

NGU Rapport 97.021

Georadarmålinger ved hydrogeologiske undersøkelser i Dovre kommune, Oppland

Rapport nr.: 97.021		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Georadarmålinger ved hydrogeologiske undersøkelser i Dovre kommune, Oppland			
Forfatter: Eirik Mauring & Jan Fredrik Tønnesen		Oppdragsgiver: NGU/Dovre kommune	
Fylke: Oppland		Kommune: Dovre	
Kartblad (M=1:250.000) Røros, Lillehammer		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1419 II Dombås, 1718 IV Otta	
Forekomstens navn og koordinater: Se sammendraget		Sidetall: 18	Pris: 190,-
Feltarbeid utført: 4/6-10/6-1996		Rapportdato: 19/2-1997	Prosjektnr.: 2713.05
		Ansvarlig: <i>Jan S. Rønning</i>	
Sammendrag: <p>Det er utført georadarmålinger ved fire lokaliteter i Dovre kommune, Oppland. Formålet med undersøkelsene var å finne egnede lokaliteter for uttak av grunnvann.</p> <p>Ved <u>Jora</u> indikerer georadaropptakene 8-10 m med grovkornige avsetninger i det antatt mest gunstige området for uttak av grunnvann.</p> <p>I området rundt <u>Dovre vannverk (Vigerustmoen)</u> er det foreslått alternative brønnplasseringer nord og sør for eksisterende brønn for om mulig å oppnå bløtere grunnvann nær elva. Det er også foreslått boring i et område vest for eksisterende grunnvannsuttak.</p> <p>Avsetningen ved <u>Ilka</u> kan være et alternativ/supplement ved vannforsyning til tettstedet Dovre. I de områder som anbefales for videre undersøkelser kan det være 8-12 m med grovkornige avsetninger og høyt grunnvannsspeil.</p> <p>Avsetningen ved <u>Rødølsodden</u> utgjør i overflaten ei elvevifte med grovkornige avsetninger. Georadaropptakene indikerer at vifta kan være 5-6 m mektig. Det er 15-20 m dyp til fjell, og avsetningstypen mellom fjell og elvevifte er usikker, men kan representere breelvavsetninger, og videre undersøkelser anbefales.</p> <p>Forekomstens navn og koordinater (UTM-sone 32, WGS84): Jora 5035 68825, Vigerustmoen 5130 68713, Ilka 5136 68698, Rødølsodden 5177 68655</p>			
Emneord: Geofysikk	Hydrogeologi	Georadar	
Grunnvann	Elveavsetning	Sonderboring	
		Fagrapport	

## INNHold

1 INNLEDNING .....	4
2 MÅLEMETODE, UTFØRELSE OG PROSESSERING .....	4
3 RESULTATER .....	5
3.1 Jora .....	5
3.2 Vigerustmoen (Dovre vannverk).....	8
3.3 Ilka.....	10
3.4 Rødølsodden (Ryddølsåa) .....	12
4 KONKLUSJON .....	14
5 REFERANSER .....	15

### Tekstbilag

Georadar - metodebeskrivelse

### Databilag

Skjema som knytter hendelser i georadaropptak til avsetningstype og lagdeling

### Kartbilag

- 97.021-01: Oversiktskart. Jora.
- 97.021-02: Oversiktskart. Vigerustmoen, Ilka og Rødølsodden.
- 97.021-03: Georadaropptak P1, P2, P3, PL1, PL2, PL3 & PL4. Jora.
- 97.021-04: Georadaropptak P13. Jora.
- 97.021-05: Georadaropptak P14, P15 & P16. Vigerustmoen.
- 97.021-06: Georadaropptak P17, P18 & P19. Ilka.
- 97.021-07: Georadaropptak P20, P21, P22 & P23. Rødølsodden.

## 1 INNLEDNING

Etter forespørsel fra Dovre kommune er det utført georadarmålinger ved fire lokaliteter i kommunen. Formålet med undersøkelsene var å finne egnede lokaliteter for uttak av grunnvann. Det er også utført grunnvannsundersøkelser på Hjerkin i forbindelse med samme oppdrag, men disse resultatene presenteres for seg i NGU Rapport 97.027 (Mauring & Tønnesen, 1997). Målingene ble utført av Jan Fredrik Tønnesen med assistanse fra en person fra kommunen i perioden 4/6-10/6-1996.

## 2 MÅLEMETODE, UTFØRELSE OG PROSESSERING

Plassering av målte profiler er vist sammen med opptakene i kartbilag -03 til -07. En generell beskrivelse av georadarmålinger er vedlagt i tekstbilag. Georadaren som ble benyttet er av typen pulseEKKO 100 (Sensors & Software Inc, Canada). Antenneavstanden var 1 m, og det ble benyttet 1000 V sender. Opptaksparametre er vist i tabell på side 5. Det ble målt ca. 4,4 profilm km fordelt på 18 profiler og fire lokaliteter. Profillengder er vist i tabellen. Reell lengde av profilene kan være noe forskjellig fra lengden angitt over georadaropptakene, pga. mulig tilfeldig eller systematisk feil i flyttavstand ved utførelsen av målingene. For enkelte av profilene ble det satt opp stikker for hver 50 meter. Plasseringen av disse er angitt som kommentarer under opptakene og angir reell lengde av profilene. Ellers kan andre kommentarer under opptakene bidra til nøyaktig å plassere profilene i terrenget (gjelder kommentarer som refererer til detaljer som kan finnes på kart). Det er i tillegg markert for hver 100 målte profilmeter på kartene i bilag -03 til -07. Ved beskrivelse av opptak refereres det til profilmeter.

Noen av opptakene er terrengkorrigert. Hastigheter som er benyttet ved dybdekonvertering av tidsseksjonene er angitt ved beskrivelsen av hvert måleområde. Ved utskrift av opptakene ble det benyttet 5-punkts gjennomsnitt langs traser (3-punkts for 100 MHz-opptak) for å redusere høyfrekvent støy. Det ble benyttet lineær, egendefinert forsterkning ved utskrift av data.

