


NGU Rapport 96.143

Georadarmålinger utført i forbindelse med
hydrogeologiske undersøkelser ved Lesja i
Oppland

Rapport nr.: 96.143		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Georadarmålinger utført i forbindelse med hydrogeologiske undersøkelser ved Lesja i Oppland			
Forfatter: Eirik Mauring & Jan Fredrik Tønnesen		Oppdragsgiver: NGU/Lesja kommune	
Fylke: Oppland		Kommune: Lesja	
Kartblad (M=1:250.000) Ålesund		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1419 II Dombås	
Forekomstens navn og koordinater: Se sammendraget		Sidetall: 19	Pris: 190,-
Feltarbeid utført: 11/6-14/6-1996		Rapportdato: 17/1-1997	Prosjektnr.: 2713.05
		Ansvarlig: 	
Sammendrag: <p>Georadarmålinger er utført i fem områder ved Lesja, Oppland. I fire områder var hensikten å undersøke mulighetene for uttak av grunnvann ved å anvisse lokaliteter for videre undersøkelser i form av boringer. I ett av områdene (Budalen avfalls plass) var hensikten med målingene å forsøke å få kartlagt dyp til grunnvannsspeil, fjell og eventuelle ledehorisonter for sigevann fra avfalls plass for å vurdere avrenningsforløp.</p> <p>Ved hver lokalitet som er undersøkt med hensyn på grunnvannspotensiale er det avgrenset et område hvor det anbefales oppfølgende grunnvannsundersøkelser. Dette er områder der georadaropptakene indikerer grovest materiale og der penetrasjonen er størst. Det er også angitt forslag til plassering av borpunkt. Ut fra en totalvurdering av områdene ansees Flagestadkroken å ha høyest prioritet og Aasveen lavest når det gjelder videre undersøkelser. Ved <u>Flagestadkroken</u> er det indikert grovkornige avsetninger og relativt god kommunikasjon med elva. Ved <u>Aasveen</u> er det trolig for små mektigheter av vannmettet, grovt materiale. Anbefalt område ved <u>Prestgardsbrua</u> har trolig brukbar kommunikasjon med elva og grove avsetninger er indikert. Ved <u>Vetle Kolstad</u> er det også indikert grovkornige avsetninger, men grunnvannskommunikasjonen med elva er usikker og trolig tvilsom. Ved <u>Budalen avfalls plass</u> er det indikert grovkornige breelvavsetninger i området vest og øst for deponiet. Like nord og sør for deponiet er avsetningstypen mer usikker, og det foreslås en sonderboring i disse områdene. Grunnvannsspeil og fjell ligger trolig utenfor georadarens dybderekkevidde og det anbefales refraksjonsseismiske målinger langs deponiet.</p> <p>Forekomstens navn og koordinater (WGS84): Vetle Kolstad 32V 4913 68865, Prestgardsbrua 32V 4923 68861, Flagestadkroken 32V 4943 68863, Aasveen 32V 4954 68865, Budalen avfalls plass 32V 4963 68852</p>			
Emneord: Geofysikk	Hydrogeologi	Grunnvann	
Georadar	Deponi		
		Fagrapport	

INNHold

1 INNLEDNING	4
2 MÅLEMETODE, UTFØRELSE OG PROSESSERING	4
3 RESULTATER	6
3.1 Vetle Kolstad.....	6
3.2 Prestgardsbrua	8
3.3 Flagestadkroken	10
3.4 Aasveen	11
3.5 Budalen avfalls plass.....	13
4 KONKLUSJON	15
5 REFERANSER	16

Tekstbilag

Georadar - metodebeskrivelse

Databilag

Skjema som knytter hendelser i georadaropptak til lagdeling og avsetningstype

Kartbilag

- 96.143-01: Oversiktskart, Lesja
- 96.143-02: Georadaropptak, Vetle Kolstad (P23, P7, P22, P21, P6, P24 og P8)
- 96.143-03: Georadaropptak, Prestgardsbrua (P2, P25, P1, P4, P3 og P5)
- 96.143-04: Georadaropptak, Flagestadkroken (P16, P17, P18, P19 og P15)
- 96.143-05: Georadaropptak, Aasveen (P28, P26, P20, P27 og P29)
- 96.143-06: Georadaropptak, Budalen avfalls plass (P9, P11, P12, P10, P13 og P14)

1 INNLEDNING

Georadarmålinger er utført i fem områder ved tettstedet Lesja i Oppland (se kartbilag -01). I fire områder var hensikten med målingene å undersøke mulighetene for uttak av grunnvann ved å anvisse lokaliteter for videre undersøkelser i form av boringer. Målingene ble her utført som et samarbeidsprosjekt mellom NGU og Lesja kommune. I ett av områdene var hensikten med målingene å få kartlagt dyp til grunnvannsspeil, fjell og eventuelle ledehorisonter for sigevann fra en avfallsplass for å vurdere avrenningsforløp. Målingene ble utført av Jan Fredrik Tønnesen i perioden 11/6-14/6-1996.

2 MÅLEMETODE, UTFØRELSE OG PROSESSERING

Plassering av målte profiler er vist sammen med opptakene i kartbilag -02 til -06. En generell beskrivelse av georadarmålinger er vedlagt i tekstbilag. Georadaren som ble benyttet er digital og av typen pulseEKKO 100 (Sensors & Software Inc, Canada). Samplingsintervall var 1,6 ns (Nyquist-frekvens 312,5 MHz). Opptakstid er vist i tabellen på neste side. Ingen opptak er plottet lenger enn til 800 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 ved hvert målepunkt. Det ble målt ca. 5,3 profilm km fordelt på 29 profiler og fem delområder. Profillengder er vist i tabellen. Reelle lengder av profiler (målt på kart) kan være noe forskjellig fra lengder angitt over georadaropptak, pga. mulig tilfeldig eller systematisk feil i flyttavstand ved utførelsen av målingene. For enkelte profiler er det i kartbilagene markert for hver 100 profilmeter. Kommentarer under opptakene kan også bidra til at en lettere kan plassere posisjoner riktig i forhold til kartet. Ved beskrivelse av opptak refereres det til profilmeter (over opptakene).

Noen av opptakene er terrengkorrigert (P9-P14, P20, P26-P29) der det er benyttet kart i målestokk 1:2000 (ekvidistanse 2 m) og 1:5000 (ekvidistanse 5 m) som grunnlag for høydeavlesning. Ved utskrift av opptakene er det benyttet 5-punkts gjennomsnitt langs traser for å redusere høyfrekvent støy. Det ble også benyttet lineær, egendefinert forsterkning.

Tabell: Oversikt over profilers plassering, lengde og opptakstid.

<u>Profilnummer</u>	<u>Sted</u>	<u>Lengde (m)</u>	<u>Opptakstid (ns)</u>	<u>Kartbilagsnr.</u>
P6	Vetle Kolstad	125	800	-02
P7	Vetle Kolstad	370	800	-02
P8	Vetle Kolstad	96	800	-02
P21	Vetle Kolstad	106	1000	-02
P22	Vetle Kolstad	144	1000	-02
P23	Vetle Kolstad	208	1000	-02
P24	Vetle Kolstad	123	1000	-02
P1	Prestgardsbrua	271	800	-03
P2	Prestgardsbrua	367	800	-03
P3	Prestgardsbrua	79	500	-03
P4	Prestgardsbrua	271	800	-03
P5	Prestgardsbrua	106	800	-03
P25	Prestgardsbrua	150	1000	-03
P15	Flagestadkroken	266	1000	-04
P16	Flagestadkroken	443	1000	-04
P17	Flagestadkroken	160	1000	-04
P18	Flagestadkroken	215	1000	-04
P19	Flagestadkroken	170	1000	-04
P20	Aasveen	92	1000	-05
P26	Aasveen	79	1000	-05
P27	Aasveen	64	1000	-05
P28	Aasveen	206	1000	-05
P29	Aasveen	102	1000	-05
P9	Budalen avfalls plass	412	1000	-06
P10	Budalen avfalls plass	101	1000	-06
P11	Budalen avfalls plass	112	1000	-06
P12	Budalen avfalls plass	179	1000	-06
P13	Budalen avfalls plass	218	1000	-06
P14	Budalen avfalls plass	59	1000	-06

3 RESULTATER

Et oversiktskart som viser de undersøkte områder er presentert i kartbilag -01. Georadaropptak og profilplassering er vist i kartbilag -02 til -06. Det er utført enkelte boringer tidligere i området rundt Lesja (Nielsen, 1987). Ingen av disse ligger eksakt innenfor de områder som beskrives i denne rapporten.

Ved tolkning av georadaropptakene er det benyttet et skjema som knytter hendelser i opptak til sedimenters sammensetning og lagdeling. Dette skjemaet er vist i databilag (etter Beres & Haeni, 1991). Ved undersøkelse av muligheter for uttak av grunnvann kan resultater fra georadarmålinger ofte gi informasjon om løsmassenes beskaffenhet (grovkornig/finkornig), grunnvannsspeilets beliggenhet og sedimenttykkelse (dyp til fjell).

For målinger utført i forbindelse med hydrogeologiske undersøkelser (i områdene Vetle Kolstad, Prestgardsbrua, Flagestadkroken og Aasveen) er det valgt en lav EM-bølgehastighet ved dybdekonvertering av opptakene (0,08 m/ns). Dette ble gjort fordi disse områdene ligger forholdsvis nær elva (Lågen), og det antas at grunnvannet ligger nær overflaten (EM-bølgehastigheten er lav i vannmettede løsmasser). Ved avfallsplassen i Budalen ble det benyttet en EM-bølgehastighet på 0,1 m/ns ved dybdekonvertering. Dette er en hastighet som representerer et gjennomsnitt for tørt og vannmettet materiale.

Opptakene beskrives fra sør til nord og fra vest til øst. Stedvis omtales 'døde' områder i opptaket. Dette er en effekt av 'dewow'-filtrering på data i områder der dynamikkområdet er mettet pga. for kraftige signaler. Effekten er her spesielt knyttet til gressdekket, fuktig/gjødset mark. Disse områdene er ikke tolkbare og må betraktes som støy. Der denne effekten opptrer kan det imidlertid være grovere materiale enn langs tilgrensende profildeler uten denne effekten og med liten penetrasjon. Det sees flere steder reflektorer i under de 'døde' områdene.

3.1 Vetle Kolstad

Det er målt sju georadarprofiler i dette området. Opptak og profilplassering er vist i kartbilag -02.

P23

'Døde' områder sees mellom 100 ns og 200 ns i områdene 0 til 85 og 165 til 195. Mellom posisjon 85 og 165 er penetrasjonsdypet svært beskjedent (5-7 m) og det kan ikke sees refleksjonsmønster som kan indikere grovkornige avsetninger. Dette området er trolig lite egnet for grunnvannsuttak. Mellom posisjon 0 og 15 sees reflektorer på 8-12 m dyp. Det er vanskelig å

si noe om avsetningstype her. Mellom posisjon 180 og 208 øker penetrasjonsdypet og flere reflektorer sees. Penetrasjonsdypet øker til 10-15 m mot posisjon 208. Det kan her muligens opptre grovkornige avsetninger. Skrå, lineær hendelse mellom posisjon 180 og 205 (100-300 ns) representerer trolig refleksjon gjennom luft fra gjerdet ved posisjon 164.

P7

Profilet er en fortsettelse av P23 mot øst. En svært markant reflektor sees gjennom store deler av profilet og synes å utgjøre nedre grense for penetrasjonen. Reflektoren utgjør trolig overflaten av mer finkornig materiale. Den sees mellom posisjon 0 (ca. 9 m dyp) og 35 (ca. 14 m dyp) og mellom posisjon 110 (ca. 19 m dyp) og posisjon 370 (ca. 4 m dyp). Over denne reflektoren er refleksjonsmønsteret hauget eller kaotisk og kan representere grovkornig materiale (sand/grus). Mulig grunnvannsspeil antydes som en sone med kraftig reflektivitet på 4-5 m dyp.

P22

Profilet er målt på tvers av P23 langs elva, vest i måleområdet. 'Døde' områder i opptaket sees mellom posisjon 95 og 50. En uregelmessig reflektor sees på 8-13 m dyp mellom posisjon 95 og 50. Den kan såvidt skimtes mellom posisjon 50 og 35. Den går bratt mot dypet i dette området. Det uregelmessige forløpet kan indikere overflaten av fjell eller morene. Den gode penetrasjonen (opptil 15 m) indikerer at det i det 'døde' området sannsynligvis opptrer grovere materiale enn ellers i profilet. Det kan overflatenært svakt antydes en ryggform med toppunkt mellom posisjon 70 og 85. En horisontal reflektor sees på 4-5 m dyp mellom posisjon 33 og 15. Denne kan representere overflaten av finkornig materiale eller reflektor i finkornig materiale. Penetrasjonsdypet er beskjedent (stort sett mindre enn 5-10 m), og det sees ikke refleksjonsmønstre som kan indikere grovkornige avsetninger.

P21

Profilet er målt ca. 110 m øst for P22. 'Dødt' område sees mellom posisjon 55 og 17 (50-250 ns). Nedre grense for området sees som positive amplitudeutslag som representerer støy. En reflektor sees på 4-5 m dyp mellom posisjon 15 og 0 og kan representere overflaten av finkornig materiale. Begrenset penetrasjonsdyp (<5 m) indikerer overveiende finkornige avsetninger langs profilet. Det er mulig at det 'døde' området mellom posisjon 55 og 17 kan representere grovere materiale i selve ryggformen.

P6

Profilet er målt på tvers av P7. Penetrasjonsdypet er størst (8-18 m) mellom posisjon 100 og 15. Refleksjonsmønsteret er hauget til kaotisk, noe som kan indikere grovkornige avsetninger. Mulig overflate av finstofflag sees som en reflektor mellom posisjon 60 (ca. 12 m dyp) og 28 (8-9 m dyp). Mot endene av profilet (posisjon 15-0 og posisjon 125-100) reduseres penetrasjonsdypet og det kan her være finkornige avsetninger.

P24

Profilen er målt på tvers av P7 ca. 75 m øst for P6. Antatt grunnvannsspeil sees som en markant reflektor på 3,5-4,5 m dyp. Mellom posisjon 123 og 65 er penetrasjonsdypet redusert (5-8 m dyp). Dette kan skyldes at profilen her går over grasmark (muligens høyere elektrisk ledningsevne i overflaten) eller at materialet er finkornet under grunnvannsspeil. Mellom posisjon 57 (ca. 14 m dyp) og 15 (ca. 12 m dyp) sees en reflektor som kan utgjøre overflaten av mer finkornig materiale eller fjell. Over reflektoren er refleksjonsmønsteret kaotisk og kan indikere grovkornige avsetninger til 12-14 m dyp i dette området.

P8

Profilen er målt på tvers av P7 ca. 110 m øst for P24. Mellom posisjon 96 og 70 er penetrasjonsdypet ca. 7-8 m, og refleksjonsmønsteret er kaotisk. Mulig grunnvannsspeil kan antydes på 3-4 m dyp. Det kan her være 3-4 m mektige vannmettede, grovkornige avsetninger. Mellom posisjon 65 og 30 sees en kraftig reflektor på 13-15 m dyp som kan representere overflaten av finkornig materiale. Grunnvannsspeil sees på 4-5 m dyp. Refleksjonsmønsteret er kaotisk og kan representere grovkornige avsetninger. Mellom posisjon 30 og 0 avtar penetrasjonsdypet gradvis, og det blir her trolig mer innslag av finkornig materiale mot dypet.

Oppsummering

Anbefalt område for videre undersøkelser er avgrenset med stiplet linje på kartet i kartbilag -02. Det er også foreslått borpunkt plassering. I dette området er det god penetrasjon og indikasjoner på relativt grovkornige avsetninger (markert grunnvannsspeil og kaotisk refleksjonsmønster). Området er åpen sandmark, mens det nord og vest for området er dyrket mark. Sør for området er det beitemark og småskog. Det er mulig at sandområdet kan fortsette videre vestover mot elva, men med betydelig mindre mektighet. Grunnvannskommunikasjon med elva er usikker, men trolig tvilsom. For å få vurdert kommunikasjon med elva forslås en sonderboring der profil P22 og P23 krysser hverandre.

3.2 Prestgardsbrua

Det er målt seks profiler i dette området. Opptak og profilplassering er vist i kartbilag -03.

P2

Opptaket er skjemet av 'døde' områder mer eller mindre kontinuerlig mellom posisjon 0 og 160 (100-200 ns). Mellom posisjon 0 og 122 sees en kraftig reflektor (stedvis skjermet av 'dødt' område) på 8-10 m dyp. Få hendelser sees under denne reflektoren, som derfor kan sees på som nedre grense for penetrasjonen (mulig overflate av finstofflag). Reflektoren er vanskelig å følge mellom posisjon 160 og østenden av profilen (posisjon 367), men penetrasjons-

dypet er her ikke større enn 5-10 m. Grunnvannsspeil sees som en markant reflektor på ca. 3 m dyp mellom posisjon 112 og 162 og på 3-4 m dyp mellom posisjon 240 og 275.

P3

Profilen er målt på tvers av P2 fra elva og mot nordøst. Opptaket er skjemet av 'døde' områder fram til posisjon 55 (100-250 ns). Mellom posisjon 55 og 75 sees flere kraftige reflektorer ned til ca. 8 m dyp. Fra ca. 8 m dyp blir reflektiviteten svakere og max penetrasjonsdyp er ca. 13 m. Det antas å være finkornige avsetninger fra ca. 8 m dyp. Grunnvannsspeil sees stort sett gjennom hele profilen på 3-4 m dyp. Det kan muligens være grovkornige, vannmettede avsetninger i en mektighet på 4-5 m i dette området.

P25

Profilen er målt nær P2, men nærmere elva. En kraftig reflektor sees gjennom hele profilen på 5-6 m dyp (mest markant mellom posisjon 0 og 65). Penetrasjonen under denne reflektoren er neglisjérbar, og den representerer muligens overflaten av finkornig materiale. Den er uregelmessig og kan være overflaten av morene. Grunnvannsspeil kan antydes på ca. 2 m dyp. Det er i dette området maksimalt 3-4 m med vannmettet, mulig grovt materiale. Skrå, lineære hendelser etter 200 ns mellom posisjon 130 og 80 representerer refleksjoner fra objekter på overflaten (støy).

P1

Mellom posisjon 207 (ca. 4-5 m dyp) og 10 (ca. 3 m dyp) sees en kraftig, jevn og kontinuerlig reflektor. Under denne er penetrasjonen neglisjérbar, men noen få parallelle reflektorer sees. Samlet indikerer dette finkornige avsetninger. Mulig grunnvannsspeil sees på 3-4 m dyp mellom posisjon 160 og 120. Mellom posisjon 271 og 218 sees toppen av antatt finstofflag som en svak reflektor på 5-7 m dyp. Det kan være grovkornig materiale over finstofflag, men dette materialet er trolig vannmettet kun i en mektighet på maksimalt 2-3 m. Området der finstofflag ligger grunt (posisjon 207-10) antas å være uten interesse for videre undersøkelser i forbindelse med uttak av grunnvann.

P4

Opptaket viser store likhetstrekk med P1, og profilen er målt mot nordøst i fortsettelsen av P1. En meget kraftig reflektor på 3-5 m dyp er etterfulgt av et parallelt refleksjonsmønster (spesielt markant mellom posisjon 10 og 130) som representerer finkornige avsetninger (trolig silt/leir). Antatt grunnvannsspeil sees mellom posisjon 38 og 103 på 3-4 m dyp. Finstoffholdige avsetninger ligger for grunt til at området er interessant for videre undersøkelser.

P5

Profilen er målt på tvers av profil 4 ved enden av dette. Penetrasjonsdypet er 5-7 m, og flere svake, parallelle reflektorer sees. Det antas å være vesentlig finkornige avsetninger i dette området.

