

NGU Rapport 96.119

Georadarmålinger ved Bjorli og Lesjaskogs-
vatnet, Lesja kommune, Oppland

Rapport nr.: 96.119		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Georadarmålinger ved Bjorli og Lesjaskogsvatnet, Lesja kommune, Oppland			
Forfatter: Eirik Mauring & Torleif Lauritsen		Oppdragsgiver: NGU/Høgskulen i Sogn og Fjordane	
Fylke: Oppland		Kommune: Lesja	
Kartblad (M=1:250.000) Ålesund		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1419 III Lesjaskog, 1319 I Romsdalen, 1319 II Torsvatnet	
Forekomstens navn og koordinater: Bjorli 32V 4591 69018 Lesjaskogsvatnet 32 V 4710 68981		Sidetall: 21 Kartbilag: 11	Pris: 340,-
Feltarbeid utført: 2/9-7/9-1996	Rapportdato: 13/11-1996	Prosjektnr.: 2713.05	Ansvarlig: <i>Jan S. Rønning</i>
Sammendrag: Som et samarbeidsprosjekt mellom NGU og Høgskulen i Sogn og Fjordane er det utført georadar- målinger ved Bjorli og Lesjaskogsvatnet, Lesja kommune, Oppland. Målingene ble utført i forbindelse med generell kvartærgeologisk og hydrogeologisk kartlegging. Både ved Bjorli og Lesjaskogsvatnet ble det oppnådd data av god kvalitet. Opptakene viser stedvis de- taljerte strukturer i elve- og breelvavsetninger. Disse strukturene er i opptakene indikert ved et haug, et kaotisk eller skrått refleksjonsmønster (der haugemønster opptrer hyppigst). I følge et vanlig benyttet skjema som knytter hendelser i georadaropptak til avsetningstype og lagdeling, representerer de nevnte mønstre vesentlig sandige avsetninger (med eller uten grus). Dette er i overensstemmelse med resultater fra sonderboringer i området. Videre sees overflaten av eskere i noen opptak, og grunnvannsspeil kom- mer klart fram flere steder. Fjellreflektoren sees tydelig på de fleste opptak og indikerer at dyp til fjell kan være opptil 40-50 meter sentralt i dalen. Det er indikert gode muligheter for uttak av grunnvann langs de sentrale deler nær Rauma og Lesja- skogsvatnet.			
Emneord: Geofysikk	Kvartærgeologi	Georadar	
Breelvavsetning	Esker	Sonderboring	
		Fagrapport	

INNHold

1 INNLEDNING	4
2 MÅLEMETODE, UTFØRELSE OG PROSESSERING	4
3 RESULTATER	6
3.1 Bjorli.....	6
3.1.1 Profil Grasflatlykkja-Løskam.....	6
3.1.2 Profil Rånåvegen-Bjorli flyplass.....	8
3.2 Lesjaskogsvatnet	9
3.2.1 Profil Lesjaverk kirke-Nordmannssætre	9
3.2.2 Profil Lesjaskogsvatnet-Lågen	11
3.2.3 Profil Lågen.....	12
3.2.4 Profil Bryggensætre-Bryggen	12
3.2.5 Profil Tandsætre Nordre-Kveldro	13
3.2.6 Profil Bryggensætre-Vetletjønnbotten	15
3.2.7 Profil Fiskelivegen	16
4 KONKLUSJON	17
5 REFERANSER	18

Tekstbilag

Georadar - metodebeskrivelse

Databilag

Skjema som knytter hendelser i georadaropptak til avsetningstype og lagdeling

Kartbilag

96.119-01:	Oversiktskart, Bjorli
96.119-02:	Oversiktskart, Lesjaskogsvatnet
96.119-03:	Georadaropptak Bjorli, P1+P2, P3, P4
96.119-04:	Georadaropptak Bjorli, P7+P6+P5
96.119-05:	Georadaropptak Lesjaskogsvatnet, P1+P2, P3+P4
96.119-06:	Georadaropptak Lesjaskogsvatnet, P5+P6+P7+P8
96.119-07:	Georadaropptak Lesjaskogsvatnet, P9
96.119-08:	Georadaropptak Lesjaskogsvatnet, P12+P11+P10
96.119-09:	Georadaropptak Lesjaskogsvatnet, P16+P15+P14+P13
96.119-10:	Georadaropptak Lesjaskogsvatnet, P17+P18+P19+P29
96.119-11:	Georadaropptak Lesjaskogsvatnet, P21

1 INNLEDNING

Det er utført georadarmålinger i to områder (Bjorli og Lesjaskogsvatnet) i Lesja kommune, Oppland. Målingene ble utført i forbindelse med generell kvartærgeologisk og hydrogeologisk kartlegging i et samarbeid mellom Norges geologiske undersøkelse (NGU) og Høgskulen i Sogn og Fjordane (HSF). Resultater fra målingene danner bl.a. grunnlag for studentoppgaver i emnet 'Kandidatoppgaver i ressurs- og miljøgeologi' som undervises i tredje årskurs ved HSF. Målingene ble utført av Torleif Lauritsen (NGU) med assistanse fra studenter ved HSF i perioden 2/9-7/9-1996.

2 MÅLEMETODE, UTFØRELSE OG PROSESSERING

Oversiktskart over de undersøkte områder er vist i kartbilag -01 (Bjorli) og -02 (Lesjaskogsvatnet). Plassering av profiler er vist sammen med opptak i kartbilag -03 til -11. En generell beskrivelse av målinger med georadar er vedlagt i tekstbilag. Georadaren som ble benyttet er digital og av typen pulseEKKO IV (Sensors & Software Inc, Canada). Det er registrert til sammen 28 opptak, der flere av disse er slått sammen til hele profiler. Det ble målt to profiler (sju opptak) ved Bjorli og sju profiler (21 opptak) ved Lesjaskogsvatnet. Samplingsintervall og opptakstid var hhv. 1,6 ns og 1600 ns. Antenne- og flyttavstand var 1 m. Antenne senterfrekvens var 50 MHz og det ble benyttet 1000 V sender. Det ble foretatt 32 summerte registreringer ('stacks') ved hvert målepunkt. Samlet lengde av profilene ved Bjorli og Lesjaskogsvatnet var hhv. 2,6 km og 8,8 km. Dersom opptak følger rett etter hverandre, er disse slått sammen ved presentasjon i databilag. Profillengder og -navn er angitt i tabell 1, sammen med opptaksnummer og lokalisering i kartbilag. I kartbilagene er det markert for hver 100 profilmeter på de topografiske kartene, slik at det skal være lettere å plassere opptakene riktig i forhold til terrenget. Stedvis kan også kommentarer under opptakene bidra til å lokalisere tilsvarende posisjoner på de topografiske kartene. Start- og sluttposisjon for hvert opptak er også angitt på kartene.

Det ble ikke utført CMP-målinger for hastighetsanalyse, og en EM-bølgehastighet på 0,08 m/ns ble benyttet for dybdekonvertering. Denne hastigheten antas å gi et tilnærmet korrekt estimat ved beregning av dyp til reflektorer under grunnvannsspeil. Siden grunnvannsspeil trolig ligger grunt innenfor de områder som er undersøkt (pga. liten høydeforskjell til elver og vann), gjøres det minst feil ved å anvende denne hastigheten ved dybdekonvertering (typisk hastighet for vannmettet sone). Dybdeskala som ble beregnet med denne hastigheten ga bra samsvar med dyp til fjell fra boringer. Hastigheten underestimerer imidlertid dyp til reflektorer over grunnvannsspeil. EM-bølgehastighet i tørr sone antas å være i området 0,10-0,12 m/ns. Dette hastighetsintervallet benyttes stedvis ved beskrivelse av dyp/nivå for reflektorer

over grunnvannsspeil. Det ble utført driftskorreksjon på opptakene (drift skyldes temperaturstigning i georadarsystemet). Det ble videre utført terrengkorreksjon på opptakene, der høyder ble avlest fra kart i målestokk 1:5000, og lokale terrengvariasjoner ble avlest fra kommentarer under opptakene. Ved utskrift av data ble det benyttet 5-punkts gjennomsnitt langs traser og egendefinert, lineær og tidsvariabel forsterkning. I kartbilag -03 til -11 er ikke alle opptak plottet til 1600 ns (opptakstid), fordi enkelte opptak viste begrenset penetrasjon. Av plasshensyn er derfor de nederste deler av enkelte opptak ikke plottet (gir ingen ekstra informasjon).

Tabell 1: Profillengder, profilnavn, opptaksnummer og lokalisering av profiler i kartbilag.

Lokalitet	Profil	Opptaksnr.	Posisjon (m)	Kartbilagsnr.
Bjorli	Grasflatlykkja-Løskam	P1	0-228	-03
Bjorli	Grasflatlykkja-Løskam	P2	229-589	-03
Bjorli	Grasflatlykkja-Løskam	P3	0-412	-03
Bjorli	Grasflatlykkja-Løskam	P4	0-132	-03
Bjorli	Rånåvegen-Bjorli flyplass	P7	0-105	-04
Bjorli	Rånåvegen-Bjorli flyplass	P6	106-894	-04
Bjorli	Rånåvegen-Bjorli flyplass	P5	895-1422	-04
Lesjaskogsvatnet	Lesjaverk kirke-Nordmannssætre	P1	0-253	-05
Lesjaskogsvatnet	Lesjaverk kirke-Nordmannssætre	P2	254-336	-05
Lesjaskogsvatnet	Lesjaverk kirke-Nordmannssætre	P3	0-299	-05
Lesjaskogsvatnet	Lesjaverk kirke-Nordmannssætre	P4	300-971	-05
Lesjaskogsvatnet	Lesjaskogsvatnet-Lågen	P5	0-616	-06
Lesjaskogsvatnet	Lesjaskogsvatnet-Lågen	P6	617-1187	-06
Lesjaskogsvatnet	Lesjaskogsvatnet-Lågen	P7	1188-1838	-06
Lesjaskogsvatnet	Lesjaskogsvatnet-Lågen	P8	1839-2205	-06
Lesjaskogsvatnet	Lågen	P9	0-743	-07
Lesjaskogsvatnet	Bryggesetre-Bryggen	P12	0-269	-08
Lesjaskogsvatnet	Bryggesetre-Bryggen	P11	270-963	-08
Lesjaskogsvatnet	Bryggesetre-Bryggen	P10	964-1150	-08
Lesjaskogsvatnet	Tandsætre Nordre-Kveldro	P16	0-288	-09
Lesjaskogsvatnet	Tandsætre Nordre-Kveldro	P15	289-434	-09
Lesjaskogsvatnet	Tandsætre Nordre-Kveldro	P14	435-902	-09
Lesjaskogsvatnet	Tandsætre Nordre-Kveldro	P13	903-1342	-09
Lesjaskogsvatnet	Bryggesætre-Vetletjønnebotten	P17	0-852	-10
Lesjaskogsvatnet	Bryggesætre-Vetletjønnebotten	P18	853-1129	-10
Lesjaskogsvatnet	Bryggesætre-Vetletjønnebotten	P19	1130-1775	-10
Lesjaskogsvatnet	Bryggesætre-Vetletjønnebotten	P20	1776-2115	-10
Lesjaskogsvatnet	Fiskelivegen	P21	0-704	-11

3 RESULTATER

Det er av NGU tidligere utført en evaluering av området som grunnvannskilde i forbindelse med 'Flerbruksplanen for vassdrag i Gudbrandsdalen' (Nielsen, 1987). Områdene nordvest og sørøst for Lesjaskogsvatnet ble anslått å være middels (i graderingen god, middels, dårlig) med hensyn på vanngiverevne og god med hensyn på arealkonflikter. Områdene sentralt ved Lesjaskogsvatnet ble ikke vurdert.

Et foreløpig kvartærgeologisk kart over området ved Bjorli er framstilt av studenter og lærere ved HSF og er stilt til disposisjon. Løsmassene er i overflaten dominert av breelvavsetninger, med resente elveavsetninger ved Rauma.

Det ble utført ti sonderboringer (fem ved Bjorli og fem ved Lesjaskogsvatnet) i regi av HSF. Materialet er stilt til disposisjon for denne rapporten, og resultater fra åtte av boringene presenteres kortfattet under tolkning av georadaropptakene.

Ved tolkning av georadaropptak er det (ved siden av kvartærgeologisk kart og resultater fra boringer) benyttet et skjema som knytter hendelser i opptakene til lagdeling og avsetningstype. Dette skjemaet er vist i databilag (etter Beres & Haeni, 1991). Tolkningene som presenteres i denne rapporten er overflatiske og kortfattede. En detaljert tolkning overlates til studenter ved HSF som en del av kandidatoppgavene som skal skrives, delvis basert på georadaropptakene.

3.1 Bjorli

3.1.1 Profil Grasflatlykkja-Løskam

Georadaropptak (P1-P4) og profilplassering er vist i kartbilag -03.

P1+P2

Fjelloverflaten sees som en meget kraftig reflektor gjennom opptakene. Den er stedvis svært irregulær og er ofte ledsaget av diffraksjoner og spesielle refleksjonsmønstre ('bow-ties'). Fjelloverflaten ligger grunt ved starten av P1 (ca. 579 moh. ved posisjon 5). Den blir jevnt dypere langs profilet og ligger trolig i nivå 545-547 moh. mellom posisjon 210 og 235. Fra posisjon 235 stiger den til ca. 553 moh. ved posisjon 295 og ligger i dette nivå til posisjon 365. Fra denne posisjonen heller den bratt nedover til ca. 546 moh. ved posisjon 390. Dyp til fjell blir gradvis større mot enden av P2 (nivå 540 moh. ved posisjon 570). Grunnvannspeil sees som en tydelig, horisontal reflektor i følgende områder; posisjon 80-195 (nivå ca. 577

moh.), posisjon 220-430 (ca. 577 moh.), posisjon 515 (ca. 577 moh.) til 589 (573 moh.). Refleksjonsmønsteret over fjellreflektor er lagdelt og hauget eller skrått. Dette indikerer trolig vesentlig sandige avsetninger. Stedvis sees markante, lateralt utholdende reflektorer som muligens indikerer erosjonsflater. Spesielt framtreddende er en reflektor mellom posisjon 210 (ca. 551 moh.) og 370 (ca. 571 moh.) og en haugformet reflektor i nivå ca. 570 moh. mellom posisjon 445 og 510. Sistnevnte reflektor utgjør toppen av en sone med kraftig reflektivitet, og ser ut til å utgjøre bunnen av en gjenfylt elvekanal. Den synes å være en naturlig fortsettelse av dagens terrengoverflate fra posisjon 445.

Det ble plassert et borhull (BH3) mellom posisjon 460 og 475 (P2) i dødisgrop eller gammelt elveløp (se kartbilag -03). De øverste 5 m består vesentlig av middels og fin sand. Fra 5 m dyp påtreffes grovere materiale (vesentlig grov sand). Denne grensen indikeres ved toppen av en sone med kraftig reflektivitet i georadaropptaket (se over). Det ble boret til 20 m dyp (grov sand til enden av borhullet). Georadaropptaket indikerer fjell på 35-40 m dyp her.

P3

Fjelloverflaten sees som en svak reflektor mellom posisjon 0 og 155 (nivå 543-548 moh.). Fjellreflektoren er svært markant mellom posisjon 215 og til enden av opptaket ved posisjon 412. Den utgjør en kolle mellom posisjon 215 og 305. Ved posisjon 280 ligger den grunnest på nivå ca. 565 moh. Mellom posisjon 305 og 412 ligger fjell i nivå 558-562 moh. Multipler av fjell sees ved følgende posisjoner; 245-255 (ca. 750 ns), 280-300 (580-670 ns), 357-373 (ca. 910 ns) og 376-388 (ca. 780 ns). Refleksjonsmønsteret er for det meste lagdelt og hauget og representerer trolig kryssende erosjonsflater i sandige elve-/breelavsetninger.

En boring i grustaket ved posisjon 310 i P3 (BH1 i kartbilag -03) viser fin, middels og grov sand til fjell på 14 m dyp. Dette er helt i overensstemmelse med det som er indikert ved tolkning av georadaropptaket.

P4

Antatt fjellreflektor sees ved posisjon 0 i nivå ca. 567 moh. Den skrå oppover mot overflaten langs profilet og har utgående ved posisjon 98. Tilnærmet horisontale reflektorer mellom posisjon 90 og 132 i nivå ca. 565 og 570 moh kan muligens representere refleksjoner fra flattliggende sprekker i fjell. Det sees lite strukturer i løsmassene over fjell, og det er vanskelig å si noe om materialtype mellom posisjon 0 og 98.

Kort vurdering av grunnvannspotensialet

Det antas å være brukbare muligheter for eventuelt uttak av grunnvann langs P1 (fra posisjon 65), P2 og P3. Det mest interessante området er nær Rauma (ved slutten av P2 og starten av P3) pga. infiltrasjon fra elva.

3.1.2 Profil Rånåvegen-Bjorli flyplass

Georadaropptak (P5-P7) og profilplassering er vist i kartbilag -04.

P7+P6 (106-740)

Fjell sees som en diskontinuerlig reflektor mellom posisjon 50 og 305 i nivå 533-537 moh. Fra posisjon 305 stiger antatt fjellreflektor igjen til nivå ca. 546 moh. ved posisjon 320. Den blir kraftigere fra posisjon 390. Fjellreflektor stiger jevnt langs profilet og ligger i nivå ca. 555 moh. ved posisjon 740. Depresjoner i fjellreflektor sees mellom posisjon 470 og 505 og mellom posisjon 605 og 665. Grunnvannsspeil sees som en subhorisontal reflektor i nivå 572-574 moh. mellom posisjon 0 og 740. Et godt definert grunnvannsspeil kan indikere at det opptrer grovkornige avsetninger (tynn kapillærsone). Et hauget til kaotisk refleksjonsmønster og stort penetrasjonsdyp er videre indikasjoner på dette.

En boring ble utført ved posisjon 75 (BH4, se kartbilag -04). Denne viste vesentlig grus ned til ca. 7 m dyp, og deretter fin, middels og grov sand i veksling ned til enden av borhullet på 20 m dyp. Georadaropptaket indikerer at dyp til fjell kan være større enn 40 m her.

P6 (741-894)+P5 (895-1220)

Fjellreflektoren sees som en uregelmessig, undulerende reflektor i det området som beskrives. Ved posisjon 741 ligger fjellreflektor i nivå ca. 555 moh. Fra denne posisjonen blir dyp til fjell større langs profilet, med antatt størst dyp til fjell mellom posisjon 1100 og 1135 (nivå. Ca. 540 moh.). Det er imidlertid store variasjoner i fjelltopografien mellom posisjon 741 og 1135, med lokale depresjoner (ledsaget av 'bow-ties' ved posisjon 810, 885, 912 og 1020) og høydepunkter (posisjon 862, 900, 925 og 1050). Fjellreflektor blir noe grunnere mot posisjon 1220 (nivå ca. 545 moh.). Grunnvannsspeil ligger for høyt til å sees gjennomgående mellom posisjon 741 og 1220. Den kan allikevel antydes som en svakt undulerende reflektor (tilsynelatende undulerende pga. utilstrekkelig terrengkorreksjon av opptaket) i nivå 570-572 moh, spesielt mellom posisjon 1050 og 1220. Refleksjonsmønsteret er vesentlig hauget, der reflektorer for det meste antas å representere erosjonsflater i elve- og breelavsetninger.

P5 (1221-1422)

Denne delen av profilet skiller seg ut ved at opptaket viser spesielt kraftig reflektivitet. Dette kan ha sammenheng med svak elektrisk ledningsevne i overflaten, men skyldes mest sannsynlig variasjoner i avsetninger (raske endringer i dielektrisitet som vesentlig skyldes varierende vanninnhold). Overflaten av sonen med kraftig reflektivitet kan følges i hele posisjonsintervallet som en hauget form. Overflaten ligger i nivå ca. 552 moh. ved posisjon 1220, i nivå ca. 566 moh. ved posisjon 1300 og i nivå ca. 550 moh. ved posisjon 1422. Refleksjonsmønsteret er hauget til kaotisk. I tillegg til stort penetrasjonsdyp indikerer dette trolig overveiende grovkornige avsetninger (sand/grus). Grunnvannsspeil sees som en subhorisontal reflektor i nivå 570-572 moh. (nivåvariasjoner kan være tilsynelatende og skyldes utilstrekke-

lig terrengkorreksjon). Fjellreflektor sees som en undulerende reflektor, som mellom posisjon 1270 og 1315 kan være vanskelig å skille fra reflektorer i løsmassene over. Dyp til fjell øker langs profilet (25-35 m dyp med sterke lokale variasjoner) fra nivå ca. 545 moh. ved posisjon 1221 til ca. 538 moh. ved posisjon 1422.

Borhull 2 (BH2 i kartbilag -04) er plassert helt ved sørøstenden av profilet. Boringen ble avsluttet ved 20 m dyp uten å nå ned til fjell. Georadaropptaket indikerer fjell ved 30-35 m dyp nær borhullet. Avsetningene er dominert av fin, middels og grov sand i veksling. Boringen er ikke dyp nok til å nå sonen med kraftig reflektivitet (ca. 23 m dyp, se over).

Kort vurdering av grunnvannspotensialet

Hele profilet som er målt ligger langs Rauma med gode infiltrasjonsmuligheter (trolig vesentlig sand) og gode muligheter for uttak av grunnvann.

3.2 Lesjaskogsvatnet

3.2.1 Profil Lesjaverk kirke-Nordmannssætre

Profilplassering og georadaropptak (P1-P4) er vist i kartbilag -05.

P1+P2

Mulig fjellreflektor sees i nivå ca. 617 moh. ved posisjon 0, men kan antas å ligge dypere pga. trolig for lav benyttet hastighet ved dybdekonvertering (612-615 moh?). Den kan sees som en diskontinuerlig reflektor fram til posisjon ca. 200 (595-598 moh.). Videre forløp av fjellreflektoren er vanskelig å følge, men antas å ligge i nivå ca. 588 moh. mellom posisjon 330 og 336. Refleksjonsmønsteret over antatt fjellreflektor er vanskelig å klassifisere mellom posisjon 0 og 200 pga. stedvis svak reflektivitet, men er antatt hauget. Mer tydelig hauget er refleksjonsmønsteret mellom posisjon 200 og 336 og kan her representere erosjonsflater i elveavsetninger. Dette kan være i overensstemmelse med at profilet fra posisjon 200 er nede på en flate ved Lågen. Erosjonsflatene kan muligens representere Lågens tidligere elveløp.

Borhull 5 (BH5 i kartbilag -05) ble plassert like ved P1 mellom posisjon 80 og 100. Boringen viste grov sand og grus ned til 10,5 m dyp der antatte blokker ble påtruffet. Georadaropptaket indikerer at dette kan være fjell.

P3 (0-210)

Antatt fjellreflektor sees sporadisk mellom posisjon 0 og 190. Den ligger i nivå 588-583 moh. i området 0-130. En antatt erosjonsflate sees som en traufomet reflektor mellom posisjon 40 og 160 og kan representere bunnen av et gammelt elveløp. Over reflektoren er refleksjons-

mønsteret hauget til kaotisk og representerer trolig elve-/breelvavsetninger. Under erosjonsflaten er refleksjonsmønsteret parallelt i en bredde på ca. 3-4 m og kan indikere mer finkornige avsetninger. Penetrasjonen er redusert i det samme området, hvilket også kan indikere fin-kornige avsetninger. En haugformet avsetning med toppunkt mellom posisjon 165 og 195 representerer muligens en esker.