**Tabell: Profillengder (pos, i meter), opptakstid (t, i nanosekunder), samplingsintervall ( $\Delta t$  i nanosekunder), flyttavstand (a, i meter), antenne senterfrekvens (f, i MHz) og antall stacks for de forskjellige profiler.**

<u>Lokalitet</u>	<u>Profil</u>	<u>Pos.</u>	<u>t</u>	<u><math>\Delta t</math></u>	<u>a</u>	<u>f</u>	<u>stacks</u>	<u>Kartbilag</u>
Jora	P1	0-411	800	1,6	1	50	32	-03
Jora	P2	0-400	800	1,6	1	50	32	-03
Jora	P3	0-307	800	1,6	1	50	32	-03
Jora	PL1	0-75,5	600	0,8	0,5	100	16	-03
Jora	PL2	0-69,5	600	0,8	0,5	100	16	-03
Jora	PL3	0-61	600	0,8	0,5	100	16	-03
Jora	PL4	0-85	600	0,8	0,5	100	16	-03
Jora	P13	0-200	800	1,6	1	50	32	-04
Vigerustmoen	P14	0-197	800	1,6	1	50	32	-05
Vigerustmoen	P15	0-142	800	1,6	1	50	32	-05
Vigerustmoen	P16	0-32	800	1,6	1	50	32	-05
Ilka	P17	0-275	800	1,6	1	50	32	-06
Ilka	P18	0-302	800	1,6	1	50	32	-06
Ilka	P19	0-253	800	1,6	1	50	32	-06
Rødølsodden	P20	0-442	800	1,6	1	50	32	-07
Rødølsodden	P21	0-475	1000	1,6	1	50	32	-07
Rødølsodden	P22	0-434	1000	1,6	1	50	32	-07
Rødølsodden	P23	0-250	1000	1,6	1	50	32	-07

### 3 RESULTATER

Oversiktskart i målestokk 1:50 000 over de undersøkte områder er vist i kartbilag -01 og -02. Georadaropptak og profilplassering (på kart i målestokk 1:5000) er vist i kartbilag -03 til -07. Ved tolkning av opptakene er det stedvis benyttet et skjema (etter Beres & Haeni, 1991) som knytter hendelser i georadaropptak til lagdeling og avsetningstype (se databilag).

#### 3.1 Jora

Opptak og profilplassering er vist i kartbilag -03 (P1-P3, PL1-PL4) og -04 (P13). Profilene P1, P2 og P3 ble målt med 50 MHz antennesystem, mens profilene PL1, PL2, PL3 og PL4 ble målt med 100 MHz antennesystem. Profilene ble målt i nærheten av hverandre sentralt på deltaet. Det ble i tillegg målt ett profil (P13) 800-900 m sørøst for de nevnte profiler. Sørøst

for profilene P1-P3 og PL1-PL4 er det tidligere utført refraksjonsseismiske målinger (Sindre, 1971). Plassering av det refraksjonsseismiske profilet som ligger nærmest måleområdet er vist i kartbilag -04. Ved nordvestenden av dette profilet er dyp til fjell tolket til ca. 23 m. Dyp til grunnvannsspeil er ca. 2 m. Seismisk hastighet i vannmettede løsmasser ligger i området 1500-1650 m/s (vannmettet morene eller vannmettet sand/grus). Det er tidligere utført fire sonderboringer på deltaet. De to sonderboringene som ligger nærmest måleområdet i nordvest (BH3 og BH4) viser vesentlig sand/grus/stein ned til 5-8 m dyp, og derfra fast silt/stein (morene eller bresjøsedimenter) ned til 16 m dyp (fjell ble ikke påtruffet). Sonderboringen ved P13 i sørøst (BH7) viser grovt materiale ned til ca. 5 m dyp, deretter finstoffholdig sand ned til fjell/morene på 11 m dyp. En tidligere vurdering av grunnvannspotensialet (Nielsen, 1987) konkluderer med at området har god vanngiverevne (godt sorterte sand- og grusforekomster med høy permeabilitet og porøsitet, med mektighet av vannførende lag større enn 5 m). Det er også utført nyere boringer (Klemetsrud, 1995) innenfor det nordvestlige området (nummerert 1 til 4 i kartbilag -03). Boring 1, 2 og 3 viser sand/grus ned til 8 m dyp der silt påtreffes. Boring 1 og 3 ble avsluttet på 10 m dyp, mens boring 2 ble avsluttet på 12 m dyp. Boring 4 viser sand/grus ned til silt på ca. 6 m dyp. Morene påtreffes på 12 m dyp, og fortsetter ned til enden av borhullet på 14 m dyp. Grunnvannsnivå er målt i borhullene og ligger på 1 m dyp for borhull 1 og 2, på 2 m dyp for borhull 3 og på 0,3 m dyp for borhull 4.

Ved dybdekonvertering av tidsseksjonene ble det benyttet en lav EM-bølgehastighet (0,07 m/ns) pga. antatt høyt grunnvannsspeil (se tekstbilag for en tabell over typiske hastigheter i forskjellige media). Terrenget er forholdsvis flatt, og ingen terrengkorreksjoner er utført på opptakene.

### P1

Opptaket viser et hauget til kaotisk refleksjonsmønster. Et karakteristisk trekk ved opptaket er at reflektiviteten blir svakere fra 7-9 m dyp. Ned til dette dyp antas det at avsetningen er dominert av vesentlig grovkornige masser (deltaavsetninger). Mellom posisjonene 0 og 155 er penetrasjonen kraftig redusert fra 7-9 m dyp, og det opptrer her trolig finkornige avsetninger under de grovkornige massene, som indikert ved boringene i området. Fra posisjon 155 er penetrasjonsdypet i hovedsak større (15-20 m), og det kan her være grovkornige avsetninger ned til større dyp enn 7-9 m, men dette er svært usikkert. Det er størst sannsynlighet for at det opptrer grovkornige avsetninger kun ned til 7-9 m dyp. Videre undersøkelser vil allikevel være mest interessant i det området der penetrasjonsdypet er størst, mellom posisjon 155 og sørøstenden av profilet (posisjon 411). Grunnvannsspeilet ligger trolig for grunt til å sees i opptaket.

### P2

Mellom posisjonene 0 og 170 er refleksjonsmønsteret vesentlig hauget, mens det mellom posisjon 170 og nordøstenden av profilet (posisjon 400) er hauget til kaotisk. For dette profilet er reflektiviteten kraftigst i de øvre 6-10 m. Endring i reflektivitet antas å indikere endring i av-

setningstype, fra grovkornige avsetninger (øverst) til mer finkornige avsetninger. Det mest interessante området for videre undersøkelser i form av boringer er trolig mellom posisjonene 75 og 170. Her kan det være 8-10 m med grovkornige avsetninger. Det er også størst penetrasjonsdyp i dette området (ca. 20 m). Antatt fjell sees som en uregelmessig og diskontinuerlig reflektor mellom posisjon 155 (ca. 21 m dyp) og posisjon 390 (ca. 10 m dyp).

### P3

Refleksjonsmønsteret er hauged til kaotisk. Som for P1 og P2 sees en endring i reflektivitet, fra kraftig reflektivitet i toppen til svakere reflektivitet fra 6-8 m dyp. Det antas at de øverste 6-8 m representerer vesentlig grovkornige avsetninger. Størst mektighet av antatt grovkornige avsetninger er det trolig mellom posisjonene 230 og 307. Fjellreflektor sees diskontinuerlig mellom posisjon 240 (ca. 21 m dyp) og posisjon 20 (ca. 7 m dyp).

### PL1

Opptaket viser et hauged til skrått refleksjonsmønster ned til 7-10 m dyp. Dette indikerer trolig grovkornige avsetninger. Området mellom posisjonene 15 og 45 kan være mest interessant for videre undersøkelser. Her sees skrå reflektorer ned til ca. 10 m dyp. Penetrasjonsdypet er størst i det samme området. Mulig grunnvannsspeil sees på 1-1,5 m dyp mellom posisjon 20 og 60.

### PL2

Antatt grense mellom grovkornige avsetninger (øverst) og finkornige avsetninger opptrer på 7-8 m dyp. Reflektivitet og penetrasjon avtar markant fra dette dypet. I de øverste 7-8 m er refleksjonsmønsteret hauged til kaotisk. Mulig grunnvannsspeil sees på ca. 1 m dyp mellom posisjonene 0 og 55. De første 10-15 m av profilet er det trolig mer homogent og finkornig materiale mellom 2 og 6 m dyp.

### PL3

Langs dette profilet er ikke endringen i reflektivitet spesielt markant mot dypet, men kan antydes på ca. 8 m dyp ved posisjon 0 og ca. 6 m dyp ved posisjon 61. Dette indikerer trolig en grense mot finkornig materiale. Fra overflaten og til 6-8 m dyp er refleksjonsmønsteret hauged til kaotisk og representerer trolig grovkornige avsetninger.

### PL4

Endring i reflektivitet som kan indikere grensen mellom grovkornige avsetninger (øverst) og finkornige avsetninger, opptrer på 7-8 m dyp, med størst dyp mellom posisjonene 50 og 85. Refleksjonsmønsteret er stort sett hauged til kaotisk, men stedvis skrått.

### P13

Opptaket som er vist i kartbilag -04, viser et hauged til kaotisk refleksjonsmønster. En reflektor som kan indikere grensen mellom grovkornige avsetninger (øverst) og finstoffholdig sand

(som påvist i BH7) opptrer på 4-5 m dyp. Grensen ned til morene/fjell fra BH7 (11 m dyp) er vanskelig å påvise i opptaket, men kan ligge nær nedre grense for området med kraftig refleksivitet, som opptrer på ca. 8 m dyp ved posisjon 0 og øker til 14-15 m ved posisjon 165. Det er trolig for beskjedne mektigheter av grovt materiale til at området er interessant for videre undersøkelser.

### Oppsummering

Det området som trolig er mest gunstig med tanke på videre undersøkelser i form av boringer er avgrenset med en stiplet linje i kartbilag -03. Opptakene er her karakterisert ved en endring i refleksivitet som kan indikere endring i avsetningstype, med grovkornige deltaavsetninger i de øverste 6-10 m. Grovkornige avsetninger er indikert ved et skrått, hauget eller kaotisk refleksjonsmønster. I kartbilag -03 er det markert en anbefalt borlokalitet (angitt som åpen sirkel) der profil P3 og PL1 krysser hverandre. Her sees et skrått refleksjonsmønster ned til 8-10 m dyp, og det kan her være opptil 8-10 m med grovkornige avsetninger.

## 3.2 Vigerustmoen (Dovre vannverk)

Georadaropptak og plassering av profiler er vist i kartbilag -05. Profilene er målt mellom to tjern (Vigerusttjern og Angardstjern) og Lågen. I måleområdet er det en eksisterende brønn for uttak av grunnvann til tettstedet Dovre (Dovre vannverk). I forbindelse med kvalitetsforbedrende tiltak (prøve å oppnå bløtere vann og eventuelt øke kapasiteten) kan det være aktuelt å finne nytt uttakssted, eventuelt å benytte avsetningen ved Ilka som grunnvannskilde (se kap. 3.3). Hensikten med georadarmålingene ved vannverket var å undersøke alternativ(e) lokalitet(er) for videre undersøkelser i form av sonderboringer og eventuelle prøvepumper. Avsetningene i området er kartlagt som breelavsetninger (Wolden, 1995), og grunnvannsanlegget er anlagt i en esker. Det er gjort omfattende boringer (13 observasjonsbrønner) i området rundt brønnen for å observere bl.a. grunnvannsstand (Eckholdt, 1993). Data om masser i borhullene er ikke tilgjengelige.

Georadaropptakene er terrengkorrigert. Det er ikke utført CMP-målinger for analyse av EM-bølgehastigheter, men en hastighet på 0,09 m/ns er benyttet ved dybdekonvertering av tidsseksjonene. Dette er et 'gjennomsnitt' av hastighet i tørr og vannmettet sone. Profilene 14, 15 og 16 er målt i området.

### P14

Grunnvannsspeil sees i nivå ca. 462 moh. mellom posisjonene 30 og 70. Mulig senkningstrakt sees mellom posisjonene 110 og 118 som følge av grunnvannsuttak mellom posisjonene 120 og 125. Grunnvannsspeil er vanskelig å erkjenne mellom posisjon 130 og sørenden av profilet (posisjon 197). Mellom posisjonene 170 og 197 sees en antatt erosjonsflate (bunn av gammelt



elveløp) fra ca. 465 moh. (posisjon 170) og ca. 460 moh. (posisjon 197). Refleksjonsmønsteret er for det meste hauget til kaotisk og representerer trolig grovkornige avsetninger. En haugformet, kraftig reflektor med toppunkt i nivå ca. 456 moh. ved posisjon 50 kan muligens representere overgangen til morene eller fjell, men dette er svært usikkert. Aktuelle lokaliteter for videre undersøkelser i form av sonderboringer foreslås mellom posisjonene 0 og 25 og mellom posisjonene 170 og 197. Disse områdene ligger nær elva, slik at infiltrasjon fra denne kan gi bløtere vann ved pumping. Georadaropptakene indikerer at det kan være grove avsetninger til minst 15 m dyp i disse områdene.

### P15

Profilet går over eskeren fra Lågen og i retning vest-sørvest mellom tjernene. Opptaket viser grunnvannsspeil som en markant, horisontal reflektor i nivå 460-461 moh. Det markante grunnvannsspeilet indikerer grovkornige avsetninger. Dårlig datakvalitet og redusert penetrasjon mellom posisjonene 25 og 0 skyldes trolig godt elektrisk ledende materiale i overflaten i dette området. Opptaket er mellom posisjonene 142 og 30 karakterisert ved relativt kraftig refleksivitet og et kaotisk refleksjonsmønster som kan representere grovkornige avsetninger, men trolig ikke i form av esker som ved den østlige delen av profilet. Det foreslås sonderboring og eventuell prøvepumping mellom posisjonene 115 og 60 for å undersøke om avsetningene i dette området kan bidra til en annen grunnvannskvalitet enn ved brønnområdet. Penetrasjonsdypet ser ut til å være noe større mellom posisjonene 115 og 60 (20-25 m) enn ellers i opptaket.