Oppsummering

Stiplet linje i kartbilag -03 omslutter området som antas å være mest gunstig med tanke på eventuelle videre undersøkelser. Anbefalt plassering av borpunkt er også angitt i kartbilaget. Innenfor det stiplede området kan det være grovkornige, vannmettede avsetninger i en mektighet av 4-5 m (fra 3 til 4 m dyp). Dette området kan også trolig ha brukbar kommunikasjon med elva. Det er beitemark i overflaten.

3.3 Flagestadkroken

Det er målt fem profiler i dette området. Opptak og profilplassering er vist i kartbilag -04.

P16

Mellom posisjon 443 og 85 er refleksjonsmønsteret vesentlig bølget ned til 8-12 m og kan muligens representere avsetninger av sand/finsand (trolig vesentlig elveavsetninger). En undulerende, kraftig reflektor som muligens representerer overflaten av mer finkornig materiale sees på 8-12 m dyp mellom posisjon 443 og 310 og på 7-11 m dyp mellom posisjon 225 og 85. Fra posisjon 85 mot 0 går denne reflektoren mot dypet, og refleksjonsmønsteret over er hauget. Det kan i dette området være mer grovkornige avsetninger enn ellers langs profilet. Penetrasjonsdypet er også større i dette området (20-25 m). Ved posisjon 220 og 310 sees flere reflektorer å bøye ned og forsvinne mot dypet. Disse strukturene kan representere ytterkantene av en gjenfylt dødisgrop mellom posisjon 220 og 310, men dette er usikkert.

P17

Profilet er målt på tvers av vestenden av P16. Jevnt over viser opptaket et begrenset penetrasjonsdyp (gjennomsnittlig 5-10 m), og avsetningene er her trolig dominert av finsand. Diffraksjoner med toppunkt i posisjon 117 (200-300 ns) skyldes trolig støy fra kraftlinjer.

P18

Profilet er målt på tvers av P16 ca. 150 m øst for P17. Mellom posisjon 30 og 165 er penetrasjonsdypet 4-8 m, og dette området er trolig dominert av finkornig materiale. Diffraksjoner sees med toppunkt i posisjon 158 (100-300 ns). Opphavet til disse er uklar, men flankene har et fall som indikerer at de representerer energi diffraktert gjennom luft (støy fra overflateobjekt). Mellom posisjon 0 og 10 sees flere kraftige reflektorer ned til ca. 10 m dyp og kan indikere en mulig kanal av mer grovkornige avsetninger her. Grunnvannspeil opptrer trolig på 3-4 m dyp. Mellom posisjon 165 og 215 sees en meget kraftig reflektor på ca. 4 m dyp. Denne kan muligens representere grunnvannspeil i antatt grovkornige avsetninger. Mulig overflate av finstofflag er indikert ved en svakt traufomet reflektor på 5-7 m dyp i det samme området. Det sees ingen reflektorer under denne. Antatt mektighet av vannmettede, grovkornige avset-

ninger er 1-3 m mellom posisjon 165 og 215, og området er trolig uegnet for uttak av grunnvann.

P19

Profilet er målt på tvers av P16, ca. 140 m øst for P18. Opptaket indikerer en noe vekslende avsetningstype langs profilet. Best penetrasjon sees mellom posisjon 20 og 95 (10-15 m), og i dette området sees et kaotisk eller bølget refleksjonsmønster. Avsetningstypen er vanskelig å anslå, men kan trolig være finsand (bedre indikert i kryssende profil 16). Mellom posisjon 115 og 170 sees en traufornet reflektor som stort sett ser ut til å representere nedre grense for penetrasjonen og overflaten av finstofflag (4-7 m dyp). Mulig grunnvannspeil sees som en reflektor på ca. 4 m dyp i det samme området. Antatt mektighet av vannmettede, grovkornige avsetninger er 1-3 m. Langs profilet er det få indikasjoner på mulighet for uttak av grunnvann.

P15

Profilet er målt på tvers av P16, ca. 50 m vest for Lågen. Mellom posisjon 235 og 60 sees et hauget refleksjonsmønster som kan representere erosjonsflater i sandige elve- eller breelvavsetninger. Grunnvannspeil kan antydes på 3-4 m dyp mellom posisjon 200 og 75 og mellom posisjon 35 og 0. Mellom posisjon 170 og 95 er penetrasjonsdypet ca. 20 m, og dette kan være et aktuelt område for videre undersøkelser.

Oppsummering

Stiplet linje i kartbilag -04 omslutter området som trolig er mest aktuelt for videre undersøkelser i form av boringer. Anbefalt borpunkt er også angitt. Området har trolig god kommunikasjon med elva og er relativt godt avskjermet (dels småskog og brukt delvis som beite).

3.4 Aasveen

Det er målt fem georadarprofiler sør for Lågen ved Aasveen. Opptak og profilplassering er vist i kartbilag -05.

P26

Profilet er målt i skog/utmark nedover en slak skråning fra sør til nord (mot elva) lengst vest i måleområdet. Opptaket viser et parallelt til bølget refleksjonsmønster som kan indikere fin-kornige avsetninger (finsand/silt) mellom posisjon 0 og 35. Mellom posisjon 40 og 79 er refleksjonsmønsteret mer hauget og kan indikere noe grovere materiale avsatt i et tidligere elveløp. Mektighet og utstrekning under grunnvannspeil er trolig relativt begrenset. Videre undersøkelser anbefales ikke her.

P20

Profilen er målt på nokså nydyrket jorde på et slakt skrånende platå, ca. 100 m fra elva. Opp-taket viser et parallelt refleksjonsmønster. Dette indikerer finkornige avsetninger (silt/leir) og små muligheter for uttak av grunnvann.

P28

Profilen er målt på et lavere platå på nydyrket mark noen få meter over elva. En markant reflektor sees mellom posisjon 0 (ca. 535 moh.) og posisjon 206 (ca. 533 moh.). Over reflektoren er refleksjonsmønsteret kaotisk og kan muligens representere sandige elveavsetninger. Under reflektoren er refleksjonsmønsteret delvis parallelt og reflektiviteten er svak. Her er avsetningen trolig dominert av mer finkornige avsetninger (finsand/silt), men dette er noe uklart. Fjell eller morene sees som en uregelmessig og diskontinuerlig reflektor mellom posisjon 25 og 206 (nivå 513-518 moh.). Grunnvannsspeil sees gjennom store deler av opptaket som en skarp reflektor i nivå 536-537 moh. Området bør undersøkes videre med sonderboring for å få klarlagt mektigheten av grovkornige, vannmettede avsetninger.

P27

Dette er et kort tverrprofil til vestlige del av P28. En reflektor på 533-534 moh. representerer trolig grensen mellom elveavsetninger (øverst) og mer finkornig materiale. Grunnvannsspeil sees i nivå ca. 537 moh. Det er trolig minst ca. 3-4 m tykkelse av relativt grovkornig, vannmettet materiale. Fjell eller morene sees som en uregelmessig reflektor mellom posisjon 64 (ca. 515 moh.) og 0 (ca. 520 moh.).

P29

Tverrprofil til østlige del av P28. Antatt grense mellom elveavsetninger (øverst) og mer finkornige avsetninger sees som en uregelmessig, bølget reflektor mellom posisjon 35 (ca. 536 moh.) til posisjon 102 (ca. 530 moh.). Størst dyp til reflektoren er det ved posisjon 91 (ca. 10 m dyp, nivå ca. 528 moh.). Grunnvannsspeil kan antydes i nivå 536-537 moh. Mulig fjellreflektor sees i nivå 515-517 moh. mellom posisjon 0 og 17. Det anbefales en sonderboring mellom posisjon 80 og 102. Her kan det være opptil 8-9 m med vannmettede, mulig grovkornige avsetninger. Lokaliteten ligger trolig for nær elva til å være av aller største interesse for grunnvannsuttak.

Oppsummering

Stiplet linje i kartbilag -05 omslutter området som vil være mest aktuelt for videre undersøkelser. Anbefalt borpunkt plassering (med nummer etter prioritet) er også vist i kartbilaget. På de anbefalte lokaliteter 1 og 2 kan det være hhv. 3-4 m og 8-9 m med vannmettede, mulig grovkornige elveavsetninger. Lokalitet 2 har lavere prioritet fordi det er mer uklart om dette punktet ligger for nær elva til at det infiltrerte vannet blir godt nok rensset av løsmassene. Fjell ligger på over 20 m dyp, men løsmasser mellom fjell og antatt bunn av elveavsetninger er trolig for finkornige for grunnvannsuttak. Området ligger på dyrket mark.

3.5 Budalen avfallsplass

Avfallsplassen er plassert i en dødisgrop som ligger i breelvavsetninger. Avfallet består vesentlig av husholdningsavfall og har vært i drift siden 1986. På avfallsplassen er det også en lagune for septiktømming, der det er lagt opp til at løsmasser under fyllinga skal rense sigevannet. Det er målt til sammen seks profiler, der fire er målt i umiddelbar nærhet av avfallsplassen (P9-P12) og to er målt i grustak nord for avfallsplassen (P13 og P14). Opptak og profilplassering er vist i kartbilag -06. Lesja kommune ønsket georadarmålinger i samband med krav om bunntetting ved utvidet bruk. Det var av spesiell interesse å få kartlagt dyp til grunnvannsspeil, fjell og eventuelle tettende lag, samt å påvise strukturer som kan være ledehorisonter for sigevann.

P13

Profilen er målt langs grustaket nord for avfallsplassen. Opptaket viser 'døde' områder mellom posisjon 215 og 205 og mellom posisjon 175 og 30 (30-150 ns). Mulig grunnvannsspeil sees som en reflektor i nivå 553-554 moh. Reflektoren er spesielt markant mellom posisjon 130 og 93. Refleksjonsmønsteret er kaotisk mellom posisjon 218 og 90, og det er etter all sannsynlighet grovkornige avsetninger i dette området. Fra posisjon 95 blir penetrasjonen betydelig svekket. Dette skyldes trolig godt elektrisk ledende overflatemateriale langs innkjøringen til grustaket, muligens påført veisalt. Andre årsaker, som endring i løsmassene mot dypet eller forurenset grunn, kan imidlertid ikke helt utelukkes.

P14

Profilen er målt på tvers av grustaket og P13. Også på dette opptaket sees 'døde' områder sporadisk ned til ca. 150 ns. Antatt grunnvannsspeil sees som en markant reflektor i nivå ca. 554 moh. Refleksjonsmønsteret er hauget til kaotisk og indikerer grovkornige avsetninger. Det er svak reflektivitet i materialet i vestligste del av profilen (posisjon 0-17).

P9

Profilen er målt langs dødisgrop og avfallsplass fra nordvest til sørøst. Avfallsplassen (inkludert lagune for septiktømming) ligger mellom posisjon 292 og 180. Penetrasjonen er sterkt redusert som følge av absorpsjon av energi i det deponerte materialet. Det er ikke mulig å se eventuelle strukturer i løsmassene under fyllingen. Mellom posisjon 185 og 0 (sørøstenden av profilen) viser opptaket et hauget til kaotisk refleksjonsmønster som representerer strukturer i grovkornige breelvavsetninger. Penetrasjonsdypet er i størrelsesorden 20 m. Grunnvannsspeil kan ikke erkjennes i opptaket. Mellom posisjon 412 og 300 er også penetrasjonsdypet redusert (ca. 10 m). Årsaken til den dårlige penetrasjonen kan være godt elektrisk ledende materiale i overflaten langs den fulgte veitraséen. En annen (men trolig mer usannsynlig) mulighet er at det opptrer lag av finkornige avsetninger. En undulerende reflektor i nivå 593-600 moh. mellom posisjon 400 og 330 kan muligens representere overflaten av et slikt finstofflag. Dette vil i så fall være kritisk for avrenning av sigevann fra avfallsplassen.

Grunnvannsspeil kan heller ikke i dette området erkjennes i opptaket. Det foreslås sonderboring i området nær porten til avfallsplassen for å få klarlagt om det finnes eventuelle tettende finstofflag på grunt dyp (<10 m) og for å undersøke dyp til grunnvannsspeil. For å få et todimensjonalt bilde av grunnvannspeilets plassering (og evt. morene og fjell), bør det utføres refraksjonsseismiske målinger langs P9.

P11

Profilet er målt på tvers av dødisgropen og P9 i området sør for avfallsplassen. Refleksjonsmønsteret er hauget til kaotisk og indikerer grovkornige avsetninger. Penetrasjonsdypet er i størrelsesorden 20-25 m. En uregelmessig reflektor opptrer mellom posisjon 90 (ca. 607 moh.) og posisjon 35 (ca. 600 moh.). Dette kan være overflaten av fjell, morene eller grunnvannsspeil, men dette er svært usikkert og bør undersøkes med boringer, eventuelt etter å ha utført refraksjonsseismiske målinger.

P12

Profilet er målt langs vei i den østre skråning av dødisgropen. 'Døde' områder sees i opptaket mellom posisjon 179 og 115 (ned til ca. 200 ns). Refleksjonsmønsteret er for det meste skrått. Dette er spesielt karakteristisk i området mellom posisjon 85 og 0. I det samme området er penetrasjonsdypet størst (ca. 20 m). I dette området er det trolig vesentlig grovkornige breelavsetninger. Penetrasjonsdypet er ca. 15 m mellom posisjon 179 og 95. I dette området sees en reflektor i nivå 596-605 moh. Det sees lite energi under reflektoren, og det er mulig at den representerer overgangen til mer finkornig materiale (morene?), men dette er svært usikkert.

P10

Profilet er målt på tvers av P9 nord for avfallsplassen. Refleksjonsmønsteret er for det meste kaotisk, og dette indikerer trolig grovkornige avsetninger. Mellom posisjon 48 og 67 er imidlertid penetrasjonsdypet noe redusert (ca. 10 m) i forhold til resten av opptaket (ca. 20 m). I dette området sees også en relativt kraftig reflektor på 3-5 m dyp. Tilsvarende reflektor er beskrevet for P9, og er tolket til å representere overflaten av finstofflag. En sonderboring foreslås der P9 og P10 krysser hverandre for å få undersøkt avsetningstype og dyp til grunnvannsspeil. Grunnvannsspeil ligger trolig for dypt til å kunne sees på georadaropptaket (> 20 m dyp).

Oppsummering

I grustaket nord for avfallsplassen viser georadaropptakene grunnvannsspeil i nivå 553-554 moh. Grovkornige avsetninger er indikert. Georadaropptakene indikerer grovkornige avsetninger (trolig vesentlig breelavsetninger) i området sør, øst og vest for avfallsplassen. Like nord for avfallsplassen er avsetningstypen mer usikker, og det foreslås en sonderboring ved skjæringspunktet mellom P9 og P10 for å få undersøkt avsetningstype og dyp til grunnvannsspeil. En annen aktuell borpunktplassering kan være like sør for deponiet langs P9 (posisjon 160) for å få undersøkt avsetningstype og dyp til grunnvannsspeil også i dette området.

Grunnvannsspeil og fjell ligger trolig utenfor georadarens dybderekkevidde i området rundt avfallsplassen (> 20 m dyp). Ingen strukturer kunne sees i løsmassene direkte under avfallsplassen, på grunn av absorpsjon av energi i det deponerte materialet. Det anbefales refraksjonsseismiske målinger langs P9 for å få bestemt dyp til grunnvannsspeil, fjell og eventuell tettende morene i området nord og sør for deponiet.

4 KONKLUSJON

Det er utført georadarmålinger i fem områder ved Lesja, Oppland. I fire områder (Vetle Kolstad, Prestgardsbrua, Flagestadkroken og Aasveen) var hensikten å undersøke mulighetene for uttak av grunnvann ved å anvisse lokaliteter for videre undersøkelser i form av boringer. I ett av områdene (Budalen avfallsplasse) var hensikten med målingene å forsøke å få kartlagt dyp til grunnvannsspeil, fjell og eventuelle ledehorisonter for sigevann fra avfallsplasse for å vurdere avrenningsforløp.

Ved hver lokalitet som er undersøkt mhp. grunnvannspotensiale er det avgrenset et område hvor det anbefales oppfølgende undersøkelser. Dette er områder der georadaropptakene indikerer grovest materiale. Det er også angitt forslag til plassering av borpunkt. Ut fra en totalvurdering av områdene ansees Flagestadkroken å ha høyest prioritet og Aasveen lavest når det gjelder videre undersøkelser. Ved Flagestadkroken er det indikert grovkornige avsetninger og relativt god kommunikasjon med elva. Ved Aasveen er det trolig for små mektigheter av vannmettet, grovt materiale. Anbefalt område ved Prestgardsbrua har trolig brukbar kommunikasjon med elva og grove avsetninger er indikert. Ved Vetle Kolstad er det også indikert grovkornige avsetninger, men grunnvannskommunikasjonen med elva er usikker og trolig tvilsom.

Ved Budalen avfallsplasse er det indikert grovkornige breelavsetninger i området sør, vest og øst for deponiet. Like nord for deponiet er avsetningstypen mer usikker, og det foreslås en sonderboring ved skjæringspunktet mellom P9 og P10 og ved posisjon 160 langs P9. Grunnvannsspeil og fjell ligger trolig utenfor georadarens dybderekkevidde (> 20 m dyp) og det anbefales refraksjonsseismiske målinger langs deponiet for å få klarlagt dyp til grunnvannsspeil, fjell og eventuell morene.

5 REFERANSER

Beres, M. Jr. & Haeni, F.P. 1991: Application of ground-penetrating-radar methods in hydrogeologic studies. *Ground water* 29, 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 planparallell med overflaten. Når antenneavstanden øker, vil reflekterte bølger få lenger gangvei og økning i gangtid. Denne økning i gangtid kan det ved digitale opptak kompenseres for ved å utføre NMO-korreksjon ('normal move-out'). Størrelsen på korreksjonen er avhengig av antenneavstand, toveis gangtid og bølgehastighet i materialet over reflektoren. Et CDP-opptak korrigeres med forskjellige hastigheter, og den hastighet som etter NMO-korreksjon gir best amplitude etter summering av trasene, angir radarbølgehastigheten i mediet.

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

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

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

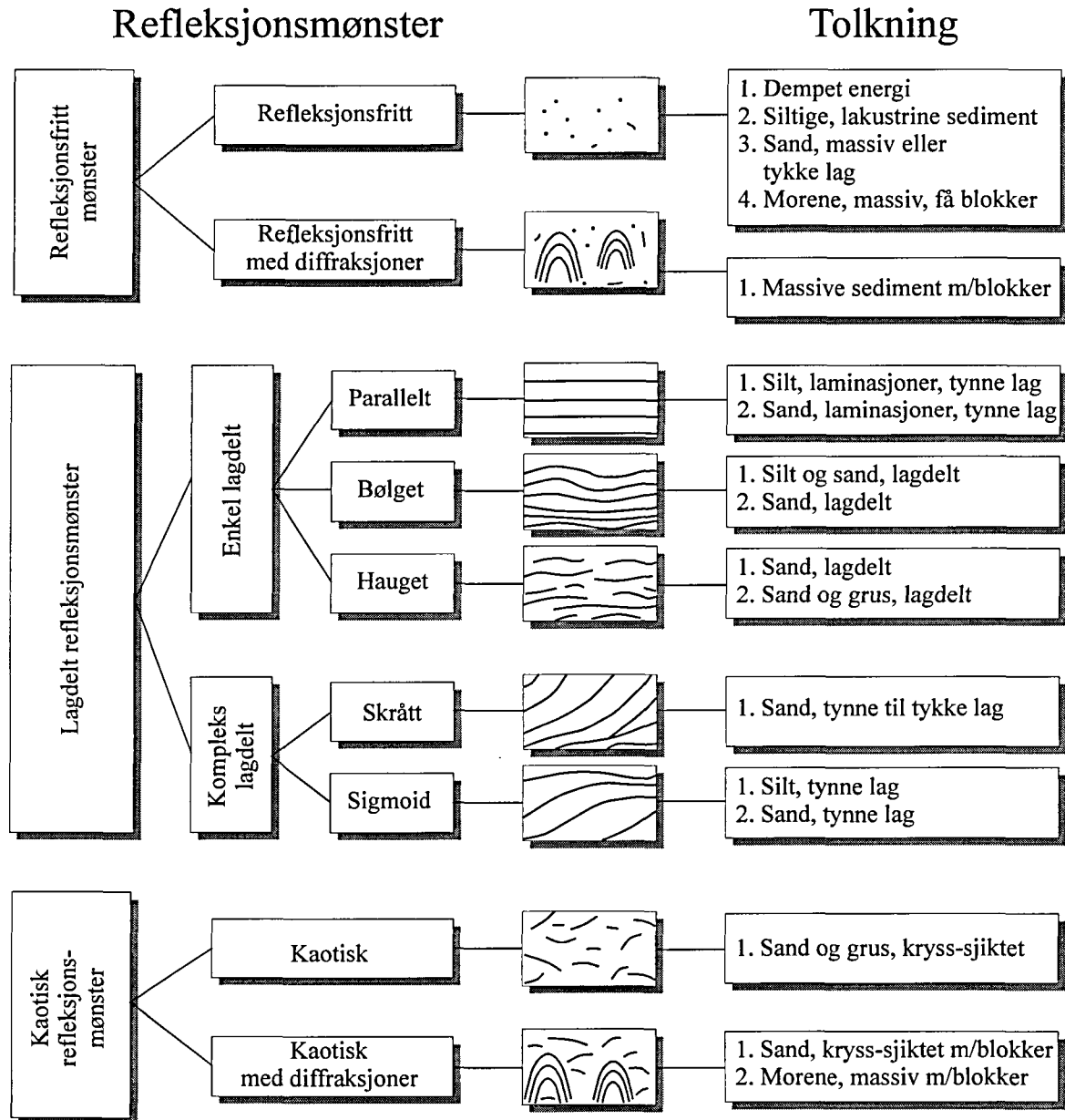
$$\epsilon_r = \left(\frac{c}{v}\right)^2$$

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

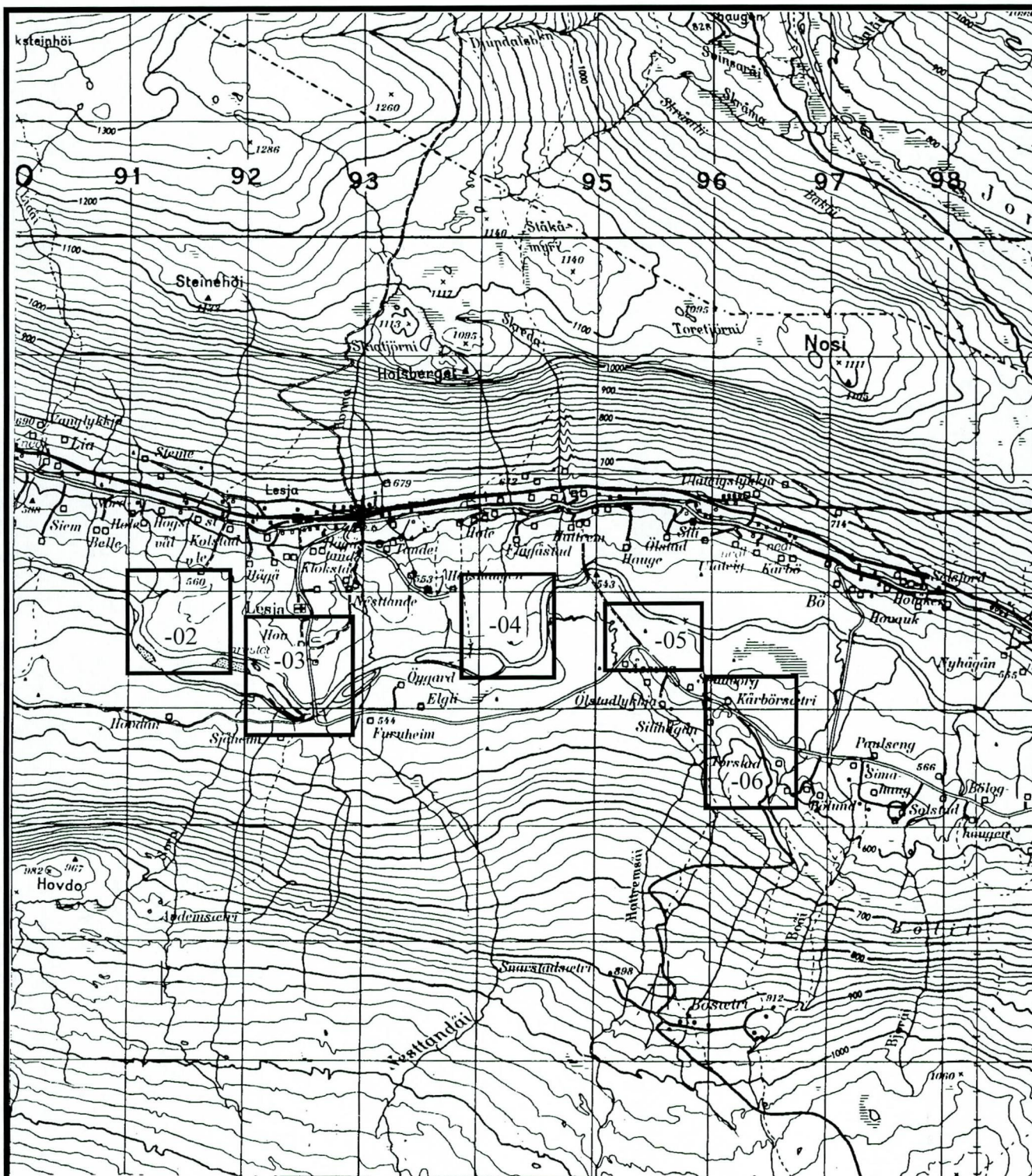
Dybderekkevidden for georadarmålinger er i stor grad avhengig av elektrisk ledningsevne i grunnen og av den utsendte antennefrekvens. Både økende ledningsevne og en økning i antennefrekvens vil føre til hurtigere demping av bølgepulsene og dermed minkende penetrasjon. I godt ledende materiale som marin silt og leire vil penetrasjonen være helt ubetydelig. I dårlig ledende materiale som f.eks. tørr sand, kan det forventes en dybderekkevidde på flere titalls meter når det benyttes en lavfrekvent antenne (f.eks. 50 eller 100 Mhz). For grunnere undersøkelser vil en mer høyfrekvent antenne gi bedre vertikal oppløsning.