P3 (211-299)+P4 (300-440)

Fjellreflektor kan antydes ved posisjon 245 ved ca. 568 moh. Fra denne posisjon stiger fjellreflektoren til ca. 589 moh. ved posisjon 440. Den har en lokal topp ved posisjon 395 (ca. 591 moh.). Refleksjonsmønsteret er hauget eller skrått mellom posisjon 210 og 310 og representerer strukturer i elve- eller breelvavsetninger (antatt vesentlig sandige). Mellom posisjon 310 og 440 er refleksjonsmønsteret mer diffust pga. mindre refleksivitet. Avsetningene er trolig også her dominert av elve- eller breelvavsetninger.

Boring ble plassert mellom P3 og P4 (BH1 i kartbilag -05). Boringen viste vesentlig sand med enkelte lag av finsand ned til enden av borhullet på 15,5 m. Georadaropptakene indikerer at dyp til fjell er i størrelsesorden 25-30 m her.

P4 (441-971)

Fra posisjon 514 er det kartlagt en esker-avsetning. Overflaten av denne kan eventuelt sees å fortsette mot dypet der overflaten er sammenfallende med en sone med kraftig refleksivitet. Overflaten av antatt esker fortsetter mot dypet til den stopper mot annen avsetning i nivå ca. 591 moh. ved posisjon 435. Refleksjonsmønsteret er hauget eller skrått, hvilket i følge Beres & Haeni (1991) ofte indikerer lagdelt sand. Dette er i overensstemmelse med den materialtypen som kan forventes ved en esker-avsetning. Den nevnte typen refleksjonsmønster fortsetter mot sørenden av profilet (posisjon 971), og det er ikke grunnlag til å si noe om hvor esker-avsetningen eventuelt forsvinner langs profilet. Fjellreflektoren er ikke spesielt framtrædende mellom posisjon 441 og 971, men kan antydes ved følgende posisjoner; 525-555 (600-602 moh.), 561-585 (599-600 moh.), 692 (607 moh.) til 735 (612 moh.), 830 (614 moh.) til 905 (624 moh.), 930-945 (ca. 624 moh.).

En boring ble plassert ca. 50 m vest for P4-750 (BH7 i kartbilag -05). Denne ble bare boret til ca. 3 m dyp og viste grus/stein/sand.

Kort vurdering av grunnvannspotensialet

Ved eventuelt uttak av grunnvann er det mest gunstige området trolig mellom posisjon 230 og 310. Her sees strukturer som positivt indikerer grovkornige avsetninger, og det er størst dyp til fjell i det samme området.

3.2.2 Profil Lesjaskogsvatnet-Lågen

Profilplassering og georadaropptak er vist i kartbilag -06.

P5+P6

Refleksjonsmønsteret er hauget til kaotisk langs disse to opptakene. Dette indikerer vesentlig grovkornige avsetninger. Antatt grunnvannsspeil sees kun sporadisk, og opptrer ikke helt horisontalt, noe som skyldes utilstrekkelig terrengkorreksjon. Grunnvannsspeil sees trolig ved følgende posisjoner; 235-280 og 561-730. Det opptrer i nivå ca. 614 moh. Dette er nivået grunnvannsspeil kan sees på i opptaket. Det ligger trolig dypere på grunn av for lav hastighet ved dybdekonverteringen (611,5-613 moh.). Fjellreflektoren er vanskelig å erkjenne i opptaket, men kan antydes i følgende områder; 130-190 (599-604 moh.), 230-340 (605-606 moh.), 510-560 (ca.604 moh.), 561-785 (605-607 moh.), 955-1040 (601-603 moh.), 1045-1105 (605-607 moh.) og 1125-1160 (ca. 602 moh.). Lineære hendelser mellom 600 og 900 ns i området 1070-1105 representerer støy fra objekt(er) på overflaten.

Det ble plassert en boring like ved P6-1025 (BH3, kartbilag -06). Denne ble boret til 5 m dyp og viste sand og grov sand (fjell ble ikke påtruffet). Georadaropptaket indikerer fjell på 10-15 m her.

P7 (1188-1690)

Fjellreflektoren antas å ligge grunt mellom posisjon 1188 og 1690, og kan antydes som en sone med kraftig refleksivitet på ca. 5 m dyp. Spesielt framtrædende er den mellom posisjon 1283 og 1135 (ca. 611 moh.). Fjellreflektoren kan være vanskelig å se mellom posisjon 1640 og 1690, men ligger her trolig grunt. Refleksjonsmønsteret over fjell er kaotisk, og det kan her være vanskelig å si noe om materialtype*.

P7 (1691-1838)+P8 (1839-2050)

Ved posisjon 1691 ligger fjelloverflaten trolig svært grunt (<6 m). Dyp til fjell øker mot posisjon 1845 (ca. 580 moh.). Fra denne posisjonen sees ikke fjelloverflaten før posisjon 2125 (ca. 576 moh.). Der profil 9 krysser (posisjon 2195) ligger fjell i nivå ca. 580 moh. (sees best på opptak P9, se under). Mellom posisjon 1691 og 1850 er refleksjonsmønsteret for det meste hauget, og representerer etter all sannsynlighet elve-/breeelvavsetninger. Mellom posisjon 1850 og 1920 sees en dom-liknende struktur som har toppunkt mellom posisjon 1880 og 1900 og som sannsynligvis representerer en esker. Eskeren viser liten refleksivitet, og dette kan indikere små variasjoner i vanninnhold (og derfor trolig liten variasjon i kornstørrelse), eller finkornig materiale i eskeren (lite trolig). Mellom posisjon 1920 og 2050 er refleksiviteten svak, og

* avviker her fra Beres & Haeni (1991) som antyder kompleks lagdelt sand/grus for tilsvarende refleksjonsmønster. Egne erfaringer tilsier at et kaotisk refleksjonsmønster kan opptre ved flere, svært forskjellige materialtyper.

det kan virke som om penetrasjonsdypet også er noe redusert. Det er vanskelig å si om dette representerer relativt homogene, grove avsetninger eller om massene her er finkornige.

P8 (2050-2205)

Denne delen av profilet er karakterisert ved et hauget refleksjonsmønster, stedvis til dyp på over 30 m. Flere reflektorer representerer trolig erosjonsflater i elve-/breelvavsetninger, og en kan her ha relativt grovkornige avsetninger. Nærhet til elv peker i retning av at området kan være interessant ved eventuelt grunnvannsuttak.

3.2.3 Profil Lågen

Opptak (P9) og profilplassering er vist i kartbilag -07.

P9

Fjell sees som en kraftig og uregelmessig reflektor gjennom store deler av opptaket. Det kan stedvis være vanskelig å plassere fjellreflektor helt eksakt pga. kraftig reflektivitet i løsmassene over og pga. antatte refleksjoner fra fjell på sidene av profilet. (15-20 m). Fjellreflektor kan sees mellom følgende posisjoner; 30 (592 moh.), 120 (590 moh.), 200 (579 moh.), 250 (581 moh.), 295 (573 moh.), 370 (576 moh.), 445 (583 moh.), 500 (581 moh.), 540 (574 moh.), 615 (570 moh.), 645 (567 moh.), 690 (574 moh.), 743 (569 moh.). Over fjell er refleksjonsmønsteret hauget og kan representere erosjonsflater i gamle, sandige elve-/breelvavsetninger. En traufornet struktur mellom posisjon 590 og 680 ligger i et område der profilet svinger. Strukturen representerer derfor ikke nødvendigvis en gammel elvekanal, men kan være en skrå reflektor som heller nedover mot nordøst i dette området.. I det samme området har vi størst dyp til fjell langs profilet (20-25 m). Området ligger i tillegg nær elva og kan være interessant ved eventuelle videre grunnvannsundersøkelser.

3.2.4 Profil Bryggensætre-Bryggen

Det ble gjort tre opptak langs profilet (P12, P11 og P10). Opptak og profilplassering er vist i kartbilag -08.

P12 (0-180)

Mellom posisjon 0 og 65 ligger fjellreflektoren svært grunt (2-4 m dyp) og er vanskelig å skille fra andre grunne hendelser. Ved posisjon 70 sees fjell på ca. 5 m dyp (nivå ca. 614 moh.), og skråer ned til ca. 10 m dyp (ca. 608 moh.) ved posisjon 120. Fjellreflektor går opp til

nivå ca. 612 moh. ved posisjon 145 og kan sees til posisjon 168. Over fjellreflektor sees en traufornet reflektor mellom posisjon 100 og 130 (gammelt elveløp?).

P12 (180-269)+P11 (270-430)

Innenfor dette området er det en dalbunn i fjelltopografien. Fra posisjon 180 (nivå ca. 606 moh.) sees fjellreflektor å helle nedover til posisjon 335 (575 moh.). Ved denne posisjonen er det ca. 35 m dyp til fjell. Strukturer i løsmassene over fjell ved denne posisjonen indikerer at lagdelingen følger fjelloverflaten. Fjellreflektoren er uregelmessig og skrå oppover til nivå ca. 602 moh. ved posisjon 430. En tydelig 'bow-tie' sees ved posisjon 335 (nivå 597 moh.) og indikerer en U-form på lagdelingen. Refleksjonsmønsteret er ellers hauget og indikerer vesentlig sandige elve-/breelavsetninger. Grunnvannsspeil sees i området 250-380 i nivå 614-615 moh.

P11 (431-845)

Med unntak av området mellom posisjon 600 og 640 kan fjellreflektoren følges gjennom hele det aktuelle området og ligger på 12-22 m dyp. Den er karakterisert ved kraftig refleksivitet og ved at den opptrer uregelmessig og sprangvis. Grunnvannsspeil sees som en subhorisontal reflektor i nivå 613-614 moh. mellom posisjon 430 og 590 og mellom posisjon 800 og 845. Refleksjonsmønsteret er hauget, der reflektorene utgjør strukturer i antatte breelavsetninger.

P11 (846-963)+ P10

Ved posisjon 846 opptrer fjellreflektor i nivå ca. 608 moh, og går opp til ca. 614 moh. ved posisjon 1040. Fra denne posisjon er fjellreflektor vanskelig å erkjenne i opptaket, men ligger trolig grunt (ca. 2 m dyp ved enden av profilet der en reflektor kan sees i nivå ca. 624,5 moh.

Kort vurdering av grunnvannspotensialet

Området som kan være best egnet ved uttak av grunnvann er mellom posisjon 280 og 400 (P11). Her er det størst mektighet av antatt grovkornige, vannmettede avsetninger (20-35 m), og området ligger nær Lesjaskogsvatnet med gode infiltrasjonsmuligheter.

3.2.5 Profil Tandsætre Nordre-Kveldro

Opptak (P13-P16) og kart som viser plassering av profilet er vist i kartbilag -09.

P16 (0-205)

Antatt fjellreflektor sees i nivå ca. 628 moh. ved posisjon 0, og går ned til ca. 622 moh. ved posisjon 40. Derfra kan den sees mer eller mindre kontinuerlig fram til posisjon 205 (nivå ca. 620 moh.). Refleksjonsmønsteret er hauget til skrått og kan representere relativt grovkornige avsetninger. En forholdsvis markant reflektor sees i nivå ca. 635 moh. ved posisjon 0 til nivå

ca. 628 moh. ved posisjon 125. Reflektoren kan muligens representere grunnvannsspeil. Eventuelt grunnvannsspeil ligger forholdsvis høyt over Lesjaskogsvatnet (som ligger på 611,5 moh.) og har en klar helning, og indikerer at grunnvannsspeil i så fall opptrer i relativt finkornige avsetninger. Avsetningstypen i dette området er allikevel uklar på bakgrunn av georadar-opptaket.

P16 (206-288)+P15+P14 (435-755)

Fra posisjon 206 går fjellreflektoren sprangvis mot dypet. Den trer forholdsvis tydelig fram i følgende områder; posisjon 215-248 (nivå ca. 611 moh.), 280-395 (593-600 moh.), 460-555 (581-585 moh.), 570-627 (586-577 moh.), 640-750 (ca. 573 moh.). Over fjell er refleksjonsmønsteret i overveiende grad hauget og representerer sannsynligvis strukturer i breelavsetninger. Reflektiviteten er svak i de øvre 20-25 m av avsetningen mellom posisjon 610 og 695 (men kraftigere under nivå ca. 590 moh.) og indikerer relativt homogene avsetninger i dette området. Antatt grunnvannsspeil sees som en subhorisontal reflektor i følgende områder; 320-452 (616-617 moh.), 550-595 (614-615 moh.), 660-730 (612-613 moh.). Nivåene for grunnvannsspeil har en tilsynelatende variasjon pga. hastigheten som er benyttet ved dybdekonvertering (0,08 m/ns). Dersom hastigheten settes til 0,13 m/ns (som er en typisk hastighet for tørre løsmasseavsetninger), ligger grunnvannsspeilsreflektoren i nivå ca. 611,5 moh, dvs. i samme nivå som Lesjaskogsvatnet.

P14 (756-902)+P13 (903-940)

I dette området er reflektiviteten svak, og penetrasjonsdypet er beskjedent (10-15 m) i forhold til resten av profilet. Dette kan ha sammenheng med økt elektrisk ledningsevne i overflaten, og behøver ikke skyldes finkornig materiale mot dypet. Et hauget refleksjonsmønster kan antydes. En traufomet reflektor (gammel elvekanal?) sees svært svakt mellom posisjon 895 og 930 (nivå 599-605 moh.). Grunnvannsspeil sees stedvis (posisjon 756-780 og 840-855), men ligger for det meste for grunt til å kunne skilles fra direktebølgene mellom antennene.

P13 (941-1135)

Antatt fjell sees som en kraftig, uregelmessig reflektor ved følgende posisjoner; 960-992 (nivå 587-588 moh.) og 1005-1135 (588-605 moh.). I sistnevnte intervall går fjellreflektoren bratt oppover mot overflaten, med lokale depresjoner som stedvis er ledsaget av 'bow-ties' (posisjon 1040, 1090 og 1110). Antatt grunnvannsspeil sees mellom posisjon 1030 (nivå 612 moh.) til posisjon 1135 (ca. 615 moh.). Refleksjonsmønsteret er hauget til kaotisk, og løsmassene er trolig dominert av sand/grus (breelavsetninger).

P13 (1136-1342)

Fjellreflektoren sees stort sett gjennom hele profilet (er dog noe svak mellom posisjon 1138 og 1215), og dyp til fjell avtar fra ca. 16 m (nivå ca. 605 moh.) ved posisjon 1136 til ca. 6 m dyp (nivå ca. 615 moh.) ved posisjon 1342. Mulig grunnvannsspeil sees i nivå ca. 615 moh.

mellom posisjon 1136 og 1173. Refleksjonsmønsteret over fjell er hauget og representerer trolig breelavsetninger.

Kort vurdering av grunnvannspotensialet

Området mellom posisjon 600 og 700 (P4) ser ut til å være best egnet ved eventuelt uttak av grunnvann. Her kan det være opptil 40 m med grovkornige, vannmettede avsetninger med gode muligheter for infiltrasjon fra Lesjaskogsvatnet.

3.2.6 Profil Bryggensætre-Vetletjønnbotten

Profilet er målt sørvest for Lesjaskogsvatnet, og profilets plassering er vist sammen med georadaropptakene (P17-P20) i kartbilag -10.

P17 (0-240)

Fjell sees som en uregelmessig reflektor fra posisjon 5 (nivå ca. 593 moh.). Den ligger omtrent i samme nivå til posisjon 85, der den går bratt opp til ca. 598 moh. ved posisjon 90. Den går videre bratt oppover fra posisjon 135 til posisjon 240 (nivå ca. 620 moh, 5-6 m dyp). Refleksjonsmønsteret over fjell er hauget til kaotisk og representerer etter all sannsynlighet strukturer i vesentlig breelavsetninger. Mulig grunnvannsspeil sees som en subhorisontal reflektor i nivå ca. 614 moh. mellom posisjon 0 og 90 og mellom posisjon 110 og 150. Pga. antatt større hastighet enn angitt på dybdeskala, er riktig nivå trolig i nivå med Lesjaskogsvatnet (ca. 612 moh.). Tjernet sør for profilet mellom posisjon 0 og 100 (se kartbilag -10) utgjør trolig en dødisgrop og ligger i nivå 619,5 moh. Dette indikerer at tjernet er tett i bunnen ('henger').

P17 (240-852)+P18

I den delen av profilet som her beskrives ligger trolig fjelloverflaten grunt, og kan stort sett sees som en tydelig reflektor gjennom hele området. Mellom posisjon 425 og 475 kan den ikke sees, fordi den her ligger helt ved overflaten (har utgående ved posisjon 447). Mellom posisjon 240 og 420 er dyp til fjell i størrelsesorden 3-7 m, og i området 475 og 620 er dyp til fjell 3-5 m. I disse to områdene sees få strukturer som gir indikasjoner på avsetningstype. Mellom posisjon 620 og 800 er dyp til fjell noe større (10-15 m), og her sees et hauget til kaotisk refleksjonsmønster og indikerer overveiende grovkornige avsetninger. Mulig grunnvannsspeil sees som en reflektor mellom posisjon 670 og 790 i nivå 620-621 moh. Fjellreflektor sees meget tydelig mellom posisjon 870 og 1090, og ligger i nivå ca. 614 moh. mellom posisjon 870 og 1005 og i nivå ca. 610 moh. mellom posisjon 1030 og 1090. Refleksjonsmønsteret er også her hauget til kaotisk (sannsynligvis grovkornige breelavsetninger).

P19 (1130-1640)

Mellom posisjon 1157 og 1355 er fjellreflektoren vanskelig å erkjenne, men kan antydes i områdene 1195-1217 (ca. 607 moh.), 1230-1236 (ca. 606 moh.), 1298-1306 (ca. 604 moh.) og 1314-1326 (ca. 606 moh.). Mulig grunnvannsspeil sees som en subhorisontal reflektor mellom posisjon 1180 og 1285 i nivå ca. 616 moh. Mellom posisjon 1355 og 1387 ligger fjellreflektoren nær overflaten (5-6 m dyp) og utgjør en ryggform som også gjenspeiles i overflatetopografien. Fra posisjon 1387 heller fjellreflektoren ned til nivå ca. 608 moh. ved posisjon 1442 og stiger til nivå ca. 613 moh. ved posisjon 1500. Fra denne posisjonen heller fjellreflektoren svakt nedover til posisjon 1640 (ca. 604 moh.). I hele området er refleksjonsmønsteret over fjell haugget til kaotisk og representerer trolig grovkornige breelvavsetninger.

P19 (1641-1775)+P20

Fjellreflektoren går bratt ned fra posisjon 1641 (nivå ca. 604 moh.) til posisjon 1660 (ca. 597 moh.). Mellom posisjon 1682 og 1776 er det vanskelig å skille fjellreflektor fra kraftige refleksjoner fra løsmassene over, men antas å ligge i nivå 595-600 moh. i dette området. Mellom posisjon 1776 og 1845 ligger fjelloverflaten trolig i nivå 593-596 moh. Fra posisjon 1846 heller fjellreflektoren svakt nedover i profilretningen fra nivå ca. 593 moh. til ca. 586 moh. (posisjon 1965). Mellom posisjon 1965 og 2115 (enden av profilet) har fjellreflektoren et noe undulerende forløp med lokale høydepunkter og depresjoner, og ligger i nivå 585-591 moh. i dette området. Mulig grunnvannsspeil sees som en svak reflektor i nivå 615-616 moh. mellom posisjon 1875 og 2115. Den har stedvis et tilsynelatende undulerende forløp, trolig pga. utilstrekkelig terrengkorreksjon. Reflektiviteten over fjellreflektor varierer, men er generelt noe svak mellom posisjon 1990 og 2115 og kan skyldes mer homogene avsetninger her. Refleksjonsmønsteret er haugget eller kaotisk og representerer sannsynligvis strukturer i sand/grusdominerte breelvavsetninger.

Kort vurdering av grunnvannspotensialet

Løsmassene langs profilet er trolig dominert av grovkornige breelvavsetninger som kan være godt egnet for uttak av grunnvann. Det gunstigste området er sannsynligvis ved østenden av profilet (P20) der dyp til fjell er størst (25-35 m)

3.2.7 Profil Fiskelivegen

Profilet er målt ved den nordvestlige enden av Lesjaskogsvatnet, og plasseringen er vist sammen med opptak (P21) i kartbilag -11.

P21

Mellom posisjon 0 og 336 (nordsiden av Rauma) er penetrasjonsdypet svært begrenset (5-10 m). Dette kan indikere finkornige avsetninger, godt elektrisk ledende materiale i overflaten

eller at fjelloverflaten ligger grunt. Mellom posisjon 60 og 115 og mellom posisjon 150 og 205 sees en reflektor på 3-6 m dyp som muligens kan representere fjell, men dette er svært usikkert. Denne delen av opptaket gir lite informasjon om avsetningstype. Kort avstand til fjell er bekreftet ved kvartærgeologisk kartlegging, som viser blokker og grovt materiale i overflaten og flere fjellblotninger her (Asbjørn Rune Aa, pers. medd.). Mellom posisjon 337 og 410 sees en irregulær reflektor på 6-9 m dyp som muligens kan representere fjell. Det sees ingen spesielle strukturer over fjellreflektor som kan indikere hvilke(n) avsetningstype(r) som opptrer. Fjellreflektor er mer tydelig mellom posisjon 461 og 665, der den opptrer i nivå ca. 609-610 moh. Fra posisjon 665 og mot sørenden av profilet (posisjon 704) går fjell mot overflaten (blottet ved posisjon 704). Antatt grunnvannsspeil sees som en svakt undulerende reflektor (undulerende pga. utilstrekkelig terrengkorreksjon) mellom posisjon 461 og 665 i nivå 614-616 moh. Refleksjonsmønsteret er kaotisk og kan representere grovkornige avsetninger (sand/grus).

Kort vurdering av grunnvannspotensialet

Det antas at mektigheten av vannmettet sone er for liten (3-5 m) til at området har stor interesse ved eventuelt grunnvannsuttak (avhengig av ønsket kapasitet).

4 KONKLUSJON

Som et samarbeidsprosjekt mellom NGU og HSF er det utført georadarmålinger ved Bjorli og Lesjaskogsvatnet, Lesja kommune, Oppland. Målingene ble utført i forbindelse med generell kvartærgeologisk og hydrogeologisk kartlegging.

Både ved Bjorli og Lesjaskogsvatnet ble det oppnådd data av god kvalitet. Opptakene viser stedvis detaljerte strukturer i elve- og breelvavsetninger. Disse strukturene er i opptakene indikert ved et hauget, kaotisk eller skrått refleksjonsmønster (der et hauget mønster opptrer hyppigst). I følge et vanlig benyttet skjema som knytter hendelser i georadaropptak til avsetningstype og lagdeling (etter Beres & Haeni, 1991), representerer de nevnte mønstre vesentlig sandige avsetninger (med eller uten grus). Dette er i overensstemmelse med resultater fra sonderboringer i området. Videre sees overflaten av eskere i noen opptak, og grunnvannsspeil kommer klart fram flere steder. Fjellreflektoren sees tydelig på de fleste opptak og indikerer at dyp til fjell kan være opptil 40-50 meter sentralt i dalen. I de samme områder (spesielt der profilene går ved vann/elv) er det indikert gode muligheter for uttak av grunnvann.

5 REFERANSER

Beres, M. Jr. & Haeni, F.P. 1991: Application of ground-penetrating-radar methods in hydrogeological studies. *Ground water*, No. 3, 375-386.

Nielsen, J.T. 1987: Ressurskart 1:50 000 - grunnvann i løsmasser - med beskrivelse. Lesja kommune, Oppland fylke. Status pr. 01.09.86. *NGU Rapport 87.008*.

