

NGU Rapport 98.033

Georadarmålinger ved hydrogeologiske undersøkelser i Berlevåg kommune, Finnmark

Rapport nr.: 98.033		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Georadarmålinger ved hydrogeologiske undersøkelser i Berlevåg kommune, Finnmark			
Forfatter: Eirik Muring & Jan Steinar Rønning		Oppdragsgiver: NGU/Berlevåg kommune	
Fylke: Finnmark		Kommune: Berlevåg	
Kartblad (M=1:250.000) Vadsø		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 2336 I Berlevåg	
Forekomstens navn og koordinater: (se sammendrag)		Sidetall: 20	Pris: 130,-
		Kartbilag: 4	
Feltarbeid utført: Juli 1997	Rapportdato: 19/5-1998	Prosjektnr.: 271320	Ansvarlig: <i>Jan S. Keenan</i>
Sammendrag: <p>Det er utført georadarmålinger i to områder i Berlevåg kommune. Hensikten med målingene var å undersøke mulighetene for uttak av grunnvann ved å finne egnete lokaliteter for videre undersøkelser.</p> <p>Det er indikasjoner på grovt materiale langs deler av to profiler som er målt ved Storelva. Her sees skrå refleksjonsmønstre som kan indikere grovkornige avsetninger. De skrå reflektorene flater imidlertid raskt ut mot dypet, og indikerer rask overgang til finkornig materiale. Boringer som seinere er utført viste ca. 4 m med grovkornig materiale over finstoff langs de to profiler. Denne mektigheten er for liten til at områdene er av interesse for grunnvannsuttak.</p> <p>Ved Skånsvika ble det kun målt ett georadarprofil. Dette indikerer svært beskjedne mektigheter av vannmettet, grovkornig materiale, og videre undersøkelser prioriteres lavt.</p> <p>Forekomstens navn og koordinater (WGS84, UTM-sone 35W): Skånsvika 5721 78635 Berlevåg 5760 78617</p>			
Emneord: Geofysikk	Hydrogeologi	Grunnvann	
Georadar	Løsmasse	Sonderboring	
		Fagrapport	

## INNHOOLD

1	INNLEDNING .....	4
2	MÅLEMETODE OG UTFØRELSE .....	4
3	RESULTATER .....	5
3.1	Storelva.....	5
3.2	Skånsvika .....	8
4	KONKLUSJON .....	8
5	REFERANSER .....	9

## TEKSTBILAG

Georadar - metodebeskrivelse

## DATABILAG

1. Hastighetsanalyse, Storelva
2. Skjema som knytter hendelser i georadaropptak til lagdeling og avsetningstype
3. Borehullsbeskrivelser

## KARTBILAG

- 98.031-01: Oversiktskart Berlevåg & Skånsvika, M 1:50 000
- 98.031-02: Georadaropptak P1, P2, P3, P4 og P5, Storelva
- 98.031-03: Georadaropptak P6, P7 og P8, Storelva
- 98.031-04: Georadaropptak P9, Skånsvika

## 1 INNLEDNING

Georadarmålinger er utført i to områder i Berlevåg kommune, Finnmark. Hensikten med målingene var å undersøke mulighetene for uttak av grunnvann ved å finne egnete lokaliteter for sonderboringer. Området ved Berlevåg er tidligere undersøkt ved kartlegging og boring (Sand, 1988).

Målingene ble utført av Jan Steinar Rønning 3. juli 1997.

## 2 MÅLEMETODE OG UTFØRELSE

Det ble målt ni georadarprofiler fordelt på to områder. I tillegg ble det ved Storelva utført en CMP-måling for hastighetsanalyse. Plassering av profilene er vist i kartbilag -02, -03 og -04. En generell beskrivelse av georadar er vedlagt i tekstbilag. Georadaren som ble benyttet er digital og av typen pulseEKKO IV (Sensors & Software Inc., Canada). Samtlige profiler ble målt med 50 MHz antenner. Opptakstid og samplingsintervall var henholdsvis 1400 ns og 1,6 ns. Opptakene er skrevet ut til 500 ns. Antenne- og flyttavstand var 1 m, og det ble benyttet 1000 V sender. Det ble foretatt 32 summerte registreringer ved hvert målepunkt. Tabellen under viser lengder av profilene.

**Tabell 1: Profillengder og forsterkning for de målte profiler.**

Lokalitet	Profil	Lengde (m)	Forsterkning
Storelva	P1	349	0,5/50
Storelva	P2	159	0,5/100
Storelva	P3	90	0,5/100
Storelva	P4	414	1/100
Storelva	P5	314	1/100
Storelva	P6	251	0,5/100
Storelva	P7	285	1/100
Storelva	P8	122	1/100
Skånsvika	P9	245	1/100

Ved utskrift av opptakene er noen av disse reversert, fordi en ønsker å skrive ut opptakene fra vest til øst og fra sør til nord. På grunn av usikkerheter i flyttavstand oppstår visse forskjeller mellom posisjonsangivelser på georadarpptakene og reell lengde i terrenget. På profilene i kartbilagene er det derfor markert for hver 100 profilmeter. Detaljerte posisjoneringer (som terrengdetaljer, kryssende profiler) er angitt over og under opptakene i kartbilag -02, -03 og -04.

Ved utskrift av opptakene ble det benyttet 5-punkts gjennomsnitt langs traser for å redusere høyfrekvent støy. Det ble benyttet SEC-forsterkning (SEC='Spreading and Exponential Compensation') ved utskrift av data. Forsterkningsparametrene er angitt i tabell 1. Det første tallet angir forsterkningsinkrement (i dB/m) og det andre tallet angir maksimal forsterkning.

CMP-målingen ved Storelva viser en gjennomsnittlig hastighet på 0,07 m/ns (se databilag 1). Denne hastigheten indikerer høyt grunnvannsspeil, og er benyttet ved beregning av dybde-skala på opptakene fra Storelva. Ved Skånsvika ble det også benyttet en hastighet på 0,07 m/ns pga. nærhet til elv og antatt høyt grunnvannsspeil.

### 3 RESULTATER

Ved tolkning av georadaropptak er det delvis benyttet et skjema etter Beres & Haeni (1991) som knytter refleksjonsmønstre til lagdeling og avsetningstype. Dette skjemaet er vist i databilag 2.

#### 3.1 Storelva

##### Tidligere undersøkelser

Området er tidligere klassifisert til å ha 'dårlig vanngiverevne' ut fra kornfordeling, permeabilitet, porøsitet, løsmassemektighet og utbredelse, samt infiltrasjonsforhold (Sand, 1988). Det er tidligere også utført en sonderboring, og plasseringen av denne er vist i kartbilag -01. Boringen viste 1-2 m sand/grus over leire (Sand, 1988).

Et oversiktskart over det undersøkte området er vist i kartbilag -01. Etter at georadarmålingene ble utført, ble det foretatt sonderboringer. Resultatene fra disse kommenteres kort i teksten. Ellers refereres det til borehullsbeskrivelser i databilag 3. Opptak og profilplassering er vist sammen med borpunkt-plassering i kartbilag -02 og -03.

##### P1

Opptaket viser en markant erosjonsflate mellom posisjonene 185 (nivå ca. 4 moh.) og 15 (ca. 4 moh.). Over denne er det trolig resente elveavsetninger. Refleksjonsmønsteret er hauget til kaotisk og representerer trolig sandige elveavsetninger. Under erosjonsflaten (posisjon 349-20) er refleksjonsmønsteret hauget eller skrått. De skrå reflektorene flater ut på 8-12 m dyp, som også er grensen for penetrasjonsdypet. På dette dypet har vi trolig en overgang til finkornige, marine avsetninger. Løsmassene over er trolig dominert av elveavsetninger. De skrå

reflektorene i elveavsetningen flater relativt raskt ut mot dypet, noe som kan være en indikasjon på at kornstørrelsen avtar raskt nedover. I områdene 349-260 og 185-0 opptrer øverst subhorisontale, kraftige reflektorer som representerer overgangen snø/løsmasser.