### P16

Profilet er et meget kort tverrprofil til nordlige del av P14. Opptaket viser grunnvannsspeil som en horisontal reflektor i nivå ca. 460 moh. Kraftige reflektorer sees fra nivå ca. 456 moh. og videre mot dypet. For kryssende profil 14 ble det diskutert om reflektor ved ca. 456 moh. kunne representere overflaten av morene/fjell. Dette opptaket indikerer at dette er tvilsomt, fordi reflektorene her kan følges helt ned til ca. 445 moh. Det kan trolig være grovkornige avsetninger ned til dette dypet. Reflektoren i nivå ca. 456 moh, som er mer framtrødende på P14, kan representere en markant struktur eller endring i avsetningstype. Det er imidlertid trolig grovkornige avsetninger både under og over reflektoren.

### Oppsummering

Området rundt brønnen til Dovre vannverk er tidligere grundig undersøkt både når det gjelder massetype og vannkvalitet (Eckholdt, 1993). Grunnvannet viser seg å være for hardt, og kunstig infiltrasjon av ellevann har vært utført for å gjøre grunnvannet bløtere. Georadarmålinger indikerer grovkornige avsetninger både nord og sør for brønnområdet ved lokaliteter som ligger nærmere elva enn brønnen som drives i dag. Ved uttak av vann fra disse lokalitetene oppnås trolig en større andel vann som er infiltrert fra elva, slik at grunnvannet kan bli bløtere enn det vannet som taes ut i dag. Kunstig infiltrasjon kan da eventuelt bli unødvendig eller kan gjøres i mindre omfang. Det kan også være aktuelt å få avklart om avsetningene

langs P15 vest for eskeren, kan bidra til en annen grunnvannskvalitet enn ved brønnområdet. Tre områder anbefales for videre undersøkelser i form av boringer og prøvepumping (prioritert i nummerert rekkefølge). Disse er omsluttet av stiplet linje i kartbilag -05. Anbefalte borlokaliteter er også angitt.

### 3.3 Ilka

Opptak og profilplassering er vist i kartbilag -06. Det er målt tre profiler (P17, P18 og P19) ved elva Ilkas utløp i Lågen. Hensikten med målingene var å undersøke mulighetene for uttak av grunnvann fra løsmasseavsetningen ved å forsøke å finne gunstige lokaliteter for videre undersøkelser. Området er på forhånd vurdert som et mulig alternativ for vannforsyning til Dovre tettsted, som i dag får vann fra Vigerustmoen (se kap. 3.2). Løsmasseavsetningen er ei grovkornet elvevifte. Nær elvevifta er det kartlagt bresjøsedimenter og breelvavsetninger, med moreneavsetninger inn mot dalsidene. Avsetningen er vurdert til å ha et bra potensiale som grunnvannskilde (Wolden, 1995), og er også vurdert som mulig sand/grus-forekomst (Stokke, 1992).

Det er ikke utført CMP-målinger for bestemmelse av EM-bølgehastighet til dybdekonvertering av tidsseksjoner. Opptakene indikerer at grunnvannsspeilet ligger grunt, og en relativt lav hastighet (0,08 m/ns) er benyttet ved dybdekonvertering. Opptakene er terrengkorrigert der høyder er avlest fra kart i målestokk 1:5000. Stedvis sees 'døde' områder tidlig i opptakene som skyldes instrumentelle problemer.

#### P17

Profilen er målt langs elvevifta fra Lågen i nord og i retning sør-sørøst mot rotpunktet av vifta. Opptaket viser et hauget til kaotisk refleksjonsmønster som trolig representerer grovkornige elveavsetninger og mulig dypere breelvavsetninger. Grunnvannsspeilet sees som en markant reflektor mellom posisjon 265 (ca. 466 moh.) og posisjon 170 (ca. 462 moh.). Fjellreflektoren kan sees sporadisk og er indikert ved følgende posisjoner; 260-250 (nivå ca. 463 moh.), 240-230 (ca. 462 moh.), 226-180 (460-453 moh.), 140-65 (452-447 moh.) og 50-15 (449-452 moh.). Den sikreste indikasjon på fjellreflektor har vi mellom posisjonene 50 og 15 der fjellreflektoren er traufornet (8-13 m dyp). Det antas å være brukbare muligheter for uttak av grunnvann mellom posisjonene 120 og 0. Her er dyp til fjell i størrelsesorden 8-15 m. Borpunkt (se kartbilag -06) er foreslått mellom posisjonene 30 og 35 der en har sikrest informasjon om plassering av fjell (ca. 12 m dyp).

#### P18

Profilen starter ved posisjon 252 i P17 og går parallelt med Ilka i retning nord-nordøst mot Lågen. Grunnvannsspeilet sees tydelig mellom posisjon 0 (ca. 466 moh.) og posisjon 175 (ca.

462 moh.). Mulig fjell sees som en kraftig, uregelmessig reflektor mellom posisjon 0 (ca. 463 moh.) og posisjon 95 (ca. 460 moh.). Fra posisjon 95 er fjellreflektoren vanskelig å følge. En uregelmessig reflektor sees mellom posisjonene 102 (ca. 459 moh.) og 195 (ca. 458 moh.). Den er traufornet mellom posisjonene 115 og 150 (nivå ca. 456 moh. ved posisjon 130). Det er uklart hvorvidt denne reflektoren representerer fjell eller om den representerer en erosjonsflate (f.eks. elveavsetninger over breelvvavsetninger). Fra posisjon 95 kan fjellreflektor eventuelt gå mot dypet til nivå ca. 442 moh. ved posisjon 155 og videre opp til nivå 448 moh. ved posisjon 195. En traufornet struktur sees i dette området og kan muligens representere fjell-overflaten. Mot nordenden av profilet (posisjonene 275-302) viser opptaket en kraftig, uregelmessig reflektor i nivå ca. 449 moh. som muligens representerer fjell. Avsetningstypen mot dypet er usikker. Området mellom posisjonene 125 og 302 kan ha dyp til fjell i området 8-15 m, og det anbefales videre undersøkelser i dette området. Den antatt sikreste indikasjonen på fjell har vi mellom posisjonene 275 og 302 (8-10 m dyp til fjell), og et borpunkt er anbefalt sentralt i dette området (se kartbilag -06). Området ligger også nært Lågen med antatt gode muligheter for infiltrasjon.