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

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



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



-02

Utsnitt av kart som er vist i målestokk 1:5000 i kartbilag

NGU/Lesja kommune
OVERSIKTSKART

LESJA

LESJA KOMMUNE, OPPLAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:50 000

MÅLT JFT

TEGN EM

TRAC

KFR

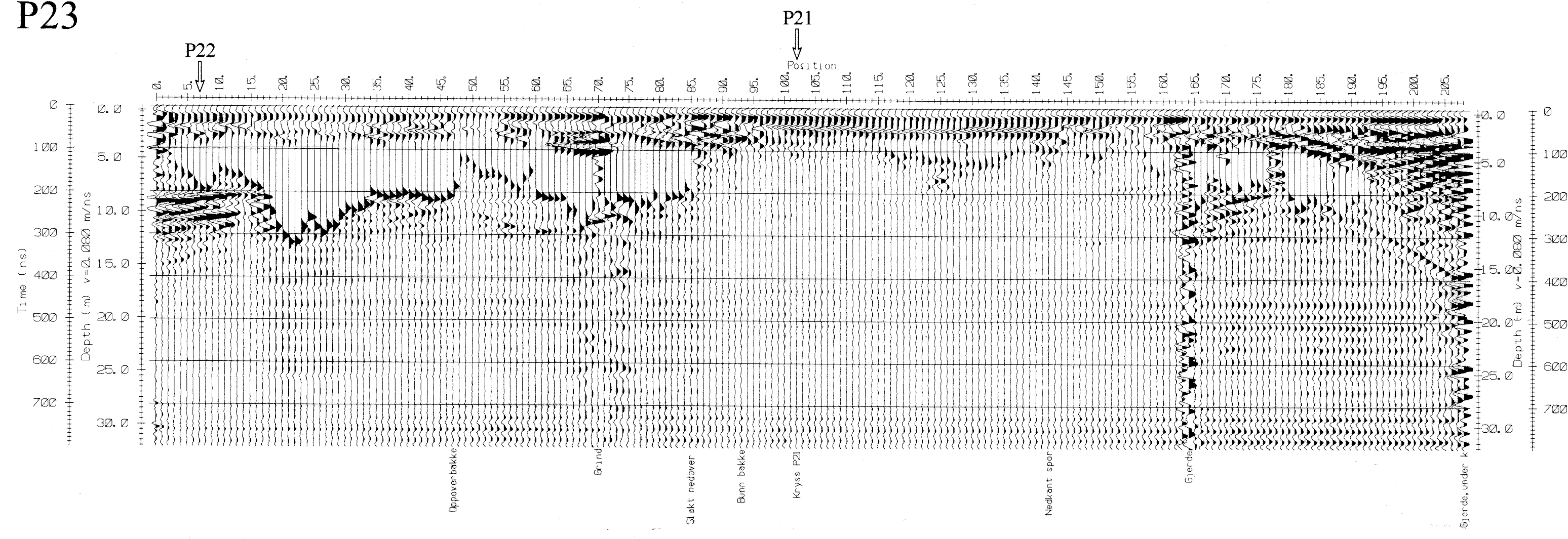
Juni -96

Des. -96

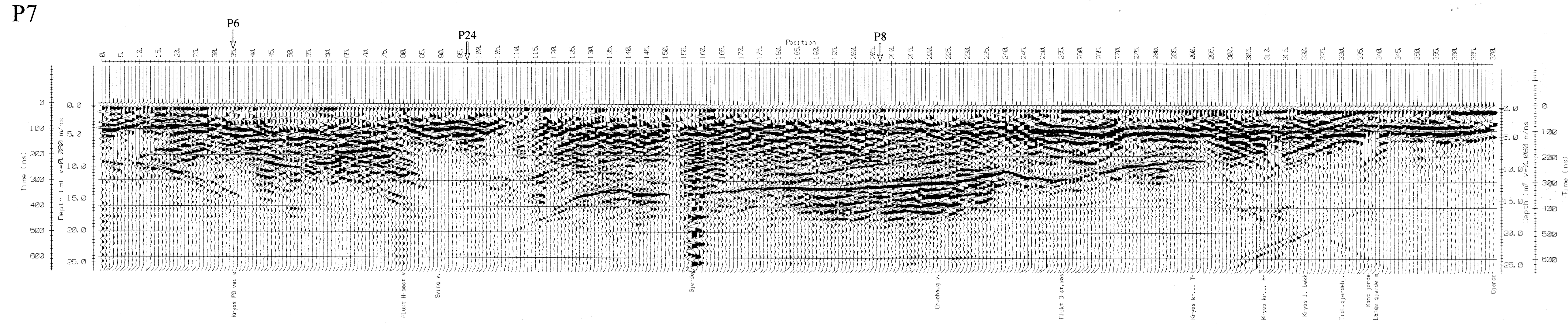
TEGNING NR
96.143-01

KARTBLAD NR
1419 II

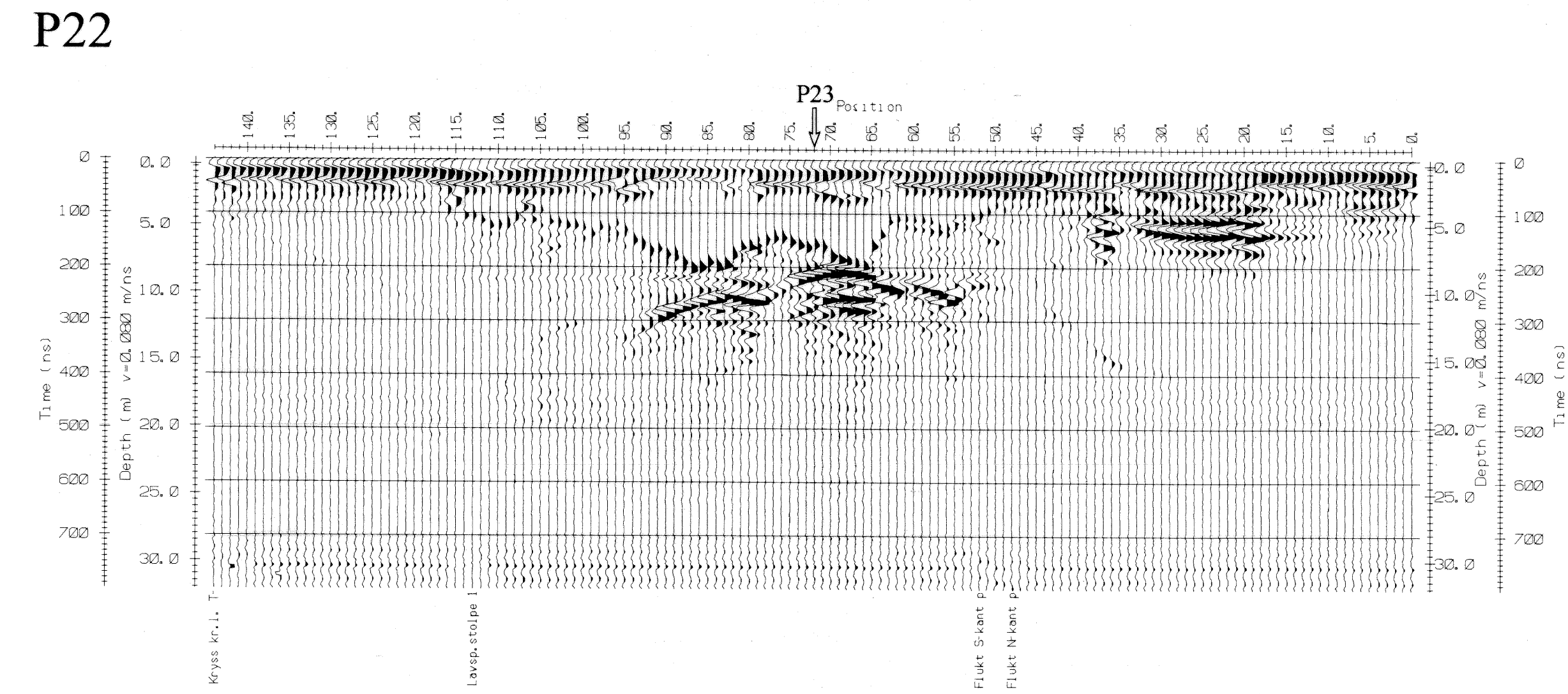
P23



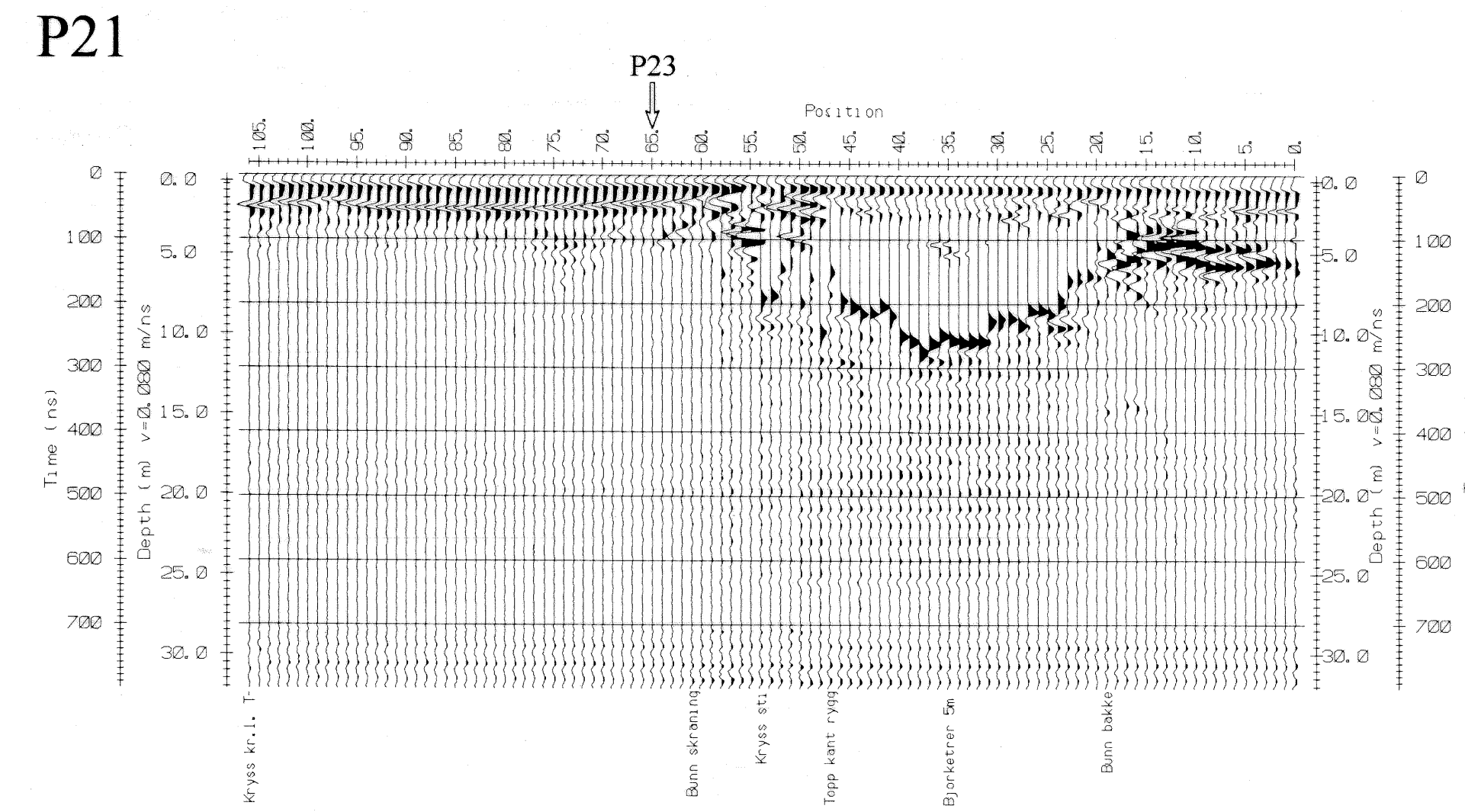
P7



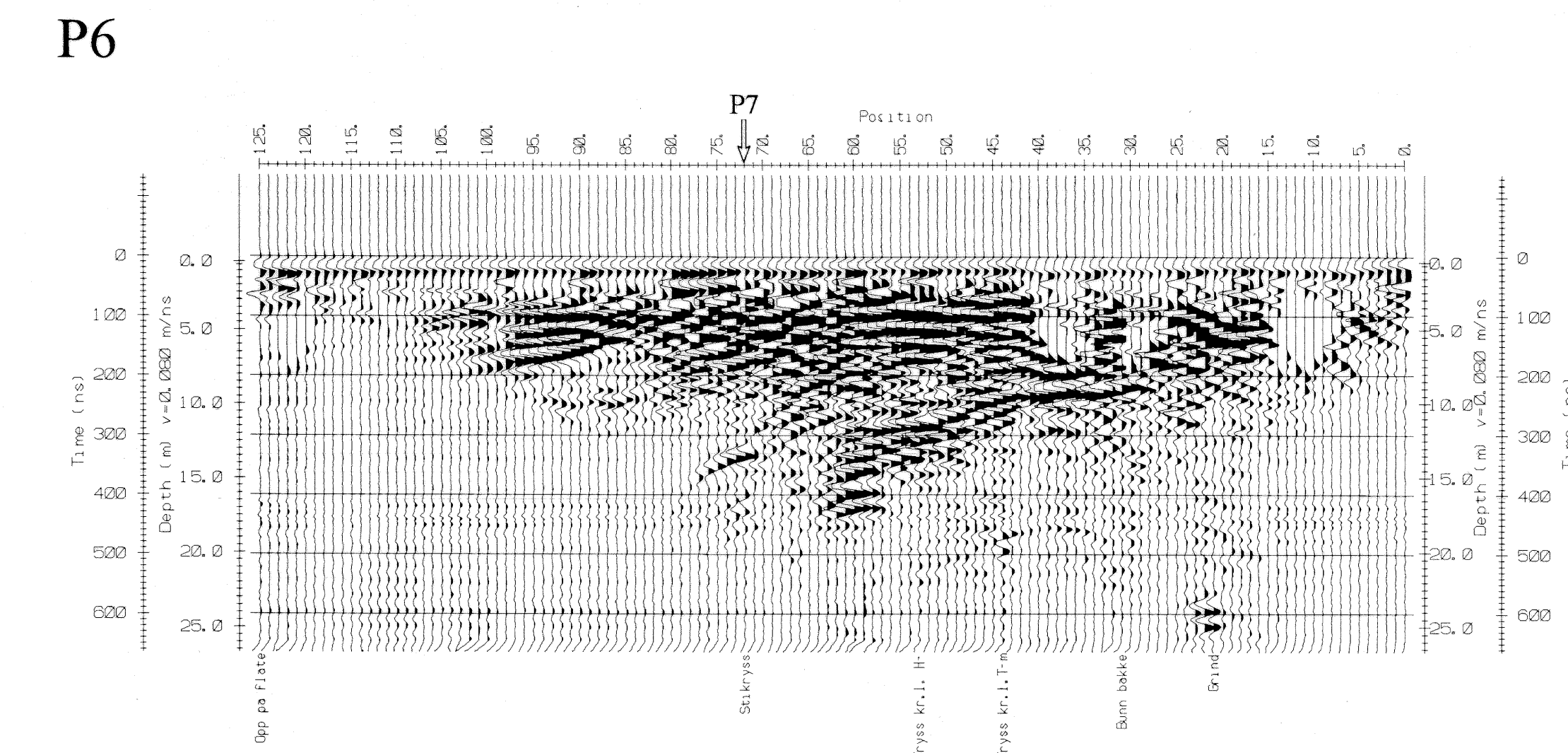
P22



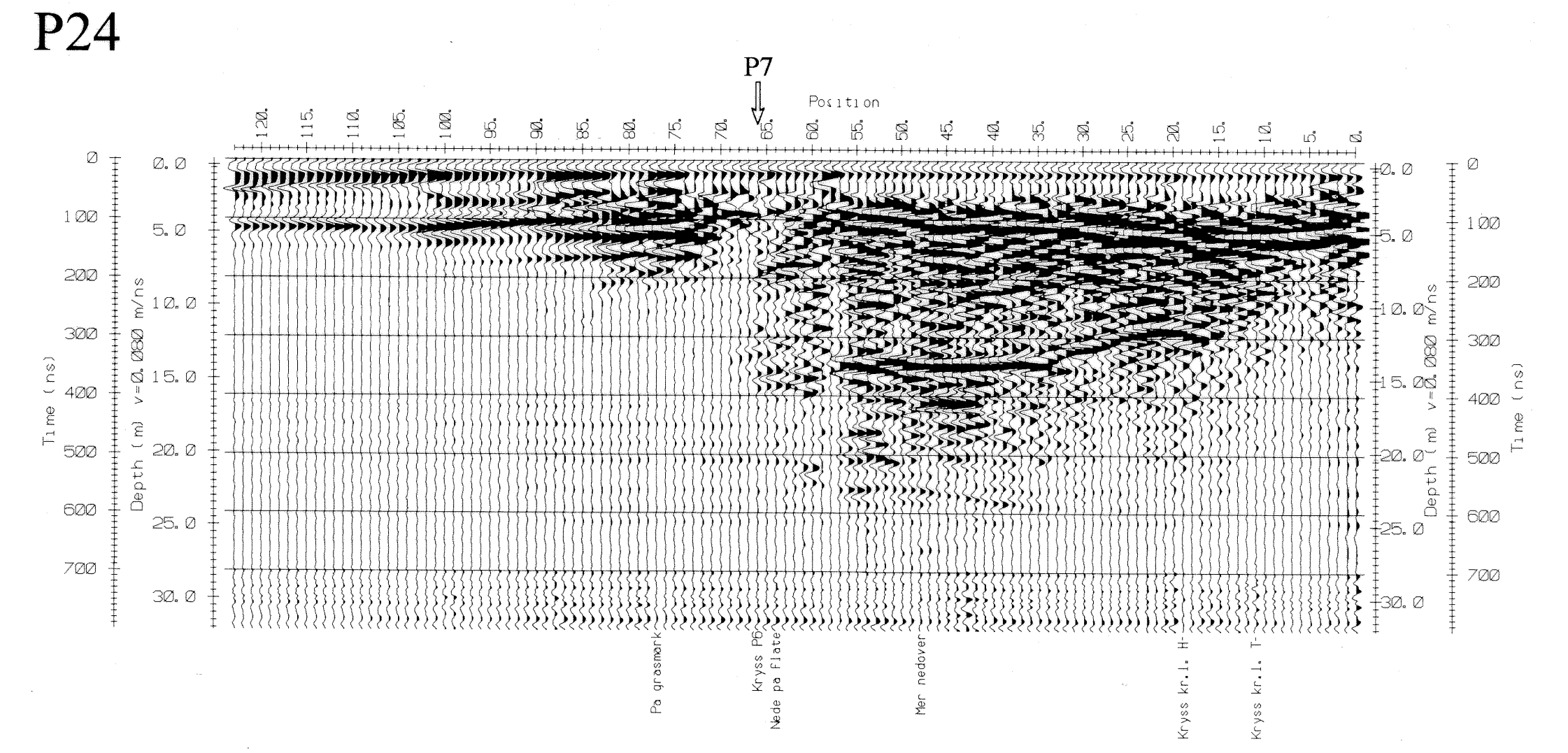
P21



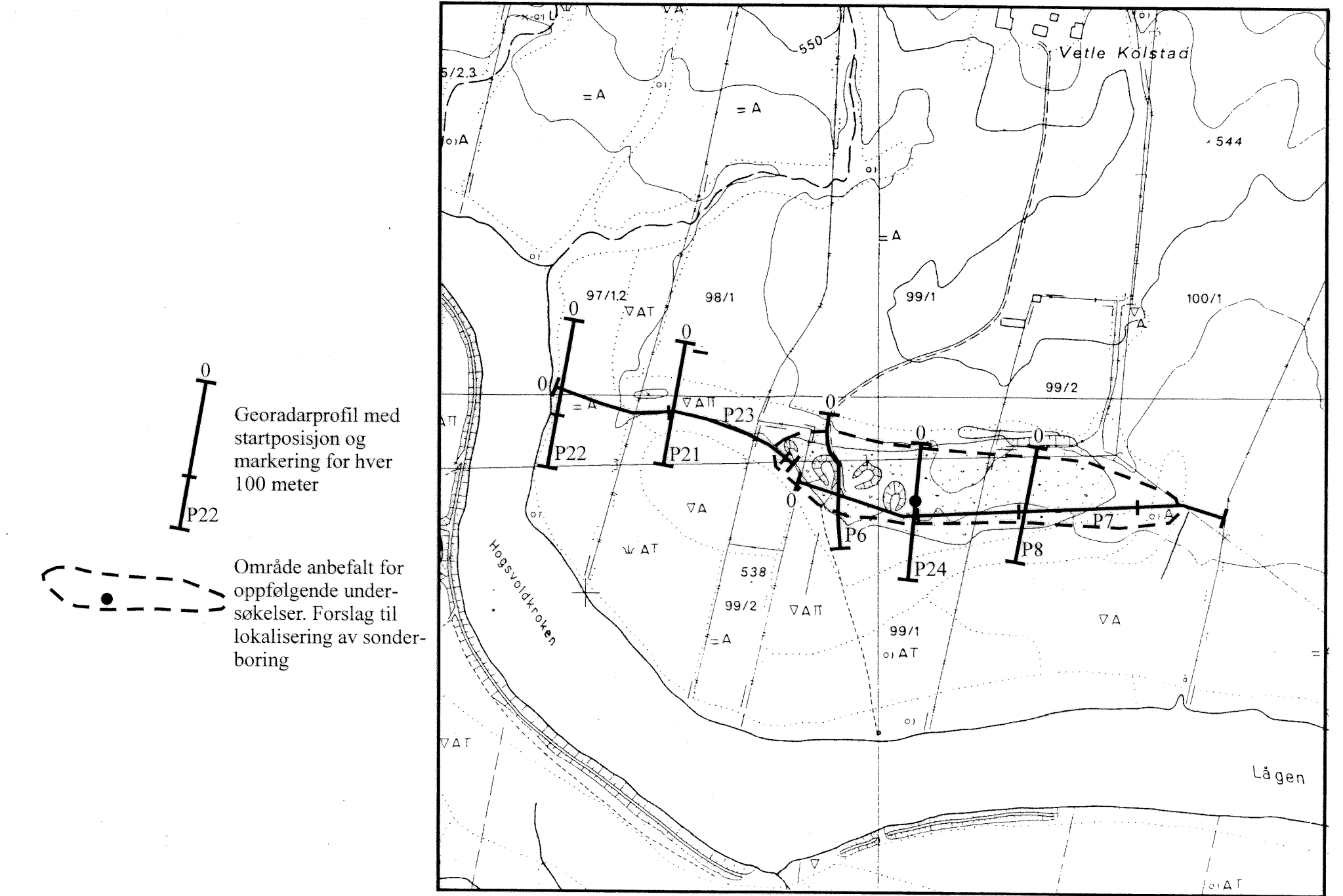
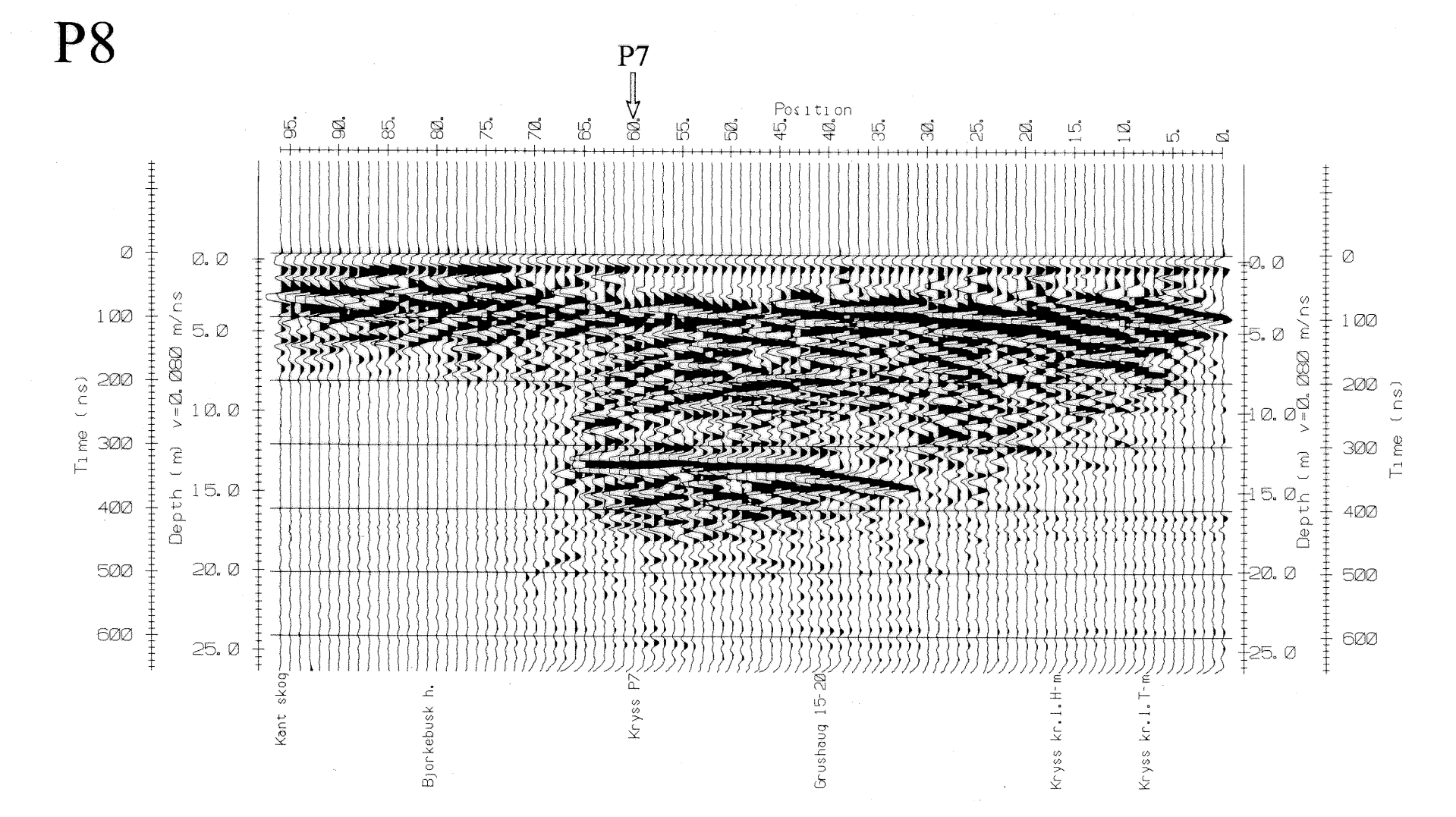
P6



P24

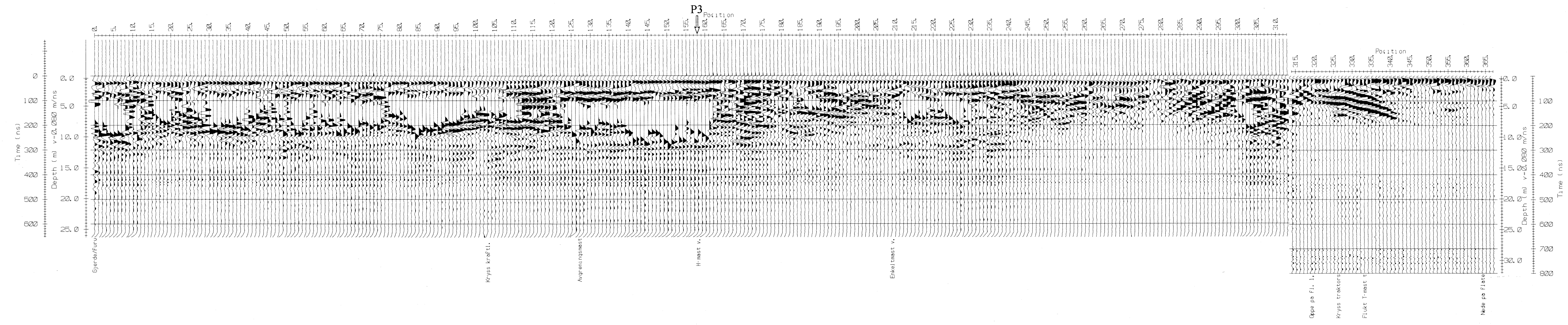


P8

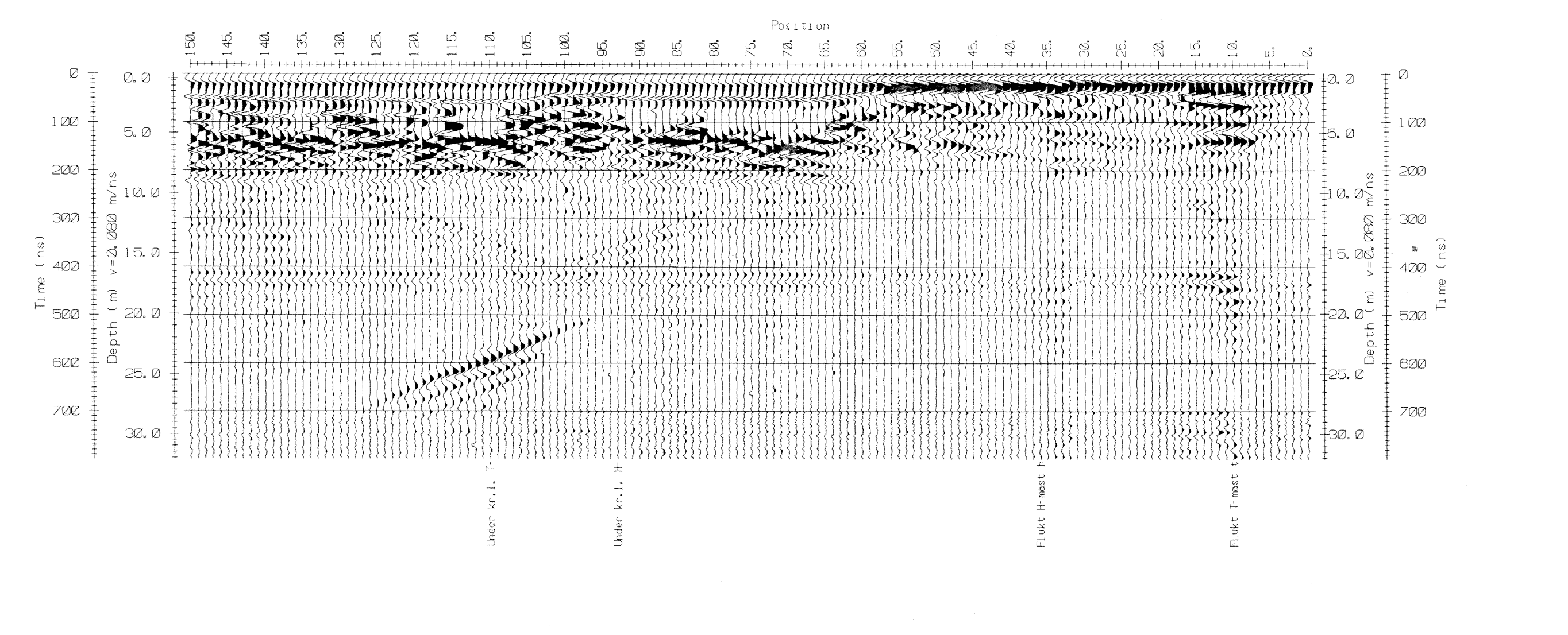


NGU/LESJA KOMMUNE GEORADAROPPTAK VETLE KOLSTAD LESJA KOMMUNE, OPPLAND	MALESTOKK 1:5000 (Kart)	MALT JFT TEGN EM TRAC KFR	Juni 96 Nov. 96
	NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 96.143-02	KARTBLAD NR 1419 II

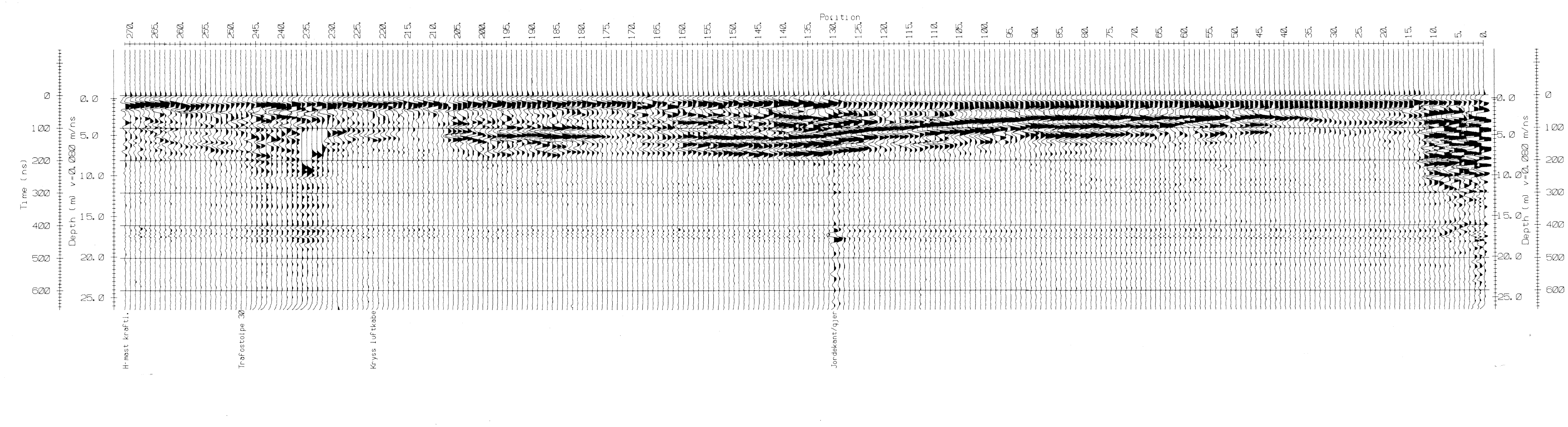
P2



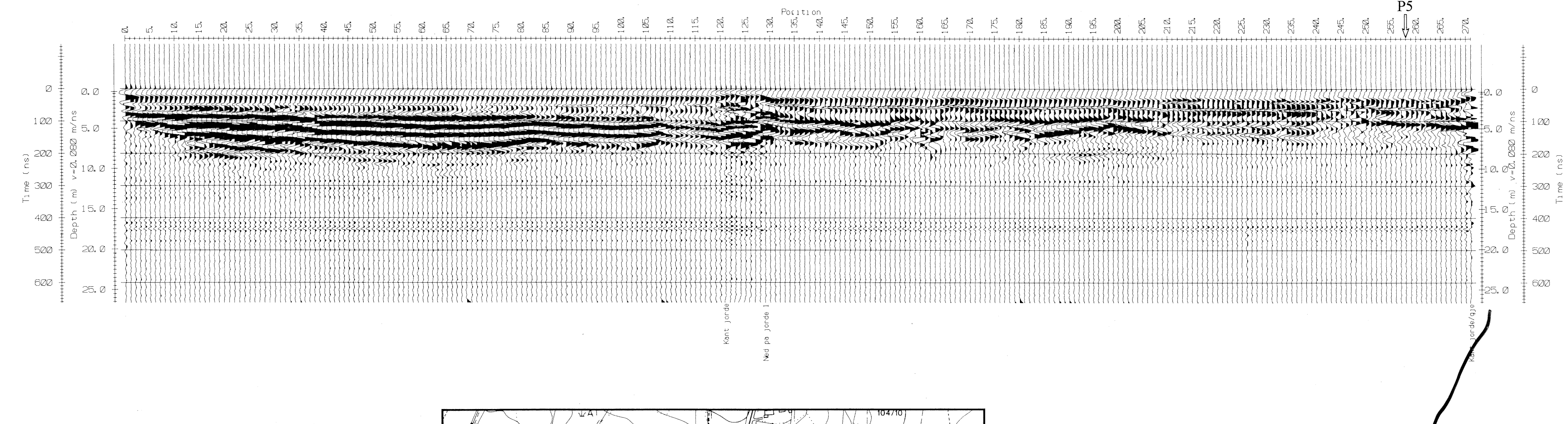
P25



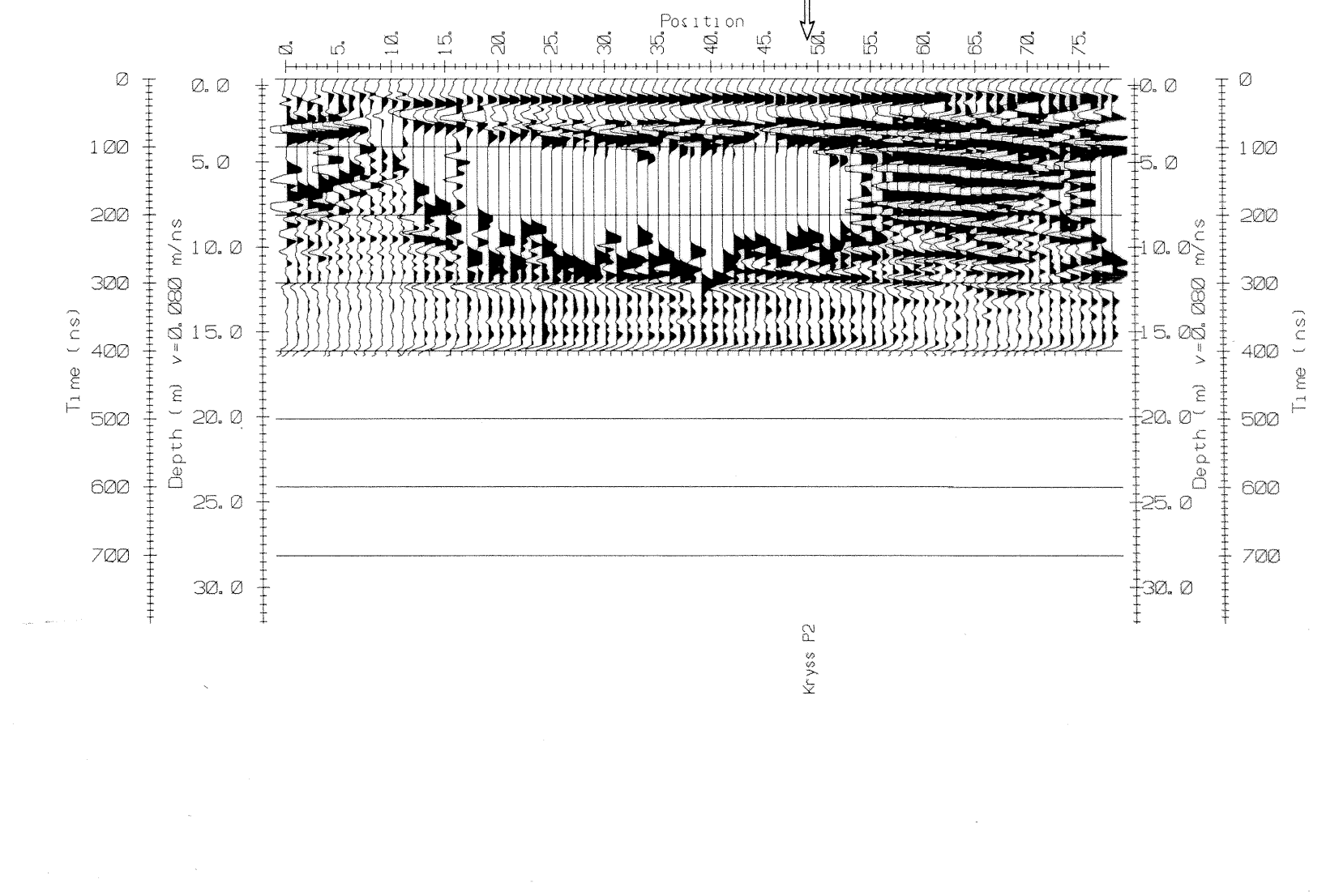
P1



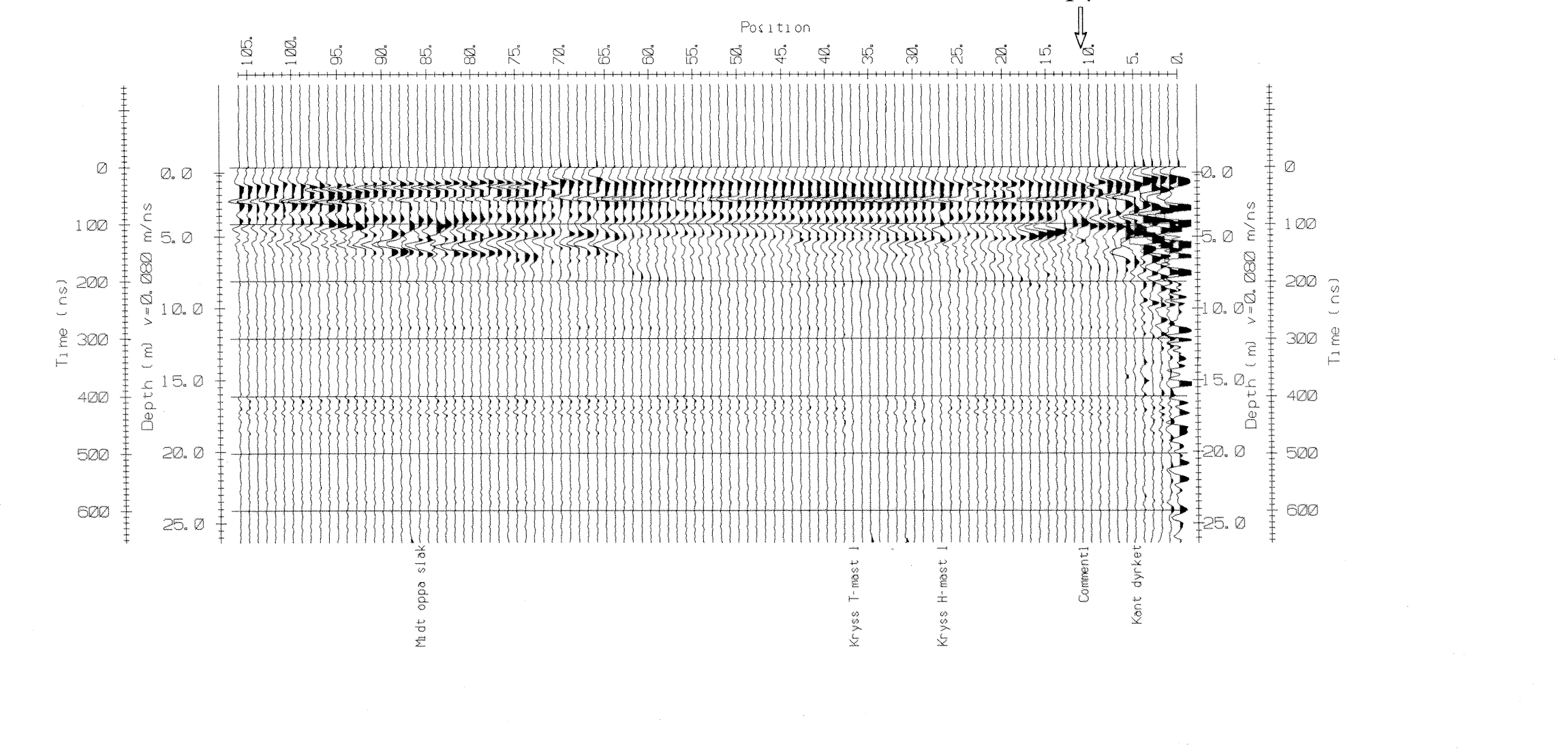
P4



P3

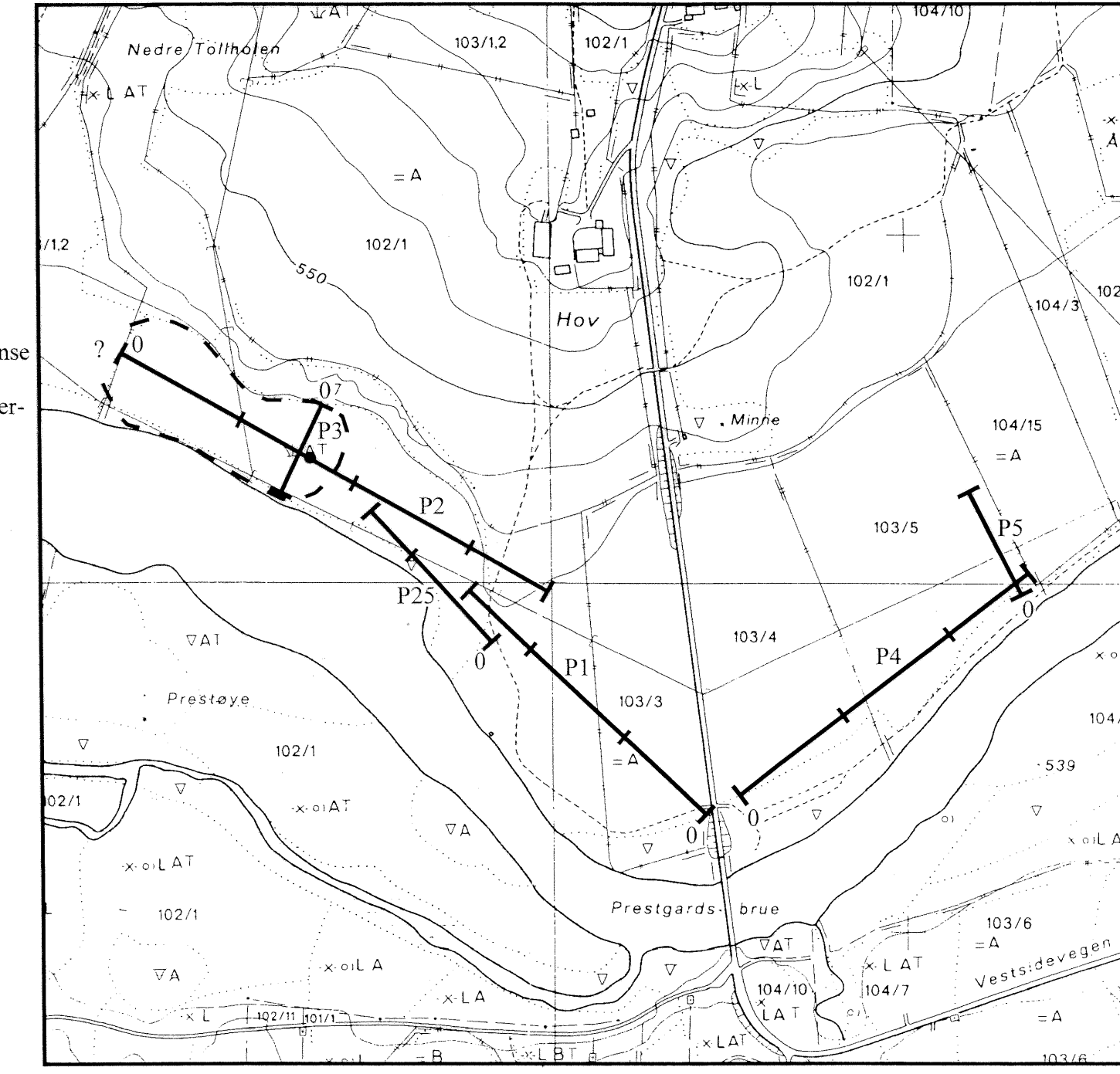


P5



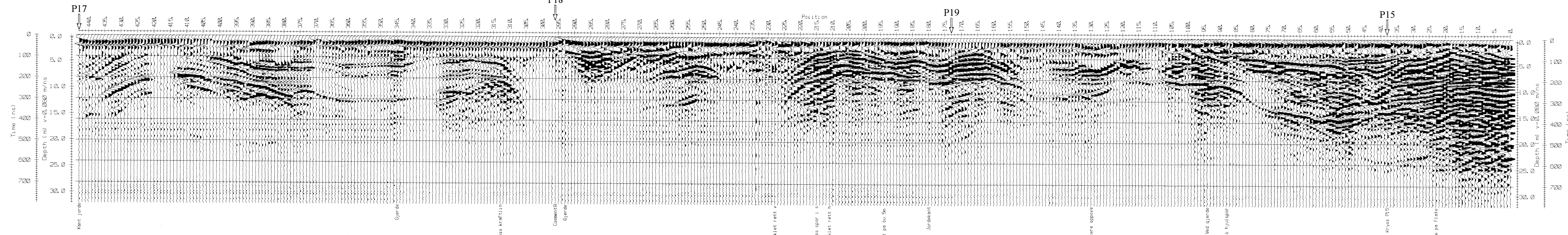
Georadarprofil med startposisjon og markering for hver 100 meter

Område anbefalt for oppfølgende undersøkelser (vestlig grense usikker). Forslag til lokalisering av sonderboring

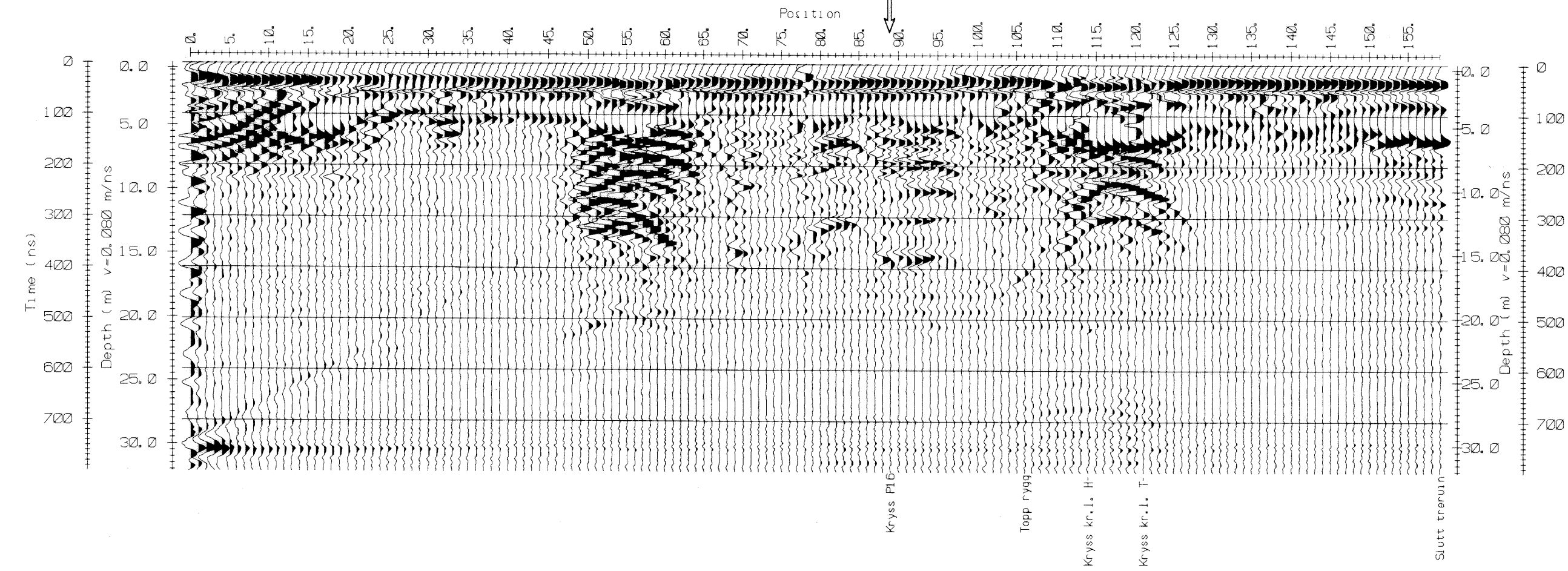


NGULESIA KOMMUNE GEORADAROPPTAK PRESTGARDSBRUA LESIA KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK 1:5000 (Kart)	MÅLT JFT TEGN EM TRAC KFR	Juni -96 Nov -96
	NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 96.143-03	KARTBLAD NR 1419 II

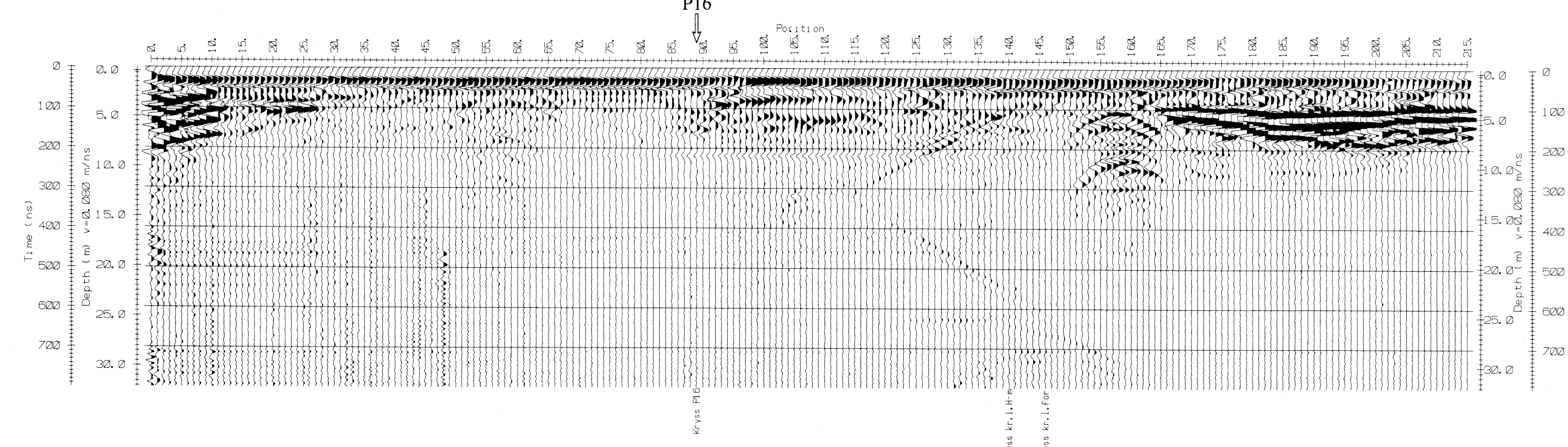
P16



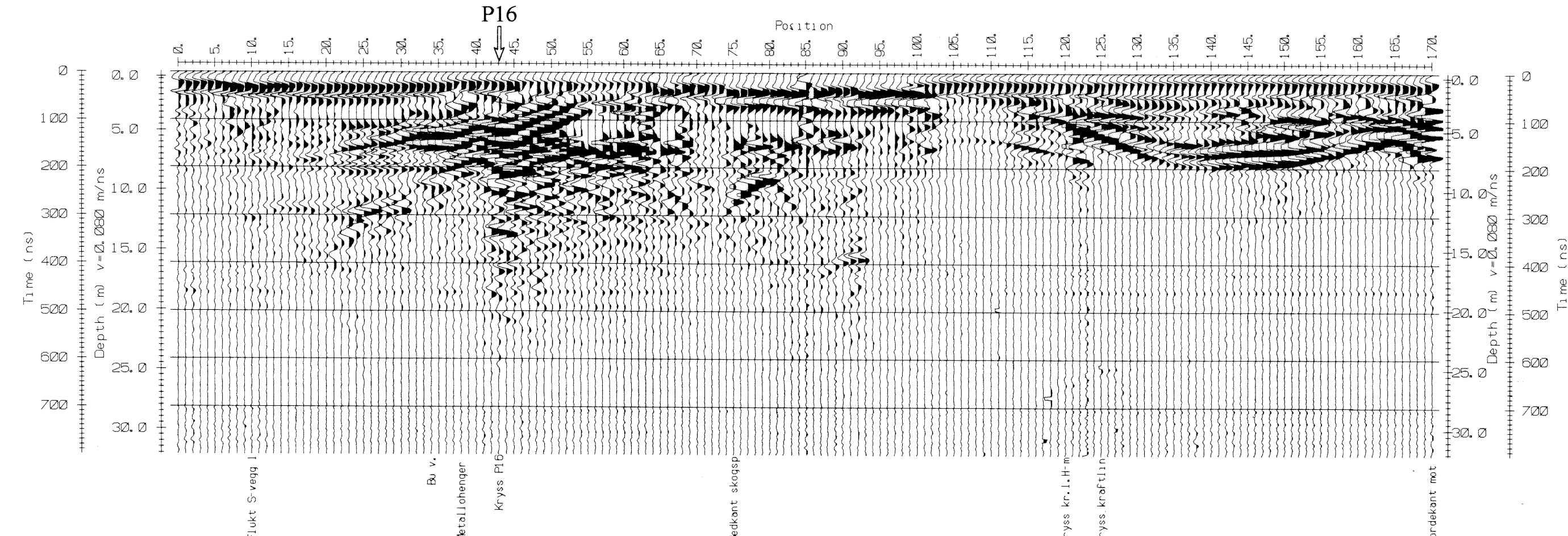
P17



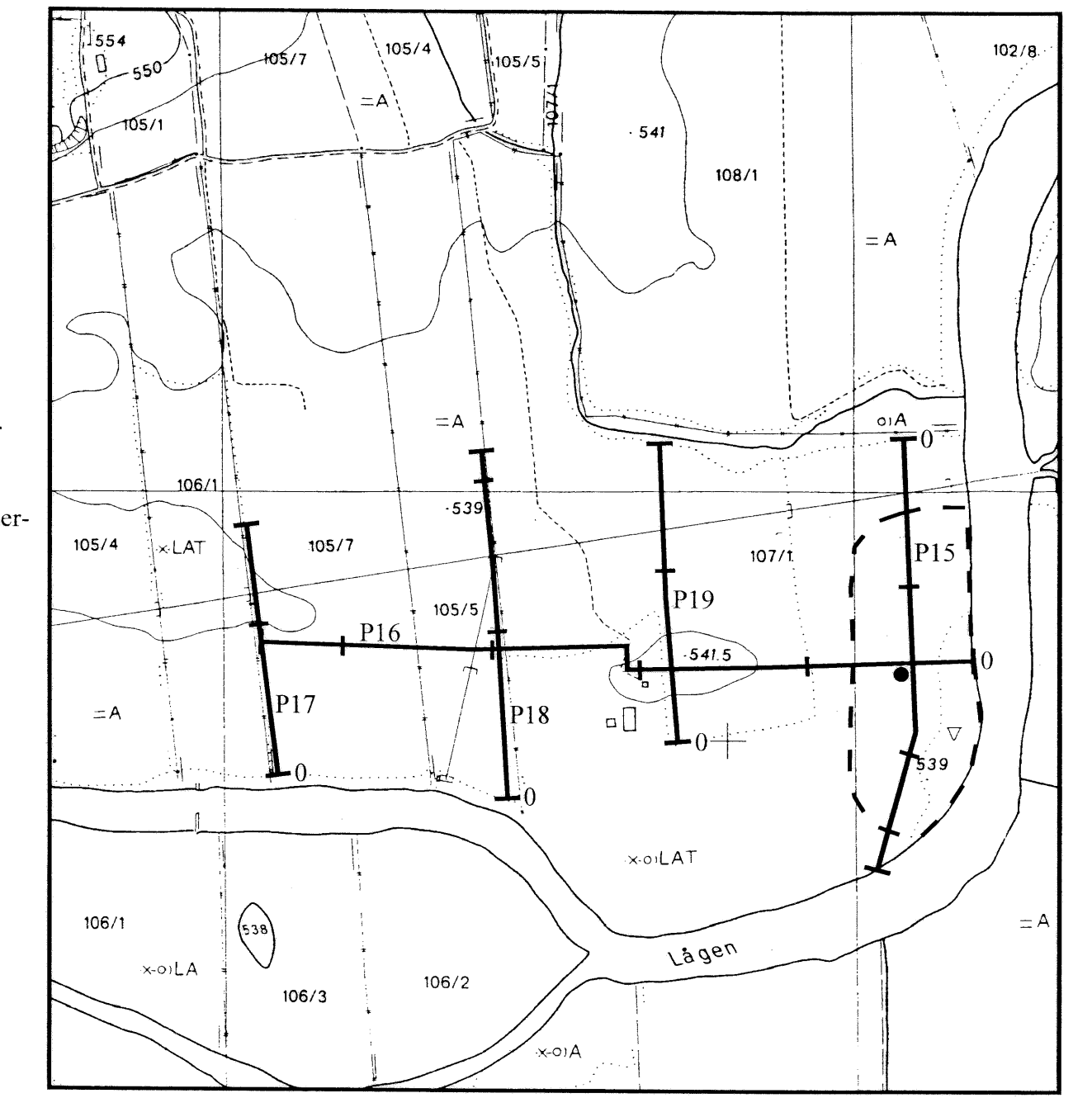
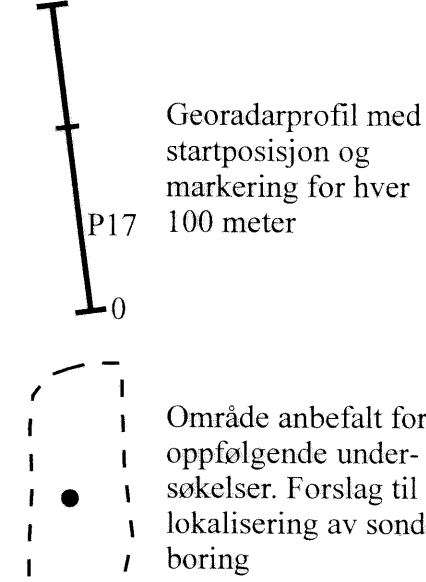
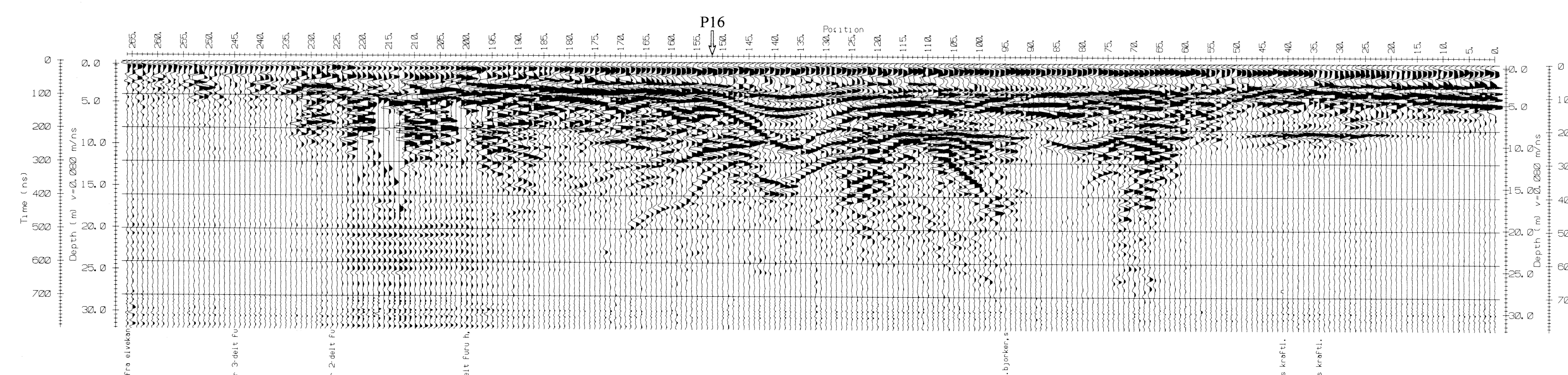
P18



P19

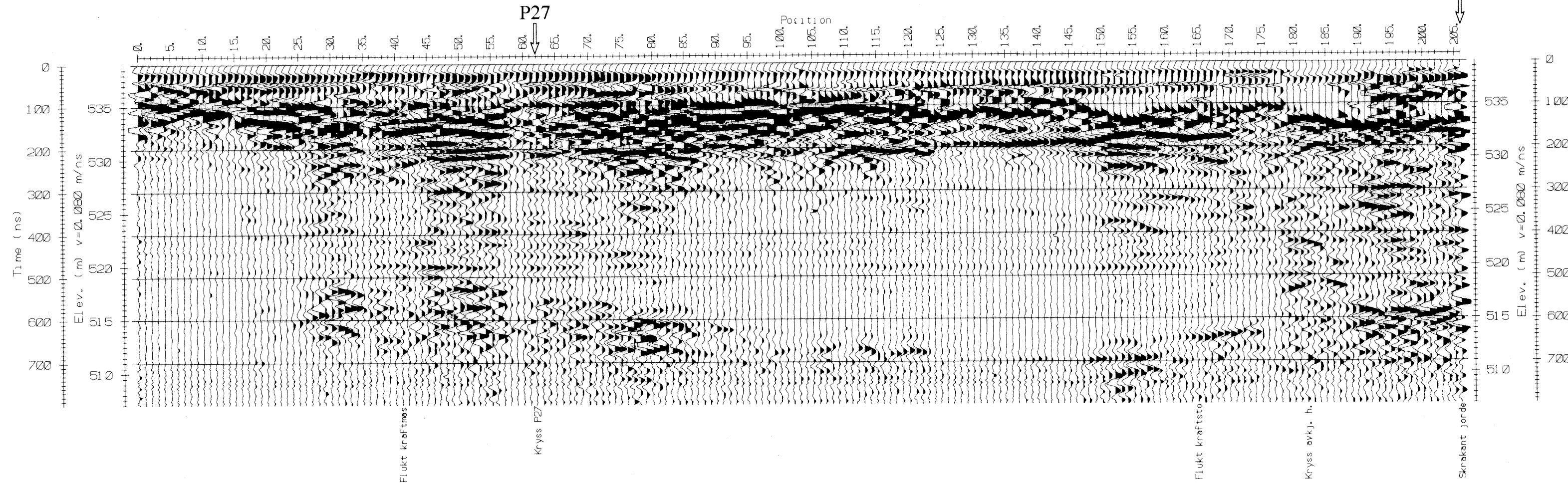


P15

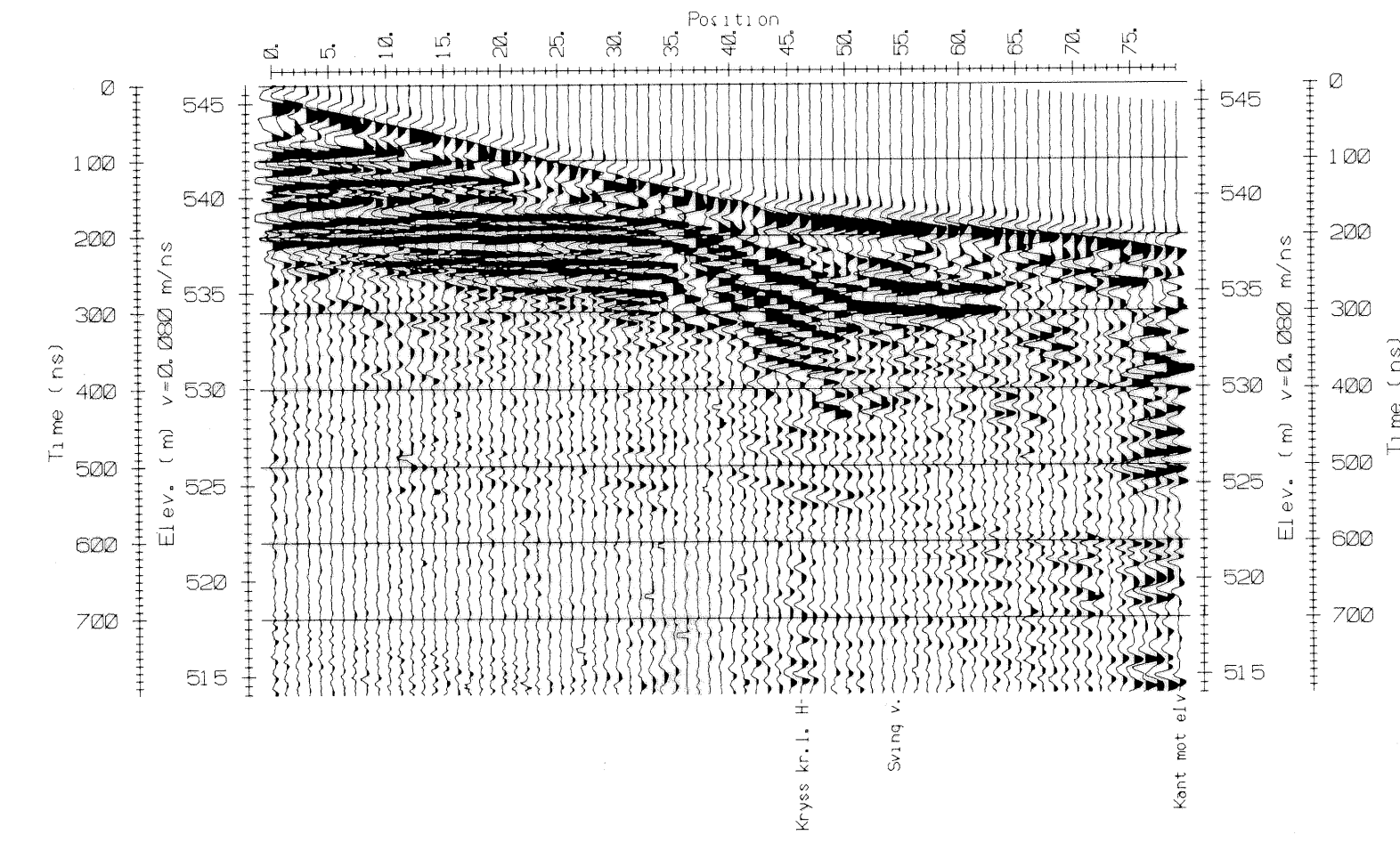


NGU/LESJA KOMMUNE GEORADAROPPTAK FLAGESTADKROKEN LESJA KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	Juni -96
	1:5000 (Kart)	TEGN EM	Nov. -96
NORGE GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR	KARTBLAD NR	
	96.143-04	1419 II	

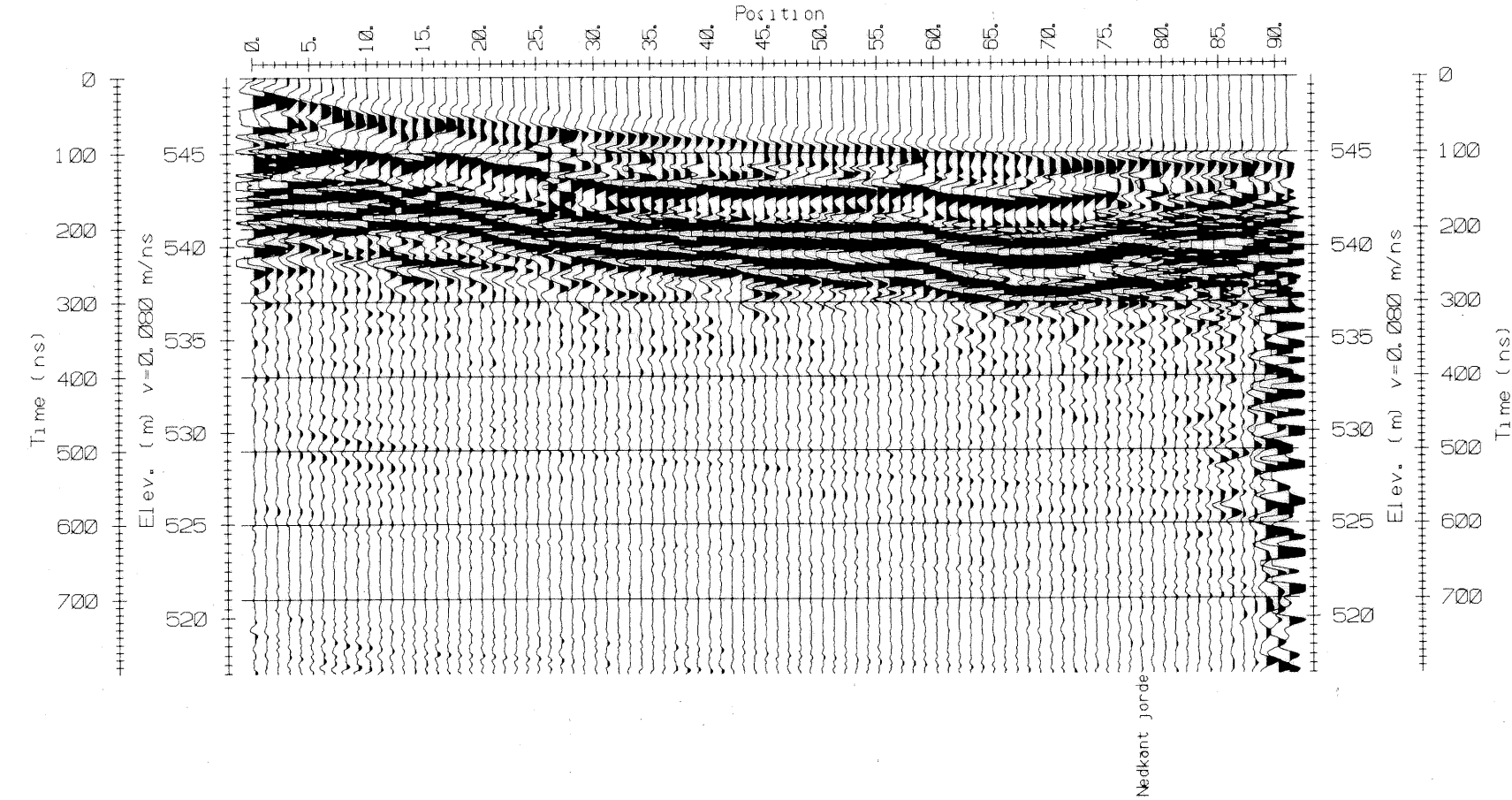
P28



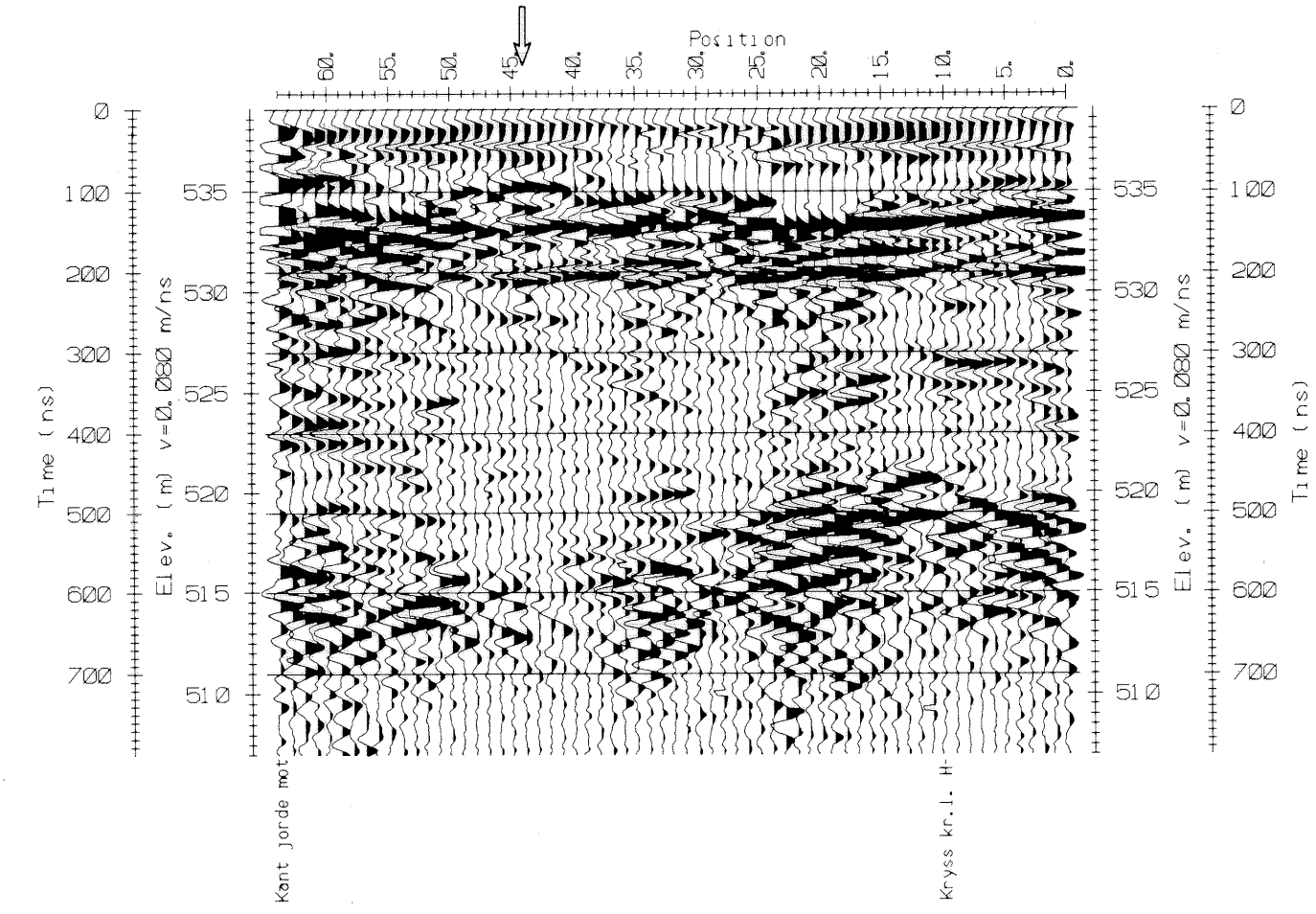
P26



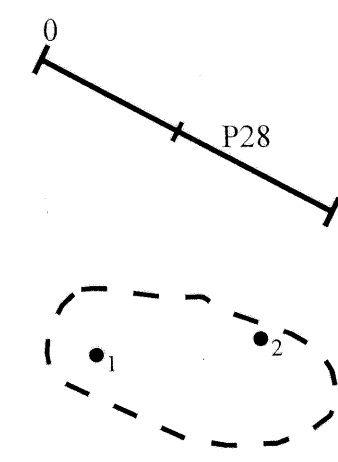
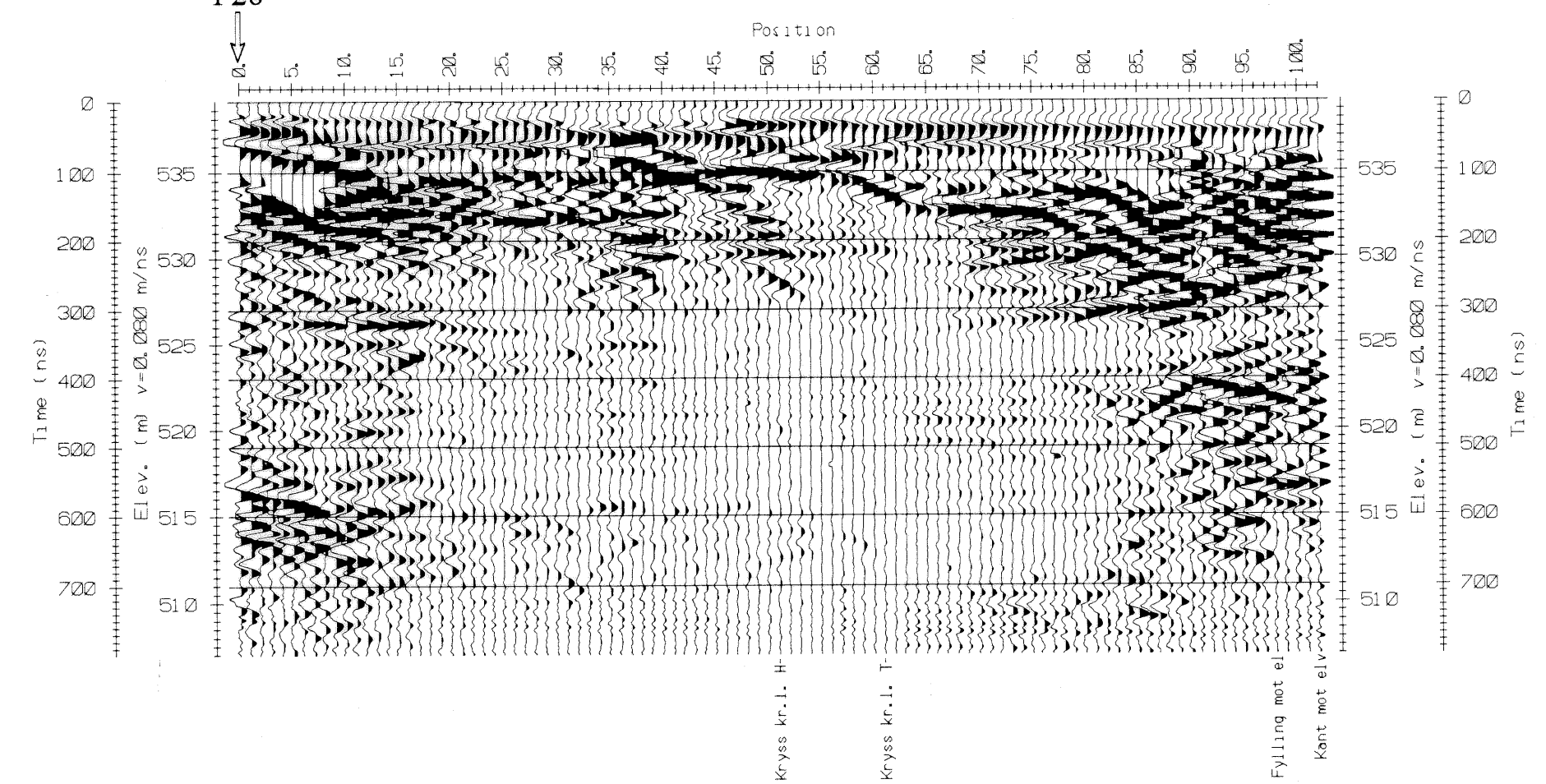
P20



P27

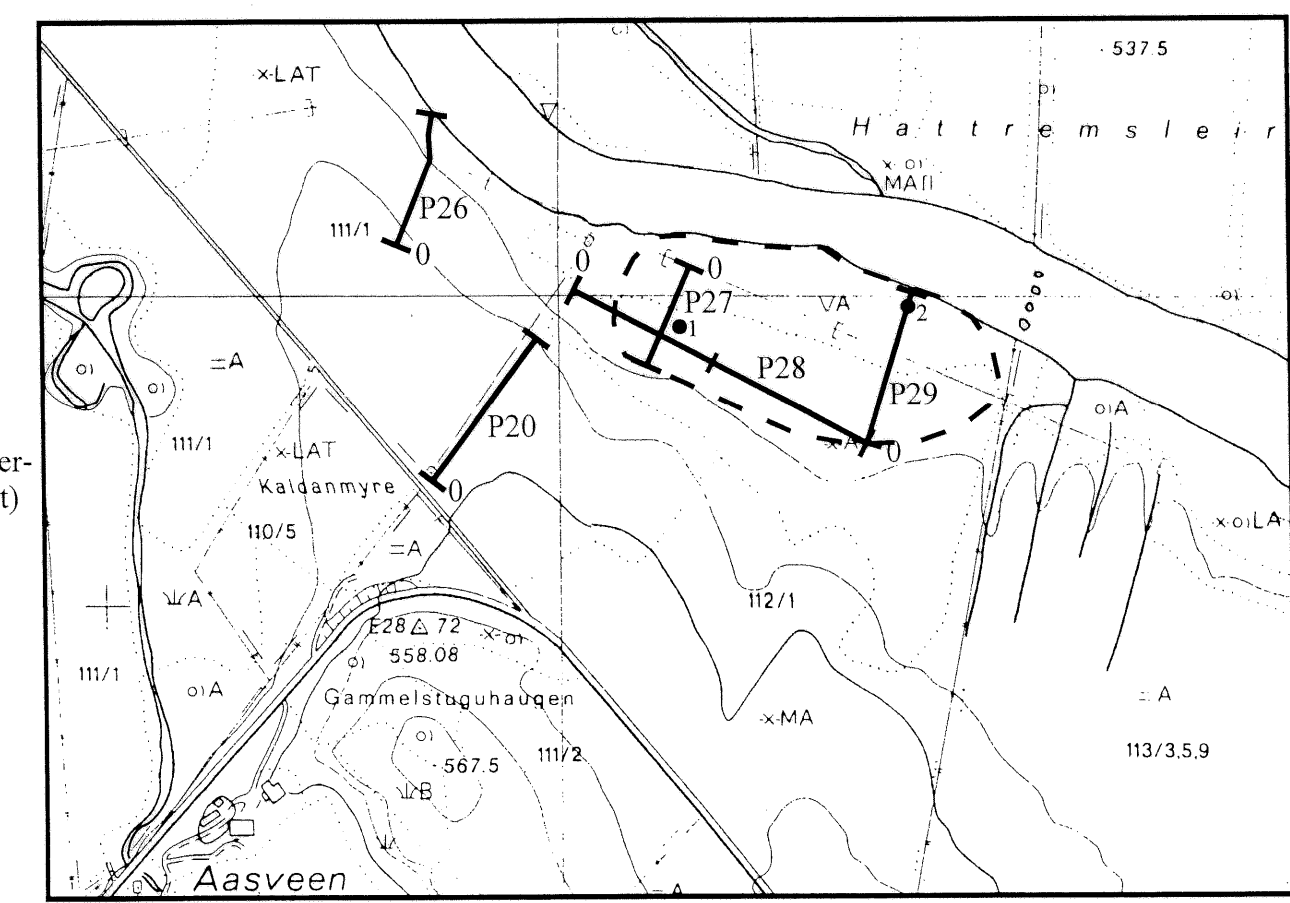


P29



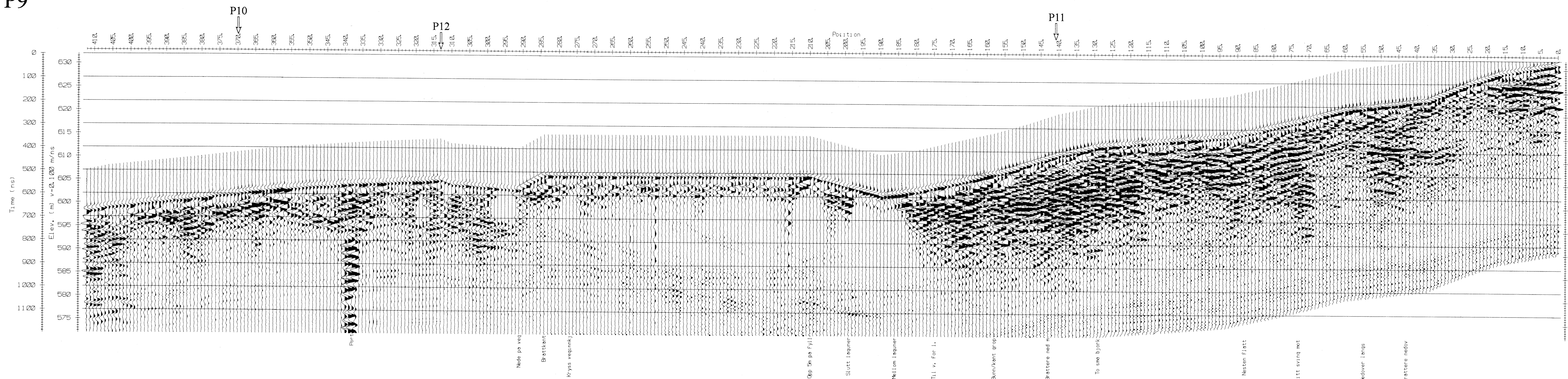
Georadarprofil med startposisjon og markering for hver 100 meter

Område anbefalt for oppfølgende undersøkelser. Forslag til lokalisering av sonderboring (med prioritet)

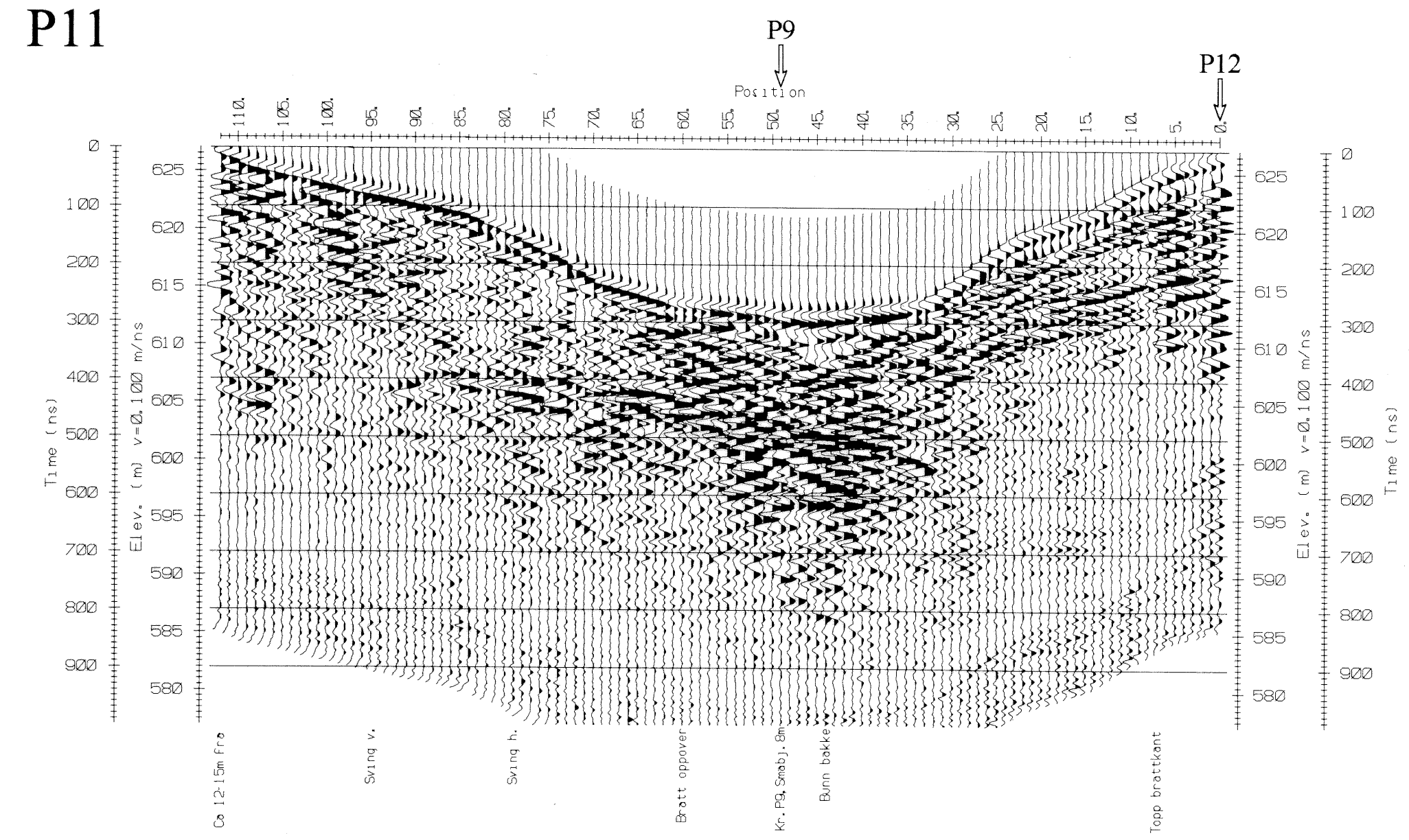


NGU/LESJA KOMMUNE GEORADAROPPTAK AASVEEN LESJA KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	Juni -96
	1:5000 (Kart)	TEGN EM	Nov. -96
		TRAC	
	KFR		
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 96.143-05	KARTBLAD NR 1419 II	

