

NGU Rapport 96.089

Geofysiske målinger ved kartlegging av løsmasser for uttak av salt grunnvann ved Korgen,  
Hemnes kommune, Nordland

Rapport nr.: 96.089		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Geofysiske målinger ved kartlegging av løsmasser for uttak av salt grunnvann ved Korgen, Hemnes kommune, Nordland			
Forfatter: Eirik Mauring og Jan Fredrik Tønnesen		Oppdragsgiver: NGU/UiB	
Fylke: Nordland		Kommune: Hemnes	
Kartblad (M=1:250.000) Mo i Rana		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1927 II Korgen	
Forekomstens navn og koordinater: Se sammendraget		Sidetall: 22	Pris: 190,-
Feltarbeid utført: 27/7-31/7-1995		Rapportdato: 31/10-1996	Prosjektnr.: 2712.18
		Ansvarlig: <i>Jan S. Kvern</i>	
Sammendrag: Georadar og refraksjonsseismiske målinger er utført i Korgen, Hemnes kommune, Nordland. Målinger ble utført ved 8 lokaliteter for å vurdere mulighetene for uttak av salt grunnvann til bruk i eventuelt framtidig fiskeoppdrettsanlegg på land. Målingene er utført som en del av et samarbeidsprosjekt mellom NGU og Universitetet i Bergen (UiB).  Gunstige områder for uttak av salt grunnvann er det i områder med grovkornige avsetninger, lav hydraulisk gradient og meget begrenset penetrasjonsdyp på georadaropptakene. Ved følgende lokaliteter indikerer de geofysiske målingene at disse betingelsen delvis er oppfylt; Røssåauren, Aspneset, Sæterkarneset, Kleivneset og Sjøsetta. I ettertid er det utført boringer ved tre av de angitte lokaliteter.  Ved følgende lokaliteter er det antatt ugunstige forhold for uttak av salt grunnvann; Tømmerneset, Rydså og Valla. Nordøstlige del av Tømmerneset er imidlertid ikke undersøkt.  Forekomstens navn og koordinater (UTM-sone 33V): Røssåauren 4455 73387, Tømmerneset 4459 73379, Rydså 4457 73369, Valla 4463 73361, Aspneset 4470 73370, Sæterkarneset 4428 73412, Kleivneset 4436 73414, Sjøsetta 4446 73416			
Emneord: Geofysikk	Hydrogeologi	Georadar	
Refraksjonsseismikk	Salt grunnvann	Løsmasse	
Fiskeoppdrett		Fagrapport	

## INNHold

1 INNLEDNING .....	4
2 MÅLEMETODER, UTFØRELSE OG PROSESSERING.....	4
2.1 Georadar .....	4
2.2 Refraksjonsseismikk.....	5
3 RESULTATER .....	6
3.1 Røssåauren .....	7
3.1.1 Refraksjonsseismikk.....	7
3.1.2 Georadar .....	7
3.2 Tømmerneset.....	9
3.3 Rydså.....	10
3.4 Valla .....	11
3.5 Aspneset .....	11
3.6 Sæterkarneset .....	12
3.7 Kleivneset.....	12
3.8 Sjøsetta .....	13
4 KONKLUSJON .....	14
5 REFERANSER .....	15

### Tekstbilag

1. Georadar - metodebeskrivelse
2. Refraksjonsseismikk - metodebeskrivelse

### Databilag

1. Skjema som knytter hendelser i georadaropptak til lagdeling og avsetningstype
2. Tolkning av refraksjonsseismisk profil, Røssåauren

### Kartbilag

- 96.089-01: Oversiktskart over undersøkte områder
- 96.089-02: Plassering av profiler, Røssåauren
- 96.089-03: Georadaropptak profil 1, 2, 3, 4, 5 og 13. Røssåauren
- 96.089-04: Georadaropptak profil 8, 9 og 10. Tømmerneset
- 96.089-05: Georadaropptak profil 6, 7, 14 og 15. Tømmerneset, Rydså og Valla
- 96.089-06: Georadaropptak profil 16 og 17. Aspneset
- 96.089-07: Georadaropptak profil 11, 12, 18 og 19. Sæterkarneset, Kleivneset og Sjøsetta

## 1 INNLEDNING

Georadar og refraksjonsseismiske målinger er utført i Korgen, Hemnes kommune, Nordland. Målinger ble utført ved 8 lokaliteter for å vurdere mulighetene for uttak av salt grunnvann til bruk i eventuelt framtidig fiskeoppdrettsanlegg på land. Målingene er utført som en del av et samarbeidsprosjekt mellom NGU og Universitetet i Bergen (UiB). Målingene ble utført av Jan Fredrik Tønnesen i perioden 27/7-31/7-1995 med assistanse fra hovedfagsstudent Inge Mosti (UiB).

## 2 MÅLEMETODER, UTFØRELSE OG PROSESSERING

### 2.1 Georadar

Plassering av målte profiler er vist sammen med opptakene i kartbilag -03 til -07. En generell beskrivelse av georadarmålinger er vedlagt i tekstbilag 1. Georadaren som ble benyttet er digital og av typen pulseEKKO IV (Sensors & Software Inc., Canada). Opptakstid og samplingsintervall var henholdsvis 1,6 ns og 1000 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. 4,2 profilm fordelt på 19 profiler og 8 delområder. Profillengder er vist i tabell 1. Reelle lengder av profiler kan være noe forskjellig fra lengder angitt over georadaropptak, pga. mulig tilfeldig eller systematisk feil i flyttavstand ved utførelsen av målingene. For enkelte profiler ble det satt opp stikker langs profilene for hver 50 meter, der plasseringen av disse er angitt som kommentarer i opptakene og angir reell lengde av profilene. Noen av opptakene er ved prosessering reversert, fordi en ønsker å skrive ut opptakene fra vest til øst og fra sør til nord. I disse tilfellene må lengder som angis som kommentarer måles fra øst- eller nordenden av profilene. Ved beskrivelse av opptak refereres det til profilmeter (over opptakene).

Opptakene er korrigert for temperaturavhengig drift i instrumentet. Noen av profilene (P11, P12, P15, P18 og P19) er terrengkorrigert der det er benyttet en hastighet på 0,12 m/ns ved dybdekonverteringen. For de opptakene som ikke er terrengkorrigert er det ved dybdekonvertering benyttet en hastighet på 0,1 m/ns. Fordi det ikke er utført CMP-målinger for hastighetsanalyse, kan hastighetene som ligger til grunn for dybdekonverteringen være feil. Ved beskrivelse av reflektorer angis derfor to-vegs gangtid til disse sammen med et dybdeintervall. Minimumsdyp for reflektorer ned til grunnvannsspeil er beregnet med  $v=0,10$  m/ns og maksimumsdyp med  $v=0,12$  m/ns. Minimumsdyp for reflektorer under grunnvannsspeil er beregnet med  $v=0,07$  og maksimumsdyp med  $v=0,01$  m/ns. Ved utskrift av opptakene ble det benyttet 5-punkts gjennomsnitt langs traser for å redusere høyfrekvent støy. Det ble også benyttet li-

near, egendefinert forsterkning eller SEC-forsterkning (SEC='Spreading and Exponential Compensation') ved utskrift av data.

**Tabell 1: Oversikt over profilers plassering og lengde.**

<u>Profilnummer</u>	<u>Sted</u>	<u>Lengde (m)</u>	<u>Kartbilagsnummer</u>
P1	Røssåauren	94	-03
P2	Røssåauren	71	-03
P3	Røssåauren	71	-03
P4	Røssåauren	93	-03
P5	Røssåauren	192	-03
P13	Røssåauren	741	-03
P8	Tømmerneset	464	-04
P9	Tømmerneset	477	-04
P10	Tømmerneset	72	-04
P6	Tømmerneset	233	-05
P7	Tømmerneset	115	-05
P14	Rydså	272	-05
P15	Valla	356	-05
P16	Aspneset	176	-06
P17	Aspneset	141	-06
P12	Kleivneset	106	-07
P11	Sæterkarneset	159	-07
P18	Sjøsletta	175	-07
P19	Sjøsletta	150	-07

## 2.2 Refraksjonsseismikk

En generell beskrivelse av refraksjonsseismiske målinger er vedlagt (tekstbilag 2). Som registreringsinstrument ble det benyttet en digital seismograf av typen Scintrex S-2 'Echo'. Det ble målt ett profil med en lengde på 330 m. Geofoner ble plassert langs to utlegg med lengder på 110 m og 220 m. For utlegget på 110 m (posisjon 0-110) var geofonavstanden 10 m og for utlegget på 220 m (posisjon 110-330 m) var geofonavstanden 20 m. Ved endene av utleggene ble geofonavstanden kortet inn til halvparten (hhv. 5 m og 10 m). Skuddpunkt ble plassert ved følgende posisjoner (i meter); -193, -110, 0, 110, 220, 330, 440. Energiseringen var dynamitt. Kvaliteten på opptakene var god. Intercept-tid og grafiske metoder er benyttet ved tolkning av det refraksjonsseismiske profilet.

### 3 RESULTATER

Et oversiktskart som viser de undersøkte områder er vist i kartbilag -01. Georadaropptak og profilplassering er vist i kartbilag -03 til -07. Kart som viser plasseringen av det refraksjonsseismiske profilet ved Røssåauren er vist i kartbilag -02.

Kvartærgeologisk kart (Olsen et al. 1996) viser at overflatesedimentene i områdene Røssåauren, Tømmerneset, Rydså, Valla og Aspneset (kartbilag -03 til -06) består av elveavsetninger, og er vesentlig avsatt som deltaavsetninger i Sørfjorden utfra elvemunningene av Røssåga og Bjerka (Aspneset). De sanddominerte deltaavsetningene ligger sannsynligvis over mer finkornige fjordsedimenter (silt og leire). Avsetningene på Kleivneset og Sæterkarneset (kartbilag -07) er de synlige deler av israndryggene som antas å fortsette mot sør under fjorden. Sjøsletta ligger på yttersiden av israndavsetningen som ble avsatt fra brearm inn Finneidfjorden fra NNØ. Israndavsetningen kan stedvis være overlagret av finkornige avsetninger og dels av strandvasket materiale.

Innenfor kartutsnittet i kartbilag -01 er det tidligere også utført en del geofysiske undersøkelser i forbindelse med kvartærgeologisk kartlegging.

Ved tolkning av georadaropptakene er det benyttet et skjema som knytter hendelser i opptak (refleksjonsmønstre) til sedimenters sammensetning og lagdeling. Dette skjemaet er vist i databilag 1 (etter Beres & Haeni, 1991). Ved undersøkelse av muligheter for uttak av salt grunnvann kan resultater fra georadarmålinger ofte gi informasjon om løsmassenes beskaffenhet (grovkornig/finkornig), hydraulisk gradient og penetrasjonsdyp av EM-pulser. Løsmassene må være grovkornige for at det skal oppnås store nok vannmengder. Penetrasjonsdypet er avhengig av ledningsevnen i bakken, der høy ledningsevne indikerer høy salinitet og gir redusert penetrasjonsdyp. Den hydrauliske gradienten bør være lav slik at påtrykket av ferskt grunnvann blir minst mulig. Antatt gunstige forhold for uttak av salt grunnvann er det trolig der georadaropptakene indikerer grovkornige avsetninger, svært begrenset penetrasjonsdyp og lav hydraulisk gradient. Refraksjonsseismikk er utført i ett av områdene for å undersøke mektighet av løsmasser og for å finne eventuelle tettende moreneavsetninger mot dypet. Det er i ettertid utført sonderboringer ved flere anbefalte lokaliteter, og resultater blir kort omtalt for hvert område.

### 3.1 Røssåauren

Det er målt seks georadarprofiler og ett refraksjonsseismisk profil i dette området som utgjør en smal tunge som stikker ut i Sørfjorden i retning vest-sørvest til øst-nordøst. Mot sør er området avgrenset av elva Røssåga og mot nord av Sørfjorden.

#### 3.1.1 Refraksjonsseismikk

Plassering av det refraksjonsseismiske profilet er vist i kartbilag -02 og -03. Tolkning av profilet er vist i databilag 2. To hastighetslag kan erkjennes fra data. Det øverste har en seismisk hastighet i området 1460-1500 m/s og representerer trolig vannmettet sand og grus, men hastigheten kan også representere finkornige avsetninger (silt og leire). Det nederste laget representerer fjell med en antatt seismisk hastighet på 5000 m/s (ikke nøyaktig bestemt). Ved posisjon 0 er dyp til fjell ca. 28 m og øker til 140-150 m mot enden av profilet i øst-nordøst. Neset som går ut mot nord i Sørfjorden like vest for fjernskudd i posisjon -193 m (i vestre kartkant) er bart fjell. Dersom det over fjell opptrer et lag med seismisk hastighet mellom 1500 m/s og 5000 m/s (f.eks. morenelag), vil ikke dette erkjennes på opptakene dersom laget er tynt (blindsoneproblematikk, se tekstbilag 2). Beregnete dyp til fjell vil i tilfelle være for små.

#### 3.1.2 Georadar

Georadarpptakene er vist sammen med kartutsnitt i kartbilag -03.

##### P13

Profilet er målt langs Røssåauren. Penetrasjonsdypet er svært begrenset (5-10 m) mellom posisjon 0 og 300. Dette kan delvis skyldes passering av dyrket mark (potetåker) i dette området, og delvis finkornig materiale indikert ved et parallelt refleksjonsmønster mellom posisjon 20 og 180. Fra posisjon ca. 210 sees fritt grunnvannsspeil ved 80-100 ns (4-5 m dyp) og indikerer innslag av mer grovkornig materiale øverst. Omtrent fra posisjon 300 og til posisjon 700 sees bratte, skrå reflektorer som heller nedover langs profilretningen (mot øst-nordøst) og er en videre indikasjon på grovkornige avsetninger. Mellom posisjon 300 og 600 er penetrasjonsdypet i størrelsesorden 10-15 m. Fra posisjon 600 avtar penetrasjonsdypet og er bare 2-3 m ved enden av profilet. Dette skyldes trolig at en bukt gjør at sjøvannet trenger lenger inn mot profilet i dette området. Mellom posisjon 710 og 741 er penetrasjonsdypet minst (2-3 m), og området kan være interessant for videre undersøkelser.

## P5

Profilet er et tverrprofil til P13 lengst i sørvest. Penetrasjonsdypet er størst (5-10 m) mellom posisjon 80 og 160. Ved nord- og sørenden av profilet er penetrasjonsdypet begrenset til 2-5 m. Ved sørenden indikerer dette sannsynligvis finkornige avsetninger, fordi en her ikke har inntrenging av sjøvann. Mot nord kan redusert penetrasjonsdyp enten indikere inntrenging av sjøvann eller finkornige avsetninger eller en kombinasjon. Det kan heller ikke utelukkes at fjelloverflaten ligger forholdsvis grunt langs dette profilet. Videre undersøkelser langs eller i nærheten av profilet anbefales ikke, fordi det sannsynligvis er for finkornige avsetninger her.

## P1

Tverrprofil til P13 målt ca. 150 m øst-nordøst for P5. Penetrasjonsdypet er 5-10 m langs profilet. Et parallelt refleksjonsmønster indikerer finkornige avsetninger, og videre undersøkelser anbefales ikke her.

## P2

Tverrprofil til P13 ca. 150 m øst-nordøst for P1. Fritt grunnvannsspeil er indikert ved en horisontal reflektor ved ca. 100 ns (4-6 m dyp). Opptaket er dominert av skrå reflektorer som 'knekker gjennom' grunnvannsspeil pga. endring i EM-bølgehastighet. Skrå lagdeling og godt definert grunnvannsspeil indikerer grovkornige avsetninger. Økt penetrasjonsdyp mot sørøstenden av profilet kan skyldes endring i overflateforhold, men det kan ikke utelukkes at det nordvestover langs profilet kan være en viss økning i saltinnholdet mot dypet.

## P3

Grunnvannsspeil sees som en horisontal reflektor ved 80-100 ns (3-6 m dyp). Ved endene av profilet er penetrasjonsdypet 5-10 m, mens det sentralt i profilet er 15-20 m. Refleksjonsmønsteret er kaotisk og kan indikere grovkornige avsetninger. Penetrasjonsdypet mot nordvestenden av profilet mot sjøen er som nevnt 5-10 m, noe som indikerer lav salinitet i grunnvannet i øvre del av avsetningen, men trolig økende salinitet mot dypet.

## P4

Penetrasjonsdypet øker jevnt fra ca. 1 m dyp ved nordvestenden av profilet (ved sjøkanten) til 15-20 m ved sørøstenden av profilet (ved elva). Refleksjonsmønsteret er hauget til kaotisk og kan indikere grovkornige avsetninger. Profil 13, som går på tvers av P4, viser skrå reflektorer som også indikerer grovkornige avsetninger. Neglisjerbart penetrasjonsdyp ved sjøen kan indikere inntrenging av sjøvann i dette området og videre undersøkelse i form av boringer anbefales her.

## Oppsummering

Det mest gunstige området for uttak av salt grunnvann ser ut til å være nær sjøkanten i retning øst-nordøst for P4. Penetrasjonsdypet er mindre enn 3 m mellom posisjon 0 og 18 langs P4 og mellom posisjon 710 og 741 langs P13. Det er trolig grovkornige avsetninger i de samme om-



råder. Den hydrauliske gradienten antas å være lav. Et mulig problem for uttak av salt grunnvann vil være påtrykk av ferskt grunnvann fra elva Røssåga. Det ble utført sonderboring i det nevnte området, og denne viste siltig sand ned til 11 m dyp og grusig sand fra 11 m til 32 m dyp (enden av borhullet).

### 3.2 Tømmerneset

Det er målt til sammen fem georadarprofiler i dette området. Georadaropptak og profilplasseringer er vist i kartbilag -04 (P8, P9 og P10) og -05 (P6 og P7). Opptakene beskrives fra sør til nord.

#### P6

Opptaket i kartbilag -05 viser et hauget eller skrått refleksjonsmønster og et penetrasjonsdyp i området 20-30 m. Disse faktorene indikerer grovkornige avsetninger. Grunnvannsnivå er noe usikkert, men ligger antydningvis i et tidsdyp på vel 300 ns (15-18 m dyp) Det store penetrasjonsdypet peker i retning av at det er ingen muligheter for uttak av salt grunnvann langs profilet.

#### P7

Refleksjonsmønsteret er for det meste skrått med fall mot ØNØ langs profilet og penetrasjonsdypet er i størrelsesorden 20-30 m. Grunnvannsnivå kan antydes i et tidsdyp på 300 ns (15-18 m dyp) fra vestenden, økende til 320 ns (16-19 m dyp) østover. Løsmassene er trolig grovkornige, men det store penetrasjonsdypet indikerer at saliniteten i grunnvannet er svært lav. Ingen videre undersøkelser anbefales i dette området. Utviklingen videre mot sjøsiden i øst er ikke undersøkt med georadar, så det kan ikke utelates at forholdene kan være bedre der. Det ble boret i sjøkanten ca. 100 m øst for nordenden av P6, og boringen viste vesentlig finsand (leirblandet øverst) ned til enden av borhullet på ca. 32 m dyp.

#### P8

Opptaket i kartbilag -04 viser et hauget eller skrått refleksjonsmønster som ofte indikerer grovkornige avsetninger. Begrenset penetrasjonsdyp (10-15 m) kan skyldes at profilet går over dyrket mark med oppløste næringssalter (gir god ledningsevne og dempning av EM-pulsene). Nede på flaten i nord (posisjon 0-310) indikerer skrå reflektorer at avsetningsretningen har vært mot nord langs profilet i området mellom posisjon 175 og 310. Mellom posisjon 45 og 175 er det mer ujevne strukturer, og det kan tolkes som en gjenfylt erosjonsform, antakelig et relativt ungt elveløp på tvers av profilet. Grunnvannsnivå er trolig representert som en markert reflektor ved vel 100 ns (5-6 m dyp) mellom posisjon 45 og 75, og indikeres mellom posisjon 175 og 310 i tilsvarende dyp ved at skrå reflektorer får en markert brytning (skyldes endring i EM-bølge hastighet over og under grunnvannsspeil). Markert reflektor ved ca. 120 ns

(6-7 m dyp) mellom posisjon 0 og 40 kan også indikere grunnvannsnivå, men er mer sannsynlig en erosjonsflate. Det er trolig små muligheter for uttak av salt grunnvann fra små dyp langs profilet, men det kan være økning i salinitet mot dypet. Det kan heller ikke utelukkes at mulighetene for salt grunnvann kan være bedre nærmere sjøsiden øst og nord for profilet.

#### P9

Opptaket er dominert av et skrått refleksjonsmønster, der reflektorene heller nedover mot vest mellom posisjon 0 og 260 og mot øst mellom posisjon 290 og 477 (østenden av profilet). Dette indikerer at avsetningene er bygd utover i vifteform i dette området. Mellom posisjon 0 og 280 er penetrasjonsdypet i størrelsesorden 20-30 m og indikerer relativt grovkornige avsetninger. Fra posisjon 280 reduseres reflektivitet og penetrasjonsdyp (10-15 m) fordi profilet her kommer inn på dyrket mark med oppløste næringssalter. Plasseringen av grunnvannsspeil er uklar i vestlige del, trolig pga. interferens med de kraftige, skrå reflektorene, men kan antydes ved 200-220 ns (10-13 m dyp) mellom posisjon 150 og 250. Penetrasjonsdypet er langt større enn dette og indikerer lav salinitet i grunnvannet. Langs østlige del av profilet er grunnvannsnivå indikert ved ca. 200 ns (10-12 m dyp) fra posisjon 380, og det grunner noe opp østover til 180 ns (9-10,5 m dyp). Det er trolig heller ikke her muligheter for uttak av salt grunnvann. Sørøst for østenden av profilet er det et kommunalt slamdeponi.

#### P10

Profilet er et kort tverrprofil til P9. Refleksjonsmønsteret er skrått til kaotisk og representerer trolig relativt grovkornige avsetninger. Penetrasjonsdypet er noe begrenset (10-15 m), trolig pga. at profilet går over dyrket mark.

#### Oppsummering

Opptakene for de profiler som er målt over Tømmerneset indikerer relativt grovkornige avsetninger. Penetrasjonsdypet er stedvis stort (20-30 m), og det er ikke indikert områder som er godt egnet for uttak av salt grunnvann. Det er ikke utelukket at muligheten for salt grunnvann kan være bedre på det forholdsvis lavtliggende området lengst nordøst på Tømmerneset (dvs. øst og nordøst for de nordligste 300 m av P8).

### **3.3 Rydså**

Det ble kun målt ett profil i dette området (P14). Opptak og profilplassering er vist i kartbilag -05.

Opptaket viser et parallelt refleksjonsmønster. Dette, sammen med et begrenset penetrasjonsdyp (<10 m), indikerer vesentlig finkornige avsetninger (finsand/silt). Mellom posisjon 0 og

75 er penetrasjonsdypet 3-5 m og indikerer enda større andel finstoffmateriale i denne retningen (silt/leir?). Området regnes uegnet for uttak av salt grunnvann.

### 3.4 Valla

Profil 15 ble målt i dette området. Opptak og profilplassering er vist i kartbilag -05.

Fra posisjon 0 til 175 er opptaket dominert av et skrått refleksjonsmønster, som viser at deltamaterialet er avsatt mot øst. Sammen med et forholdsvis stort penetrasjonsdyp (20-30 m) indikerer dette relativt grovkornige avsetninger. Grunnvannsnivået er dårlig definert, men kan trolig antydes ved ca. 300 ns (15-18 m dyp) vestligst i profilet, og kan grunne noe opp mot øst til ca. 220 ns (11-13 m dyp) ved posisjon 130. Fra posisjon 180 går refleksjonsmønsteret over til å bli mer parallelt, penetrasjonsdypet avtar, og det antas at avsetningene blir mer finstoffdominert mot østenden av profilet (mot sjøen). Mellom posisjon 310 og 336 (østenden av profilet) er penetrasjonsdypet mindre enn 3 m. Dette regnes i det vesentligste å skyldes finkornig materiale (silt/leir), men også inntrenging av sjøvann kan medvirke. Avsetningene her er etter all sannsynlighet for finkornige til at det vil være av interesse å utføre videre undersøkelser med hensyn på uttak av salt grunnvann.

### 3.5 Aspneset

Det ble målt to profiler over Aspneset (P16 og P17). Opptakene er vist i kartbilag -06 sammen med et kartutsnitt i målestokk 1:5000 som viser plasseringen av profilene.

#### P16

Profilet er målt fra sjøen og mot øst-sørøst. Grunnvannsspeil sees ved 60-100 ns mellom posisjon 55 og 176 (3-6 m dyp). Opptaket er dominert av et skrått refleksjonsmønster som kan indikere grovkornige avsetninger. Retningen på de skrå reflektorene indikerer at løsmassene er avsatt fra øst. Reduksjon i penetrasjonsdypet sees kun på de 4-5 traser som ligger nærmest sjøen. Dette kan indikere et visst påtrykk av ferskt grunnvann. Området er trolig lite egnet for uttak av salt grunnvann.

#### P17

Profilet er målt som et tverrprofil til P16 fra sør-sørvest til nord-nordøst med endepunkt i P16. Mellom posisjon 0 og 85 sees grunnvannsspeil på ca. 100 ns (5-6 m dyp). Refleksjonsmønsteret er haugert til kaotisk og indikerer grovkornige avsetninger. Penetrasjonsdypet er 15-20 m, og det er ikke indikert soner der det kan være muligheter for uttak av salt grunnvann

### Oppsummering

For det profilet som er målt nærmest sjøen (P16), er penetrasjonen redusert på kun de 4-5 trasene som ligger nærmest sjøkanten. Dette kan indikere påtrykk av ferskt grunnvann som vil begrense mulighetene for uttak av salt grunnvann. En sonderboring i området viste vesentlig finsand ned til et dyp på 32 m (enden av borhullet).

### **3.6 Sæterkarneset**

Det er kun målt ett profil (P12) i dette området. Opptak og profilplassering er vist i kartbilag -07.

Profilet er målt fra vest mot øst på tvers over en ryggformet avsetning. Start- og endepunkt på profilet er i sjøkanten. Refleksjonsmønsteret er hauget til kaotisk. Det er vanskelig å si noe sikkert om materialtype. Penetrasjonsdypet er størst sentralt over ryggen (15-20 m). De 6-7 traser som ligger nærmest profilendene (sjøkanten) viser sterkt redusert penetrasjon pga. økt ledningsevne som trolig skyldes inntrenging av sjøvann. Selv om det antas å være små muligheter for uttak av salt grunnvann i dette området, anbefales en sonderboring ved østenden av profilet (ble ikke utført).

### **3.7 Kleivneset**

Det er også i dette området kun målt ett profil (P11). Opptak og profilplassering er vist i kartbilag -07.

Profil 11 er målt fra vest mot øst over en ryggformet avsetning. Også for dette profilet (som for P12) er start- og endepunkt på profilet i sjøkanten. Mellom posisjon 65 og 125 er penetrasjonsdypet neglisjerbart og det er her enten godt ledende materiale i overflaten eller finkornige avsetninger øverst i avsetningen. Mot endene av profilet sees antydning til skrå reflektorer som kan indikere grovere avsetninger. Redusert penetrasjon nær sjøen sees på de 3-4 første traser ved vestenden av profilet. Det antas å være små muligheter for uttak av salt grunnvann i dette området. Videre undersøkelser i form av boringer kan utføres helt i vestenden av profilet, men dette har lav prioritet (ble ikke utført).

### 3.8 Sjosletta

Det er målt to profiler i dette området (P18 og P19). Opptak og profilplassering er vist i kartbilag -07.

#### P18

Profilet er målt fra sjøkanten i sør og mot nord oppover en skråning. Refleksjonsmønsteret er skrått med fall mot sør, og penetrasjonsdypet er stedvis over 20 m. Dette indikerer relativt grovkornige løsmasser (sand/grus) og må regnes å representere breelavsetninger. Dårlig penetrasjon i sør mellom posisjon 15 og 55 skyldes hovedsakelig passering av dyrket mark med oppløste næringssalter som gir god ledningsevne og dempning av EM-pulsene. Redusert penetrasjon mot sørenden av profilet (posisjon 0-15) skyldes sannsynligvis inntrenging av sjøvann, og dette kan være et interessant område for videre undersøkelser, og sonderboring anbefales nær sjøkanten.

#### P19

Profilet er målt fra vest mot øst på sørsiden av vei fram mot profil 18. Antatt fjell sees som en uregelmessig reflektor mellom posisjon 0 (200 ns, 8-12 m dyp) og posisjon 64 (350 ns, 15-20 m dyp). Penetrasjonsdypet er 10-15 m. Refleksjonsmønsteret er hauget og representerer trolig grovkornige avsetninger. Profilet er målt for langt fra sjøen til at området her er interessant for uttak av salt grunnvann.

#### Oppsummering

Georadarmålingene indikerer forholdsvis grovkornige avsetninger. Mot sørenden av profil 18 (posisjon 0-15) er penetrasjonsdypet kraftig redusert, trolig pga. inntrenging av sjøvann. Selv om grunnvannspeil ikke kan erkjennes på opptaket, indikerer det bratte terrenget at en kan ha en høy hydraulisk gradient. Dette er derimot svært usikkert, og sonderboring anbefales ved sjøkanten i profil 18. Sonderboring ble utført, og denne viste at avsetningene her er dominert av siltig sand ned til ca. 17 m dyp.

## 4 KONKLUSJON

Det er utført georadarmålinger ved 8 lokaliteter i Korgen, Hemnes kommune, Nordland. Ved én av lokalitetene (Røssåauren) ble det i tillegg målt et refraksjonsseismisk profil. Målingene ble utført for å vurdere mulighetene for uttak av salt grunnvann til bruk i eventuelt framtidig fiskeoppdrettsanlegg på land.

Gunstige områder for uttak av salt grunnvann er det i områder med grovkornige avsetninger, lav hydraulisk gradient og kraftig begrenset penetrasjonsdyp på georadaropptakene. Ved følgende lokaliteter er disse betingelsene delvis oppfylt, og videre undersøkelser i form av boringer ble anbefalt ved følgende lokaliteter;

- Røssåauren i retning øst-nordøst for P4. Boring utført.
- Aspneset. Området nær sjøen i P16. Boring utført.
- Sæterkarneset ved østenden av P12.
- Kleivneset ved vestenden av P11.
- Sjøsletta ved sørenden av P18. Boring utført.
- Tømmerneset, nordøstligste del (nordøst for P8). Boring utført.

Ved følgende lokaliteter er det antatt ugunstige forhold for uttak av salt grunnvann;

- Rydså, Valla og det meste av Tømmerneset.

Av de områdene som er undersøkt ser Røssåauren ut til å være best egnet for uttak av grunnvann på bakgrunn av de geofysiske målingene.

## 5 REFERANSER

- Beres, M. Jr. & Haeni, F.P. 1991: Application of ground-penetrating-radar methods in hydrogeologic studies. *Ground water* 29, 375-386.
- Blikra, L.H. & Tønnesen, J.F. 1989: Geofysiske målinger ved Finneidfjord, Brufjellmoen og Bjerka i Hemnes kommune. *NGU Rapport 89.062*.
- Olsen, L., Sveian, H. & Blikra, L.H. 1996: Korgen 1927 II. Kvartærgeologisk kart med beskrivelse. *Norges geologiske undersøkelse*.

## GEORADAR - METODEBESKRIVELSE

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

Bølgehastigheten kan bestemmes ved CDP-målinger ('common depth-point'). Slike målinger utføres ved å flytte sender- og mottakerantenne skrittvis og like langt ut til hver side fra et fast midtpunkt og registrere for hver ny posisjon. Refleksjoner vil da ideelt sett komme fra samme punkt på en refleksor som er 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  $\epsilon_r$  er det relative dielektrisitetstallet.  $\epsilon_r$ -verdien for et materiale vil derfor være en bestemmende faktor for beregning av dyp til reflektorer. I tabellen på neste side er det gitt en oversikt over erfaringstall for  $\epsilon_r$  i en del materialtyper. Tabellen viser også hastigheter og ledningsevne i de samme media.



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

<u>Medium</u>	<u><math>\epsilon_r</math></u>	<u><math>v</math> (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.

## REFRAKSJONSSEISMIKK - METODEBESKRIVELSE

Metoden grunner seg på at lydets forplantningshastighet forandrer seg med mediets elastiske egenskaper. Det aktuelle hastighetsområde i den såkalte ingeniørseismikk er fra ca. 200 m/s i visse typer porøst overdekke til godt over 5000 m/s i enkelte bergarter.

En 'lydstråle' fra en sprengning i overflaten treffer en grense mellom to sjikt hvor lydhas-tigheten er henholdsvis  $V_1$  og  $V_2$ , og vinkelen mellom lydstråle og innfallslodd kalles  $i$ . Etter at strålen har passert sjiktgrensen vil den danne en vinkel  $R$  med innfallsloddet, slik at

$$\sin i / \sin R = V_1 / V_2$$

Når  $R=90^\circ$ , vil den refrakterte stråle følge sjiktgrensen, og vi har

$$\sin i = V_1 / V_2$$

Den bestemte innfallsvinkel som tilfredsstiller denne betingelse kalles kritisk vinkel eller  $i_c$ .

Lydforplantningen langs sjiktgrensen vil gi opphav til sekundærbølger som returnerer til terrengoverflaten under vinkelen  $i_c$ . I en viss kritisk avstand fra skuddpunktet vil disse refrakterte bølger nå fram før de direkte bølger som har fulgt terrengoverflaten. Den kritiske avstand er proporsjonal med dypet til sjiktgrensen og forøvrig bare avhengig av forholdet mellom de to hastigheter. Denne sammenheng utnyttes ved å plassere seismometre (geofoner) langs en rett linje i terrenget og registrere de først ankomne bølger fra skudd i hensiktsmessig valgte posisjoner langs samme linje. Man får da bestemt de nødvendige data for å fastlegge dypene til sjiktgrensen. Dersom overdekket er homogent med hensyn på lydhas-tigheten langs profilet, kan det oppnås en god dybdebestemmelse for hver seismometerposisjon. Imidlertid vil det ofte være betydelige laterale variasjoner til stede, og overdekkehas-tighetene blir ved små dyp bare bestemt i nærheten av skuddpunktene. Ofte vil det derfor være naturlig å legge størst vekt på dybdebestemmelsen under skuddpunktene.

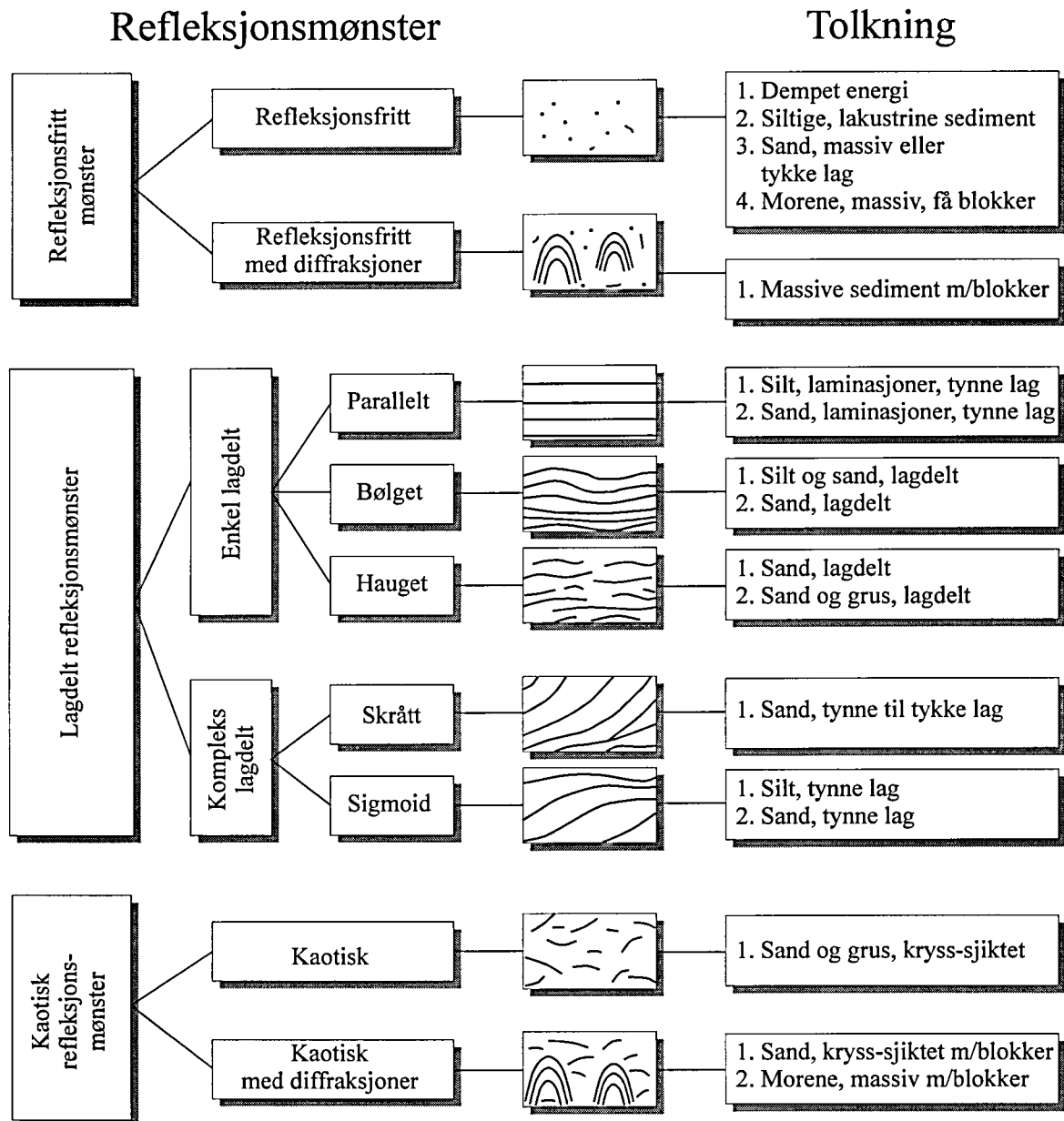
Disse betraktninger kan utvides til å gjelde flere sjiktgrenser. Man får refrakterte bølger fra alle grenser når hastigheten i det underliggende medium er større enn i det overliggende. Kontrasten må være av en viss størrelse, og vinkelen mellom sjiktgrense og terrengoverflate må ikke være for stor. I praksis vil man ofte få vanskeligheter når denne vinkel overstiger  $25^\circ$ .

Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeiler seg i gangtidsdiagrammene, fordi de refrakterte bølger fra denne grense når overflaten seinere enn fra en dypere grense. Det foreligger da en såkalt 'blind sone', og de virkelige dyp kan være vesentlig større enn de beregnede. En annen feilkilde er til stede hvis man har et sjikt med lavere hastighet enn det overliggende. Fra denne sjiktgrense vil det ikke komme refrakterte bølger til overflaten, og lavhastighetssjiktet vil ikke kunne erkjennes av måledata. Generelt kan det sies at usikkerheten i de beregnede dyp øker med antall sjikt. Med analog apparatur vil en kunne bestemme første ankomsttid med en usikkerhet på 1 millisekund ved middels god optaks-kvalitet. Hvis overdekkehas-tigheten er 1600 m/s, tilsvarer dette en usikkerhet på ca. 0.8 m i dybdebestemmelsen på grunn av avlesningsfeil. I tillegg kommer eventuelle feil på grunn av at forutsetningene om isotropi og homogenitet ikke gjelder fullt ut.

Ved meget god datakvalitet kan første ankomsttid avleses med 0.5 millisekunders nøyaktighet. Med denne nøyaktigheten er det allikevel urealistisk å regne med mindre enn 0.5 m usikkerhet i dybdeangivelsene. Ved meget små dyp til fjell (mindre enn én meter) blir overdekkehastigheten dårlig bestemt, og man må regne med prosentvis store feil i dybdeangivelsene.

### P-BØLGEHASTIGHET I NOEN MATERIALTYPER

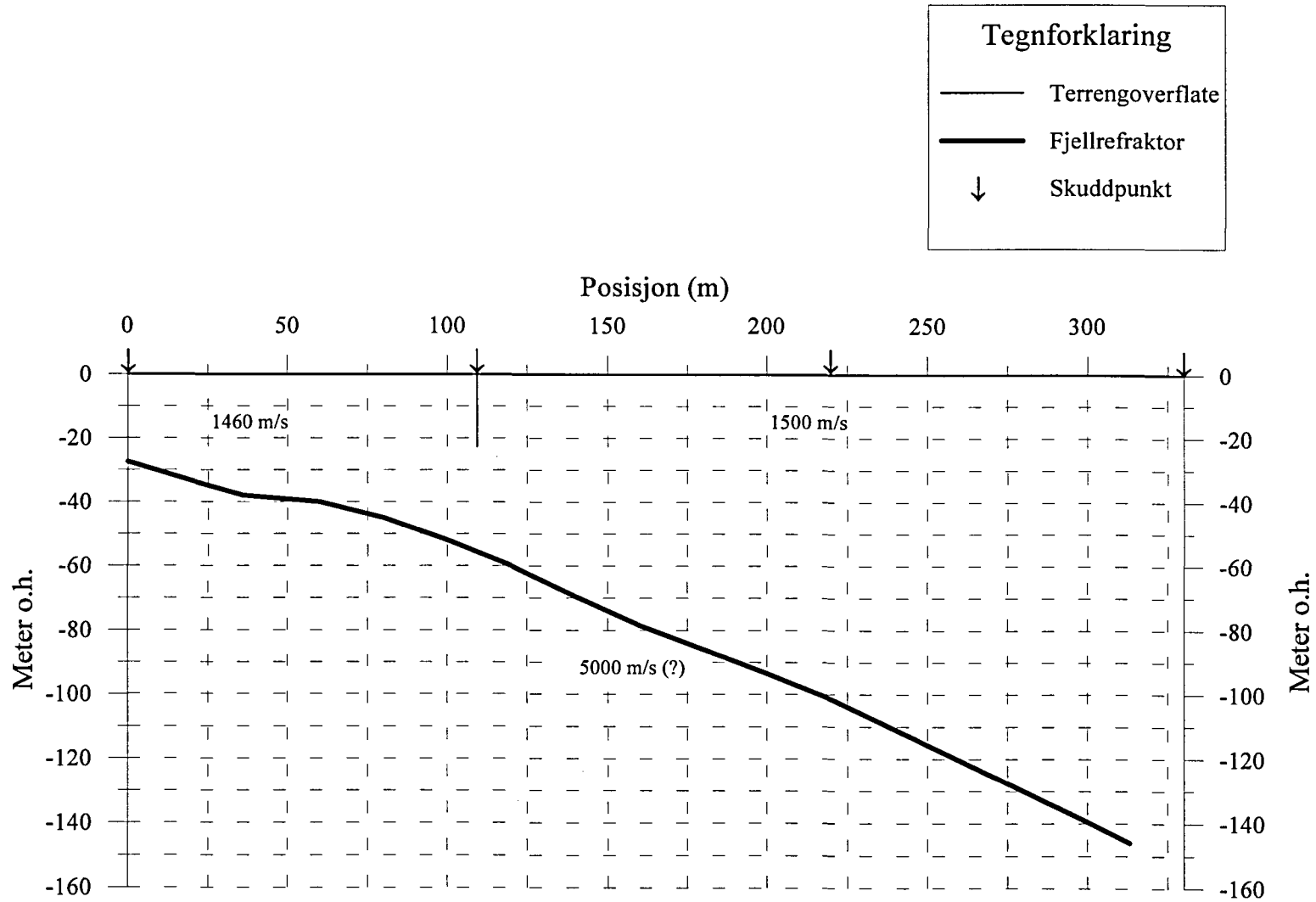
<i>Luft</i>		<i>330 m/s</i>
<i>Vann</i>		<i>1400-1500 m/s</i>
<i>Organisk materiale</i>		<i>150-500 m/s</i>
<i>Sand og grus</i>	<i>- over vannmettet sone</i>	<i>200-800 m/s</i>
<i>Sand og grus</i>	<i>- i vannmettet sone</i>	<i>1400-1700 m/s</i>
<i>Morene</i>	<i>- over vannmettet sone</i>	<i>700-1500 m/s</i>
<i>Morene</i>	<i>- i vannmettet sone</i>	<i>1500-1900 m/s</i>
<i>Hardpakket bunmorene</i>		<i>1900-2800 m/s</i>
<i>Leire</i>		<i>1100-1800 m/s</i>
<i>Oppsprukket fjell</i>		<i>&lt; 4000 m/s</i>
<i>Fast fjell</i>		<i>3500-6000 m/s</i>

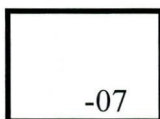
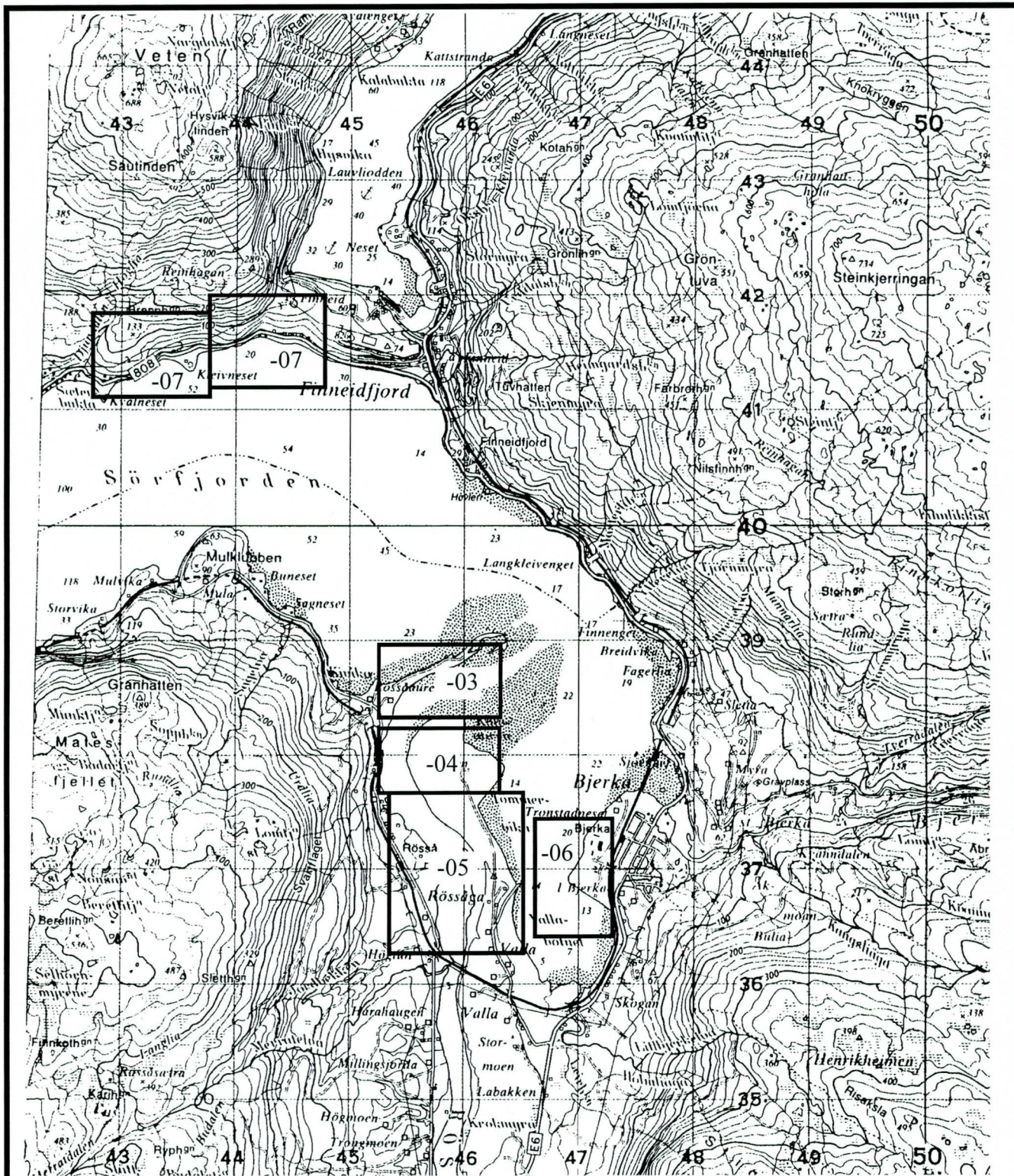


Skjema som knytter refleksjonsmønster på georadaropptak til avsetningstype og lagdeling (etter Beres & Haeni, 1991).

# Tolkning av refraksjonsseismisk profil S1, RØSSÅAUREN i Korgen

Målestokk 1:2000





Utsnitt vist i målestokk 1:5000 sammen med georadaropptak i angitt kartbilagsnummer

NGU/UiB  
 OVERSIKT OVER UNDERSØKTE OMRÅDER  
**KORGEN**  
 HEMNES KOMMUNE, NORDLAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:50 000

MÅLT JFT

TEGN EM

TRAC

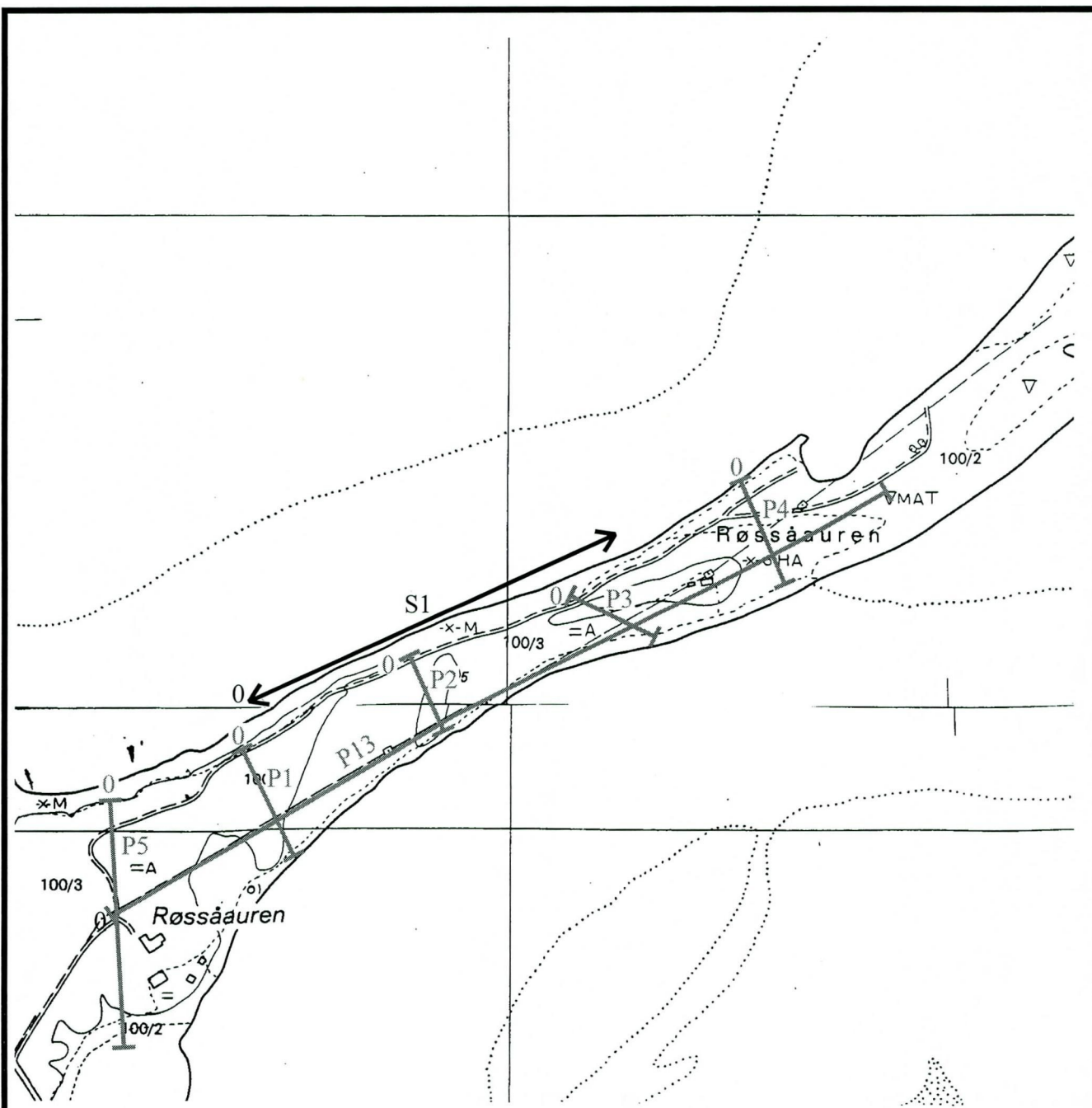
KFR

Juli -95

Juni -96

TEGNING NR  
 96.089-01

KARTBLAD NR  
 1927 II




 S1  
 Refraksjonsseismisk profil  
 med startposisjon


 P1  
 Georadarprofil  
 med startposisjon

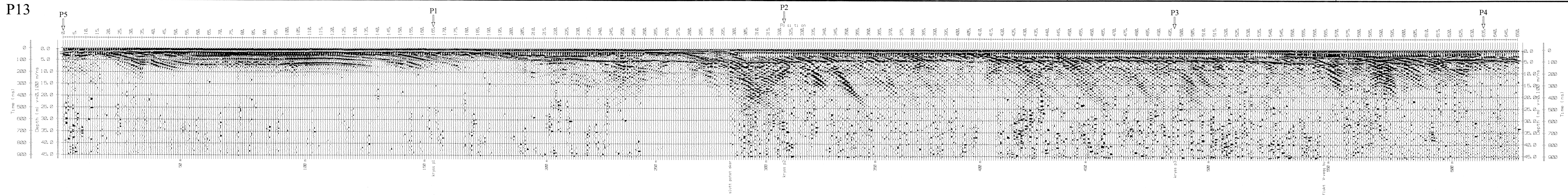
NGU/UiB  
 PLASSERING AV PROFILER  
**RØSSÅAUREN, KORGEN**  
 HEMNES KOMMUNE, NORDLAND

MÅLESTOKK  1:5000	MÅLT JFT	Juli -95
	TEGN EM	Juni -96
	TRAC	
	KFR	

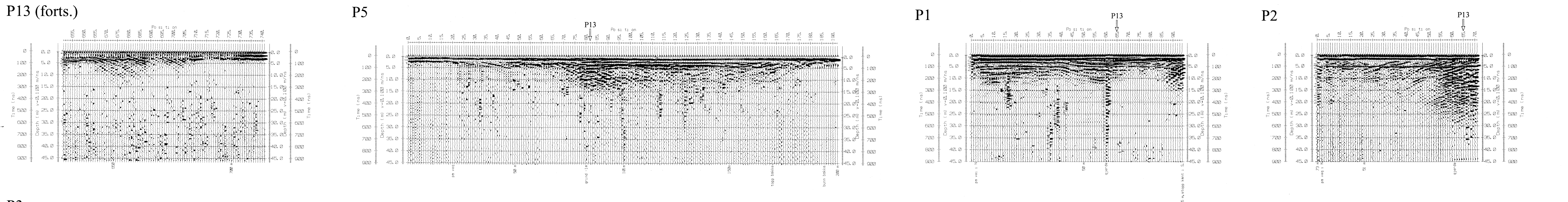
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 TRONDHEIM

TEGNING NR 96.089-02	KARTBLAD NR 1927 II
-------------------------	------------------------

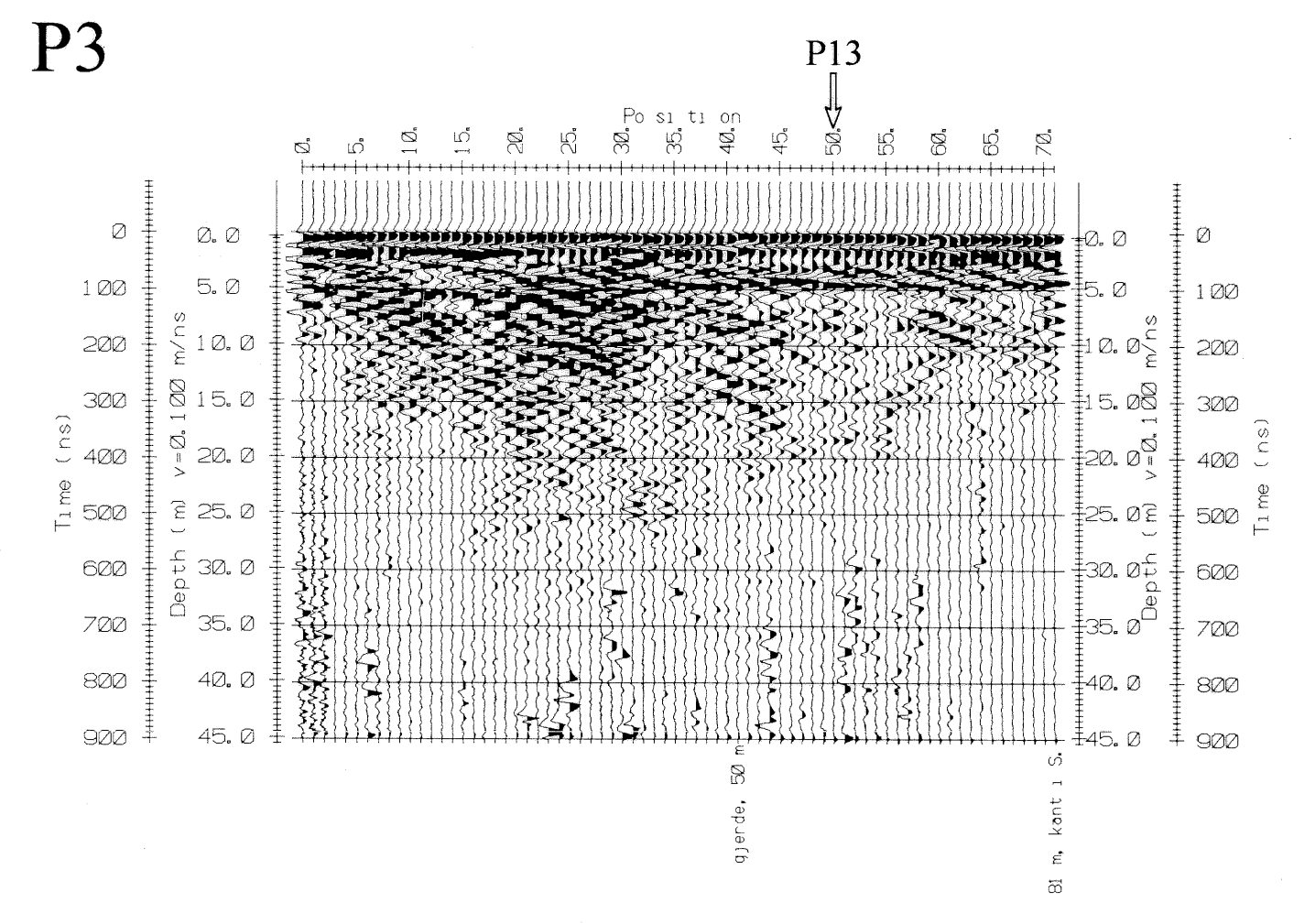
P13



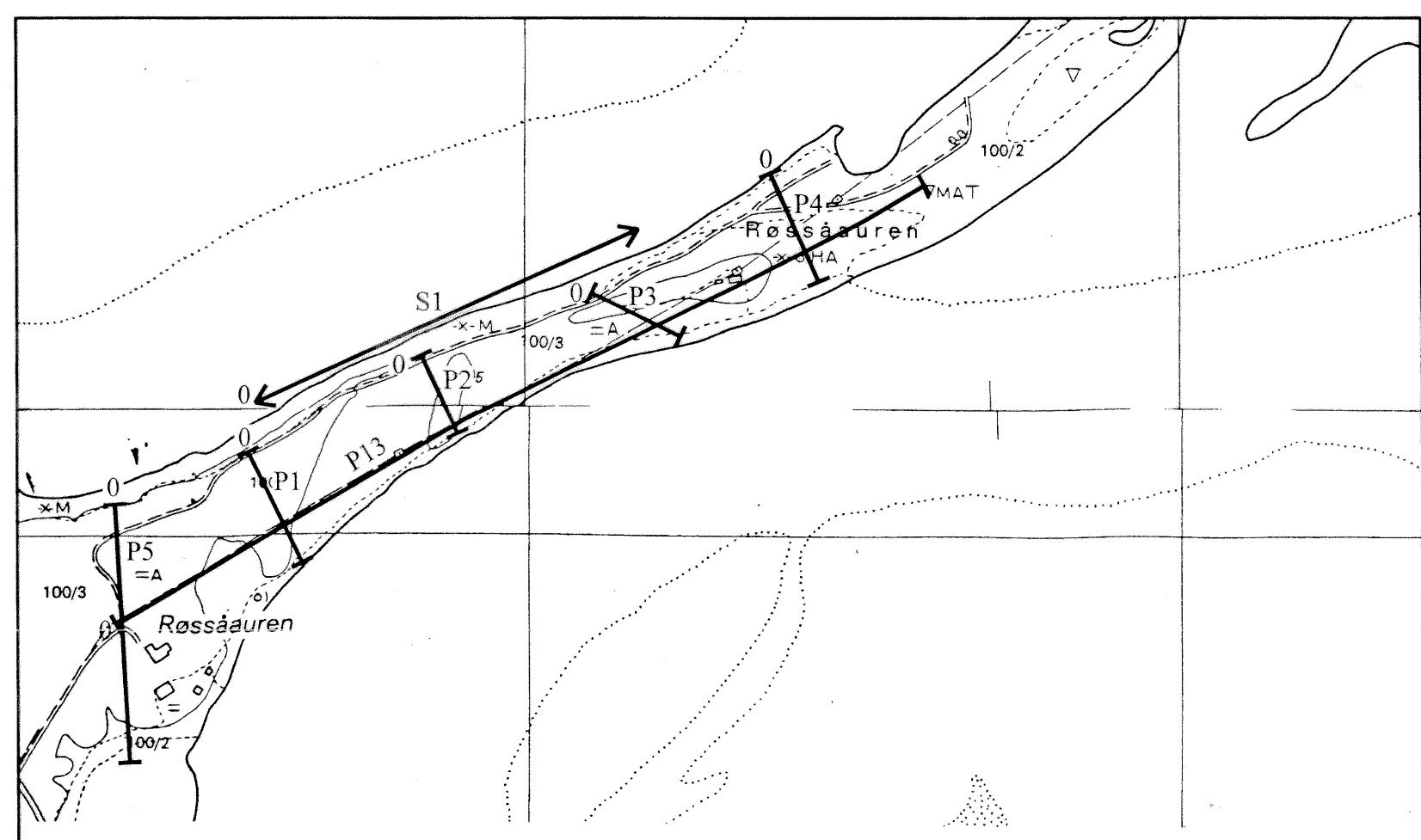
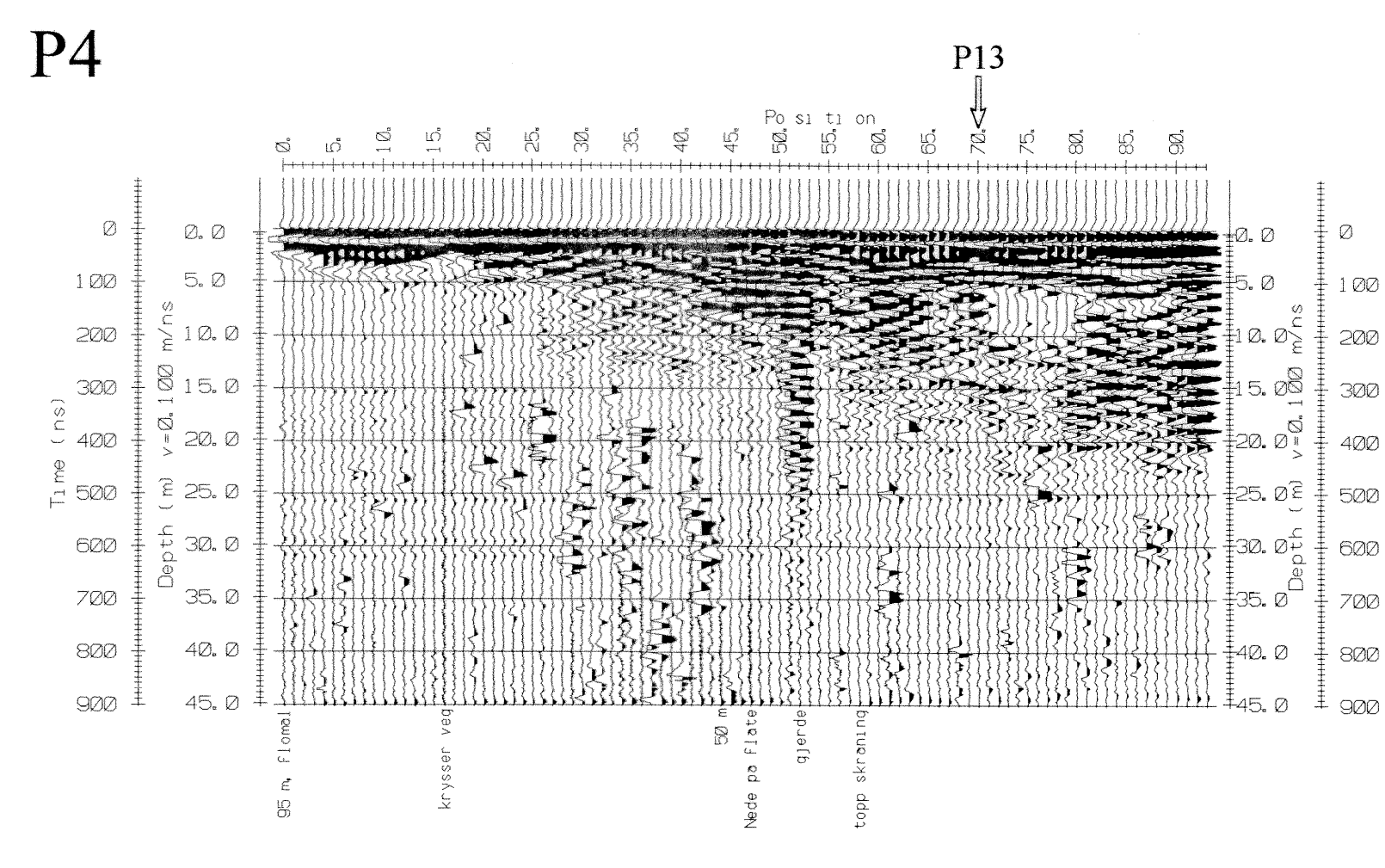
P13 (forts.)



P3



P4



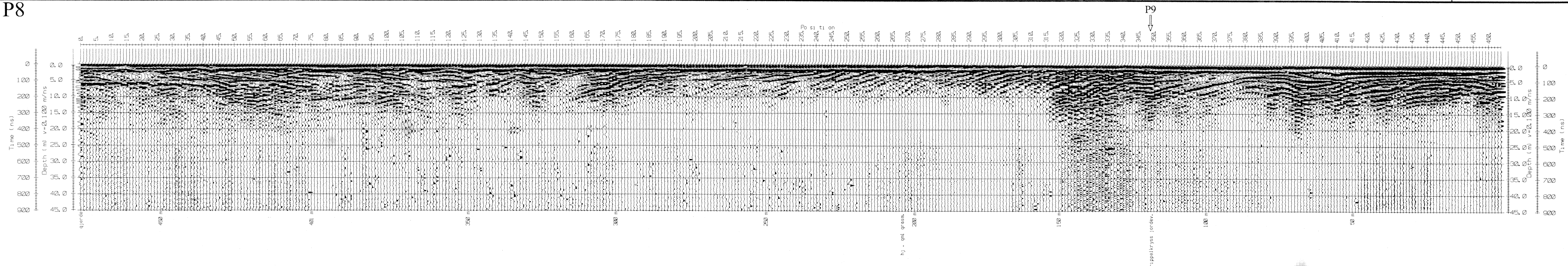
S1  
P1

Refraksjonsseismisk profil med startposisjon  
Georadarprofil med startposisjon

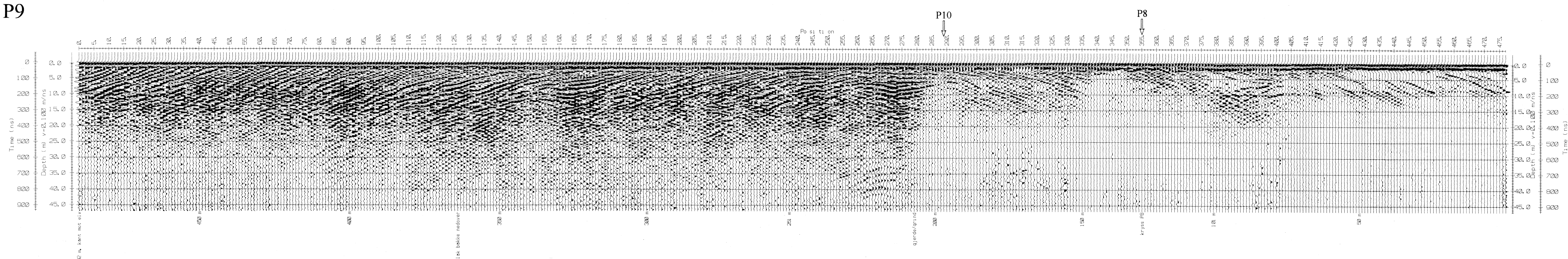
NGU/UiB GEORADAROPPTAK P1, P2, P3, P4, P5 OG P13 <b>RØSSÅUREN, KORGEN</b> HEMNES KOMMUNE, NORDLAND	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	juli -95
	1:5000 (Kart)	TEGN EM	Juni -96
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR	KARTBLAD NR	
	96.089-03	1927 II	



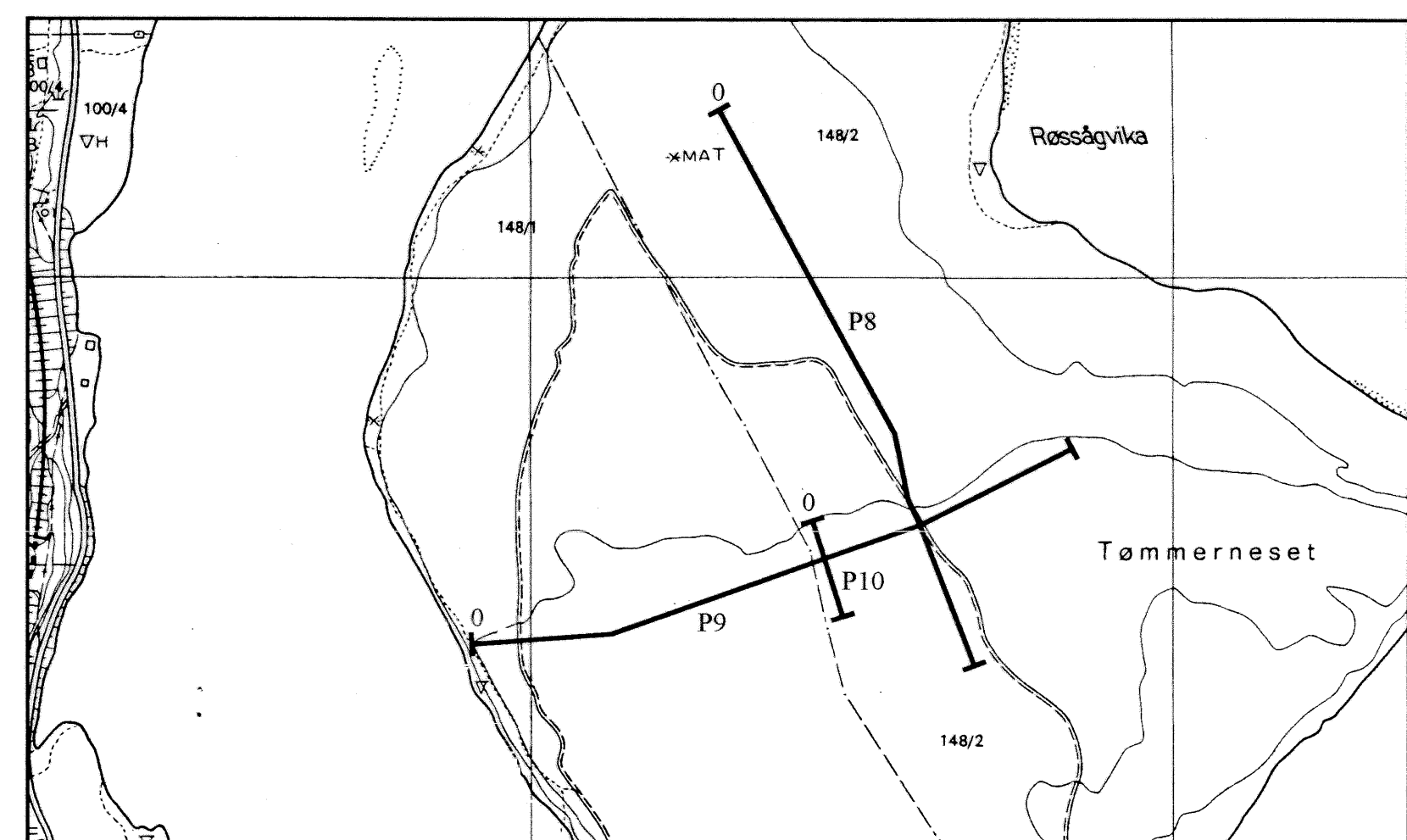
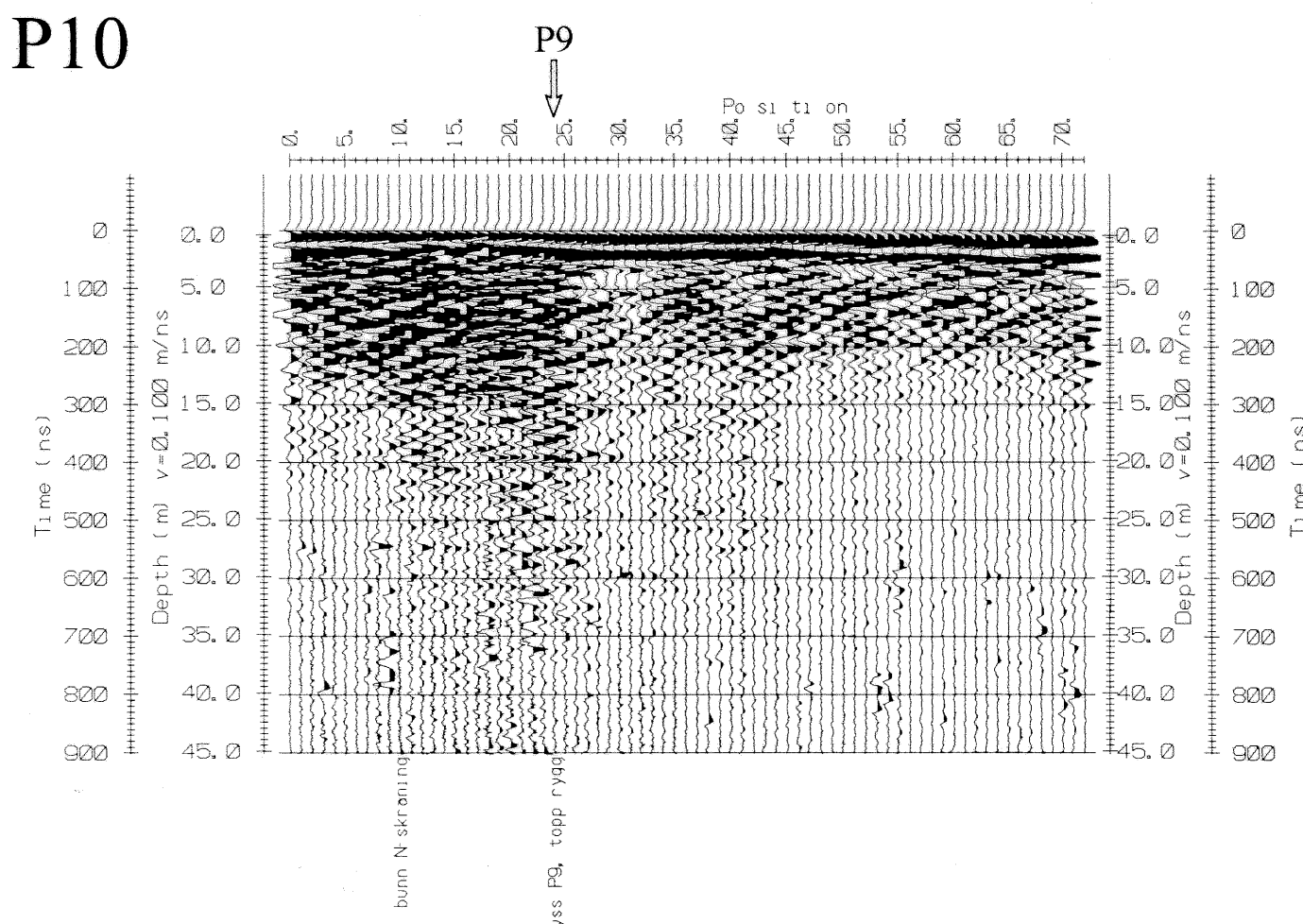
P8



P9



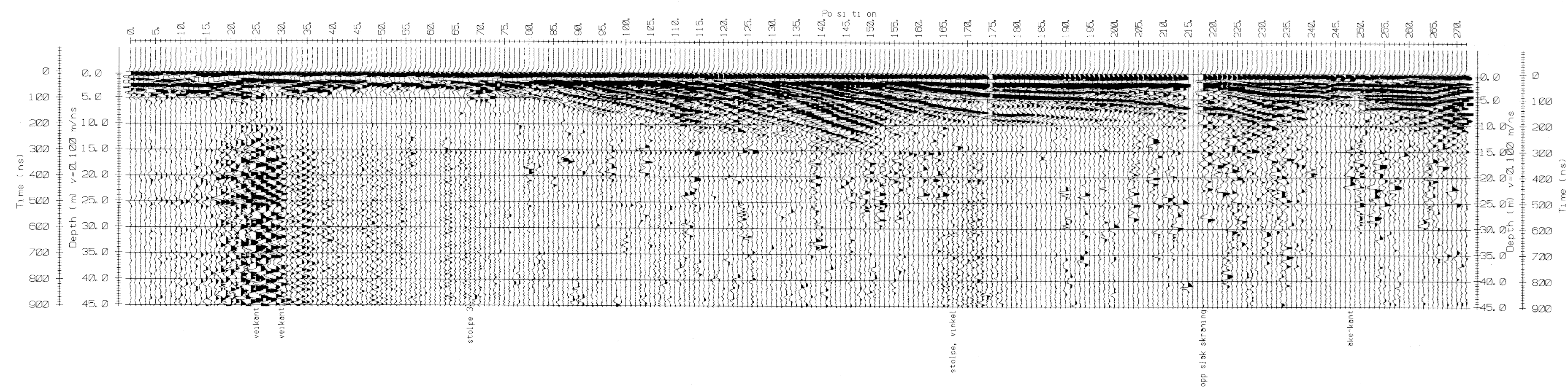
P10



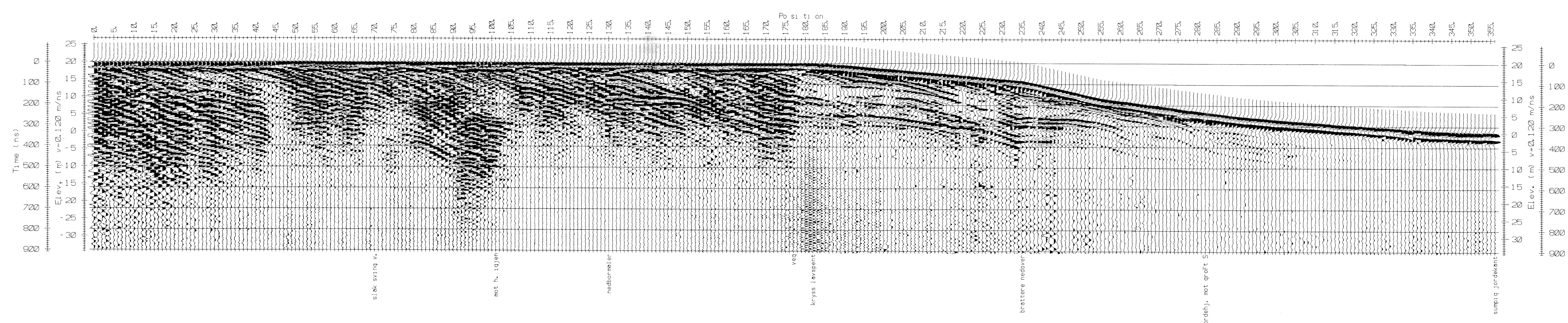
Georadarprofil med startposisjon

NGU/UiB GEORADAROPPTAK P8, P9 OG P10 <b>TØMMERNESET, KORGEN</b> HEMNES KOMMUNE, NORDLAND	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	Juli -95
	1:5000 (Kart)	TEGN EM	Juni -96
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR	KARTBLAD NR	
	96.089-04	1927 II	

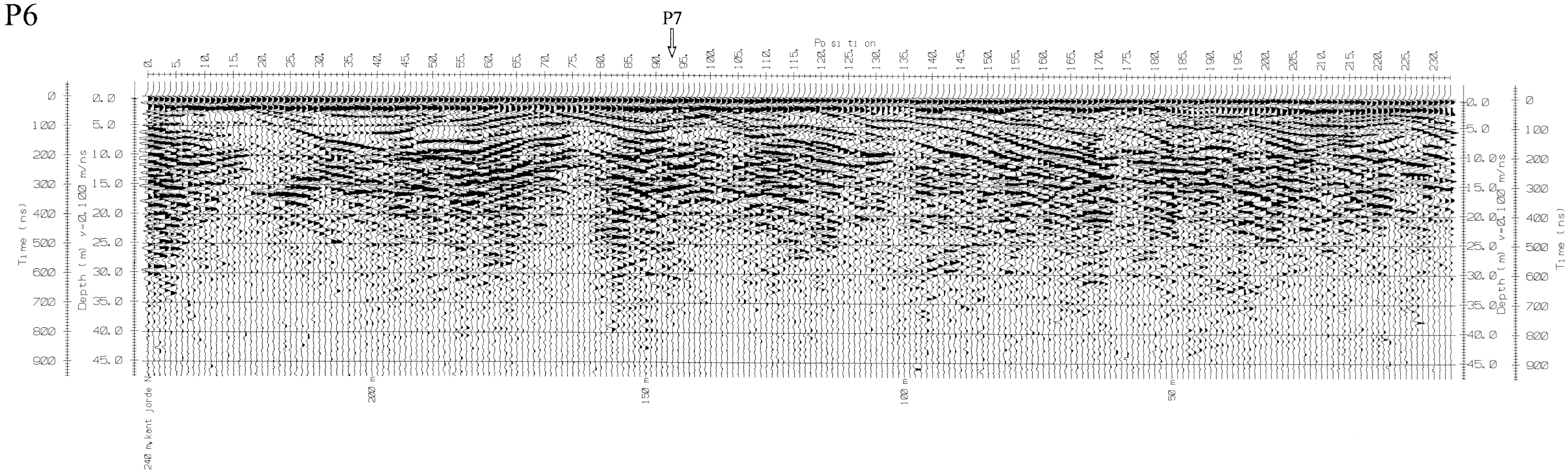
P14



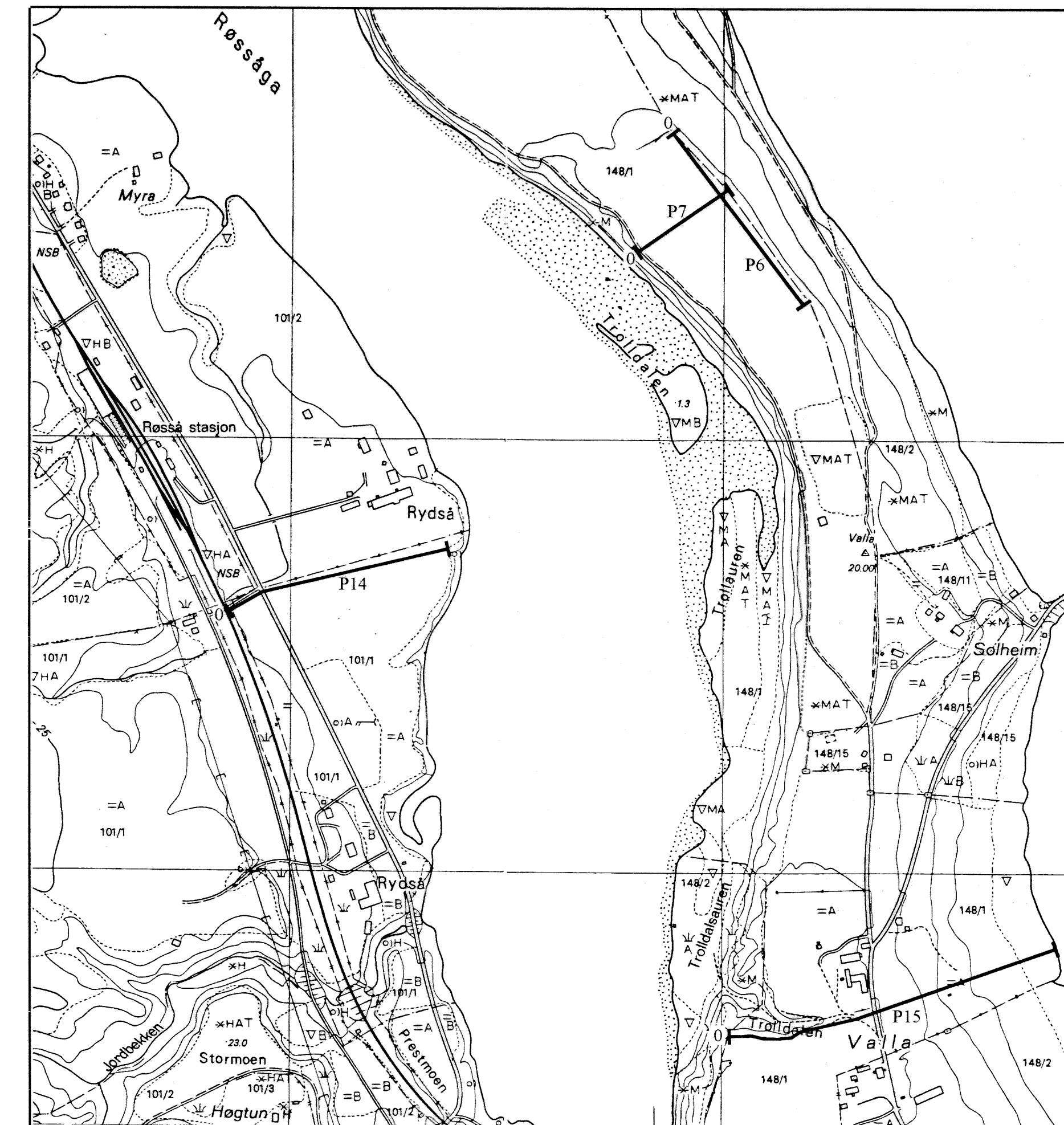
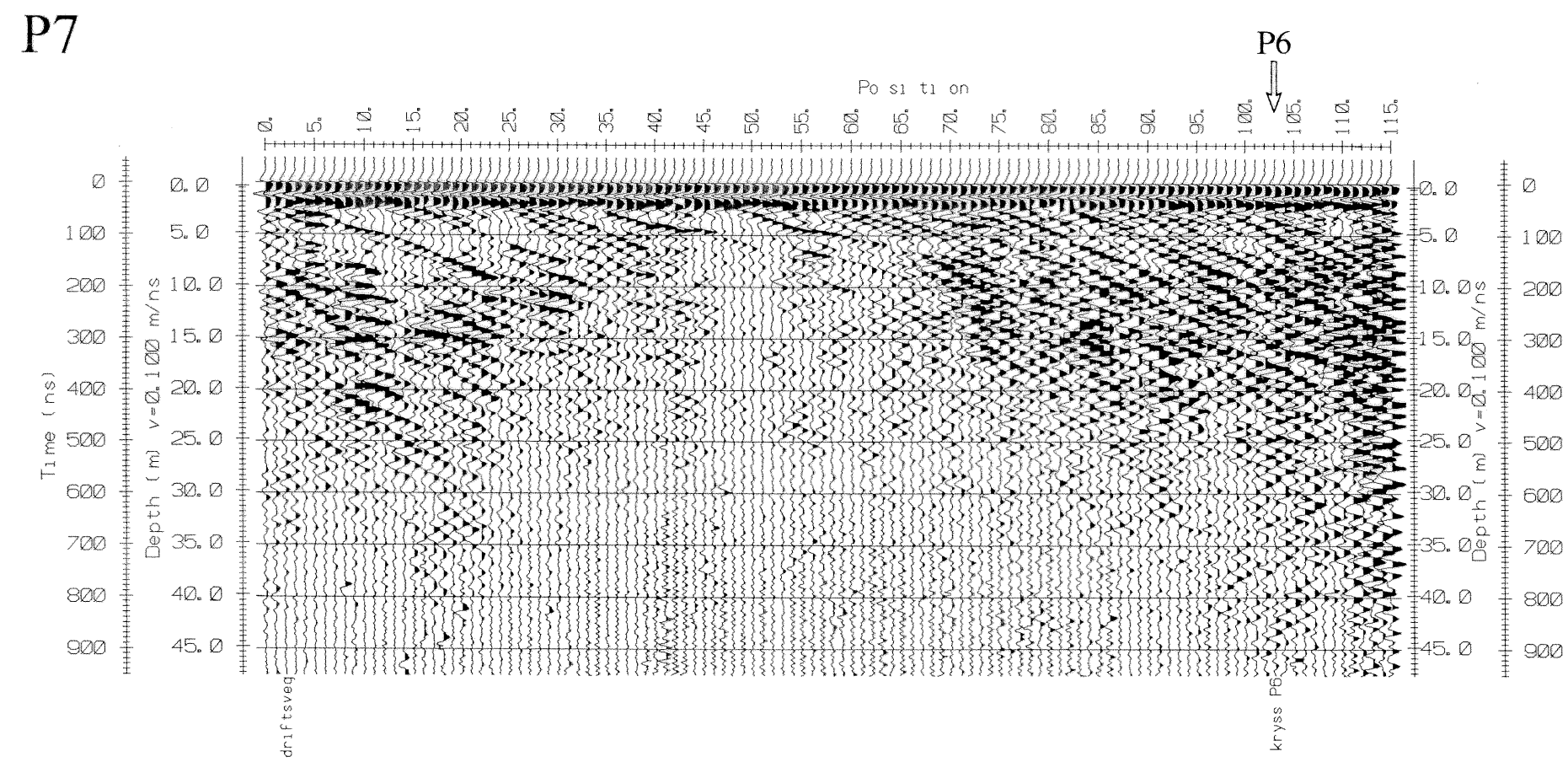
P15



P6



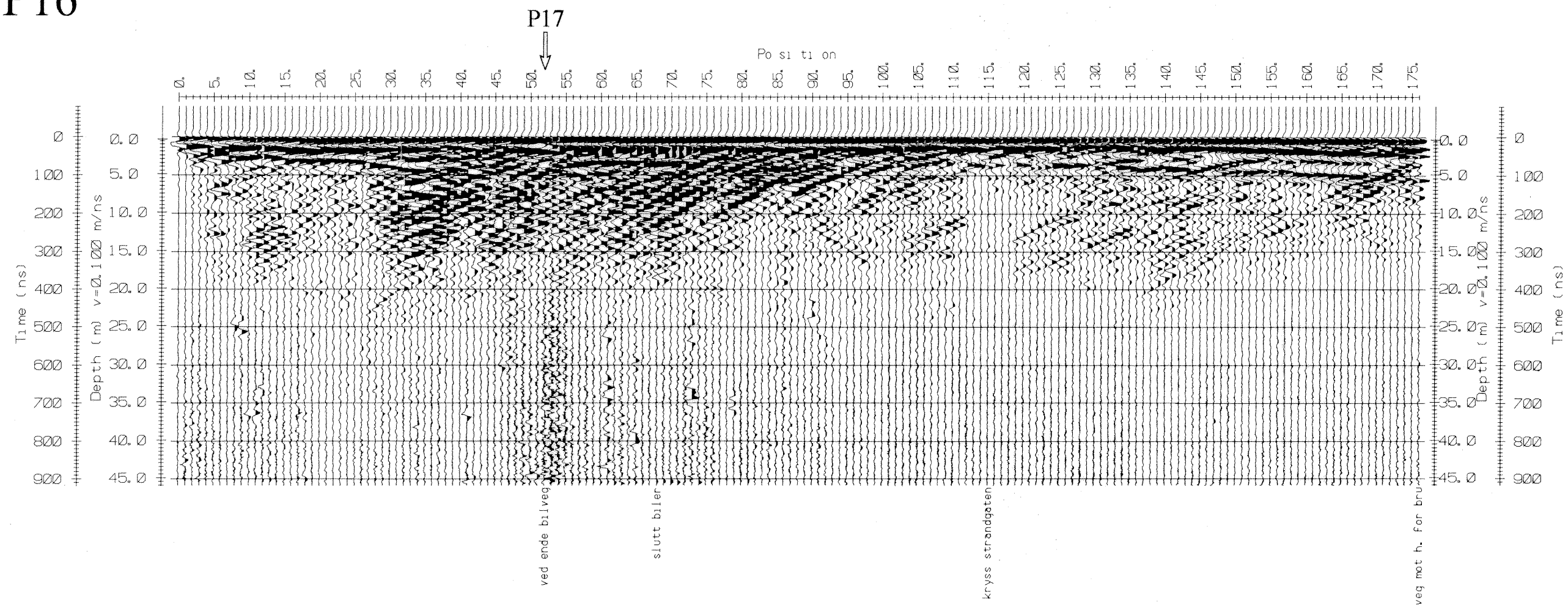
P7



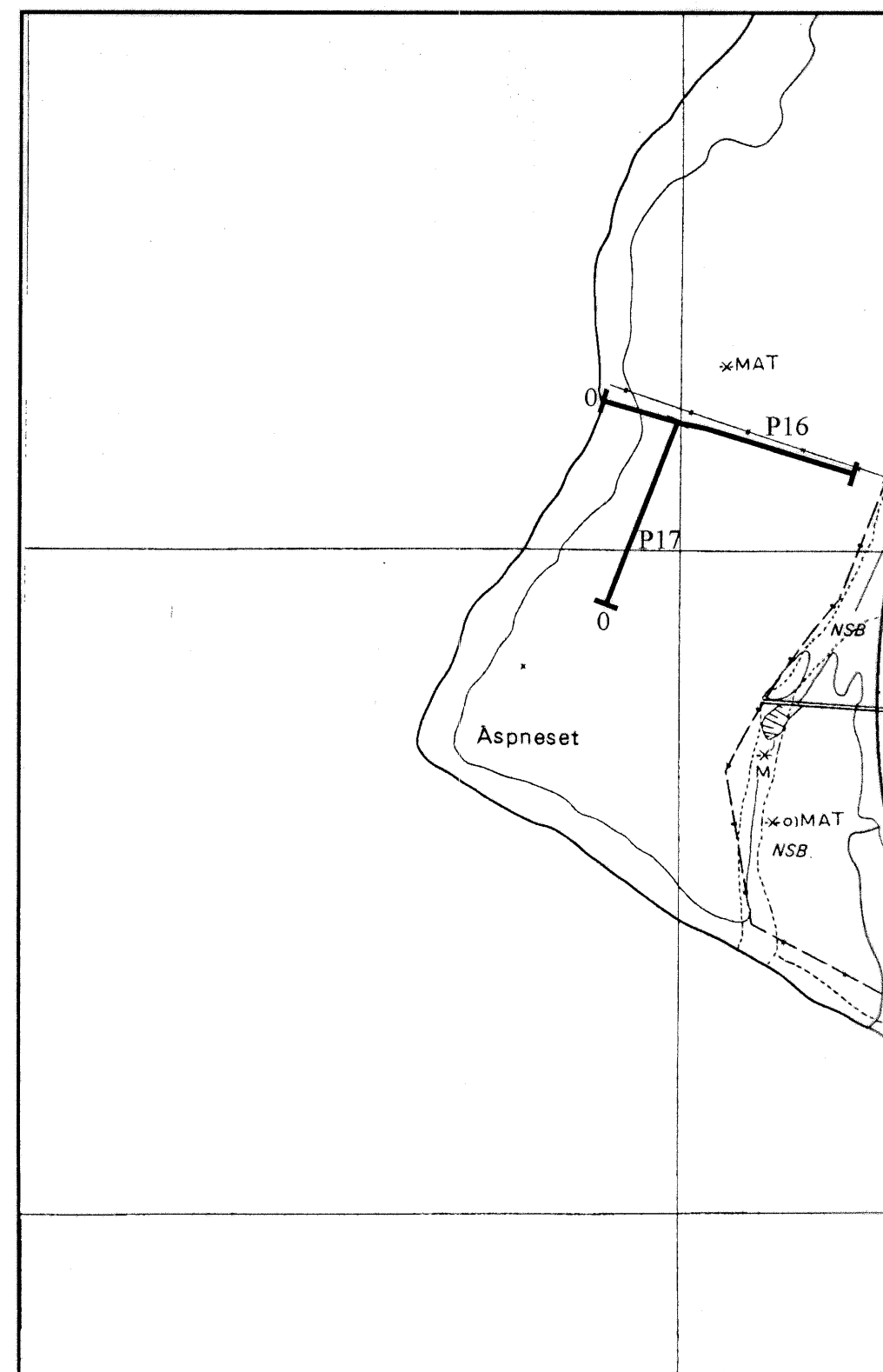
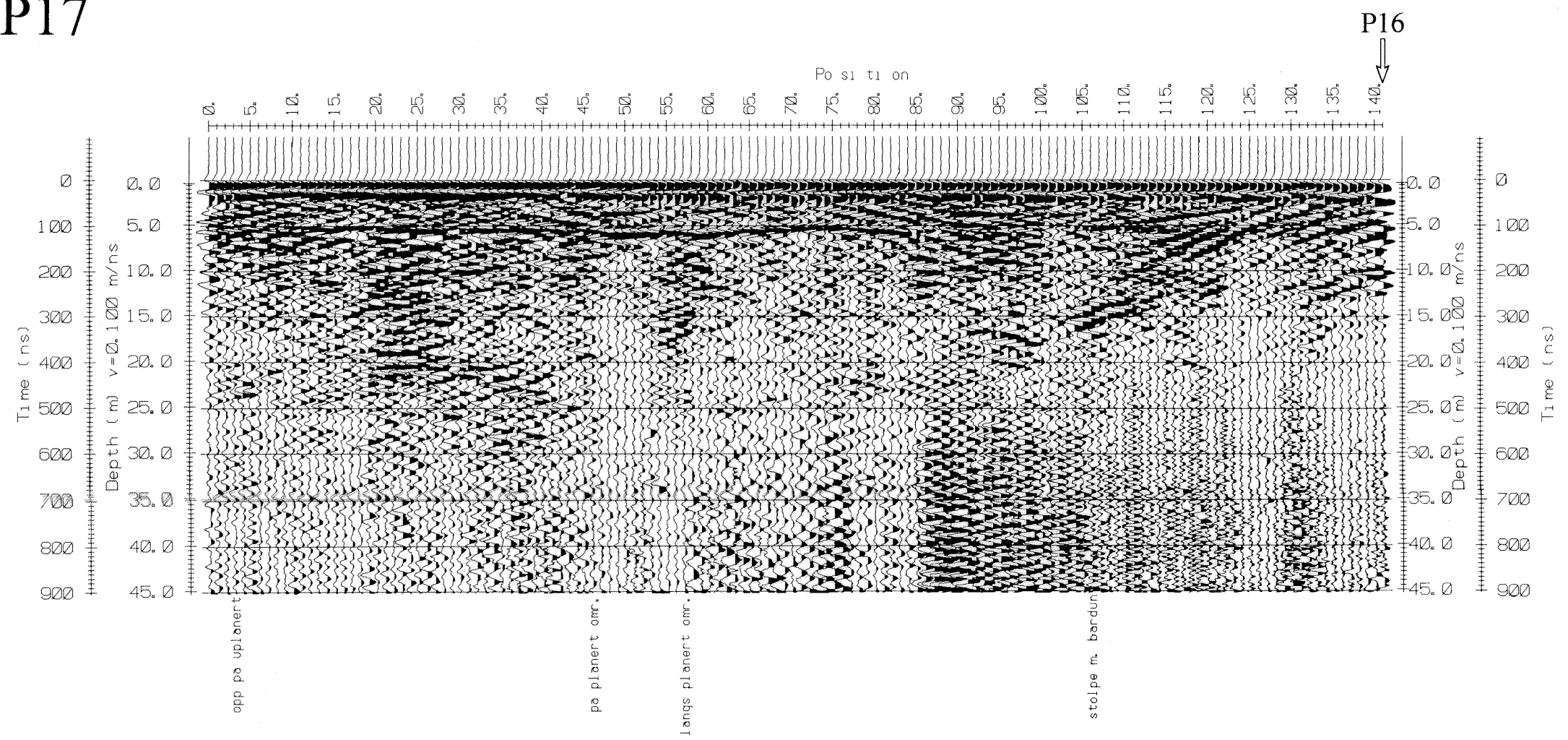
P7  
Georadarprofil med startposisjon

NGU/UIB GEORADAROPPTAK P6, P7, P14 OG P15 <b>RYDSÅ OG VALLA, KORGEN</b> HEMNES KOMMUNE, NORDLAND	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	Juli -95
	1:5000 (Kart)	TEGN EM	Juni -96
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR	KARTBLAD NR	
	96.089-05	1927 II	

P16



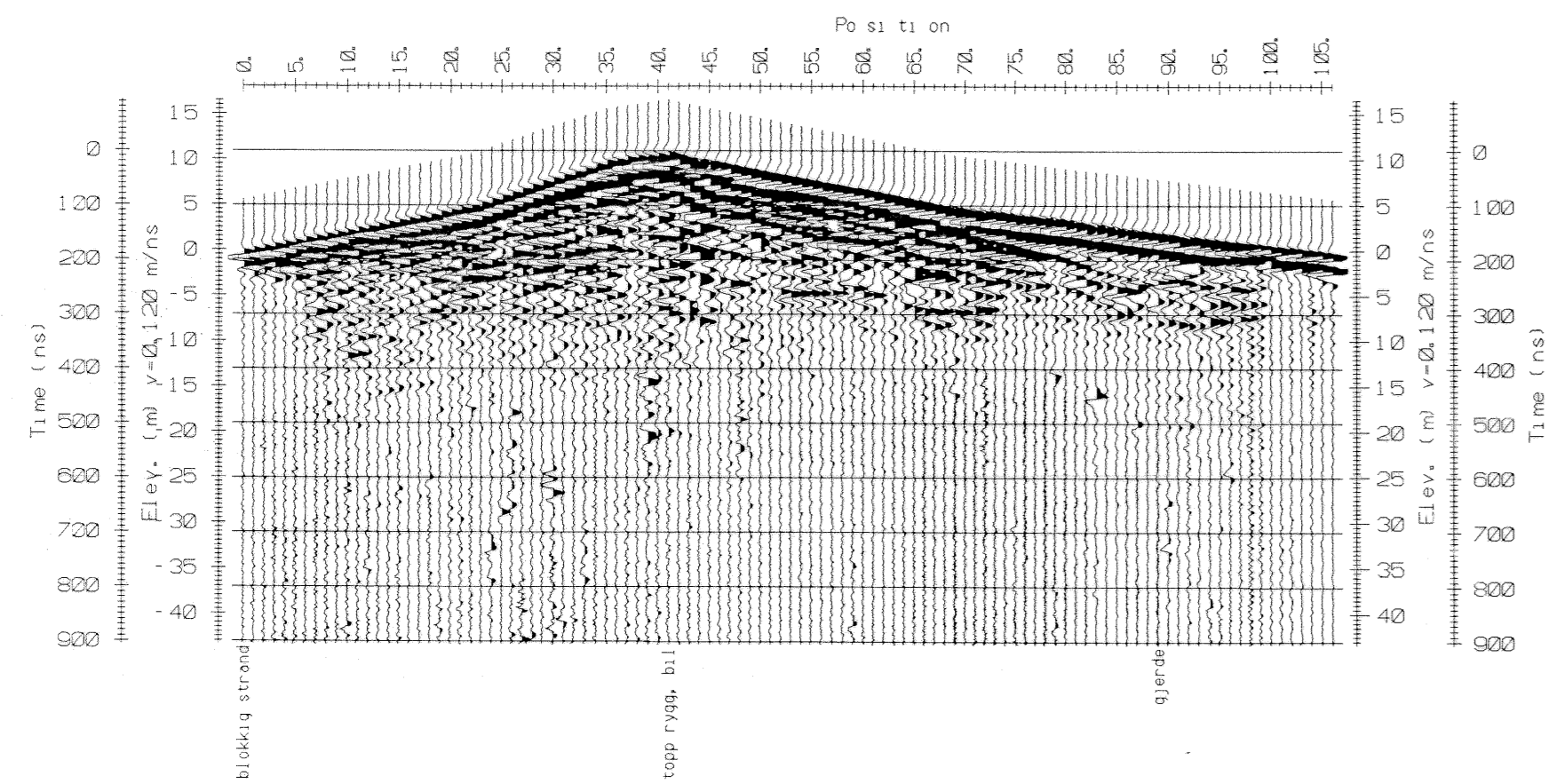
P17



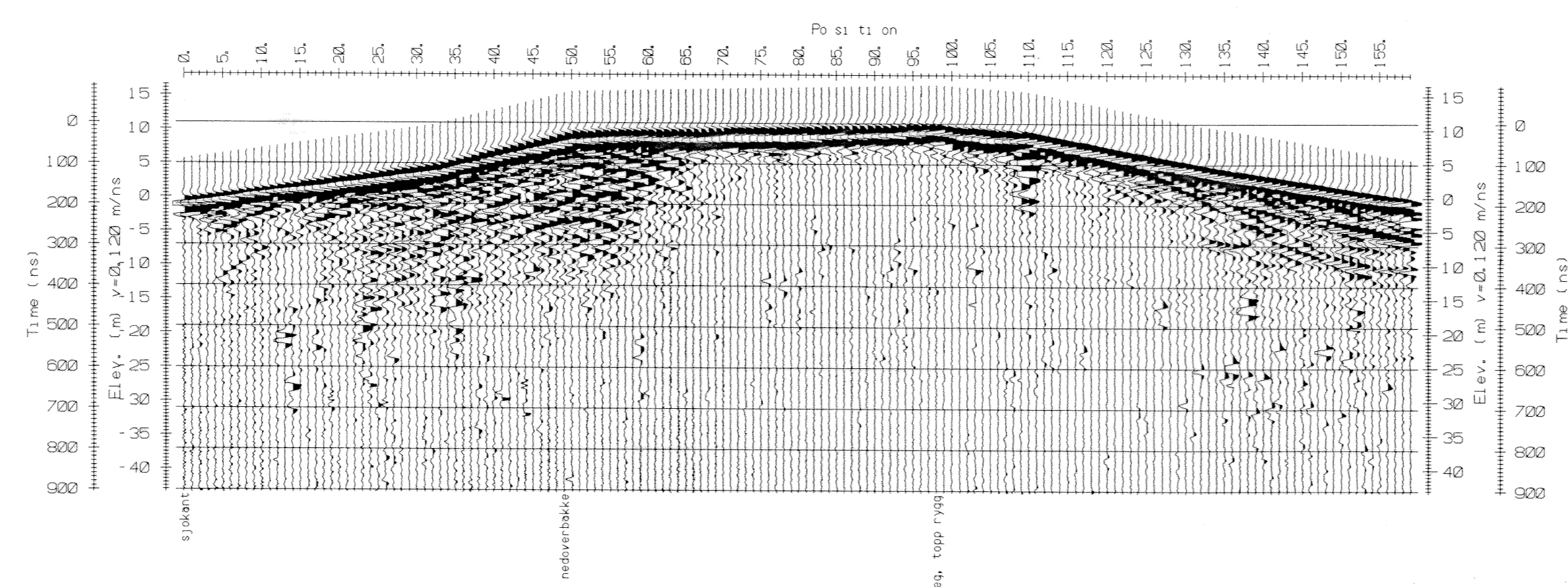
Georadarprofil med startposisjon

NGU/UiB GEORADAROPPTAK P16 OG P17 <b>ASPNESET, KORGEN</b> HEMNES KOMMUNE, NORDLAND	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	Juli -95
	1:5000 (Kart)	TEGN EM	Juni -96
		TRAC	
	KFR		
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 96.089-06	KARTBLAD NR 1927 II	

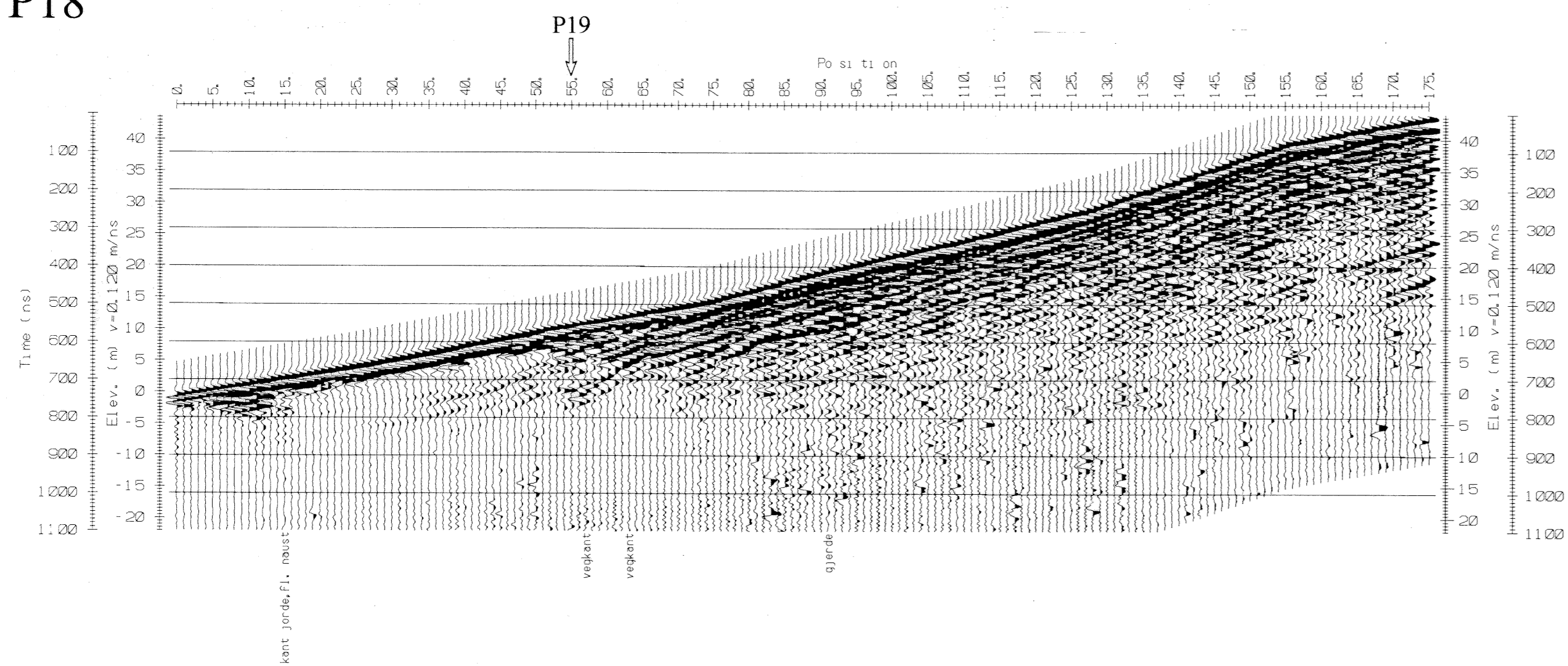
P12



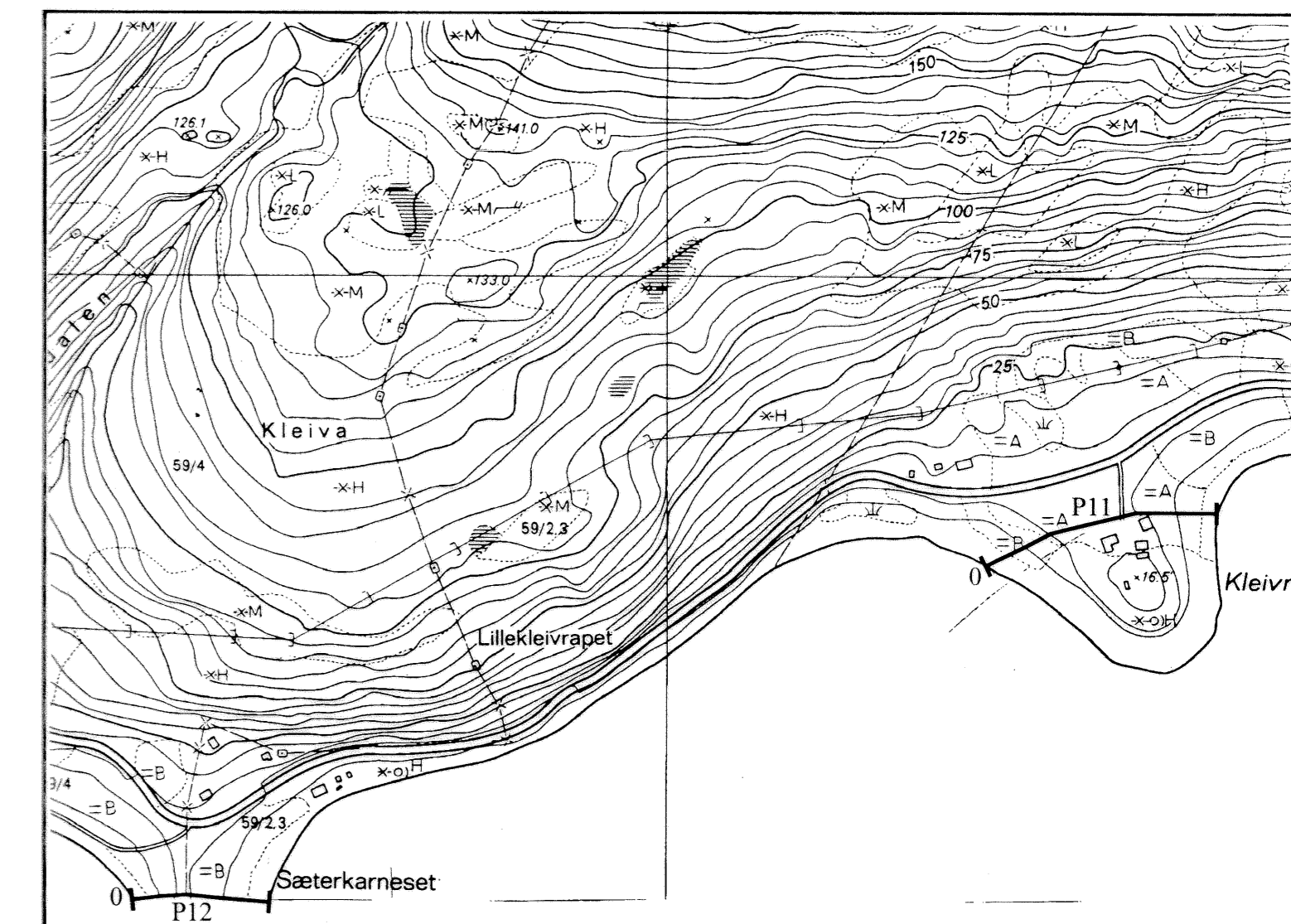
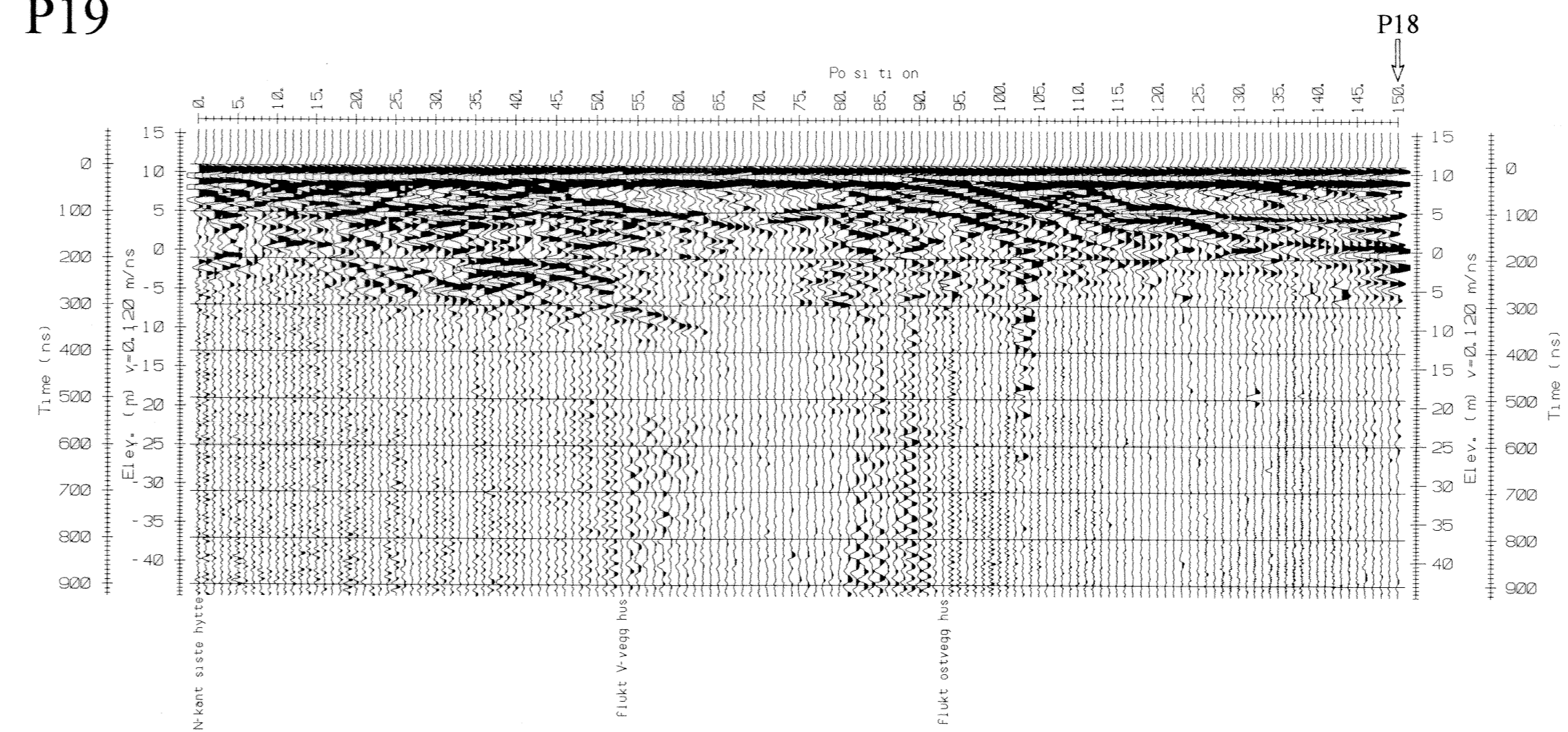
P11



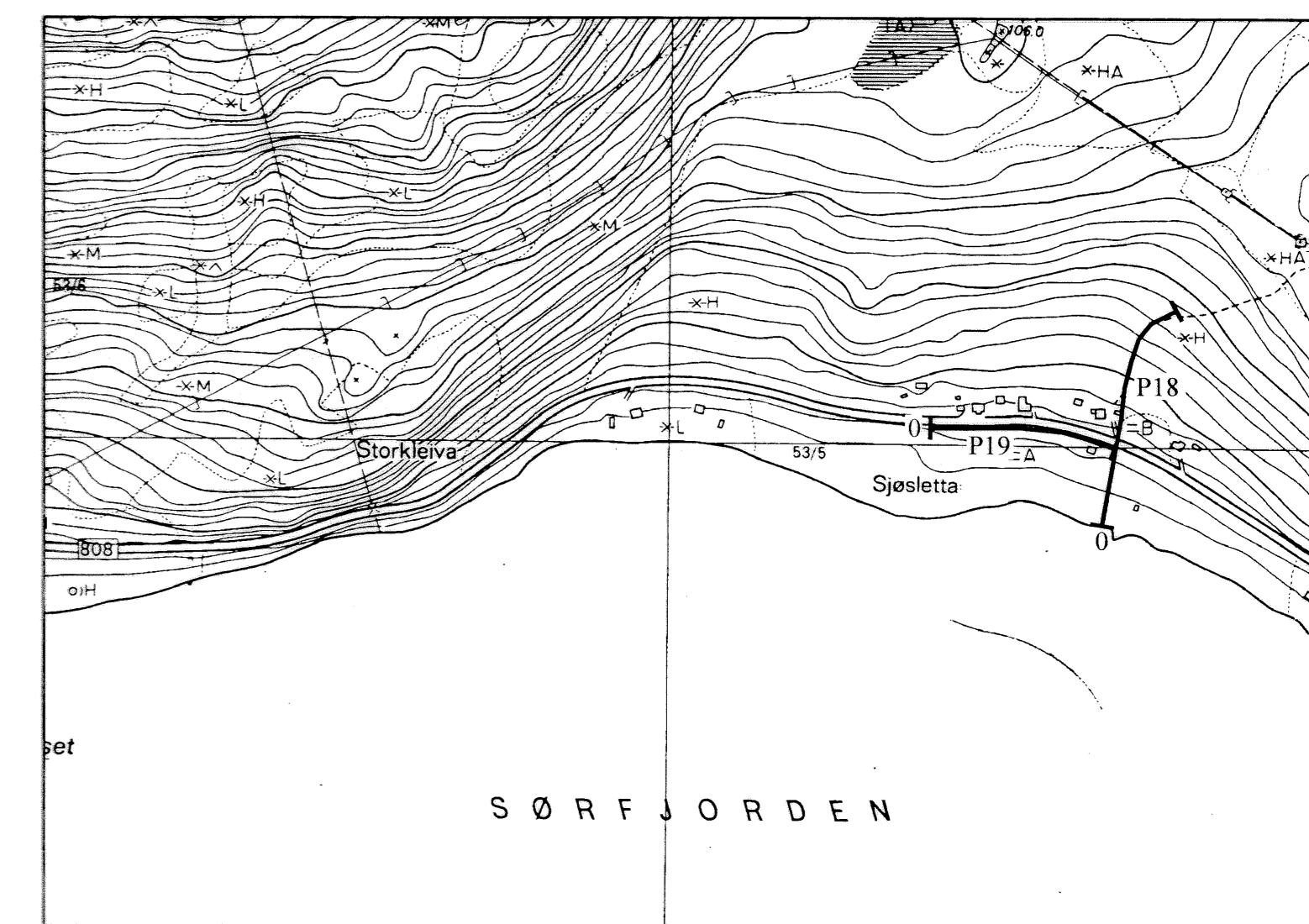
P18



P19



P11 Georadarprofil med startposisjon



P19 Georadaropptak med startposisjon

NGU/UiB GEORADAROPPTAK P11, P12, P18 OG P19 SÆTERKARNESET, KLEIVNESET OG SJØSETTA I KORGEN HEMNES KOMMUNE, NORDLAND	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	Juli -95
	1:5000 (Kart)	TEGN EM	Juni -96
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR	KARTBLAD NR	
	96.089-07	1927 II	