#### P19

Profilet er målt på tvers av P17 og P18 fra Ilka i øst. Fjellreflektor sees som en kraftig, bølget reflektor mellom posisjon 253 (ca. 456 moh.) og posisjon 195 (ca. 455 moh.). Fra posisjon 195 går fjellreflektoren trolig brått mot dypet til nivå ca. 448 moh. ved posisjon 180. Den kan følges i dette nivå til posisjon 150. I dette området kan fjellreflektoren lettere erkjennes på kryssende profil 17. Mellom posisjonene 150 og 65 kan ikke fjellreflektoren erkjennes. Den kan igjen trolig sees mellom posisjon 65 (ca. 444 moh.) og posisjon 45 (ca. 448 moh.). Mellom posisjonene 45 og 0 kan ikke fjellreflektoren erkjennes. Over fjell er refleksjonsmønsteret kaotisk, og avsetningstypen mot dypet er noe usikker. Grunnvannsspeil sees i nivå ca. 462 moh. mellom posisjonene 80 og 0 og indikerer grovkornige avsetninger i øvre del av avsetningen. Videre undersøkelser anbefales i området der dyp til fjell er antatt størst, dvs. mellom posisjonene 195 og 45.

#### Oppsummering

Området som anbefales for videre undersøkelser er omsluttet med stiptet linje i kartbilag -06. Innenfor dette området kan dyp til fjell være i størrelsesorden 8-15 m. Grove masser i øvre del av avsetningen er indikert ved en tydelig grunnvannsspeils-reflektor. Avsetningstypen mot dypet er mer uklar. For å få avklart avsetningstype (og eventuelt vanngiverevne) anbefales sonderboringer (og eventuelt prøvepumping) innenfor det markerte området i kartbilag -04. To borlokalteter er anbefalt i områder der en har de sikreste indikasjoner for plassering av fjell (på 10-12 m dyp ved lokalitet 1 og 8-10 m dyp ved lokalitet 2 i kartbilag -06).

### 3.4 Rødølsodden (Ryddølsåa)

Opptak og lokalisering av profiler er vist i kartbilag -07. Det er målt fire profiler (P20, P21, P22 og P23) over ei elvevifte i området. Elvevifta er dannet der elva Ryddølsåa renner ut i Lågen. Løsmassene er ellers dominert av breelvavsetninger og bresjøsedimenter, med moreneavsetninger inn mot dalsidene (Wolden, 1995).

Ved dybdekonvertering av tidsseksjonene er det benyttet en EM-bølgehastighet på 0,09 m/ns. Denne hastigheten er valgt som et 'gjennomsnitt' av hastighet i tørr og vannmettet sone. Alle opptak er terrengkorrigert.

#### P20

Profilet er målt fra Ryddølsåa til vestlige del av elvevifta mot nordvest. En horisontal reflektor sees i nivå 429-430 moh. gjennom store deler av profilet. Den nordvestlige enden av profilet (posisjon 442) ligger ca. 1 m høyere i terrenget enn elva. Dypet ned til den horisontale reflektoren er her ca. 6 m. Det er derfor lite trolig at reflektoren representerer grunnvannsspeil. Det er mer sannsynlig at reflektoren representerer grensen mellom to avsetningstyper, f.eks. mellom elveavsetninger (øverst) og breelvavsetninger eller morene. Refleksjonsmønsteret er hauget eller kaotisk, og penetrasjonsdypet er stedvis større enn 20 m, noe som kan indikere grovkornige avsetninger også mot dypet (muligens breelvavsetninger). Antatt fjell sees som en uregelmessig reflektor mellom posisjonene 442 og 380 i nivå 413-417 moh. (ca. 20 m dyp). Fra posisjon 380 er fjellreflektor vanskelig å erkjenne, men den går trolig bratt opp til ca. 427 moh. ved posisjon 315. Fra denne posisjonen går fjell trolig mot dypet, og en markant reflektor sees mellom posisjon 283 (ca. 423 moh.) og posisjon 230 (ca. 415 moh.) som trolig representerer fjell. Overflaten av fjell ser ut til å utgjøre en kulle mellom posisjonene 380 og 230 (dersom tolkningen er riktig). Antatt fjell sees som en diskontinuerlig reflektor i nivå 418-420 moh. mellom posisjonene 85 og 0. Det er antatt størst dyp til fjell mellom posisjonene 442 og 385 og mellom posisjonene 250 og 155 (i størrelsesorden 20 m dyp). For å undersøke avsetningstype mot dypet (og eventuelt vanngiverevne og vannkvalitet), foreslås videre undersøkelser i form av sonderboringer (og eventuelt prøvepumping) i området som ligger nærmest elva i det området der påtrykket fra elva trolig er størst (posisjonene 442-385).

#### P21

Profilet er målt fra elveviftas rot punkt, langs vestlige del av elvevifta, på tvers av P20 og mot Lågen. Den horisontale reflektoren som ble beskrevet for P20 (nivå 429-430 moh.) kan sees også i dette profilet. Den opptrer her imidlertid mer uregelmessig og diskontinuerlig. Dette er en klarere indikasjon på at reflektoren trolig ikke representerer grunnvannsspeil, men grensen mellom forskjellige avsetningstyper. Reflektoren sees tydeligst mellom posisjonene 475 og 430 (nivå ca. 430 moh.), mellom posisjonene 330 og 270 (nivå 429-430 moh.) og mellom posisjonene 240 (ca. 433 moh.) og 90 (ca. 442 moh.). Reflektoren kan representere nedre

grense av elveavsetninger. Under reflektoren er refleksjonsmønsteret hauget til kaotisk og kan indikere grovkornige avsetninger (mulig breelvavsetninger). Fjell sees som en markant, uregelmessig og traufomet reflektor mellom posisjon 475 og posisjon 355 (ca. 423 moh.). Antatt størst dyp til fjell har vi ved posisjon 410 (nivå ca. 412 moh, 20-25 m dyp). Mellom posisjon 355 og posisjon 230 er fjellreflektor vanskelig å erkjenne, men opptrer trolig som en kolle i dette området (konsistent med tolkningen av P20). Antatt toppunkt på fjell ligger trolig i nivå ca. 426 moh. ved posisjon 295, men kan klarere antydes på tverrprofil P20. Mulig fjell sees som en tydelig reflektor mellom posisjon 230 (ca. 416 moh.) og posisjon 0 (ca. 449 moh.). Videre undersøkelser foreslås mellom posisjonene 475 og 355. Dette området ligger nær elva, og dyp til fjell er i størrelsesorden 12-20 m, med størst dyp ved posisjon 410.

### P22

Profilen er målt langs Lågen mot Ryddølsåa. Antatt fjellreflektor kan sees mellom posisjon 434 (nivå ca. 419 moh.) og posisjon 290 (ca. 424 moh.). Fra denne posisjonen er fjellreflektor vanskelig å erkjenne, men går trolig mot dypet og kan antydes mellom posisjon 130 (ca. 412 moh.) og posisjon 100 (ca. 415 moh.). En reflektor i nivå ca. 415 moh. mellom posisjonene 20 og 0 kan også representere fjell. Over fjell er refleksjonsmønsteret hauget til kaotisk og kan representere grovkornige avsetninger. Mulig grense mellom elveavsetninger (øverst) og underliggende avsetninger (breelvavsetninger?) kan antydes som en overgang mellom middels til kraftig refleksivitet på ca. 5 m dyp. Videre undersøkelser kan være aktuelt mellom posisjonene 200 og 0 der dyp til fjell kan være i størrelsesorden 15-20 m.

