

NGU Rapport 96.057

Georadarmålinger ved hydrogeologiske undersøkelser i Sel kommune, Oppland.

Rapport nr.: 96.057		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Georadarmålinger ved hydrogeologiske undersøkelser i Sel kommune, Oppland.			
Forfatter: Eirik Mauring & Jan Fredrik Tønnesen		Oppdragsgiver: NGU/Sel kommune	
Fylke: Oppland		Kommune: Sel	
Kartblad (M=1:250.000) Lillehammer		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1718 III Skåbu, 1718 IV Otta	
Forekomstens navn og koordinater: (se sammendraget)		Sidetall: 33	Pris: 565,-
		Kartbilag: 21	
Feltarbeid utført: 17/9-23/9-1995	Rapportdato: 7/10-1996	Prosjektnr.: 2662.01	Ansvarlig: <i>Jens S. Reumert</i>
<p>Sammendrag:</p> <p>Det er utført georadarmålinger i 13 områder i Sel kommune, Oppland i forbindelse med NGU-prosjektet 'Kartlegging og undersøkelser av løsmassene som grunnlag for vurdering av mulighetene for grunnvannsforsyning og infiltrasjon av slam og avløpsvann i Sel kommune'. Formålet med georadarmålingene var å kartlegge løsmassene for å vurdere mulighetene for uttak av grunnvann. For området Myrmoen var hensikten med målingene å kartlegge løsmassene for å vurdere avrenningsforløp for sigevann fra et deponi.</p> <p>Georadarmålinger mellom elv og <u>deponi</u> ved Myrmoen indikerer at grunnvannet følger fjelloverflaten. Fjell ligger grunt (max 13 m dyp) og det er trolig grovkornige avsetninger over fjell. Høy hydraulisk gradient er indikert ved at en har en bratt skråning ned mot elva. Sigevann fra deponiet har trolig for lav oppholdstid i løsmassene til å rense sigevannet i tilstrekkelig grad.</p> <p><u>Antatt gode muligheter for grunnvannsuttak</u> er indikert ved følgende lokaliteter; Selsverket, Åsåren, Mattisstad, Heidal, Sjoa, Faulstad, Slettmoen.</p> <p><u>Usikre muligheter for grunnvannsuttak</u> er indikert i disse områder; Rustmoen, Selsvatnet, Veggem, Storødegård.</p> <p>Det er sannsynligvis <u>små muligheter for uttak av grunnvann</u> ved Sanden. Ingen videre undersøkelser her.</p> <p>Koordinater for de forskjellige lokaliteter (Geodetisk Datum ED50, UTM-sone 32V): Heidal 5167 68466, Faulstad 5239 68419, Storødegård 5247 68405, Sjoa 5285 68386, Rustmoen 5190 68513, Slettmoen 5198 68506, Veggem 5210 68503, Åsåren 5232 68513, Myrmoen 5245 68504, Sanden 5255 68492, Selsvatnet 5192 68571, Mattisstad 5252 68564, Selsverket 5290 68520.</p>			
Emneord: Geofysikk	Hydrogeologi	Georadar	
Løsmasse	Deponi	Grunnvann	
		Fagrapport	

INNHOLD

1 INNLEDNING	5
2 MÅLEMETODE OG UTFØRELSE	5
3 PROSESSERING.....	7
4 RESULTATER	8
4.1 Heidal	8
4.2 Faukstad	10
4.3 Storødegard	11
4.4 Sjoa.....	12
4.5 Rustmoen.....	14
4.6 Slettmoen.....	15
4.7 Veggem	18
4.8 Åsåren.....	19
4.9 Myrmoen	20
4.10 Sanden	22
4.11 Selsvatnet	23
4.12 Mattisstad	24
4.13 Selsverket	25
5 KONKLUSJON	29
6 REFERANSER	30

Tekstbilag

Georadar - metodebeskrivelse

Databilag

Skjema for refleksjonsmønstre (etter Beres & Haeni, 1991)

Kartbilag

- 96.057-01: Oversiktskart, Heidal
- 96.057-02: Oversiktskart, Faukstad, Storødegård, Sjoa
- 96.057-03: Oversiktskart, Selsvatnet, Mattisstad, Rustmoen, Slettmoen, Veggem, Åsåren, Myrmoen, Sanden
- 96.057-04: Oversiktskart, Selsverket
- 96.057-05: Georadaropptak, Heidal (P12, P12b, P13)

- 96.057-06: Georadaropptak, Heidal (P14, P15, P16)
- 96.057-07: Georadaropptak, Faukstad (P17,P18)
- 96.057-08: Georadaropptak, Storødegard (P19, P20, P21)
- 96.057-09: Georadaropptak, Sjoa (P22, P23, P24, P25, P26, P27)
- 96.057-10: Georadaropptak, Rustmoen (P33, P34, P35, P36)
- 96.057-11: Georadaropptak, Slettmoen (P37, P38, P39)
- 96.057-12: Georadaropptak, Slettmoen (P10, P11a, P11b)
- 96.057-13: Georadaropptak, Veggem (P40, P40b, P41)
- 96.057-14: Georadaropptak, Åsåren (P46, P47)
- 96.057-15: Georadaropptak, Myrmoen (P42, P43, P44, P45)
- 96.057-16: Georadaropptak, Sanden (P48, P49, P50, P51)
- 96.057-17: Georadaropptak, Selsvatnet (P52, P53, P54)
- 96.057-18: Georadaropptak, Mattisstad (P55, P56, P57)
- 96.057-19: Georadaropptak, Selsverket (P28, P32)
- 96.057-20: Georadaropptak, Selsverket (P28b, P30, P30b, P31)
- 96.057-21: Georadaropptak, Selsverket (P28c, P29)

1 INNLEDNING

Det er utført georadarmålinger i 13 områder i Sel kommune, Oppland. Oppdraget er en del av prosjekt 63.2662.01: 'Kartlegging og undersøkelser av løsmassene som grunnlag for vurdering av mulighetene for grunnvannsforsyning og infiltrasjon av slam og avløpsvann i Sel kommune', med Bjørn Bergstrøm som prosjektleder og Sylvi Gaut som hydrogeolog i prosjektet. I ett av områdene (Myrmoen) var hensikten med målingene å kartlegge løsmasser mellom et deponi og nærliggende elv (Otta) for å få vurdert avrenningsforløp for sigevann fra deponiet. For de andre 12 områdene var hensikten med målingene å kartlegge løsmasseavsetningene for bedre å kunne vurdere mulighetene for uttak av grunnvann fra avsetningene.

Innenfor samme prosjekt er det tidligere utført geofysiske målinger i de nordvestlige deler av Selsmyr-bassenget. Resultater fra disse målingene er presentert i NGU Rapport 96.031 (Mauring & Tønnesen, 1996). Det er også utført refraksjonsseismiske målinger sørøst på Selsmyra (Tønnesen 1988). Mulighetene for uttak av grunnvann fra løsmassene i området er tidligere vurdert av Kirkhusmo & Klemetsrud (1977, 1980) og av Nielsen (1987).

Georadarmålingene ble utført av Jan Fredrik Tønnesen i perioden 17/9-23/9-1995, med assistanse fra en person fra Sel kommune. I noen områder eksisterer grunnvannsanlegg i produksjon (omtales nærmere under resultater).

2 MÅLEMETODE OG UTFØRELSE

En generell beskrivelse av georadarmålinger er vedlagt i tekstbilag. Det ble målt ca. 11,4 profilm fordelt på 54 profiler og 13 områder. Det ble målt ca. 1,6 km pr. dag. Georadaren som ble benyttet er av typen pulseEKKO IV (Sensors & Software Inc., Canada). Avstanden mellom sender- og mottakerantenne var 1 m, og avstanden mellom hvert målepunkt var 1 m. Det ble benyttet et dipol antennesystem med 50 MHz senterfrekvens og 1000 V senderspenning. Opptakstiden var 1000 ns, med unntak av profil 31 (ved Selsverket) der opptakstiden var 1200 ns. Det ble benyttet et samplingsintervall på 1,6 ns. Antall gjentatte registreringer ved hvert målepunkt ('stacks') var 32. Profilnummer med angitt målested, lengde og kartbilagsnummer er vist i tabell 1. Profillengder i tabellen angir antall målepunkt multiplisert med flyttavstand. Dersom en ved måling har vært unøyaktig med antenneplasseringene, stemmer nødvendigvis ikke de angitte profillengder med de reelle. I slike tilfeller kan informasjon om kryssende profiler, veier og terrengdetaljer, plassering i forhold til oppsatt stikningsnett o.l. benyttes for en mer eksakt plassering av profiler. Slik informasjon er lagt inn som kommentarer under selve opptakene. Ved beskrivelse av opptak refereres det til posisjoner angitt over opptakene og ikke til reelle lengder.

Tabell 1. Oversikt over lengde og lokalisering av profiler.

<u>Profil</u>	<u>Sted</u>	<u>Lengde (m)</u>	<u>Kartbilagsnummer</u>
P10	Slettmoen	316	-12
P11a	Slettmoen	290	-12
P11b	Slettmoen	310	-12
P12	Heidal	386	-05
P12b	Heidal	328	-05
P13	Heidal	205	-05
P14	Heidal	226	-06
P15	Heidal	85	-06
P16	Heidal	167	-06
P17	Faukstad	196	-07
P18	Faukstad	192	-07
P19	Storødegard	79	-08
P20	Storødegard	276	-08
P21	Storødegard	167	-08
P22	Sjoa	114	-09
P23	Sjoa	215	-09
P24	Sjoa	207	-09
P25	Sjoa	60	-09
P26	Sjoa	63	-09
P27	Sjoa	74	-09
P28	Selsverket	452	-19
P28b	Selsverket	328	-20
P28c	Selsverket	223	-21
P29	Selsverket	154	-21
P30	Selsverket	286	-20
P30b	Selsverket	174	-20
P31	Selsverket	135	-20
P32	Selsverket	283	-19
P33	Rustmoen	183	-10
P34	Rustmoen	199	-10
P35	Rustmoen	303	-10
P36	Rustmoen	266	-10
P37	Slettmoen	240	-11
P38	Slettmoen	284	-11
P39	Slettmoen	285	-11
P40	Veggem	251	-13
P40b	Veggem	169	-13

P41	Veggem	211	-13
P42	Myrmoen	367	-15
P43	Myrmoen	90	-15
P44	Myrmoen	73	-15
P45	Myrmoen	77	-15
P46	Åsåren	278	-14
P47	Åsåren	303	-14
P48	Sanden	202	-16
P49	Sanden	118	-16
P50	Sanden	308	-16
P51	Sanden	121	-16
P52	Selsvatnet	158	-17
P53	Selsvatnet	328	-17
P54	Selsvatnet	181	-17
P55	Mattisstad	166	-18
P56	Mattisstad	160	-18
P57	Mattisstad	80	-18

3 PROSESSERING

Georadaropptakene er korrigert for instrumentdrift. Ved utskrift av opptakene er det benyttet 5-punkts gjennomsnitt langs traser for å redusere høyfrekvent støy. Det er i tillegg benyttet brukerdefinert forsterkning eller SEC-forsterkning (SEC står for 'Spreading and Exponential Compensation'). Ved brukerdefinert forsterkning velges forsterkningsverdier ved flere tidspunkt, der utskriftsprogrammet interpolerer lineært mellom tidspunktene. SEC er en type forsterkning som øker eksponentielt med tiden. I utskriftsprogrammet kan det velges hvor raskt forsterkningen øker og man kan sette en verdi for maksimum forsterkning. For dybdekonvertering av opptakene ble det valgt en hastighet på 0,1 m/ns. For helt vannmettede løsmasser er vanligvis hastigheten 0,06-0,07 m/ns, og for tørre løsmasser er vanligvis hastigheten 0,12-0,14 m/ns. Ved beskrivelse av reflektorer refereres det til tid i ns, med dybdeintervall i parentes. Intervallet tar hensyn til sannsynlig maksimums- og minimumshastighet ned til reflektorer.

4 RESULTATER

Beskrivelse og tolkning av georadaropptak er basert på mønster, amplitude og kontinuitet av reflektorer. Et spesielt skjema (etter Beres & Haeni, 1991) er delvis benyttet til å knytte hendelser i opptakene til avsetningstype og lagdeling (se databilag). Ved flere anledninger har dette skjemaet vist seg ikke å stemme med virkeligheten, og skjemaet benyttes kun som en indikasjon på avsetningstype. Det er først og fremst et kaotisk refleksjonsmønster som kan representere forskjellige avsetningstyper. Det er utført kvartærgeologisk kartlegging som grunnlag for de hydrogeologiske undersøkelsene (Bjørn Bergstrøm, pers. medd.). Disse kartene er benyttet som bakgrunn for tolkningene.

Oversiktskart som viser plasseringen av de undersøkte lokaliteter er vist i kartbilag -01 til -04. Georadaropptak og detaljerte kartskisser i målestokk 1:5000 er vist i kartbilag -05 til -21.

4.1 Heidal

Et oversiktskart som viser det undersøkte området er presentert i kartbilag -01. Det er målt seks profiler (P12, P12b, P13, P14, P15 og P16) i et område ved elva Sjoa. Opptakene er vist i kartbilag -05 (P12, P12b, P13) og -06 (P14, P15, P16). Hensikten med georadarmålingene var å undersøke mulighetene for uttak av grunnvann fra løsmasser. Det undersøkte området kan inndeles i et vestlig (P14 og P15) og et østlig (P12, P12b, P13 og P16) delområde. Kvartærgeologiske undersøkelser viser at avsetningene øverst er dominert av elve- og breelvavsetninger.

Østlig delområde

Profil 12, 12b, 13 og 16 er målt i dette området, og opptak og profilplassering er vist i kartbilag -05 og -06. I dette området er det utført tre boringer, nr. 5, 6 og 7 i kartbilag -05 og -06 (Kirkhusmo & Klemetsrud, 1980). Boring 7 er utført i nærheten av profil 12b og 13 og viser at avsetningene her er dominert av stein, grus og sand helt ned til fjell på 15 m dyp. Boring 6 viser leirblandet steinmateriale til fjell på ca. 12 m dyp og boring 5 viser steinblandet materiale til 11 m dyp der borehullet er avsluttet uten å påtreffes fjell. Det er også utført en sonderboring I3 vest for borhull 5 (kartbilag -05 og -06) som viser grovt materiale (stein/sand/grus) med tette masser mellom 4,5 og 6,5 m. Fjell ble påtruffet på ca. 10 m dyp. Boringene indikerer at dyp til fjell blir noe mindre mot vest og at det groveste materialet opptrer ved borhull 7.

P12

Opptaket er vist i kartbilag -05. Penetrasjonsdypet ser ut til å være i området 10-15 m, men er lokalt noe større (15-20 m mellom posisjon 0 og 30). Refleksjonsmønsteret er for det meste kaotisk, og gir lite informasjon om avsetningstype. Grunnvannsspeil sees trolig mellom posi-

sjon 270 og 360 ved 60 ns (3-4,5 m dyp). Fjell kan sees som en svak, irregulær reflektor ved ca. 200 ns (7-10 m dyp) mellom posisjon 215 og 280, og går mot dypet til posisjon 305, 300 ns (10-15 m dyp). Fra denne posisjonen og mot østenden av profilet kan ikke fjell sees. Under fjellreflektoren sees stedvis diffraksjoner fra den uregelmessige fjelloverflaten. Fjell kan ikke erkjennes fra posisjon 215 og mot starten av profilet, men antas å gå opp mot overflaten i denne retningen, basert på tolket snitt etter Kirkhusmo & Klemetsrud (1980). Skrå reflektorer som sees mellom posisjon 50 og 100 kan representere strukturer i fjell, men det kan ikke utelukkes at en ryggformet løsmasseavsetning kommer opp her med toppunkt rundt posisjon 100. Fra posisjon 305 til østenden av profilet har en trolig størst løsmassemekthet, men et noe begrenset penetrasjonsdyp (ca. 10 m) indikerer innslag av finkornige avsetninger.

P12b

Opptaket er vist i kartbilag -05. 'Døde' traser mellom posisjon 282 og 287 skyldes utkobling av sender ved uhell. Refleksjonsmønsteret er hauget til kaotisk med stedvis kraftig reflektivitet. Penetrasjonsdypet er i størrelsesorden 7-10 m mellom posisjon 0 og 215. Den begrensede penetrasjonen kan indikere innslag av finkornige avsetninger. Fra posisjon 215 øker penetrasjonsdypet til ca. 15 m ved posisjon 260, og denne penetrasjonen har en til østenden av profilet. Dette indikerer mer grovkornige avsetninger, og borebrønn 7 viser stein/sand/grus ned til fjell på 15 m dyp. Fjellreflektoren kan ikke sees i opptaket.

P13

Opptaket (i kartbilag -05) viser et hauget til kaotisk refleksjonsmønster. Penetrasjonsdypet er 7-10 m fram til posisjon 60. Fra denne posisjonen øker det til ca. 15 m ved posisjon 45. Mellom denne posisjonen og nordøstenden av profilet (posisjon 0) er penetrasjonen størst og kan indikere at de mest grovkornige avsetninger langs profilet opptrer i dette området.

P16

Opptaket som er vist i kartbilag -06, har et penetrasjonsdyp i området 10-15 m. Refleksjonsmønsteret er hauget til kaotisk med kraftig reflektivitet. De nevnte karakteristika er felles med det en ser i deler av P12b og P13, og en har trolig også her grovkornige avsetninger. På grunn av dårligere penetrasjon langs dette profilet (i forhold til P12b og P13 i området nær borebrønn 7) opptrer trolig ikke grovkornig materiale i like stor mektighet langs dette profilet.

Oppsummering

Opptakene viser størst penetrasjonsdyp og antatt best mulighet for uttak av grunnvann mellom posisjon 260 og 328 langs profil 12b og mellom posisjon 45 og 0 i profil 13. Borebrønn 7 er plassert sentralt i dette området og viser grovkornig materiale (stein/sand/grus) ned til fjell på 15 m dyp.

Vestlig delområde

Profil 14 og 15 er målt i dette området, og opptak og profilplassering er vist i kartbilag -06.

P14

Profilet er målt nord for Sjoa ved gården Nymo. 'Døde' områder i opptaket sees i områdene 0,10, 100-107, 145-168, 200-205 og 215-225. Dette skyldes metning av georadarens dynamikkområde ved bruk av kraftig sender (signaler nulles ut eller 'klippes'). Mulig grunnvannspeil sees som en horisontal reflektor på 60-100 ns (3-6,5 m dyp) mellom posisjon 0 og 250. Penetrasjonsdyppet ligger forholdsvis jevnt på 10-15 m. Mellom posisjon 0 og 210 er refleksjonsmønsteret haugete eller kaotisk med antydning til skrå reflektorer fra ca. 200 ns (8-12 m dyp). Reflektiviteten er kraftig i denne delen av opptaket og kan indikere noe vekslende avsetninger. Fritt grunnvannspeil kan, som nevnt tidligere, sees i opptaket og kan indikere grovkornige avsetninger. Mellom posisjon 210 og østenden av profilet (posisjon 387) er refleksjonsmønsteret kaotisk og fritt grunnvannspeil kan ikke sees i opptaket, til tross for at denne delen av profilet ligger 5-10 m høyere enn elva. Dette kan være en indikasjon på mer finkornige avsetninger her. Mulig fjell sees mellom posisjon 20 og 85 ved 250-350 ns (10-18 m dyp).

P15

Profilet er et kort tverrprofil til P14. Også i dette profilet kan grunnvannspeil sees som en reflektor (svak) på 60-100 ns (3-6,5 m dyp), og går mot overflaten når en nærmer seg elva mot sørenden av profilet. Refleksjonsmønsteret er kaotisk med en svak antydning til skrå reflektorer som heller ned mot elva og som kan indikere grovkornige avsetninger.

Oppsummering

Det mest gunstige området for uttak av grunnvann ser ut til å være mellom posisjon 0 og 120 langs P14 og langs hele P15. Sonderboring(er) anbefales i dette området.

4.2 Faukstad

Et oversiktskart over det undersøkte området er vist i kartbilag -02. Profil 17 og 18 ble målt i dette området, og opptak og kartutsnitt i målestokk 1:5000 er vist i kartbilag -07. Hensikten med målingene var å vurdere muligheten for uttak av grunnvann. Kvartærgeologisk kartlegging viser at den øvre del av avsetningen er dominert av breelvavsetninger.

P17

Profilet er målt i retning øst-nordøst fra riksvei 440 mot elva Sjoa. Mulig fjell sees som en reflektor mellom posisjon 0, 200 ns (7-13 m dyp) og 100, 330 ns (12-18 m dyp). I dette området ligger fjellreflektoren grunnest ved posisjon 40 (ca. 140 ns, 7-10 m dyp). Fra posisjon 100

og til øst-nordøstenden av profilet (posisjon 196) ligger fjellreflektoren for dypt til å sees i opptaket. Refleksjonsmønsteret er hauget med antydning til traustrukturer som indikerer sandige elve- eller breelvavsetninger som trolig kan være egnet for uttak av grunnvann. Penetrasjonsdypet er størst (10-15 m) mellom posisjon 100 og 196.

P18

Profilet er målt fra nordvest til sørøst ca. 20 m fra elva. Penetrasjonsdypet er 10-15 m og refleksjonsmønsteret er hauget og representerer trolig elve- eller breelavsatt sand. Det burde være muligheter for uttak av grunnvann i dette området.

Oppsummering

Georadaropptakene indikerer at løsmassene er dominert av breelv-/elveavsetninger. For å få undersøkt hvorvidt området egner seg for uttak av grunnvann, foreslås sonderboring(er) langs P18, evt. langs den delen av P17 som ligger nærmest elva (posisjon 160-196).

4.3 Storødegard

Et oversiktskart over måleområdet er vist i kartbilag -02. Profil 19, 20 og 21 ble målt i dette området, og opptak er vist sammen med et kartutsnitt i målestokk 1:5000 i kartbilag -08. I dette området er det valgt en lavere EM-bølgehastighet (0,08 m/ns) ved dybdekonvertering av opptakene enn for de andre undersøkte områdene, fordi store deler av målingene er utført i elvenivå. Formålet med undersøkelsene var å evaluere mulighetene for uttak av grunnvann. I følge et kvartærgeologisk kart er de øvre deler av løsmassene dominert av elveavsetninger.

P20

Mulig fjellreflektor sees ved posisjon 0, 170 ns (ca. 7 m dyp) og går ned til ca. 15 m dyp ved posisjon 20. Mellom posisjon 20 og 45 er reflektoren svak og undulerende og ligger på 300-360 ns (12-16 m dyp). Fra posisjon 45 går den opp til ca. 210 ns (8 m dyp) ved posisjon 60. Ved posisjon 75 ligger fjell trolig på 280-290 ns (11-12 m dyp) og går opp til ca. 110 ns (5 m dyp) ved posisjon 90. Mellom posisjon 90 og 155 har fjellreflektoren et bølget utseende og ligger på 110-200 ns (5-8 m dyp, størst dyp ved posisjon 130). Fra posisjon 155 kan fjell gå mot dypet igjen, men fjellreflektoren kan ikke erkjennes i opptaket fra posisjon 155 til sørvestenden av profilet (posisjon 276). Dette området ligger allikevel trolig for langt fra elva til å være av interesse for uttak av grunnvann. Mellom posisjon 10 og 45 er dyp til fjell størst (12-16 m) i den delen av profilet som ligger nærmest elva. En kraftig reflektor på ca. 100 ns (4 m dyp) i dette området ligger for dypt til å kunne være grunnvannsspeil, og representerer trolig en erosjonsflate. Reflektiviteten under reflektoren er svak og kan indikere homogene, mulig finkornige avsetninger.

P19

Dette er et kort tverrprofil til P21 og går i retning sørvest-nordøst mellom vei og elva. Dårlig penetrasjon mellom posisjon 79 og 60 skyldes passering av vei og fylling. Mulig fjell sees fra posisjon 60 til posisjon 20 ved ca. 280 ns (11 m dyp). Fjell går mot overflaten til ca. 180 ns (7 m dyp) ved posisjon 0. Antatt erosjonsflate sees som en horisontal, kraftig reflektor på ca. 100 ns (4 m dyp). Område for eventuelle videre undersøkelser foreslås mellom posisjon 60 og 20 der dyp til fjell er størst.

P21

Profil målt fra nordvest til sørøst langs elva Sjoa. Fjell sees som en svak reflektor på 320-350 ns (13-14 m dyp) mellom posisjon 0 og 50. Fra posisjon 50 går fjell opp til ca. 250 ns (10 m dyp) ved posisjon 70. Mellom posisjon 70 og sørøstenden av profilet (posisjon 167) er antatt fjellreflektor markert og ligger på 220-270 ns (9-11 m dyp). En mulig erosjonsflate sees som en kraftig reflektor på ca. 100 ns (4 m dyp) gjennom hele profilet.

Oppsummering

Løsmassene i området nær elva er trolig dominert av elveavsetninger. For å få klarlagt om massene er egnet for uttak av grunnvann, anbefales sonderboring(er) i området langs P21, og ca. 10 m til begge sider av P21 der dette profilet krysser P19 og P20.

4.4 Sjoa

Et oversiktskart over måleområdet er vist i kartbilag -02. Profil 22, 23, 24, 25, 26 og 27 ble målt i dette området, og opptakene er vist sammen med kartutsnitt (M 1:5000) i kartbilag -09. Det er utført en sonderboring (I4, kartbilag -09) nær starten av P25. Denne viser at avsetningene består av sand/stein/grus ned til fjell på ca. 10 m dyp. En brønn ved starten av profil 26 (B1, kartbilag -09) viser stein/sand/grus ned til et dyp på ca. 15 m. Kvartærgeologisk kartlegging viser at de øverste delene av avsetningene er dominert av elve- og breelvavsetninger.

P23

Ved enden av profilet (posisjon 215) er det observert fjell i dagen. Fjellreflektoren kan trolig sees mellom posisjon 150, 80-90 ns (3-6 m dyp) og posisjon 200, 40 ns (1,5-2,5 m dyp) og den kan såvidt erkjennes som en skrå reflektor som går ned til ca. 300 ns (14-19 m dyp) ved posisjon 50. Fjellreflektoren utgjør trolig nedre grense for penetrasjonen mellom posisjon 0 og 50. I det samme området (0-50) er refleksjonsmønsteret kaotisk og refleksiviteten kraftig og det kan her være grovkornige avsetninger. Grunnvannsspeil kan ikke erkjennes i dette området. Reflektorer i fjell mellom posisjon 90 og 215 representerer trolig oppsprekking eller foliasjon.

P22

Profilet er målt fra sør til nord og krysser profil 23. Penetrasjonsdypet er i størrelsesorden 10-20 m, der reflektiviteten blir kraftigere fra posisjon 60 og mot enden av profilet. Det er mulig at det her opptrer grovkornige avsetninger. Mulig fjell sees mellom posisjon 5 og 35 ved ca. 100 ns (3,5-6,5 m dyp), og går bratt ned til ca. 200 ns (7-13) m dyp ved posisjon 45. Fra posisjon 52 kan ikke fjellreflektoren sees. Diffraksjon i området posisjon 35 til 40 mellom 100 og 200 ns representerer muligens sprang i fjellreflektoren.

P24

Profilet er målt på nordsiden av elva Sjoa ved Rognerud. Mulig fjell sees på 200-300 ns (8-17 m dyp) mellom posisjon 195 og 90 som en uregelmessig, usammenhengende reflektor. Penetrasjonsdypet er begrenset av denne reflektoren i det samme området, men blir mindre mot østenden av profilet (mot posisjon 0). Refleksjonsmønsteret er kaotisk. Mulig grunnvannspeil sees som en horisontal reflektor og er tydeligst mellom posisjon 63 og 0 ved ca. 100 ns (3,5-5 m dyp). Grunnvannspeil ligger trolig på 2,5-4 m dyp mellom posisjon 207 og 63. Det er usikkert hvilke avsetninger som opptrer, men sonderboring I4 som er plassert i nærheten av profilet, indikerer grovkornige avsetninger. Det antatt mest gunstige området for eventuelle videre undersøkelser er mellom posisjon 160 og 115 der dyp til fjell trolig er størst.

P25

Dette er et kort tverrprofil til P24. Posisjon 0 ligger 10-15 m fra sonderboring I4. Penetrasjonsdyp og reflektivitet avtar langs profilet og indikerer trolig mer ugunstige avsetninger for uttak av grunnvann i denne retningen. Refleksjonsmønsteret er kaotisk og reflektiviteten kraftig ved starten av profilet og kan indikere grovkornige avsetninger her, som påvist i borhull.

P26

Borhull 1 (B1) er plassert omtrent ved posisjon 0 og viser grovkornige avsetninger ned til fjell på ca. 15 m dyp. Penetrasjonsdypet er ca. 15 m, refleksjonsmønsteret er kaotisk og reflektiviteten er kraftig. Siden disse parametrene er gjennomgående i profilet og siden B1 viser grovkornige avsetninger (ved posisjon 0), må en anta at dette gjelder langs hele profilet.

P27

Mulig fjell sees som en uregelmessig reflektor på 260-300 ns (9-15 m dyp) mellom posisjon 0 og 35, men går trolig mot overflaten til ca. 140 ns (6-7 m dyp) ved posisjon 0. 'Døde' områder, som sees i opptaket ved posisjon 10-13, 30-34 og 37-40, skyldes metodiske svakheter. Opptaket er ellers karakterisert ved kraftig reflektivitet og et kaotisk refleksjonsmønster og har samme signatur som P26 der en sannsynligvis har grovkornige avsetninger langs hele profilet.

Oppsummering

I området ved P22 og P23 anbefales sonderboring(er) mellom posisjon 0 og 50 i P23 og mellom posisjon 60 og 114 i P22. Målinger i området P24 og P25 indikerer best mulighet for ut-

tak av grunnvann mellom posisjon 160 og 115 i P24. I området ved P26 og P27 er det allerede boret i det området som ser ut til å være best egnet for uttak av grunnvann (profil 26).

4.5 Rustmoen

Et oversiktskart som grovt viser plasseringen av måleområdet er presentert i kartbilag -03. Profilene 33, 34, 35 og 36 ble målt innenfor dette området (se kartbilag -10). Målingene ble utført i forbindelse med en evaluering av mulighetene for uttak av grunnvann fra løsmasser. Kwartærgeologisk kartlegging i området viser at avsetningene øverst er dominert av breelvavsetninger.

P33

Profilen er målt fra nordvest mot sørøst langs Otta-elva på østsiden av riksvei 436. En mulig erosjonsflate eller grunnvannsspeil sees som en markant reflektor gjennom hele opptaket (ca. 200 ns, 10-13 m dyp ved posisjon 0, ca. 100 ns, 5-7 m dyp mellom posisjon 75 og 183). Reflektoren ligger trolig for dypt til å kunne representere grunnvannsspeil (i forhold til nivået på elva). En kan heller ikke se andre reflektorer som skjærer gjennom. Sannsynligvis representerer reflektoren en erosjonsflate. Mellom posisjon 20, 340 ns (12-16 m dyp) og posisjon 105, 420 ns (15-20 m dyp) opptrer en kraftig reflektor som trolig representerer fjell eller overflaten av finstoffholdige avsetninger. Refleksjonsmønsteret er ellers skrått og heller nedover i samme retning som Otta-elva. De skrå reflektorene blir mer markante mot sørøstenden av profilen og indikerer grovkornige breelvavsetninger. Området mellom posisjon 105 og 183 bør undersøkes videre ved sonderboringer for å klarlegge potensialet for uttak av grunnvann.

P34

Profilen er målt fra skråning i sørvest og i nordøstlig retning mot elva. Gjennomgående dårlig penetrasjon skyldes passering av gjødslet jorde. Mulig grunnvannsspeil sees på 80-100 ns (4-6 m dyp) mellom posisjon 0 og 45 og på 60-80 ns (3-5 m dyp) mellom posisjon 140 og 195. Refleksjonsmønsteret er mest kaotisk, men stedvis hauget (posisjon 110-180). Opptaket gir ikke noe klart bilde av hvilke avsetninger som opptrer (breelvavsetninger?).

P35

Profilen er målt over åker fra nordvest til sørøst. Åkeren er (som nevnt for P34) gjødslet, noe som stedvis gir dårligere penetrasjon. 'Døde' områder sees ved posisjonene 110-190, 215-290 (årsaken til disse er nevnt tidligere). Refleksjonsmønsteret er kaotisk. Mulig grunnvannsspeil sees mellom posisjon 0 og 145 på 60-100 ns (3-6 m dyp). På grunn av kvaliteten på opptaket er det vanskelig å uttale seg om avsetningstype.

P36

En sentral hendelse i opptaket er en trauformet reflektor som opptrer mellom posisjon 105 og nordøstenden av profilet (posisjon 266). Reflektoren er dypest ved posisjon ca. 200, 240 ns (9-12 m dyp). Nordøstenden av profilet er ca. 2,5 m over elva, mens dyp til den nevnte reflektor her er ca. 4 m. Reflektoren representerer derfor trolig ikke grunnvannsspeil, men en erosjonsflate (gammel elvekanal). Over reflektoren sees skrå reflektorer som heller nedover mot nordvest (posisjon 155-195), mens under reflektoren sees skrå reflektorer som heller mot nordøst (posisjon 160-205). Under og til sidene for reflektoren er refleksjonsmønsteret haugget eller kaotisk. Kryssende profil 33 indikerer grovkornige avsetninger mellom posisjon 235 og 265. Det er mer uklart hvilke avsetninger som opptrer mellom posisjon 10 og 105 og under erosjonsflaten mellom posisjon 105 og 205.

Oppsummering

De sikreste indikasjoner på grovkornige avsetninger innenfor måleområdet har en mellom posisjon 105 og 183 i profil P33, og sonderboring(er) anbefales her. Grunnvannsspeil ligger trolig grunt i dette området, og kan ikke sees direkte på opptaket. Området ligger dessuten nær elva med gode infiltrasjonsmuligheter.

4.6 Slettmoen

Et oversiktskart over det undersøkte området er vist i kartbilag -03. Det er målt til sammen seks profiler, tre på øst- og nordsiden av Otta-elva og tre på vestsiden. Profilene på vestsiden av elva (P37, P38 og P39) er vist i kartbilag -11 og profilene på øst- og nordsiden (P10, P11a og P11b) er vist i kartbilag -12. De to områdene beskrives hver for seg. Hensikten med målingene var å undersøke mulighetene for uttak av grunnvann og anbefale lokaliteter for oppfølgende boringer. Kvartærgeologisk kart viser at de øvre deler av avsetningen er dominert av breelvavsetninger.

Området vest for Otta-elva (P37, P38 og P39)

P37

Profilet er målt ned en skråning i retning nordøst til Otta-elva. Mellom posisjon 0 og 175 har opptaket svak reflektivitet, og kun noen få subhorisontale reflektorer kan følges. Penetrasjonsdypet er 10-15 m. Det er svært usikkert hva slags materiale en har her. Grunnvannsspeil kan ikke erkjennes i opptaket og kan indikere finkornige avsetninger. Fra posisjon 175 blir reflektiviteten kraftigere og penetrasjonsdypet større (dersom en ser bort fra passering av vei mellom 205 og 210). Refleksjonsmønsteret er kaotisk og kraftige reflektorer kan sees ved ca. 300 og 400 ns (12-15 og 16-20 m dyp) der den nederste av disse muligens representerer fjelloverflaten.

P38

Refleksjonsmønsteret er hauget til kaotisk og penetrasjonsdypet er i størrelsesorden 15-20 m. Stedvis sees klare reflektorer som kan følges over avstander på 50-100 m og kan representere grenser mellom forskjellige avsetningstyper eller masser med forskjellig kornstørrelse. Grunnvannsspeil kan ikke erkjennes i opptaket og kan indikere overveiende finkornige avsetninger. Mellom posisjon 248 og enden av profilet (posisjon 284) sees en reflektor på 240-300 ns (10-15 m dyp) som er uregelmessig og trolig representerer fjelloverflaten.

P39

Også i dette opptaket sees et hauget til kaotisk refleksjonsmønster. Mellom posisjon 0 og 175 er penetrasjonsdypet ca. 20 m. En mer eller mindre gjennomgående reflektor sees fra posisjon 0, 300 ns (12-15 m dyp). Denne stiger jevnt til ca. 100 ns (3,5-5 m dyp) ved enden av profilet. Denne ligger for det meste for dypt til å kunne representere grunnvannsspeil. Reflektoren representerer trolig en endring i avsetningstype eller kornstørrelse. Som for profil 37 og 36 er det vanskelig å si noe sikkert om avsetningstype og kornstørrelse. Grunnvannsspeil kan ikke erkjennes på opptaket og kan indikere finkornige avsetninger med varierende kapillær stige-evne som gjør at grunnvannsspeil blir dårlig definert. Det forholdsvis store penetrasjonsdypet en har mellom posisjon 0 og 175 gjør det allikevel interessant med en sonderboring i dette området for å avdekke hva slags masser som opptrer her. Fjellreflektoren sees fra posisjon 175, 400 ns (15-20 m dyp) til posisjon 285, 200 ns (8-10 m dyp). Fra posisjon 175 og mot starten av profilet sees en reflektor på 400-500 ns (16-25 m dyp) som muligens kan være fortsettelsen av fjelloverflaten i denne retningen. Reflektorens signatur er derimot forskjellig fra det en ser for fjellreflektoren mellom posisjon 175 og 285 (der en er sikrere på at fjell opptrer) og reflektoren kan indikere endring i avsetningstype/kornstørrelse.

Oppsummering

Refleksjonsmønster og strukturer i opptakene gir lite informasjon om hva slags løsmasser som opptrer i området. Fravær av et godt definert grunnvannsspeil indikerer imidlertid finkornige avsetninger som kan være uegnet for uttak av grunnvann. En sonderboring mellom posisjon 0 og 175 i profil 39 vil eventuelt avdekke om avsetningen lokalt består av løsmasser som kan være egnet for uttak av grunnvann.

Området øst og nord for Otta-elva (P10, P11a og P11b)

P10

Profilet er målt fra Slettmo og ned mot Otta, men er plottet og beskrevet i motsatt retning (fra sør mot nord). Penetrasjonsdypet ligger forholdsvis jevnt på 20-25 m langs profilet. Grunnvannsspeil sees som en meget tydelig reflektor gjennom hele opptaket. Grunnvannsspeilet antas å være tilnærmet horisontalt, men pga. varierende overflatetopografi og manglende terrengekorreksjon av opptaket, sees grunnvannsspeil som en svakt buet reflektor som når opp mot terrengoverflaten ved posisjon 316 der en er helt nede ved elva. Mellom posisjon 260 og 180 ligger grunnvannsspeil på ca. 160 ns (8-10 m dyp), og stiger jevnt til 80-100 ns (4-6 m

dyp) mot posisjon 50, for igjen å helle nedover mot posisjon 0, 120 ns (6-8 m dyp). Opptaket viser bunnen av en gammel elvekanal som en traufomet reflektor mellom posisjon 270 og 85. Dyp til bunnen av kanalen er størst ved posisjon 190, 380 ns (15-20 m). Rester av elvekanalen kan sees som en forsenkning i terrenget mot sørøst på elvesletten. Massene som er avsatt i kanalen gir svak reflektivitet og få strukturer på georadaropptaket og indikerer forholdsvis homogene, trolig sandige avsetninger. Under og til sidene for elvekanalen er reflektiviteten kraftig og refleksjonsmønsteret for det meste kaotisk. Trolig er det mer vekslende kornstørrelser representert her. Stort penetrasjonsdyp og godt definert grunnvannsspeil indikerer overveiende grovkornige masser.

P11a

Profilet er målt fra vest mot øst parallelt med Otta. Grunnvannsspeil sees også her som en gjennomgående, markant reflektor. Grunnvannsspeil opptrer på 140-160 ns (7-10 m dyp). Profilet er målt langs kanten av den gamle elvekanalen, og bunnen av denne sees som en svakt buet reflektor som ligger under grunnvannsspeil i områdene 0-115 og 230-290 og over grunnvannsspeil mellom posisjon 115 og 230. Refleksjonsmønsteret er for det meste hauget til kaotisk, stedvis med skrå reflektorer (posisjon 120-170) og representerer sannsynligvis sandige breelv-/elveavsetninger. En usammenhengende reflektor mellom posisjon 125 og 180 på 300-360 ns (12-18 m dyp) kan representere overflaten av finstoffdominert materiale siden denne ser ut til å utgjøre nedre grense for penetrasjonen i dette området. Ellers er penetrasjonsdypet i størrelsesorden 20-25 m.