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 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;

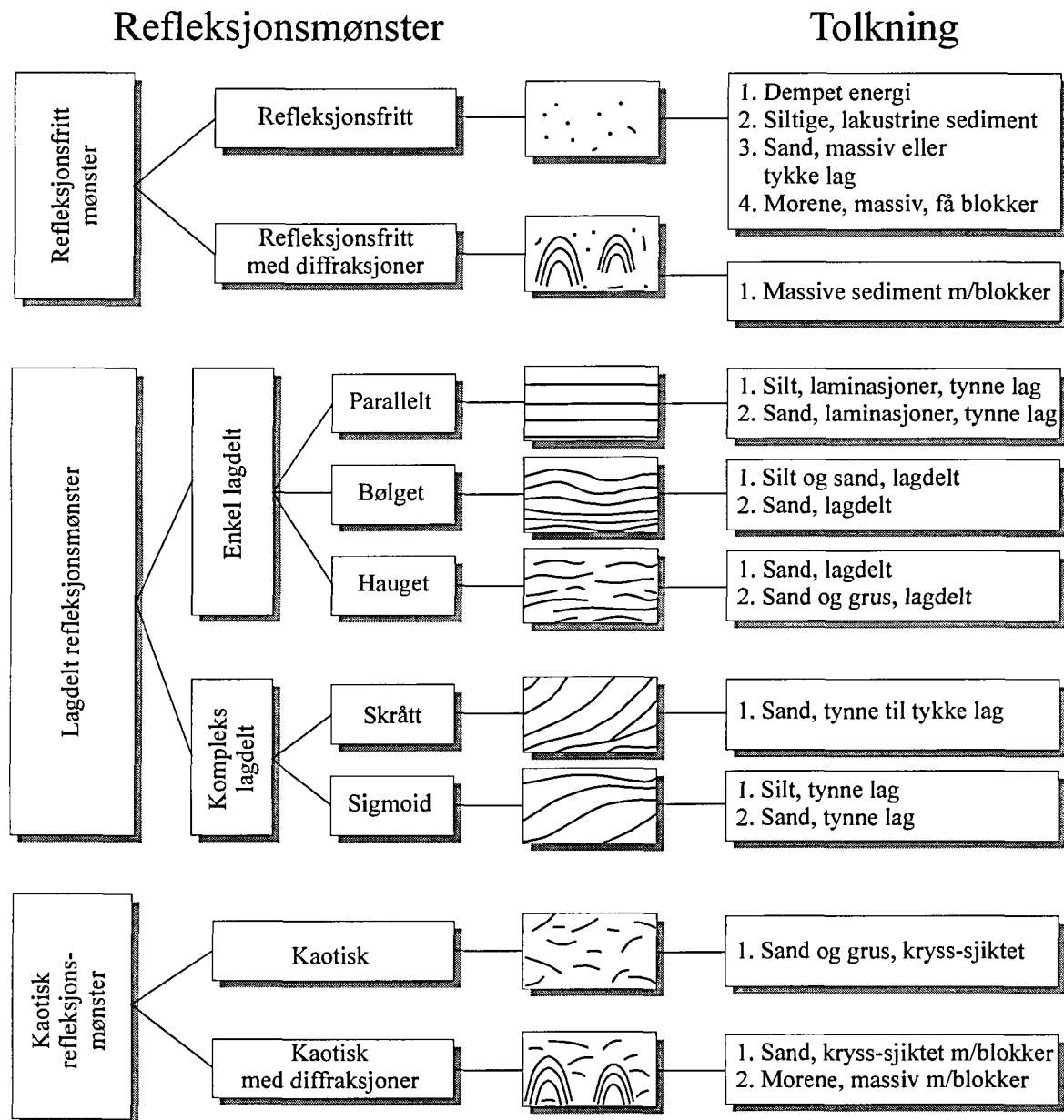
$$\epsilon_r = \left(\frac{c}{v}\right)^2$$

hvor 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.

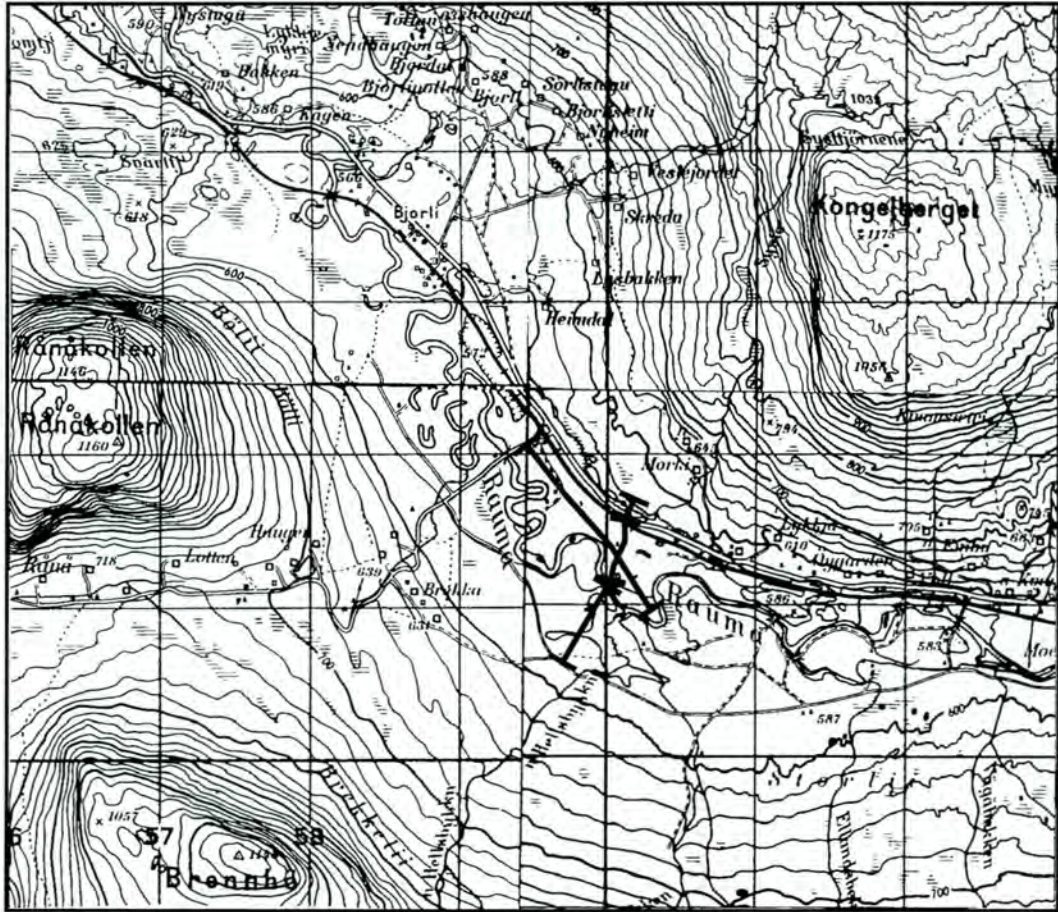
Dybderekkevidden for georadarmålinger er i stor grad avhengig av elektrisk ledningsevne i grunnen og av den utsendte antennefrekvens. Både økende ledningsevne og en økning i antennefrekvens vil føre til hurtigere demping av bølgepulsene og dermed minkende penetrasjon. I godt ledende materiale som marin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



Georadarprofiler ved Bjorli
(kartbilag -03 og -04)

NGU/HSF
PLASSERING AV GEORADARPROFILER

BJORLI

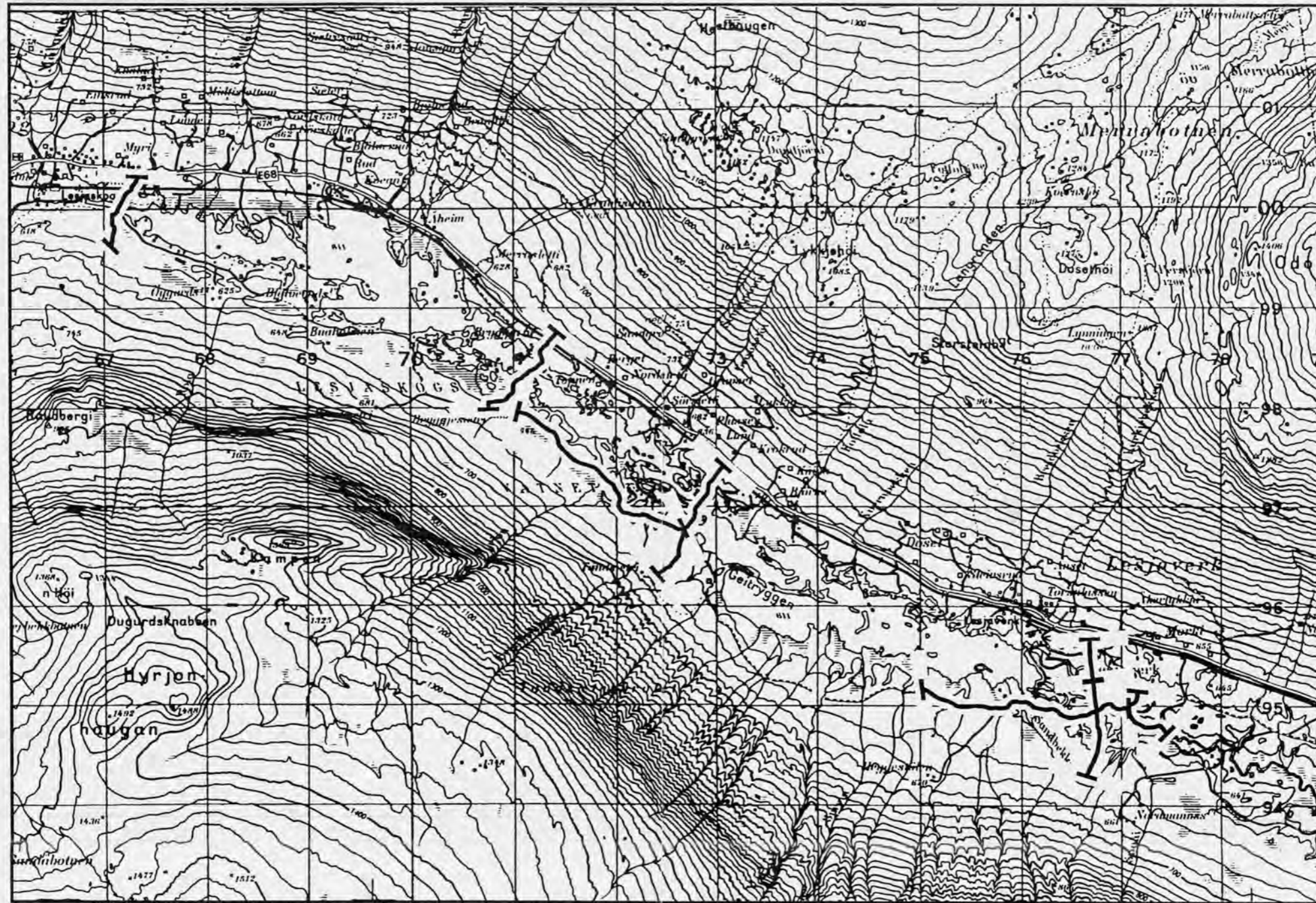
LESJA KOMMUNE, OPPLAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK 1:50 000	MÅLT TL	Sept. -96
	TEGN EM	Nov. -96
	TRAC	
	KFR	

TEGNING NR
96.119-01

KARTBLAD NR
1419 III



Georadarprofiler (kartbilag -05, -06 og -07)

Georadarprofiler (kartbilag -08, -09 og -10)



Georadarprofil (kartbilag -11)

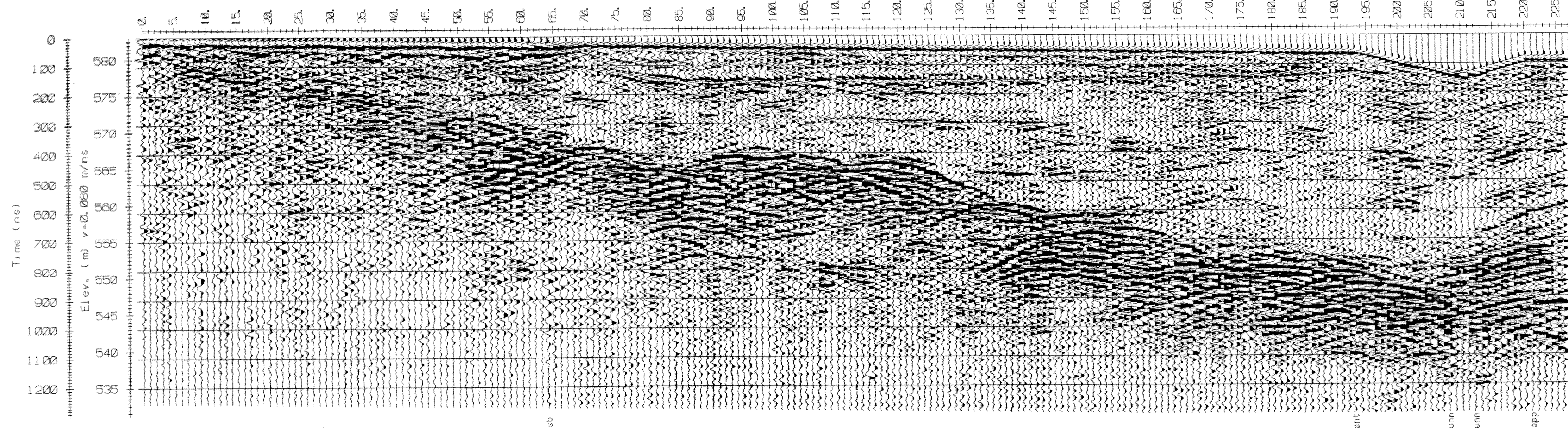
NGU/HSF
 PLASSERING AV GEORADARPROFILER
LESJASKOGSVATNET
 LESJA KOMMUNE, OPPLAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

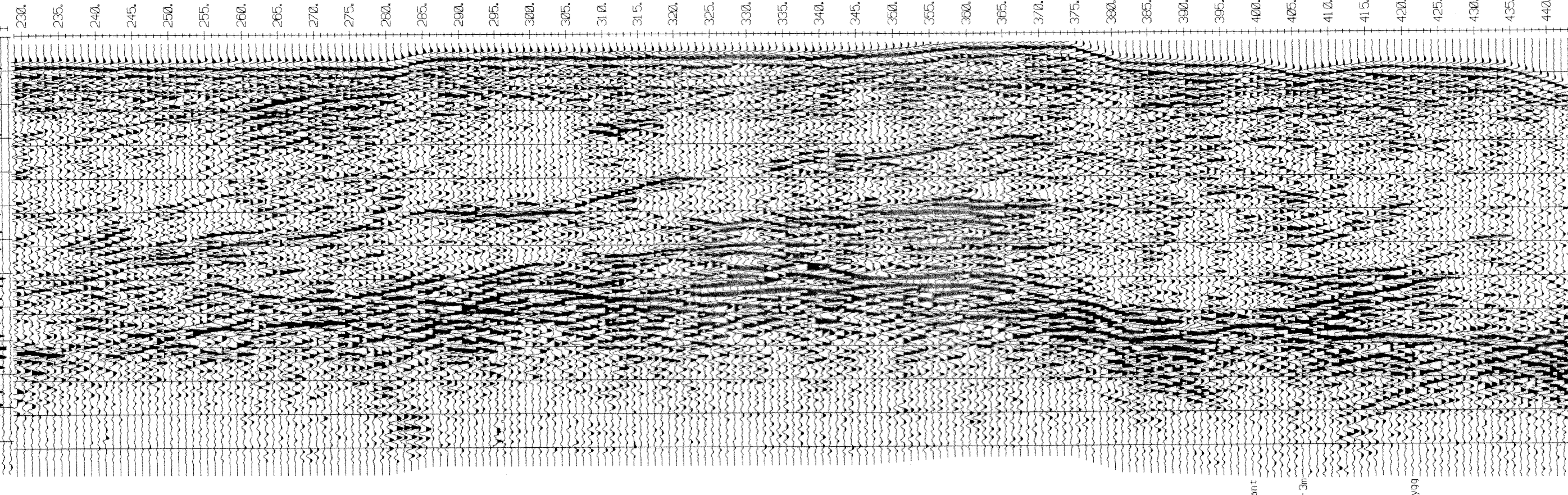
MÅLESTOKK 1:50 000	MALT TL	Sept. -96
	TEGN EM	Nov. -96
	TRAC	
	KFR	

TEGNING NR 96.119-02	KARTBLAD NR 1419 III
-------------------------	-------------------------

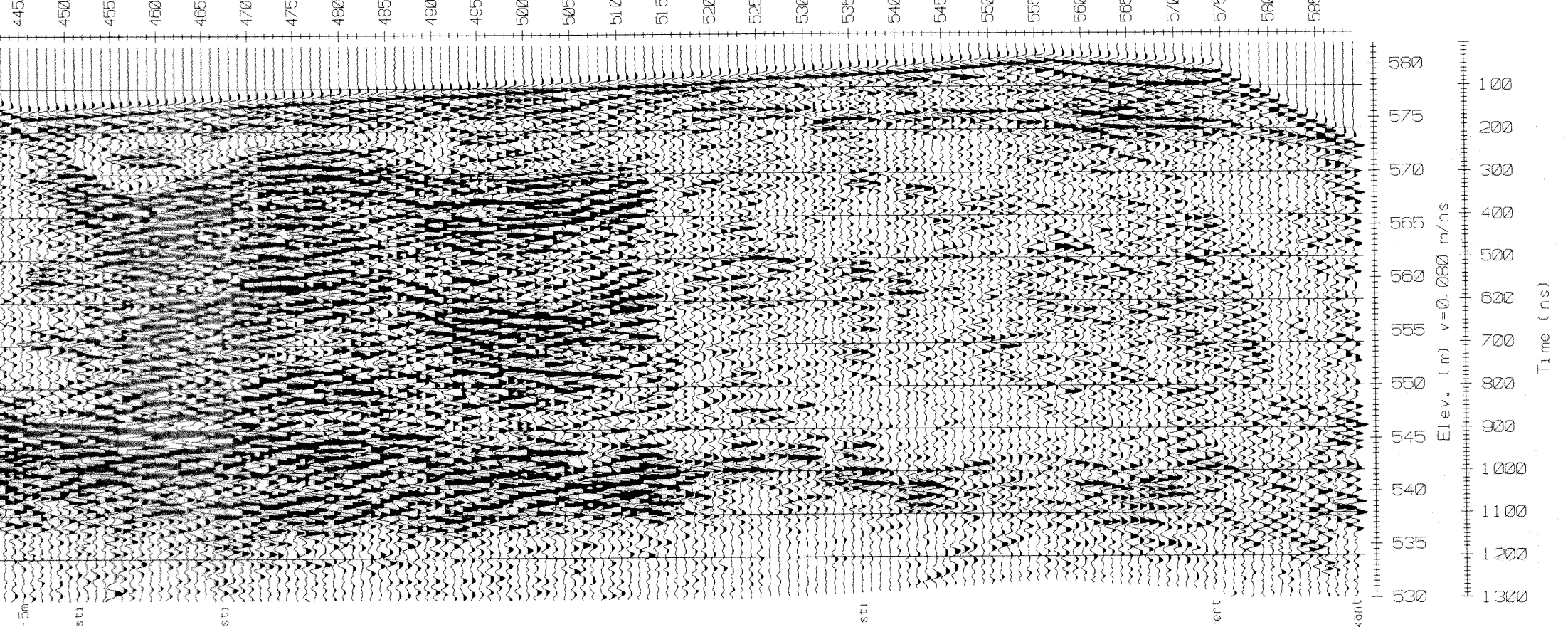
P1



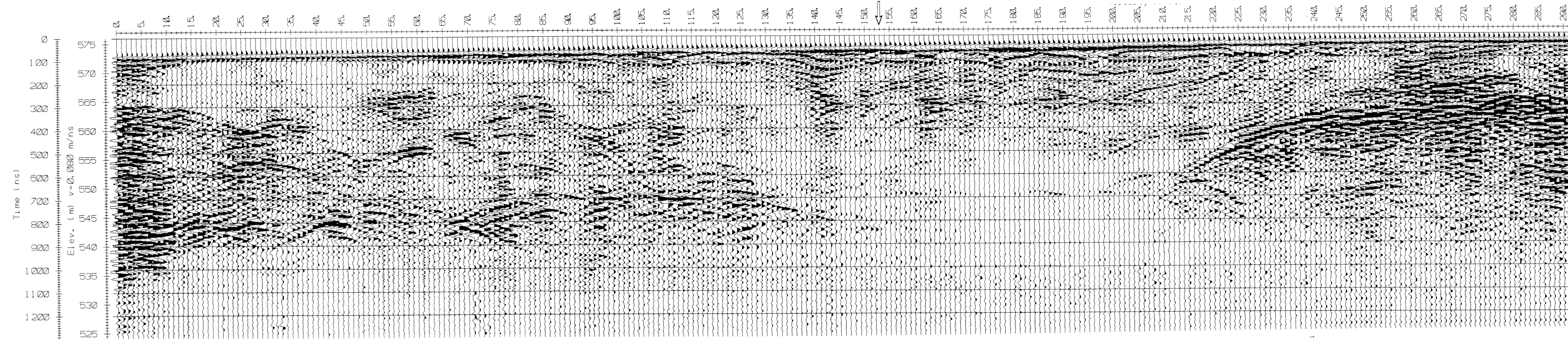
P2



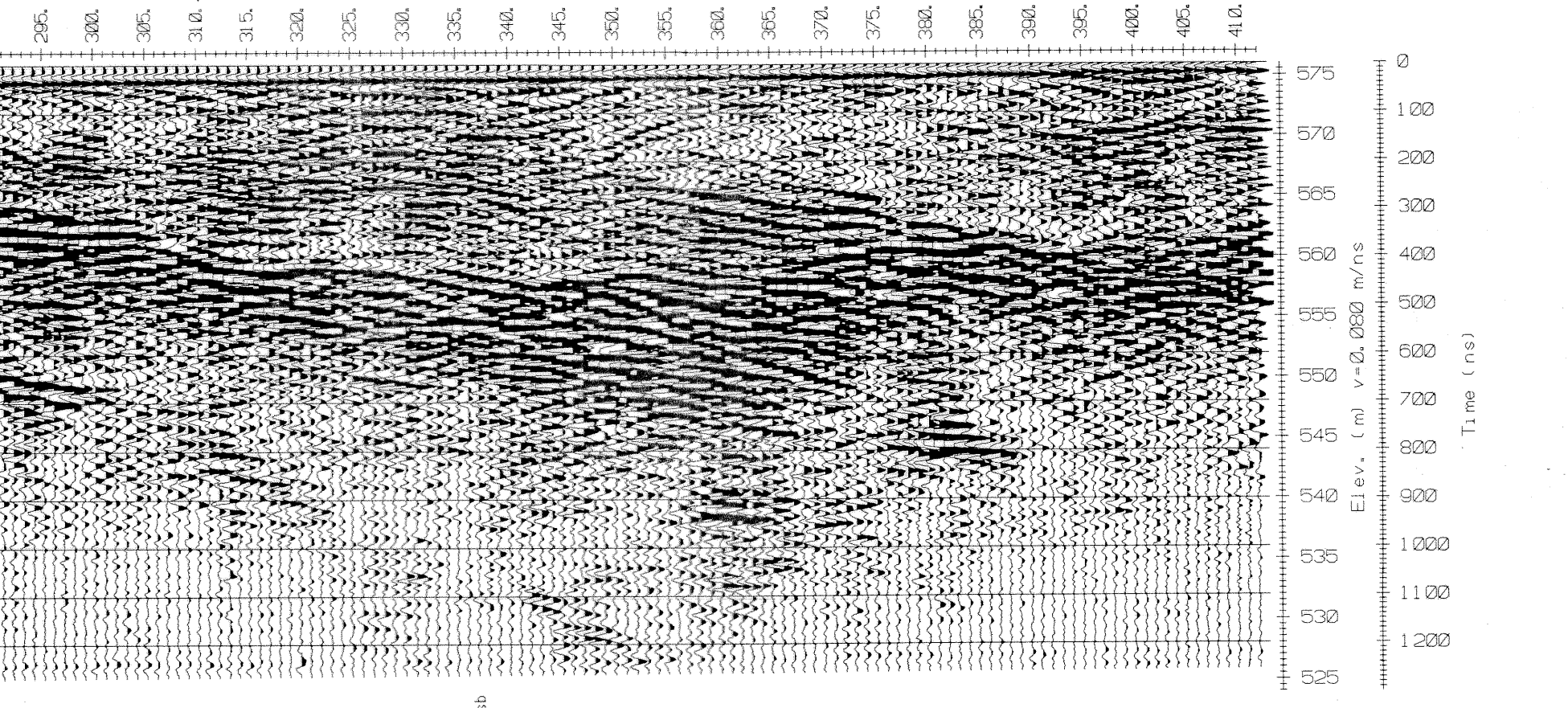
BH3



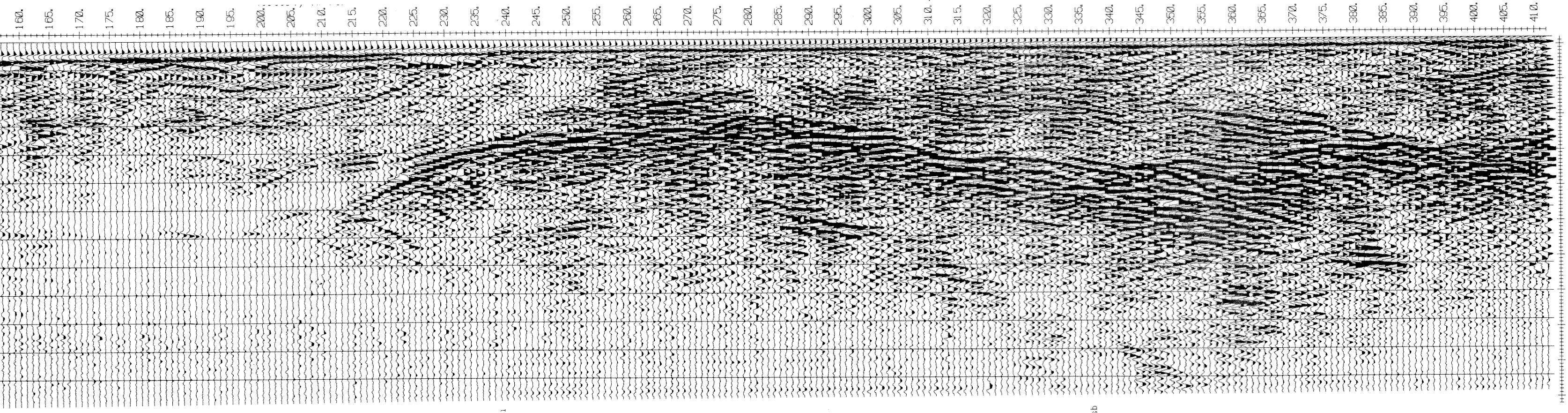
P3



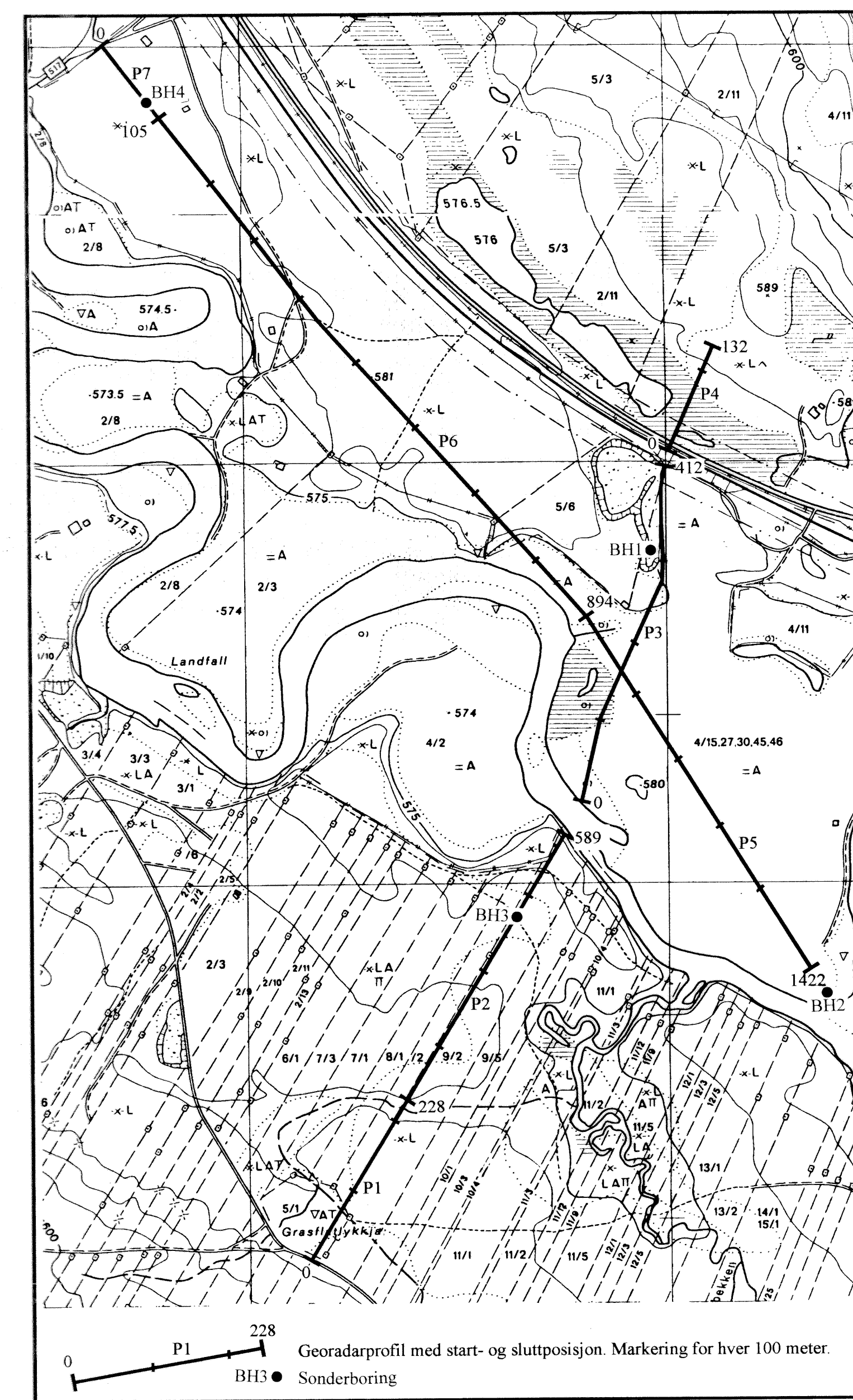
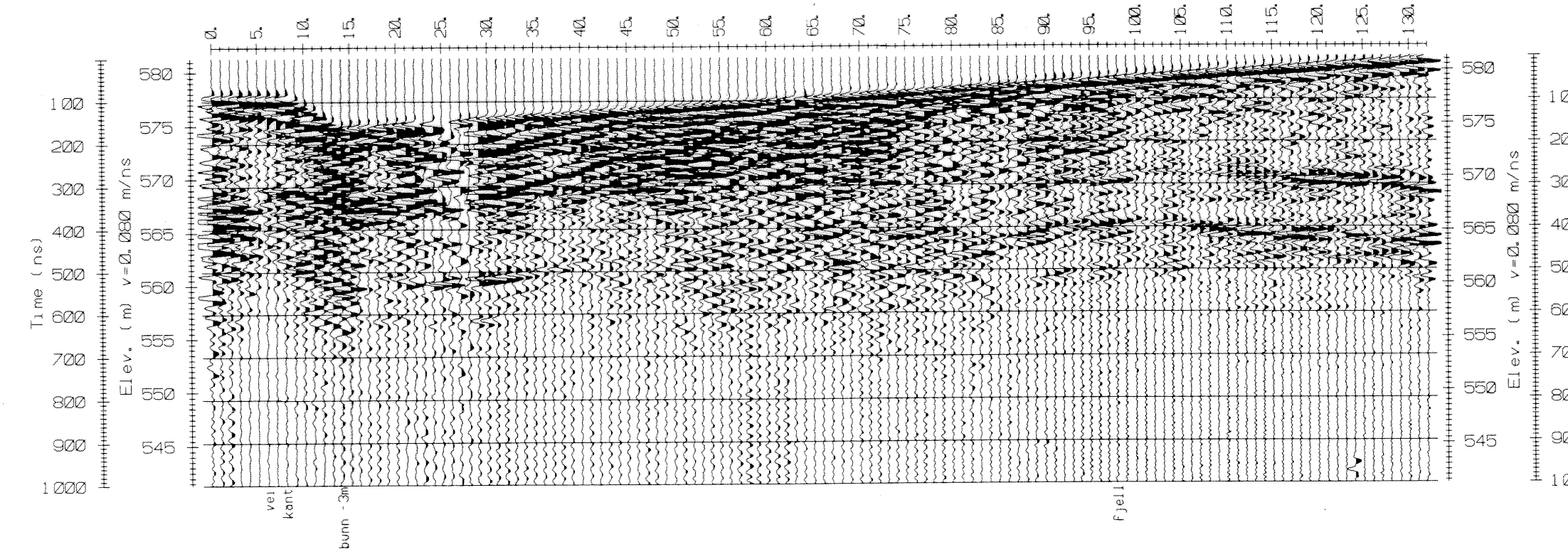
BH1



P5

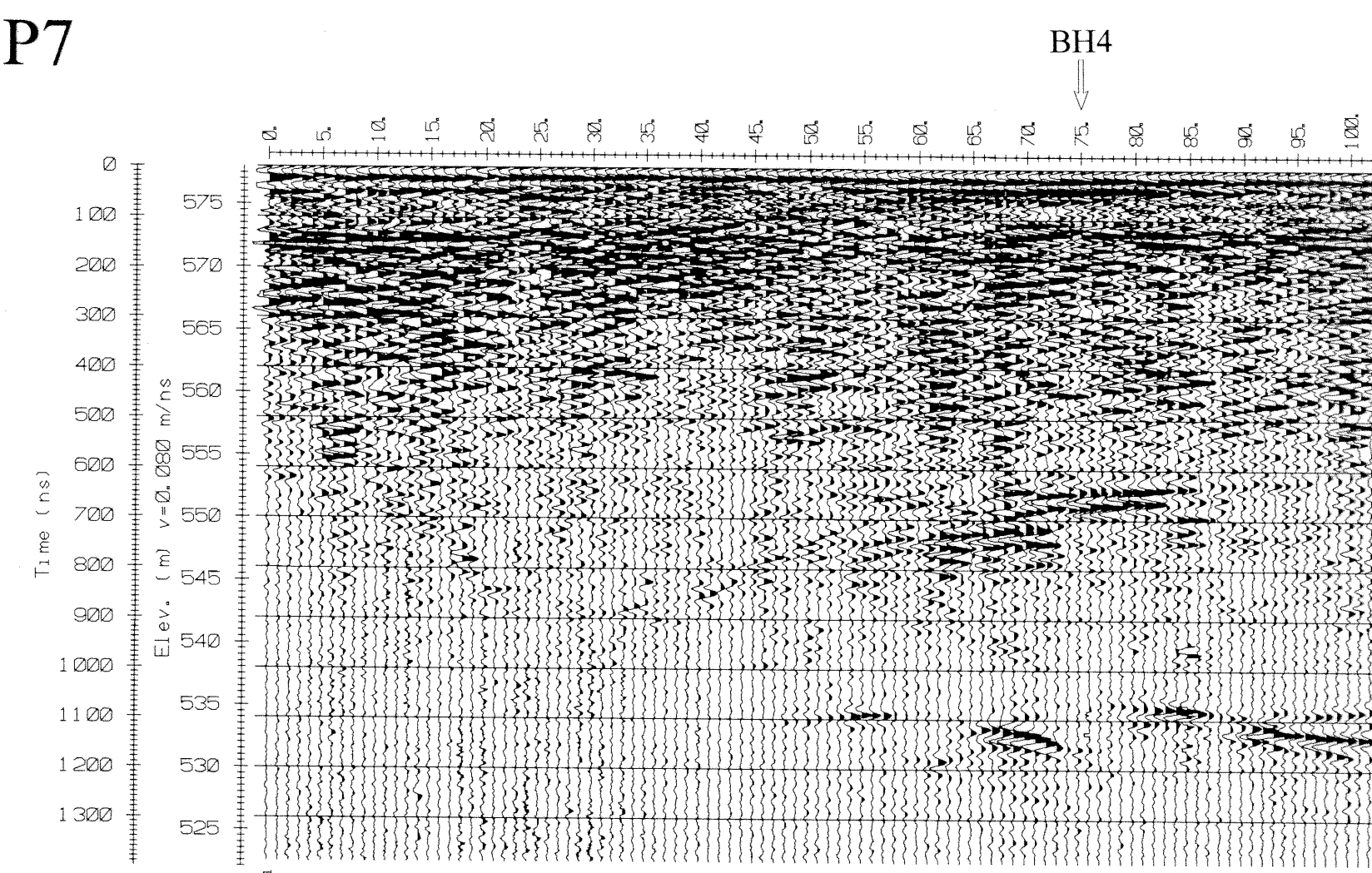


P4



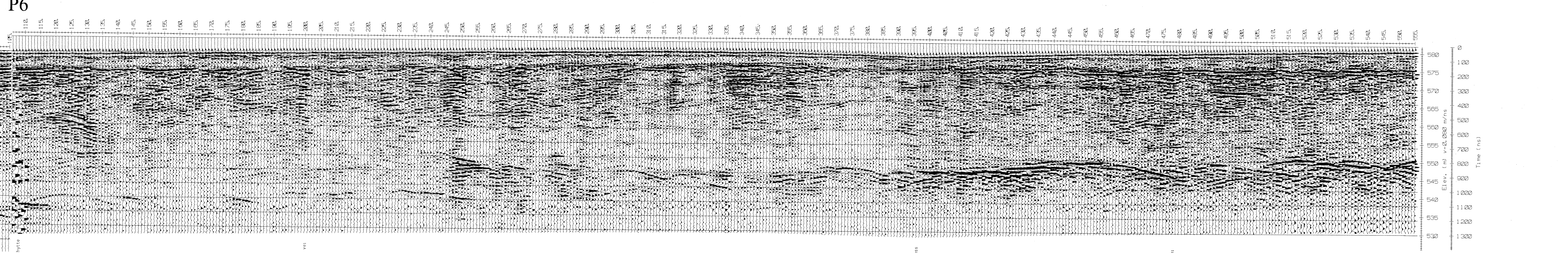
NGU/HSF GEORADAROPPTAK P1+P2, P3, P4 BJORLI LESIA KOMMUNE, OPPLAND	MÅLSTOKK	MÅLT TL	Sept. -96
	1:5000 (Kart)	TEGN EM	Okt. -96
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 96.119-03	KARTBLAD NR 1419 III	

P7

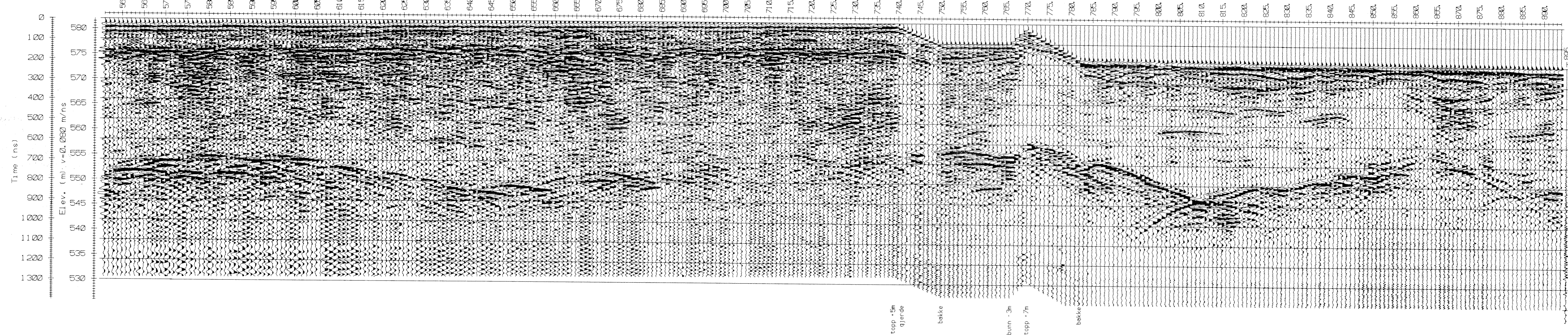


BH4

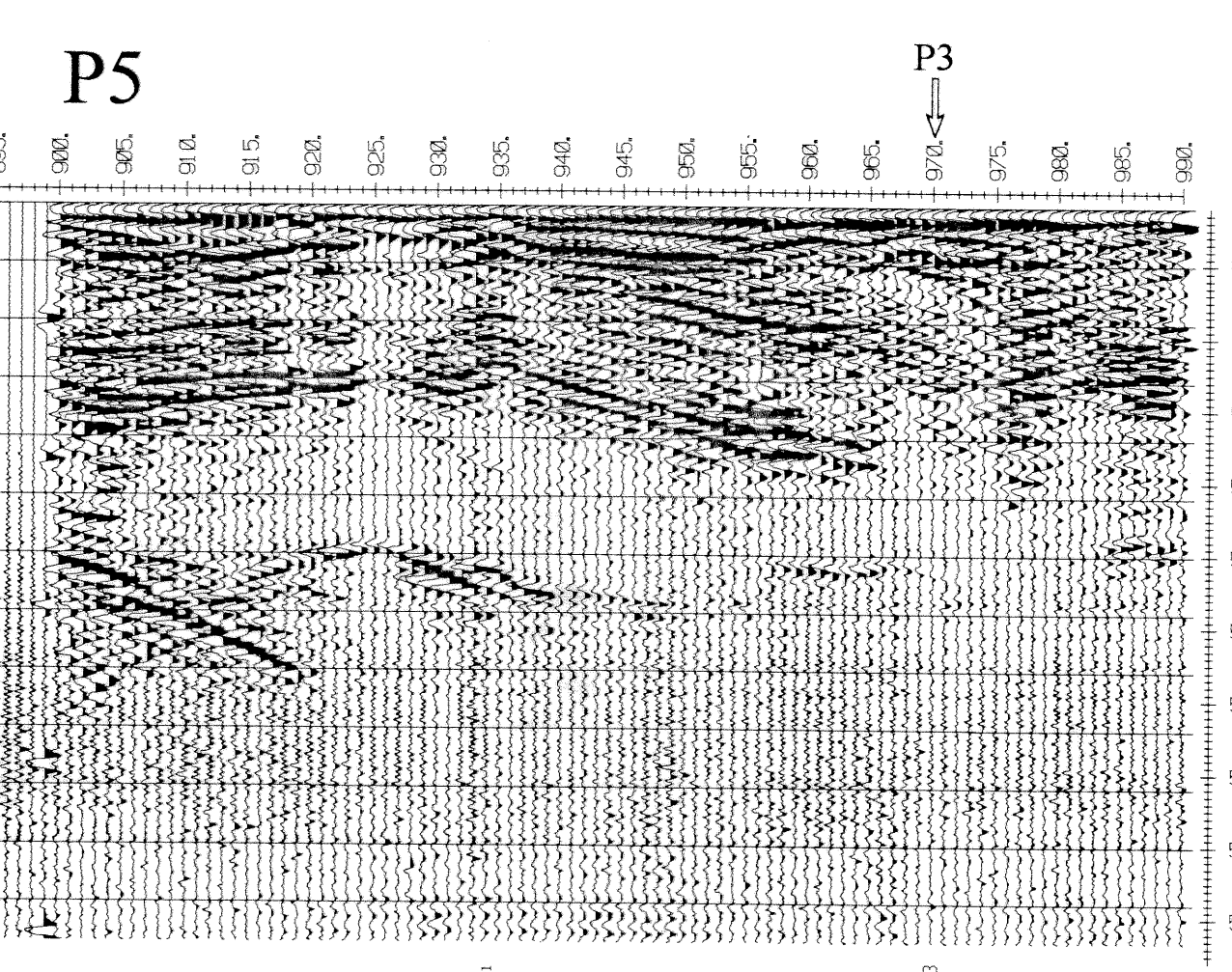
P6



P6 (forts.)

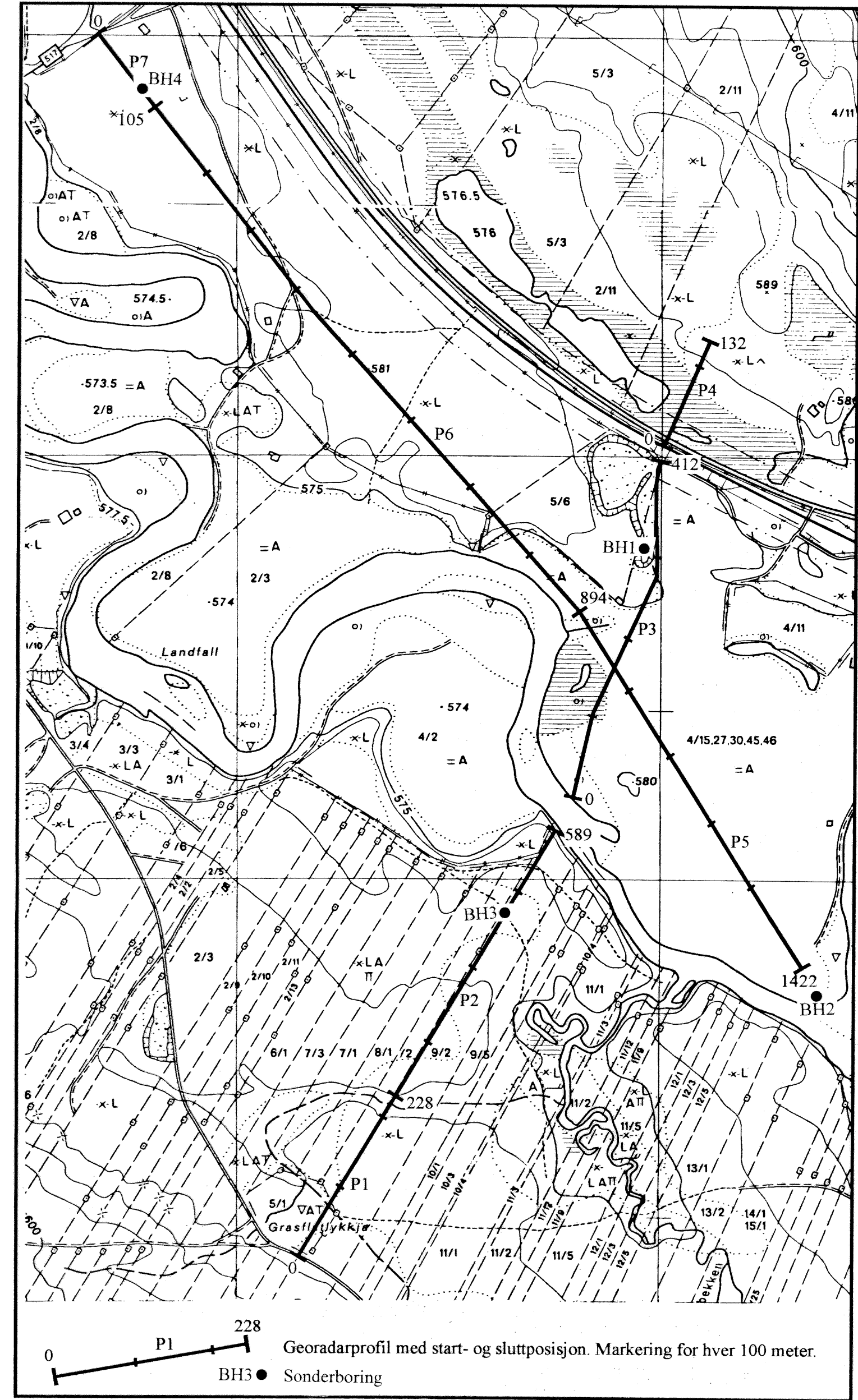
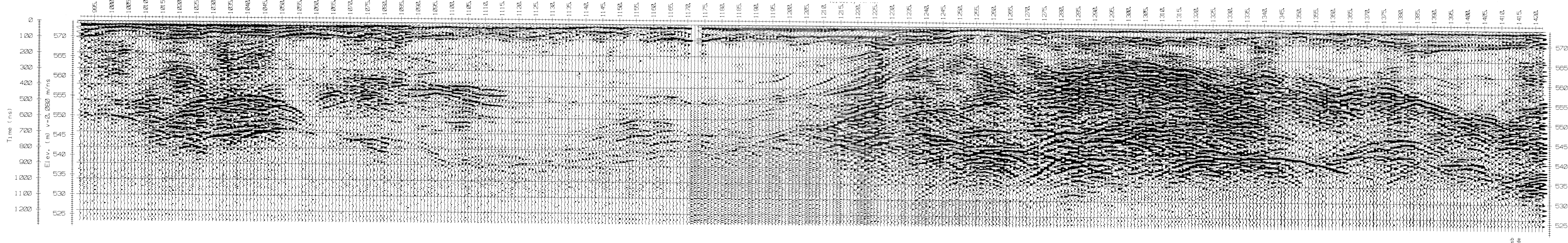


P5



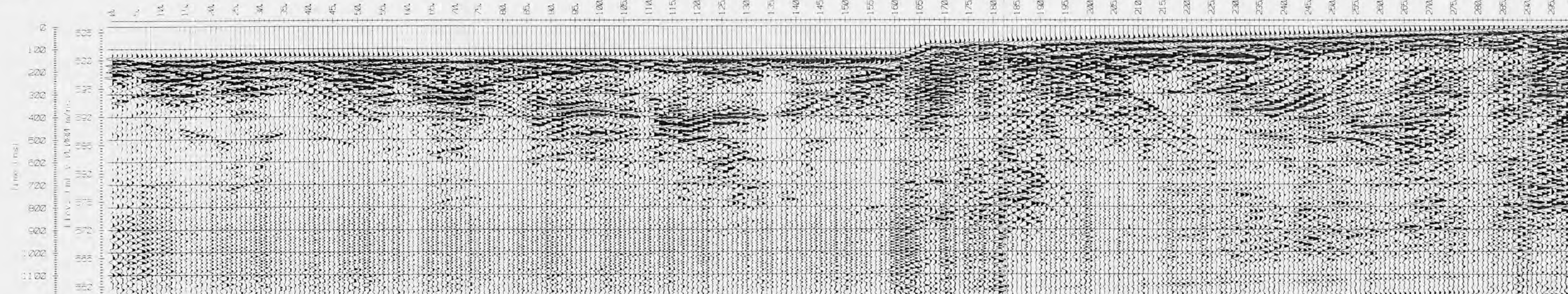
P3

P5 (forts.)



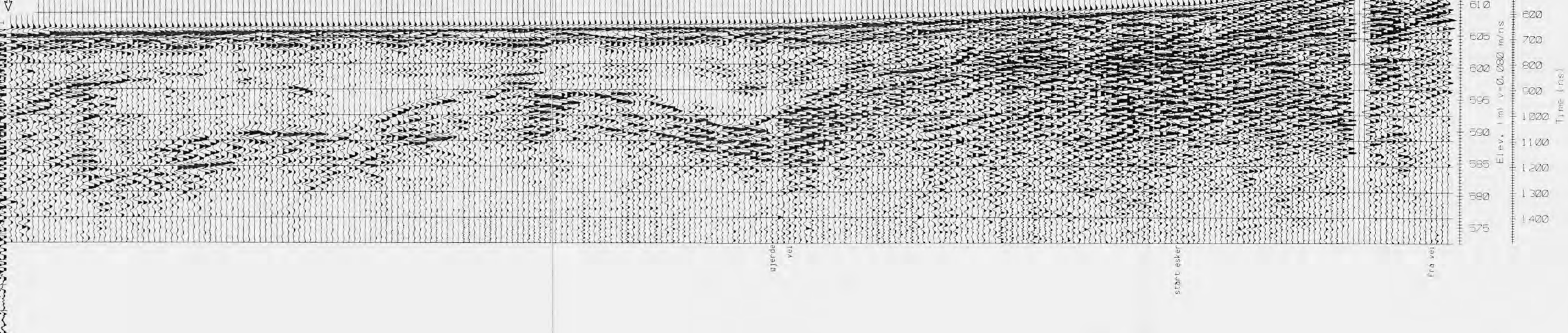
NGU/HSF GEORADAROPPTAK P7+P6+P5 BJORLI LESIA KOMMUNE, OPPLAND	MALESTOKK	MALT TL	Sept -96
	1:5000 (Kart)	TEGN EM	Okt -96
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR	KARTBLAD NR	
	96.119-04	1419 III	

P3

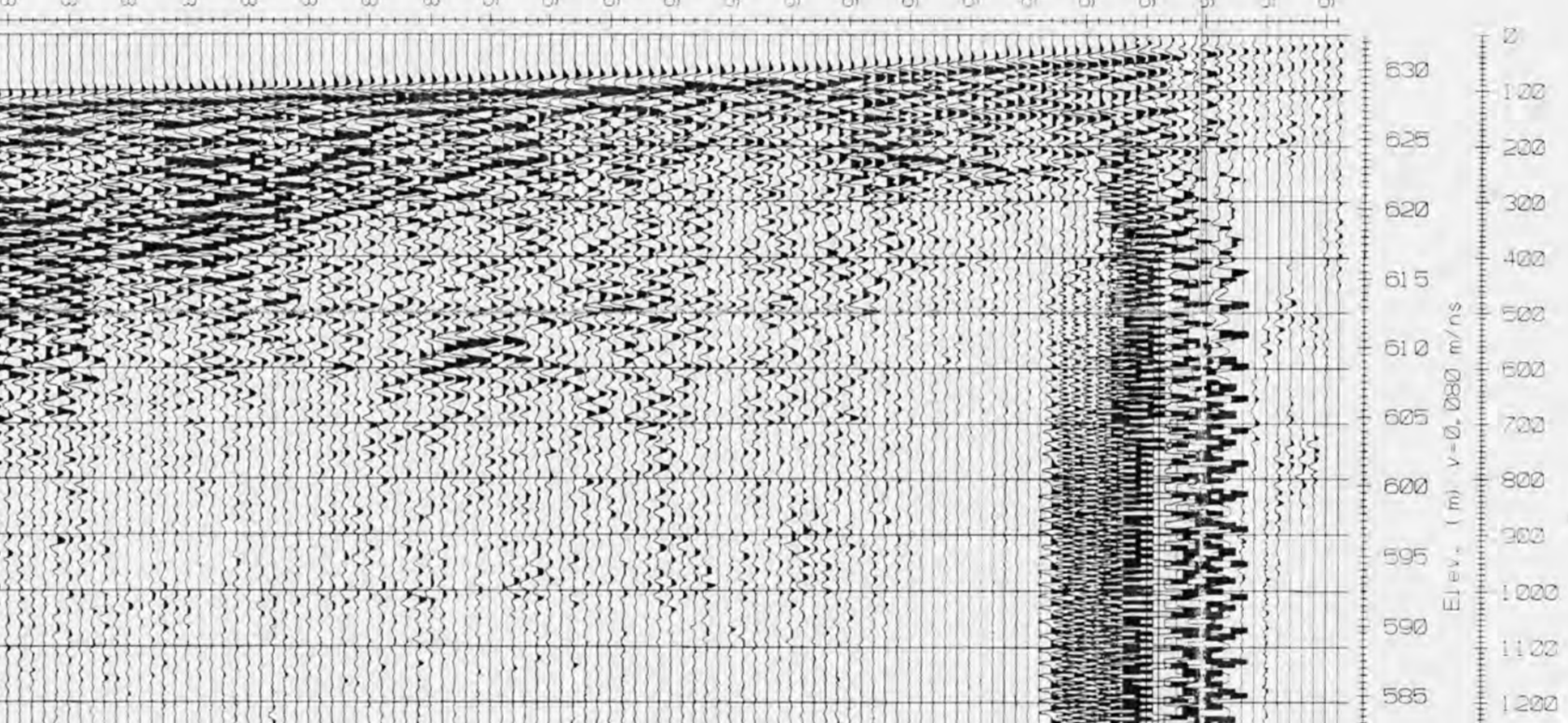
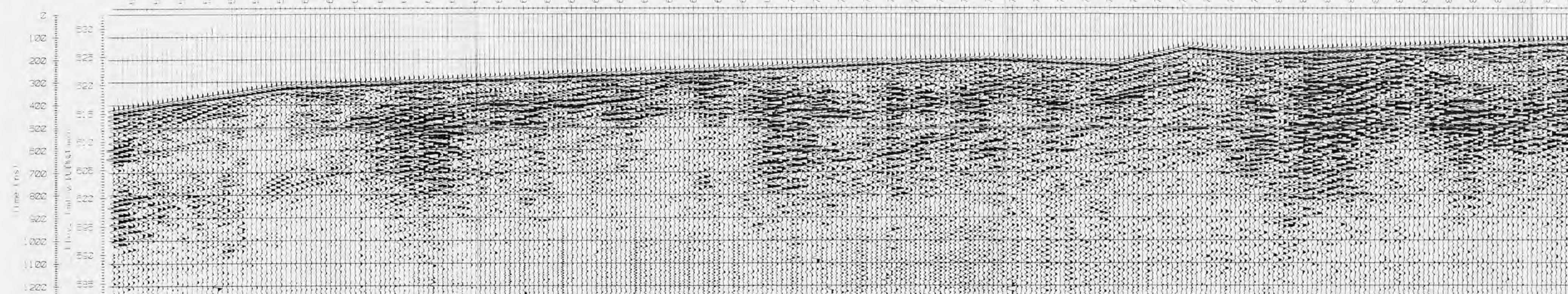


P4

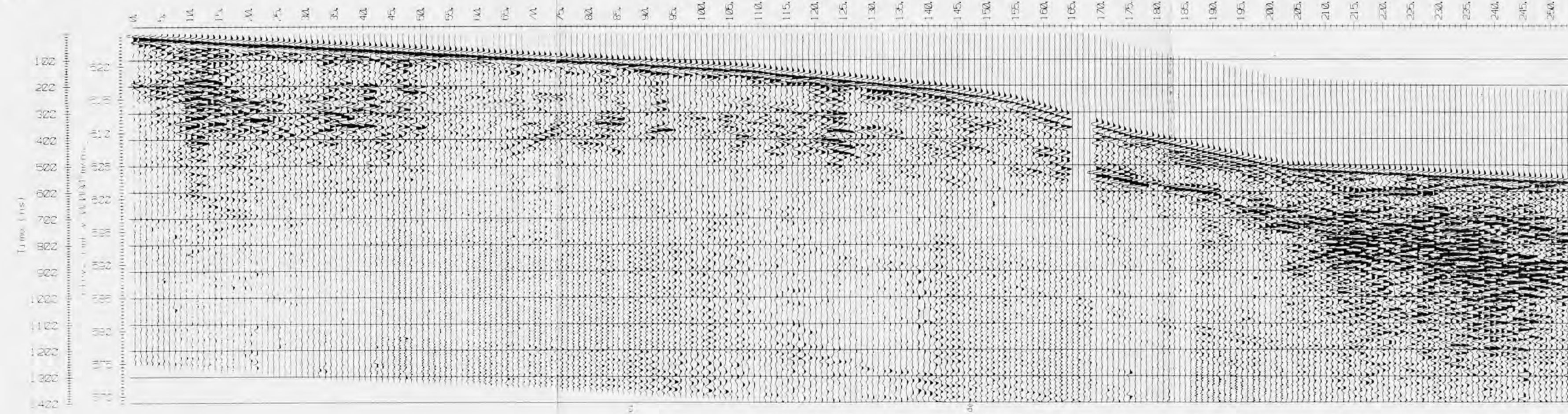
BH1
P7,P8



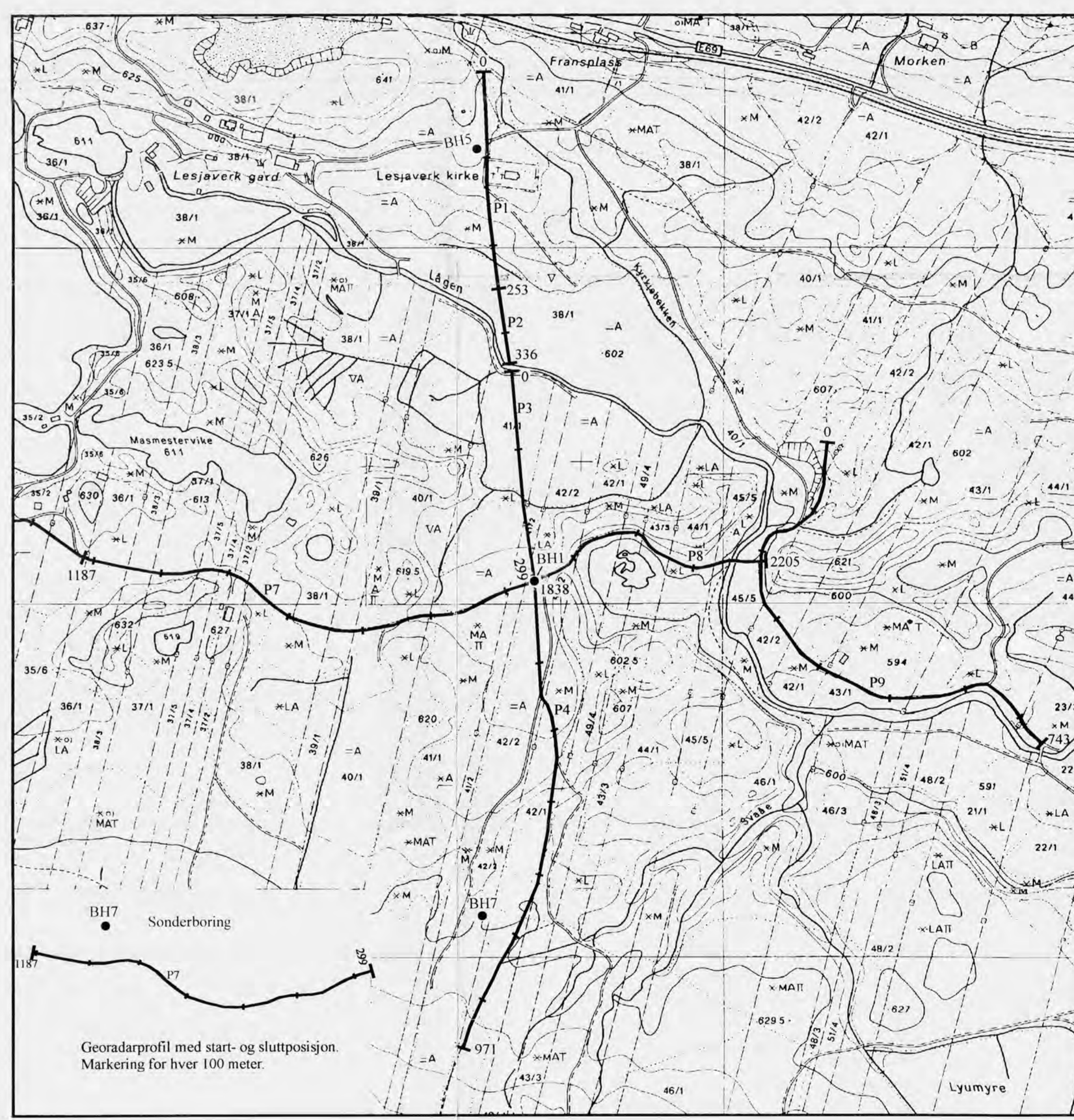
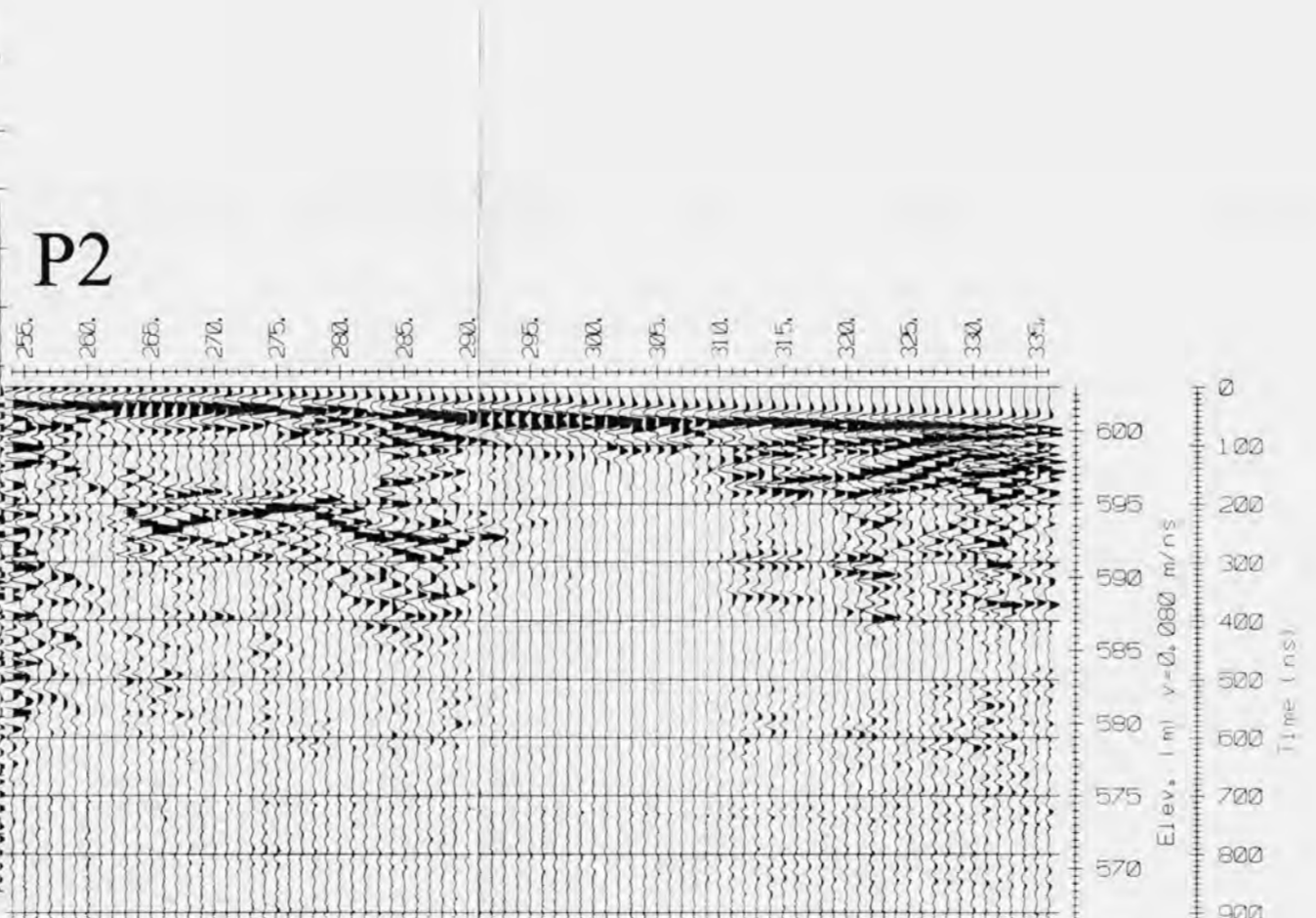
P4 (forts.)



P1

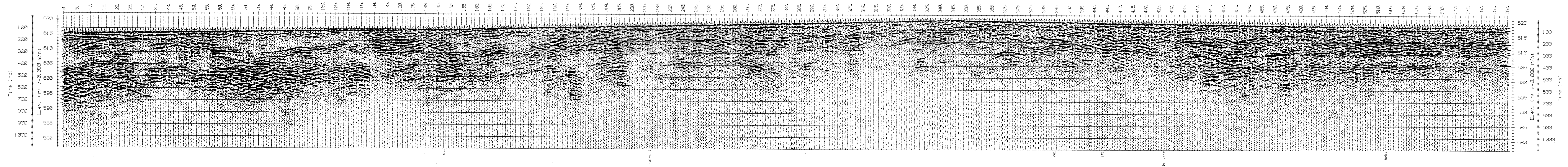


P2



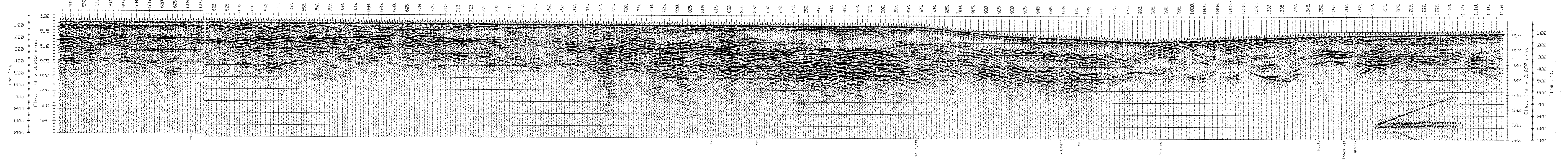
NGU/HSF GEORADAROPPTAK P1+P2, P3+P4 LESJA LESJA KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK 1:5000 (Kart)	MÅLT TL TEGN EM TRAC KFR	Sept. -96 Okt. -96
	NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 96.119-05	KARTBLAD NR 1419 III

P5



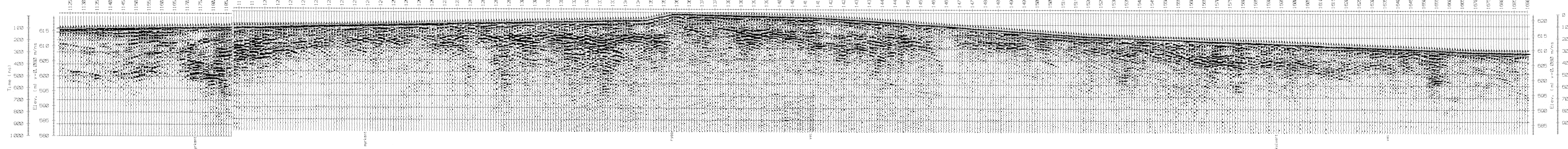
P5 (forts.)

P6

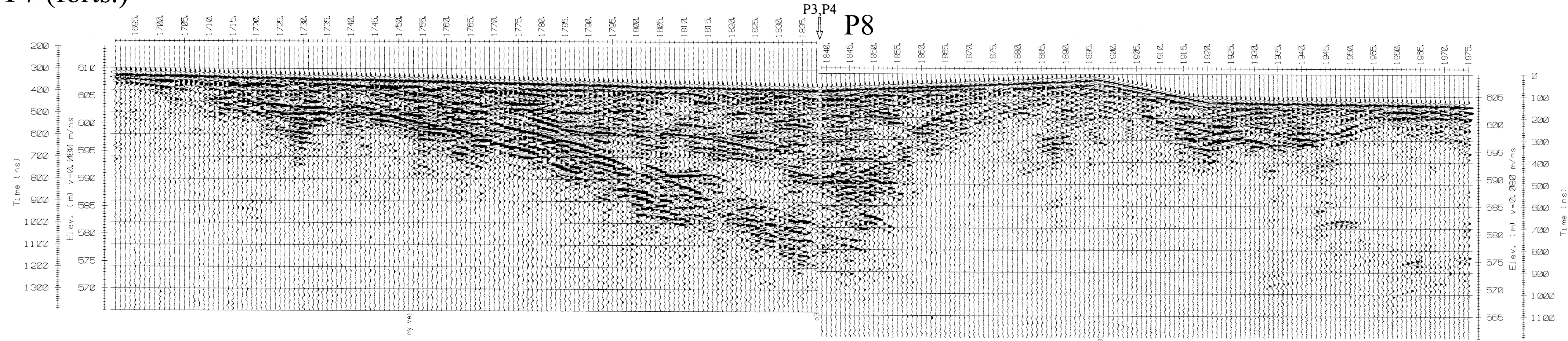


P6 (forts.)

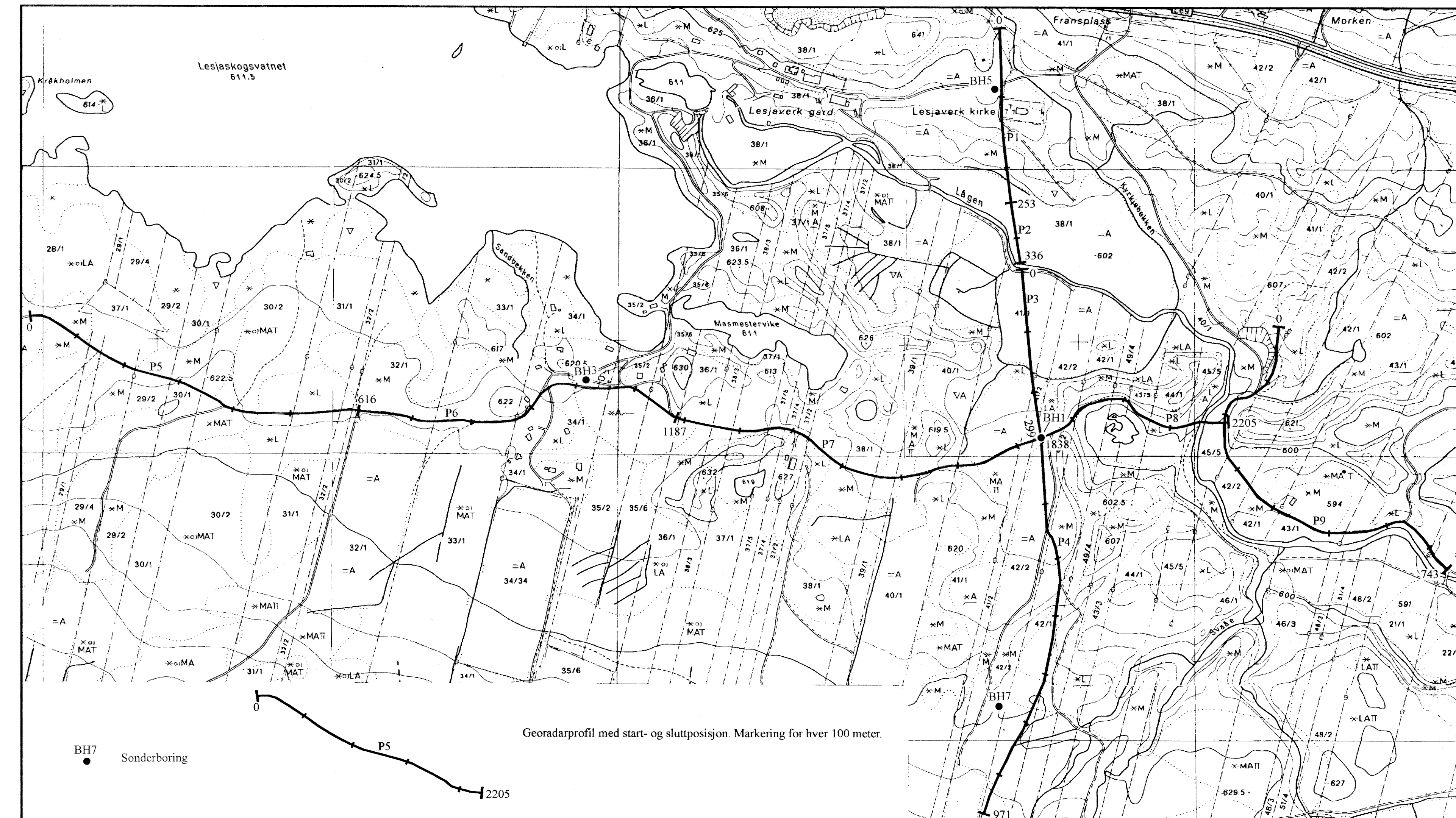
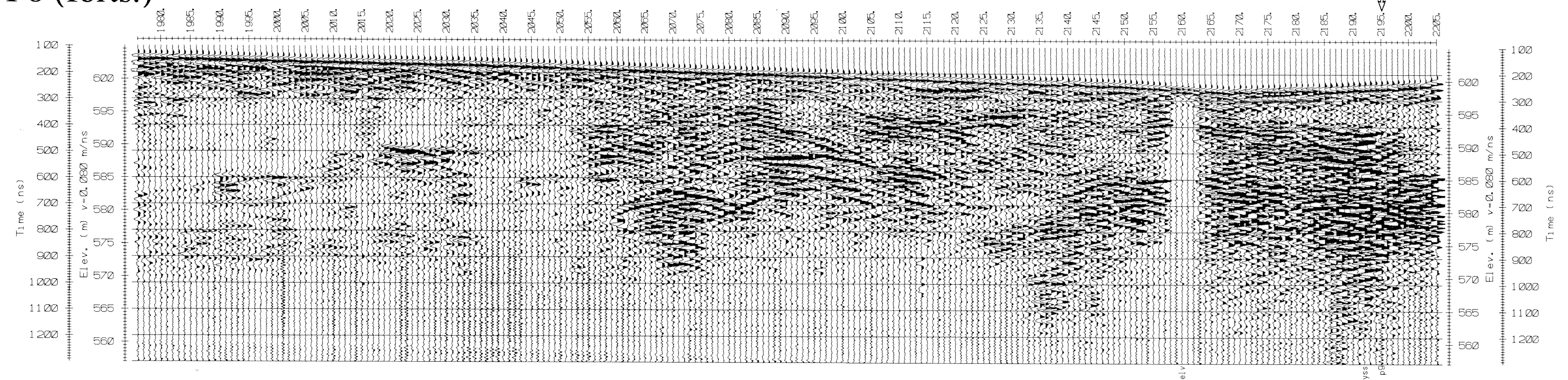
P7



P7 (forts.)

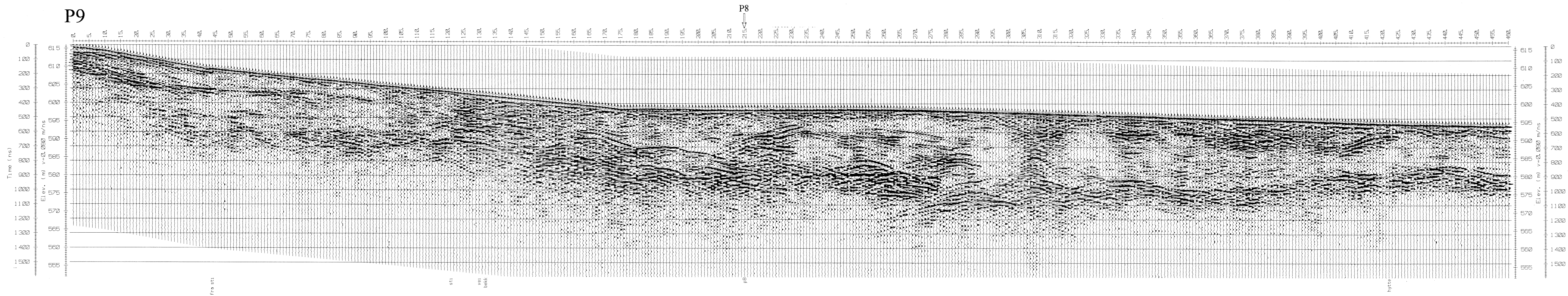


P8 (forts.)

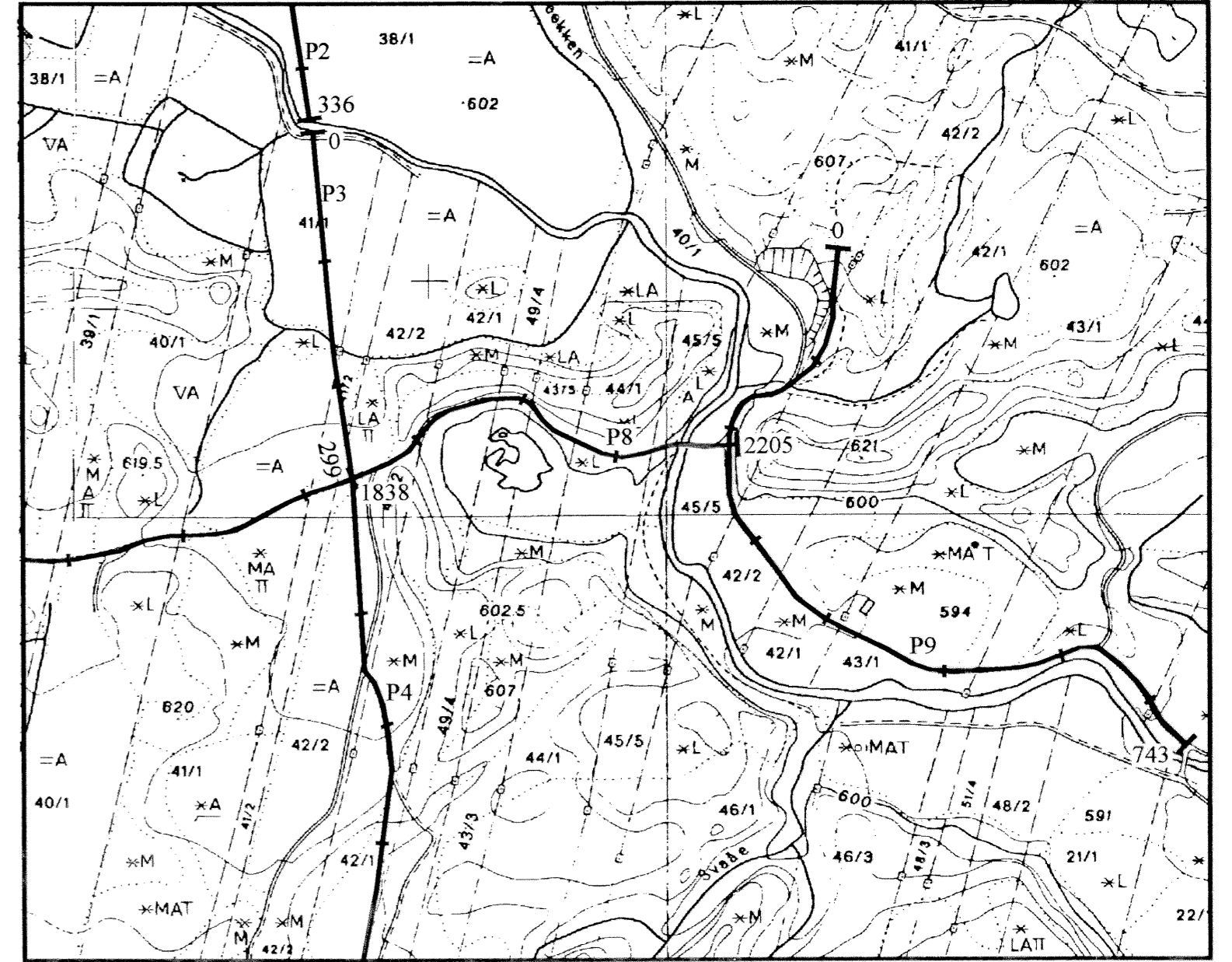
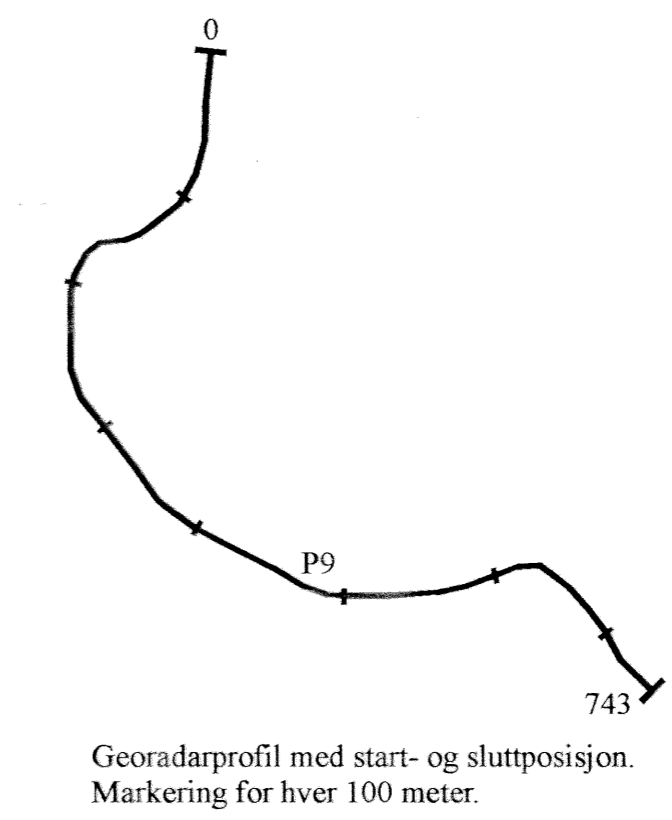
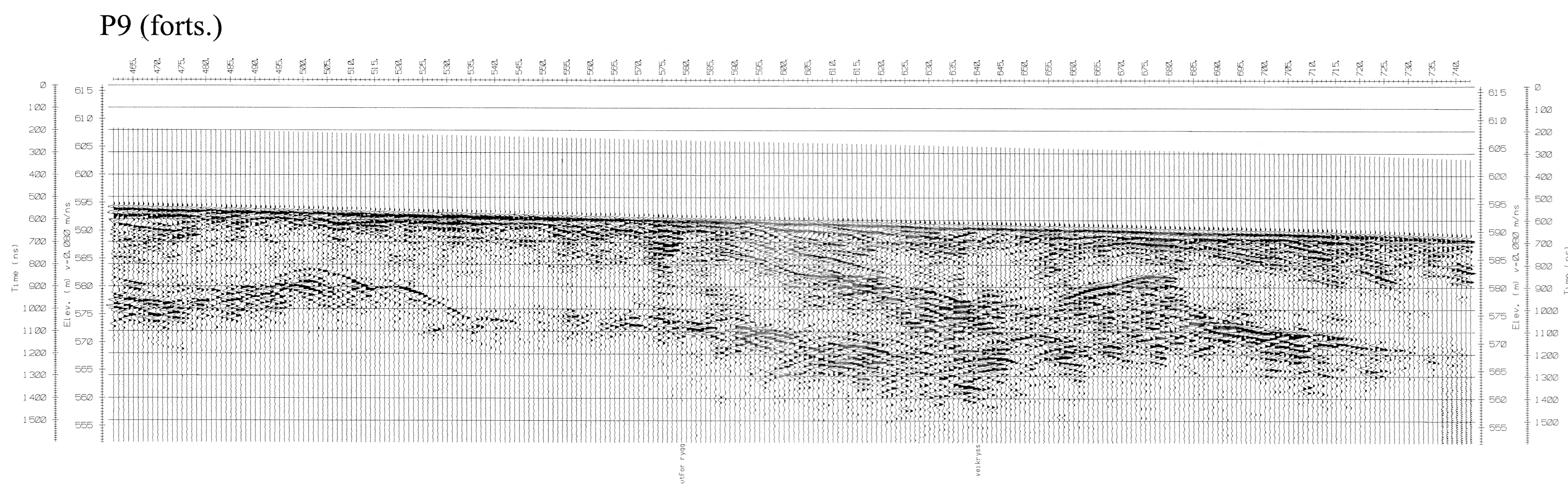


NGU/HSF GEORADAROPPTAK P5+P6-P7-P8 LESJA LESJA KOMMUNE, OPPLAND	MÅLSTOKK	MÅLT TL	Sept. -96
	1:5000	TEGN EM	OKT. -96
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR	KARTBLAD NR	
	96.119-06	1419 III	

P9

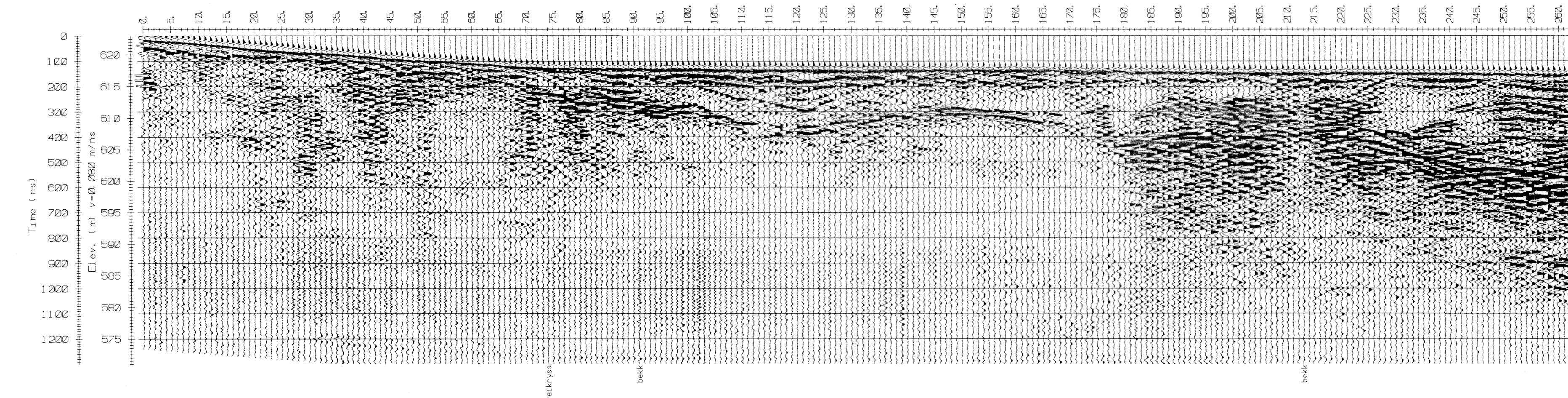


P9 (forts.)

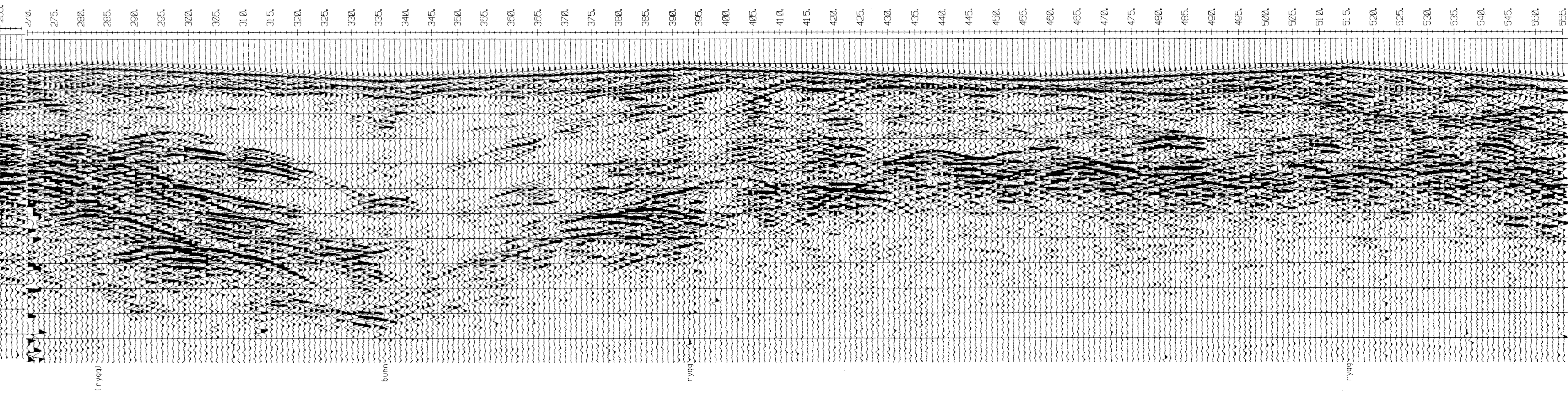


NGU/HSF GEORADAROPPTAK P9 LESJA LESJA KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK 1:5000 (Kart)	MÅLT TL TEGN EM TRAC KFR	Sept. -96 Okt. -96
	NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 96.119-07	KARTBLAD NR 1419 III

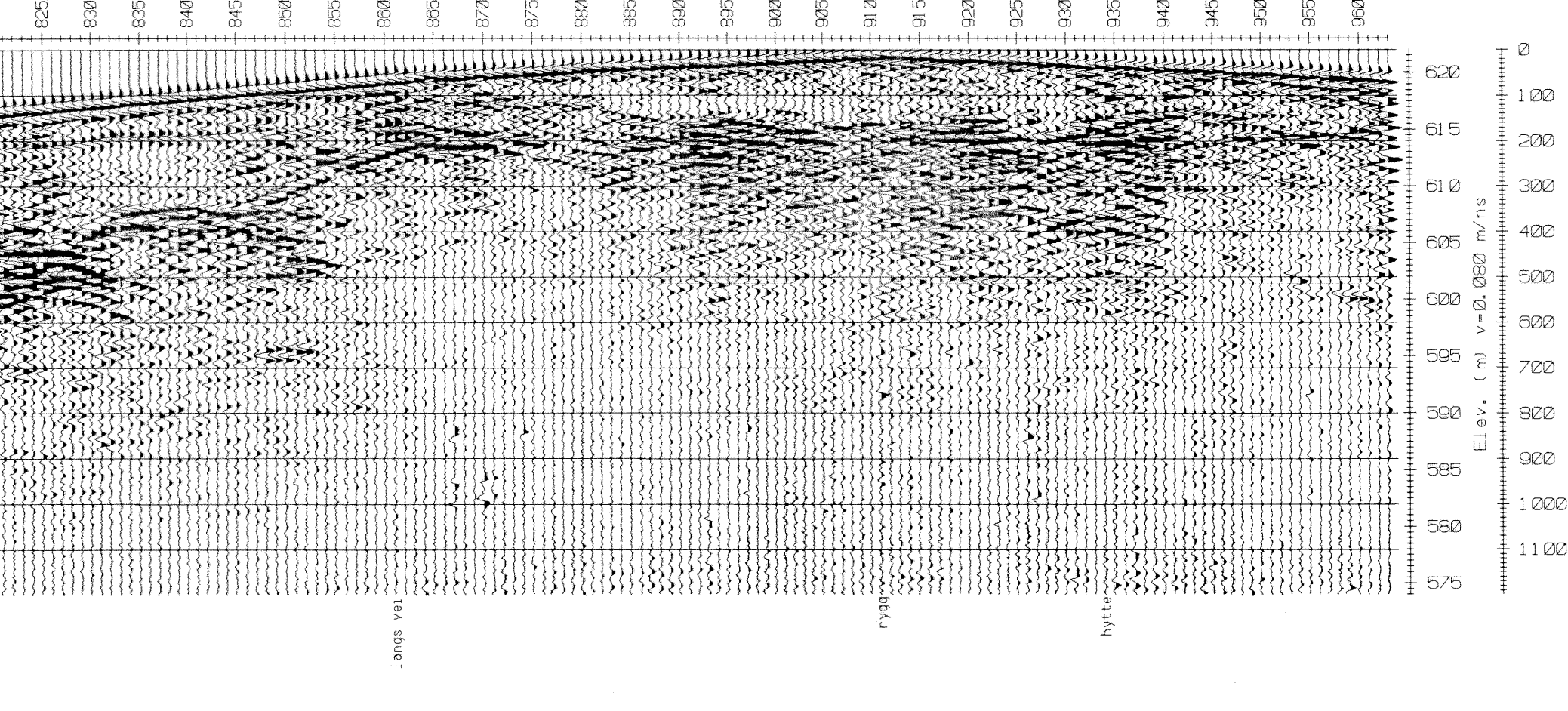
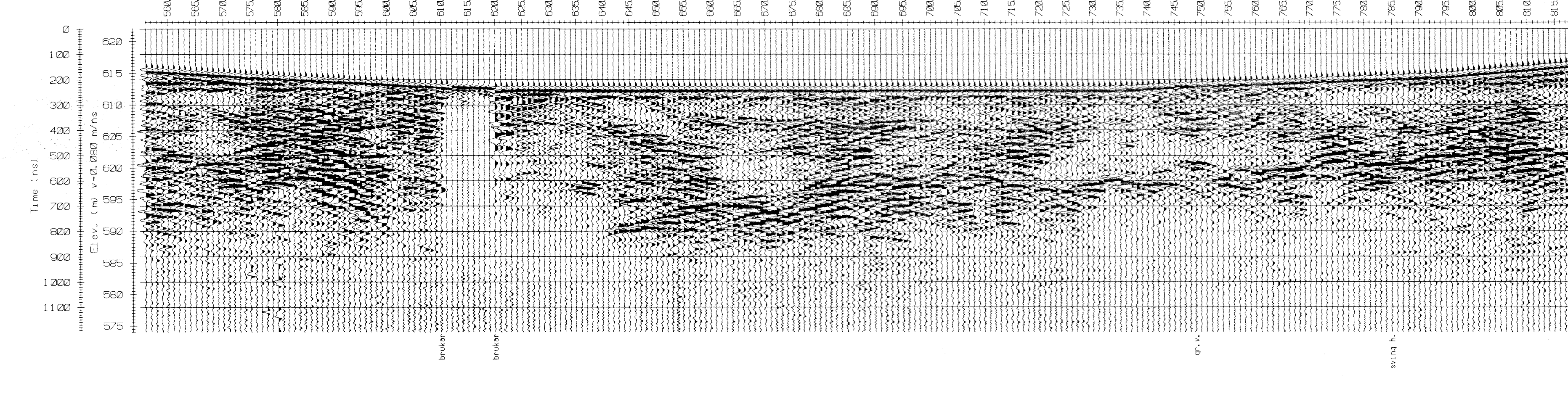
P12



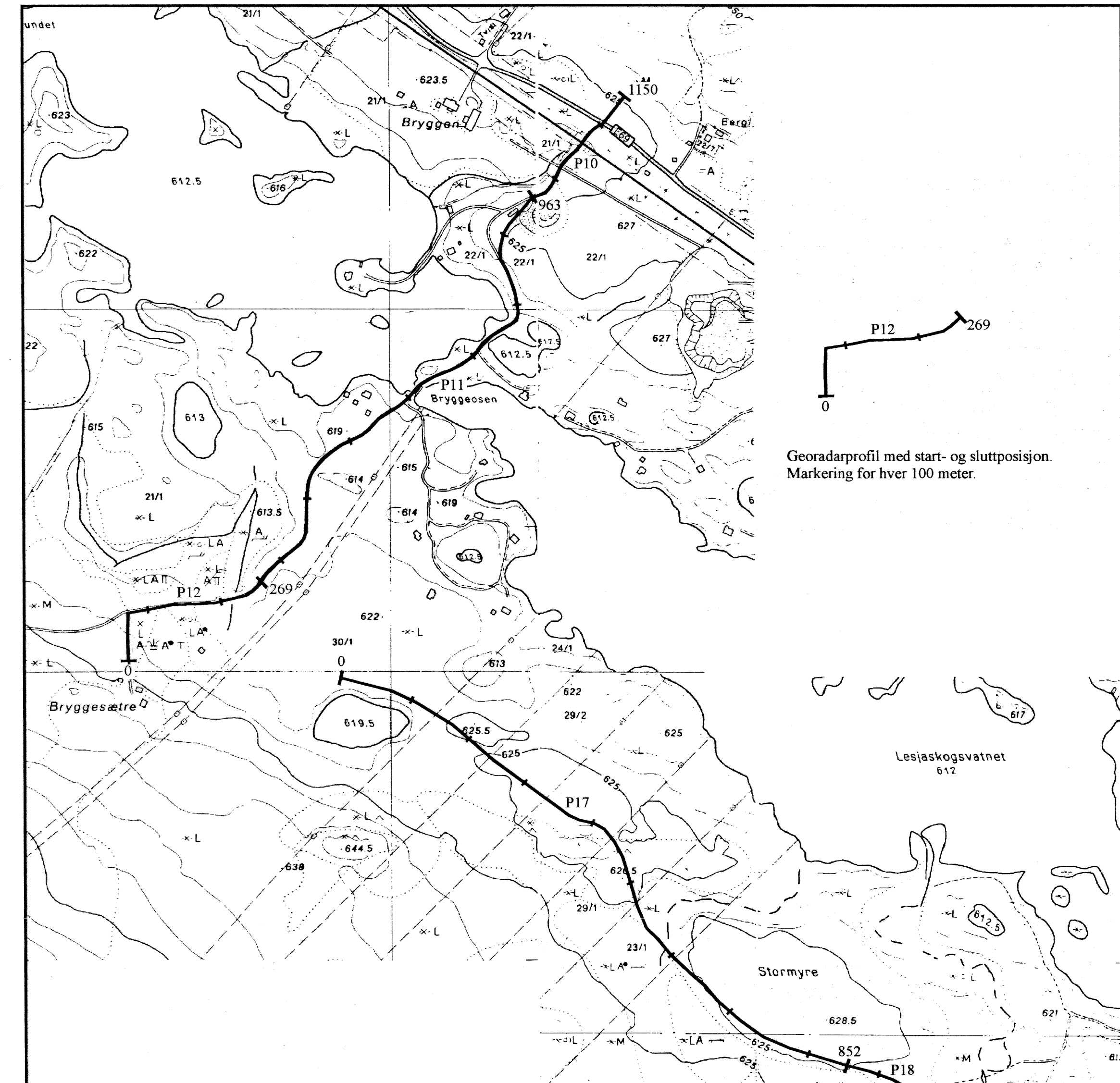
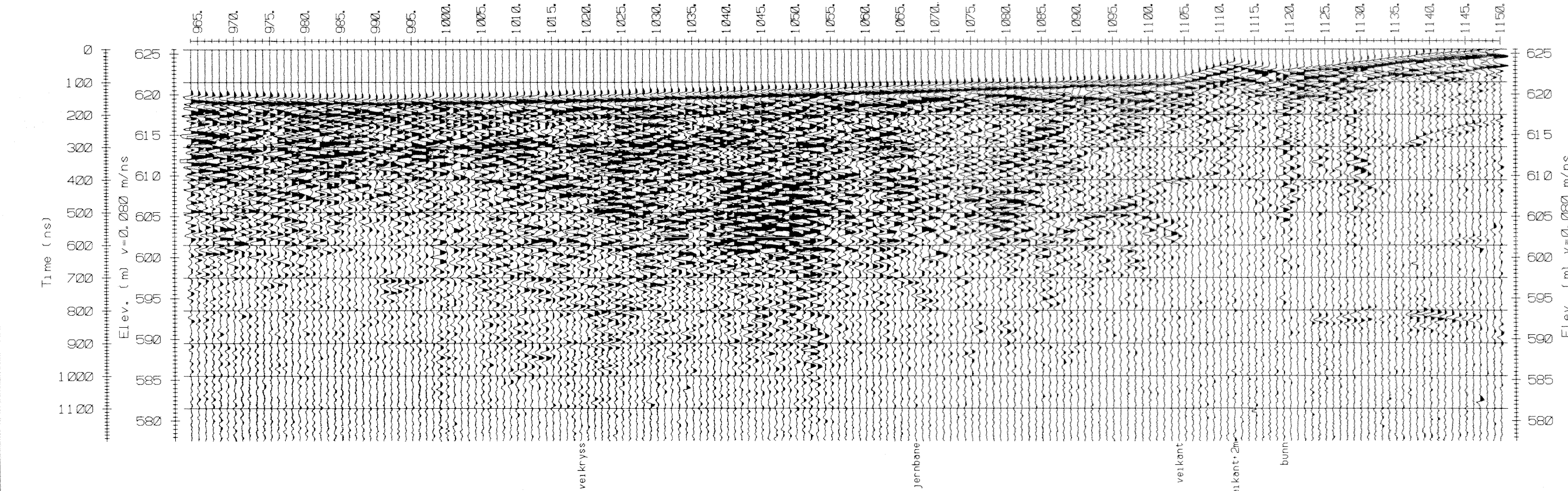
P11



P11 (forts.)

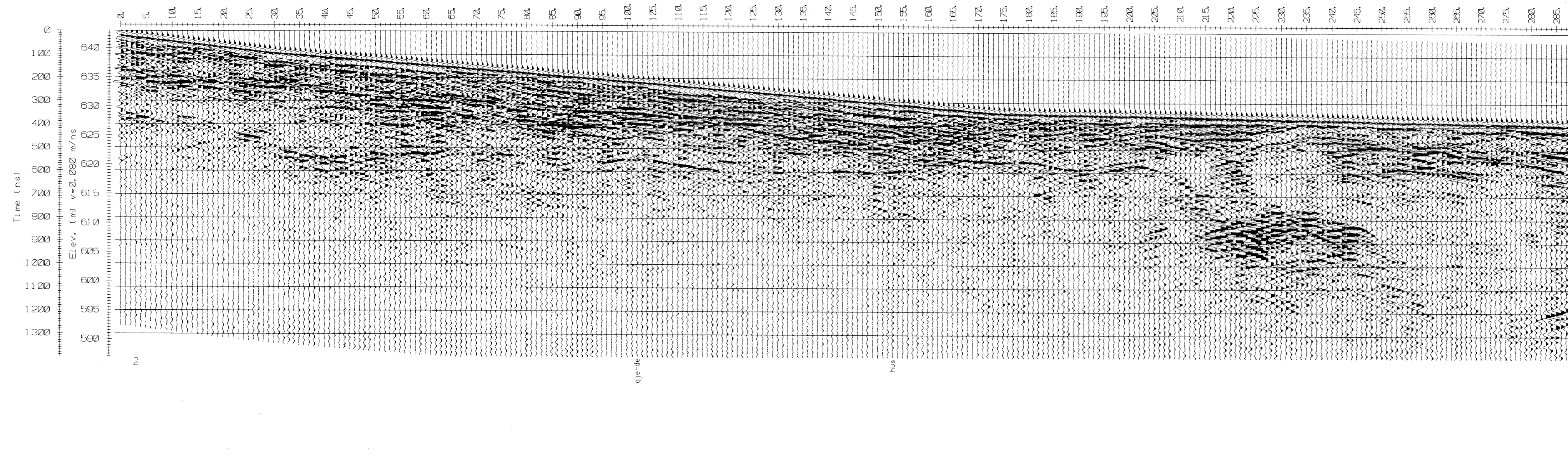


P10

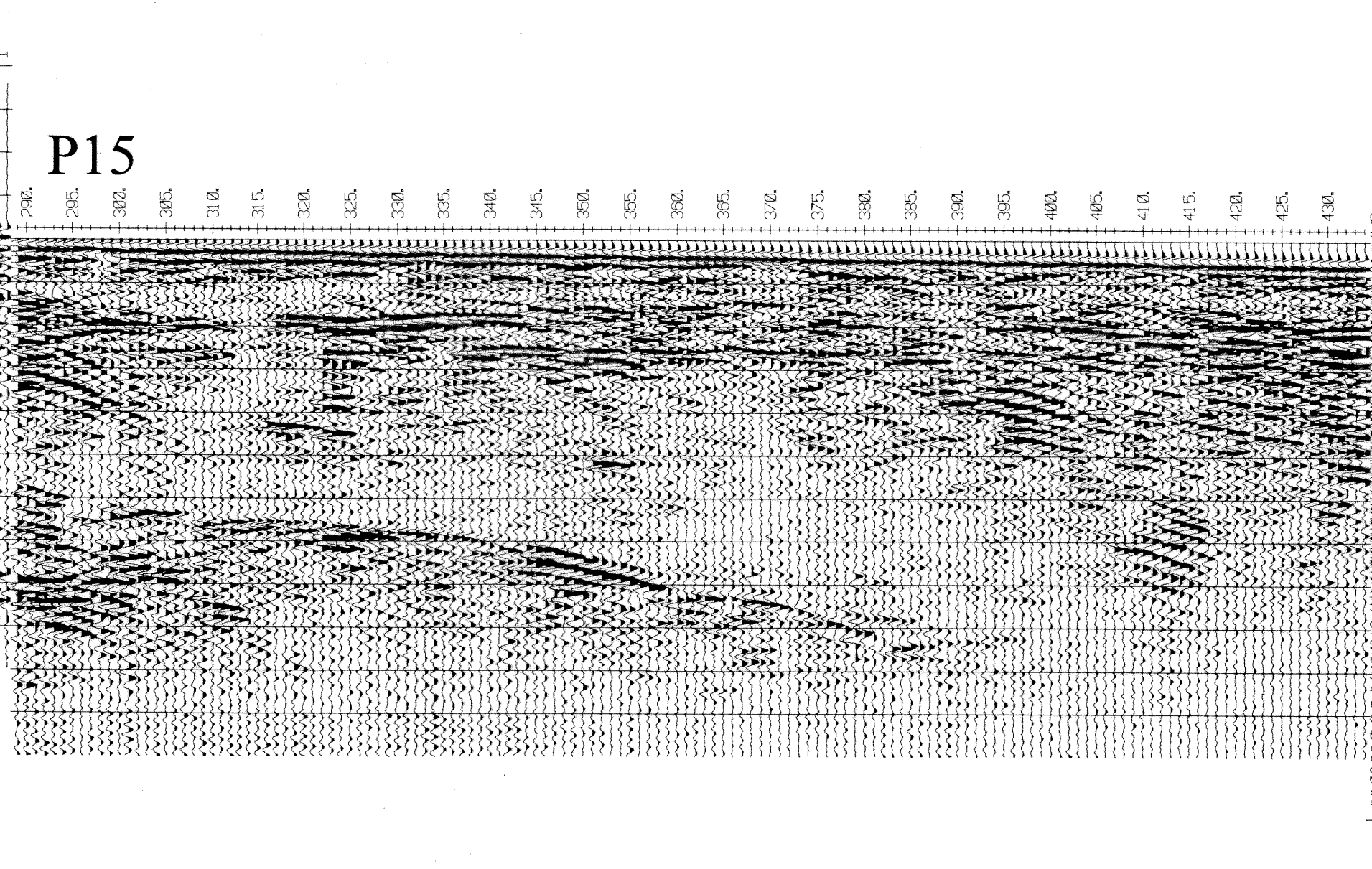


NGU/HSF GEORADAROPPTAK P12+P11+P10 LESJA LESJA KOMMUNE, OPPLAND	MÅLSTOKK 1:5000 (Kart)	MÅLT TL TEGN EM TRAC	Sept. -96 Okt. -96
	NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 96.119-08	KARTBLAD NR 1419 III

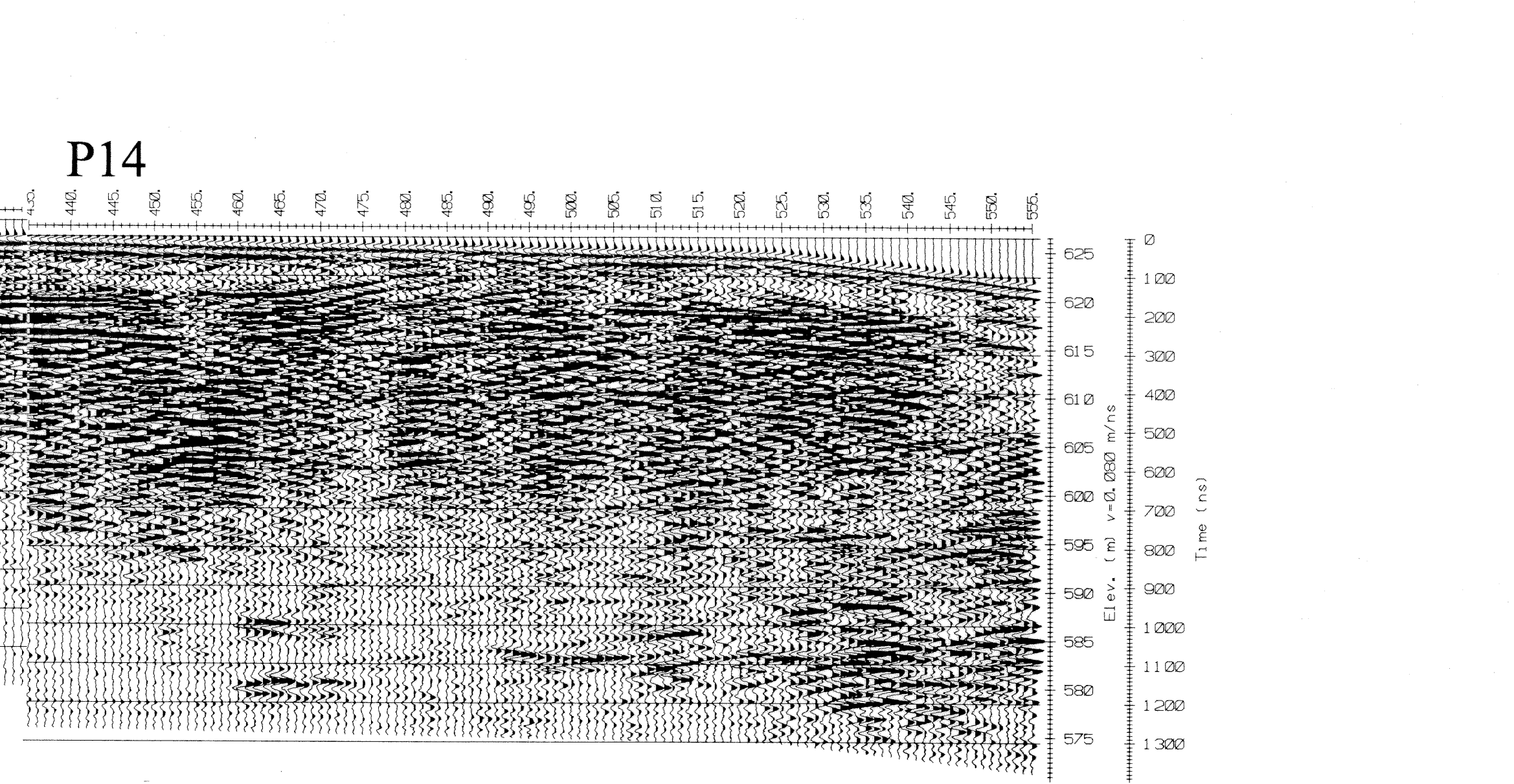
P16



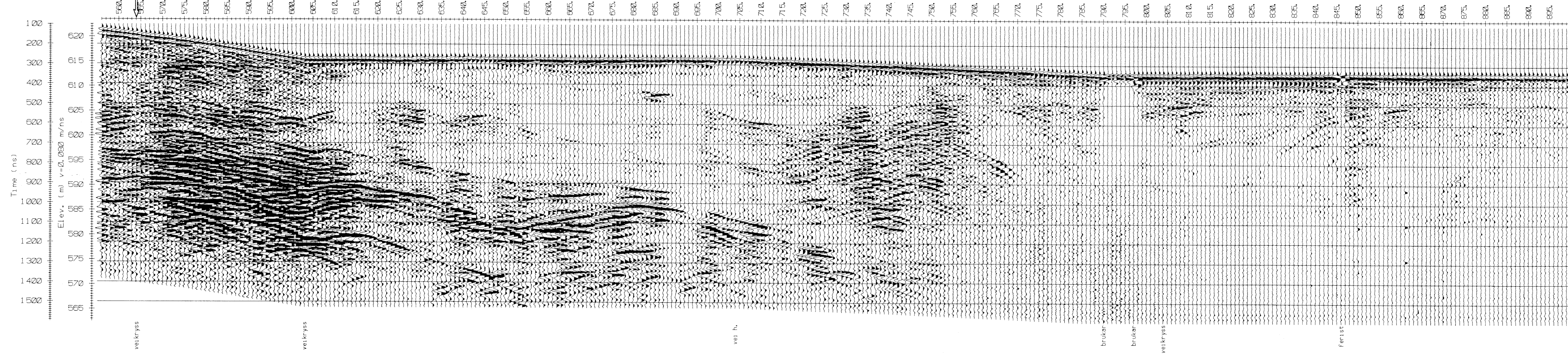
P15



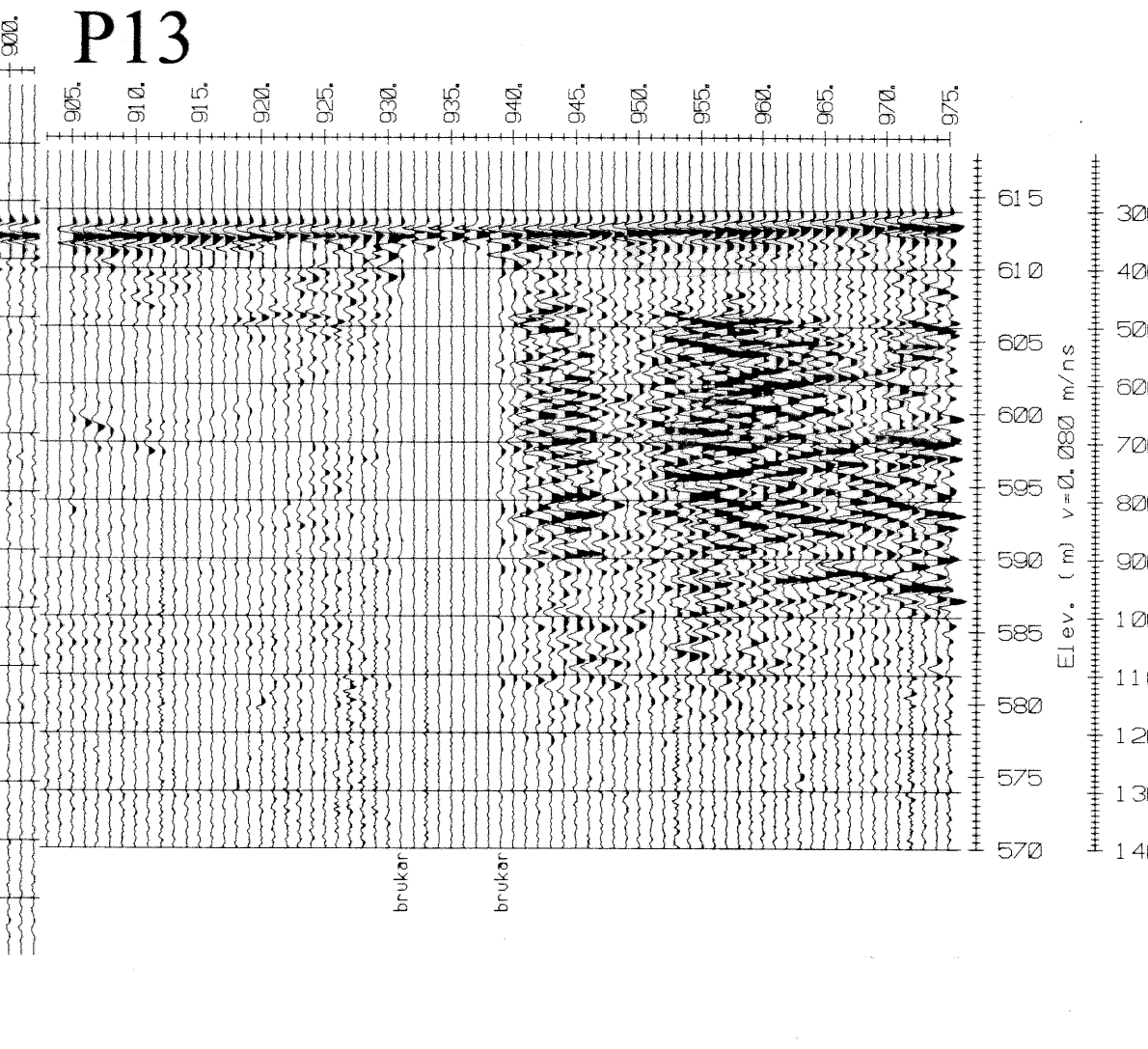
P14



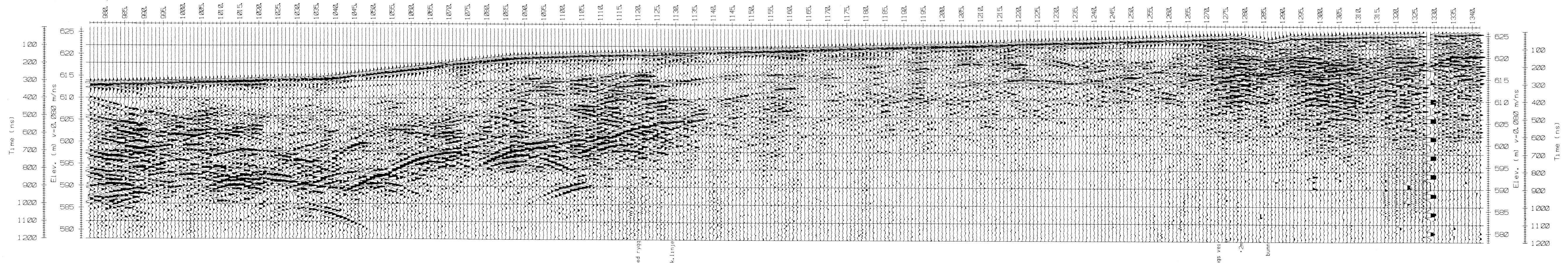
P14 (forts.) P20



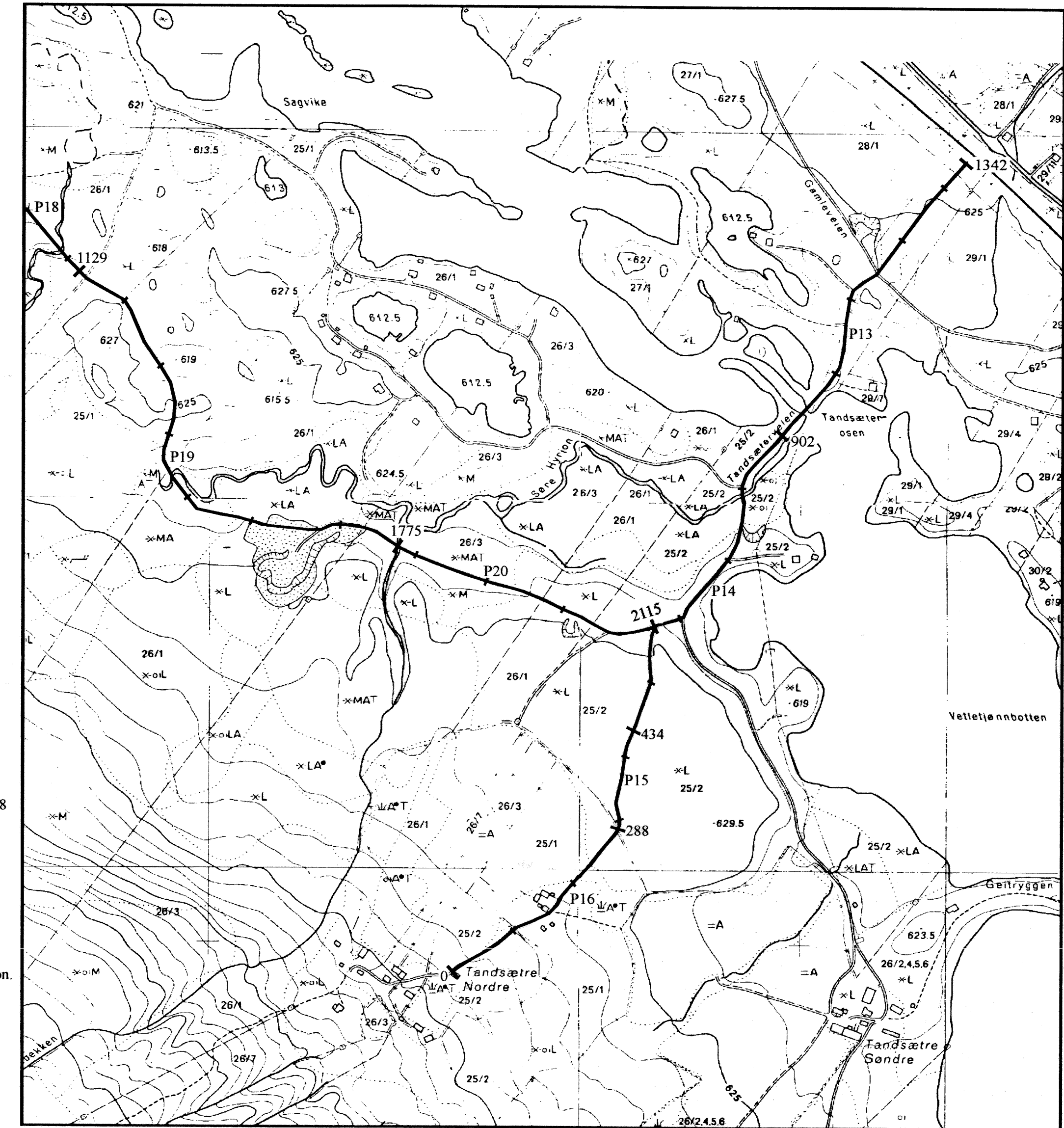
P13



P13 (forts.)

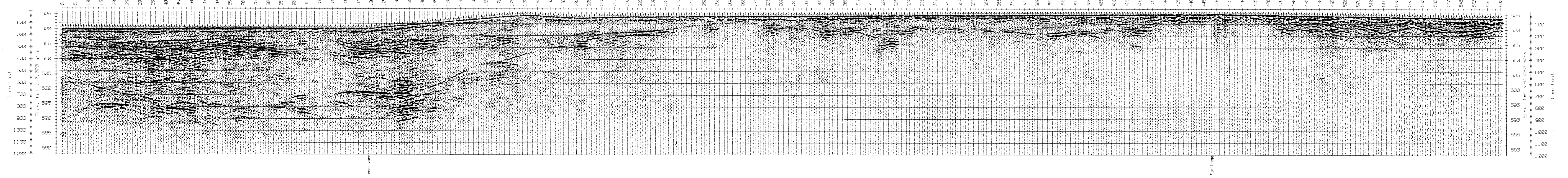


Georadarprofil med start- og sluttposisjon.
Markering for hver 100 meter.

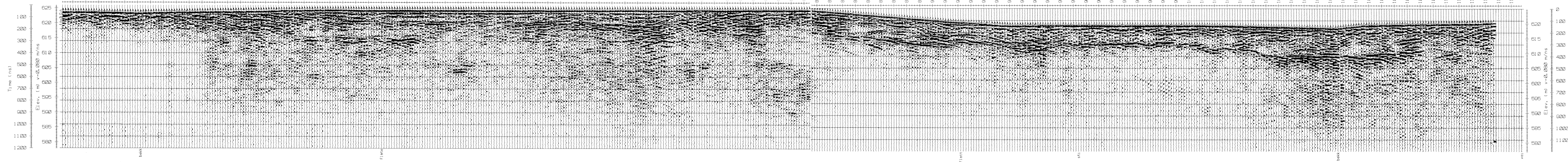


NGU/HSF GEORADAROPPTAK P16+P15+P14+P13 LESJA LESJA KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK 1:5000 (Kart)	MÅLT TL TEGN EM TRAC KFR	Sept. -96 Okt. -96
	NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 96.119-09	KARTBLAD NR 1419 III

P17

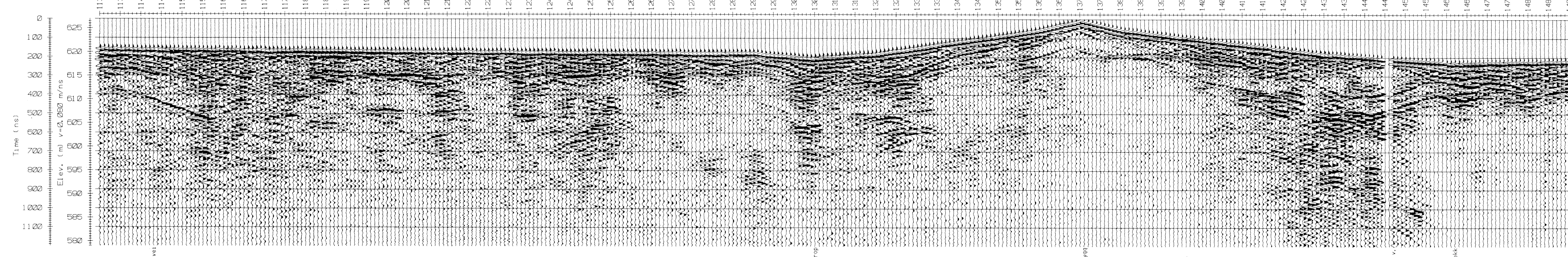


P17 (forts.)

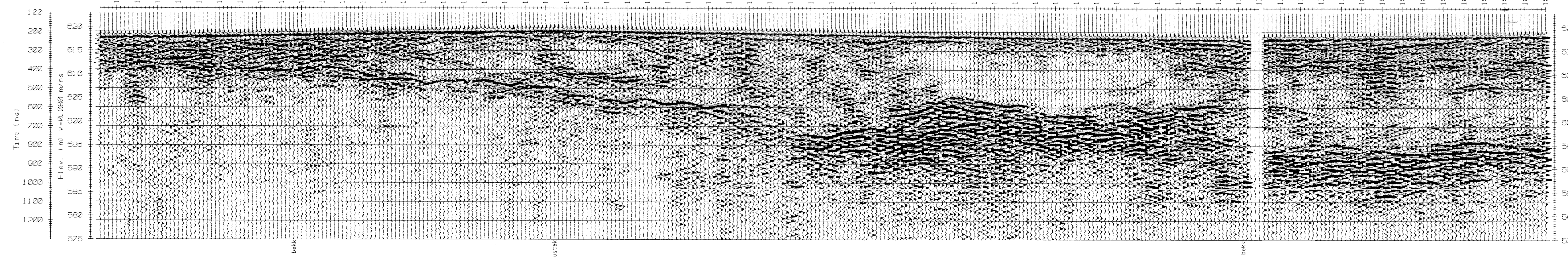


P18

P19

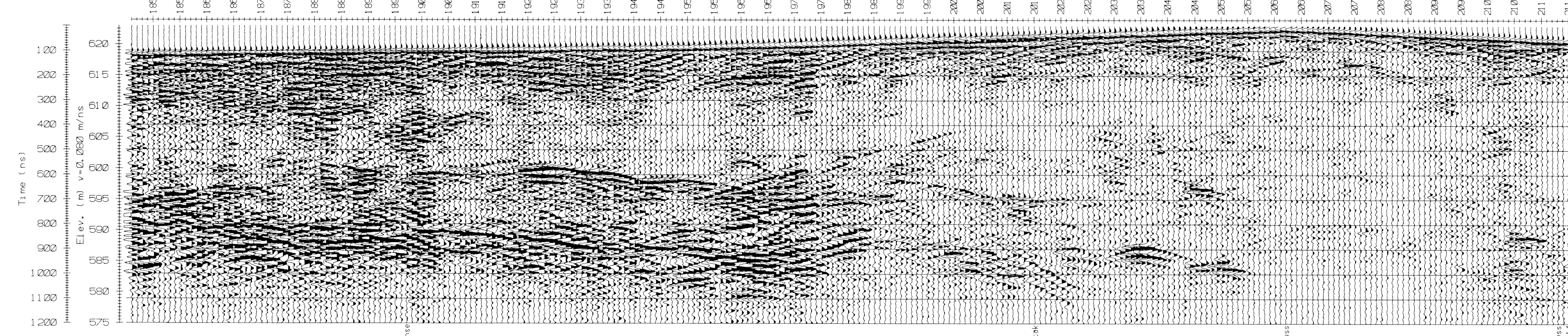


P19 (forts.)

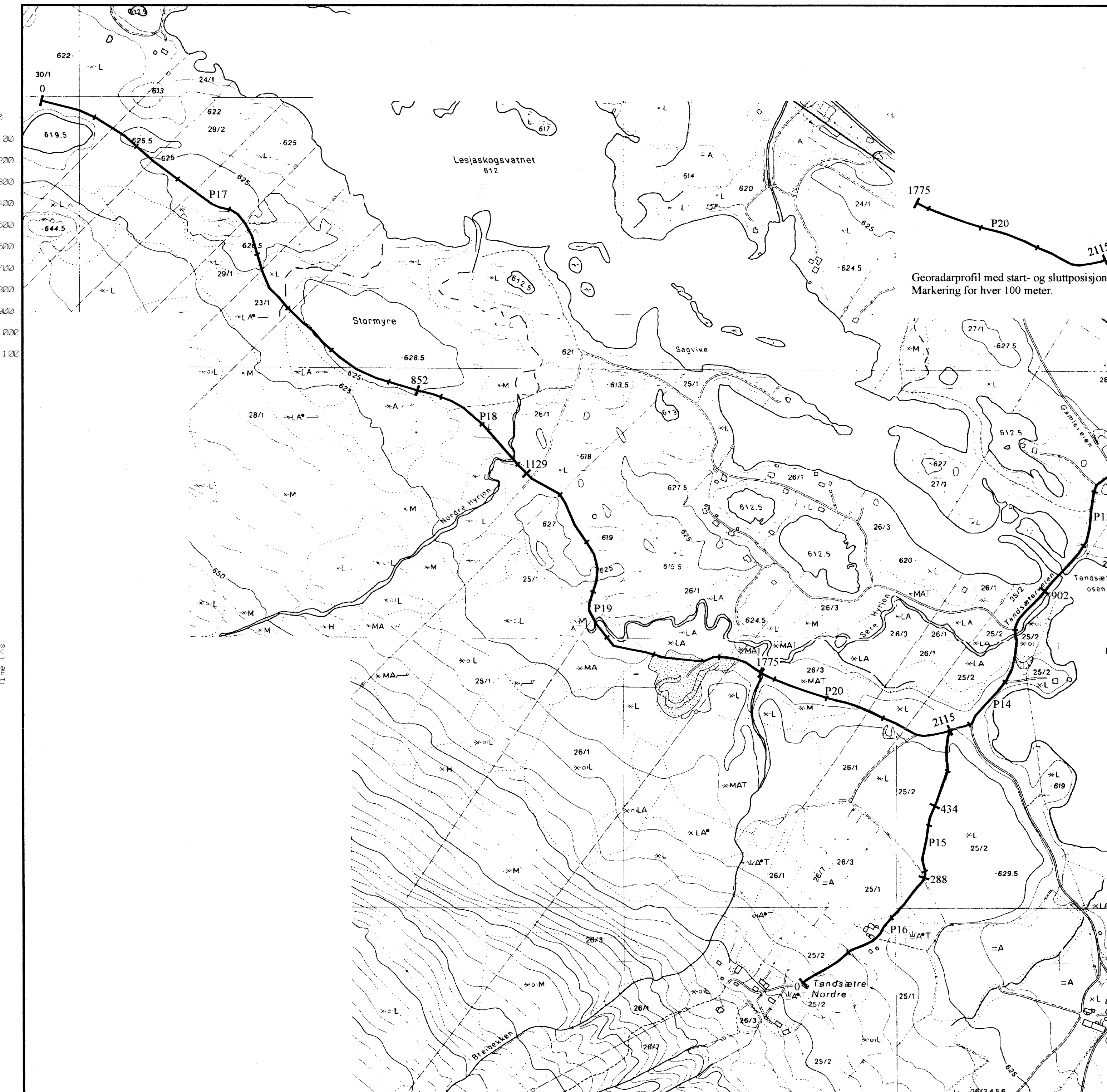


P20

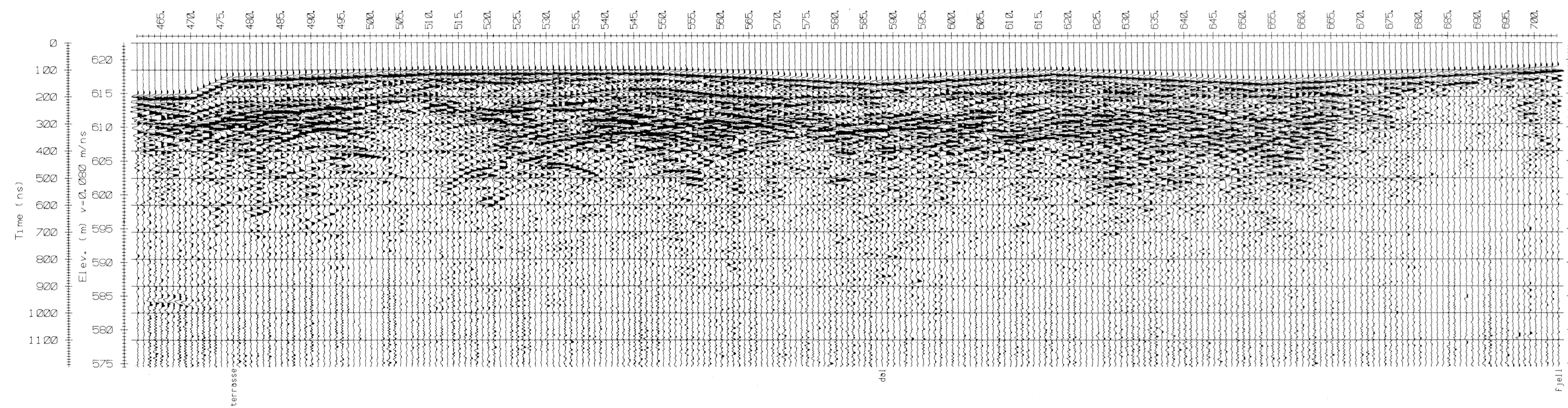
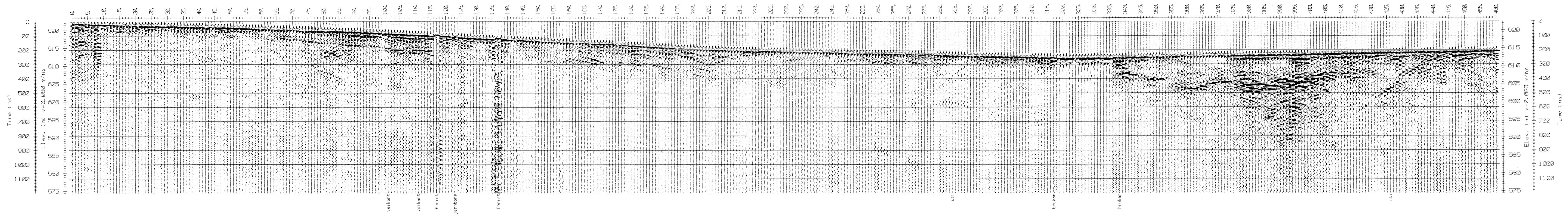
P20 (forts.)



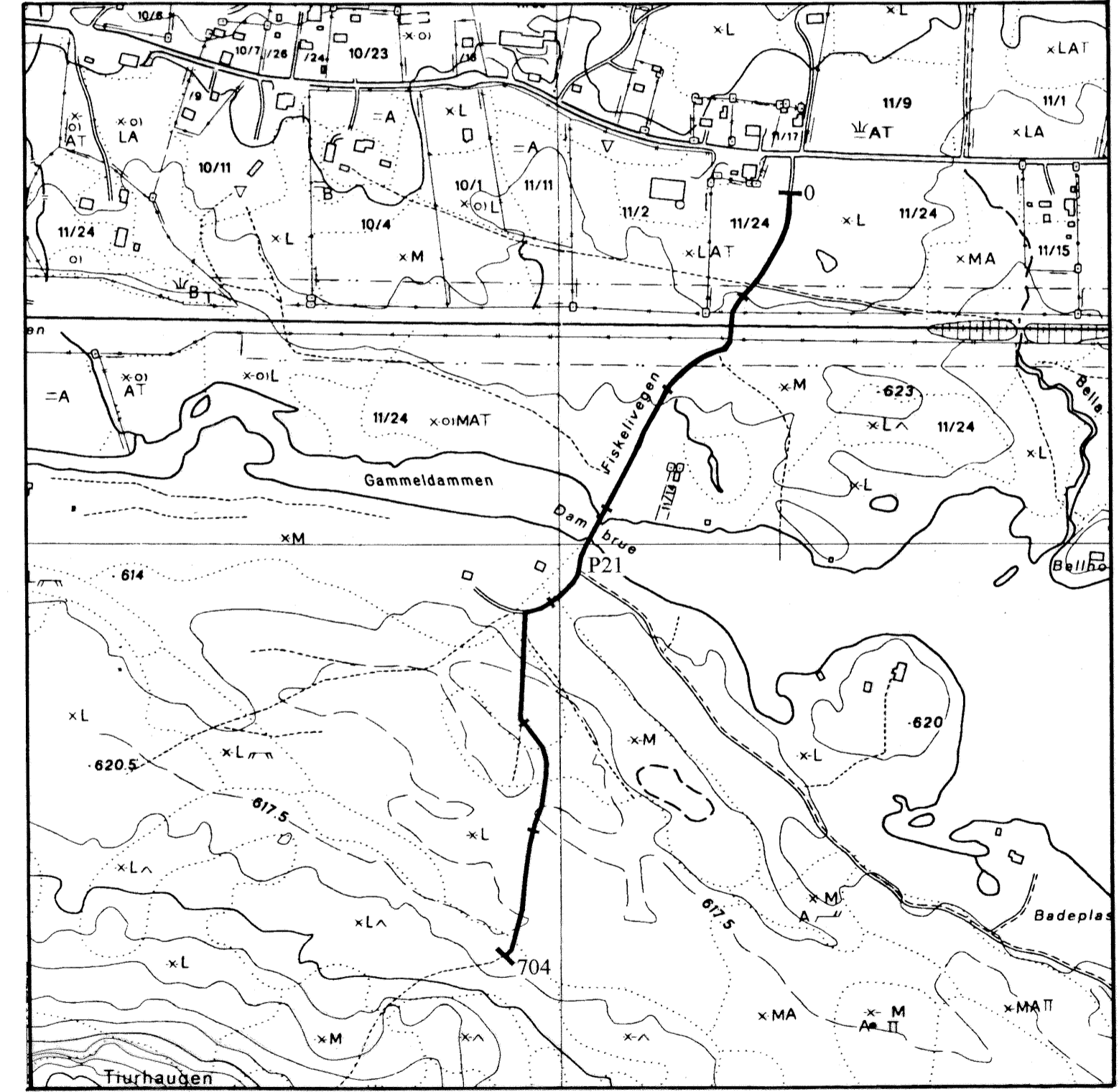
P14



NGU/HSF GEORADAROPPTAK P17+P18+P19+P20 LESJA LESJA KOMMUNE, OPPLAND NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	MÅLESTOKK 1:5000 (Kart)	MALT TL TEGN EM TRAC KFR	Sept. 96 Okt. 96
	TEGNING NR 96.119-10	KARTBLAD NR 1419 III	



Georadarprofil med markering for hver hundre meter



NGU/HSF GEORADAROPPTAK P21 LESJA LESJA KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK	MÅLT TL	Sept. -96
	1:5000 (Kart)	TEGN EM	Okt. -96
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR	KARTBLAD NR	
	96.119-11	1419 III	