### P23

Profilen er målt fra Lågen, på tvers av P22 og langs Ryddølsåa mot nord. En reflektor som muligens kan representere nedre grense av elveavsetninger sees mellom posisjonene 0 og 55 i nivå 428-430 moh. Den kan trolig også sees mellom posisjonene 110 og 215 i nivå 435-437 moh. Antatt fjelloverflate sees i nivå 423-424 moh. mellom posisjonene 8 og 30. Den kan videre antydes mellom posisjon 150 (nivå ca. 431 moh.) og posisjon 250 (ca. 433 moh.). Fjell ligger trolig for grunt til at området anbefales for videre undersøkelser.

### Oppsummering

De områder som er anbefalt for videre undersøkelser i form av sonderboringer (og eventuelt prøvepumping) ligger innenfor de stiplede linjer i kartbilag -07. Områdene ligger nær elva med antatt gode muligheter for infiltrasjon. Opptakene indikerer at det kan være 15-20 m dyp til fjell i disse områdene. De øverste 5-6 m består trolig av vesentlig grovkornige elveavsetninger i vifta ut fra Ryddølsåa. Mellom elveavsetningene og fjell er avsetningstypen mer usikker, men det kan opptre grovkornige breelvavsetninger her. Grunnvannsspeilet kan ikke erkjennes i opptakene. En mulig årsak til dette er at refleksjoner fra grunnvannsspeilet interfererer med refleksjoner fra grunne lag i elveavsetningen. En annen, men mindre sannsynlig, mulighet er at avsetningene er finkornige, noe som gir dårlig definert grunnvannsspeil i opptakene pga. høy kapillærsone. En tredje, men lite sannsynlig mulighet, er at den reflektoren

som er beskrevet som nedre grense av elveavsetningen i realiteten representerer grunnvannspeilet. Nivået på reflektoren ligger imidlertid 4-5 m under nivået på Lågen, som da eventuelt 'henger' i det området som er undersøkt. Innenfor de anbefalte områder er det foreslått lokaliteter for sonderboringer (prioritert i nummerert rekkefølge i kartbilag -07) der dyp til fjell er antatt størst (ca. 20 m). Området i nordvest har høyest prioritet pga. antatt større påtrykk fra elva og dermed større infiltrasjon.

#### 4 KONKLUSJON

Det er utført georadarmålinger ved fire lokaliteter i Dovre kommune, Oppland. Formålet med undersøkelsene var å finne egnede lokaliteter for uttak av grunnvann.

Ved Jora indikerer georadaropptakene 8-10 m med grovkornige avsetninger i det antatt mest gunstige området for uttak av grunnvann der profilene P3 og PL1 krysser hverandre.

I området rundt Dovre vannverk (Vigerustmoen) er det foreslått alternative brønnplasseringer nord og sør for eksisterende brønn for om mulig å oppnå bløtere grunnvann nær elva. Det er også foreslått boring i et område vest for eksisterende grunnvannsuttak.

Avsetningen ved Ilka kan være et alternativ/supplement ved vannforsyning til tettstedet Dovre. I de områder som anbefales for videre undersøkelser kan det være 8-12 m med grovkornige avsetninger og høyt grunnvannsspeil.

Avsetningen ved Rødølsodden utgjør i overflaten ei elvevifte med grovkornige avsetninger. Georadaropptakene indikerer at vifta kan være 5-6 m mektig. Det er 15-20 m dyp til fjell, og avsetningstypen mellom fjell og elvevifte er usikker, men kan representere breelvavsetninger, og videre undersøkelser anbefales.

## 5 REFERANSER

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

Eckholdt, E. 1993: Bløtgjøring av hardt grunnvann ved hjelp av kunstig infiltrasjon. *Geofuturm as, rapport 6.0511-003*.

Klemetsrud, T. 1995: Grunnvannsundersøkelser for vannforsyning på Dombås. *NGU Rapport 95.012*.

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

Sindre, A. 1971: Seismiske undersøkelser, Dombås, 23.-27. November 1970. *NGU Rapport 1024*.

Stokke, J.A. 1992: Oppfølgende sand- og grusundersøkelser i Dovre kommune, Oppland fylke. *NGU Rapport 92.207*.

Wolden, K. 1995: Geologi i arealplanlegging og ressursforvaltning Dovre kommune 1995. *NGU Rapport 95.049*.

## GEORADAR - METODEBESKRIVELSE

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

Bølgehastigheten kan bestemmes ved CDP-målinger ('common depth-point'). Slike målinger utføres ved å flytte sender- og mottakerantenne skrittvis og like langt ut til hver side fra et fast midtpunkt og registrere for hver ny posisjon. Refleksjoner vil da ideelt sett komme fra samme punkt på en reflektor som er planparallell med overflaten. Når antenneavstanden øker, vil reflekterte bølger få lenger gangvei og økning i gangtid. Denne økning i gangtid kan det ved digitale opptak kompenseres for ved å utføre NMO-korreksjon ('normal move-out'). Størrelsen på korreksjonen er avhengig av antenneavstand, toveis gangtid og bølgehastighet i materialet over reflektoren. Et CDP-opptak korrigeres med forskjellige hastigheter, og den hastighet som etter NMO-korreksjon gir best amplitude etter summering av trasene, angir radarbølgehastigheten i mediet.