P11b

Profilet er målt som en østlig fortsettelse av P11a. Grunnvannsspeil sees som en tydelig, horisontal reflektor på 120-140 ns (6-9 m dyp) mellom posisjon 0 og 240 og på 80-100 ns (4-6,5 m dyp) mellom posisjon 255 og 310. Profilet er målt over antatt synlig rest av gammel elvekanal mellom posisjon 255 og 310. Penetrasjonsdypet er 20-25 m, men er noe mindre mot enden av profilet (ca. 20 m mellom posisjon 210 og 310). Refleksjonsmønsteret er for det meste hauget eller kaotisk og representerer sannsynligvis sandige elveavsetninger. Bunnen av gammel elvekanal kan sees på ca. 200 ns (10-13 m dyp) mellom posisjon 0 og 70. Fra posisjon 70 ligger bunnen trolig for nær grunnvannsspeil til å kunne sees direkte på opptaket.

Oppsummering

Området ser ut til å være interessant for oppfølgende boringer. Spesielt gjelder dette den gamle, gjenfylte elvekanalen. Dersom massene her er grovkornige, kan muligens den gamle kanalen virke som drenering for grunnvannet. Det anbefales sonderboring ved starten av P11a, der det er kort avstand til elva. En bør også sonderbore i avsetningene utenfor elvekanalen for å undersøke disse avsetningene (2. prioritet). Dette kan gjøres nær elva i P10 (posisjon 316-290) eller mellom posisjon 85 og 0 (P10).

4.7 Veggem

Et oversiktskart over området er vist i kartbilag -03. Det ble målt tre profiler i dette området (P40, P40b og P41). Opptak og kartutsnitt (M 1:5000) er vist i kartbilag -13. Hensikten med målingene var å evaluere mulighetene for uttak av grunnvann, først og fremst ved å foreslå plassering av eventuelle sonderboringer.

P40

Profilet er målt fra gården Nordre Veggem og østover til bekk. Antatt grunnvannsspeil sees mellom posisjon 20 (140-160 ns, 7-10 m dyp) til posisjon 115 (ca. 100 ns, 5-7 m dyp) og mellom posisjon 170 og 251 (40-80 ns, 2-5 m dyp). Mellom posisjon 0 og 120 sees en reflektor på ca. 200 ns (8-10 m dyp) som ser ut til å utgjøre nedre grense for penetrasjonen og representerer muligens overflaten av finstoffholdig materiale. Fra posisjon 120 skråreflekteren nedover til ca. 300 ns (12-15 m dyp) ved posisjon 175. Reflektoren fortsetter i dette nivået til østenden av profilet (posisjon 251). Penetrasjonen blir noe bedre under reflektoren mot østenden av profilet og kan indikere avtakende finstoffinnhold i denne retningen. Mellom den nevnte reflektor og en reflektor på ca. 160 ns (7-9 m dyp) sees tydelig skråreflektorer mellom posisjon 200 og 251 og indikerer grovkornige avsetninger i en mektighet på ca. 5 m i dette området (med $v=0,07$ m/ns i vannmettet sone). Ned til ca. 160 ns (7-9 m dyp) i det samme området sees et haugete eller parallelt refleksjonsmønster som muligens kan indikere mer fin sand.

P40b

Profilet er en fortsettelse av profil 40 mot øst. Mulig grunnvannsspeil sees mellom posisjon 0 og 20 (ca. 60 ns, 3-4 m dyp) og mellom posisjon 115 og østenden (posisjon 169) av profilet (ca. 100 ns, 5-7 m dyp). Refleksjonsmønsteret er svært varierende og indikerer vekslende masser. Reflektor på ca. 300 ns (12-15 m dyp) som ble nevnt for profil 40 forsvinner ved posisjon ca. 25. Mellom posisjon 100 og 169 sees et parallelt refleksjonsmønster fra ca. 160 ns (6-8 m dyp) til ca. 300 ns (12-15 m dyp) og kan indikere finkornige avsetninger. I et område mellom posisjon 65 og 105 er reflektiviteten lokalt kraftigere fordi overflatematerialet her er mindre elektrisk ledende. Under ca. 300 ns er refleksjonsmønsteret haugete eller kaotisk, og det er uklart hvilke(n) avsetningstype(r) som opptrer her.

P41

Flere skråreflektorer sees i opptaket, men dette har delvis sammenheng med at terrenget skråner nedover langs profilretningen mot nord. Den mest markante reflektoren sees fra posisjon 40 (ca. 440 ns, 17-22 m dyp) til posisjon 150 (ca. 120 ns, 4-6 m dyp) og videre til enden av profilet (ca. 100 ns, 3,5-5 m dyp). Reflektoren er trauformet mellom posisjon 170 og 200. Reflektoren kan korreleres med reflektor på ca. 300 ns i profil 40. For P40 ble det antatt at reflektoren representerte overflaten av finstoffholdige avsetninger fordi den i deler av opptaket

så ut til å begrense penetrasjonen. Dette ser ikke ut til å være tilfelle for dette profilet, slik at en kan anta at avsetningene er noe grovere under reflektoren for dette profilet. Refleksjonsmønsteret er for det meste kaotisk under reflektoren, og reflektiviteten er kraftig (spesielt mellom posisjon 157 og 211) og indikerer sannsynligvis at det her opptrer sterkt vekslende avsetninger. Tverrprofil 40 indikerer grovkornige avsetninger i en mektighet på minst 5 m der P40 og P41 krysser (nedre grense er reflektor på 300 ns). P41 indikerer at denne sonen med 'sikre' grove avsetninger ser ut til å kunne bli tynnere mot nordenden av profilet, i og med at reflektor som muligens indikerer overflaten av mer finkornige masser kommer nærmere overflaten i denne retningen. Mot starten av profilet kan mektigheten av grovkornige avsetninger være større (dette er også indikert ved skrå lagdeling mellom posisjon 0 og 40 på 200-400 ns, 8-20 m dyp), men her beveger en seg bort fra elva med mindre tilsig av vann.

Oppsummering

I området som er undersøkt er det indikert en ca. 5 m mektig sone med grovkornige avsetninger (nedre begrensning på 12-15 m dyp) mellom posisjon 200 og 251 i P40. Profil 41 indikerer at denne sonen kan bli tynnere mot elva. Det anbefales som første prioritet en sonderboring i det området der P40 og P41 krysser hverandre. Som andre prioritet anbefales en boring like nord eller sør for veien (riksvei 436) langs P41. Selv om en her er mer usikker på type avsetning(er), er penetrasjonsdypet så stort at en bør forvente innslag av mer grovkornig materiale mot dypet.

4.8 Åsåren

Kartbilag -03 viser et oversiktskart (målestokk 1:50 000) for området som er undersøkt. Det er målt to georadarprofiler i området (P46 og P47), og opptakene er vist i kartbilag -14 sammen med et kart som detaljert viser plasseringen av profilene. Profilene er målt over elveavsetninger sør for Otta-elva. Målingene ble utført for å undersøke mulighetene for uttak av grunnvann i området. Et problem med vannuttak i er en nedlagt sulfidgruve som ligger oppe i lia ca. 300 m fra måleområdet, og som kan gi forurenset grunnvann.

P46

Profilet er målt i sør på elvesletten. Mulig fjell sees som en uregelmessig reflektor på ca. 300 ns (11-14 m dyp) mellom posisjon 135 og østenden av profilet (posisjon 278). Denne reflektoren ser i alle fall ut til å begrense penetrasjonen i dette området og må sees på som nedre grense for eventuelt interessante avsetninger. Mellom posisjon 0 og 120 sees en uregelmessig sone med kraftig reflektivitet på ca. 200 ns (7-10 m dyp) som muligens kan representere fjelloverflaten i dette området. Mellom posisjon 120 og 135 sees en antydning til at eventuell fjellreflektor skråer nedover til ca. 300 ns (11-15 m dyp) ved posisjon 135. Over antatt fjellreflektor er refleksjonsmønsteret kaotisk og det er uklart hva slags materialtype som her opptrer

(elveavsetninger?). Grunnvannsspeil er vanskelig å se på opptaket, og dette kan være en indikasjon på innslag av finkornige avsetninger eller at grunnvannsspeil ligger for grunt til å kunne sees på opptaket (pga. interferens med direktebølger mellom antennene).

P47

Profilet er målt langs Otta-elva ca. 25 m fra bredden. Antatt fjelloverflate sees som en sone med undulerende reflektorer med varierende amplitude gjennom store deler av opptaket (posisjon 0; 380 ns (15-19 m dyp), posisjon 60; 520 ns (19-26 m dyp), posisjon 105; 280 ns (11-14 m dyp), posisjon 140; 400 ns (16-20 m dyp), posisjon 190; 380 ns (15-19 m dyp)). Fra posisjon 200 er det vanskelig å følge antatt fjellreflektor, men den ligger trolig på et dyp større enn 12-15 m i dette området. Over fjell er refleksjonsmønsteret hauget og stedvis kaotisk og indikerer grovkornige avsetninger. Området mellom posisjon 0 og 100 viser tydelig kryssjiktning og trauformete strukturer som er typisk for elveavsetninger og indikerer at løsmassene er dominert av sand i dette området. Fra posisjon 100 til enden av profilet (posisjon 303) er ikke de samme strukturer like godt definert, men det antas at avsetningene i dette området er av samme type som nevnt over. Spesielt markant er en trauformet struktur fra posisjon 230 som igjen indikerer elveavsetninger. Grunnvannsspeil sees som en meget markant, horisontal og skarp reflektor gjennom hele opptaket på ca. 80 ns (4-5 m dyp). Det godt definerte grunnvannsspeilet er en videre indikasjon på grovkornige løsmasser, i hvert fall i de øvre deler av avsetningen. En reflektor på 760-800 ns mellom posisjon 25 og 155 representerer trolig refleksjoner fra objekt på overflaten (uvisst opphav). Støy fra telefonkabel sees ved posisjon 125 og 193.

Oppsummering

Det antatt mest gunstige området for videre undersøkelser med tanke på uttak av grunnvann er mellom posisjon 0 og 100 langs profil 47. Her er dyp til fjell i størrelsesorden 12-25 m (størst dyp ved posisjon 60) og refleksjonsmønsteret indikerer grovkornige, kryssjiktete elveavsetninger. Trolig er det også gode muligheter for uttak av grunnvann mellom posisjon 100 og enden av profilet (posisjon 303) dersom det er mest praktisk å foreta videre undersøkelser i dette området, men de beste indikasjonene på egnede masser er det mellom posisjon 0 og 100.

4.9 Myrmoen

Et oversiktskart over området er vist i kartbilag -03. Profilene 42, 43, 44 og 45 er målt i dette området. Opptak og kart som detaljert viser plasseringen av profilene er vist i kartbilag -15. Profilene ble målt nordøst for et deponi i en skråning ned mot Otta-elva. Formålet med undersøkelsen var å kartlegge løsmasser mellom deponiet og elva for å få vurdert avrenningsforløp for sigevann fra deponiet. Kartlegging i overflaten viser breelvavsetninger.

P42

Opptaket viser en kraftig reflektor på ca. 100 ns (4-6 m dyp) ved posisjon 0 som fortsetter ned til ca. 200 ns (8-12 m dyp) ved posisjon 120. Fra denne posisjonen går reflektoren opp mot overflaten, og er vanskelig å følge fra posisjon 200, 80 ns (3-5 m dyp) til enden av profilet. Reflektoren representerer trolig fjelloverflaten. Fra posisjon 200 til enden av profilet ligger trolig fjell svært grunt, da det er observert blotninger i nærheten. Mellom posisjon 140 og enden av profilet sees stedvis kraftige reflektorer i fjell, noe som kan indikere oppsprekking og vannfylte sprekker. Skrå reflektorer i fjell kan sees flere steder, og representerer muligens lagdeling/foliasjon. Skrå lagdeling, men med motsatt retning (nedover i profilretningen mot sørøst) sees også i løsavsetningene over fjell mellom posisjon 0 og 200, og indikerer grovkornige elve- eller breelvavsetninger. Grunnvannspeil kan ikke sees i opptaket, men siden fjellreflektoren opptrer som en stedvis meget kraftig reflektor, er det en mulighet for at grunnvannet følger fjelloverflaten (en fjelloverflate gir lite refleksjoner når den opptrer i tørre avsetninger). Ved avrenning fra deponiet vil sigevannet trolig trenge ned gjennom grove, permeable avsetninger, følge fjelloverflaten og renne nedover til Otta-elva.

P43

Profilet går på tvers av den sørøstlige del av P42. Det er trolig svært grunt til fjell langs dette profilet. Mot enden av profilet er det observert fjellblotning (posisjon 87). Opptaket viser ellers flere kraftige, skrå reflektorer som trolig representerer vannfylte sprekker i fjell. Fjelloverflaten kan ikke erkjennes i opptaket (ligger muligens for grunt).

P44

Profilet går på tvers av den sentrale del av profil 42. Fjell kan sees som en reflektor på 80-140 ns (4-9 m dyp) langs hele profilet. Fjelloverflaten ligger grunnest mellom posisjon 0 og 17 (80-100 ns, 4-6 m dyp) og dypest mellom posisjon 30 og 60 (140 ns, 7-9 m dyp). Et skrått refleksjonsmønster sees i løsmassene over fjell og indikerer grovkornige avsetninger (trolig sand/grus). Grunnvannspeil kan ikke sees i løsmassene og følger trolig fjelloverflaten siden denne opptrer som en tydelig reflektor. Kraftige refleksjoner i fjell på ca. 400 ns (15-20 m dyp) mellom posisjon 5 og 30 skyldes trolig vannfylte sprekker.

P45

Profilet går på tvers av den nordvestlige del av profil 42. Fjell sees som en meget tydelig reflektor mellom posisjon 0 (ca. 200 ns, 9-13 m dyp) og 55 (ca. 160 ns, 7-10 m dyp). Fra posisjon 55 og til enden av profilet er fjellreflektoren mer utydelig, men går trolig opp til ca. 60 ns (3-4 m dyp) ved posisjon 77. Refleksjonsmønsteret i løsavsetningene over fjell er hauget til kaotisk og kan indikere grovkornige avsetninger.

Oppsummering

Opptakene indikerer et grunt dyp til fjell (max 13 m) og at grunnvann/sigevann følger fjelloverflaten ned mot Otta-elva. Terrenget heller også forholdsvis bratt nedover mot elva (10-

15°) og indikerer en høy hydraulisk gradient. Georadaropptakene viser et skrått refleksjonsmønster i løsmassene som indikerer at disse er grovkornige (breelavsetninger). De ovennevnte forhold indikerer lav oppholdstid for sigevann fra deponiet.

4.10 Sanden

Et oversiktskart over området er vist i kartbilag -03 (målestokk 1:50 000). Det er målt fire profiler i området (P48, P49, P50 og P51). Opptak og detaljert kartskisse er vist i kartbilag -16. Målingene ble utført for å evaluere mulighetene for uttak av grunnvann ved eventuelt å anbefale plasseringer av borpunkt. De øvre deler av avsetningene er dominert av breelavsetninger (i følge kvartærgeologisk kartlegging).

P48

Profilet er målt lengst vest i området. Mulig fjell sees som en traufomet reflektor mellom posisjon 40 og 125 med max dyp til fjell på 8-13 m (200 ns) ved posisjon 85. Ved posisjon 125 opptrer fjell trolig ved ca. 140 ns (6-9 m dyp), men stiger til ca. 100 ns (4-6 m dyp) ved vestenden av profilet (posisjon 202). Fra posisjon 40 til starten av profilet er antatt fjelloverflate vanskelig å se, men ligger trolig svært grunt. Reflektorer under antatt fjelloverflate representerer trolig oppsprekking i fjellet. Enkelte hendelser etter 200 ns mellom posisjon 180 og 202 har lineær karakter og kan skyldes refleksjoner fra objekter på overflaten (støy). Det er master, gjerder og kraftledninger i området som kan gi støy. Det kan ikke sees strukturer i løsmasser over fjell som antyder grovkornige avsetninger.

P49

Profilet er målt fra gården Nordre Sanden i retning mot Otta-elva. Antatt fjell sees som en diskontinuerlig reflektor på ca. 200 ns (8-13 m dyp). Skrå reflektorer mellom posisjon 0 og 18 representerer sannsynligvis støy. Over antatt fjellreflektor er opptaket 'dødt' (årsaken til dette er nevnt tidligere). Ingen strukturer kan sees i løsmassene.

P50

Profilet er en fortsettelse av P49 og går mot øst ca. 25-50 m fra bredden av Otta-elva. Opptaket viser flere skrå reflektorer som sannsynligvis skyldes refleksjoner fra objekter på overflaten. Helningen på de skrå, lineære hendelsene indikerer at de fleste skyldes refleksjoner gjennom luft. Andre reflektorer utgjør et kaotisk refleksjonsmønster og representerer trolig refleksjoner fra strukturer i fjell. Fjell ligger trolig svært grunt langs hele profilet (< 5 m dyp).

P51

Profilen er målt fra enden av P50, men er forskjøvet ca. 25 m lenger ut mot bredden av Otta. Ved enden av profilen (posisjon 120) er det bart fjell. Stedvis sees antatt fjell på 40-60 ns (1,5-3 m dyp, posisjon 52-65 og 100-115).

Oppsummering

For området sett under ett ligger fjell trolig for grunt til at området er interessant for videre undersøkelser. Der dyp til fjell synes å være størst (P48; 40-125) sees heller ikke strukturer i løsmassene som indikerer grove avsetninger. Det anbefales ingen videre undersøkelser i dette området.

4.11 Selsvatnet

Et oversiktskart over området er vist i kartbilag -03. Opptak (P52, P53 og P54) og et detaljkart (M 1:5000) er vist i kartbilag -17. Formålet med undersøkelsene i dette området var å forsøke å påvise lokaliteter egnet for grunnvannsuttag ved å foreslå punkter for sonderboringer. Kwartærgeologisk kartlegging viser at avsetningene er dominert av breelavsetninger ved overflaten).

P53

Dette profilen går fra Selsvatnet i vest og i retning øst ca. 50 m sør for vei. Mulig grunnvannspeil sees på 80-100 ns (4-6 m dyp) mellom posisjon 40 og 220. Fra posisjon 40 til posisjon 0 går trolig grunnvannspeil opp mot overflaten (mindre tydelig reflektor). Grunnvannspeil er vanskelig å følge fra posisjon 220 til østenden av profilen. Penetrasjonsdypet ligger forholdsvis jevnt på 10-15 m. Refleksjonsmønsteret er kaotisk, men stedvis sees antydning til skrå reflektorer (posisjon 65-100, 245-265) som kan indikere grovkornige breelavsetninger.

P52

Antatt grunnvannspeil opptrer som en reflektor som skrå oppover langs profilen (som en følge av at terrenget heller nedover) mellom posisjon 43 (ca. 200 ns, 10-13 m dyp) og posisjon 113 (60-80 ns, 3-5 m dyp). Reflektiviteten er svak mellom posisjon 0 og 70. Fra posisjon 70 og til enden av profilen (posisjon 158) er reflektiviteten kraftig, og refleksjonsmønsteret er kaotisk. Penetrasjonsdypet er 10-15 m i det samme området. For å få avklart om det finnes grovkornige avsetninger, bør det sonderbores i det området der det er størst mektighet av vannmettet materiale, det vil si i området der profilen krysser bekken ned mot Selsvatnet (posisjon 120-158).

P54

'Døde' områder i opptaket sees mellom posisjon 0 og 45 og mellom posisjon 150 og 165. Mulig grunnvannsspeil sees mellom posisjon 43 (ca. 80 ns, 4-6 m dyp) og posisjon 93 (ca. 60 ns, 3-5 m dyp). Refleksjonsmønsteret er hauget til kaotisk og penetrasjonsdypet er 10-15 m. Antydning til skrå reflektorer som kan indikere grovkornige breelvavsetninger sees mellom posisjon 130 og 155. Lineære, skrå hendelser etter 300 ns mellom posisjon 65 og 100 skyldes refleksjoner fra objekter på overflaten. Støyens utbredelse i opptaket ble avgrenset ved å snu antennene ved posisjon 102 under måling (se kommentar under opptaket).

Oppsummering

For å klarlegge utbredelsen av grovkornige avsetninger i området som er undersøkt, foreslås sonderboring mellom posisjon 120 og 158 langs profil 52. Her er penetrasjonsdypet størst og dyp til grunnvannsspeil minst (trolig helt nær dagen i det angitte området).

4.12 **Mattisstad**

Området som er undersøkt ligger på Selsmyra, og et oversiktskart er vist i kartbilag -03. Profil 55, 56 og 57 er målt i et område rundt elva Skjerungåa. Opptak og detaljert profillokalisering er vist i kartbilag -18. Formålet med undersøkelsen var å lokalisere områder for videre undersøkelser i form av sonderboringer for å vurdere grunnvannspotensialet.

P55

Profilen er målt langs Skjerungåa. Kraftige, undulerende reflektorer kan sees på 320-400 ns (13-20 m dyp) mellom posisjon 166 og 75 (der profil 56 krysser). Fra posisjon 75 skråner reflektorene oppover til ca. 200 ns (8-10 m dyp) ved posisjon 40. Fra denne posisjon er penetrasjonsdypet omtrent neglisjerbart fram til posisjon 0. Etter all sannsynlighet skyldes dette godt elektrisk ledende materiale i overflaten. Reflektorene representerer sannsynligvis overflaten av finkornige avsetninger pga. den sterkt reduserte penetrasjonen under reflektorene. Refleksjonsmønsteret ned til de nevnte reflektorene er hauget og kan representere breelv-/elveavsetninger. Området mellom posisjon 166 og 75 (kryss 56) kan være interessant med hensyn på videre undersøkelser (sonderboringer).

P56

Opptaket er delvis skjemet av 'døde' områder. Grensen mot antatt finkornige avsetninger sees som kraftige, undulerende reflektorer ved 300-400 ns (12-20 m dyp, jfr. profil 55). Refleksjonsmønsteret ned til ca. 300 ns er hauget og kan, som for profil 55, representere sandige elveavsetninger.

P57

Opptaket er særdeles skjemmet av 'døde' områder som delvis maskerer eventuelle strukturer i de øvre deler av avsetningen. Grensen mot antatt finkornige avsetninger opptrer på 240-340 ns (10-17 m dyp) som kraftige, undulerende reflektorer. Dypet til disse reflektorene blir grunnere mot øst i profilet.

Oppsummering

Området mellom posisjon 166 og 75 i profil 55 peker seg ut som det mest gunstige med hensyn på uttak av grunnvann. Her indikerer opptakene at det kan opptre forholdsvis grovkornige avsetninger (elvesand?) ned til 13-20 m dyp. Sonderboring(er) anbefales i dette området.

4.13 Selsverket

En oversikt over området som er undersøkt er vist i kartbilag -04. I området er det et vannverk (Otta Vannverk, UTM 32V 5289 68519) som forsyner Selsverket og Otta tettsted. Brønnen viser vesentlig sand/grus/stein ned til 9 m. Fra 9m til bunnen av brønnen ved 16 m dyp er avsetningene dominert av finsand/silt (Kirkhusmo & Klemetsrud 1977). I et statuskart for vannressurser fra 1986 (Nielsen 1987) er området rundt brønnen klassifisert til å ha god vanngiverevne. Problemet med brønnplasseringen er nærhet til industri og bebyggelse med de potensielle forurensningsfarer dette innebærer. Hovedformålet med georadarmålingene var å få et mer generelt bilde av strukturer og mulige avsetningstyper nord og sør for brønnområdet som grunnlag for en soneinndeling av området rundt vannverket. Måleområdet er begrenset av Lågen i vest og sør, fjellside i øst og Botten i nord. Hovedtyngden av målingene ble lagt til de områder sør og nord for vannverket der vanngiverevne og mulighet for uttak av grunnvann ikke er tilstrekkelig undersøkt (i følge Nielsen, 1987).

Georadaropptakene (P28, P28b, P28c, P29, P30, P30b, P31 og P32) er vist sammen med kartutsnitt i målestokk 1:5000 i kartbilag -19, -20 og -21. Otta Vannverk er vist på to av kartutsnittene.

P28

Enkelte 'døde' områder opptrer i opptaket (kartbilag -19). Dette er mest markert i områdene: posisjon 178-190;100-300 ns og posisjon 197-215;100-300 ns. Områder med svakere reflektivitet (posisjon 70-85 og 260-290) skyldes trolig lokalt høyere ledningsevne i overflatenære masser. Mulig grunnvannsspeil sees som en horisontal reflektor på 60-120 ns (3-7,5 m dyp). Reflektoren kan ikke følges gjennom hele opptaket, trolig pga. de 'døde' områdene. En annen mer eller mindre gjennomgående reflektor kan sees på 260-320 ns (10-16 m dyp). Den er mest framtrædende mellom posisjon 50 og 255. Over reflektoren er refleksjonsmønsteret usammenhengende parallelt eller kaotisk og representerer trolig vesentlig grove avsetningstyper. Under

reflektoren er refleksjonsmønsteret skrått gjennom store deler av opptaket og indikerer grove avsetninger. Reflektoren er kraftig og kan indikere et markant skille mellom to forskjellige avsetninger. De skrå reflektorene i opptaket fra 10-16 m dyp heller nedover mot sør og indikerer en tilsvarende avsetningsretning.

P32

Opptaket er vist i kartbilag -19. Profilet er målt på tvers av dalen og profil 28. 'Døde' områder i opptaket sees bl.a. i områdene 155-145, 70-63, 33-29 og 17-5. En kraftig reflektor på 260-300 ns (10-15 m dyp) kan korreleres med reflektor på 10-16 m dyp beskrevet for P28. For dette profilet er det ikke markant endring i refleksjonsmønster over og under den kraftige reflektoren (hauget til kaotisk mønster), selv om en stedvis ser antydning til skrå reflektorer fra 300 ns (f.eks. mellom posisjon 260 og 215).

P28b

Profilet er målt som en fortsettelse mot nord av profil 28 mellom Ulmo og elva Ula (se kartbilag -20). Opptaket viser likhetstrekk med P28, i det to avsetningstyper kan sees. Overgangen mellom avsetninger med et hauget til kaotisk refleksjonsmønster med kraftig refleksivitet og underliggende avsetninger med svakere refleksivitet og skrått refleksjonsmønster opptrer ved ca. 400 ns (16-20 m dyp). Penetrasjonsdypet er større enn 30 m og indikerer, ved siden av refleksjonsmønstrene, at det her opptrer overveiende grove avsetninger. Stedvis er overgangen mellom de to avsetningstypene markert ved en kraftig reflektor (posisjon 0-40 og 100-145). Det antas at denne reflektoren representerer en overgang i kornstørrelse, der det trolig opptrer grovere avsetninger under, indikert ved skrå reflektorer. De skrå reflektorene heller nedover mot sør og har slakere helning mot nordenden av profilet. Her er en eventuell overgang mellom de to avsetningstyper mer uklar (fra posisjon 190 til nordenden av profilet). Grunnvannspeil sees som en meget kraftig, horisontal reflektor på 60-100 ns (3-6,5 m dyp) mellom posisjon 0 og 230.

P30

Profilet er målt fra Garden i øst og vestover til vei. Opptaket er skrevet ut fra vest mot øst (se kartbilag -20). Fra posisjon 286 er refleksiviteten kraftig ned til 400-500 ns (16-25 m dyp), men blir svakere fra posisjon 200 (mot øst). Dette kan skyldes overflateforhold (dyrket mark), eller en gradvis overgang til mer finkornig materiale. Refleksjonsmønsteret er for det meste hauget til kaotisk. Penetrasjonsdypet ser ut til å avta svakt mot øst, noe som kan indikere innslag av mer finkornige avsetninger i denne retningen. Mulig fjell sees som en skrå reflektor fra posisjon 75, 400 ns (16-20 m dyp) til posisjon 0, 160 ns (6-8 m dyp).

P30b

Profilet er en fortsettelse av P30 mot vest, og ligger nær Otta Vannverk. Opptaket er vist i kartbilag -20. De øverste 15-20 m av avsetningen er karakterisert ved et hauget refleksjonsmønster og kraftig refleksivitet. Fra 360-400 ns (15-20 m dyp) og nedover mot dypet er re-

fleksjonsmønsteret skrått, og reflektorer kan følges til ca. 800 ns (30-35 m dyp). Det er trolig overveiende grovkornige avsetninger i dette området. Overgangen mellom hauget og skrått refleksjonsmønster er ikke representert ved en reflektor. Den skrå lagdelingen fra 15-20 m har størst helning mellom posisjon 0 og 95 der profilet går i retning vest. Fra posisjon 95 skifter profilet retning mot nordvest, og de skrå reflektorene har mindre helning. Dette indikerer at løsmasser som opptrer dypere enn 15-20 m er avsatt fra øst i dette området (fra Ula). Vannverksbrønnen viser stein/sand/grus (grovkornige avsetninger) ned til 9 m og finsand/silt (finkornige avsetninger) til enden av brønnen på 16 m. Overgangen mellom grovkornige og finkornige avsetninger kan ikke sees i opptaket. Opptaket indikerer imidlertid grovkornige avsetninger (sannsynligvis sand/grus) fra 15-20 m indikert ved skrå lagdeling. Dette kan være interessant i grunnvannssammenheng, i og med at opptaket indikerer at grunnvann kan taes ut fra grovere masser på større dyp enn det nivå som grunnvann blir pumpet fra i dag. Dette grunnvannet har hatt større oppholdstid i løsmassene og er derfor trolig ikke like sårbart med hensyn til forurensninger fra industri/bebyggelse i området rundt vannverket.

P31

Profilet er en fortsettelse av profil 30b, og går nord for vannverket (kartbilag -20). Grunnvannsspeil sees som en markant reflektor gjennom hele opptaket på 100-120 ns (5-7,5 m dyp). To distinkte refleksjonsmønstre kan sees også i dette opptaket. Overgangen mellom dem opptrer mellom 360 og 440 ns (15-22 m dyp). En reflektor på ca. 360 ns (1518 m dyp) mellom posisjon 55 og 85 markerer trolig overgangen mer markant i dette området. Over denne reflektoren er refleksjonsmønsteret for det meste hauget og representerer trolig grove avsetninger. Fra 400-440 ns (18-22 m dyp) er refleksjonsmønsteret skrått og representerer trolig grove, glasifluviale avsetninger. De skrå reflektorene har helning mot vest og gjenspeiler avsetningsretningen (avsatt fra Ula?).

P28c

Profilet er målt fra nordsiden av Ula og nordover til Botten (kartbilag -21). Penetrasjonsdypet avtar fra 30-35 m ved posisjon 0 til ca. 15 m ved enden av profilet (posisjon 223). Refleksjonsmønsteret er hauget og reflektiviteten er kraftig. Ved starten av profilet er det trolig grove avsetninger ned til et dyp på over 25 m. Avtakende penetrasjon mot nordenden av profilet indikerer at mektigheten av grove avsetninger avtar i denne retningen.

P29

Opptaket i kartbilag -21 viser grunnvannsspeil ved ca. 100 ns (5-7,5 m dyp). Refleksjonsmønsteret er for det meste hauget. Ved ca. 300 ns (12-15 m dyp) sees en kraftig reflektor. Denne synes ikke å markere endring i refleksjonsmønster og avsetningstype. Svake, skrå reflektorer sees stedvis fra 400-500 ns (16-25 m dyp), uten at det kan sies at de utgjør et skrått refleksjonsmønster. Trolig er det også her grove avsetninger øverst. Det er mulig at reflektor på 12-15 m dyp kan utgjøre en grense mot mer finkornig materiale.

Oppsummering

Området sør for elva Ula ser ut til å være mest gunstig med hensyn på uttak av grunnvann. Penetrasjonsdypet er størst for de profiler som er målt rundt vannverket (P30b og P31). Samtlige profiler som er målt sør for Ula viser et vertikalt todelt refleksjonsmønster. Øverst opptrer avsetninger som gir seg til kjenne ved et hauget til kaotisk refleksjonsmønster (ned til 10-22 m dyp). Avsetningen er trolig dominert av grovkornige avsetninger. Overgangen ned til avsetninger som gir et skrått refleksjonsmønster (fra 10-22 m dyp) er stedvis markert ved en kraftig reflektor. Det skrå refleksjonsmønsteret og det store penetrasjonsdypet tilsier at det her kan opptre grovkornige, glasifluviale avsetninger som trolig vil kunne være egnet for uttak av grunnvann. Brønnen til Otta Vannverk er boret ned til 16 m dyp, mens antatt glasifluviale avsetninger er indikert fra 15-22 m dyp i dette området. Brønnen er trolig for grunn til å nå ned i disse antatt mer grovkornige avsetninger. Profilene i sør (P28 og P32) viser at en i dette området kommer ned i antatt glasifluviale avsetninger fra 10-16 m dyp. I dette området ser det også ut til å være mindre industri/bebyggelse. En annen gunstig faktor er at grunnvannets oppholdstid i løsmassene trolig vil være større for de dypereliggende breelvavsetningene. Avsetningsretningen (fra 10 til 22 m dyp) ser ut til å være mot sør for profil 28, 32 og 28b (til posisjon 190) og mot vest for profil P30, P30b og P31. Det anbefales boringer til større dyp enn det som hittil har blitt gjort for å komme ned i de antatt glasifluviale avsetninger. Dette kan gjøres i området rundt det eksisterende vannverk, eller mot sør i profil 28 eller 32. I det sistnevnte område ser det ut til å være mest gunstig å bore mellom posisjon 350 og 452 i profil 28. Her er godt definert skrålagning indikert fra ca. 15 m dyp ned til over 25 m dyp.

5 KONKLUSJON

I forbindelse med hydrogeologiske undersøkelser er det utført georadarmålinger ved 13 lokaliteter i Sel kommune, Oppland. Formålet med undersøkelsene var å kartlegge løsmasseavsetninger for å vurdere mulighetene for uttak av grunnvann. For ett av områdene (Myrmoen) var hensikten med målingene å kartlegge løsmasseavsetningene for å vurdere avrenningsforløp for sigevann fra et deponi.

Georadarmålinger mellom elv og deponi ved Myrmoen indikerer at grunnvannet følger fjelloverflaten. Fjell ligger grunt (max 13 m dyp) og det er trolig grovkornige avsetninger over fjell. Høy hydraulisk gradient er indikert ved bratt skråning mot elva. Sigevann fra deponiet har muligens for lav oppholdstid i løsmassene til å rense sigevannet i tilstrekkelig grad før det når elva.

Antatt gode muligheter for uttak av grunnvann er indikert ved følgende lokaliteter (område for videre undersøkelser i form av boringer er angitt i parentes og refererer til georadaropptak); Selsverket (hele P30b og P31, eventuelt P28;350-452), Åsåren (P47;0-100), Mattisstad (P55;75-166), Heidal (P14;0-120, hele P15, P12b;260-328, P13;0-45), Sjoa (P22;60-114, P23;0-50, P24;115-160, hele P26), Faukstad (hele P18, P17;160-196), Slettmoen (P11b;255-310, P39;0-175),

Usikre muligheter for uttak av grunnvann er indikert i disse områdene; Rustmoen (P33;105-183), Selsvatnet (P52;120-158), Veggem (P40;200-251), Storødegard (hele P21).

Det er sannsynligvis små muligheter for uttak av grunnvann ved Sanden.

6 REFERANSER

- Beres, M. Jr. & Haeni, F.P. 1991: Application of ground-penetrating-radar methods in hydrogeologic studies. *Ground water, No. 3, 375-386.*
- Kirkhusmo, L.A. & Klemetsrud, T. 1977: Beskrivelse til vannressurskart 'Grunnvann i løsavsetninger' - 1718 IV Otta, 1:50 000. *NGU, Spesiell rapport nr. 4.*
- Kirkhusmo, L.A. & Klemetsrud, T. 1980: Beskrivelse til vannressurskart 'Grunnvann i løsavsetninger' - 1718 III Skåbu, 1:50 000. *NGU, Spesiell rapport nr. 6.*
- Mauring, E. & Tønnesen, J.F. 1996: Geofysiske målinger i forbindelse med hydrogeologiske undersøkelser på Selsmyra, Sel kommune, Oppland. *NGU Rapport 96.031.*
- Nielsen, J.T. 1987: Ressurskart 1:50 000 - grunnvann i løsmasser med beskrivelse. Sel kommune, Oppland fylke. Status pr. 01.09.86. *NGU Rapport 87-006.*
- Tønnesen, J.F. 1988: Refraksjonsseismiske målinger nær Lågen ved Vinstra, nord for Otta og syd for Dombås. *NGU Rapport 88.138.*

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;

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

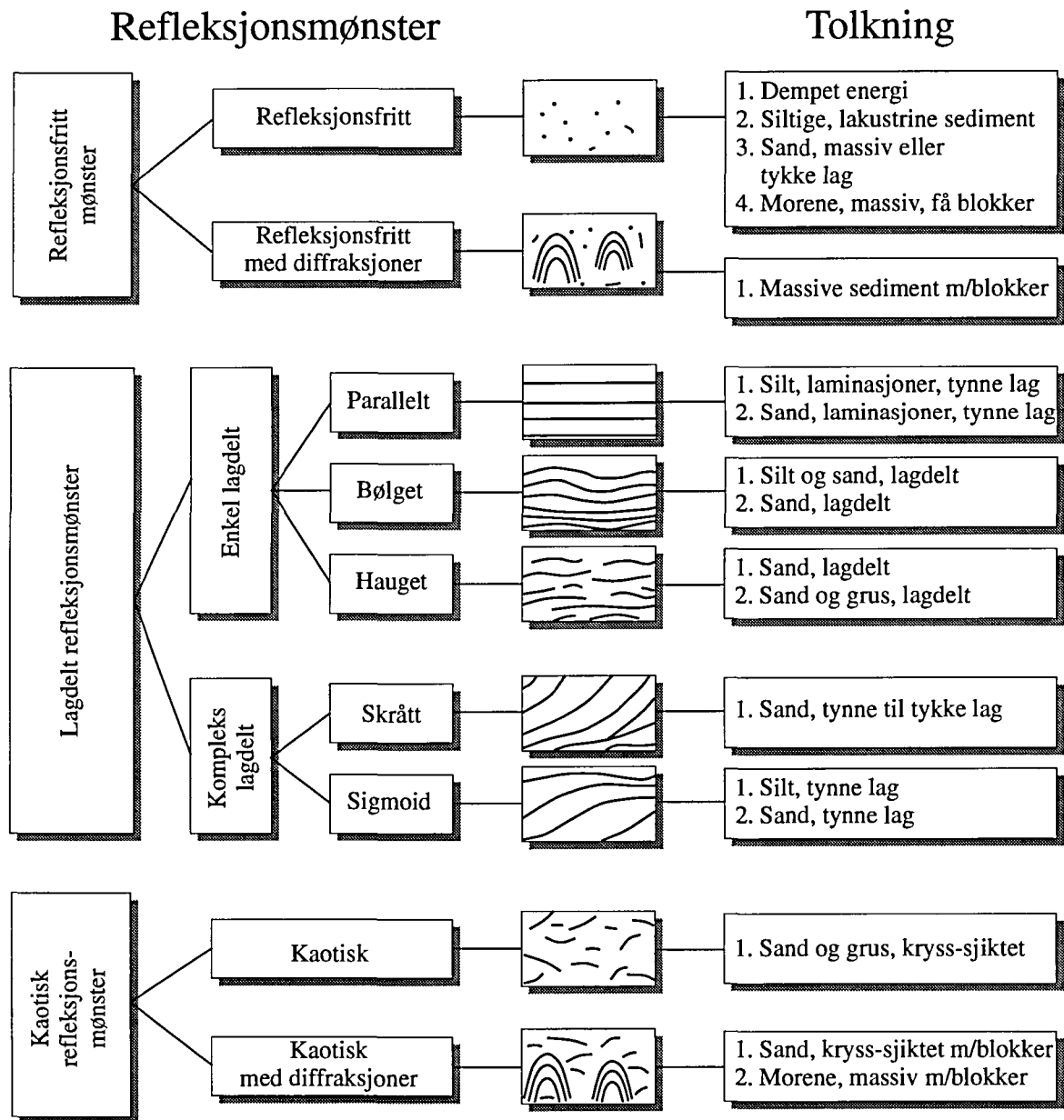
hvor ϵ_r er det relative dielektrisitetstallet. ϵ_r -verdien for et materiale vil derfor være en bestemmende faktor for beregning av dyp til reflektorer. I tabellen på neste side er det gitt en oversikt over erfaringstall for ϵ_r i en del materialtyper. Tabellen viser også hastigheter og ledningsevne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

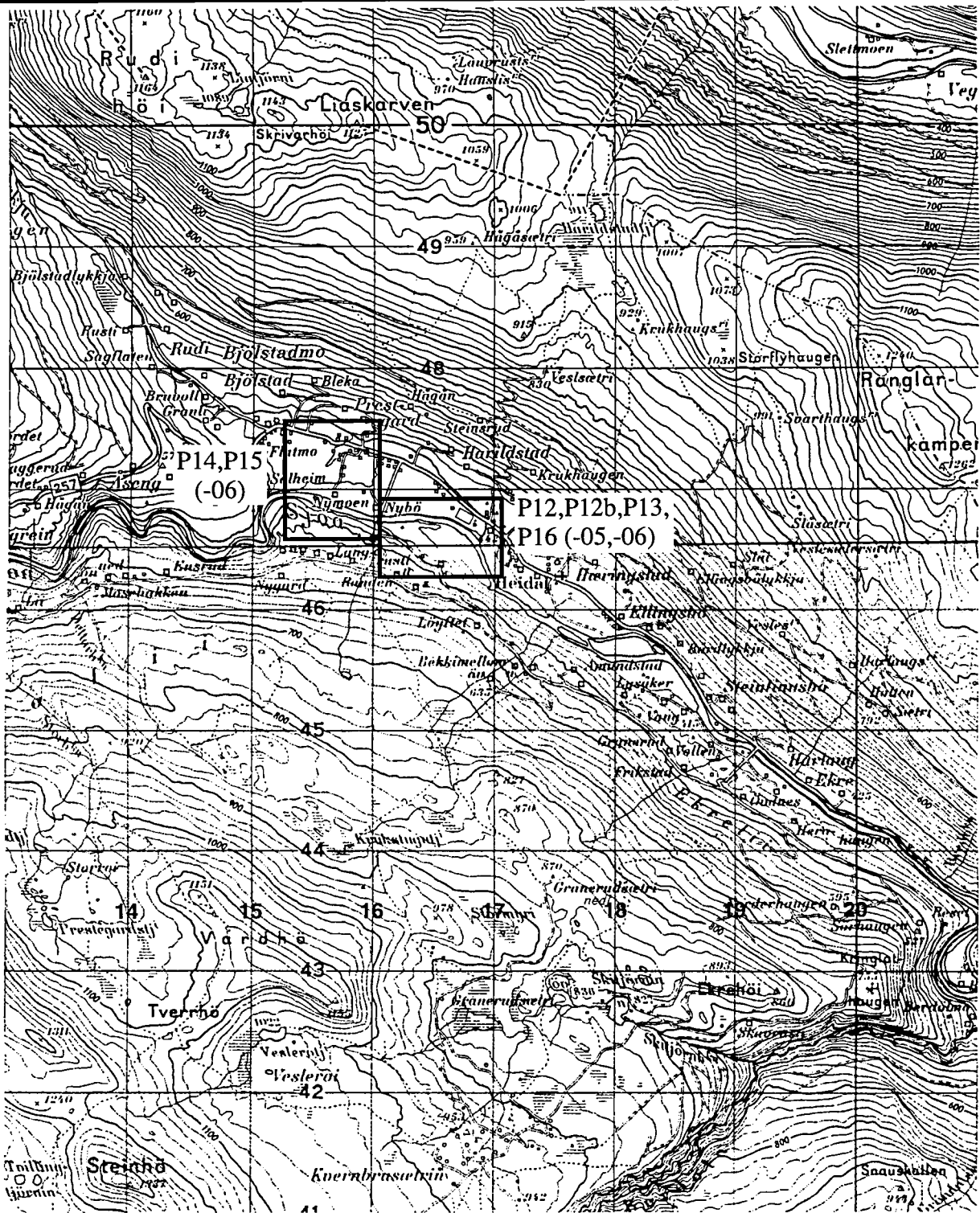
hurtigere dempning av bølgepulsene og dermed minkende penetrasjon. I godt ledende materiale som marin silt og leire vil penetrasjonen være helt ubetydelig. I dårlig ledende materiale som f.eks. tørr sand, kan det forventes en dybderekkevidde på flere titalls meter når det benyttes en lavfrekvent antenne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

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

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



Skjema som knytter refleksjonsmønster på georadaropptak til avsetningstype og lagdeling.



P14,P15
(-06)



Nummer på profiler målt innenfor angitt område.
Område og profiler er vist i kartbilagsnr. som angitt i parentes.

NGU/Sel kommune
OVERSIKTSKART, HEIDAL

SEL

SEL KOMMUNE, OPPLAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:5000

MÅLT JFT

TEGN EM

TRAC

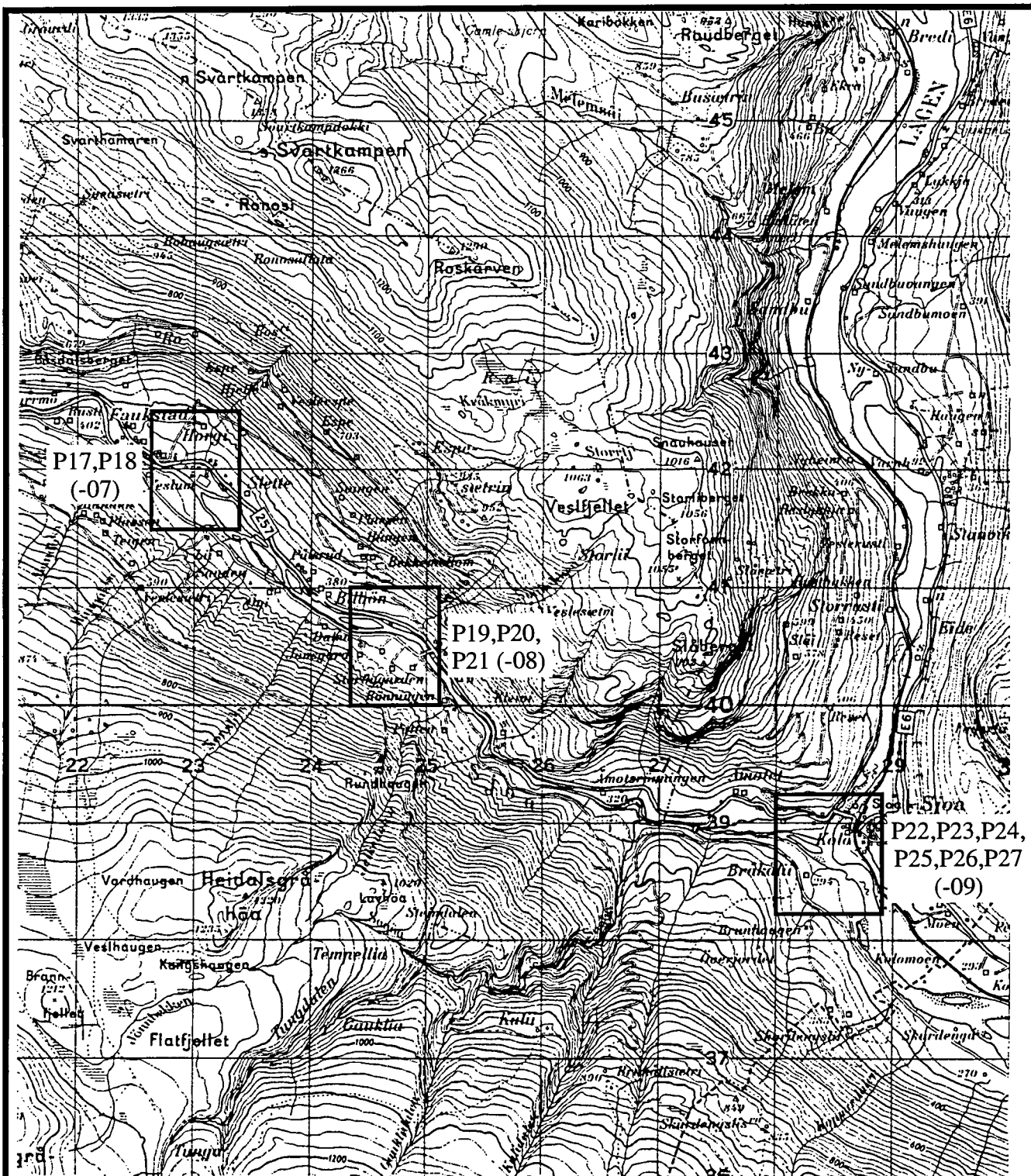
KFR

Sept. -95

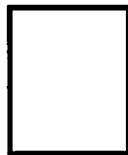
April -96

TEGNING NR
96.057-01

KARTBLAD NR
1718 III, 1718 IV



P17,P18
(-07)



Nummer på profiler målt innenfor angitt område.
Område og profiler er vist i kartbilagsnr. som angitt i parentes.

NGU/Sel kommune
OVERSIKTSKART, FAUKSTAD, STORØDEGÅRD, SJOA

SEL

SEL KOMMUNE, OPPLAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:5000

MÅLT JFT

TEGN EM

TRAC

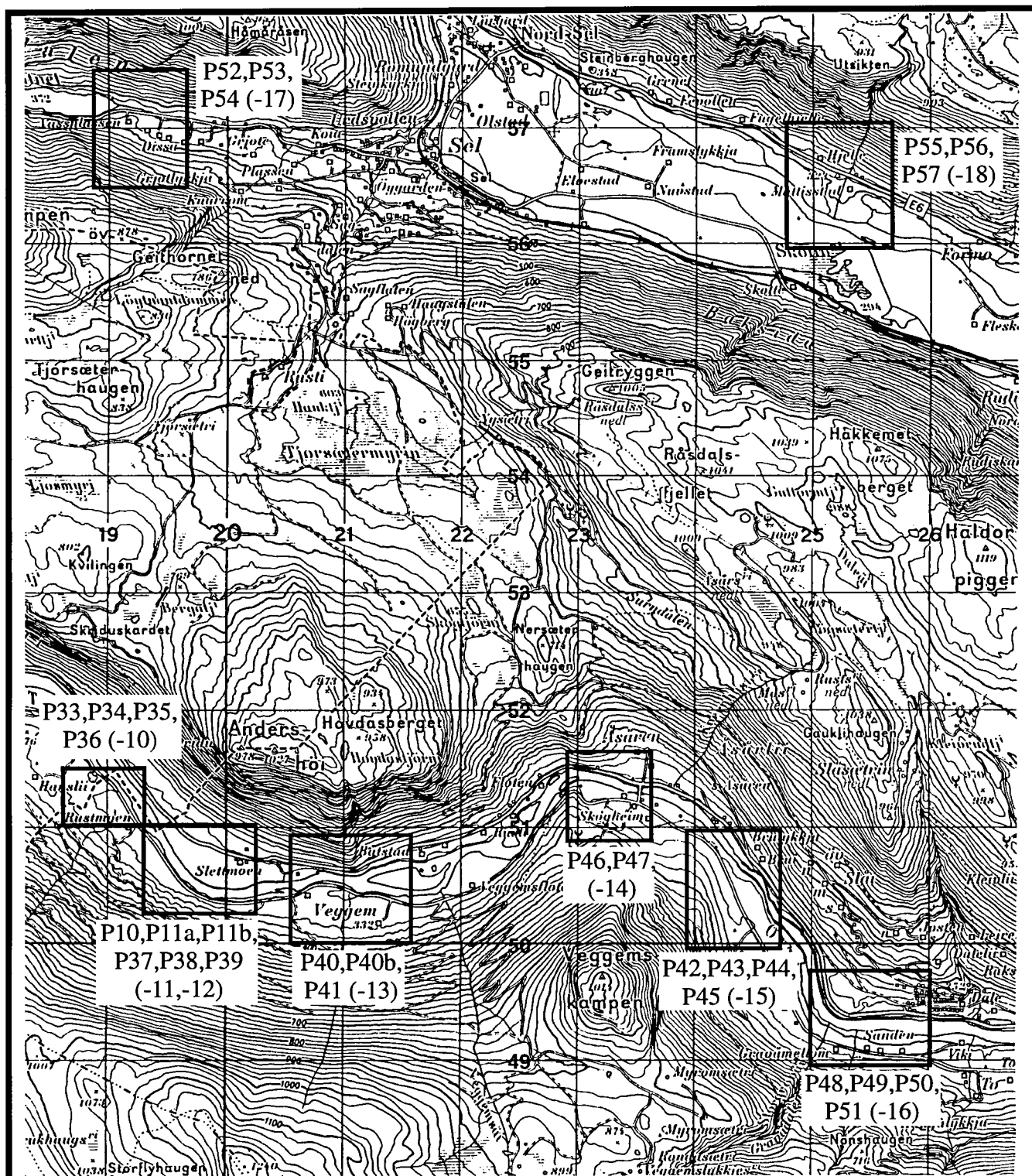
KFR

Sept. -95

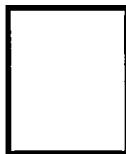
April -96

TEGNING NR
96.057-02

KARTBLAD NR
1718 III



P52,P53,
P54 (-17)



Nummer på profiler målt innenfor angitt område.
Område og profiler er vist i kartbilagsnr. som angitt i parentes.

NGU/Sel kommune
OVERSIKTSKART, SELSVATNET, MATTISSTAD,
RUSTMOEN, SLETTMOEN, VEGGEM, ÅSÅREN,
MYRMOEN, SANDEN

SEL

SEL KOMMUNE, OPPLAND

MÅLESTOKK

1:5000

MÅLT JFT

Sept. -95

TEGN EM

April -96

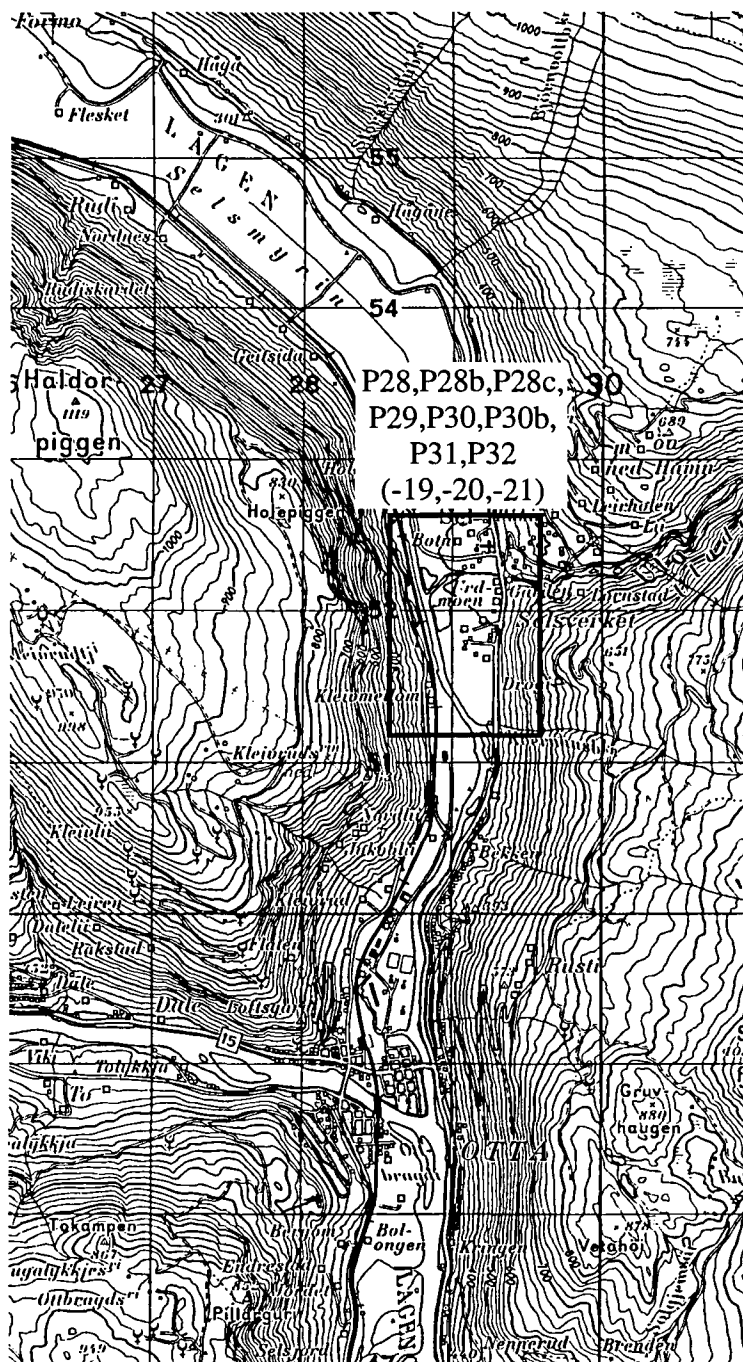
TRAC

KFR

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR
96.057-03

KARTBLAD NR
1718 IV

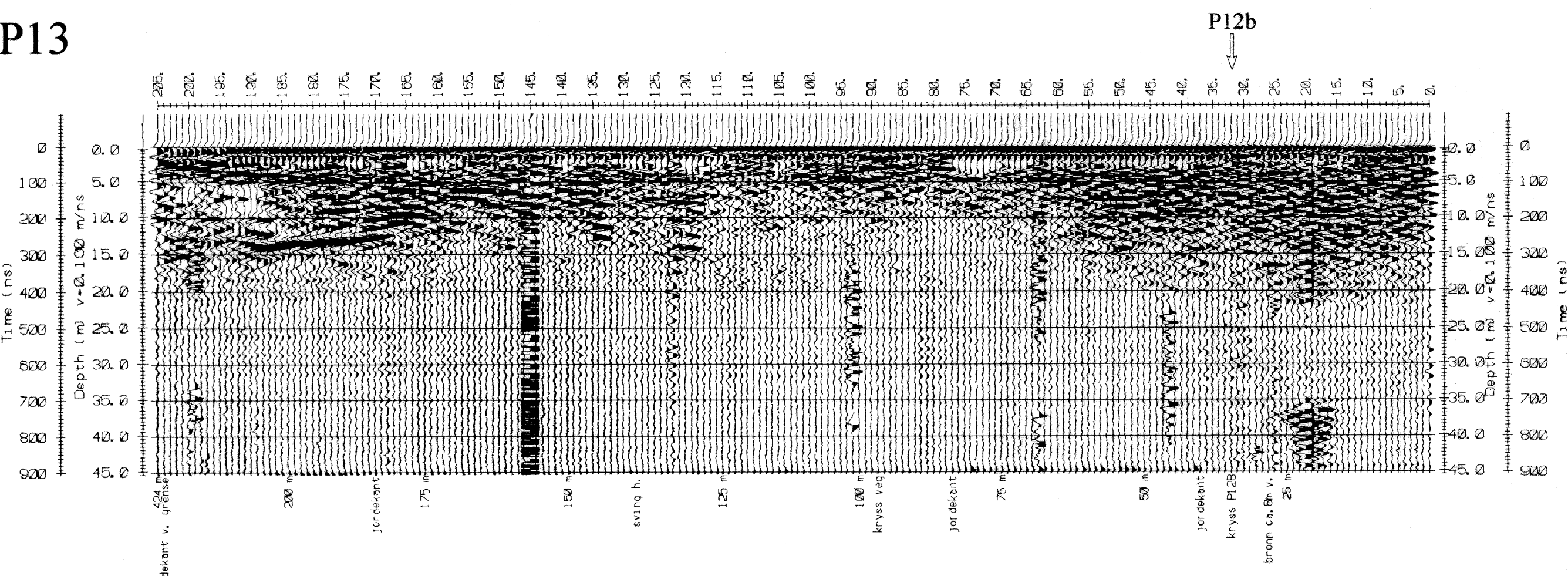
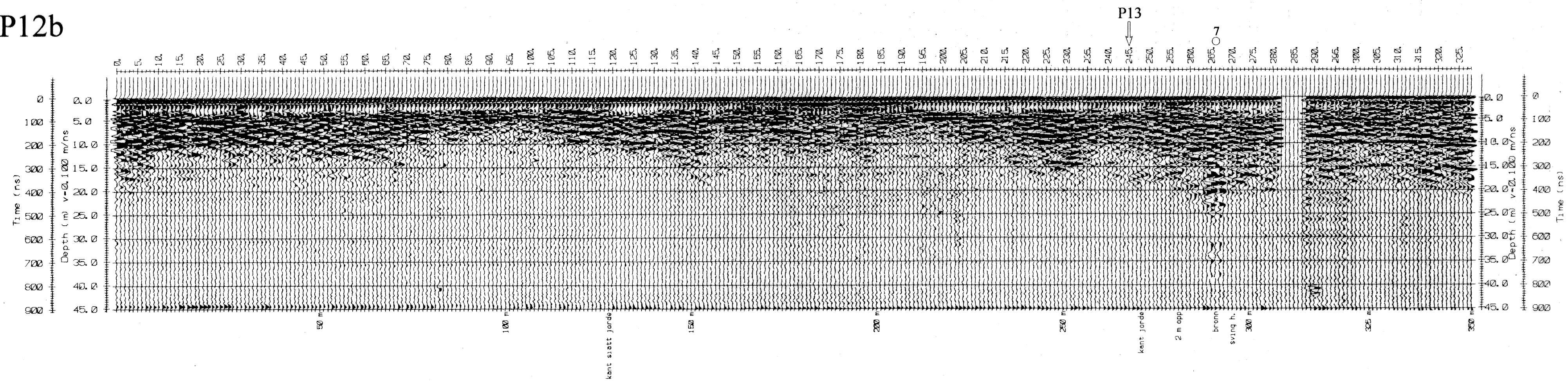
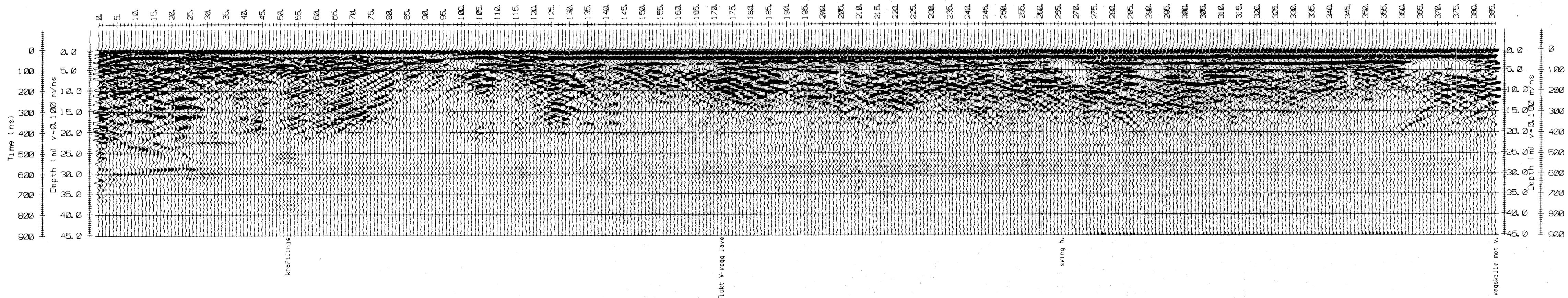


P28,P28b,P28c,
 P29,P30,P30b,
 P31,P32
 (-19,-20,-21)

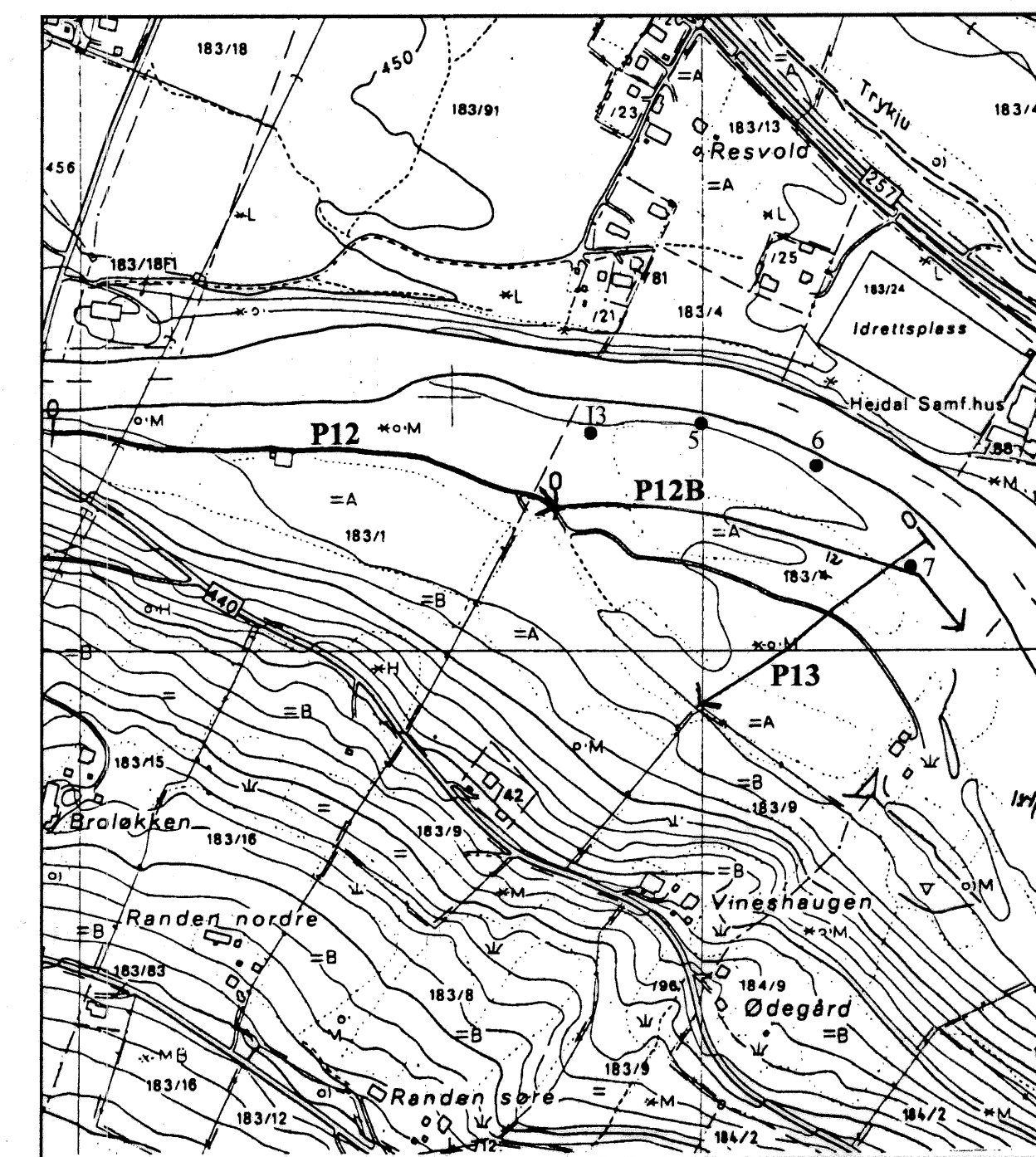


Nummer på profiler målt innenfor angitt område.
 Område og profiler er vist i kartbilagsnr. som angitt i parentes.

NGU/Sel kommune OVERSIKTSKART, SELSVERKET SEL SEL KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	Sept. -95
	1:5000	TEGN EM	April -96
		TRAC	
		KFR	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 96.057-04	KARTBLAD NR 1718 IV	



7 Borebrønn 7

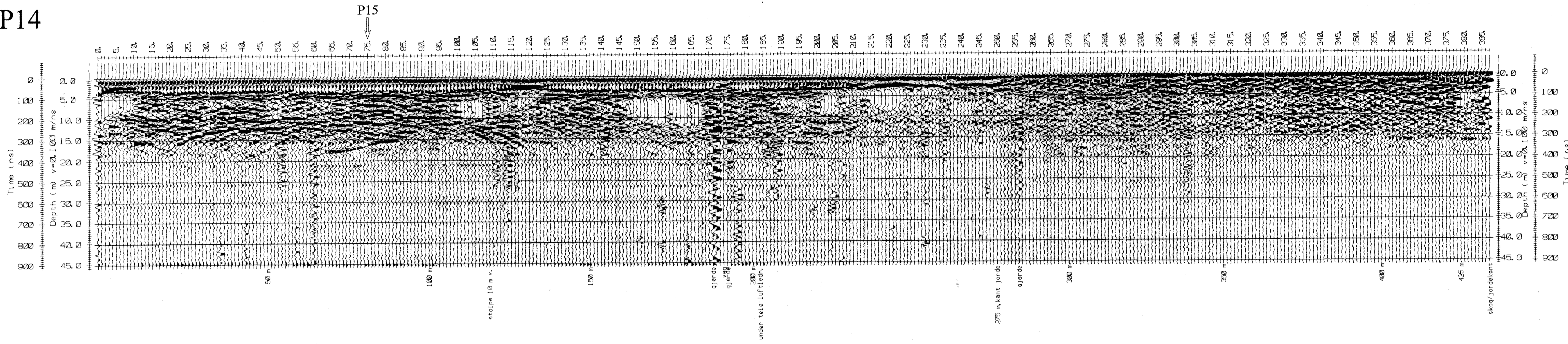


6 Borebrønn (Kirkhusmo & Klemetsrud, 1980)

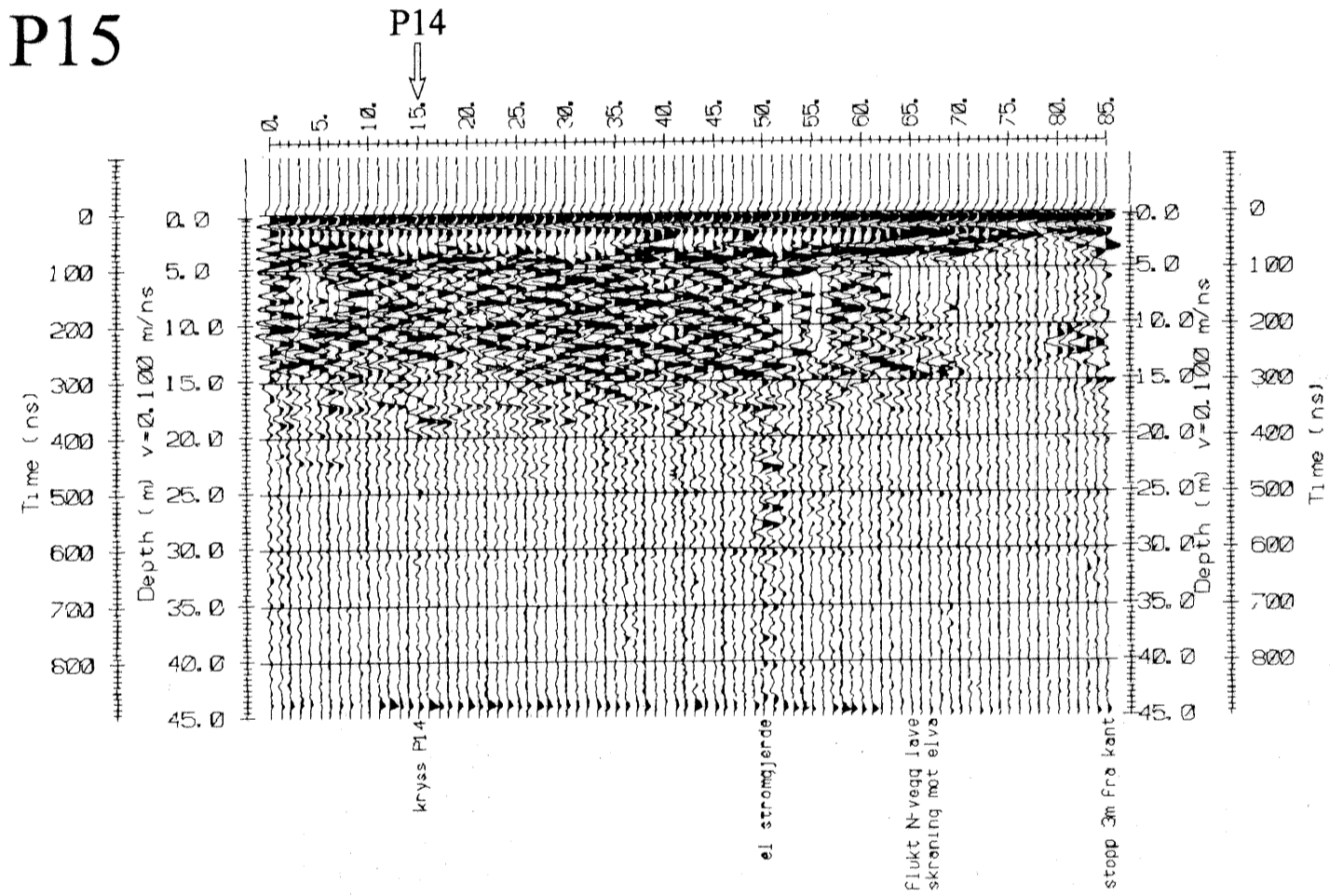
13 Sonderboring

NGU/Sel kommune GEORADAROPPTAK, PROFIL 12, 12b OG 13 HEIDAL, SEL SEL KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	Sept. -95
	Kart: 1:5000	TEGN EM	April -96
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 96.057-05	KARTBLAD NR 1718 III, IV	

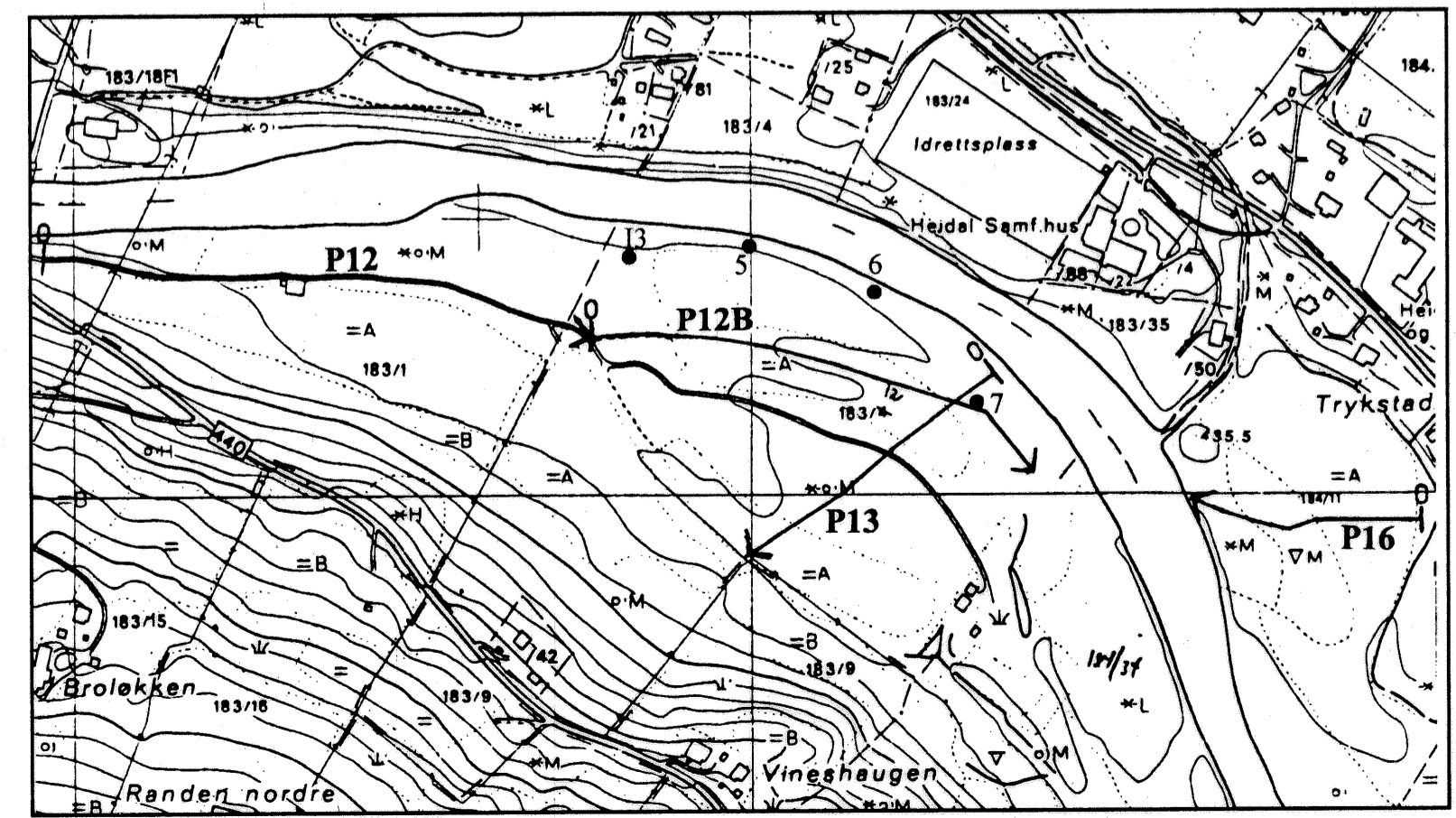
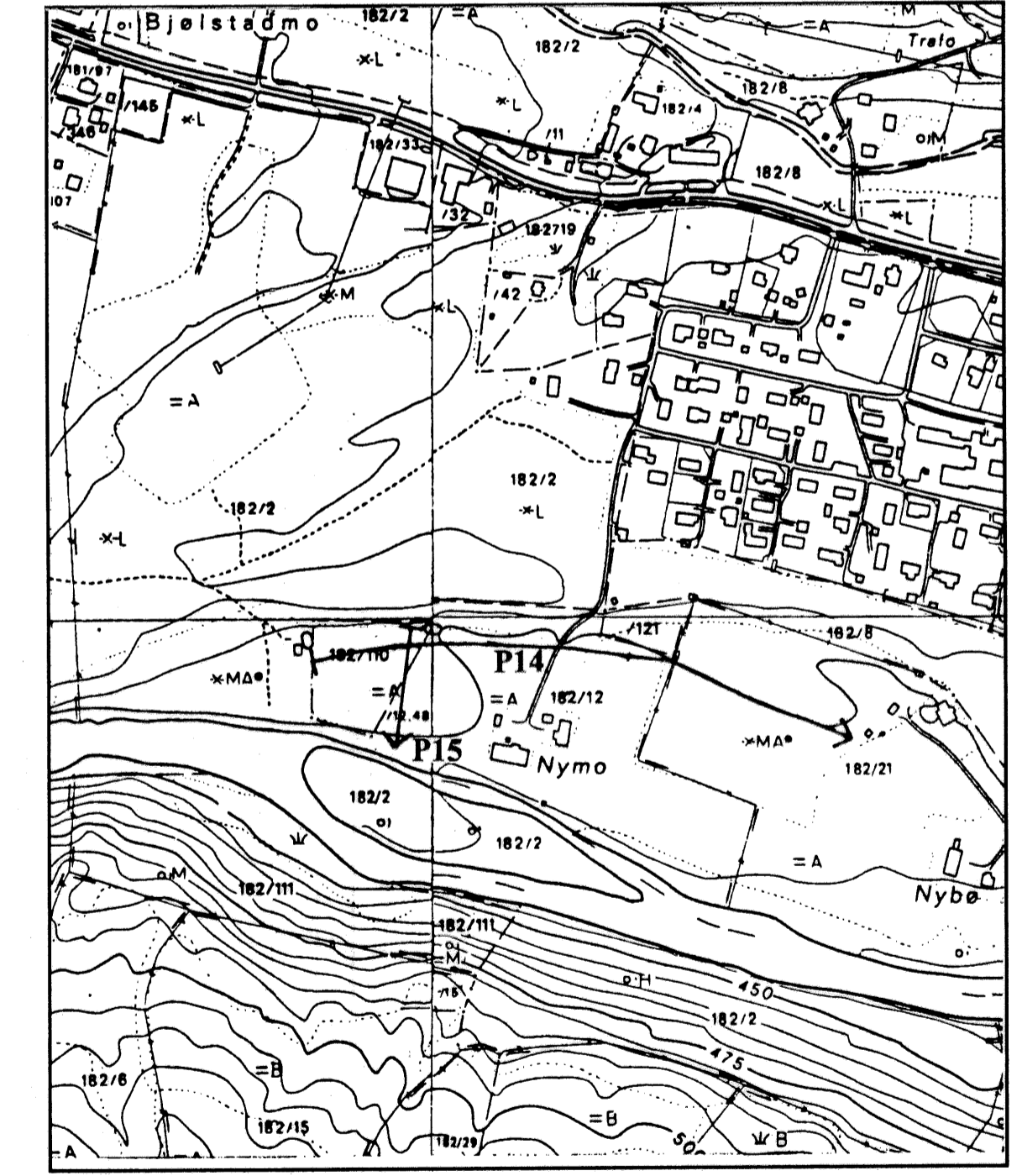
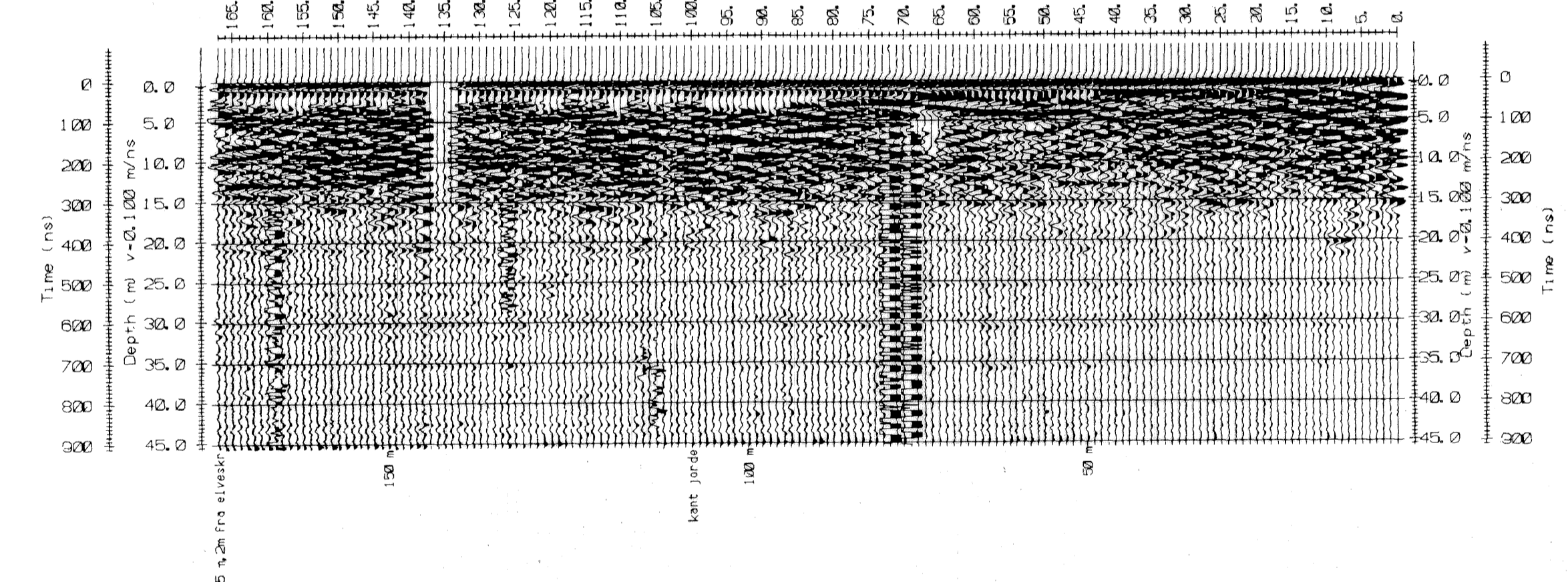
P14