Det er utført to boringer langs profilet (se kartbilag –02 og tekstbilag 3). Borehull 2 viste ca. 2 m med sand/grus/stein over finkornig materiale (finsand/silt/leir). Borehull 3 viste ca. 4 m med sand over finsand/silt/leir. Fjell ble påtruffet på hhv. 12 m og 18 m dyp.

#### P2

Penetrasjonsdypet er 7-8 m, og refleksjonsmønsteret er kaotisk. Øverst i opptaket sees en 2-3 m mektig sone med kraftige reflektorer som muligens kan representere grovkornige avsetninger. Begrenset penetrasjonsdyp indikerer vesentlig finkornige avsetninger fra 2-3 m dyp. Dette er bekreftet ved en boring (Bh1 i kartbilag –02, tekstbilag 3) som viste finkornig materiale (finsand/silt/leir) under sand/grus på ca. 2 m dyp.

#### P3

Profilet er målt på tvers av P2, og opptaket viser de samme karakteristiske trekk, med et kaotisk refleksjonsmønster og begrenset penetrasjonsdyp (7-8 m). Opptaket viser ingen enkelt-hendelser som kan knyttes til grunnvannspeil, fjell eller strukturer i løsmassene. Begrenset penetrasjonsdyp indikerer vesentlig finkornige avsetninger.

#### P4

Mellom posisjonene 0 og 110 er penetrasjonsdypet i størrelsesorden 8-9 m, og refleksjonsmønsteret er hauget. På 7-8 m dyp sees reflektorer som kan representere erosjonsflater i elveavsetninger. Mellom posisjonene 110 og 414 (østenden av profilet) er refleksjonsmønsteret kaotisk og penetrasjonsdypet er 5-6 m. Det opptrer her trolig relativt finkornige elveavsetninger. Mellom posisjonene 0 og 110 kan elveavsetningene være noe mer grovkornige, men området ansees lite interessant i forbindelse med muligheter for grunnvannsuttak.

#### P5

Profilets sørøstende (posisjon 0) ligger nær blottlagt fjell, slik at dypet til fjell antas å være begrenset i den sørøstlige del av profilet. Penetrasjonsdypet er vekslende langs profilet, men er gjennomgående i størrelsesorden 5-7 m. Mellom posisjonene 210 og 170 sees en traufornet struktur der penetrasjonsdypet er 8-10 m. Det er mulig at dypet til fjell er noe større her. Refleksjonsmønsteret er kaotisk, og gir lite informasjon om avsetningstype. En sonderboring ble foreslått plassert sentralt i denne strukturen. Denne viste ca. 2 m med sand/grus over finkornig materiale til fjell på 7 m dyp (Bh5 i kartbilag –02 og tekstbilag 3). En annen traufornet struktur sees mellom posisjonene 60 og 0, og denne representerer en gammel elvekanal eller fjell.

### Oppsummering, P1-P5

Det er kun langs profil 1 at georadaropptakene viser strukturer som kan indikere grovkornige avsetninger, med et skrått refleksjonsmønster og penetrasjonsdyp på 8-12 m. De skrå reflekterende flater imidlertid raskt ut mot dypet, og indikerer rask overgang til finkornig materiale. En boring som ble plassert i det antatt mest interessante området (Bh3) viste ca. 4 m med sand over finkornig materiale.

### P6

Profilet er målt på sørøstsiden av Storelva. En skrå, kraftig reflektor kan sees mellom posisjonene 25 (12 moh, 2 m dyp) og 70 (0 moh, 12 m dyp). Denne representerer trolig fjelloverflaten. Refleksjonsmønsteret er kaotisk, og penetrasjonsdypet er i størrelsesorden 6-10 m. Avsetningstypen er usikker, men et relativt beskjedent penetrasjonsdyp kan indikere finkornige avsetninger mot dypet. Det ble anbefalt sonderboring i den sentrale delen av profilet (Bh6 i kartbilag -03 og tekstbilag 3). Denne viste ca. 4 m sand/grus over finkornig materiale (finsand/silt/leir).

### P7

Profilet er målt langs Storelva, på nordsiden av denne. Opptaket viser at de øverste 4-5 m har et kaotisk eller hauget refleksjonsmønster som trolig representerer kryss-sjiktet, elveavsatt materiale. Dypere enn 4-5 m er refleksjonsmønsteret parallelt og undulerende og indikerer overgang til finkornige avsetninger. En annen indikasjon på finkornige avsetninger er at penetrasjonen avtar drastisk fra 5 m dyp. Dypet ned til antatt finstofflag avtar fra posisjon 230 til posisjon 285 (nordøstenden av profilet). Det er trolig for beskjeden mektighet av grovkornig materiale til at området vil være av interesse for grunnvannsuttak. En sonderboring ble plassert ved posisjon 265 (Bh7, kartbilag -03 og tekstbilag 3). Denne viste 2 m sand over finkornig materiale.

### P8

Profilet er målt på tvers av nordøstenden av P7. Opptaket viser kraftige, subhorisontale reflektorer ned til 2-3 m dyp. Fra dette dyp avtar penetrasjonen kraftig, og en kommer her trolig ned i finstofflag. Dette området er trolig ikke egnet for grunnvannsuttak, og videre undersøkelser anbefales ikke.

### Oppsummering, P6-P8

Profil 6 gir de beste indikasjoner på grovkornig materiale. En sonderboring sentralt i profilet avdekket 4 m grovt materiale (sand) over finstoffmateriale. Denne mektigheten er for liten til at området er av interesse for grunnvannsuttak.

### 3.2 Skånsvika

Et oversiktskart over det undersøkte området er vist i kartbilag -01. Det ble kun målt ett georadarprofil i dette området. Opptak og profilplassering er vist i kartbilag -04.

#### P9

Ned til 3-4 m dyp opptrer kraftige, horisontale reflektorer som representerer strukturer i øvre del av antatte elveavsetninger. Mulig grunnvannsspeil sees mellom posisjonene 245 og 190 (3-4 m dyp) og mellom posisjonene 100 og 0 (2-3 m dyp). Under antatt grunnvannsspeil er refleksjonsmønsteret kaotisk og penetrasjonen kraftig redusert. Avsetningene er her trolig dominert av finkornig materiale. Det er trolig små muligheter for uttak av grunnvann langs profilet, og videre undersøkelser gis lav prioritet.

## 4 KONKLUSJON

I forbindelse med undersøkelser av muligheten for uttak av grunnvann, er det utført georadarmålinger i to områder ved Berlevåg, Finnmark.

Ved Storelva sees de beste indikasjoner på grovkornig materiale langs profil 1 og 6. Her sees skrå refleksjonsmønstre som kan indikere grovkornige avsetninger. De skrå reflektorene flater imidlertid raskt ut mot dypet, og indikerer rask overgang til finkornig materiale. Boringer som seinere er utført viste 4 m med grovkornig materiale over finstoff ved disse lokalitetene. Denne mektigheten er for liten til at lokalitetene er av interesse for grunnvannsuttak.

Ved Skånsvika ble det kun målt ett georadarprofil. Dette indikerer svært beskjedne mektigheter av vannmettet, grovkornig materiale, og videre undersøkelser prioriteres lavt.



## 5 REFERANSER

Beres, M.Jr. & Haeni, F.P. 1991: Application of ground-penetrating-radar methods in hydrogeologic studies. *Ground water* 29, 375-386.

Sand, K. 1988: Grunnvann. Temakart med beskrivelse, Berlevåg kommune, Finnmark. *NGU Rapport 88.093*.