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

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

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

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

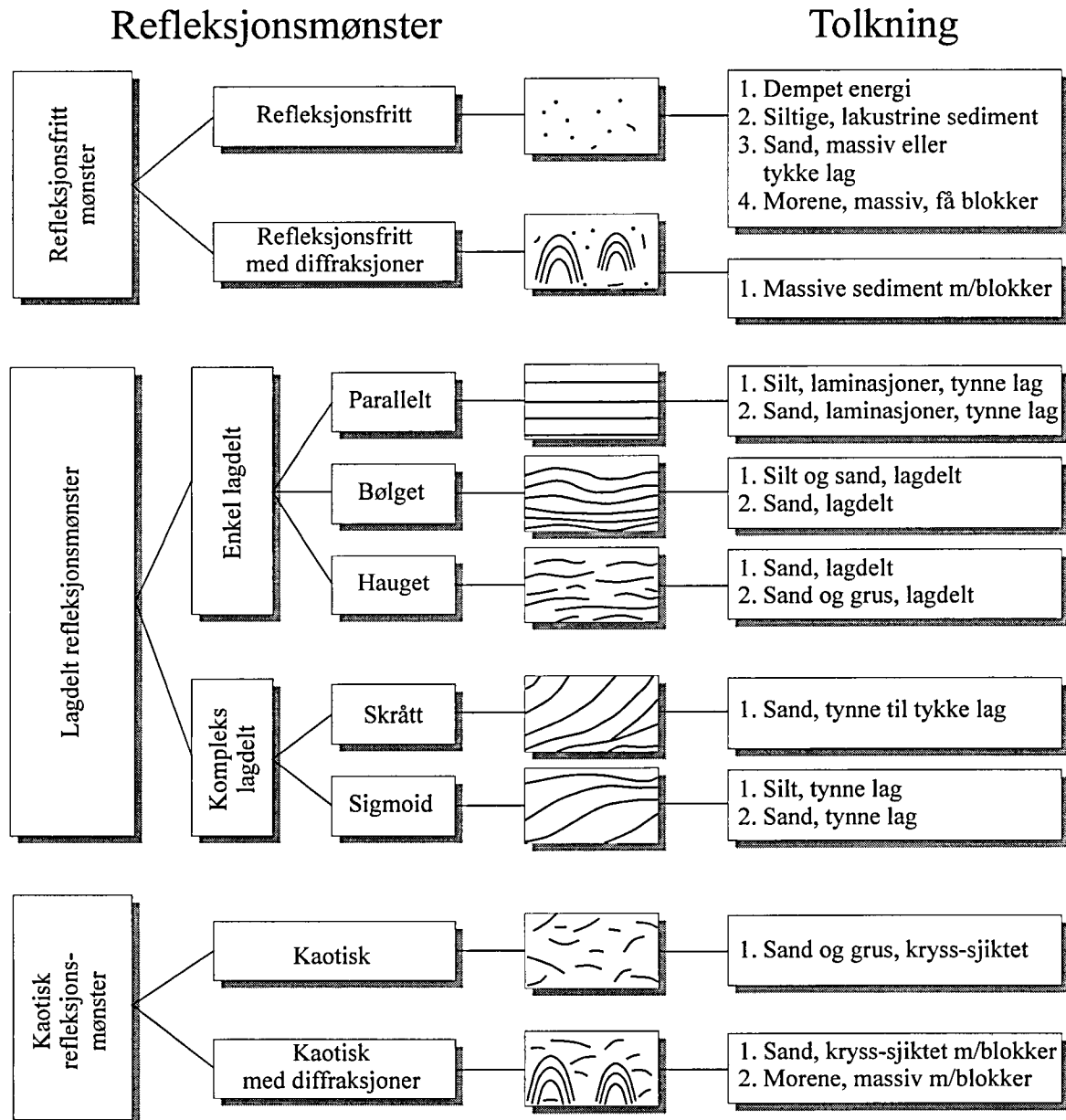
hvor  $\epsilon_r$  er det relative dielektrisitetstallet.  $\epsilon_r$ -verdien for et materiale vil derfor være en bestemmende faktor for beregning av dyp til reflektorer. I tabellen på neste side er det gitt en oversikt over erfaringstall for  $\epsilon_r$  i en del materialtyper. Tabellen viser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



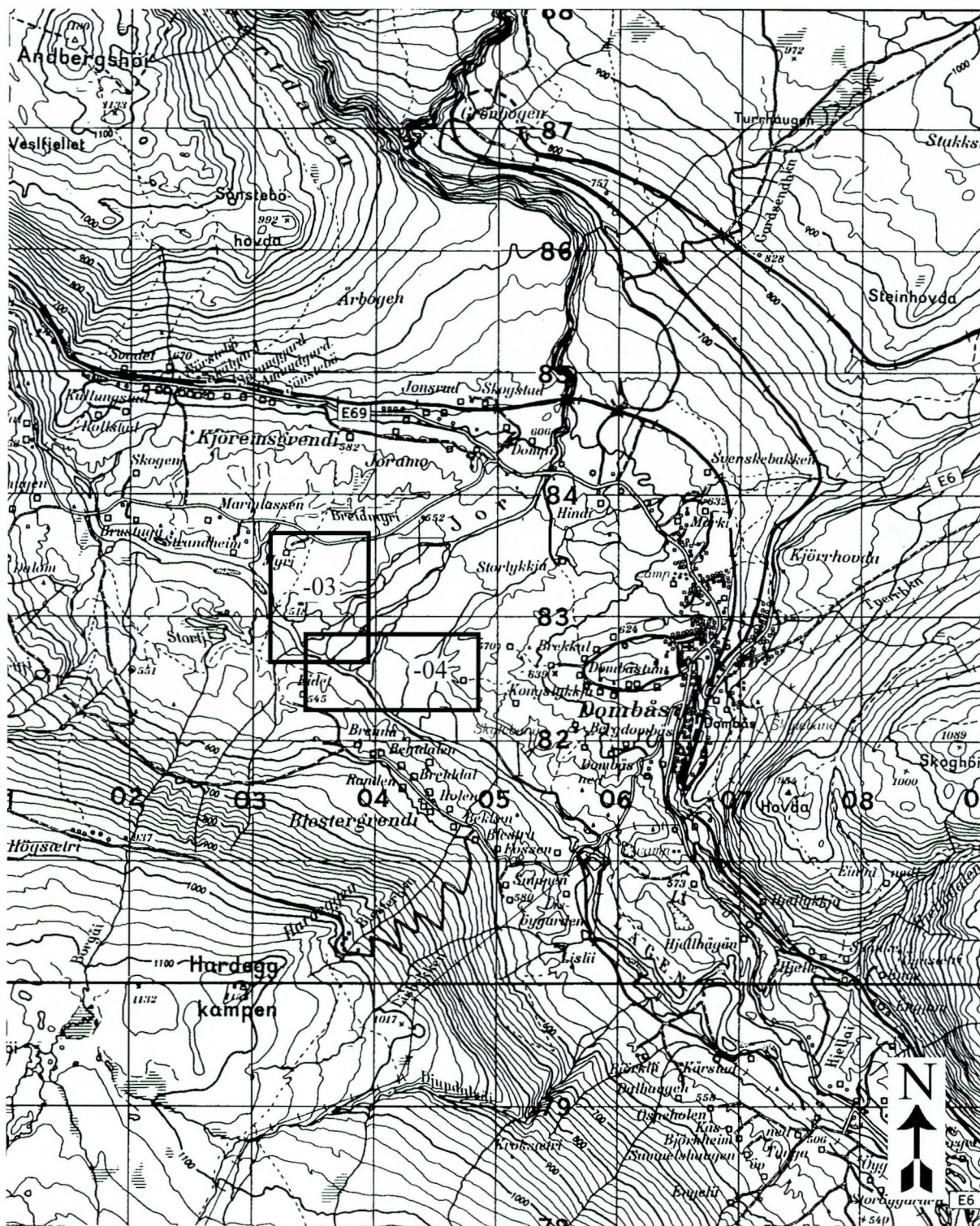
Dybderekkevidden for georadarmålinger er i stor grad avhengig av elektrisk ledningsevne i grunnen og av den utsendte antennefrekvens. Både økende ledningsevne og en økning i antennefrekvens vil føre til hurtigere dempning av bølgepulsene og dermed minkende penetrasjon. I godt ledende materiale som marin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

<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).



-03

Utsnitt vist i kartbilag -03

NGU/DOVRE KOMMUNE  
OVERSIKTSKART

JORA

DOVRE KOMMUNE, OPPLAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:50 000

MÅLT JFT Juni -96

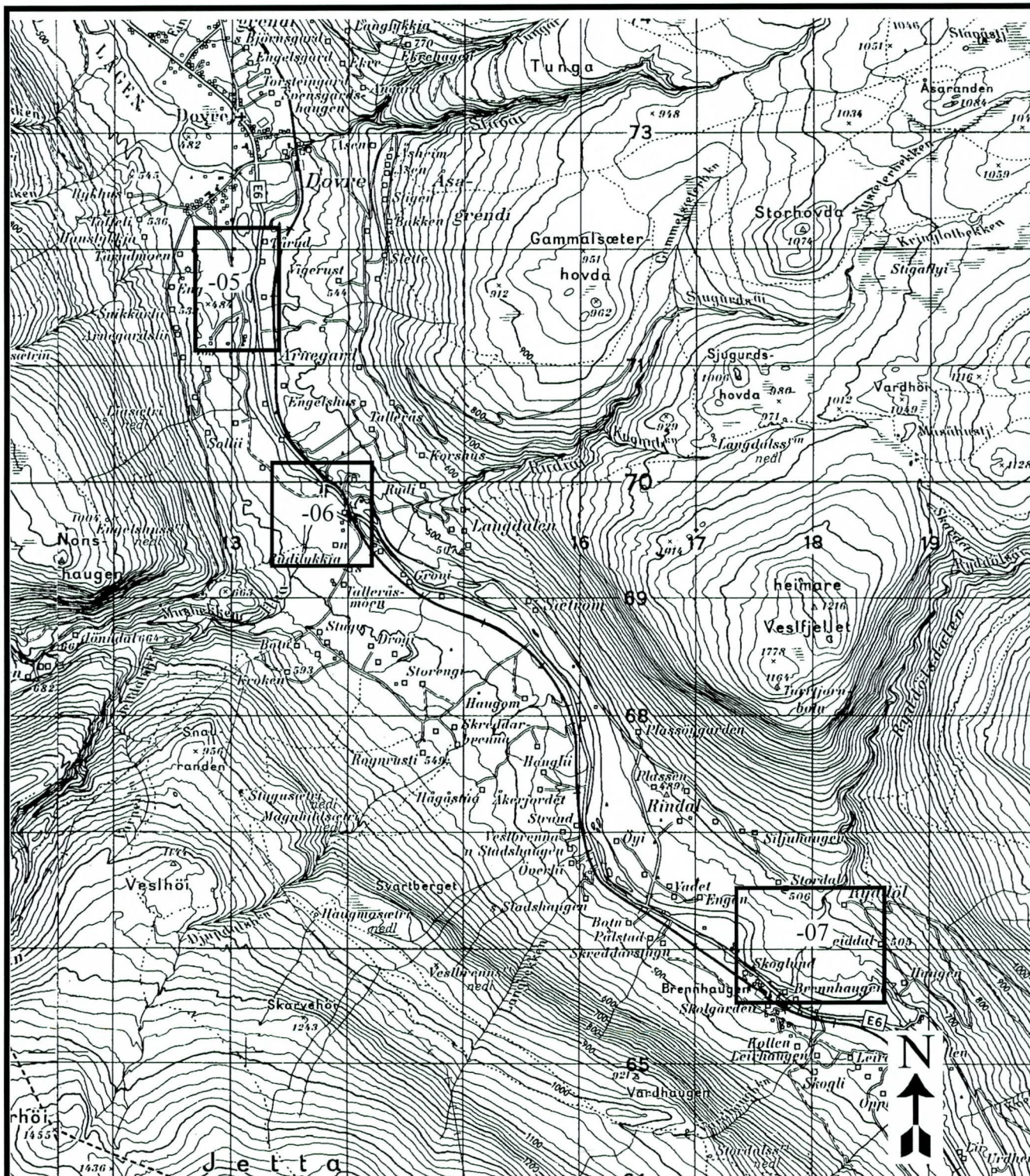
TEGN EM Feb. -97

TRAC

KFR

TEGNING NR  
97.021-01

KARTBLAD NR  
1419 II



-05

Utsnitt vist i kartbilag -05

NGU/DOVRE KOMMUNE  
 OVERSIKTSKART  
**VIGERUSTMOEN, ILKA &  
 RØDØLSODDEN**  
 DOVRE KOMMUNE, OPPLAND

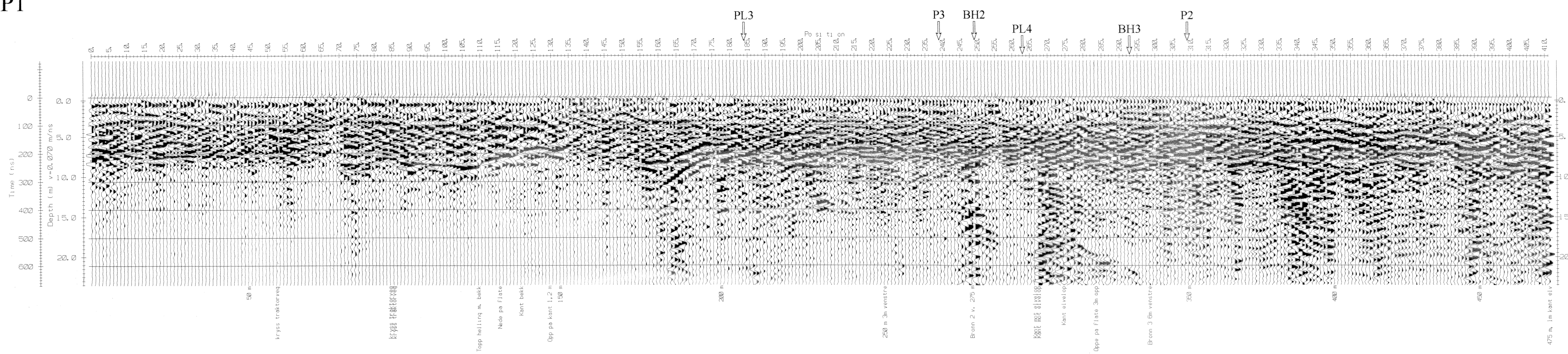
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK  1:50 000	MