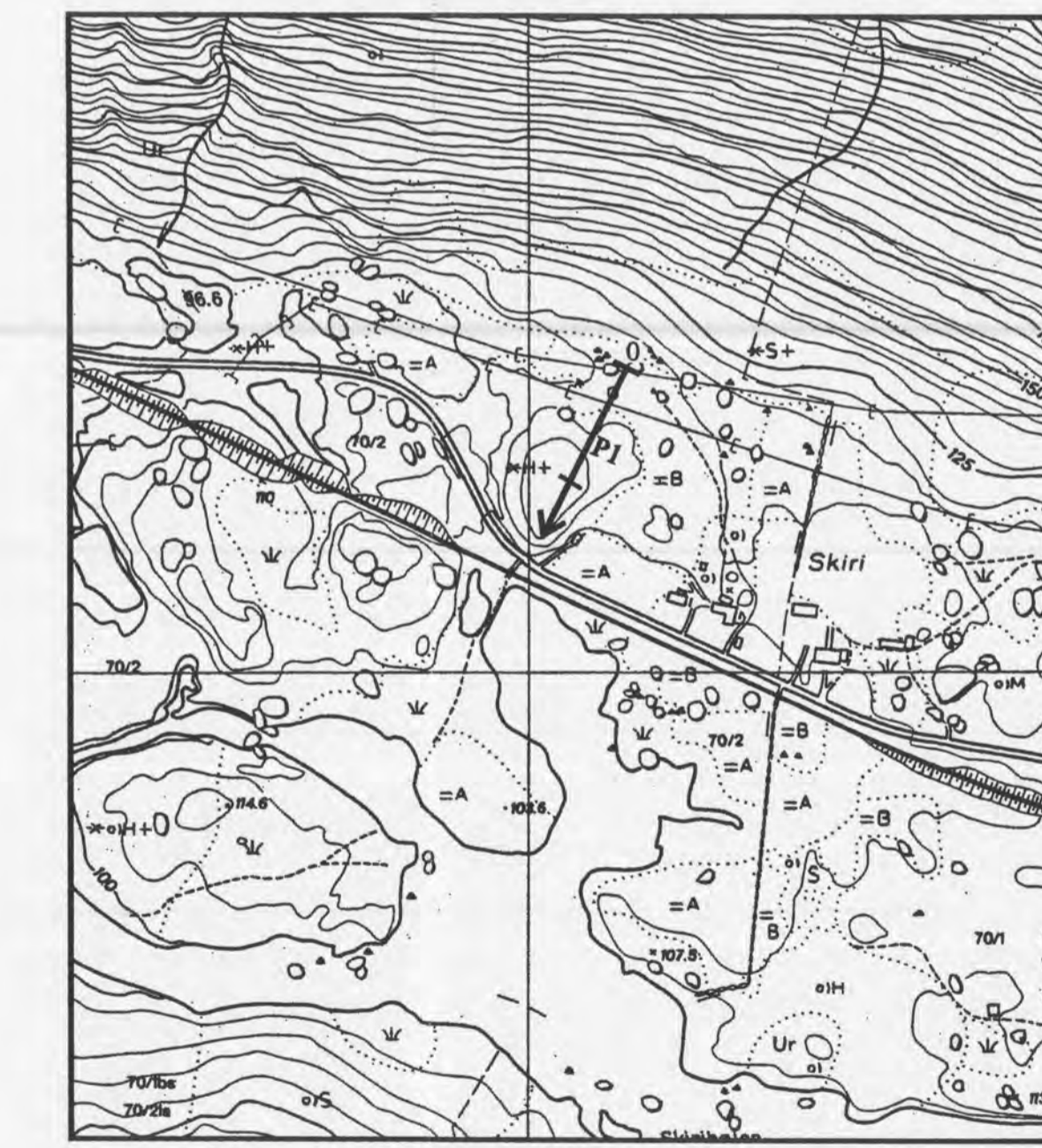
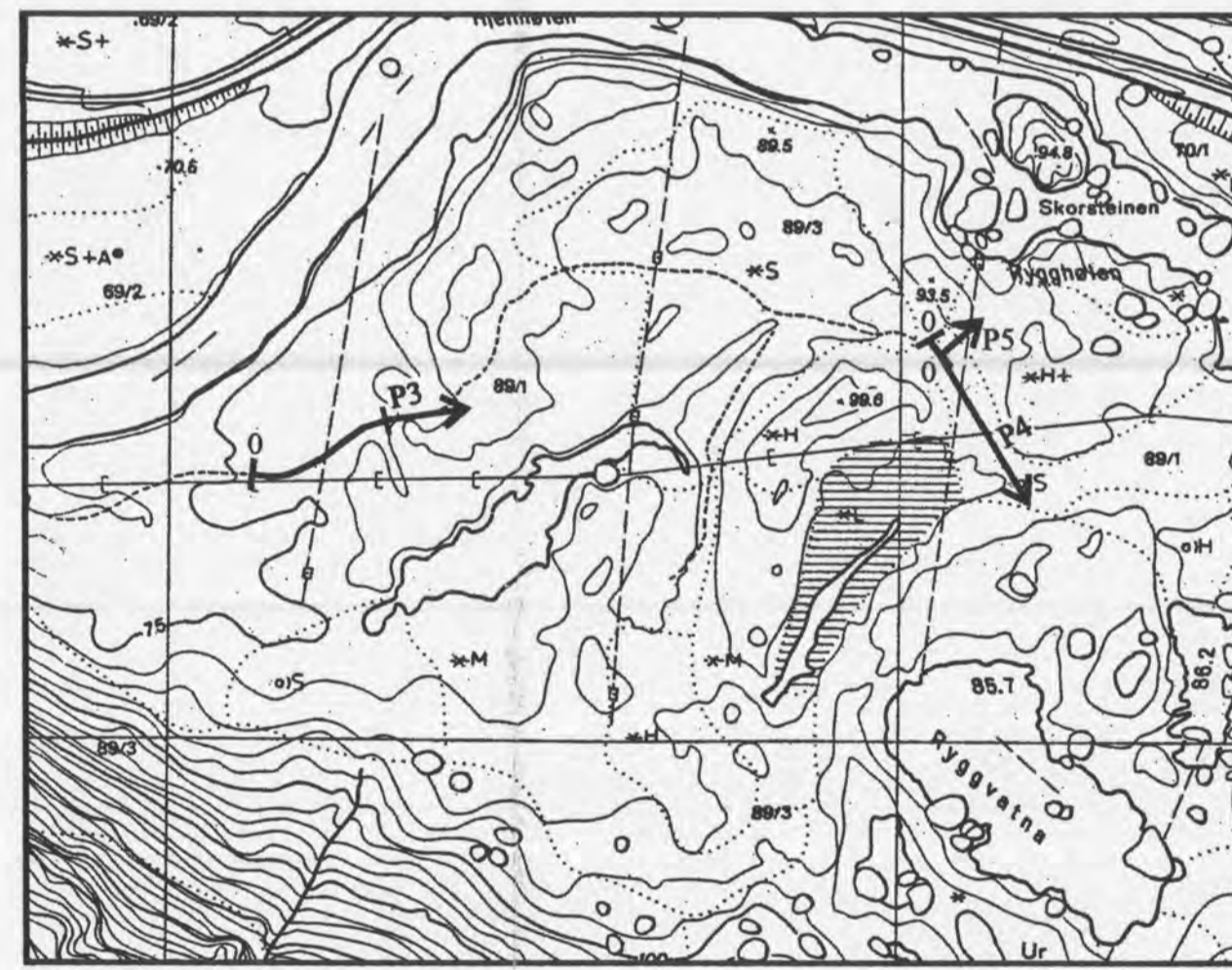
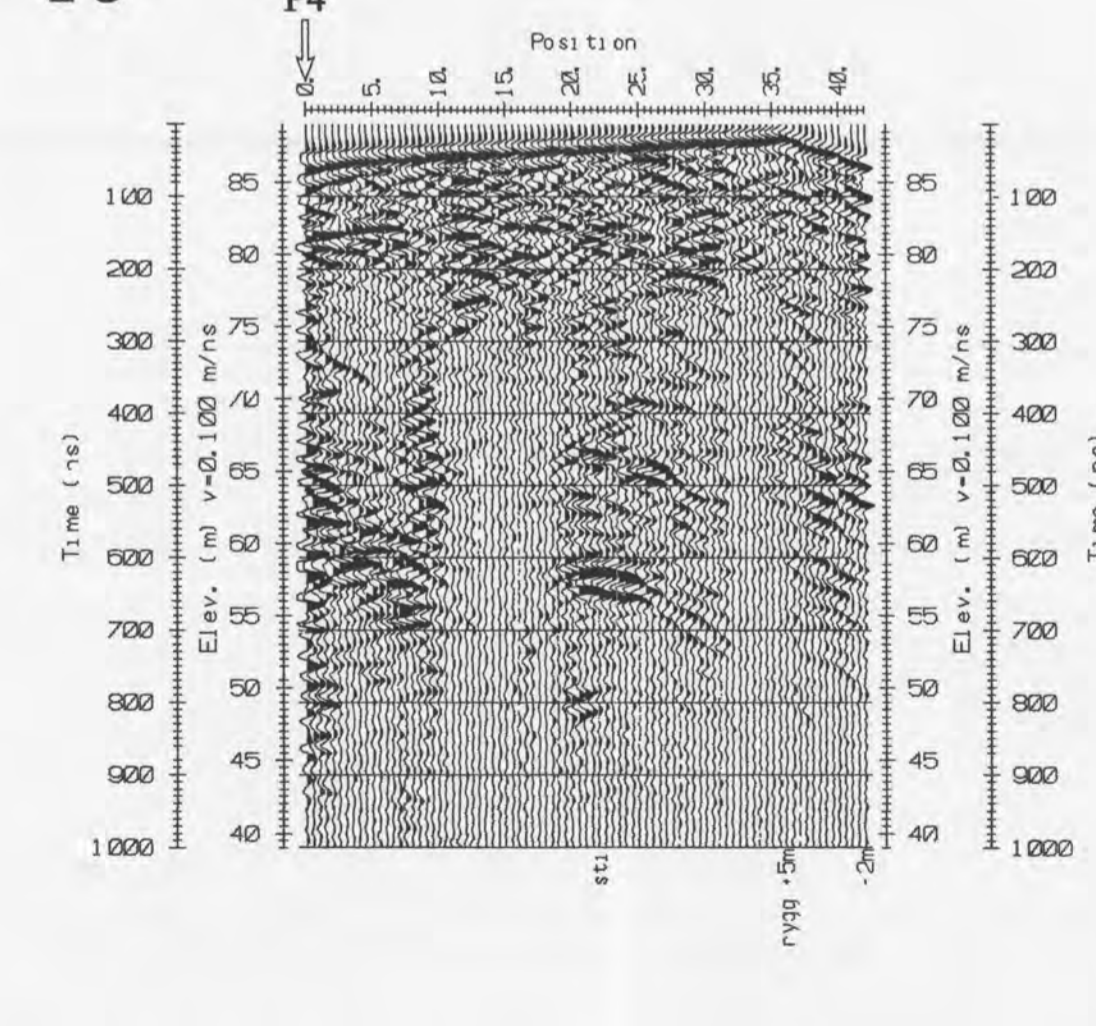
P3



P4



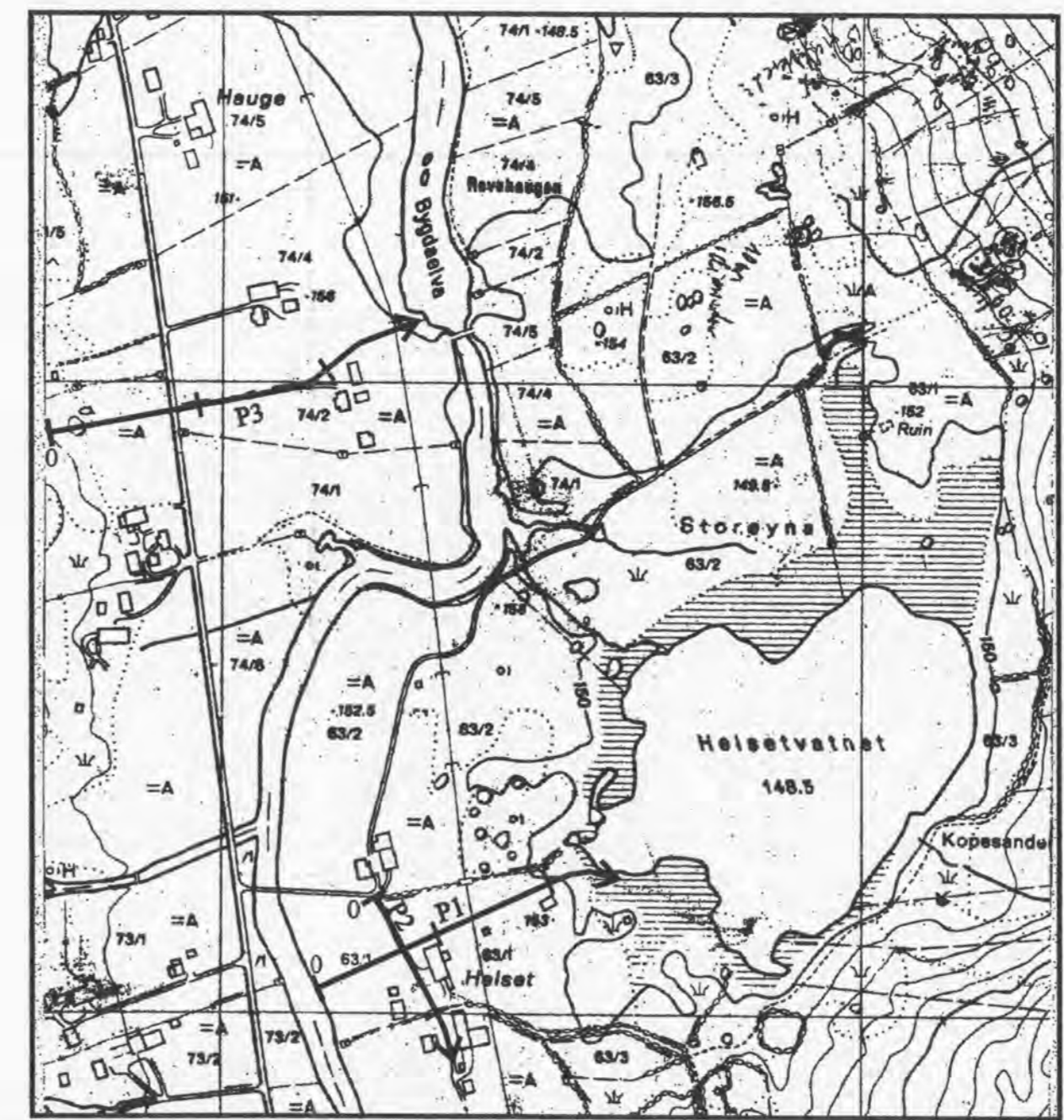
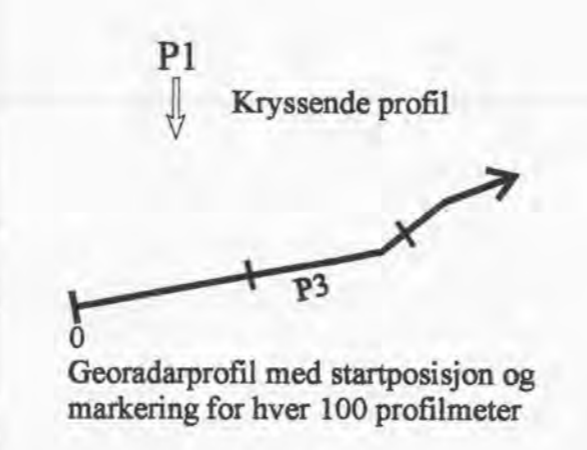
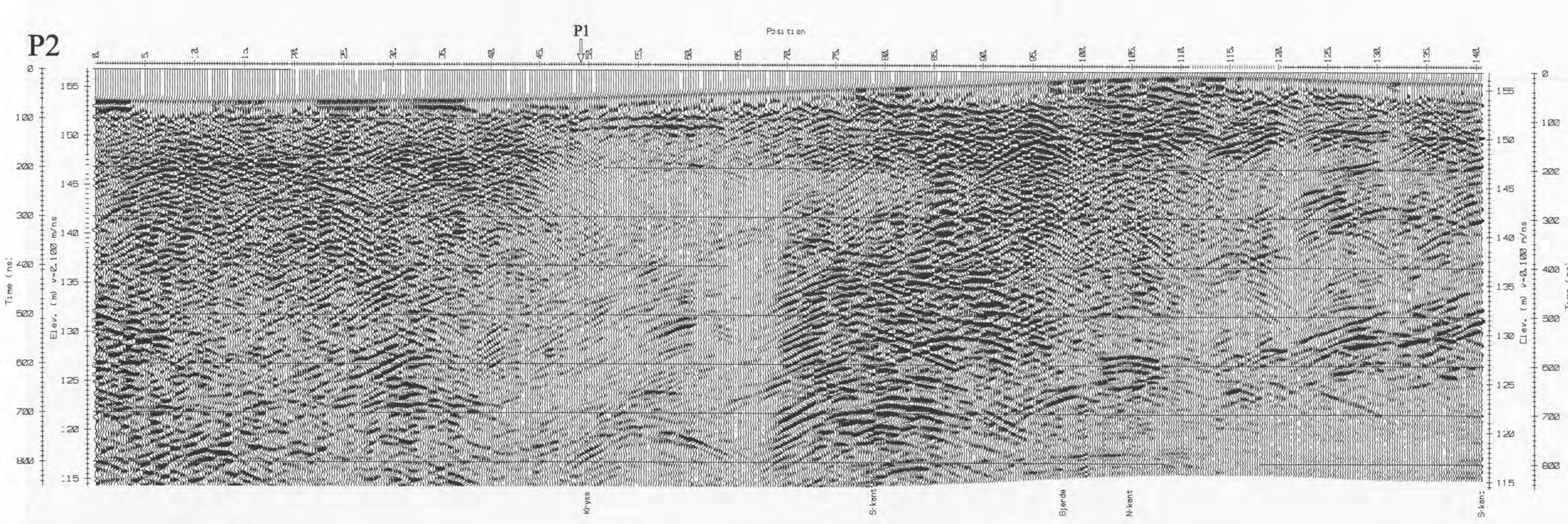
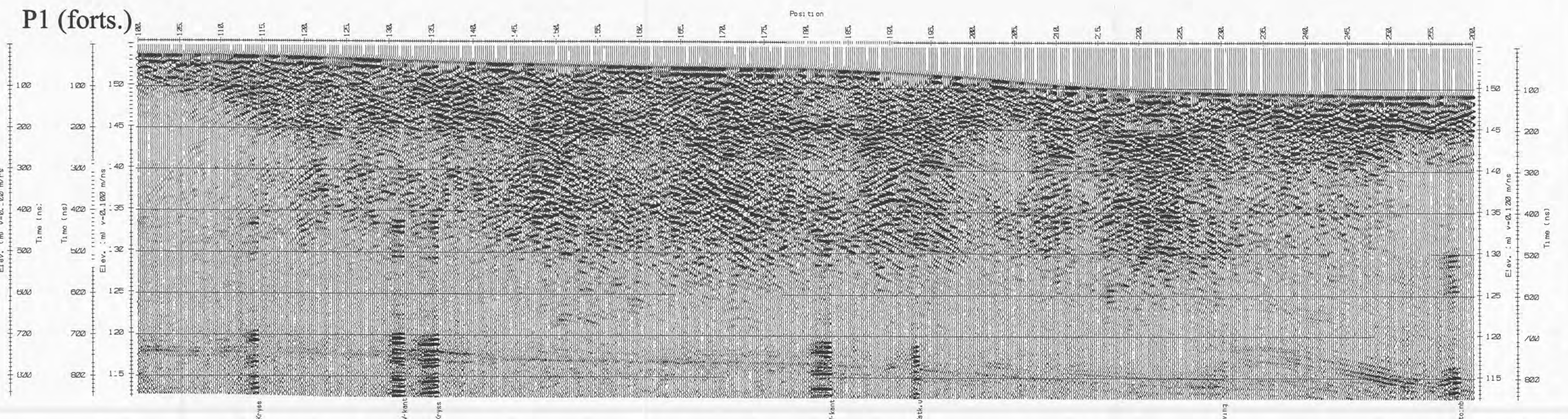
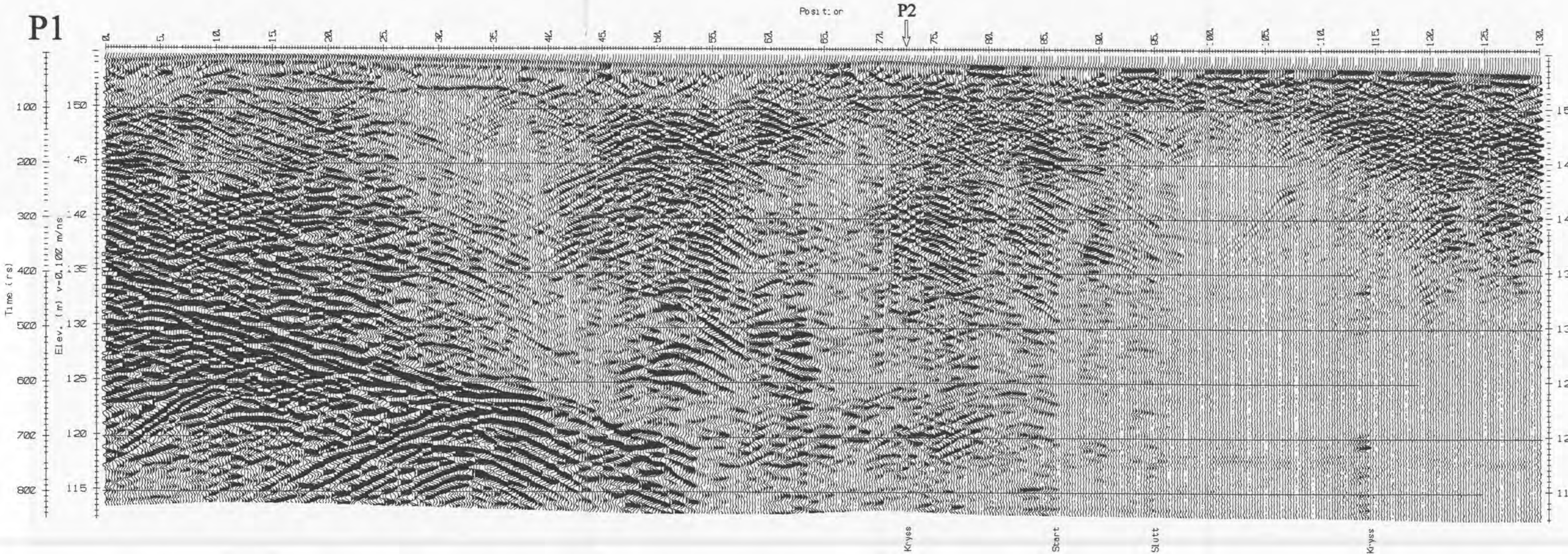
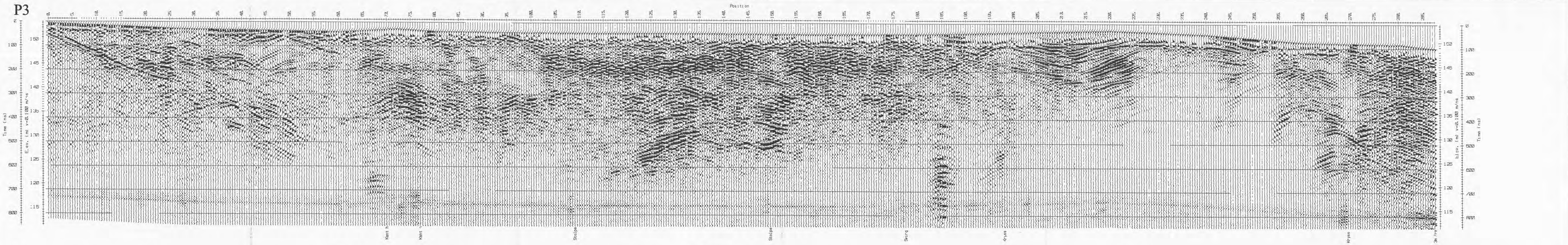
P5



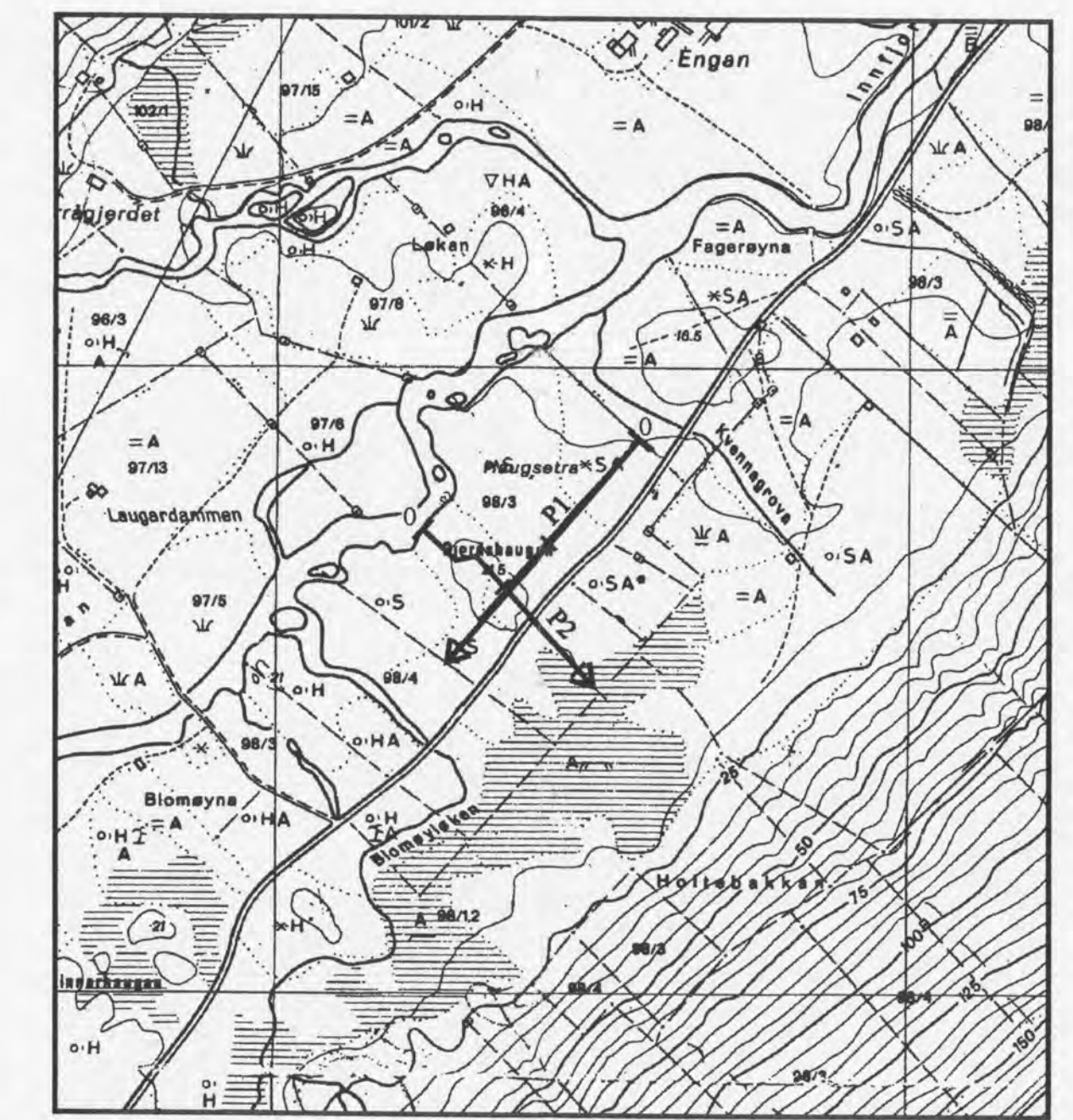
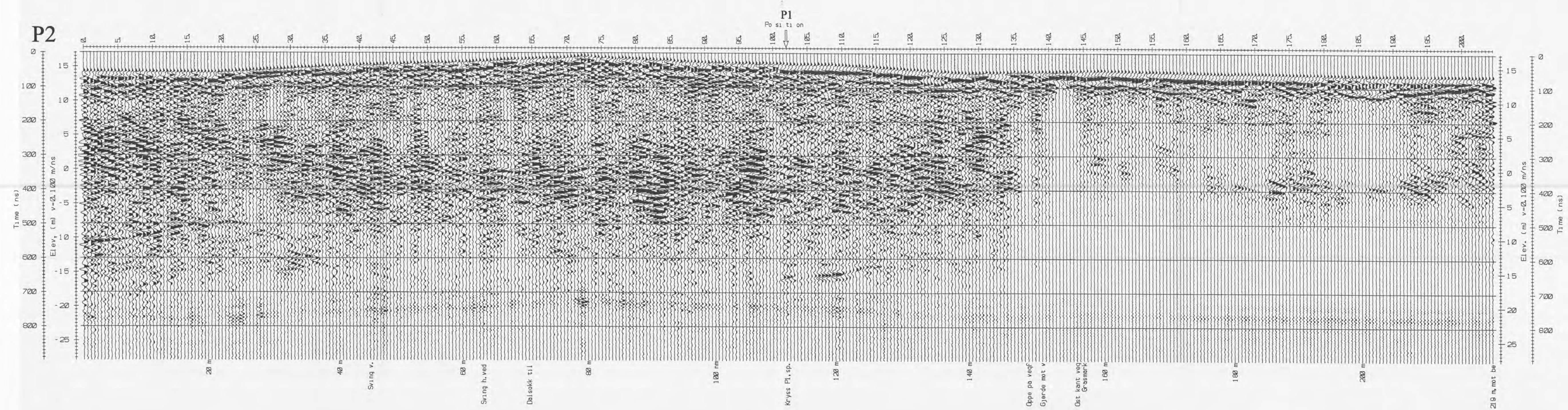
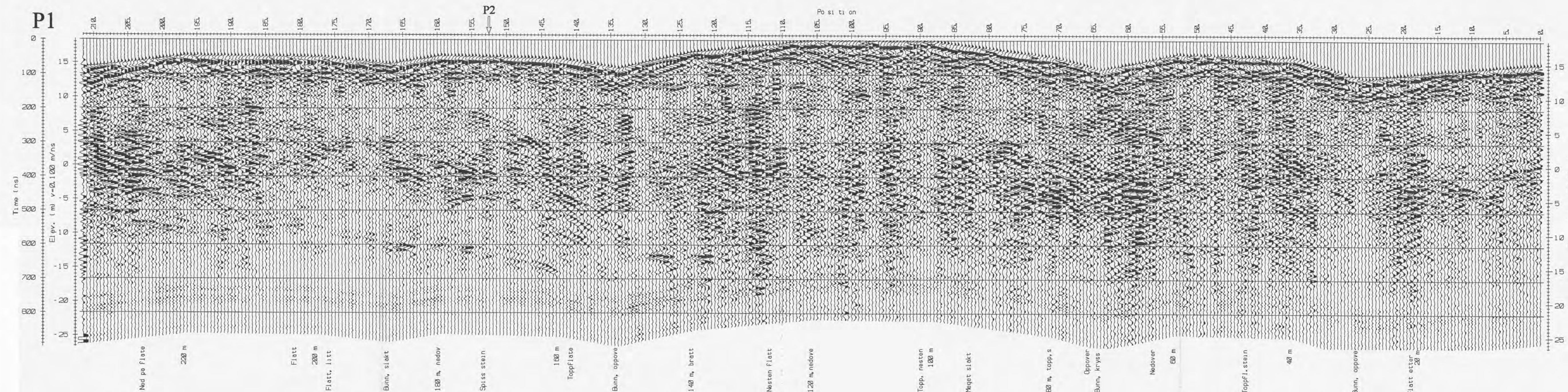
Georadaropptak med startposisjon og markering for hver 100 profilmeter

Kryssende profil

NGU GEORADAROPPTAK P1, P2, P3, P4, P5 SKIRI NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	MÅLESTOKK	MALT TL	Aug -96
	1:5000 (Kart)	TEGN EM	Feb. -98
	RAUMA KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL	TRAC	
	TEGNING NR	KARTBLAD NR	
	98.047-12	1319 I	



NGU GEORADAROPPTAK P1, P2 OG P3 HELSET, HELLESYLT STRANDA KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL	MÅLESTOKK 1:5000 (Kart)	MÅLT JFT TEGN EM TRAC KFR	Aug. -97 Feb. -98
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 98.047-13	KARTBLAD NR 1219 II	



Georadarprofil med startposisjon og markering for hver 100 profilmeter

P1
 ↓
 Kryssende profil

NGU GEORADAROPPTAK P1 OG P2 INNFJORDEN RAUMA KOMMUNE, MØRE OG ROMSDAL	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	Aug. -97
	1:5000 (Kart)	TEGN EM	Feb. -98
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR	KARTBLAD NR	
	98.047-14	1319 IV	