## 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;

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

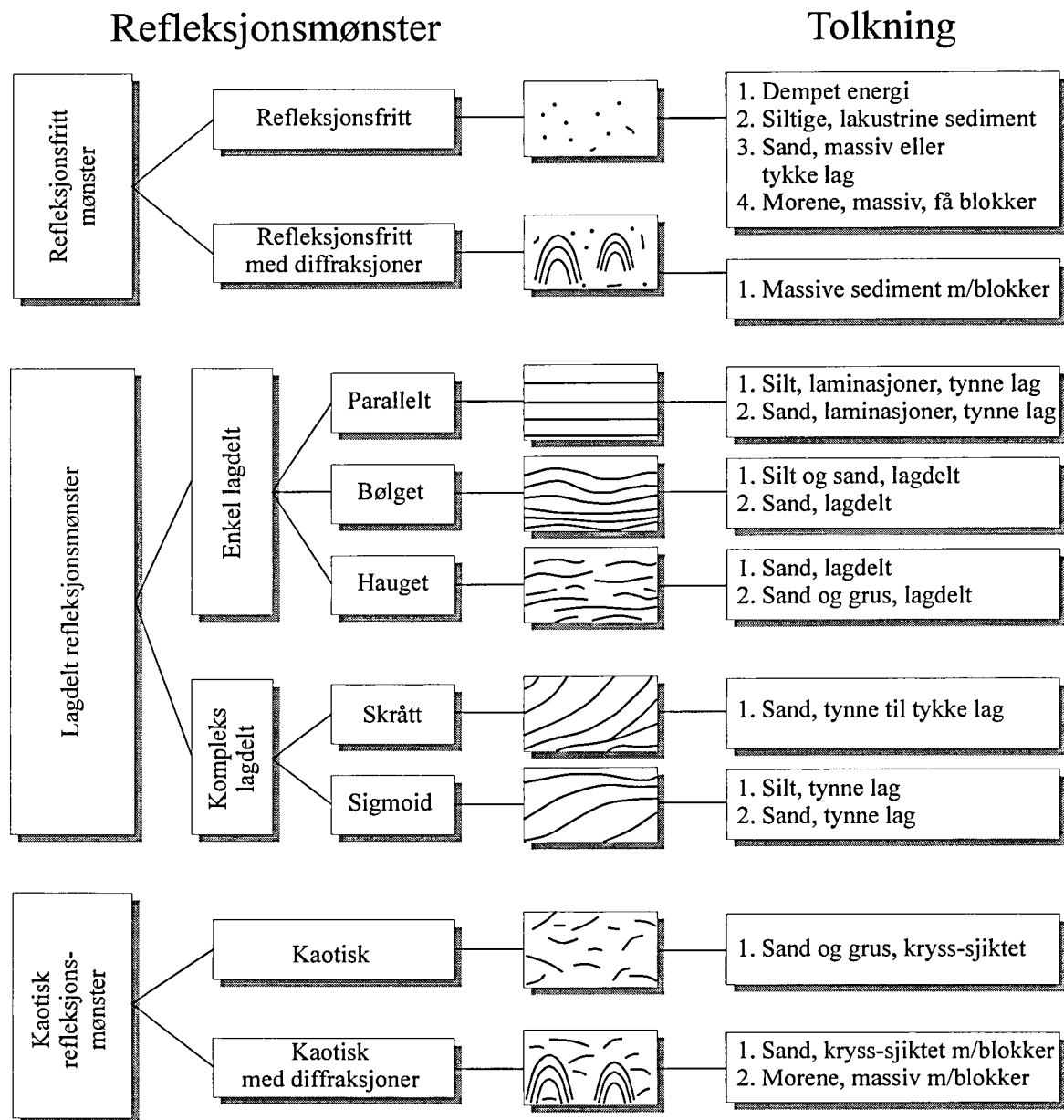
hvor  $\epsilon_r$  er det relative dielektrisitetstallet.  $\epsilon_r$ -verdien for et materiale vil derfor være en bestemmende faktor for beregning av dyp til reflektorer. I tabellen på neste side er det gitt en oversikt over erfaringstall for  $\epsilon_r$  i en del materialtyper. Tabellen viser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





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







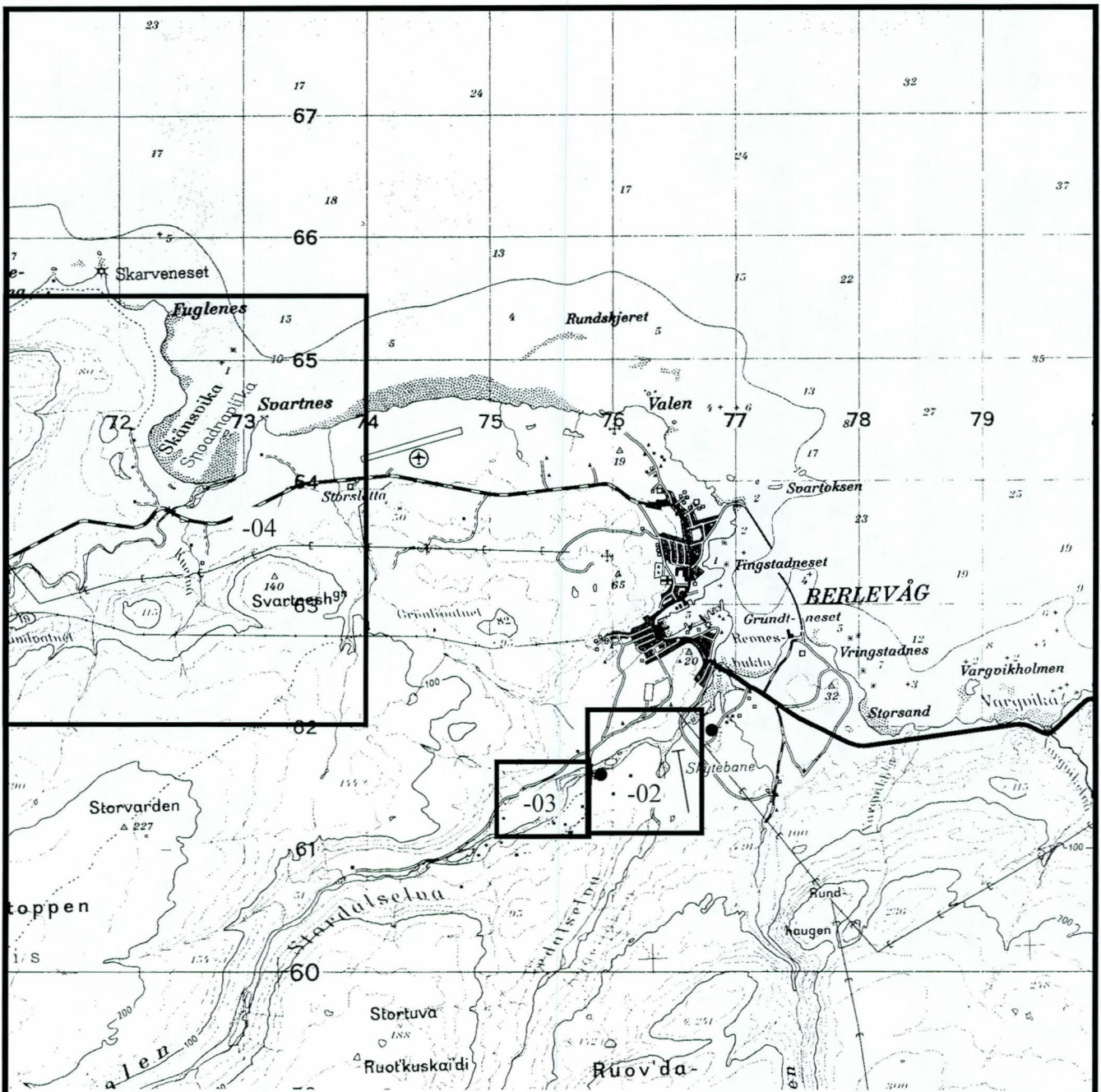












Utsnitt vist i kartbilag -02

● Boringer (Sand, 1988)

NGU/BERLEVÅG KOMMUNE

OVERSIKTSKART

**BERLEVÅG & SKÅNSVIKA**

BERLEVÅG KOMMUNE, FINNMARK

MÅLESTOKK

1:50 000

MÅLT JSR

Juli -97

TEGN EM

Jan. -98

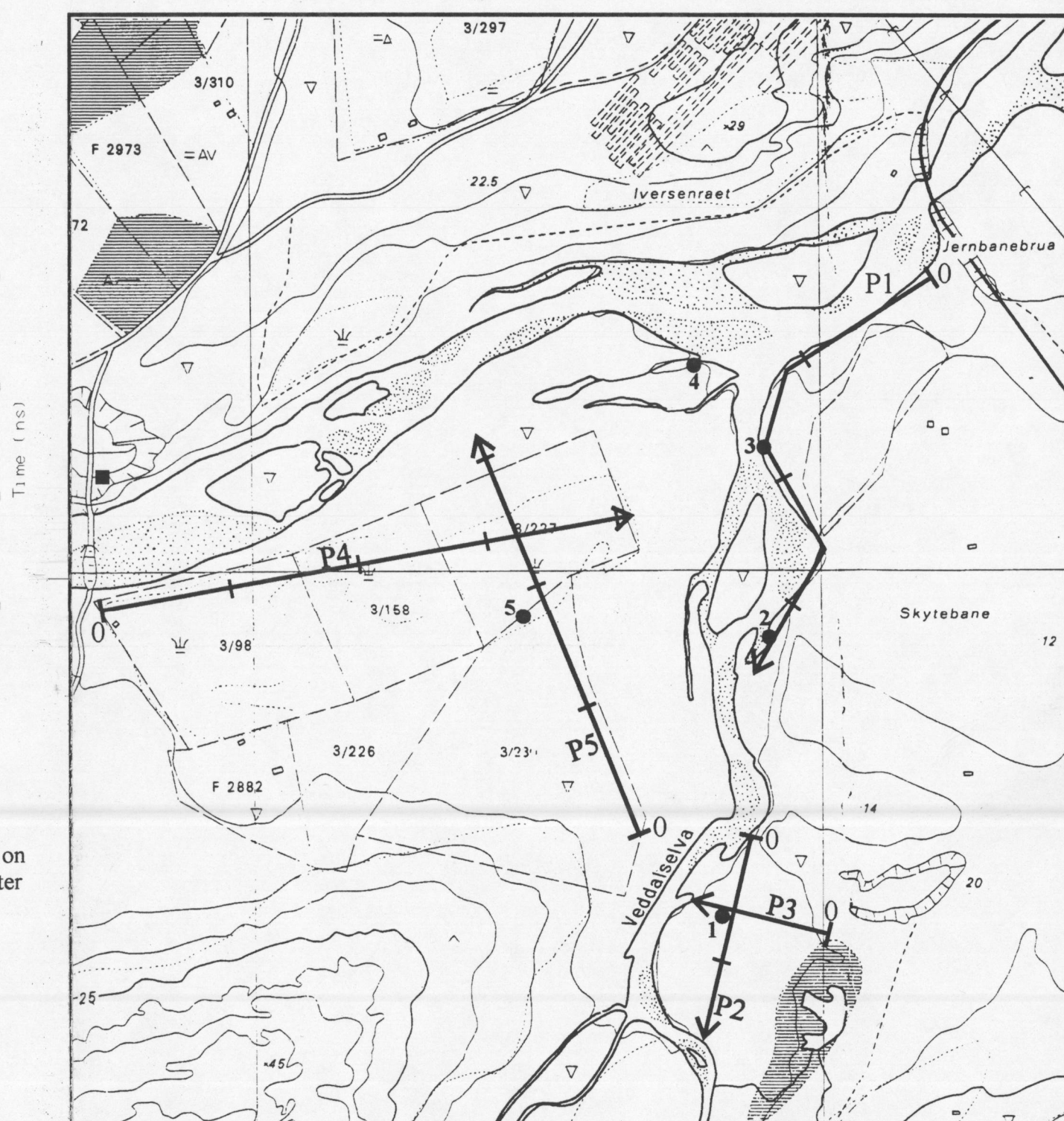
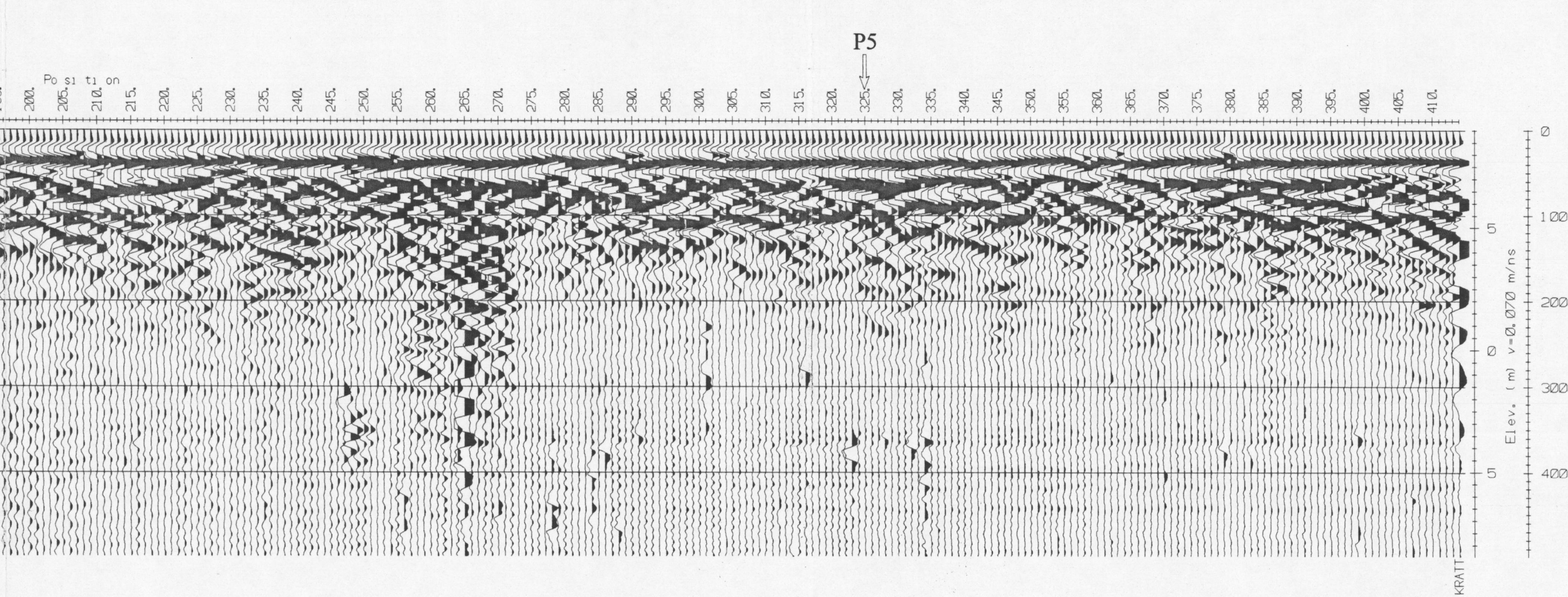
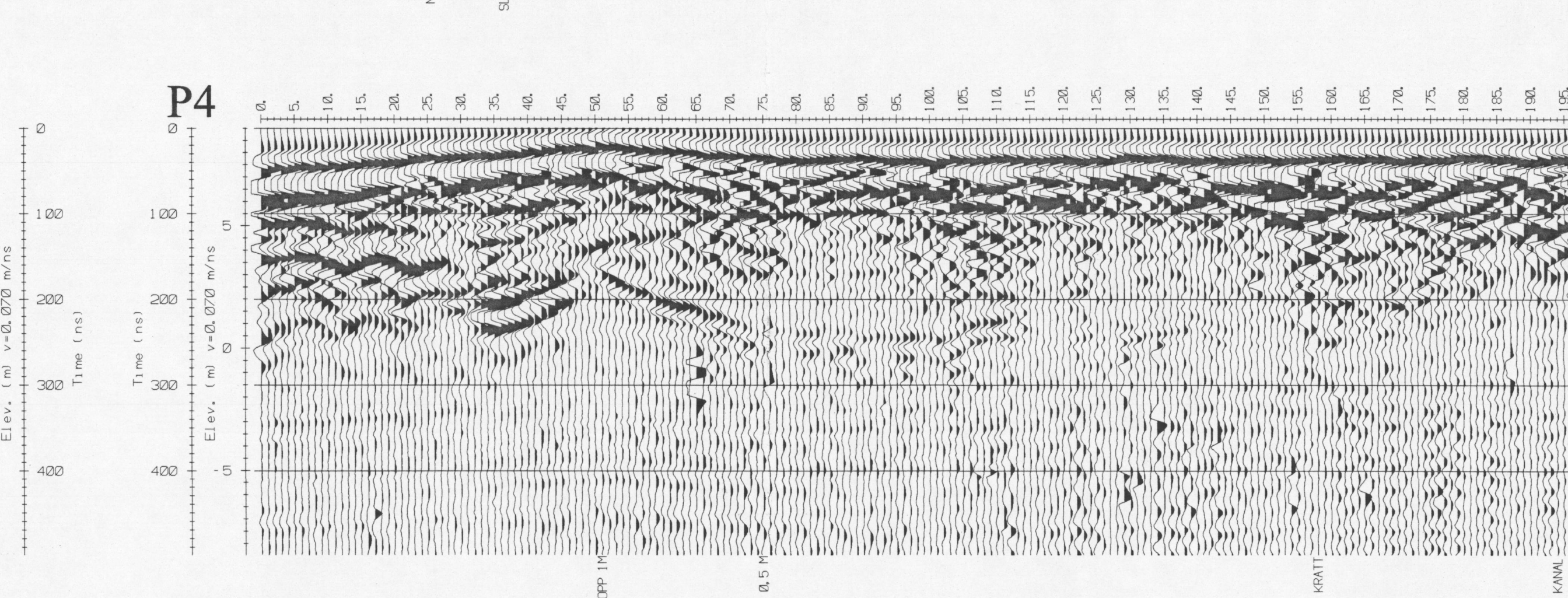
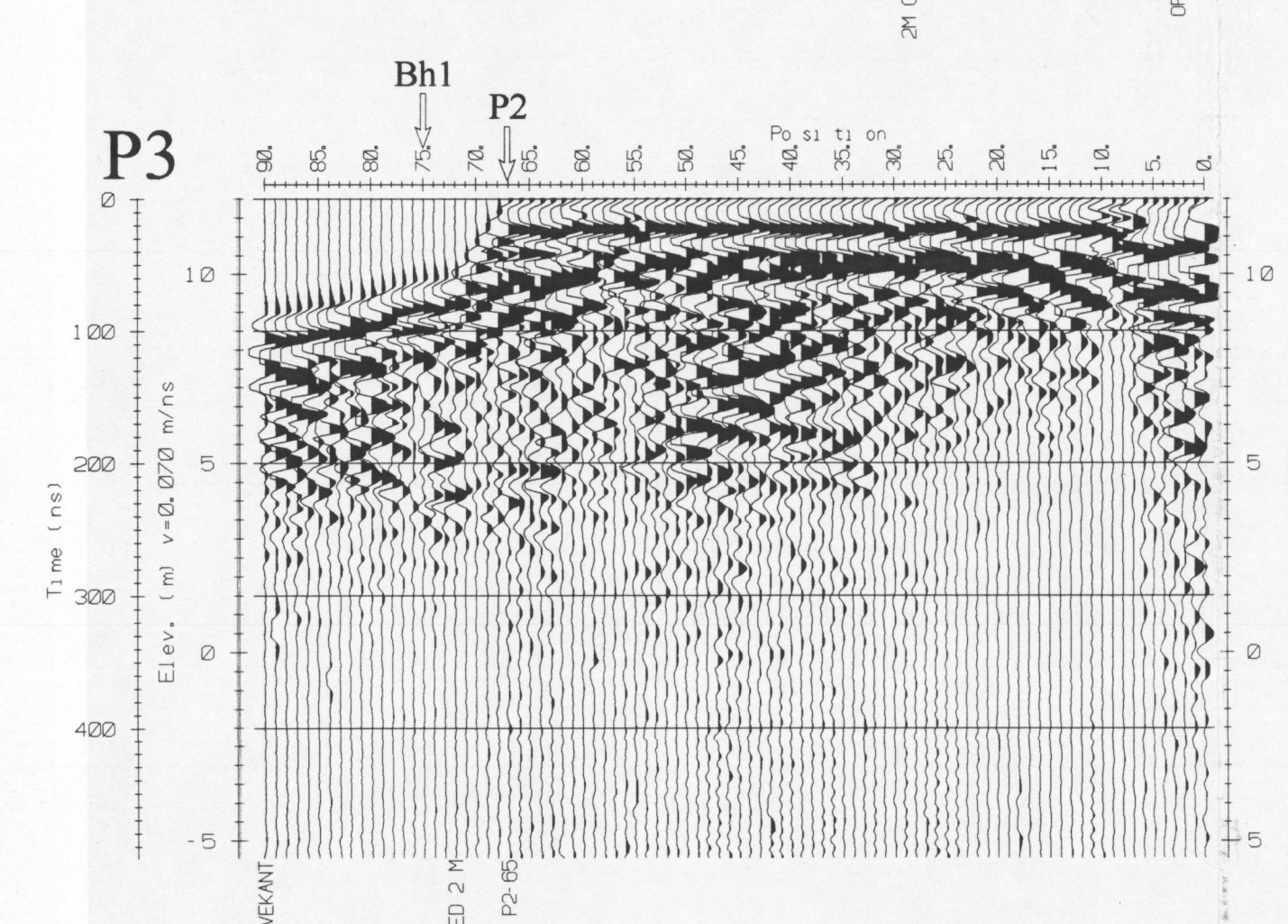
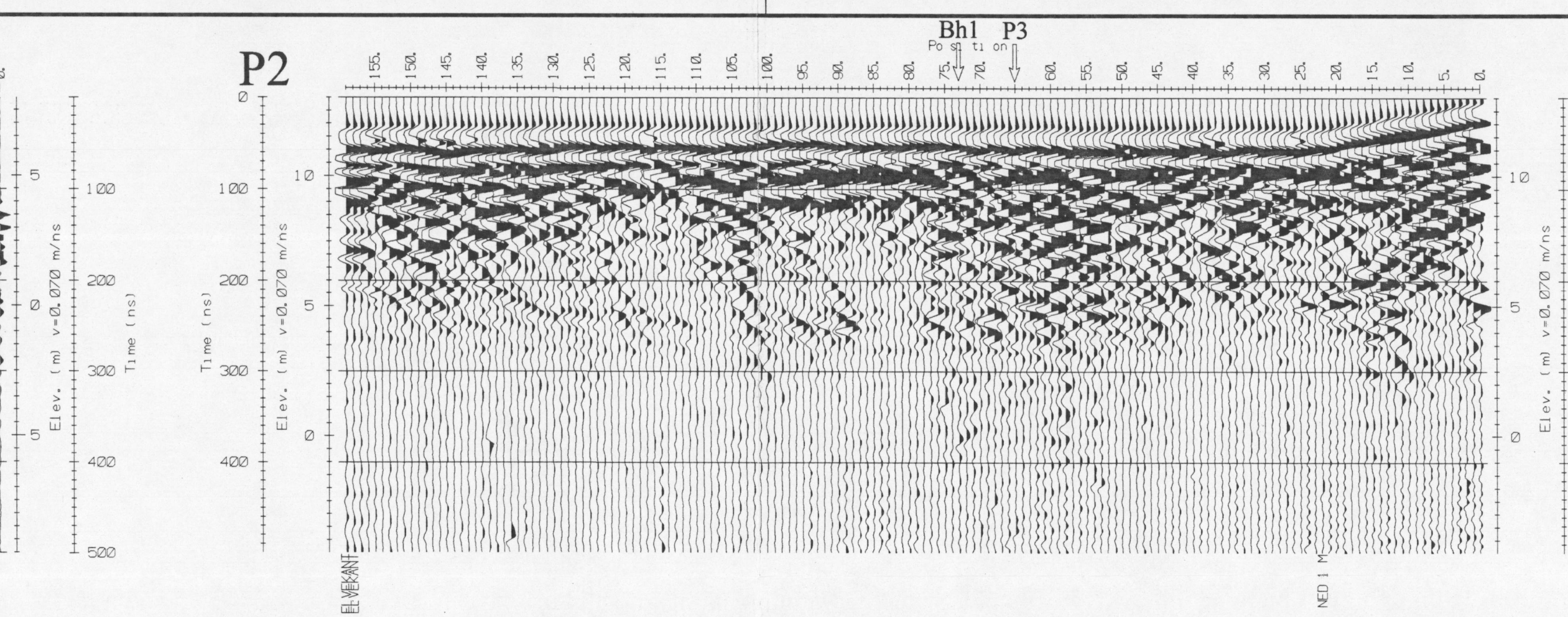
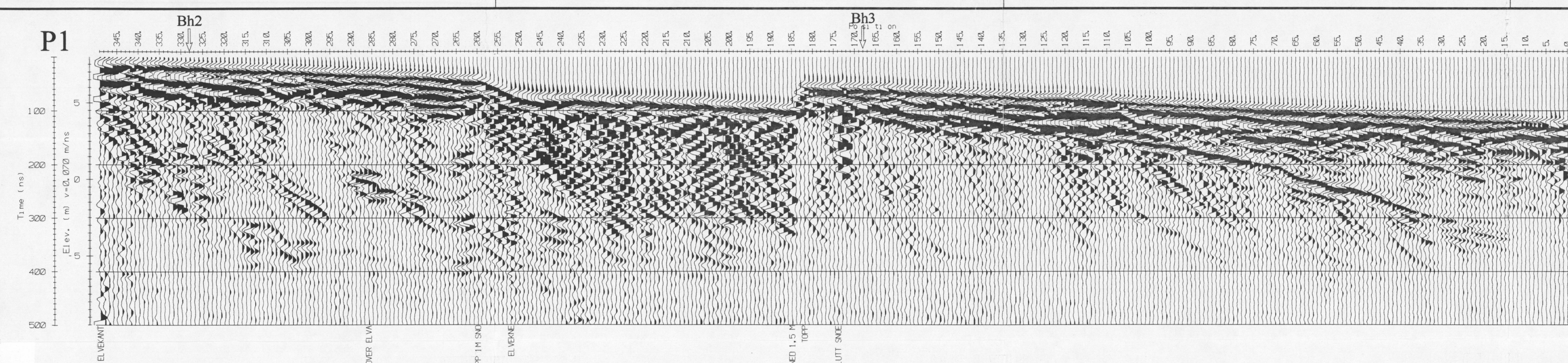
TRAC

KFR

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

TEGNING NR  
98.033-01

KARTBLAD NR  
2336 I



**P4**  
Kryssende profil

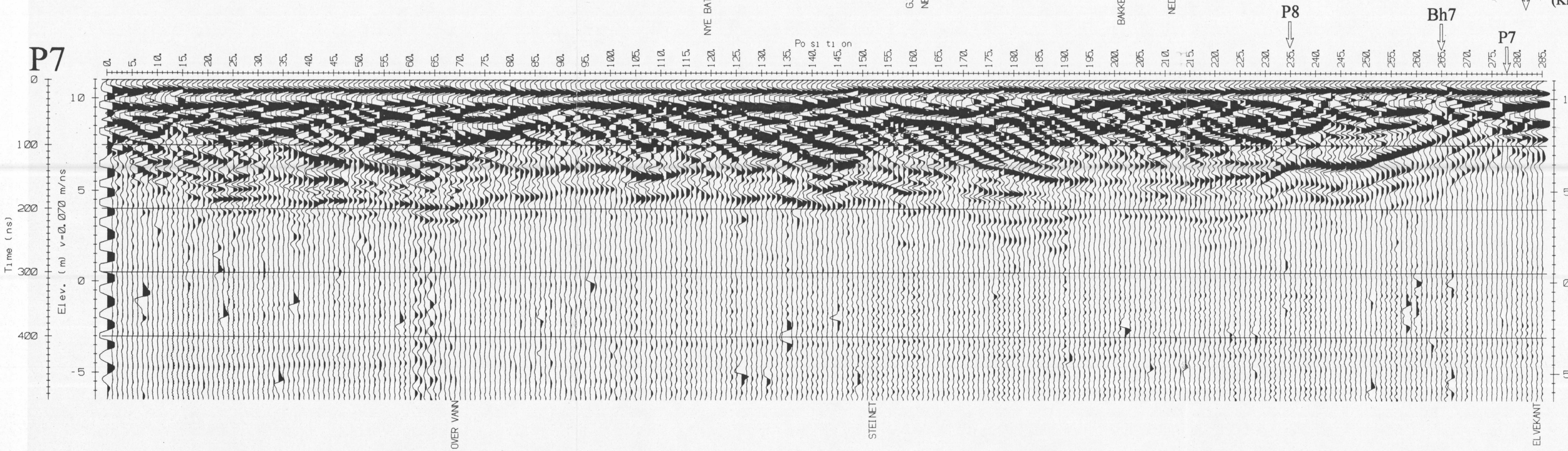
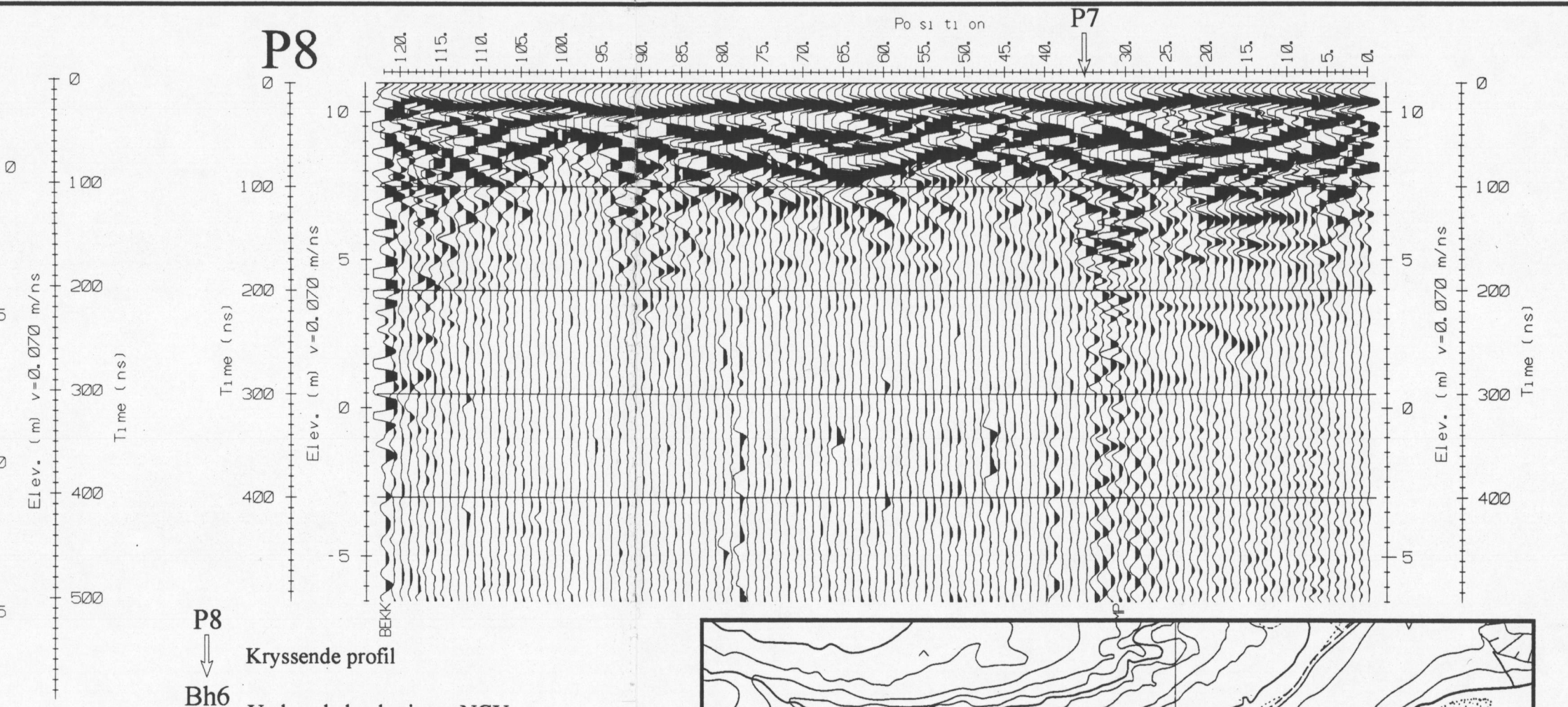
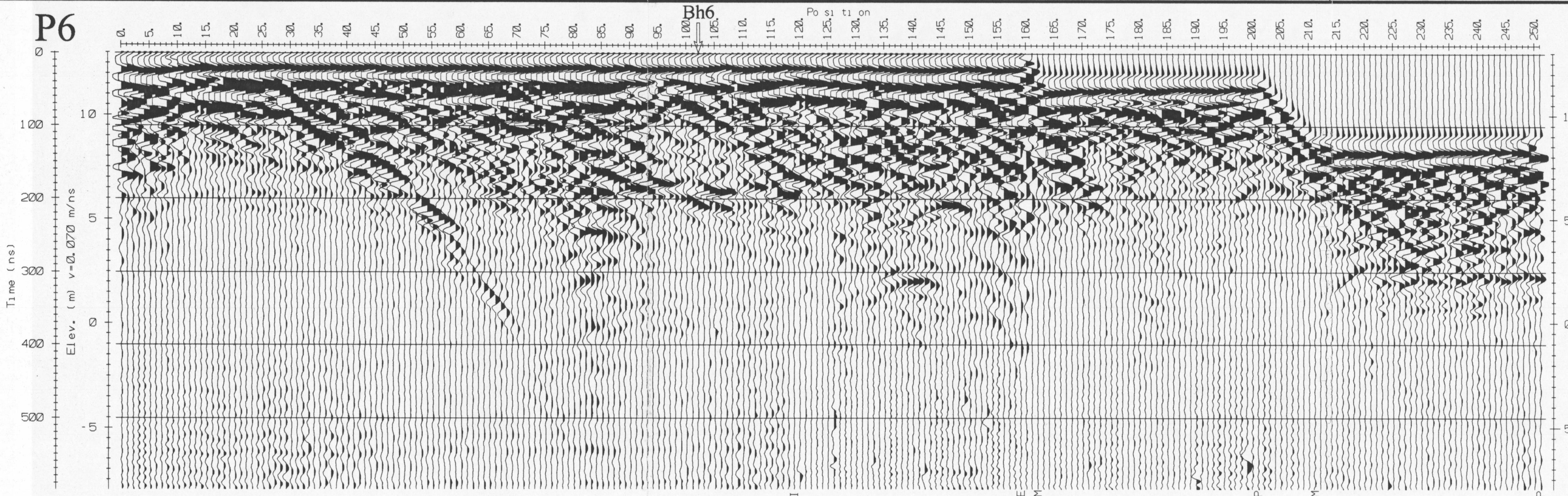
**Bh5**  
Undersøkelsesboringer, NGU (Klemetsrud, 1997)

**0**  
Georadarprofil med startposisjon og markering for hver 100 meter

**5**  
Undersøkelsesboringer, NGU (Klemetsrud, 1997)

**■**  
Boring, NGU

NGU/BERLEVÅG KOMMUNE GEORADARPROFIL P1, P2, P3, P4 OG P5 <b>STORELVA, BERLEVÅG</b> BERLEVÅG KOMMUNE, FINNMARK	MÅLESTOKK	MÅLT JSR	juli -97
	1:5000 (Kart)	TEGN EM	Jan. -98
		TRAC	
	KFR		
NORGE GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 98.033-02	KARTBLAD NR 2336 I	

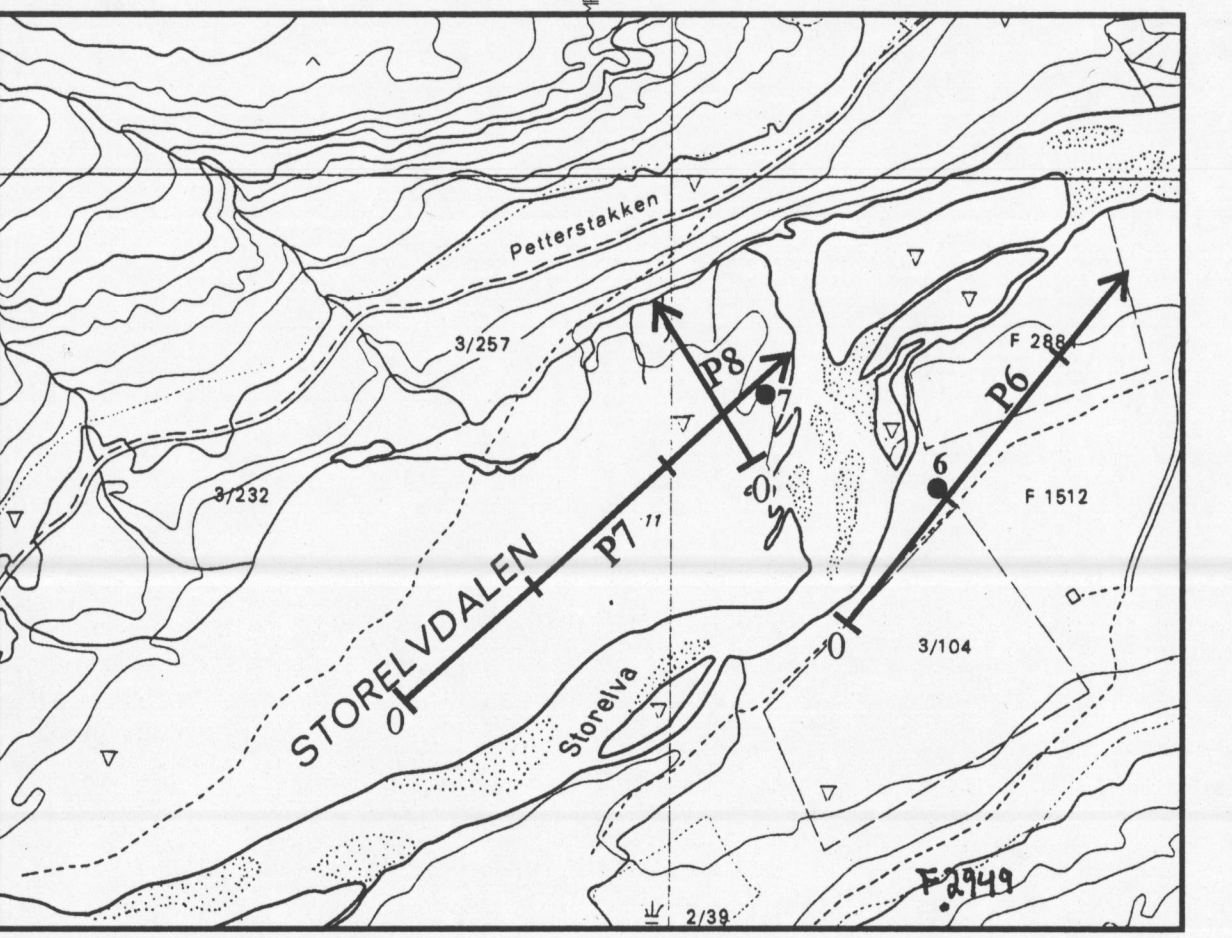


**P8**  
Kryssende profil

**Bh6**  
Undersøkelingsboringer NGU (Klemetsrud, 1997)

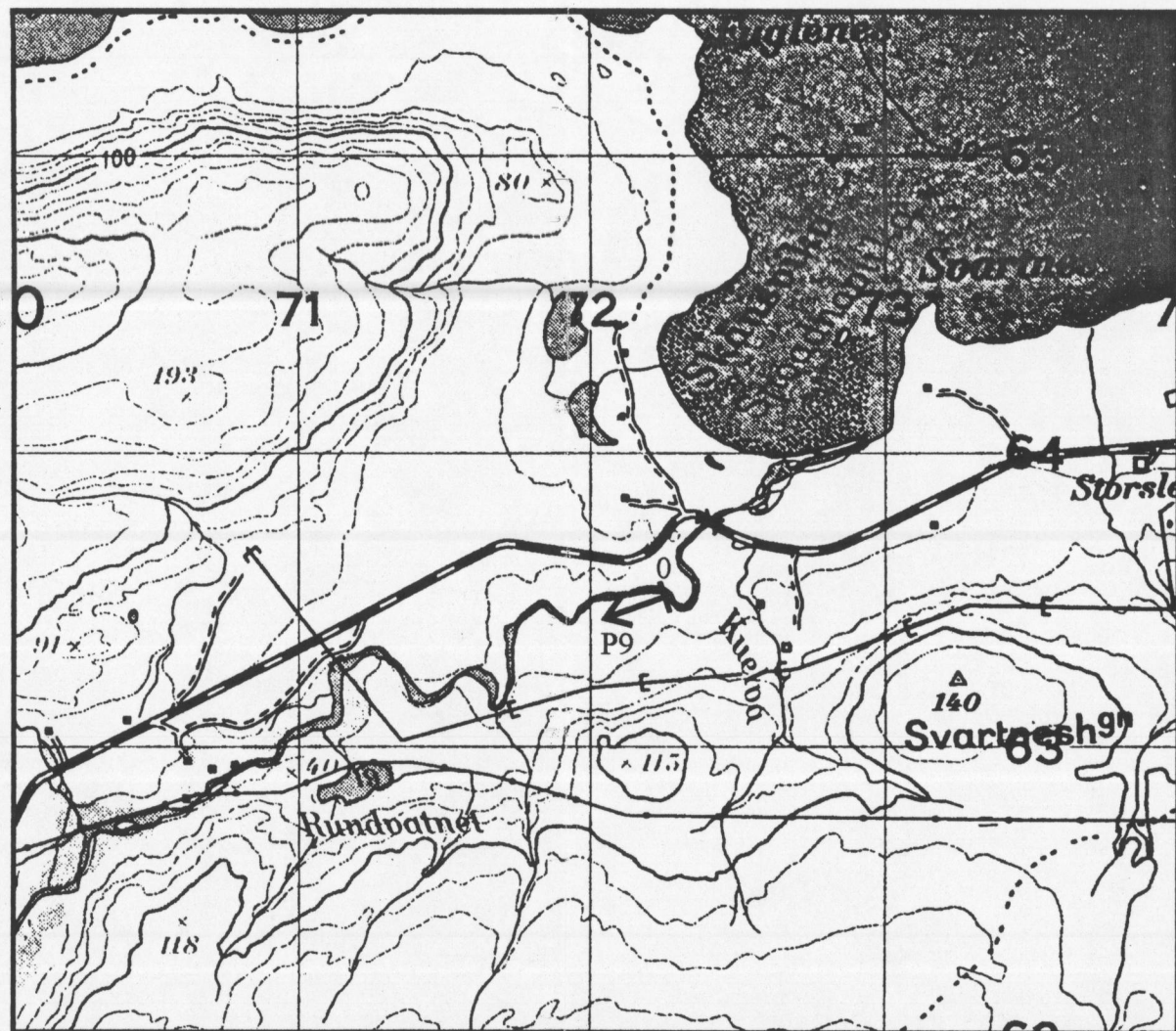
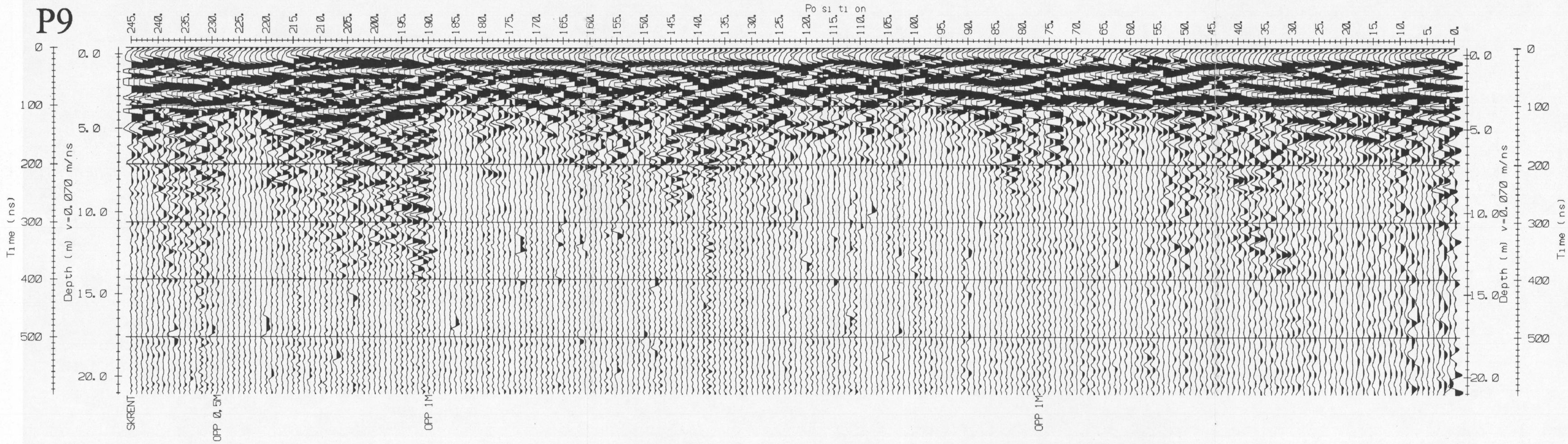
**6** Undersøkelingsboringer NGU

Georadarprofil med startposisjon og markering for hver 100 meter



NGU/BERLEVÅG KOMMUNE GEORADARPROFIL P6, P7 OG P8 <b>STORELVA, BERLEVÅG</b> BERLEVÅG KOMMUNE, FINNMARK	MÅLESTOKK	MÅLT JSR	Juli -97
	1:5000 (Kart)	TEGN EM	Jan. -98
		TRAC	
	KFR		
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 98.033-03	KARTBLAD NR 2336 I	

P9



0  
P9 Georadarprofil med startposisjon

NGU/BERLEVÅG KOMMUNE  
 GEORADARPROFIL P9  
**SKÅNSVIKA**  
 BERLEVÅG KOMMUNE, FINNMARK

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK 1:25 000 (Kart)	MÅLT JSR	Juli -97
	TEGN EM	Jan. -98
	TRAC	
	KFR	
TEGNING NR 98.033-04	KARTBLAD NR 2336 I	