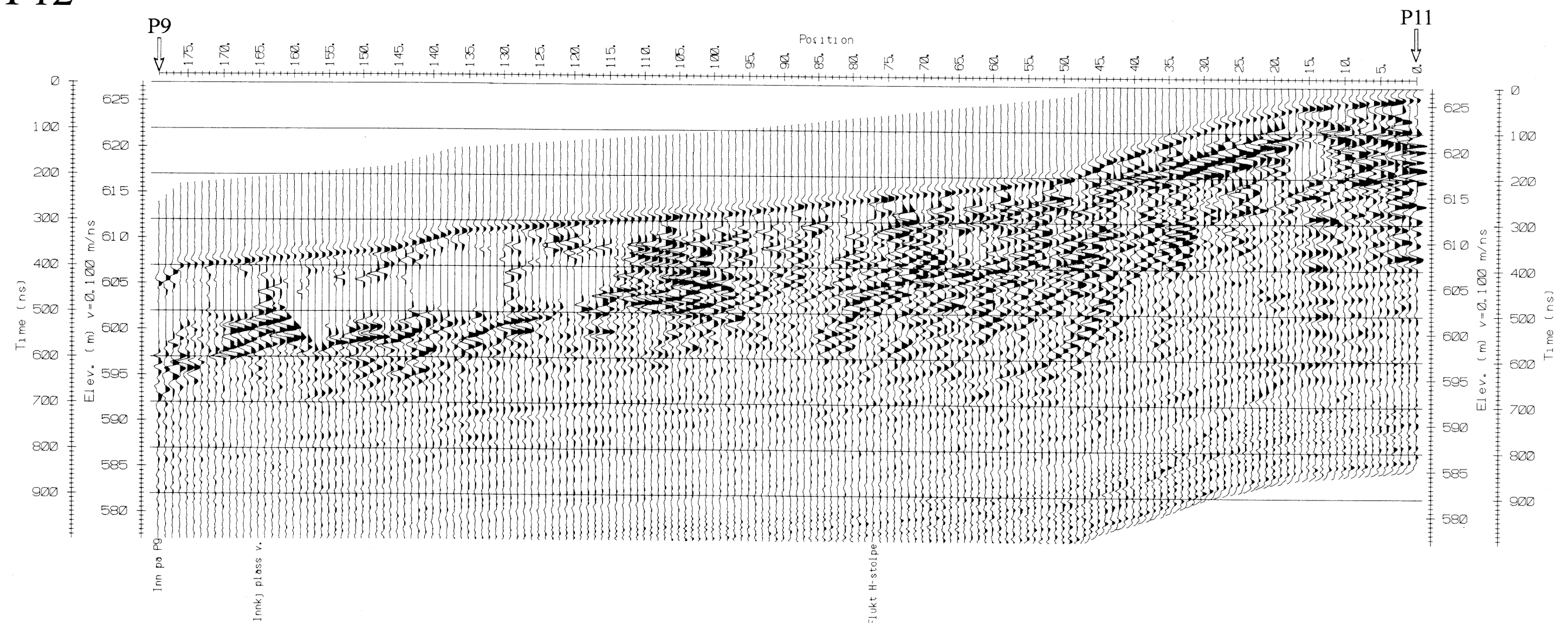
P9



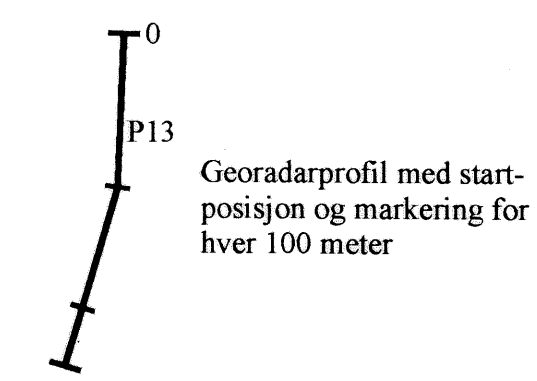
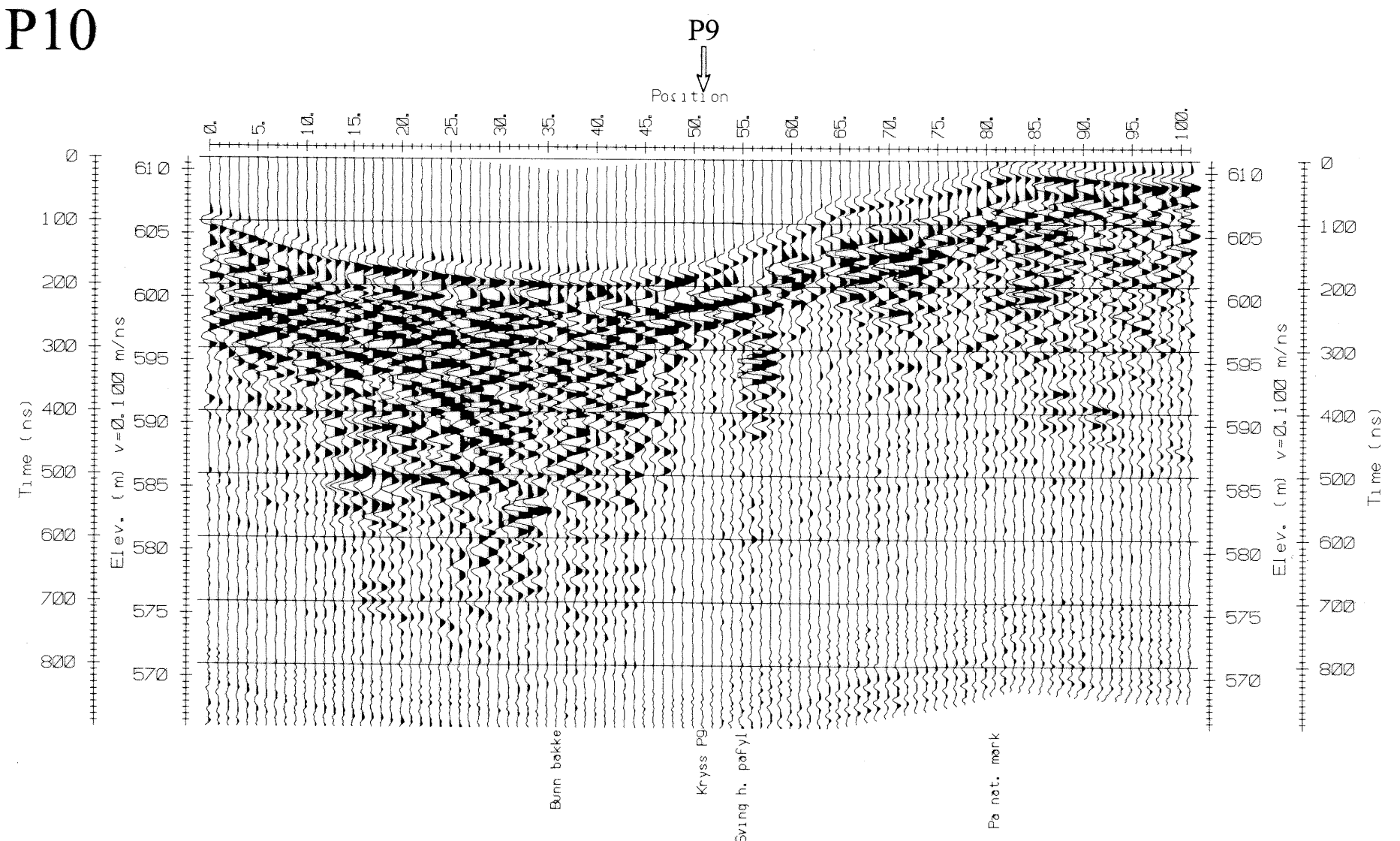
P11



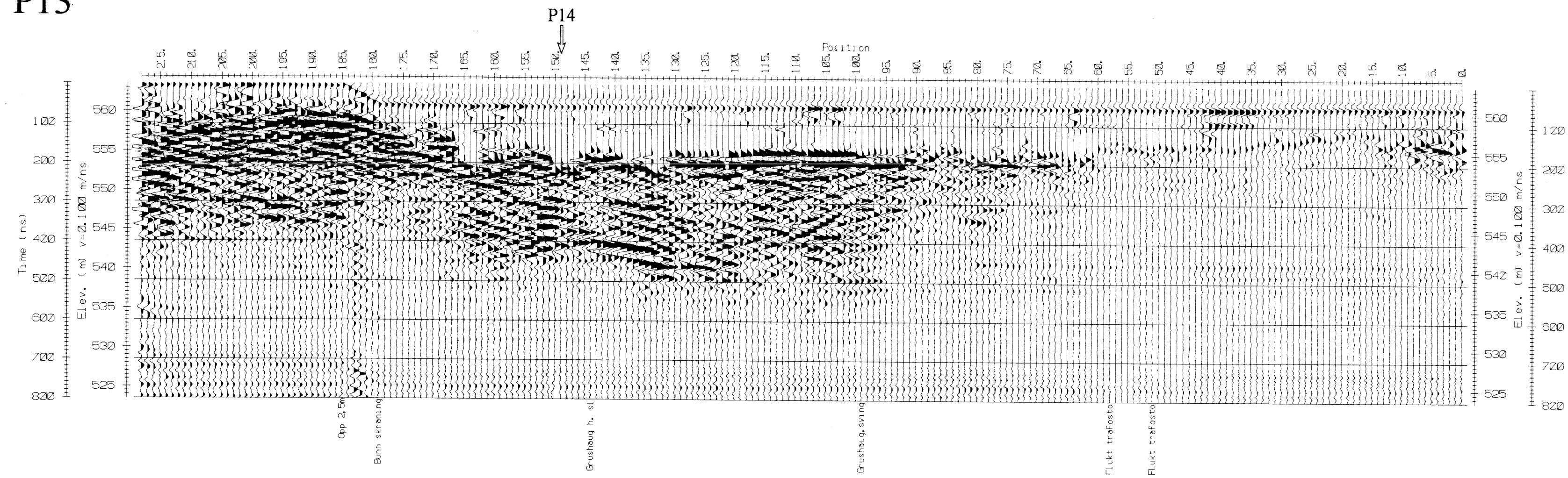
P12



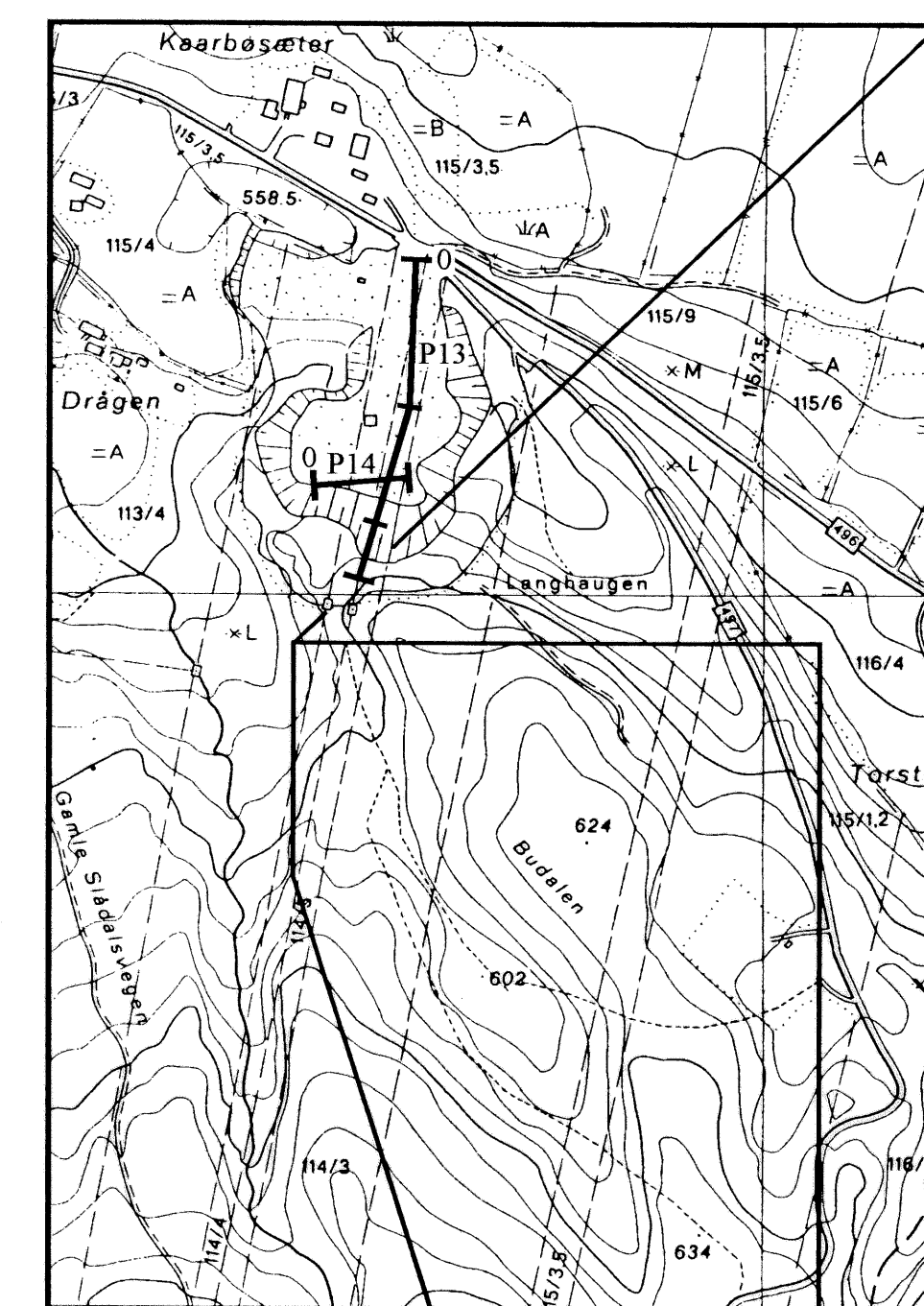
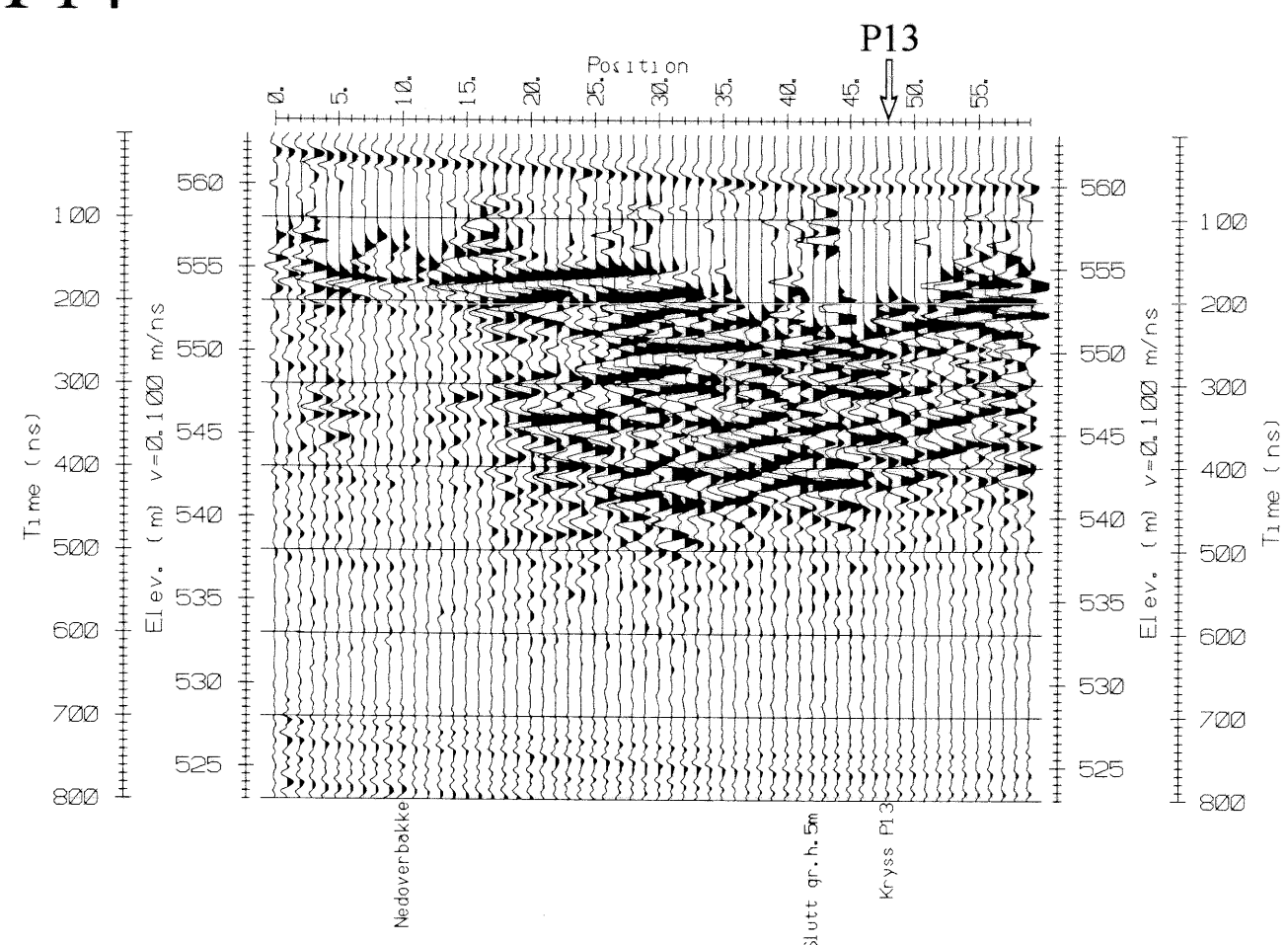
P10



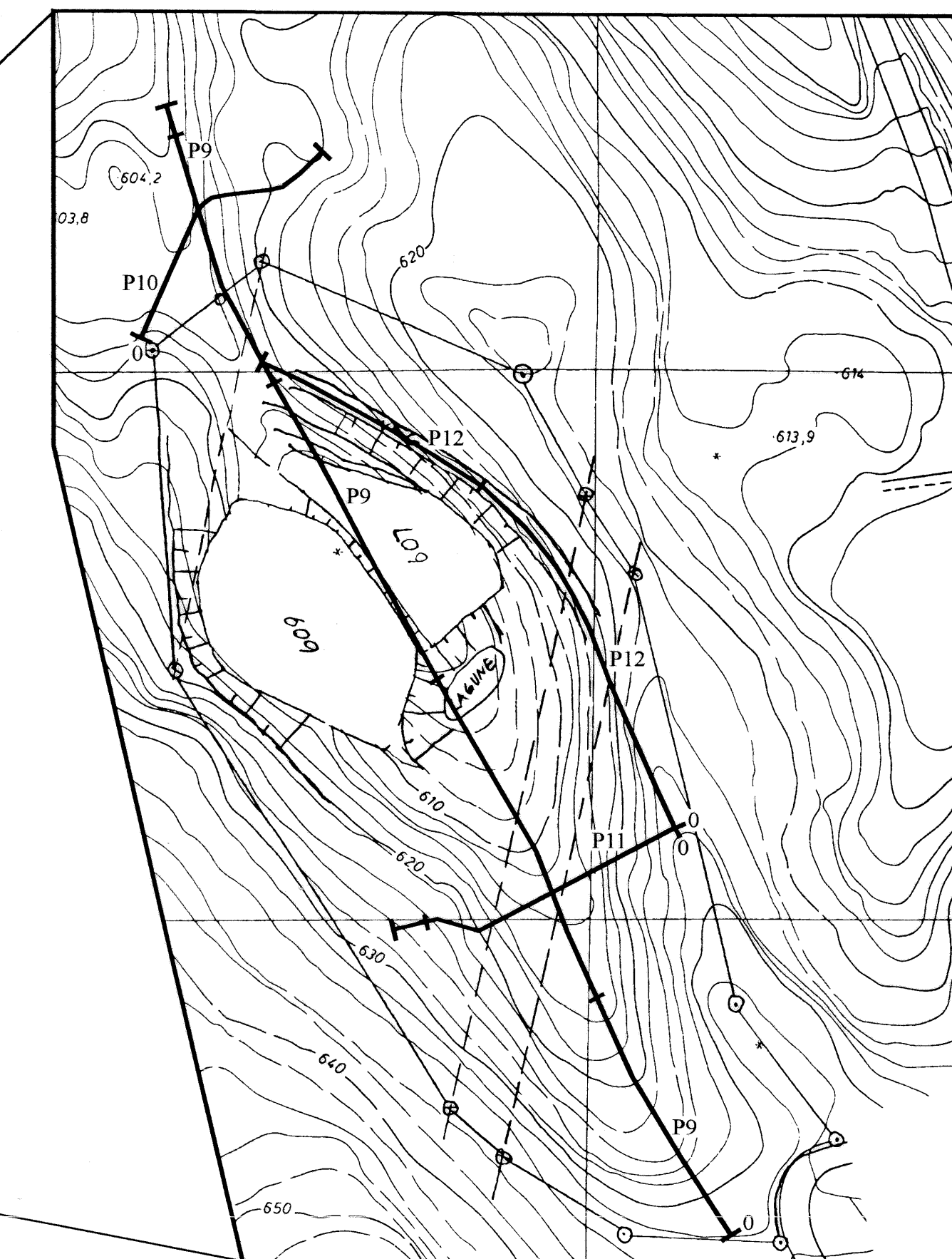
P13



P14



M 1:5000



M 1:2000

NGULESIA KOMMUNE GEORADAROPPTAK BUDALEN AVFALLSPASS LESIA KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	Juni -96
	1:5000 (Kart)	TEGN EM	Nov. -96
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR	KARTBLAD NR	
	96.143-06	1419 II	