P15



P16

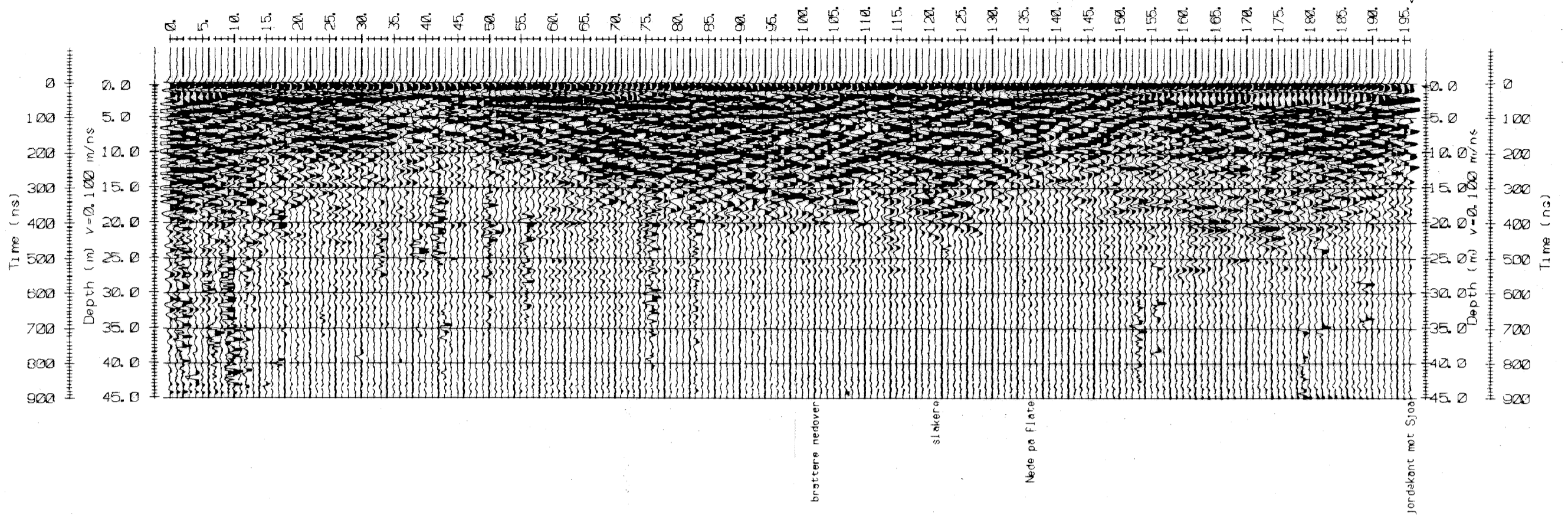


- 6 Borebrønn (Kirkhusmo & Klemetsrud, 1980)
- 13 Sonderboring

NGU/Sel kommune GEORADAROPPTAK, PROFIL 14, 15 OG 16 HEIDAL, SEL SEL KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	Sept. -95
	Kart: 1:5000	TEGN EM	April -96
		TRAC	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 96.057-06	KARTBLAD NR 1718 III, IV	

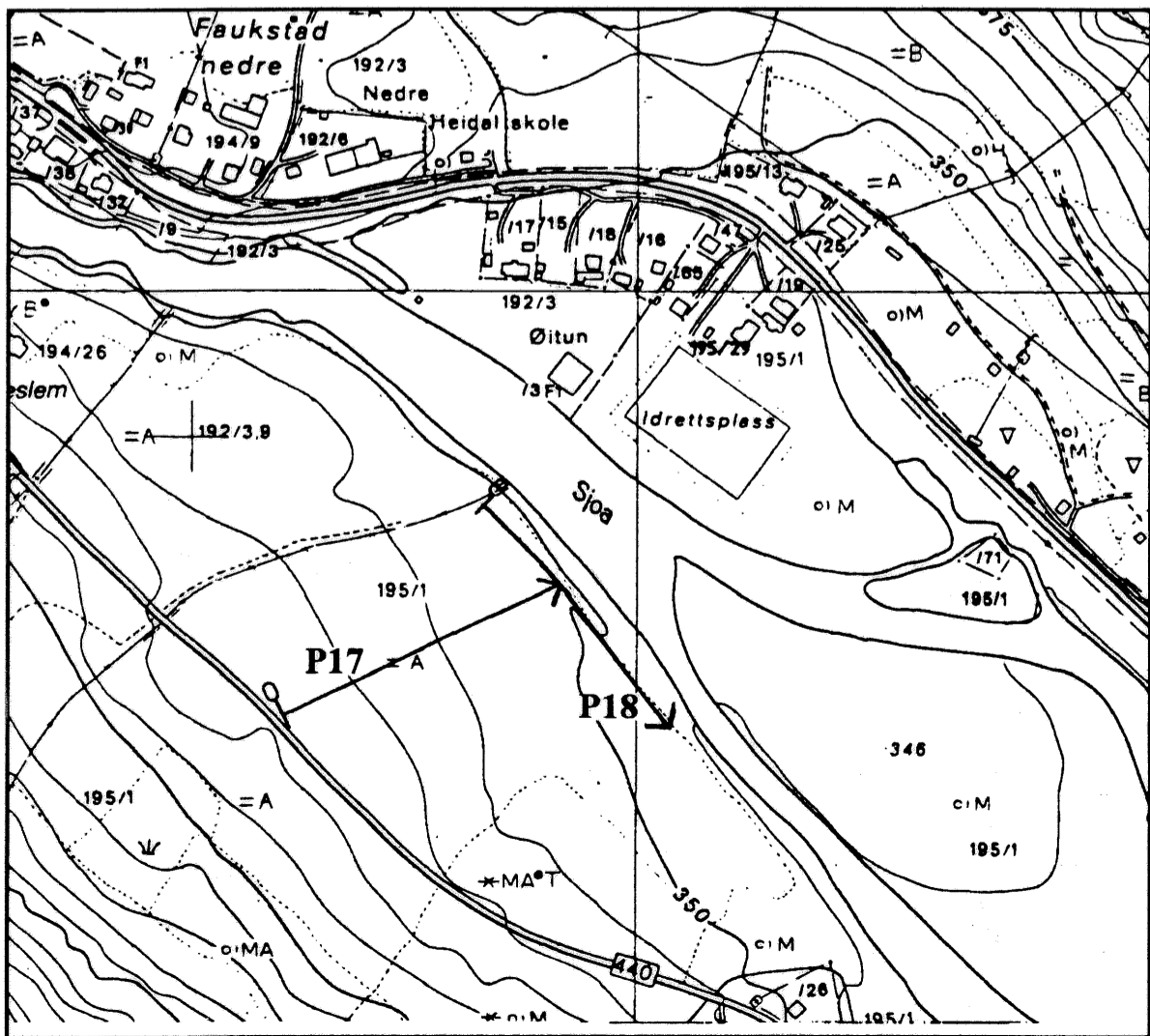
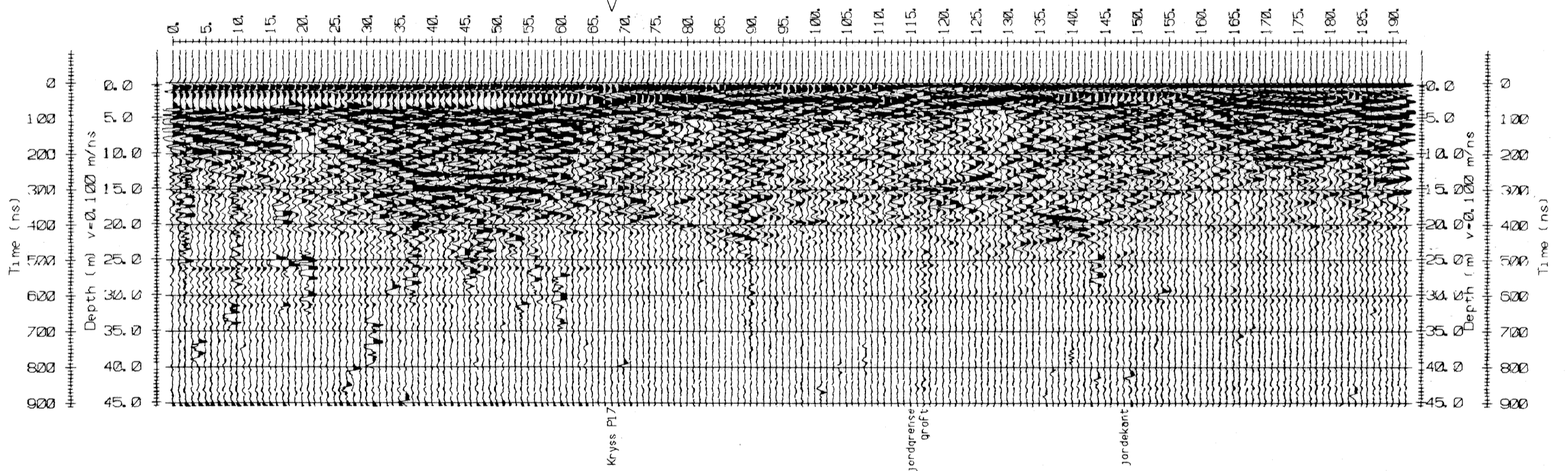
P17

P18



P18

P17



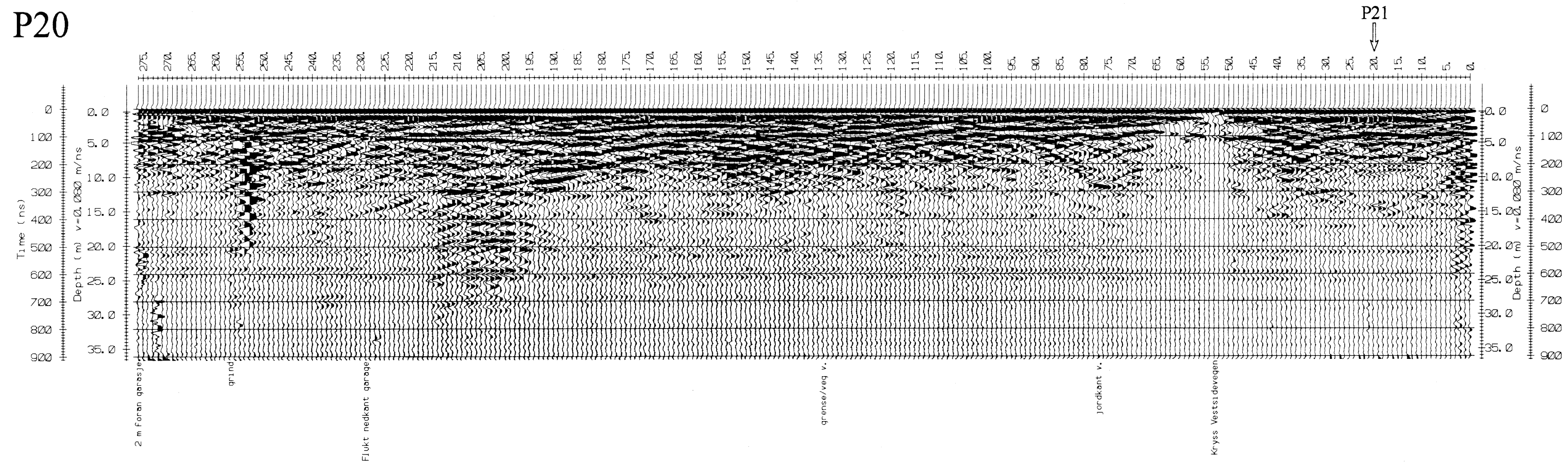
NGU/Sel kommune
 GEORADAROPPTAK, PROFIL 17 OG 18
FAUKSTAD, SEL
 SEL KOMMUNE, OPPLAND

MÅLESTOKK Kart: 1:5000	MÅLT JFT	Sept. -95
	TEGN EM	April -96
	TRAC	
	KFR	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

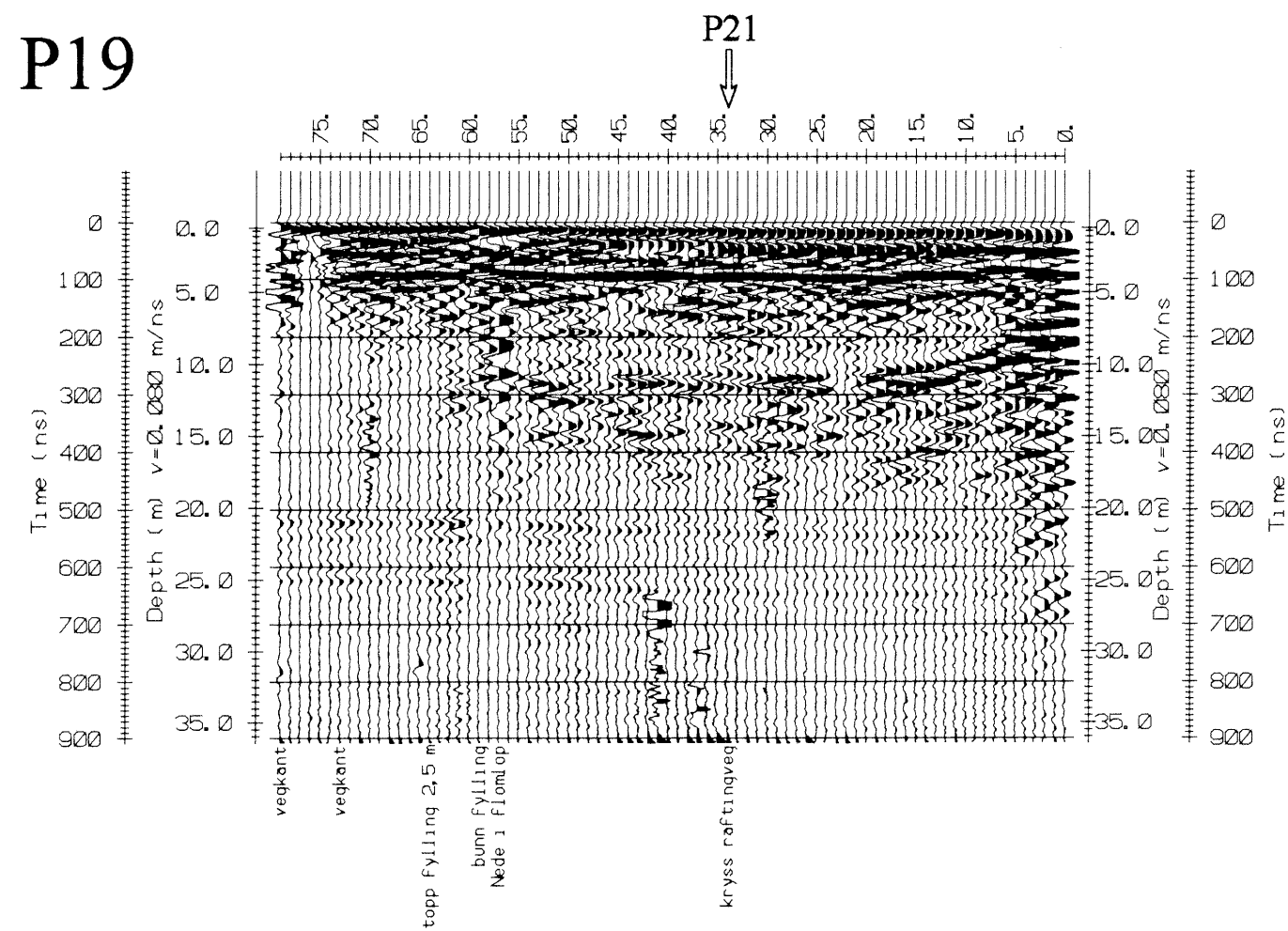
TEGNING NR 96.057-07	KARTBLAD NR 1718 III
-------------------------	-------------------------

P20

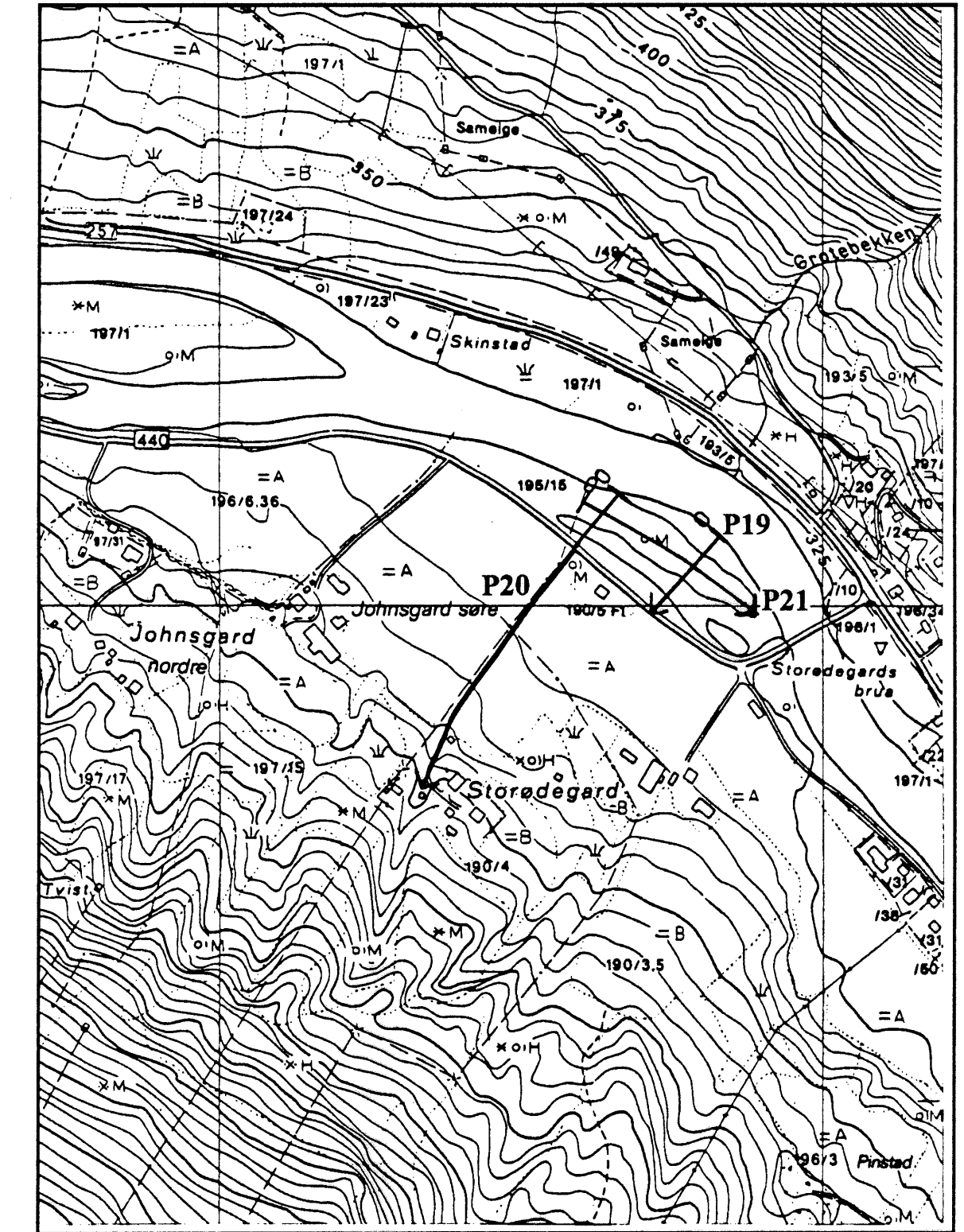
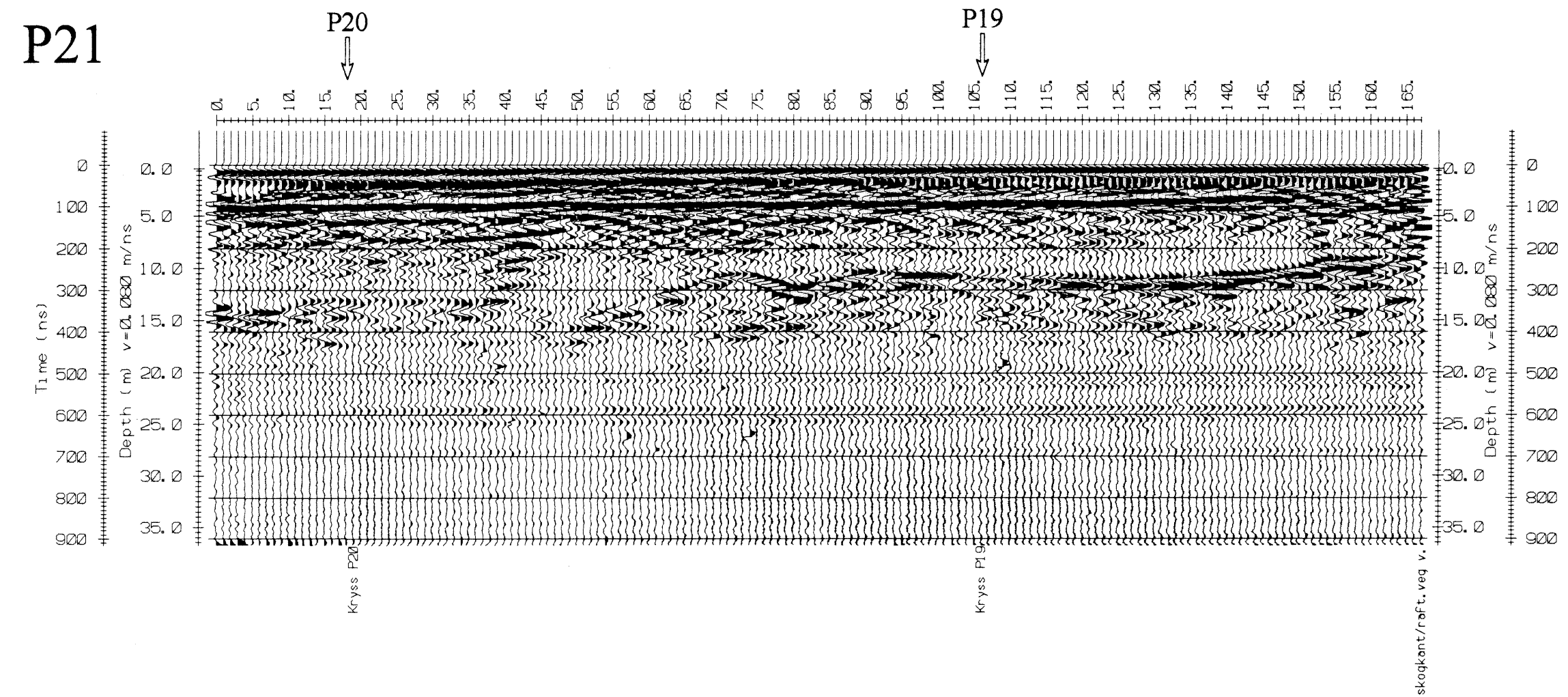


P21

P19



P21



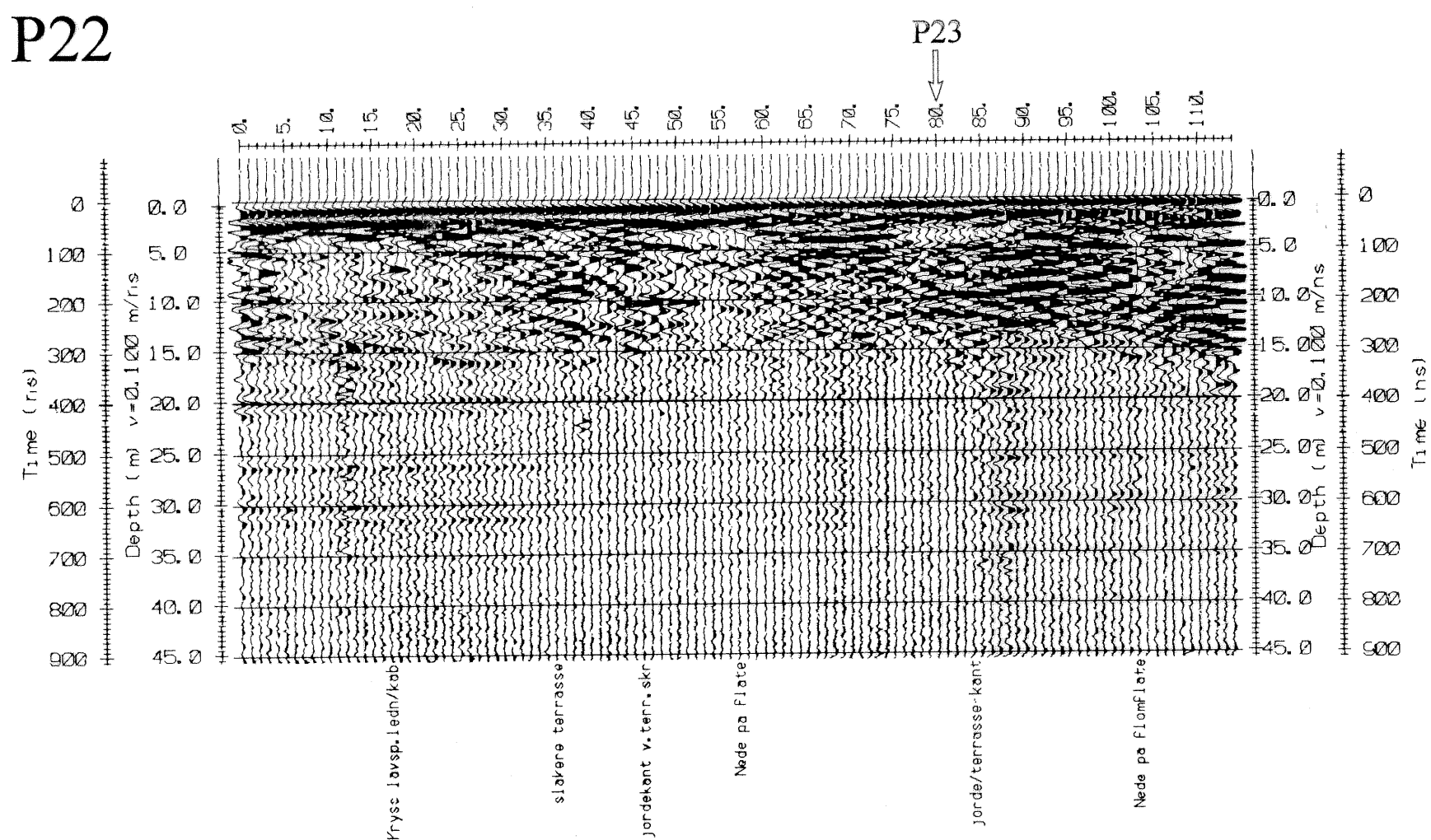
NGU/Sel kommune
 GEORADAROPPTAK, PROFIL P19, P20 OG P21
STORØDEGARD, SEL
 SEL KOMMUNE, OPPLAND

MÅLESTOKK Kart: 1:5000	MÅLT JFT	Sept. -95
	TEGN EM	April -96
	TRAC	
	KFR	

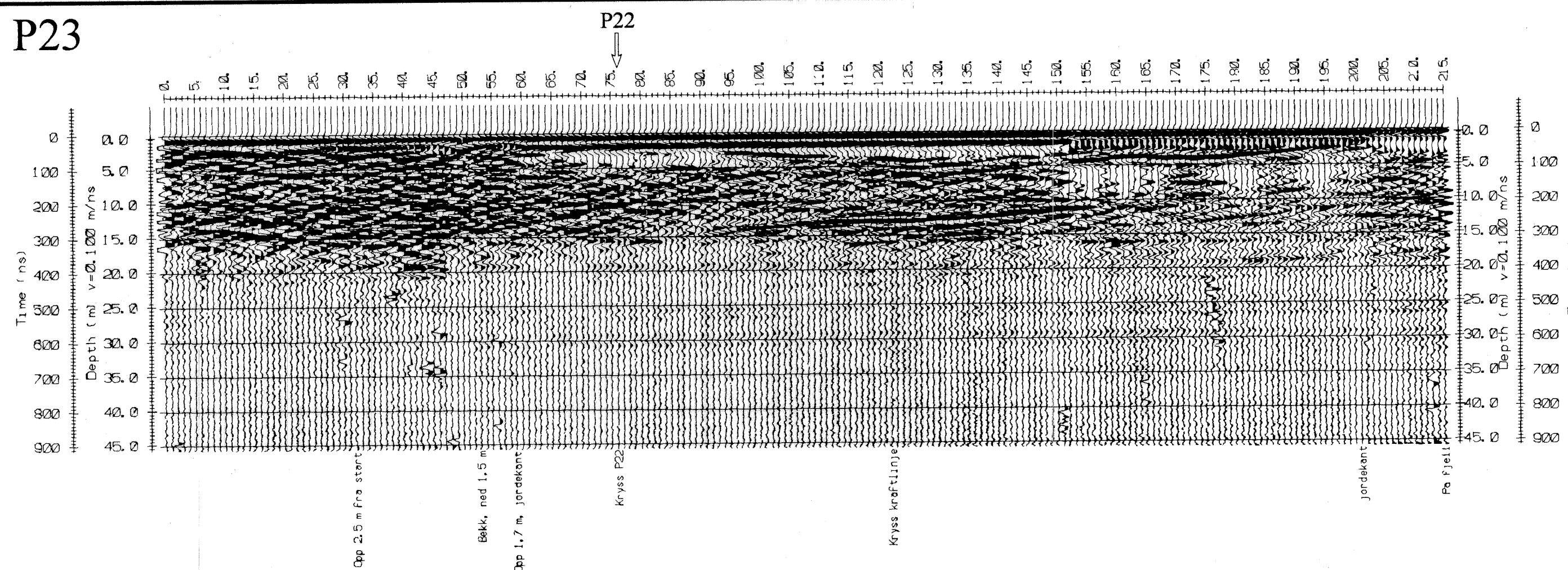
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR 96.057-08	KARTBLAD NR 1718 III
-------------------------	-------------------------

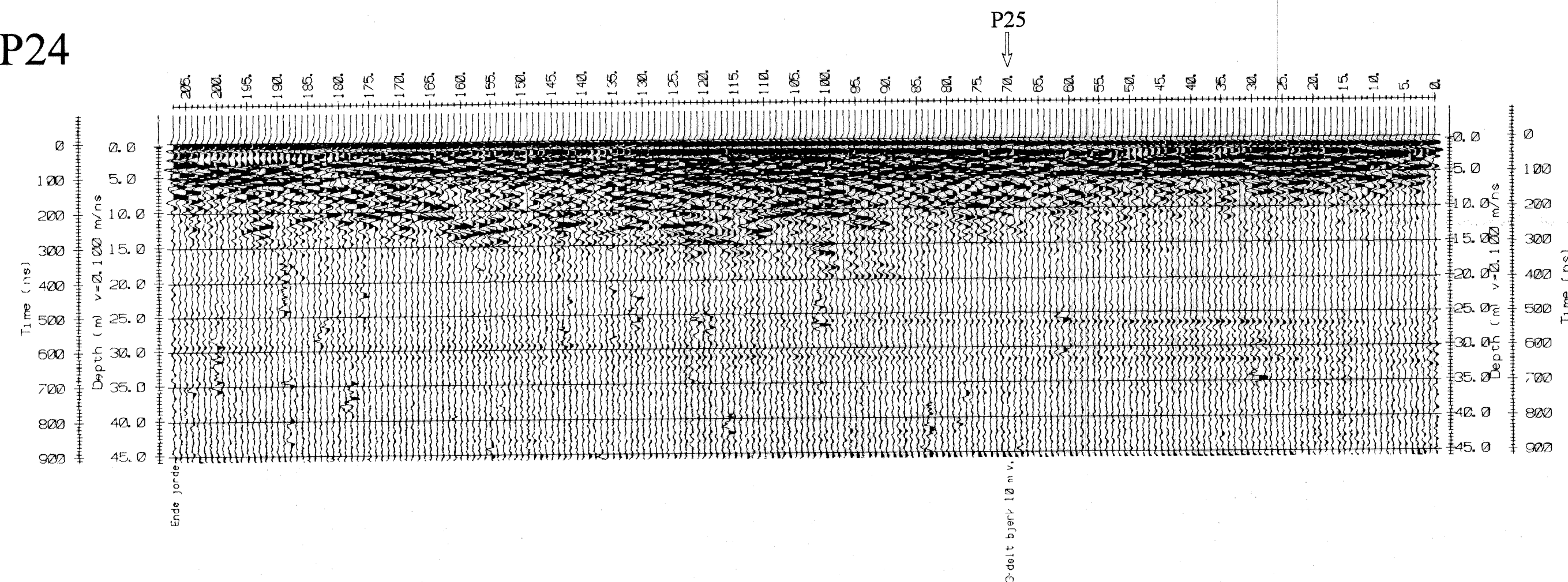
P22



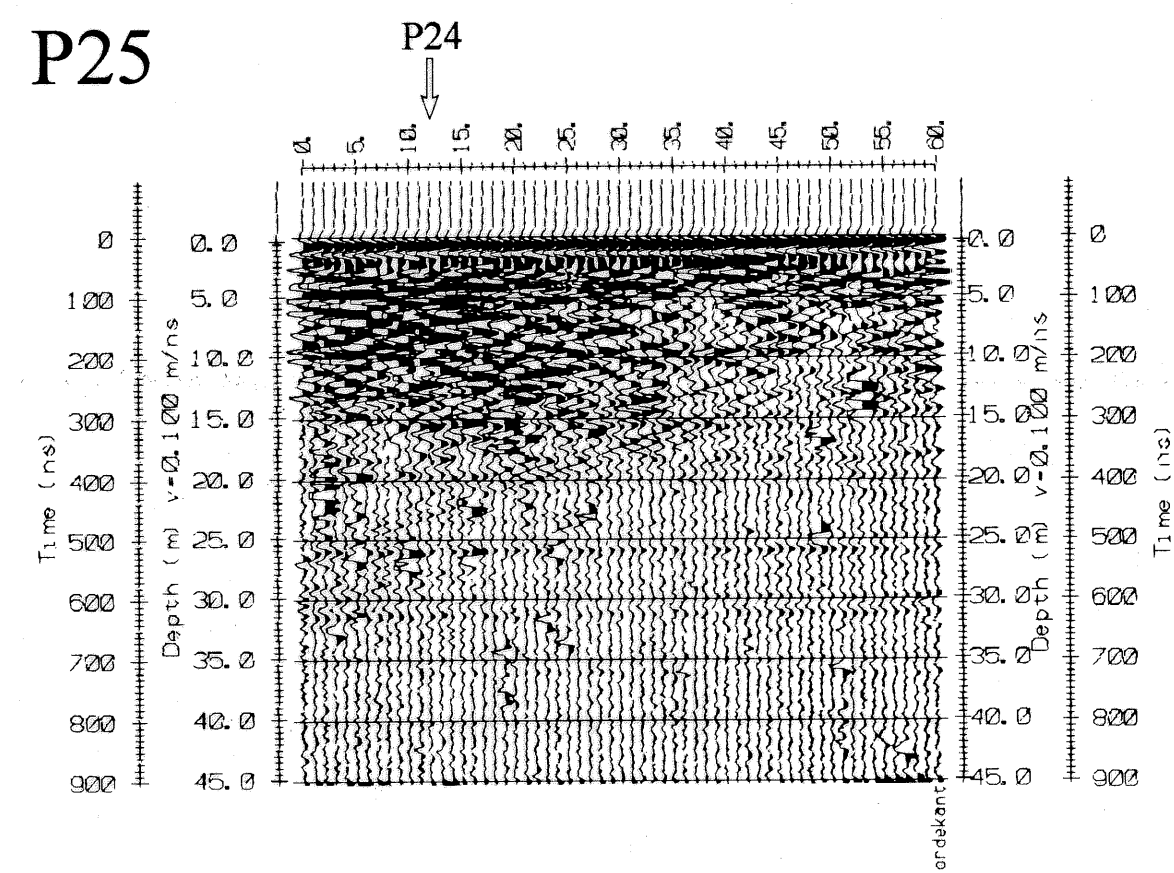
P23



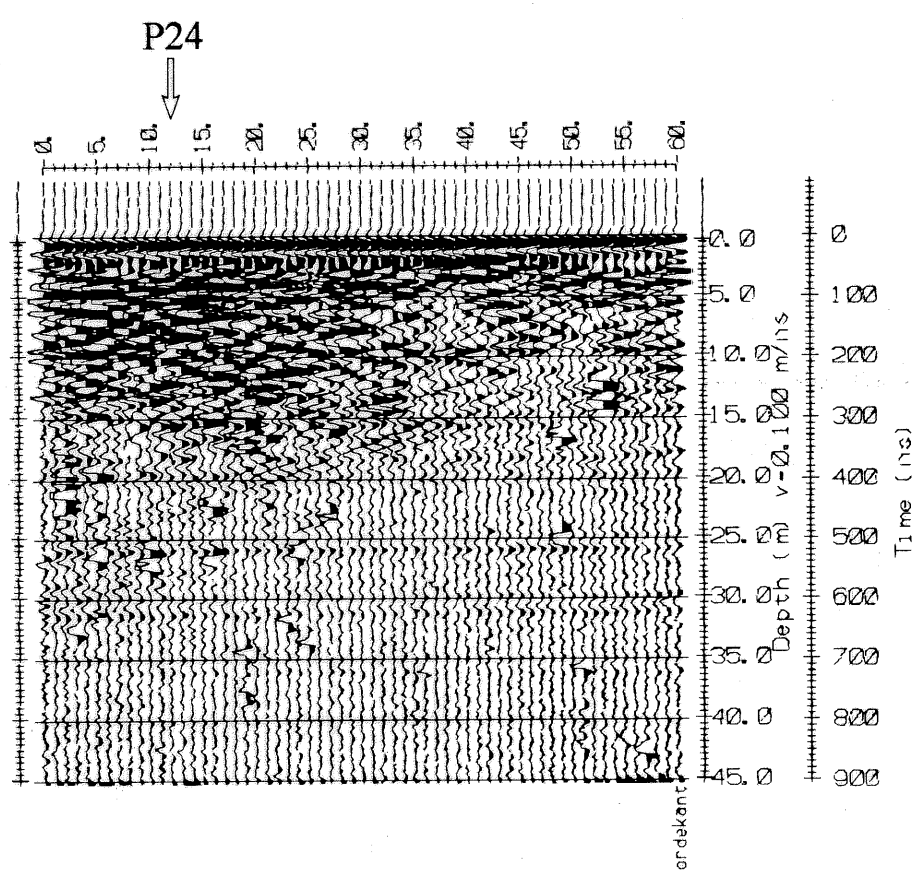
P24



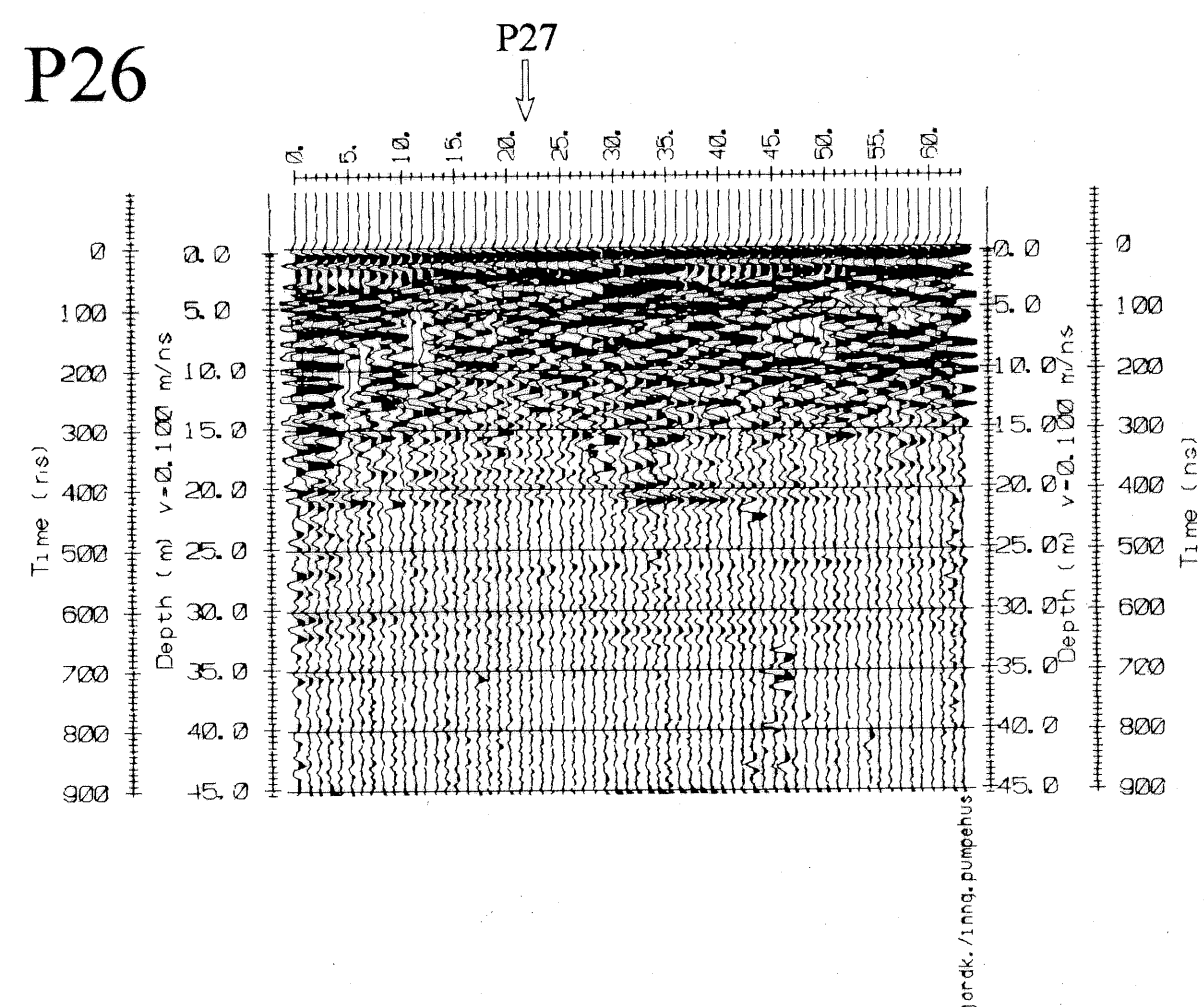
P25



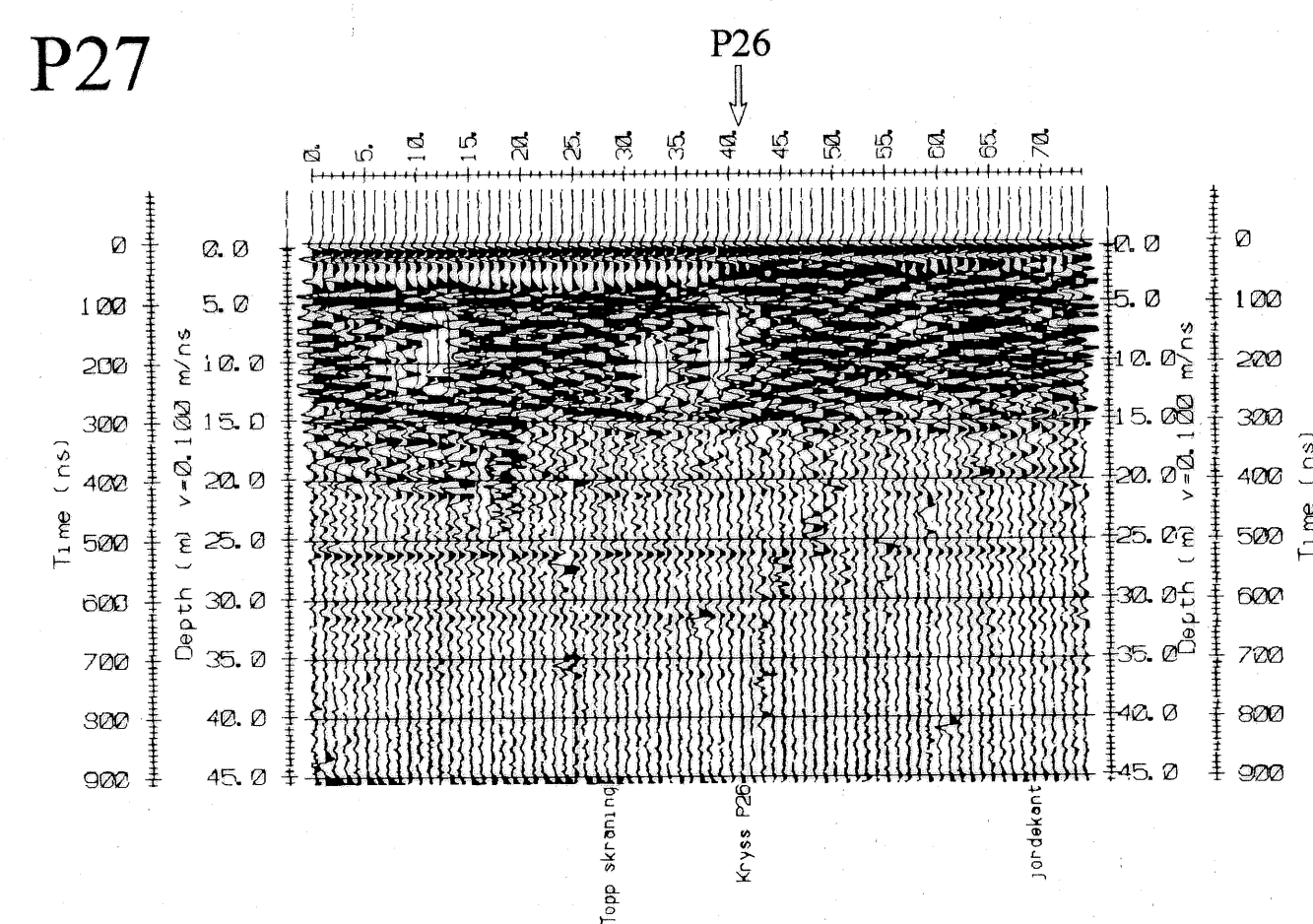
P24



P26

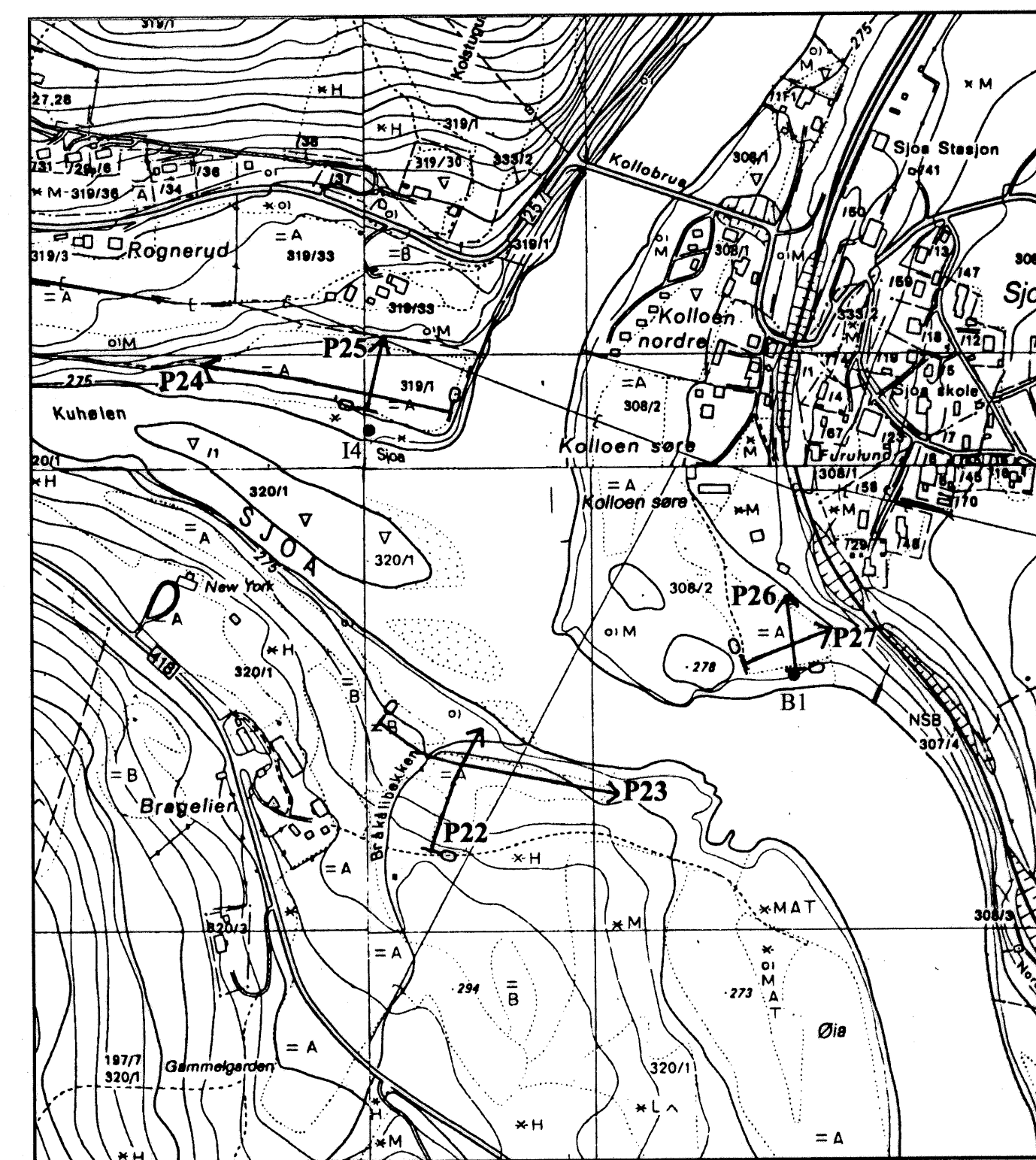


P27



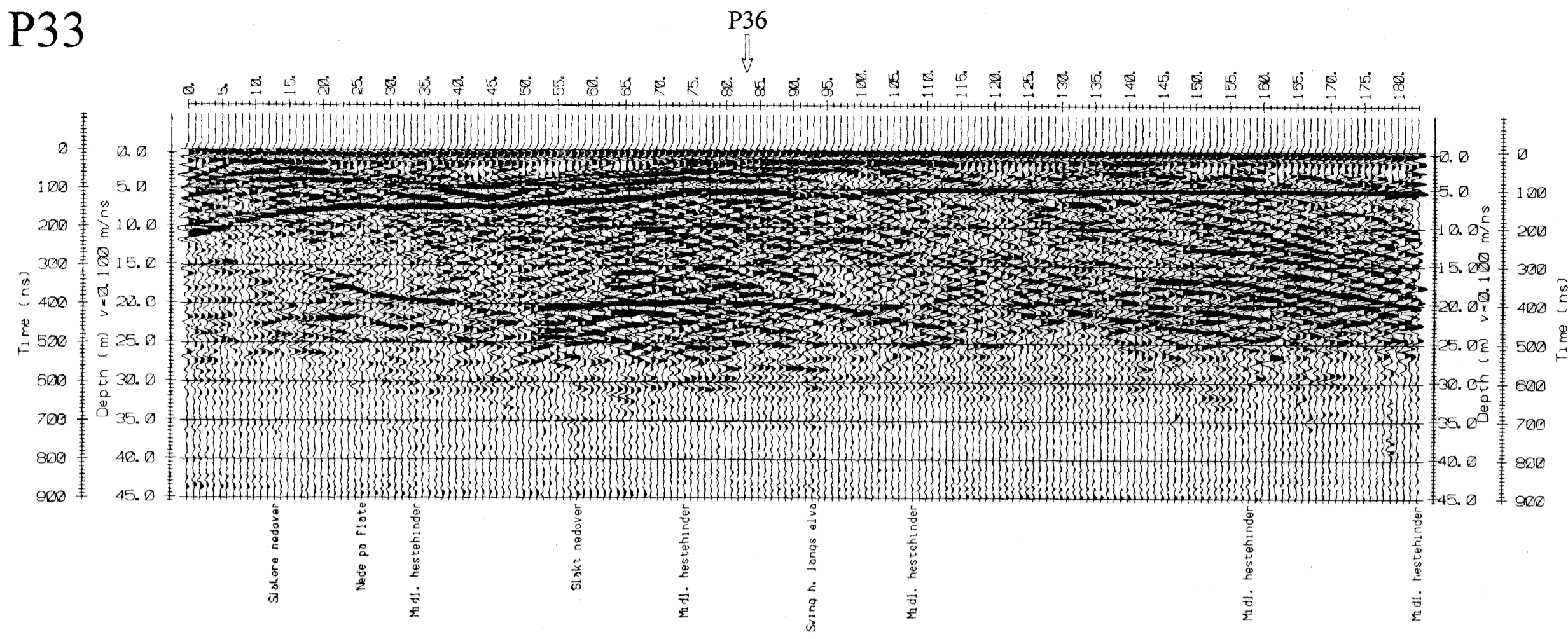
P26

- 14 Sonderboring
- Brønn
- B1

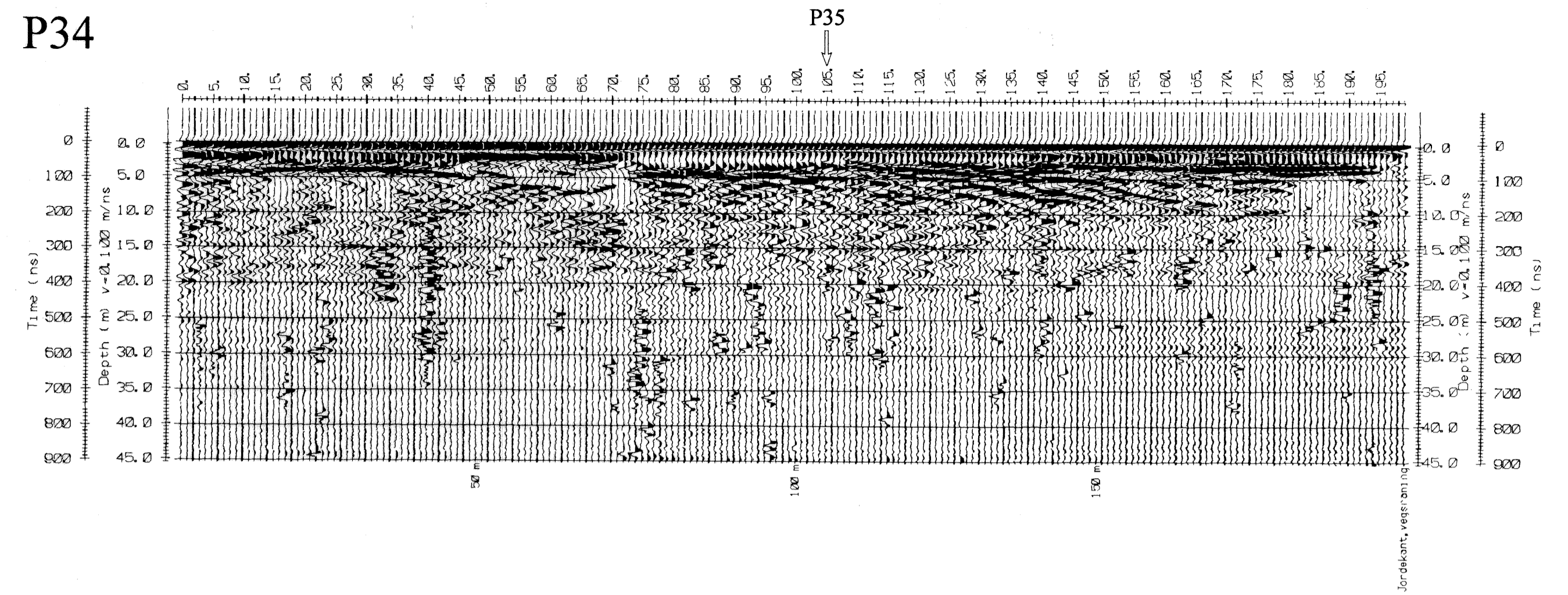


NGU/Sel kommune GEORADAROPPTAK, PROFIL 22, 23, 24, 25, 26, 27 SJOA, SEL SEL KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK Kart: 1:5000	MÅLT JFT TEGN EM TRAC KFR	Sept. -95 April -96
	NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 96.057-09	KARTBLAD NR 1718 III

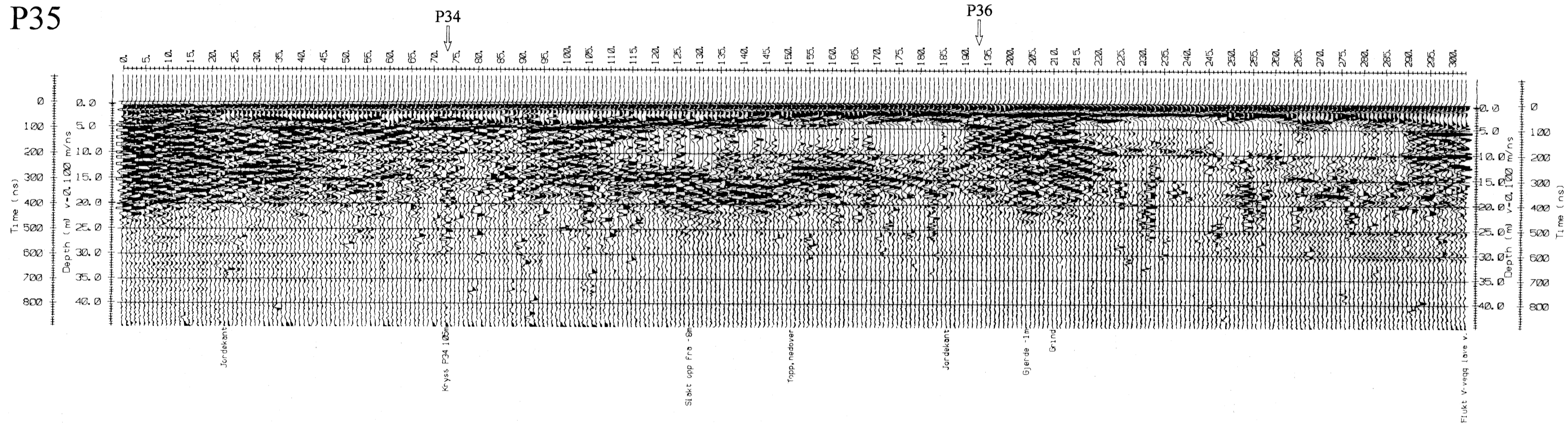
P33



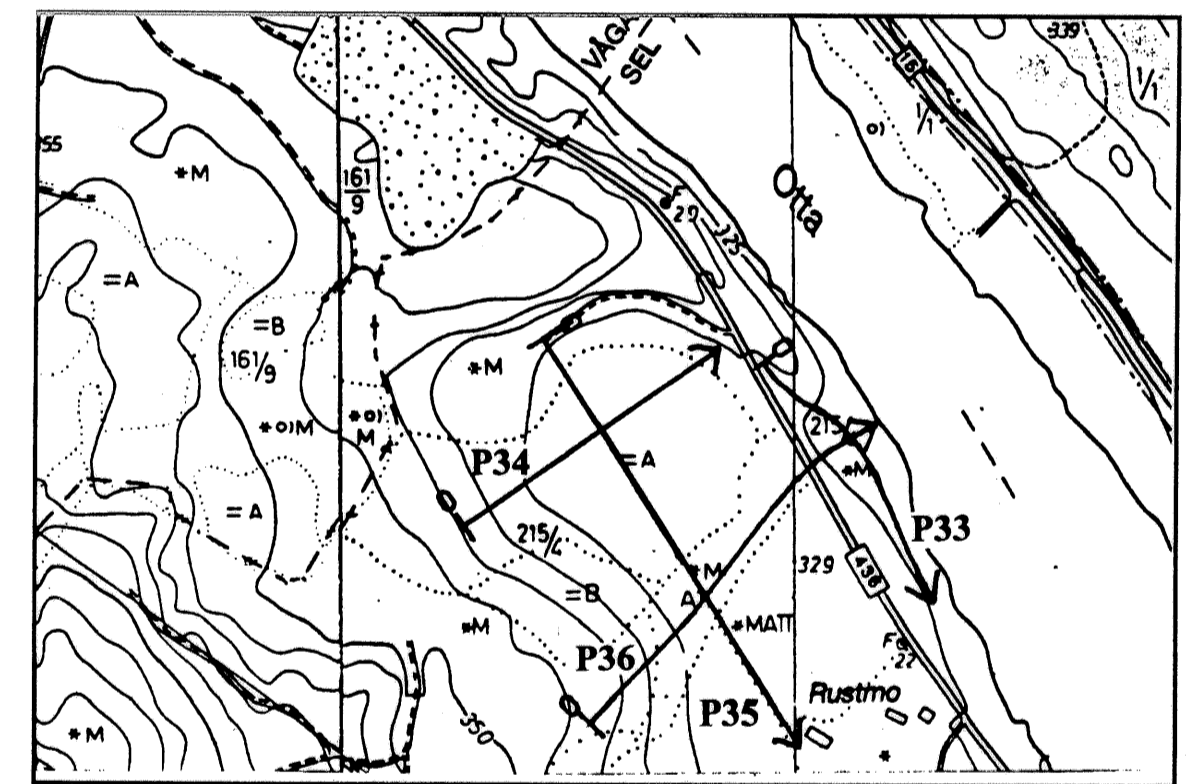
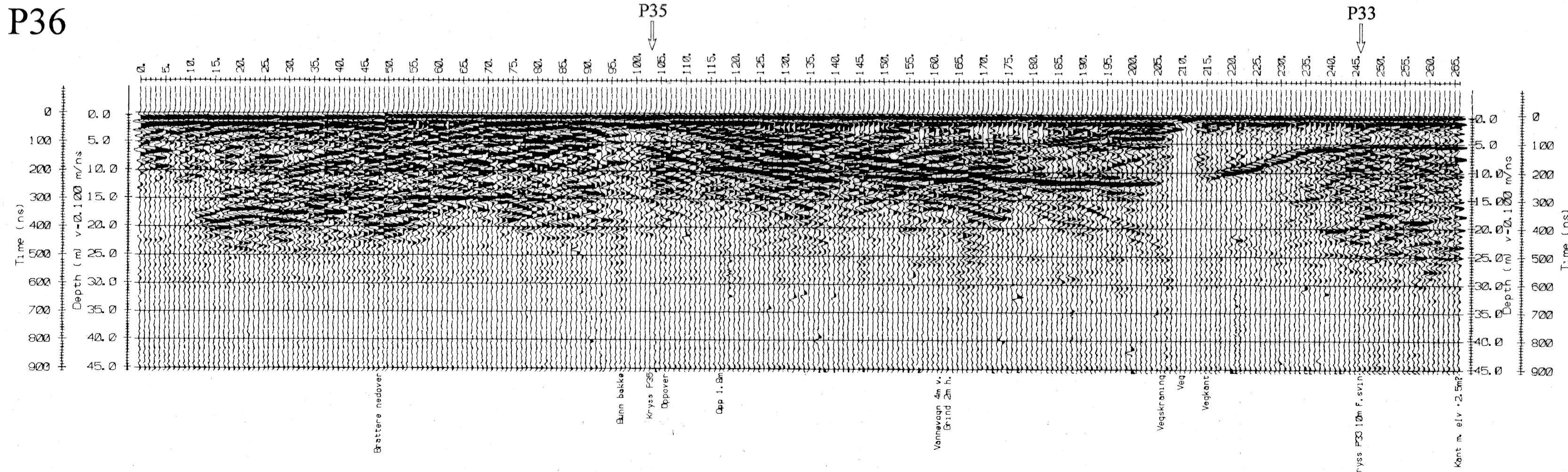
P34



P35

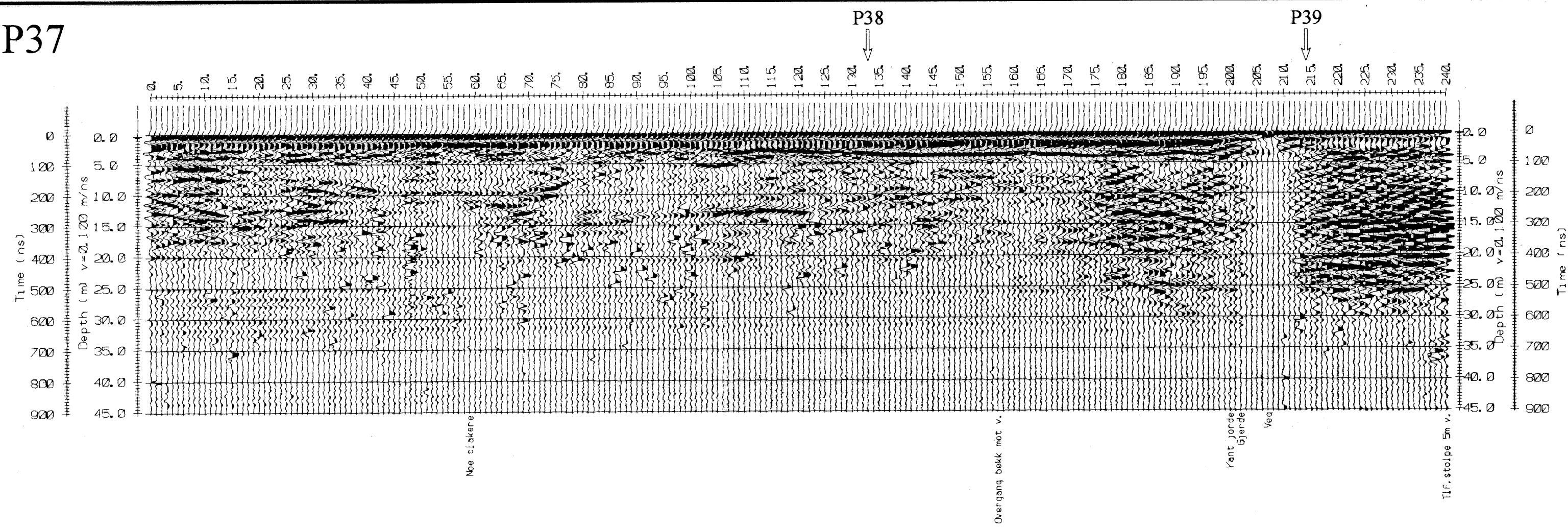


P36

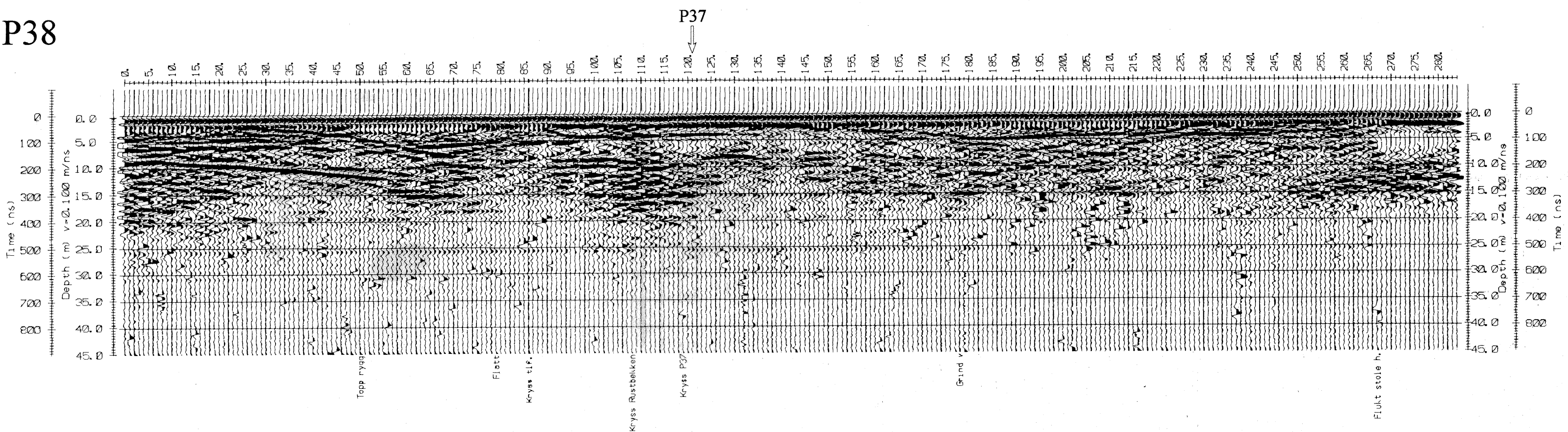


NGU/Sel kommune GEORADAROPPTAK, PROFIL 33, 34, 35 OG 36 RUSTMOEN, SEL SEL KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	Sept. -95
	Kart: 1:5000	TEGN EM	April -96
		TRAC	
	KFR		
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 96.057-10	KARTBLAD NR 1718 IV	

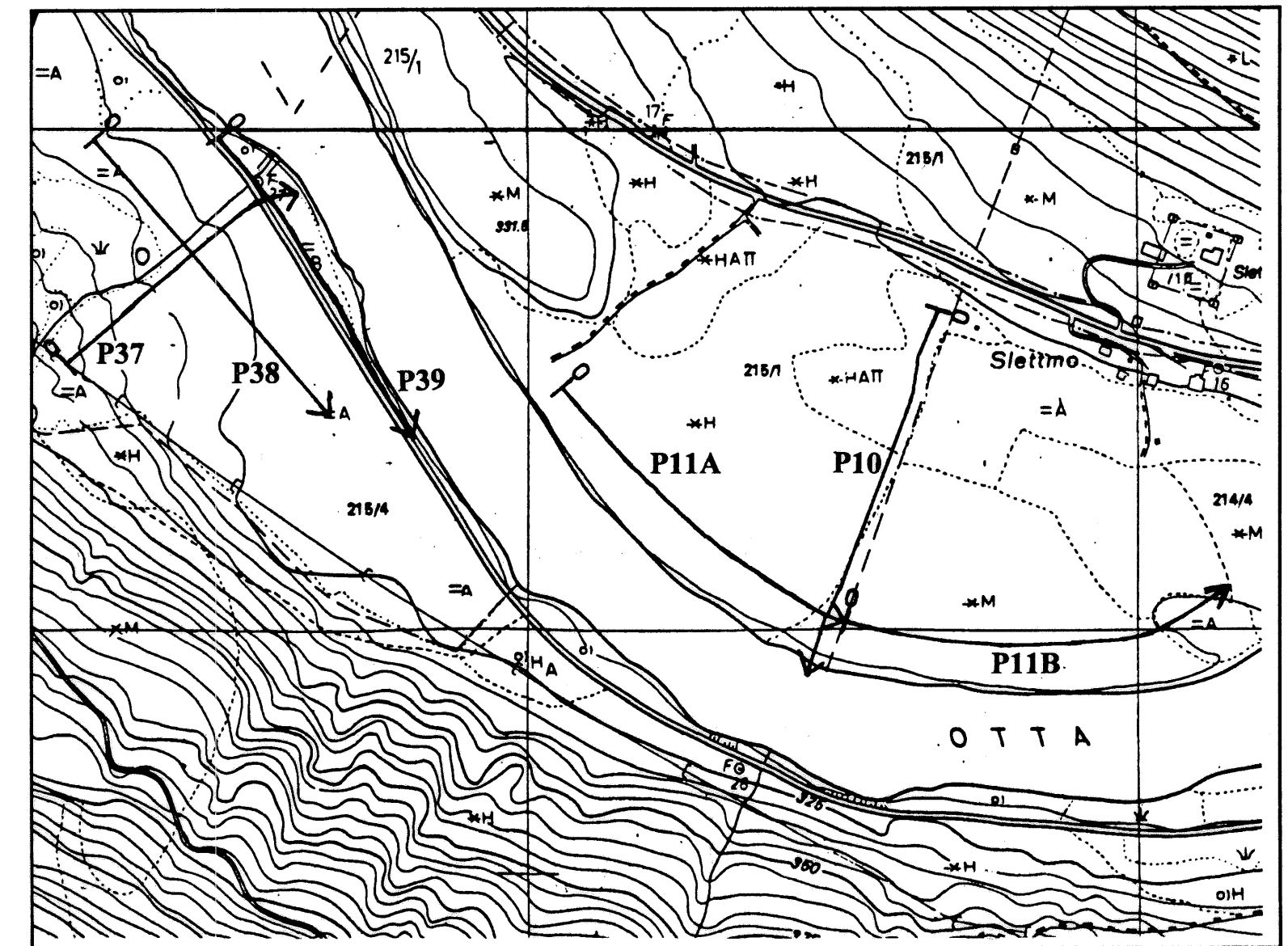
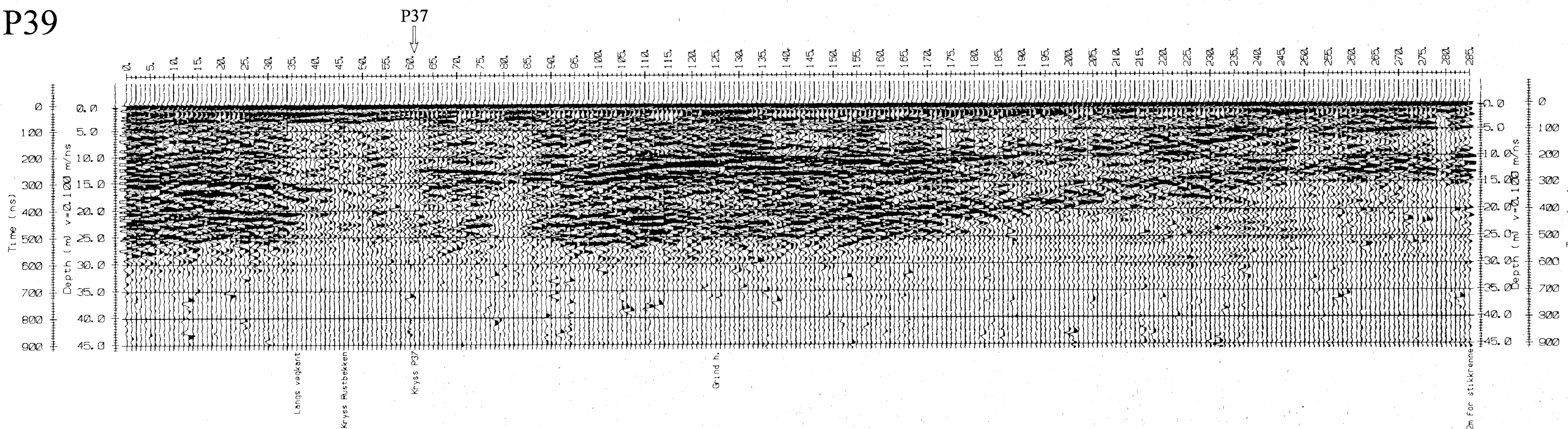
P37



P38



P39

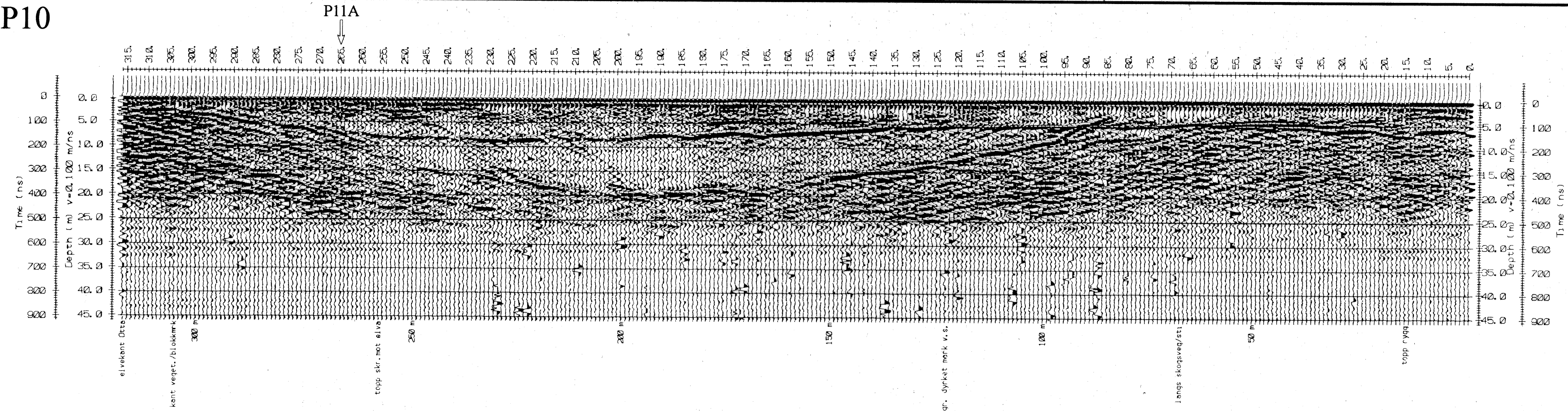


NGU/Sel kommune
 GEORADAROPPTAK, PROFIL 37, 38 OG 39
SLETTMOEN, SEL
 SEL KOMMUNE, OPPLAND

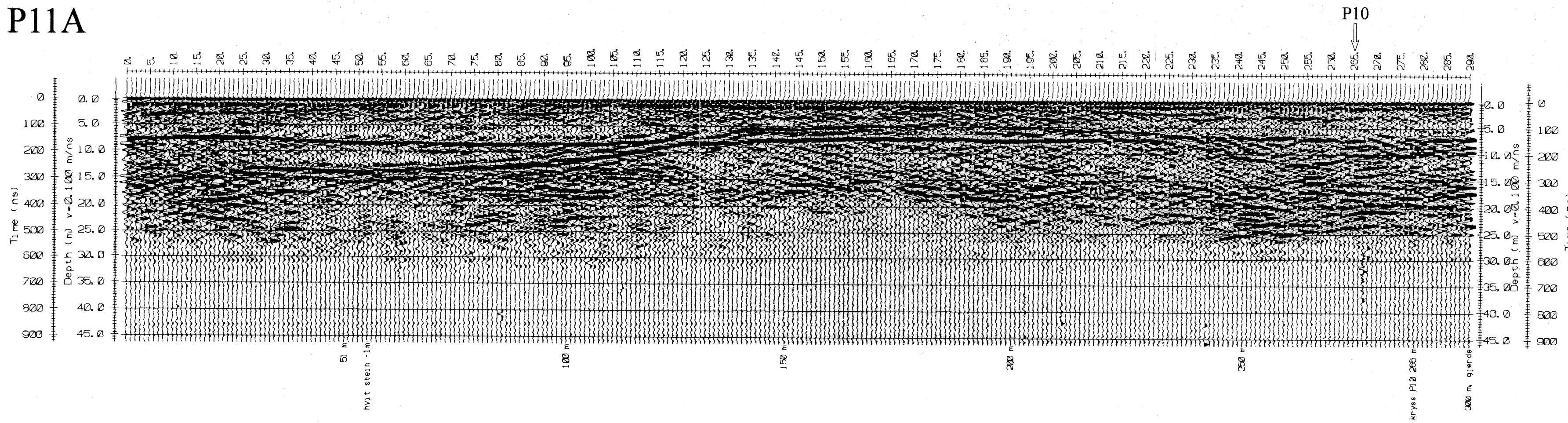
MÅLESTOKK	MÅLT JFT	Sept. -95
Kart: 1:5000	TEGN EM	April -96
	TRAC	
	KFR	
TEGNING NR 96.057-11	KARTBLAD NR 1718 IV	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

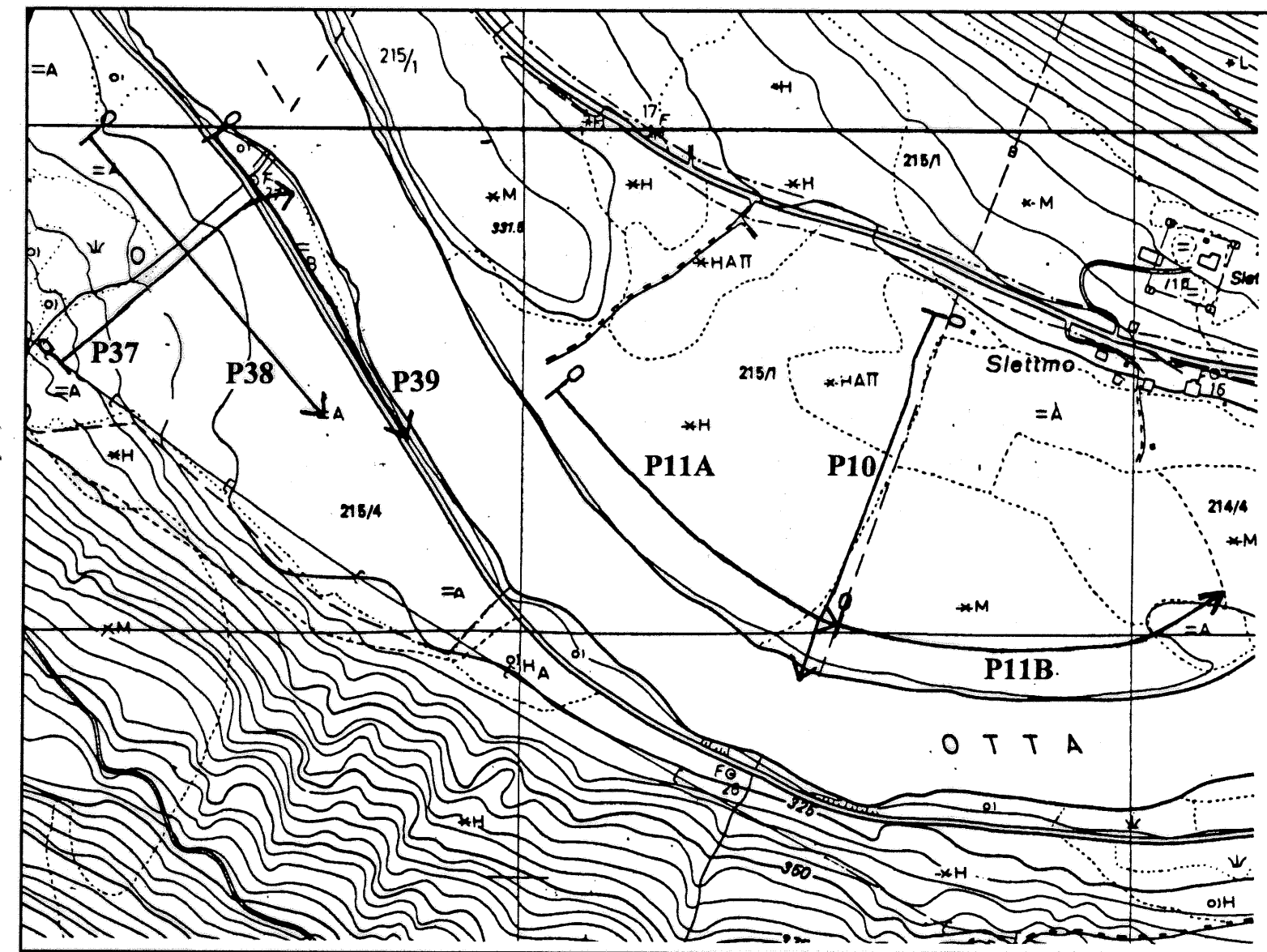
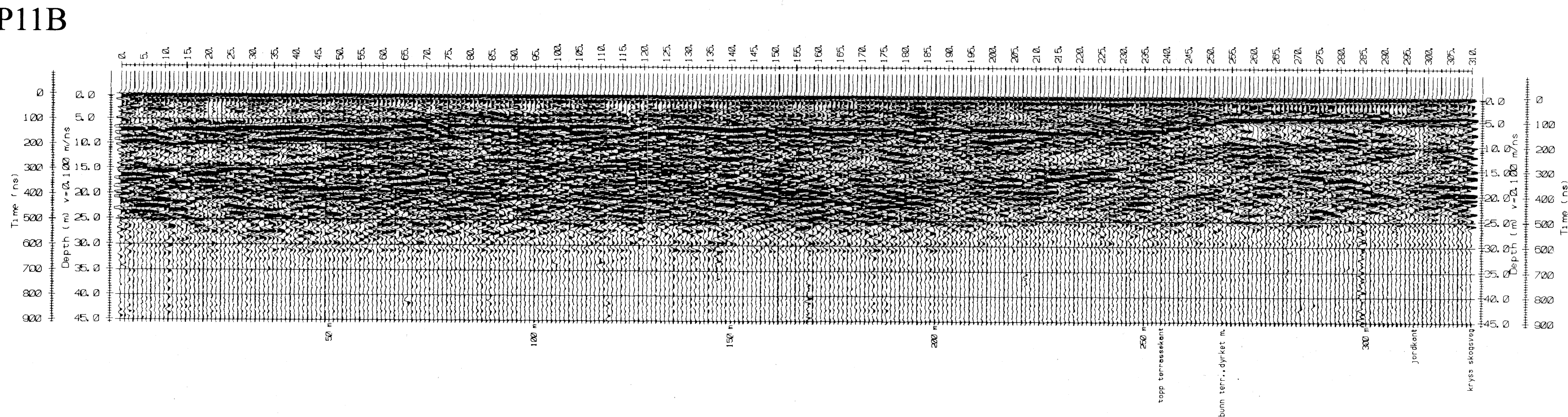
P10



P11A

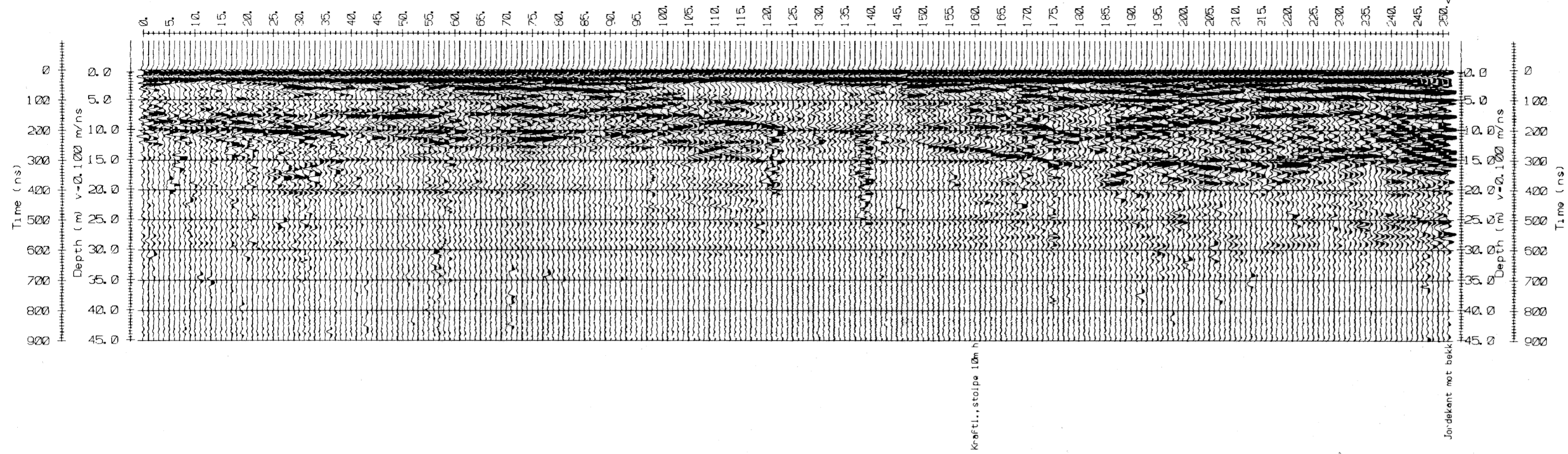


P11B

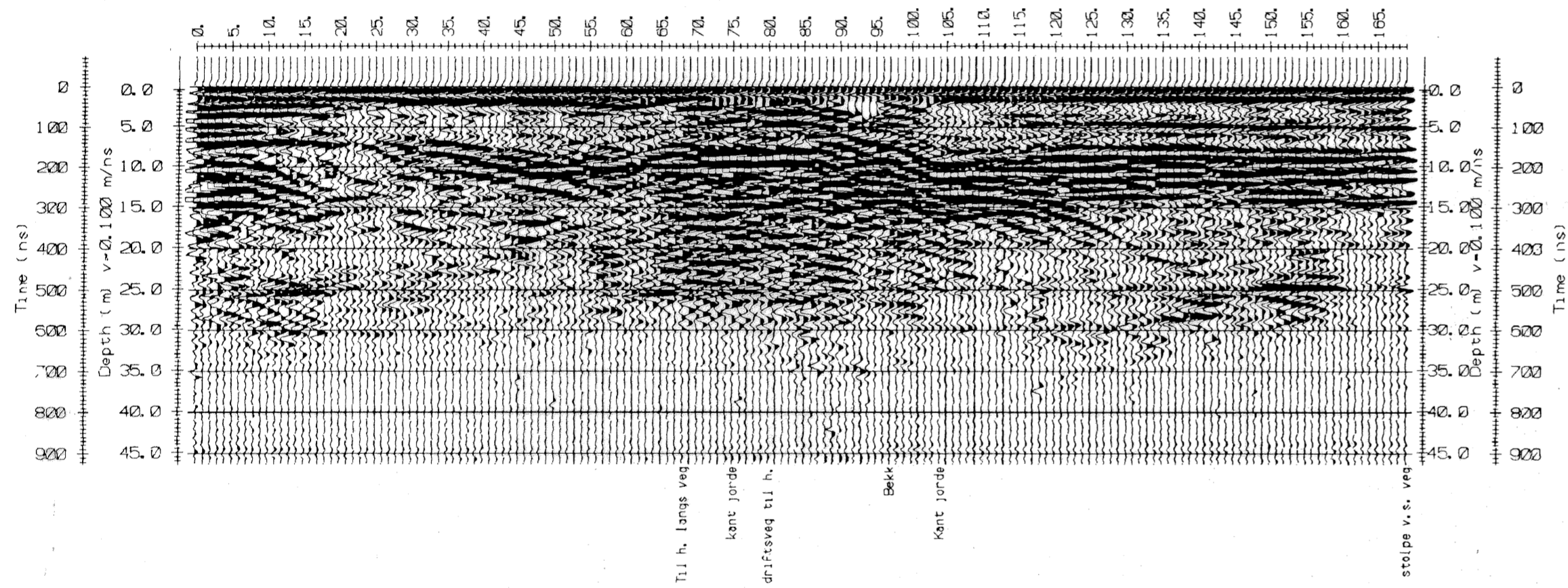


NGU/Sel kommune GEORADAROPPTAK, PROFIL 10, 11A OG 11B SLETTMOEN, SEL SEL KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	Sept. -95
	Kart: 1:5000	TEGN EM	April -96
		TRAC	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR	KARTBLAD NR	
	96.057-12	1718 IV	

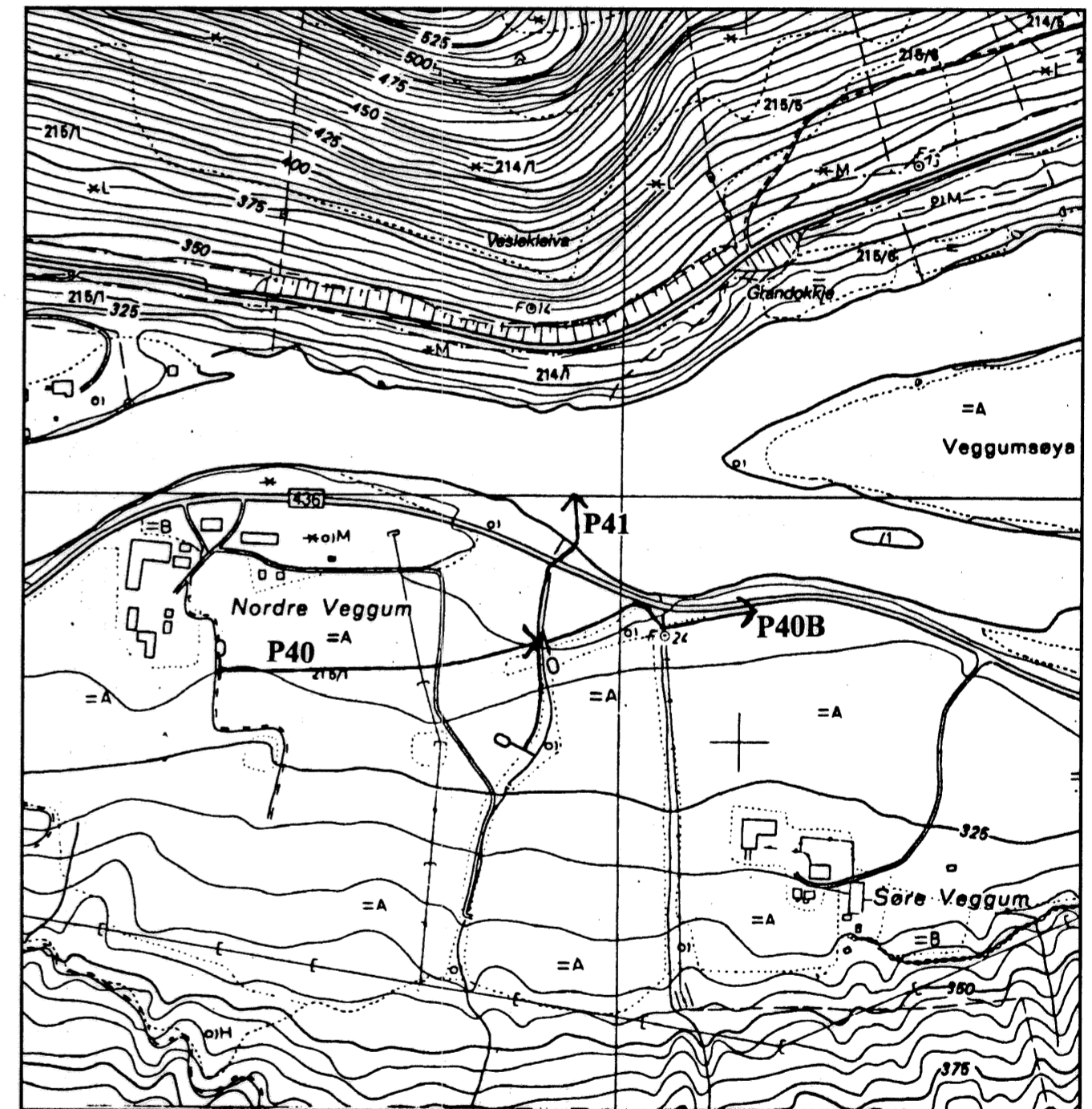
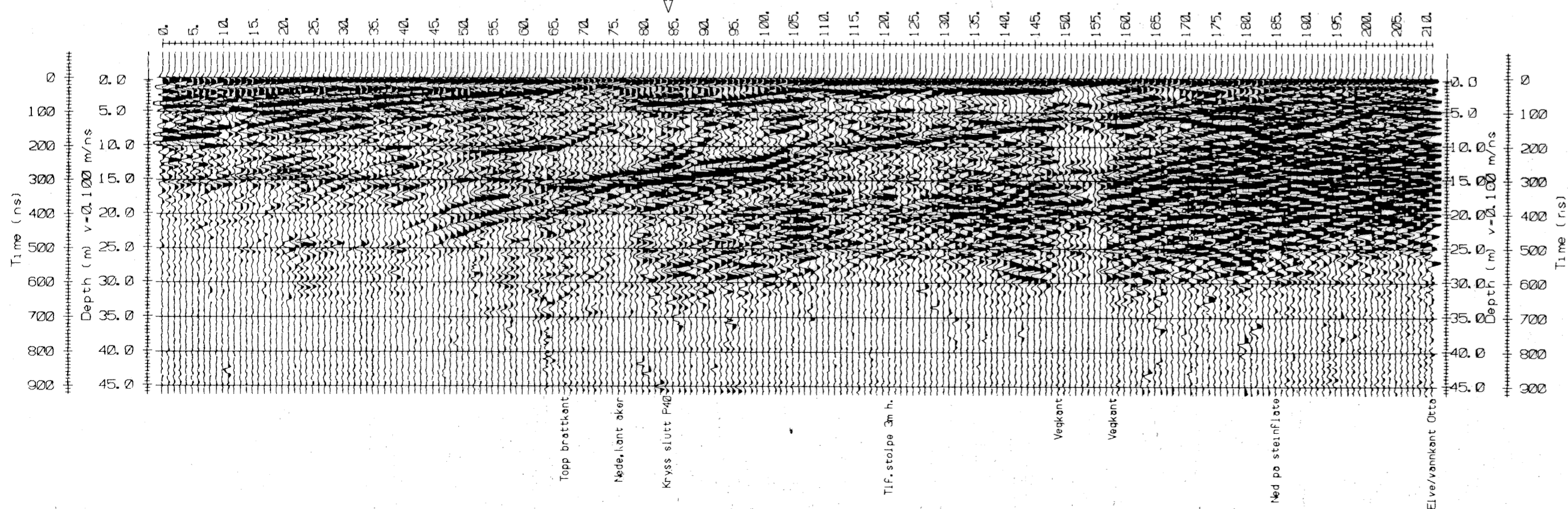
P40



P40b

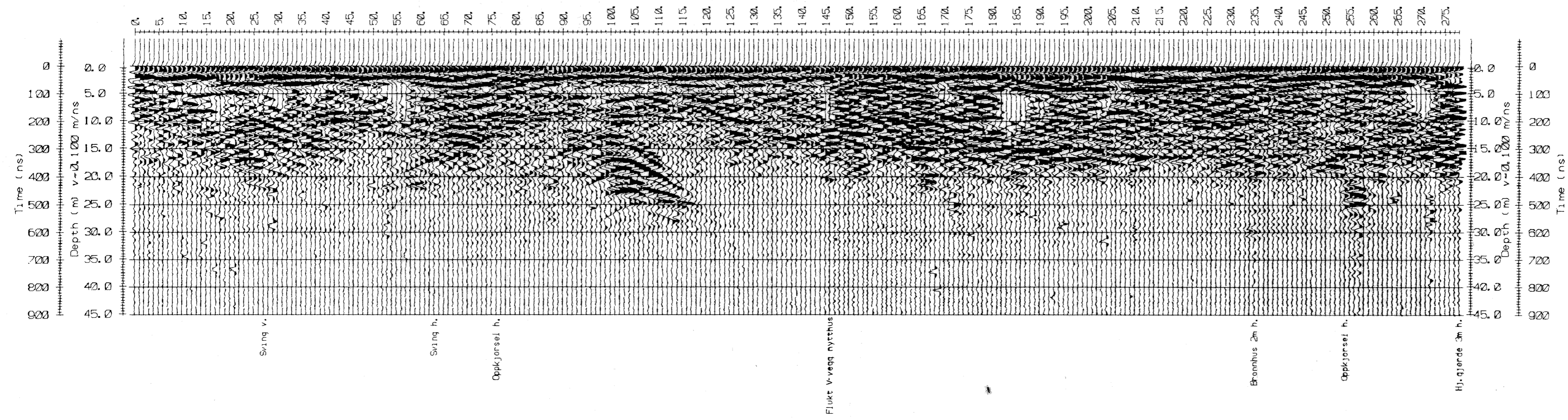


P41

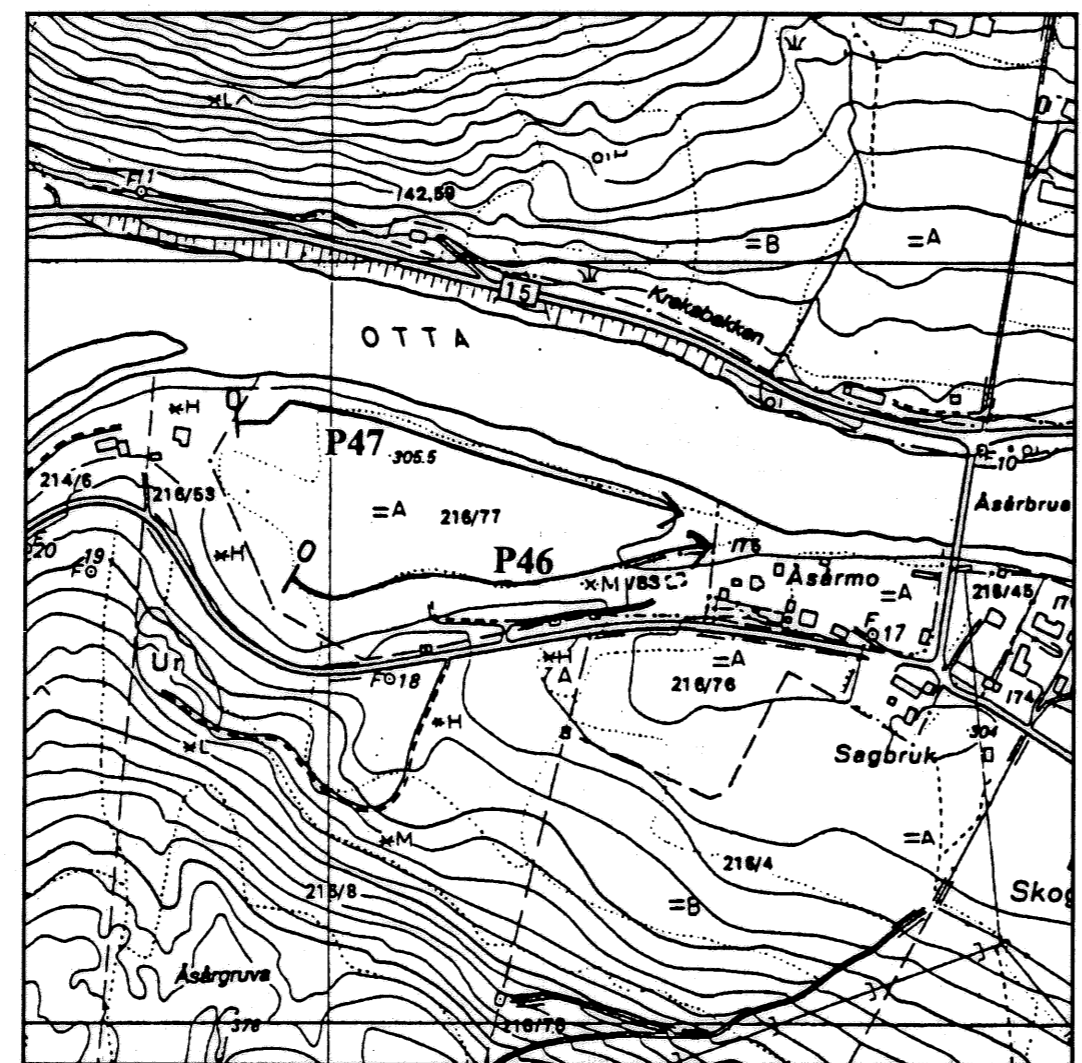
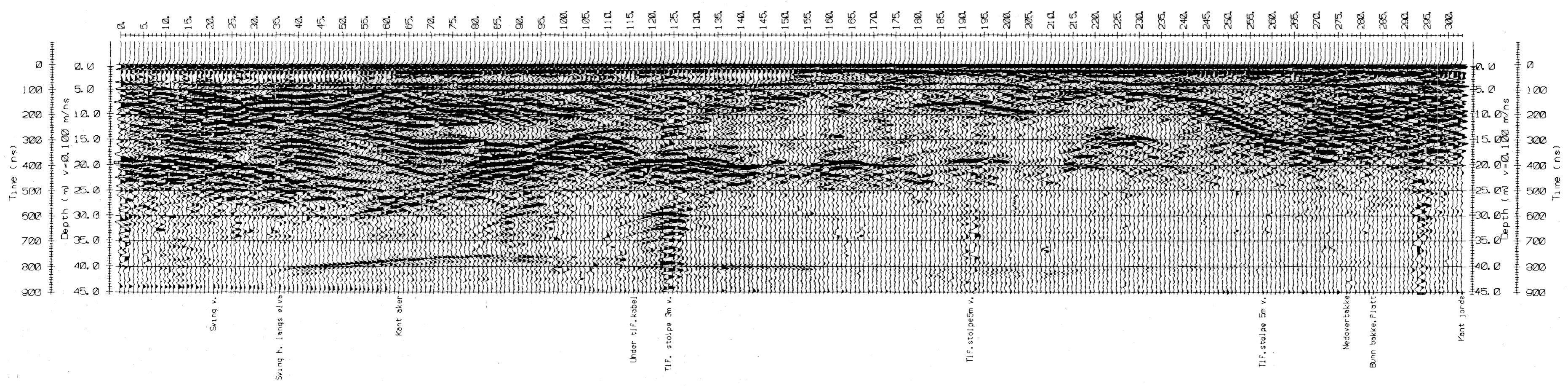


NGU/Sel kommune GEORADAROPPTAK, PROFIL 40, 40b OG 41 VEGEM, SEL SEL KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK Kart: 1:5000	MÅLT JFT TEGN EM TRAC KFR	Sept. -95 April -96
	NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 96.057-13	KARTBLAD NR 1718 IV

P46

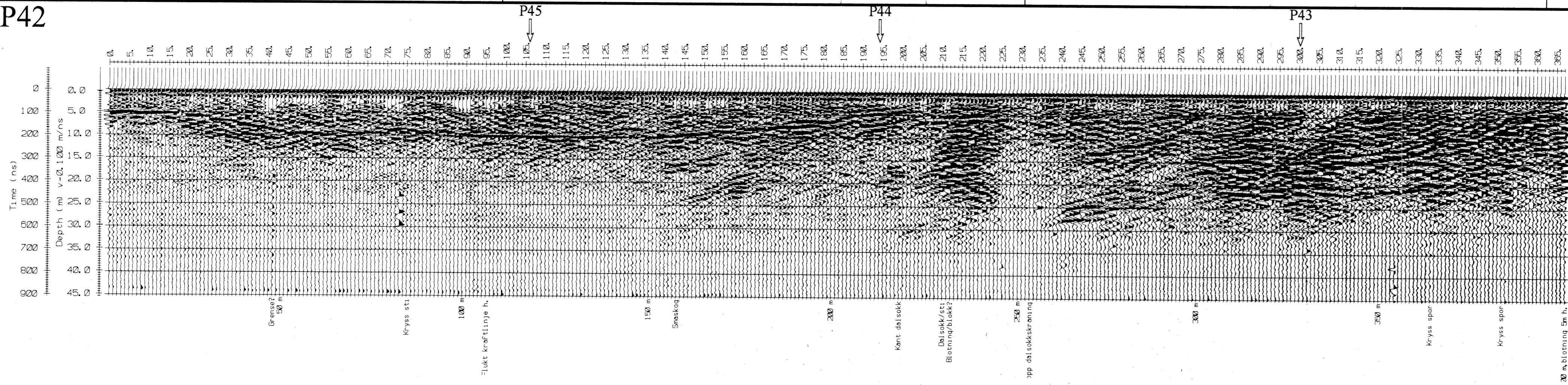


P47

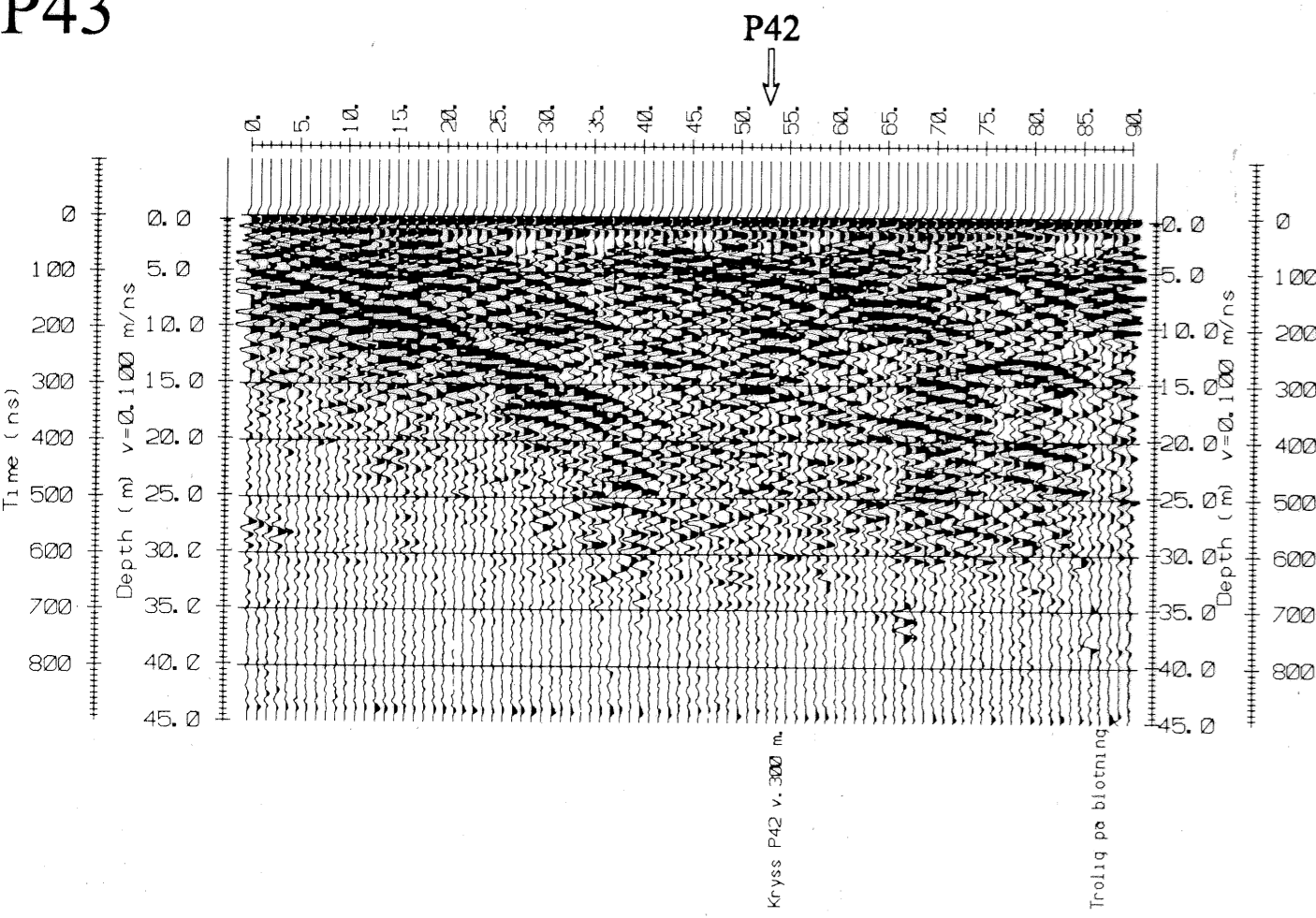


NGU/Sel kommune GEORADAROPPTAK, PROFIL 46 OG 47 ÅSÅREN, SEL SEL KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	Sept. -95
	Kart: 1:5000	TEGN EM	April -96
		TRAC	
	KFR		
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 96.057-14	KARTBLAD NR 1718 IV	

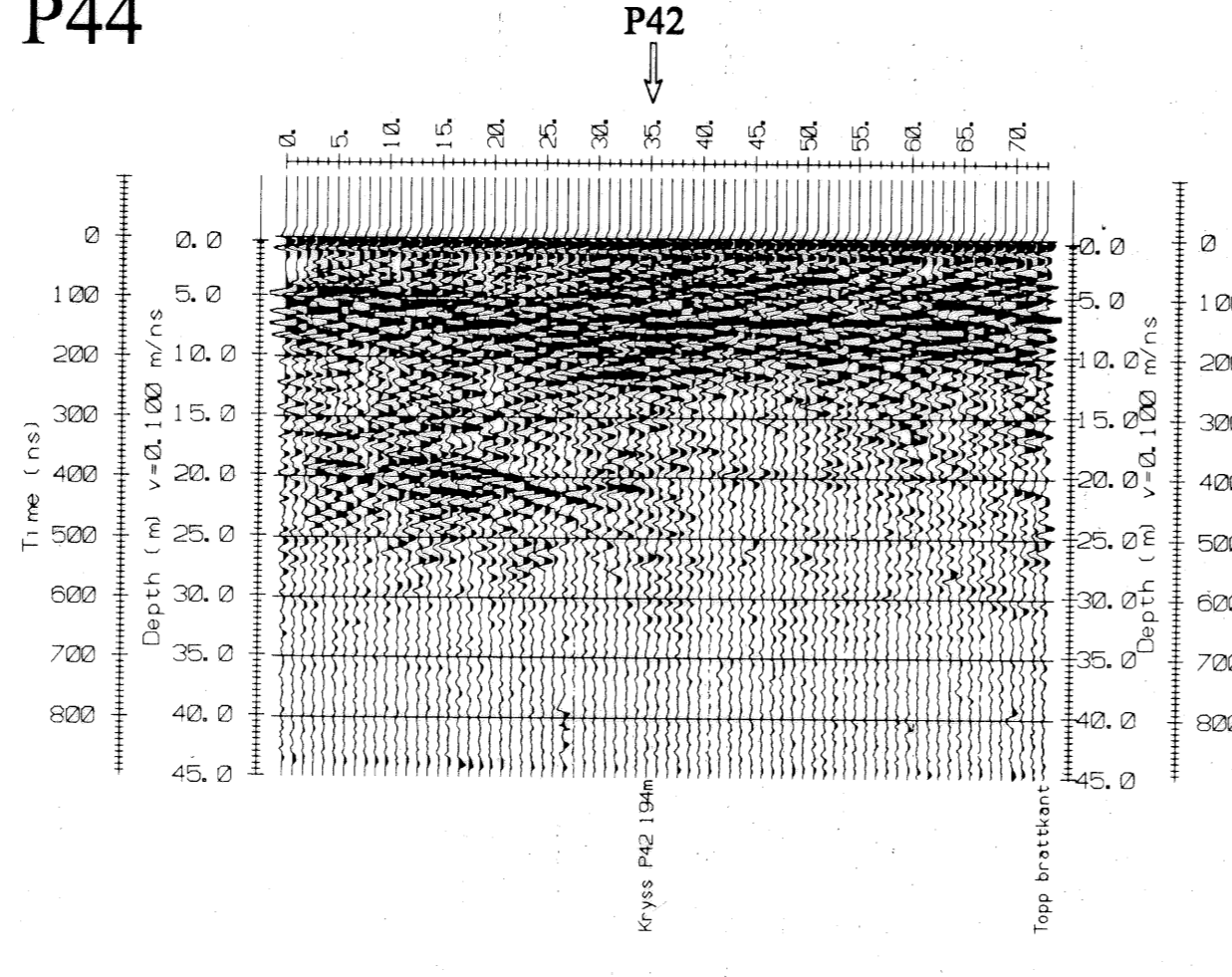
P42



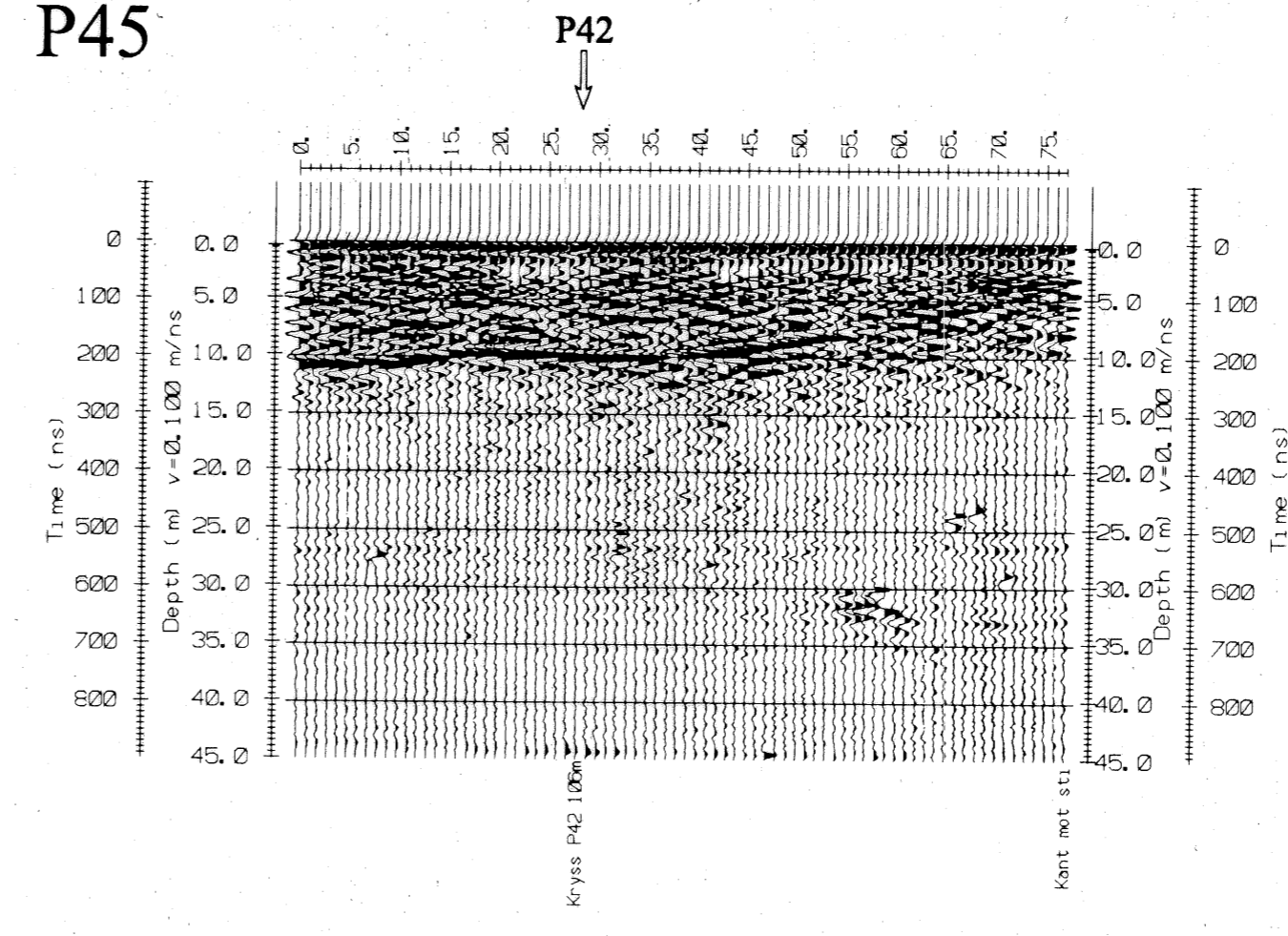
P43



P44

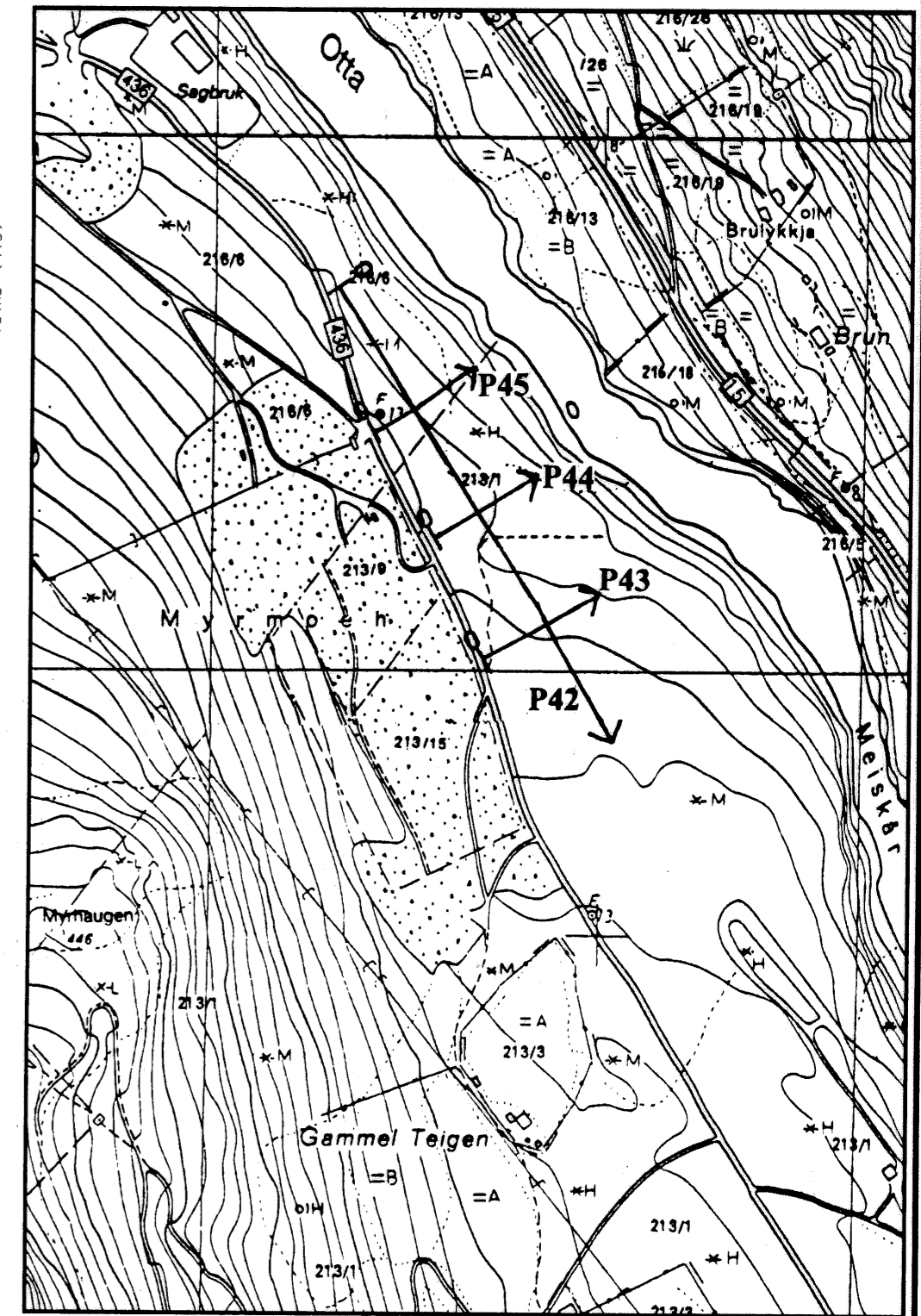


P45

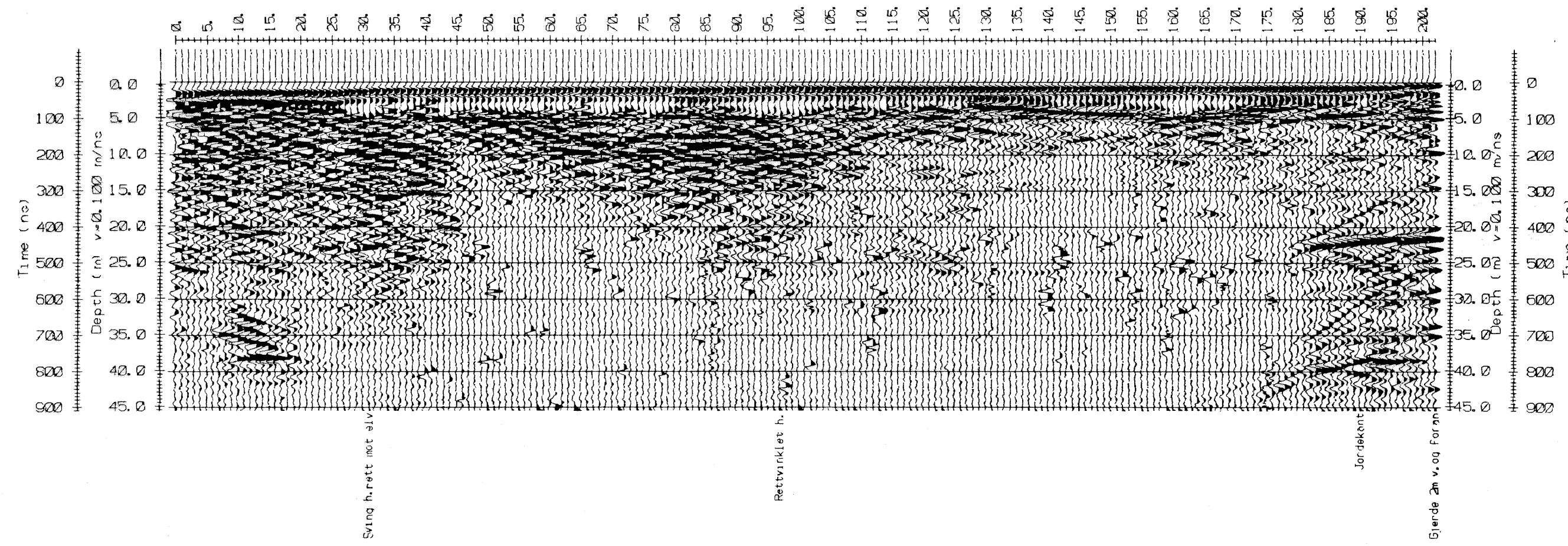


NGU/Sel kommune
 GEORADAROPPTAK, PROFIL 42, 43, 44, 45
MYRMOEN, SEL
 SEL KOMMUNE, OPPLAND
 NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

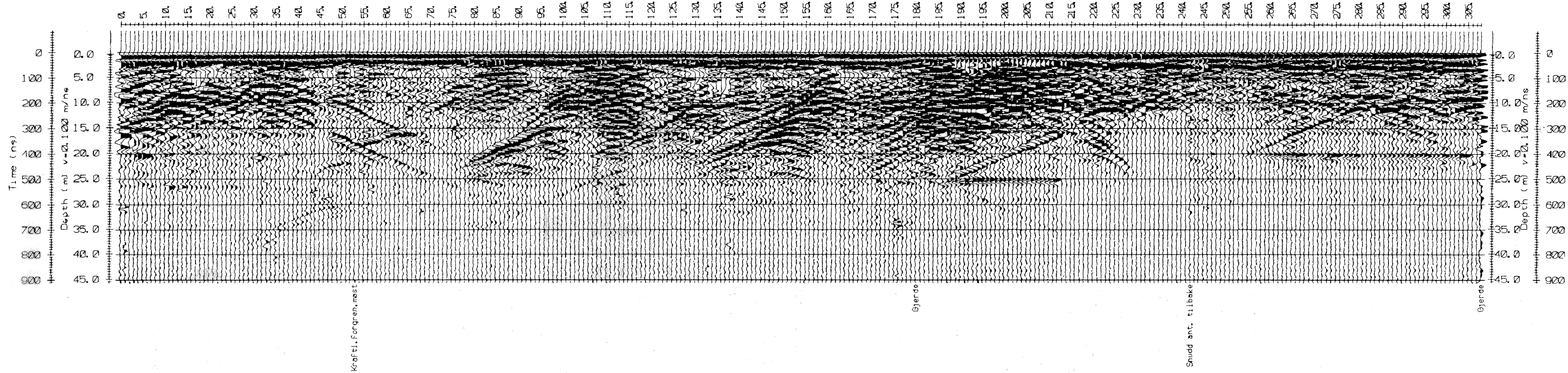
MÅLESTOKK Kart: 1:5000	MÅLT JFT	Sept. -95
	TEGN EM	April -96
TEGNING NR 96.057-15	TRAC	
	KFR	
	TEGNING NR 96.057-15	KARTBLAD NR 1718 IV



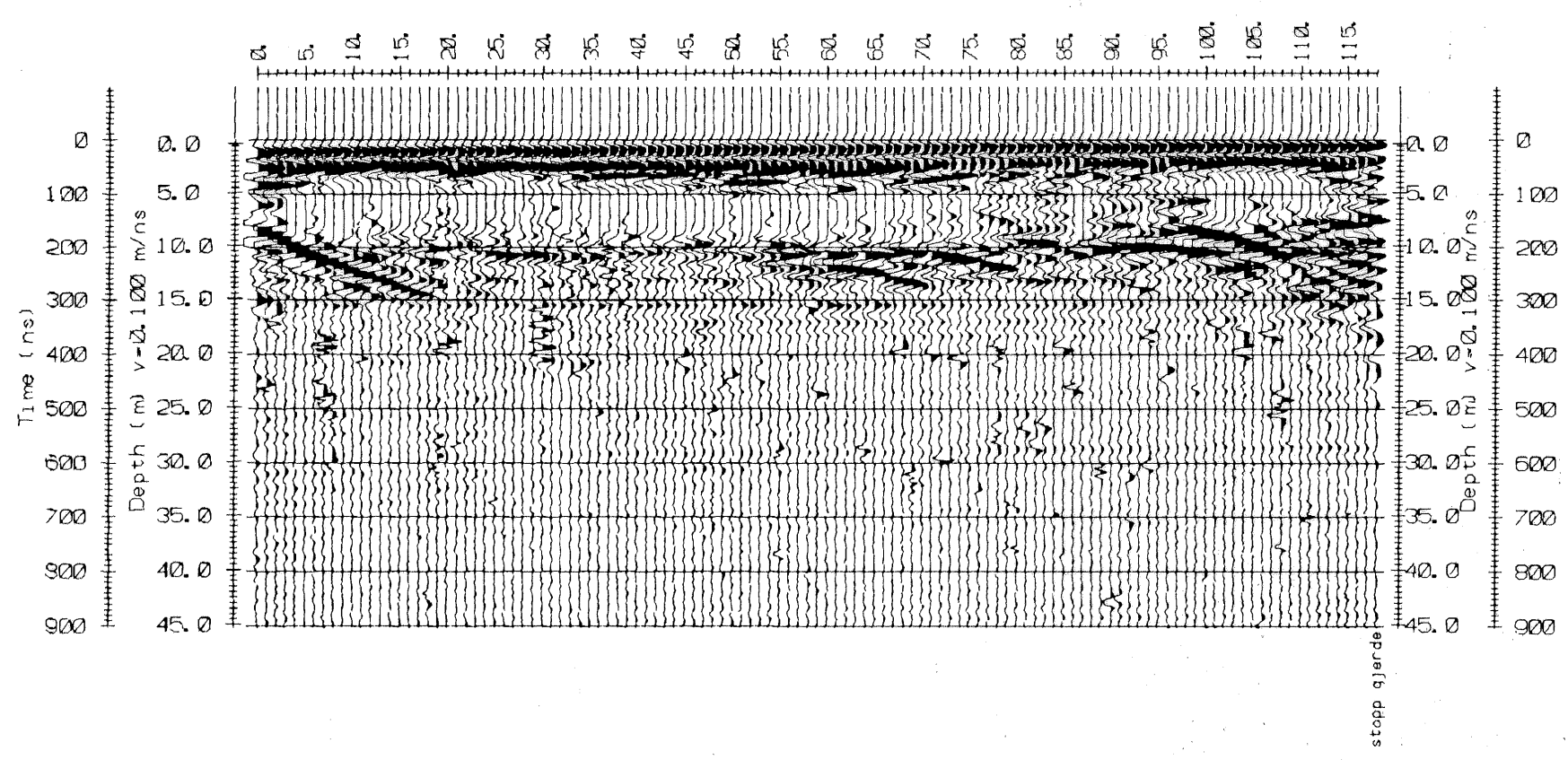
P48



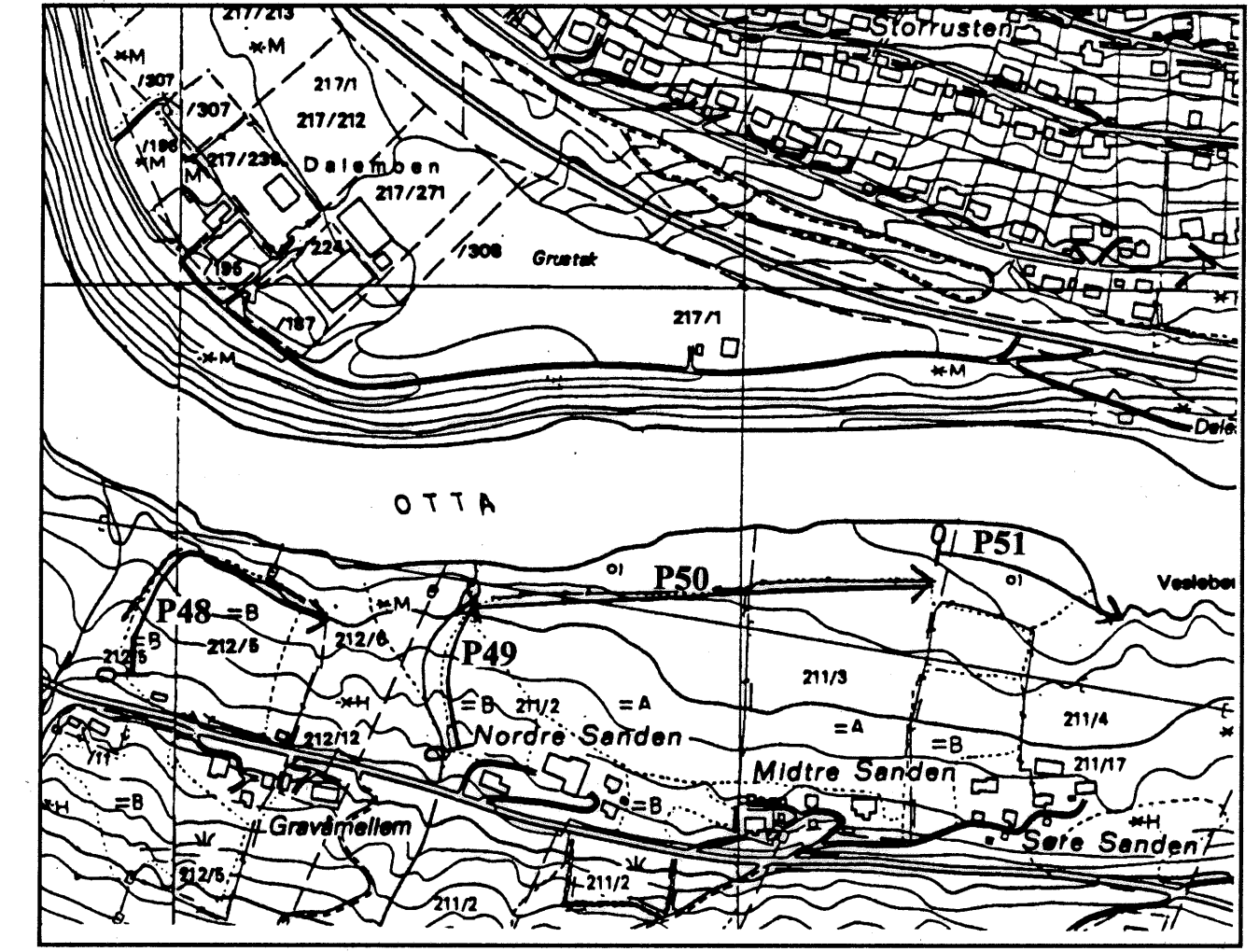
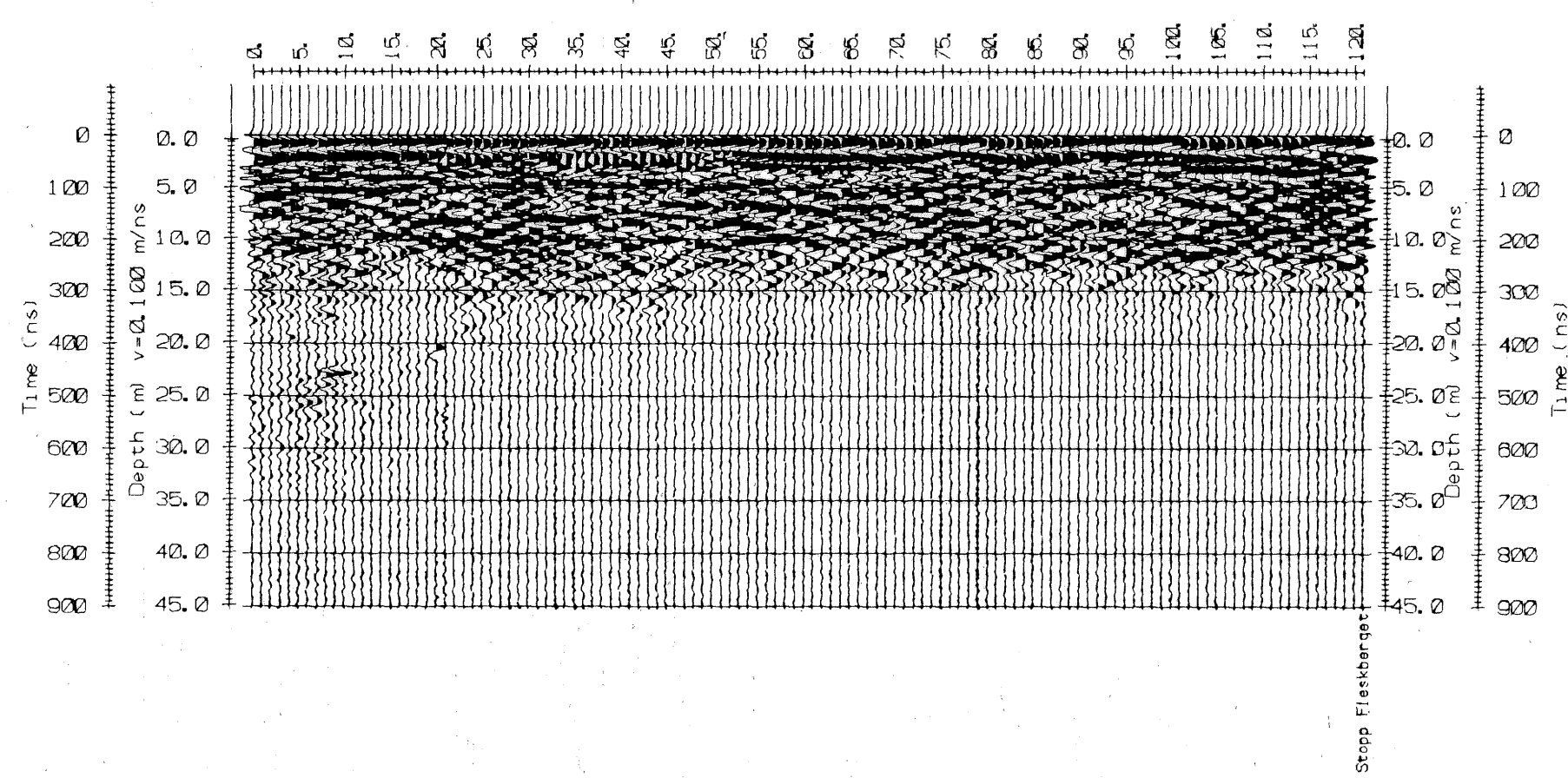
P50



P49

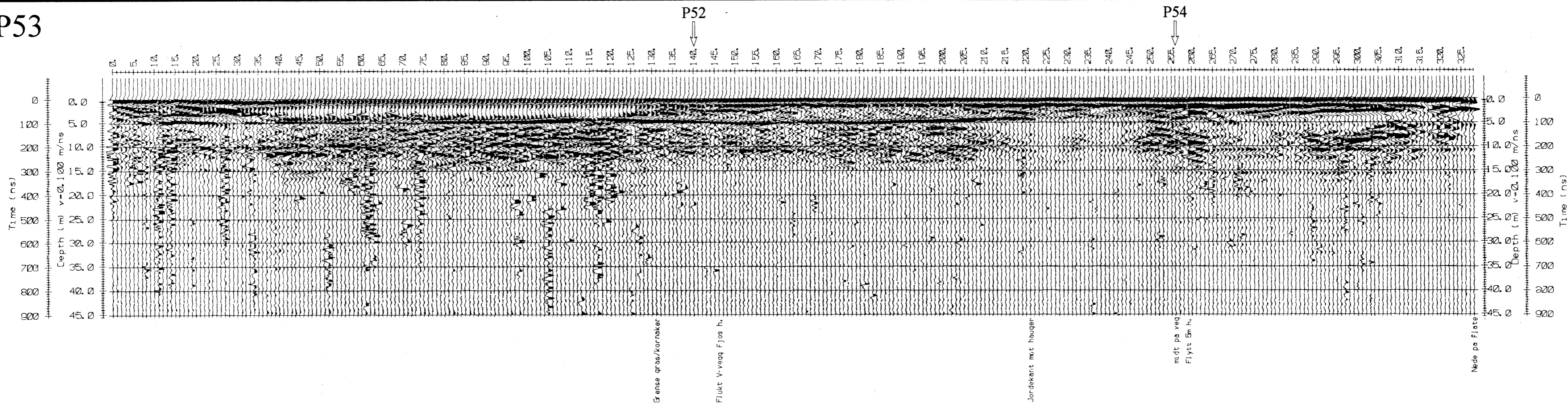


P51

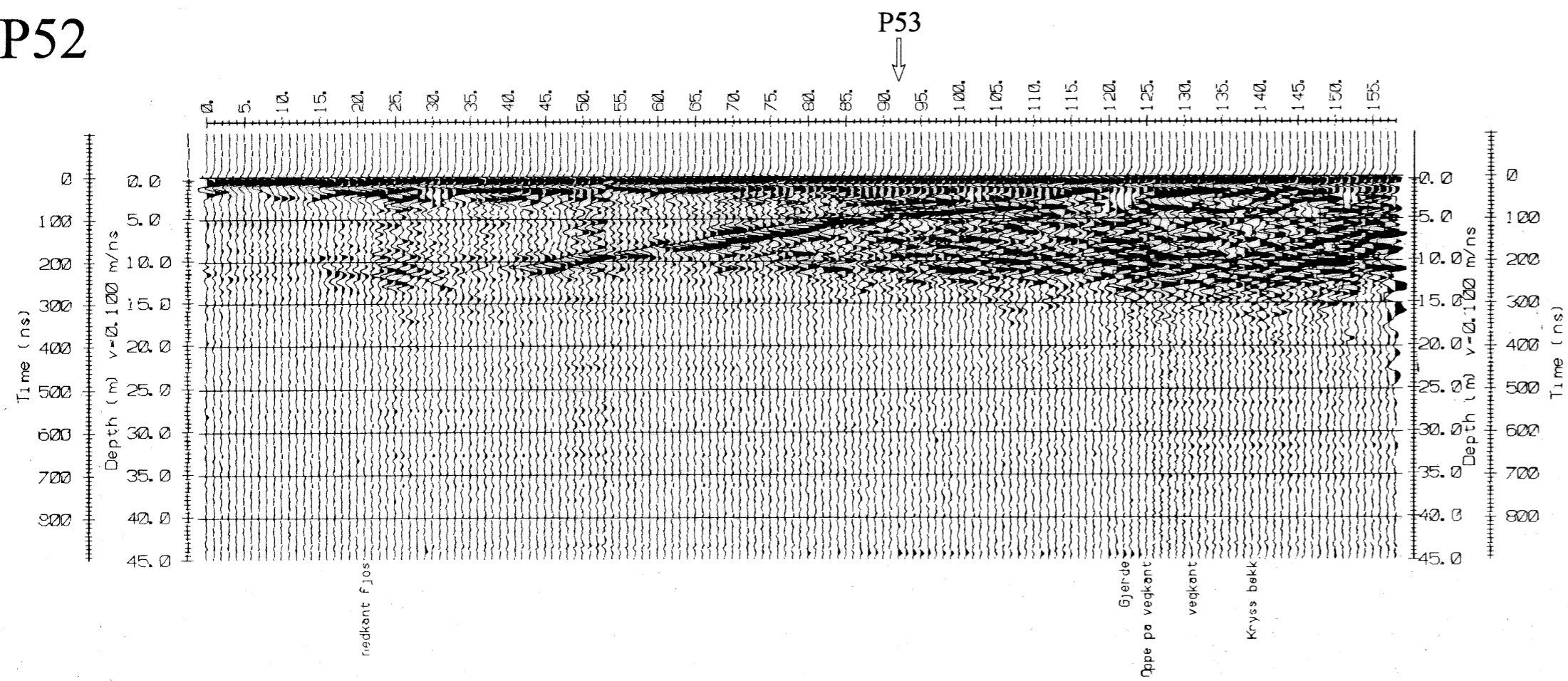


NGU/Sel kommune GEORADAROPPTAK, PROFIL 48, 49, 50, 51 SANDEN, SEL SEL KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	Sept. -95
	Kart: 1:5000	TEGN EM	April -96
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TRAC		
	KFR		
TEGNING NR 96.057-16	KARTBLAD NR 1718 IV		

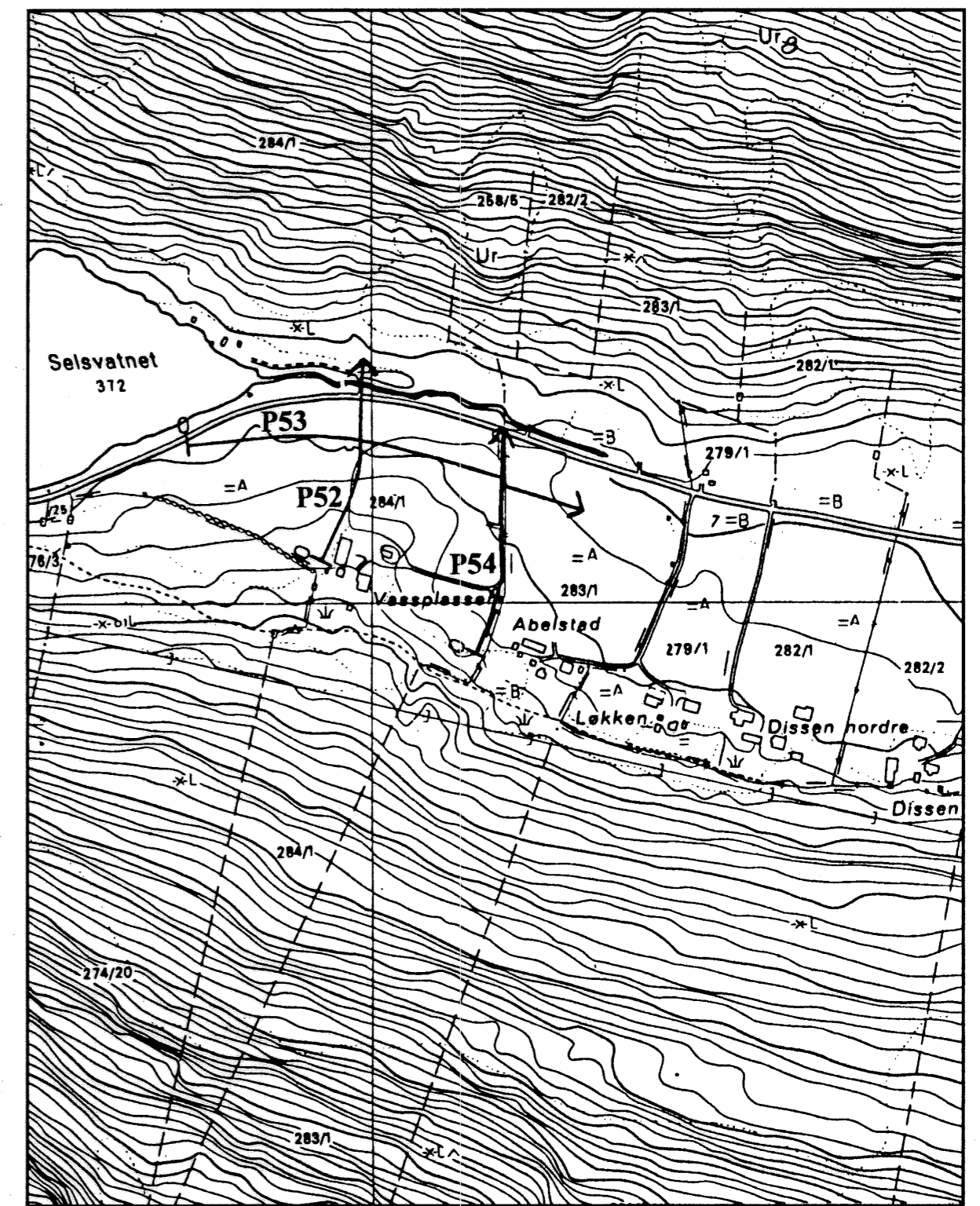
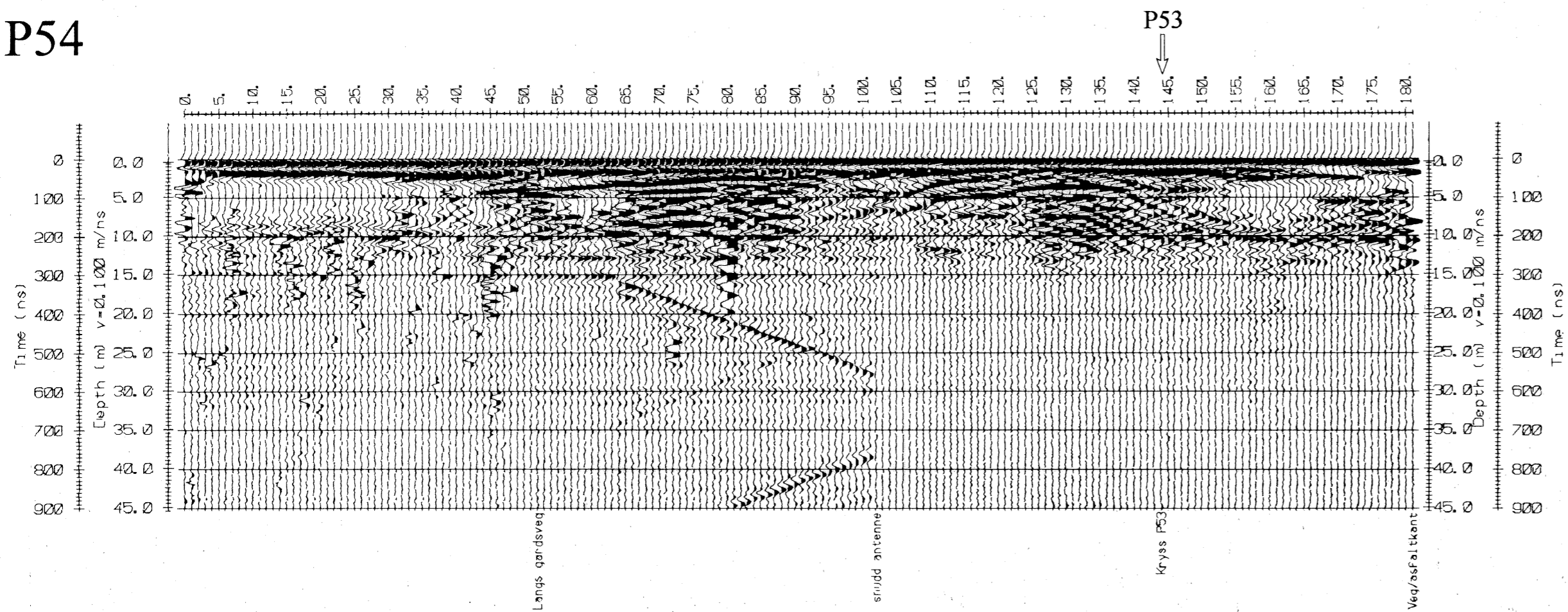
P53



P52

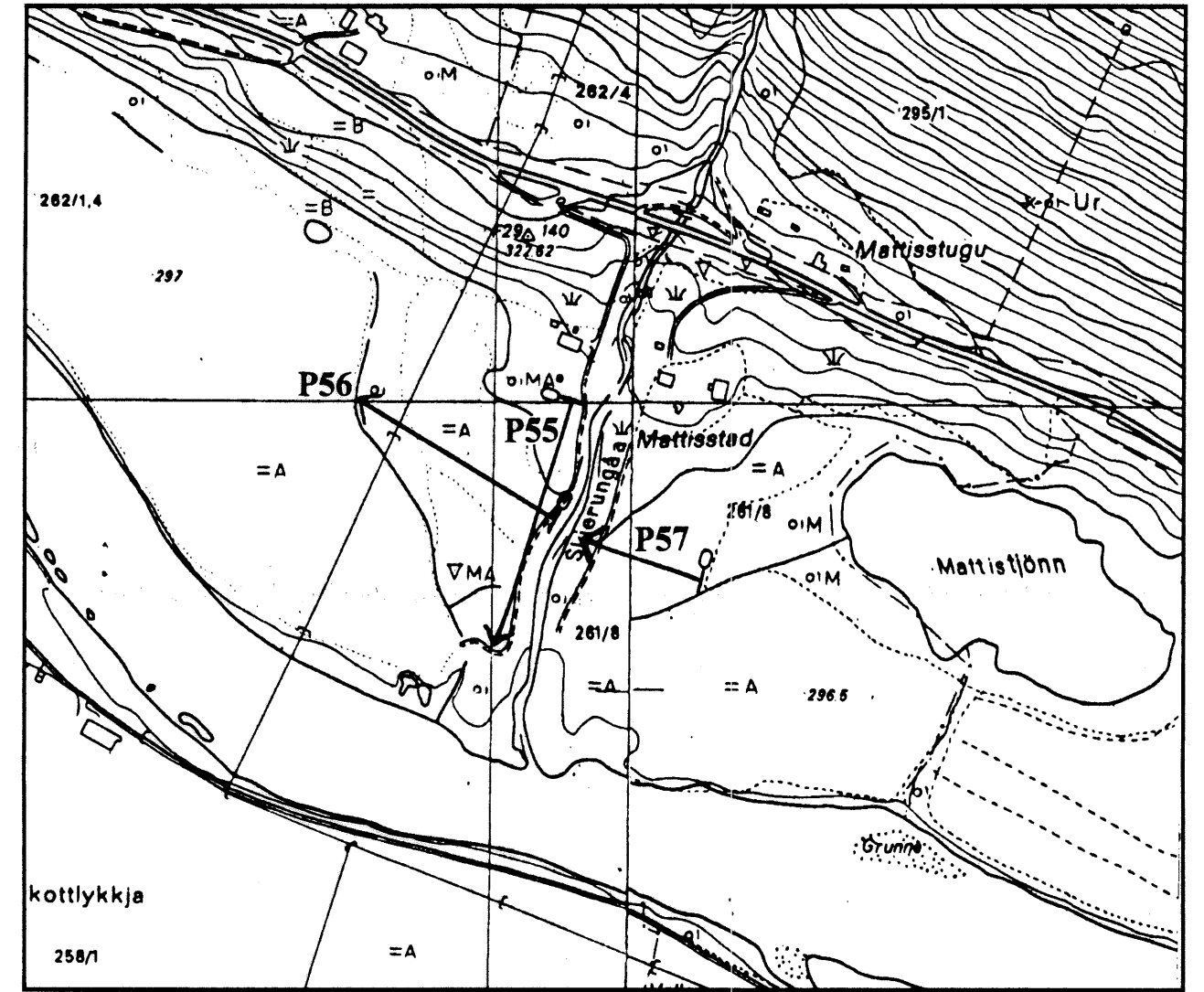
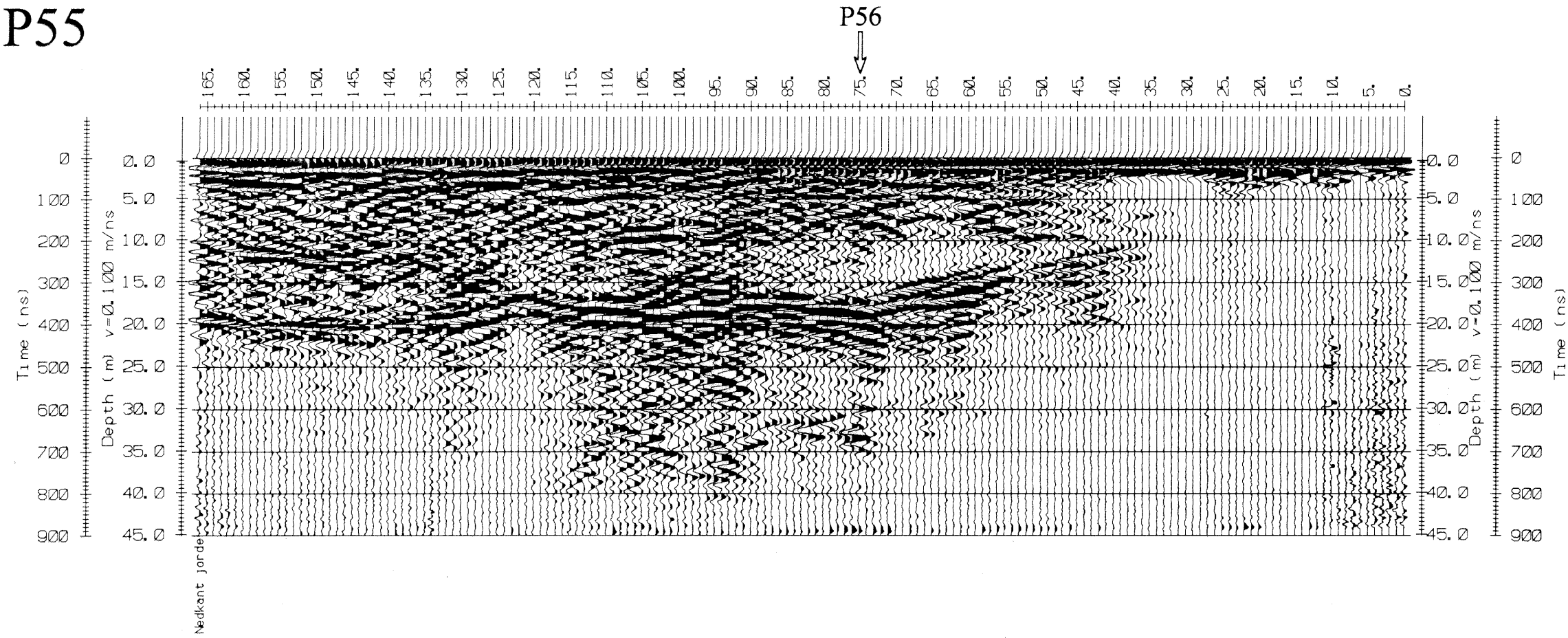


P54

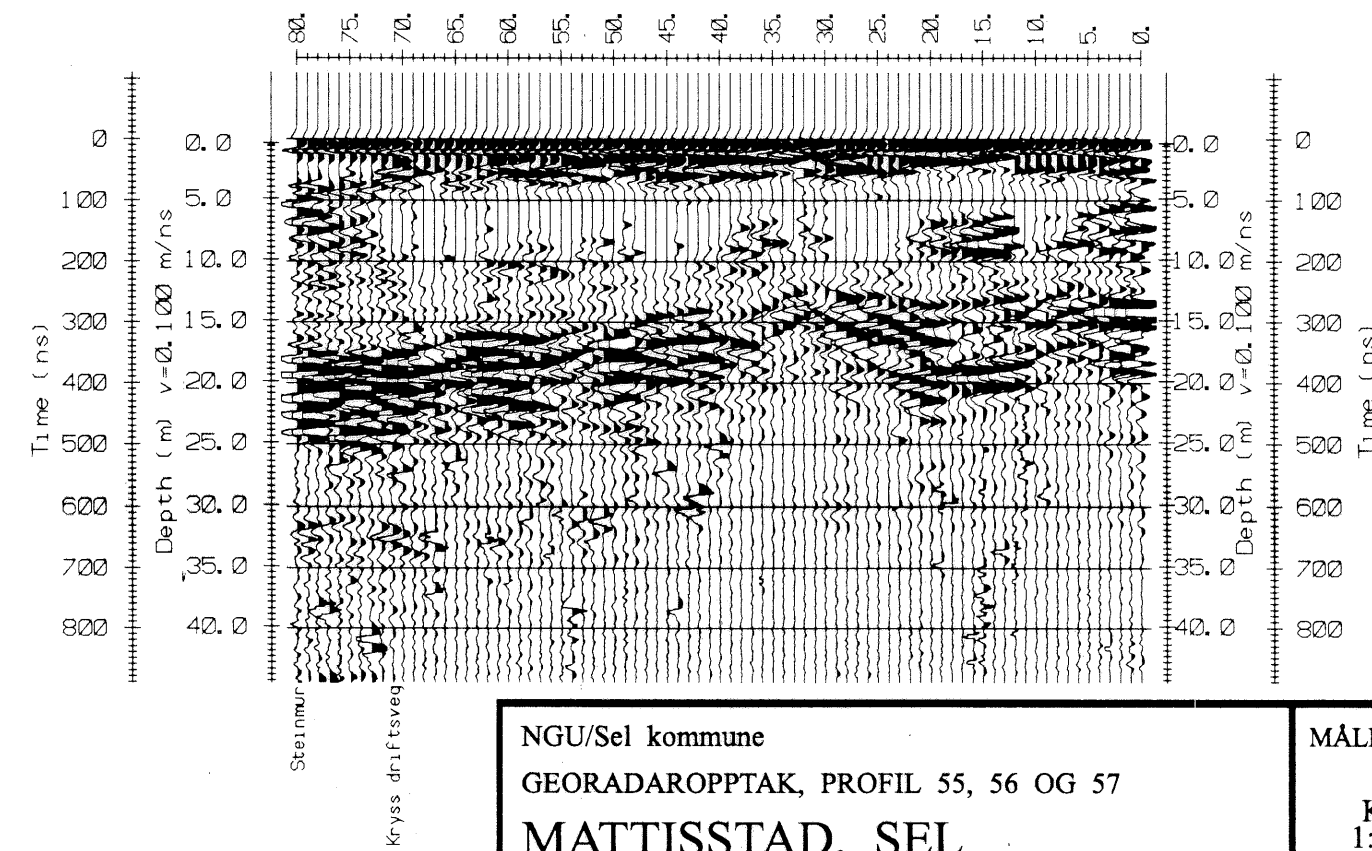


NGU/Sel kommune GEORADAROPPTAK, PROFIL 52, 53 OG 54 SELSVATNET, SEL SEL KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	Sept. -95
	Kart: 1:5000	TEGN EM	April -96
		TRAC	
	KFR		
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 96.057-17	KARTBLAD NR 1718 IV	

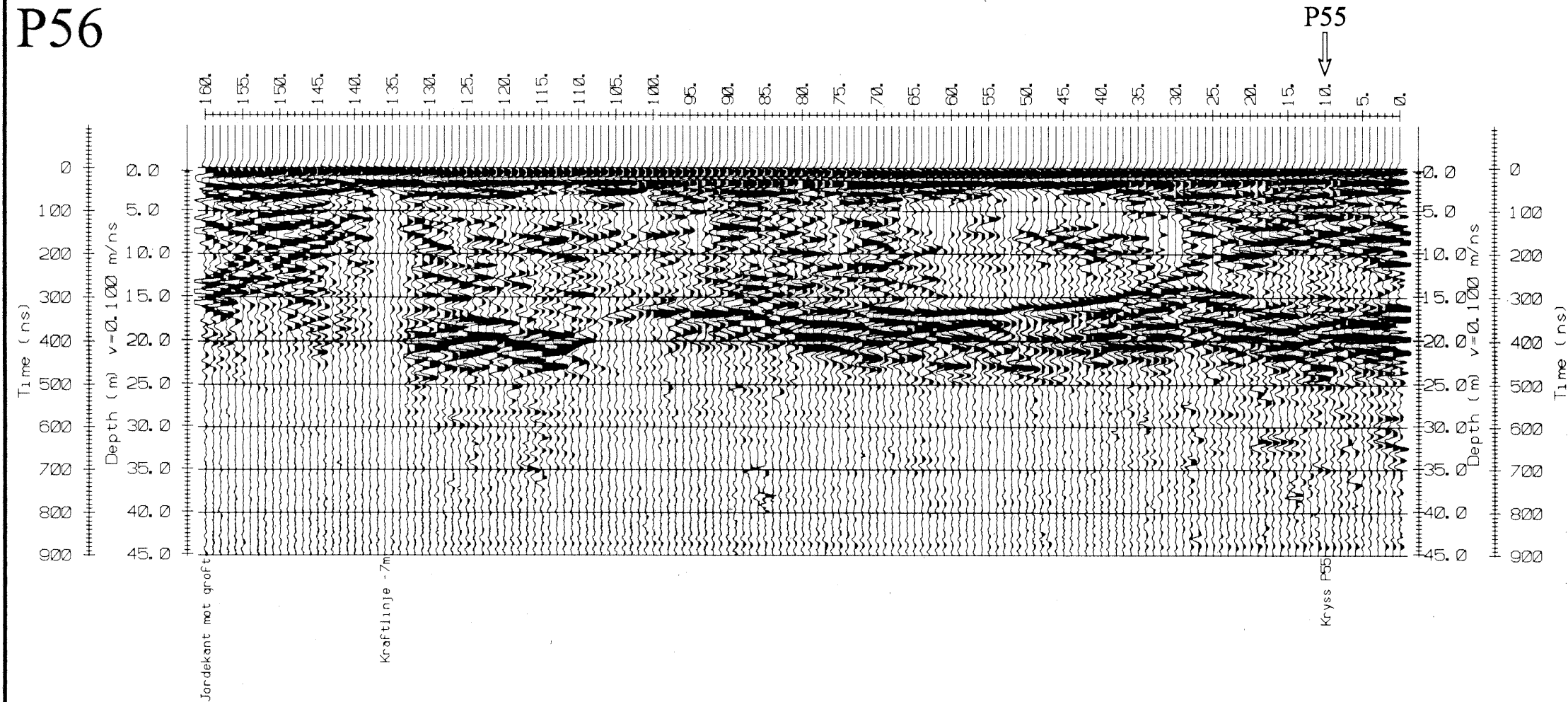
P55



P57



P56



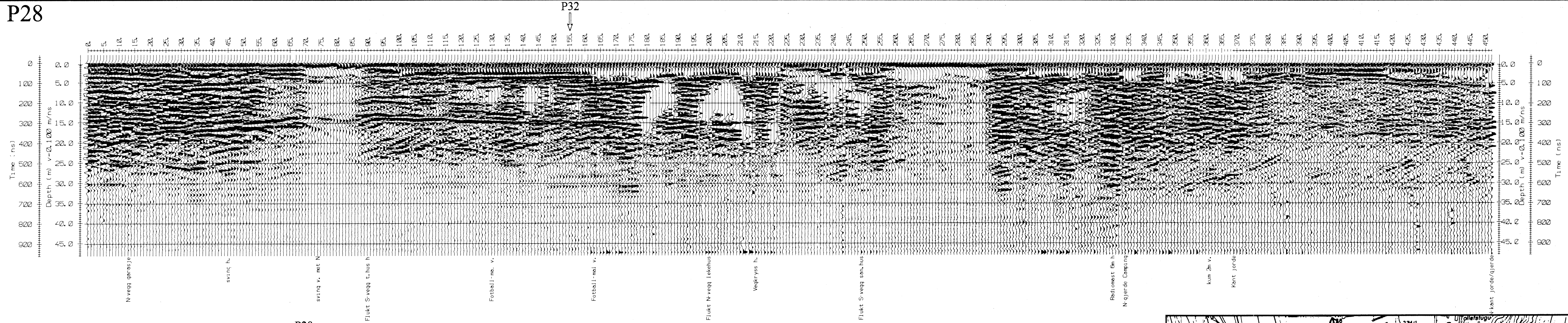
NGU/Sel kommune
 GEORADAROPPTAK, PROFIL 55, 56 OG 57
MATTISSTAD, SEL
 SEL KOMMUNE, OPPLAND

MÅLESTOKK Kart: 1:5000	MÅLT JFT	Sept. -95
	TEGN EM	April -96
	TRAC	
	KFR	

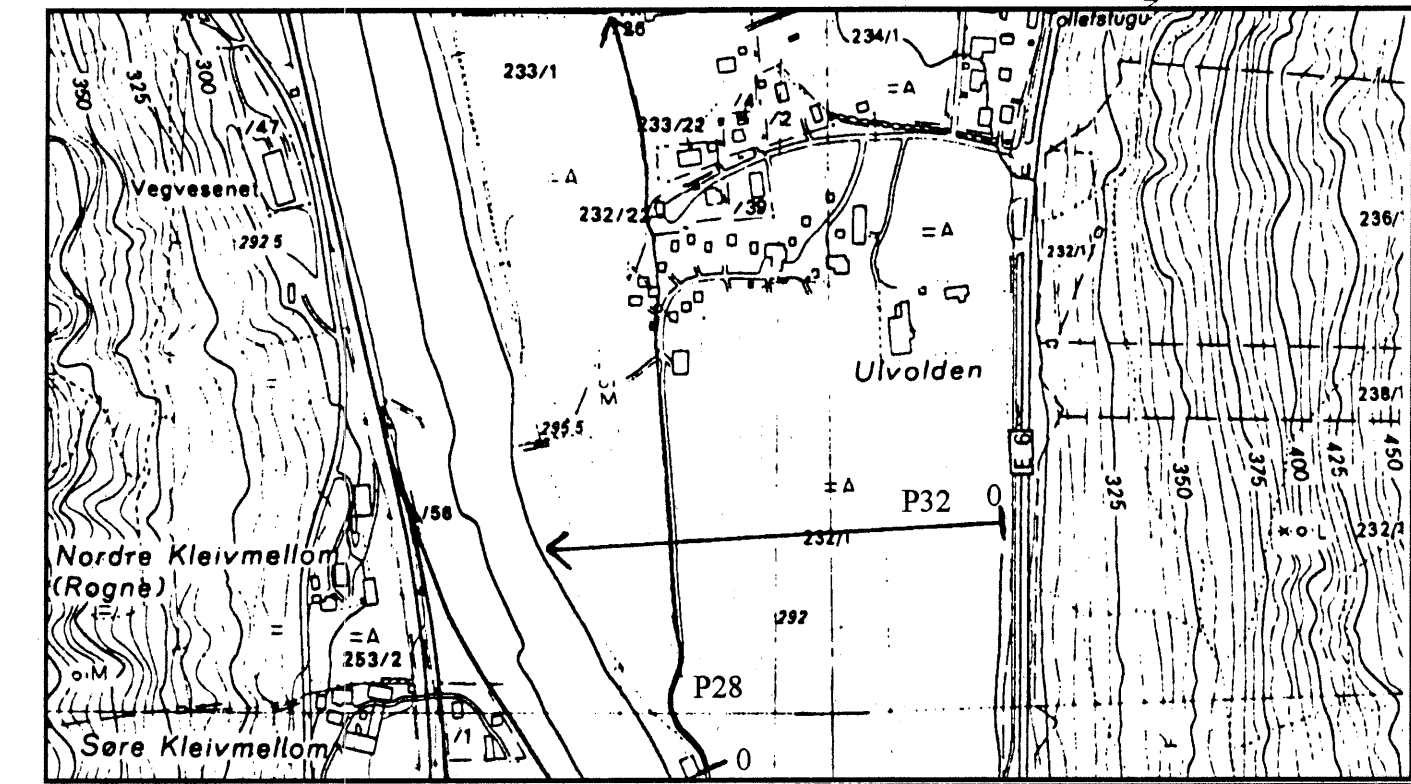
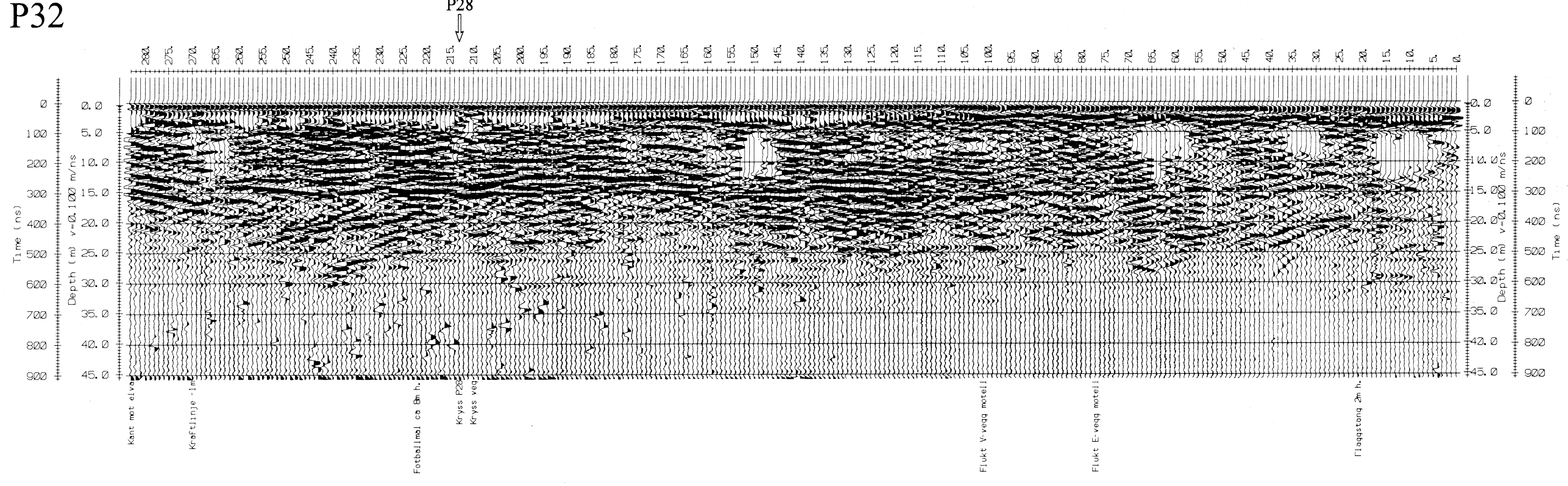
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR 96.057-18	KARTBLAD NR 1718 IV
-------------------------	------------------------

P28

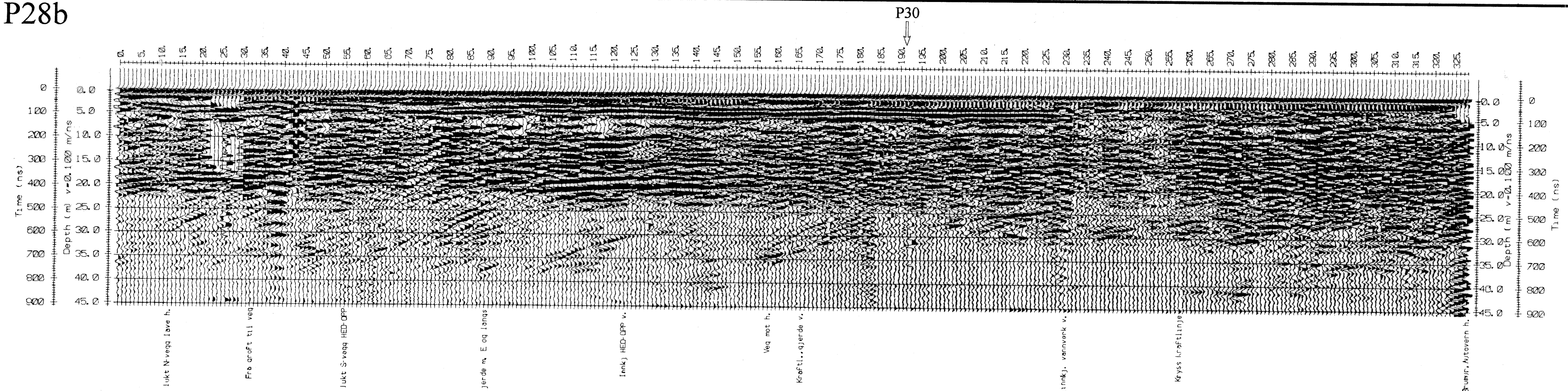


P32

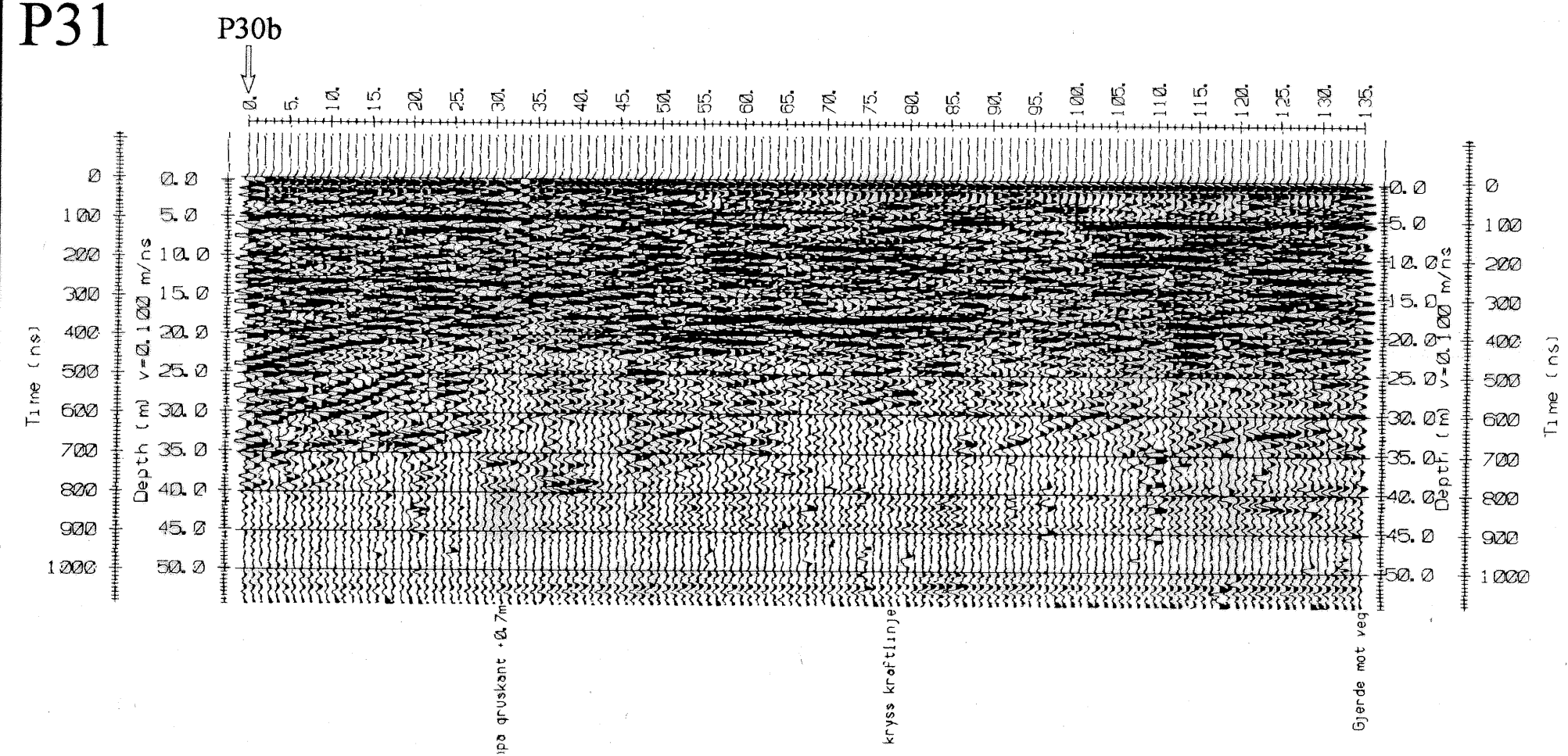


NGU/Sel kommune GEORADAROPPTAK, PROFIL 28 OG 32 SELSVERKET, SEL SEL KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	Sept. -95
	Kart: 1:5000	TEGN EM	April -96
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM		TEGNING NR 96.057-19	KARTBLAD NR 1718 IV

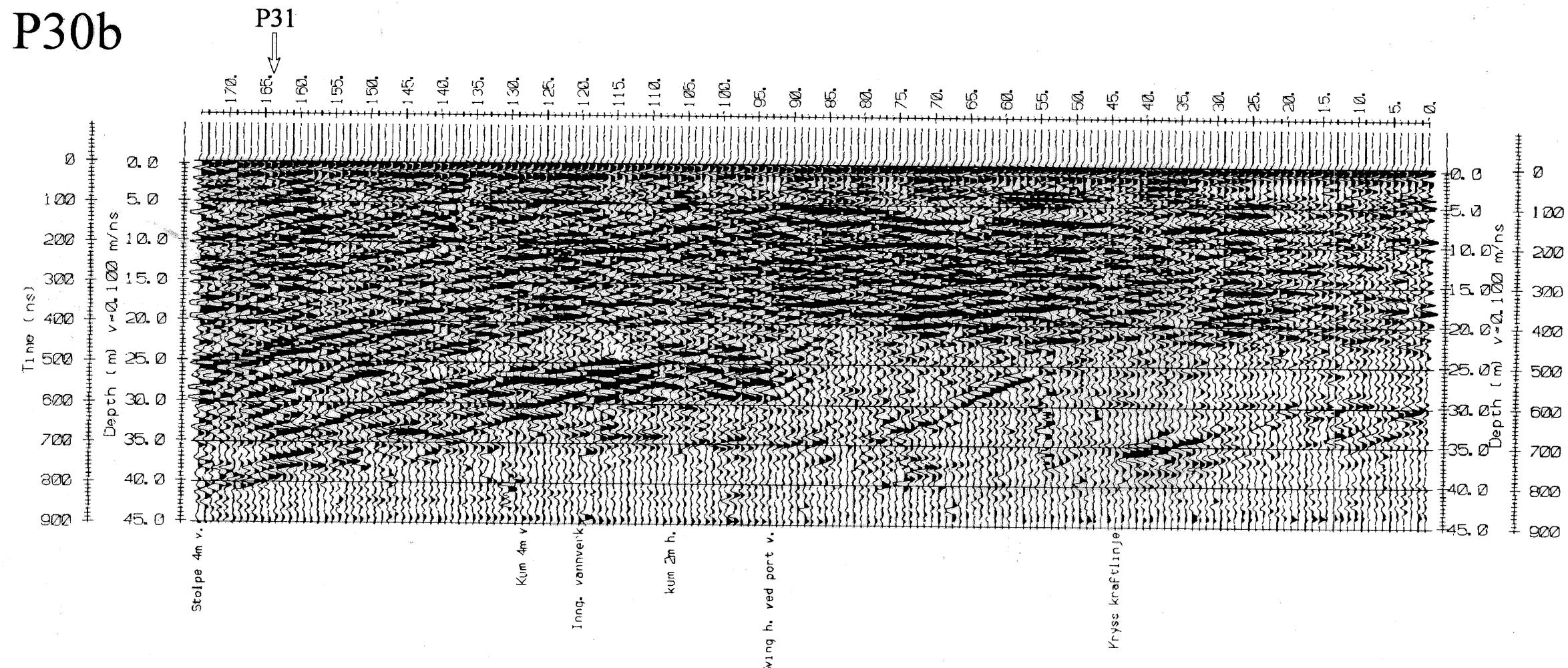
P28b



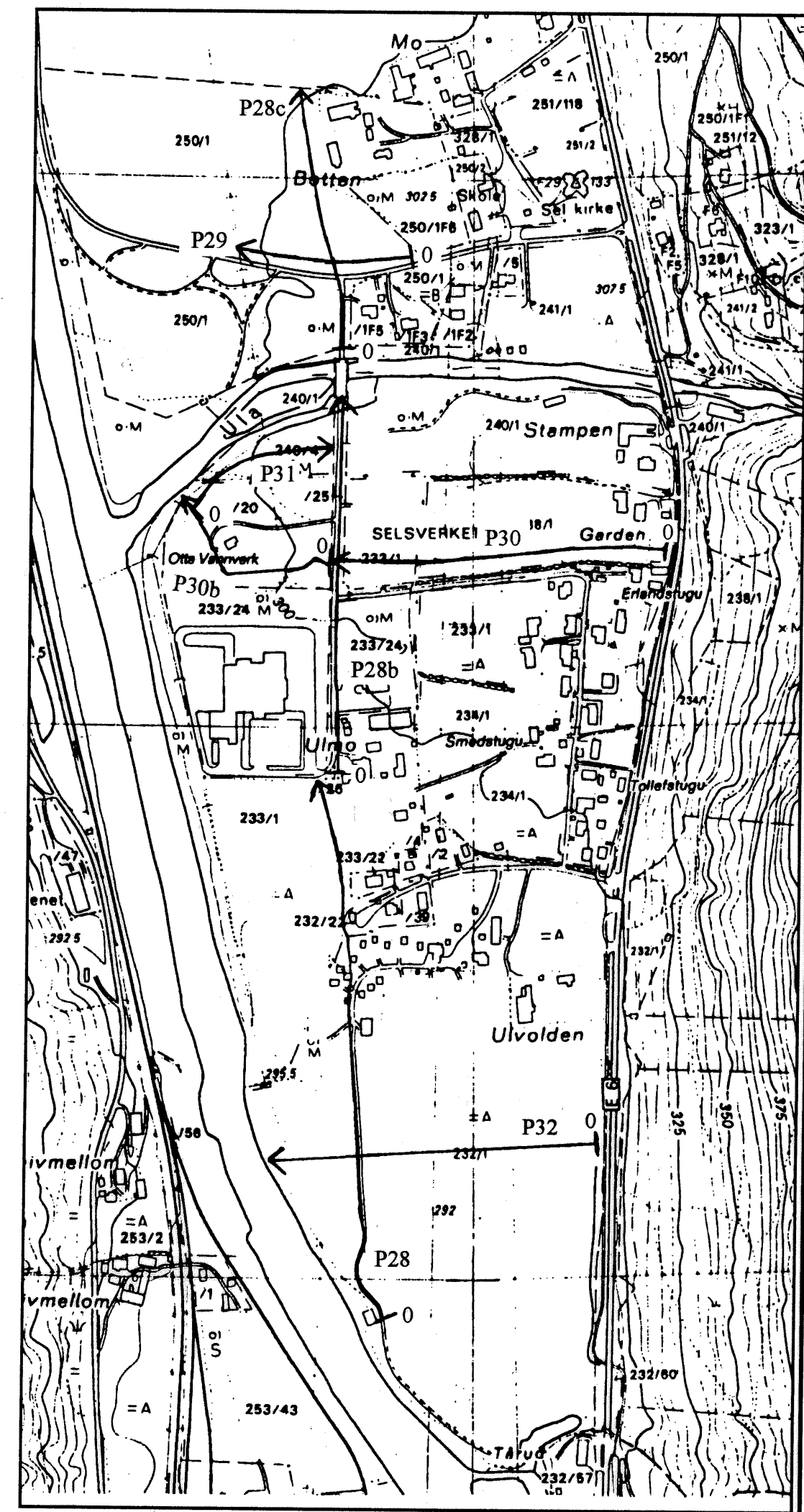
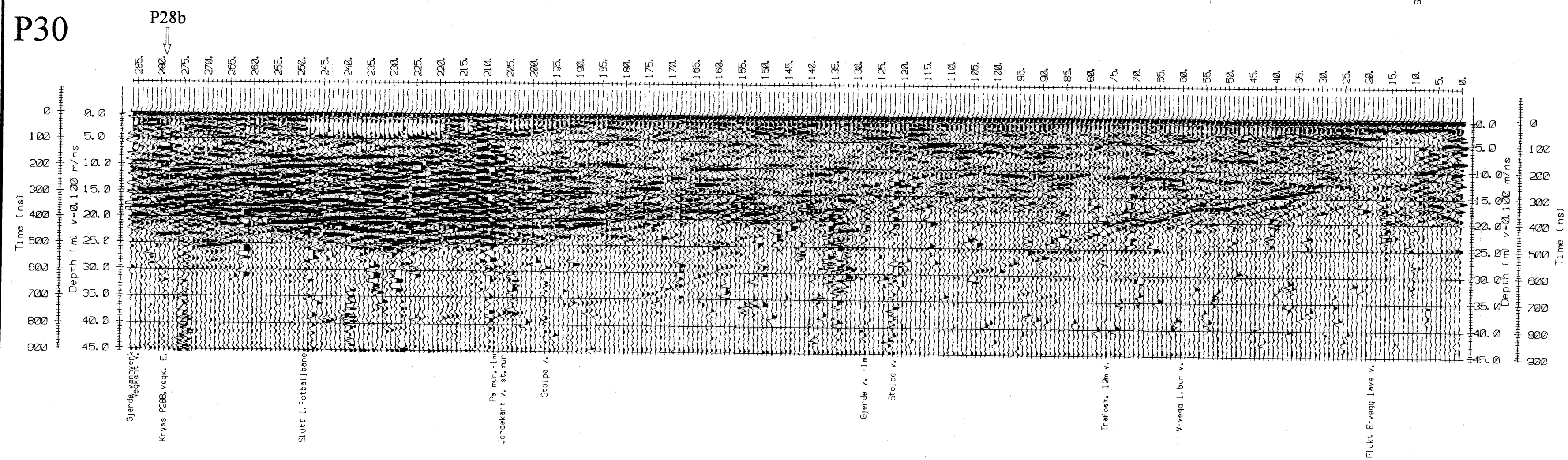
P31



P30b



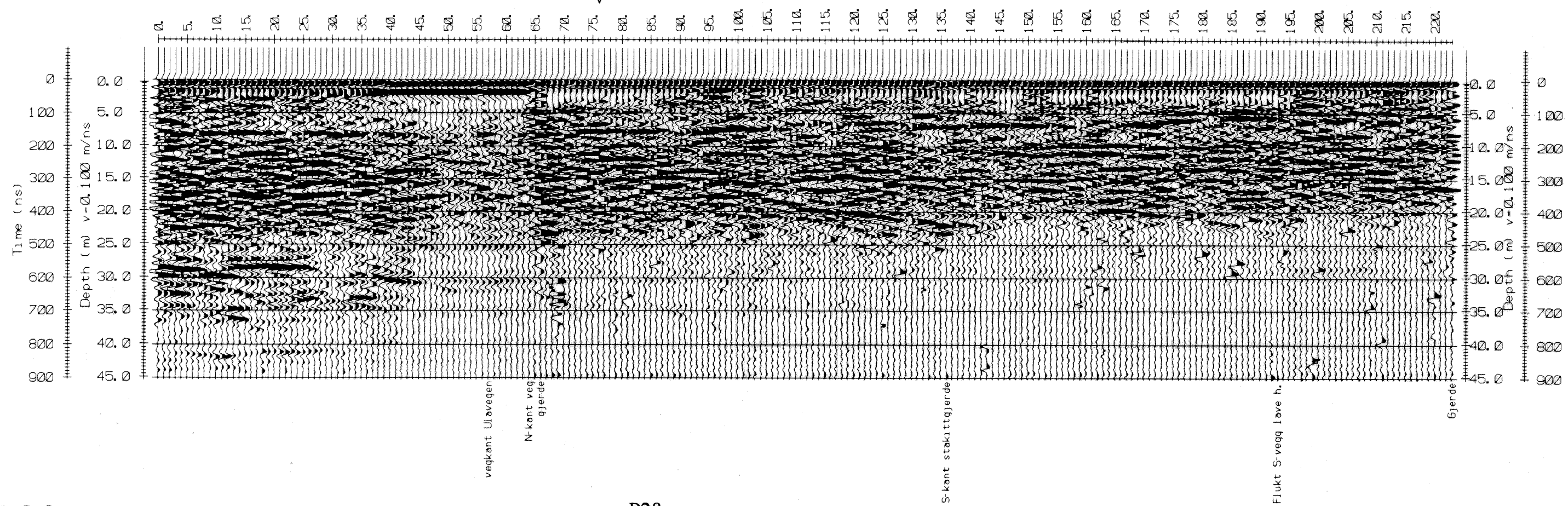
P30



NGU/Sel kommune GEORADAROPPTAK, PROFIL 28b, 30, 30b, 31 SELSVERKET, SEL SEL KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK Kart: 1:5000	MÅLT JFT TEGN EM TRAC KFR	Sept. -95 April -95
	NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 96.057-20	KARTBLAD NR 1718 IV

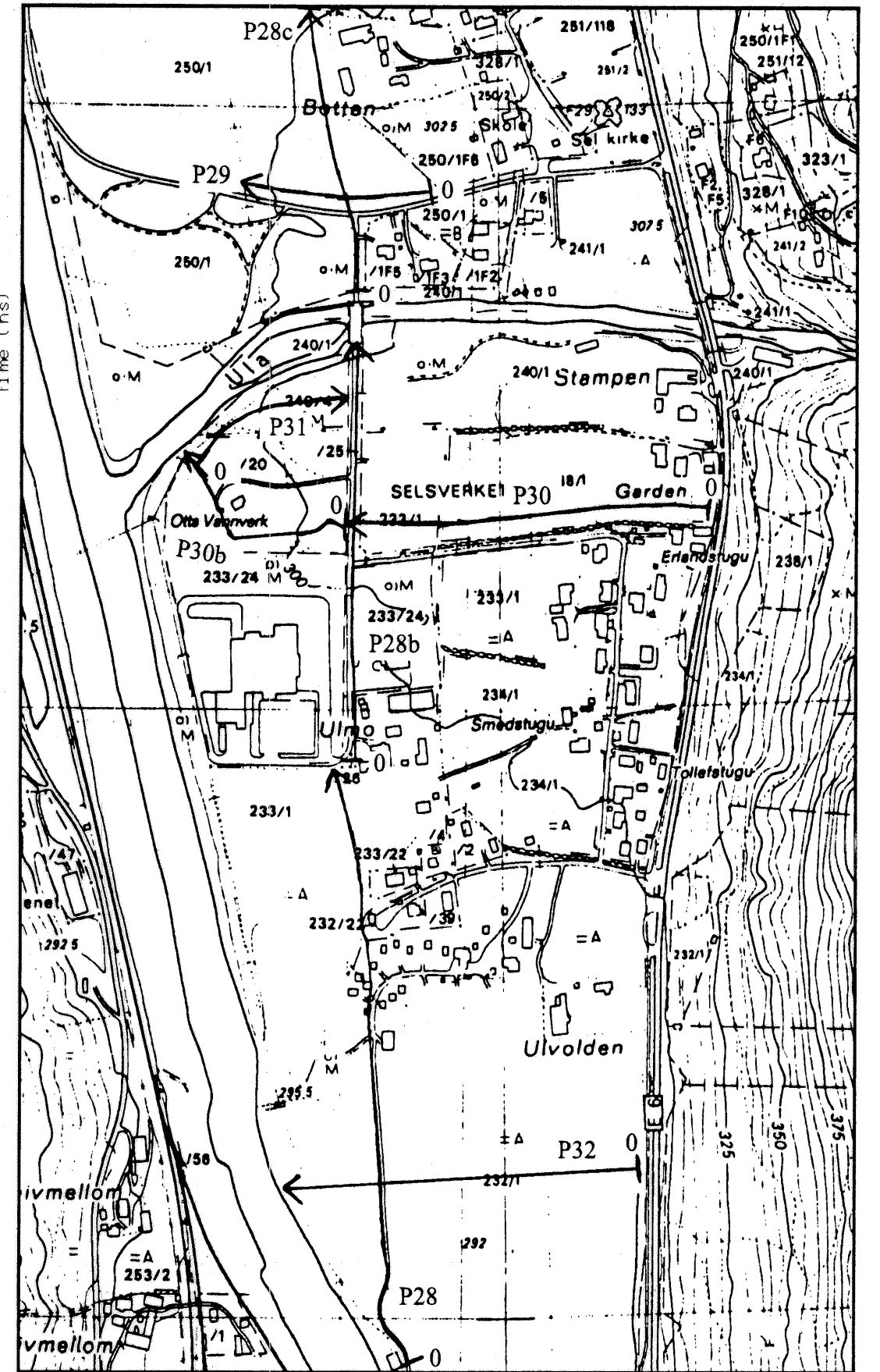
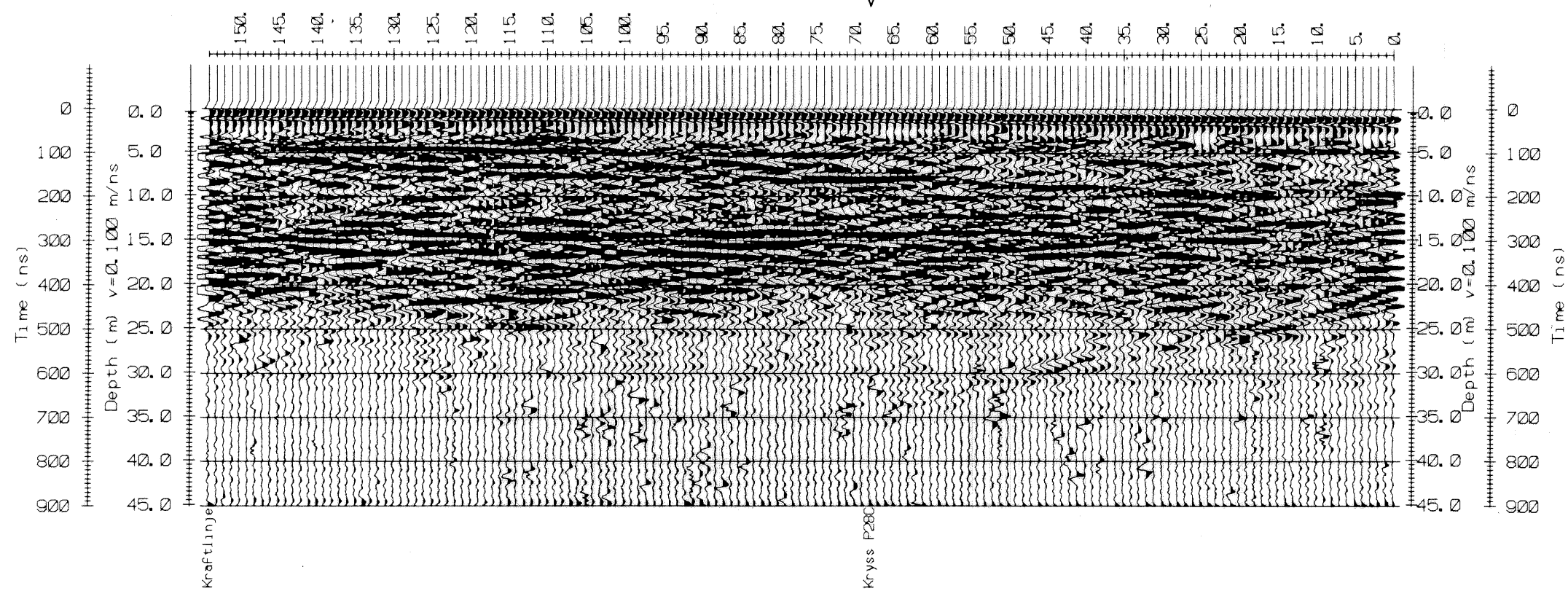
P28c

P29



P29

P28c



NGU/Sel kommune GEORADAROPPTAK, PROFIL 28c OG 29 SELSVERKET, SEL SEL KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK	MÅLT JFT TEGN EM TRAC KFR	Sept. -95 April -96
	Kart: 1:5000	TEGNING NR 96.057-21	KARTBLAD NR 1718 IV
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM			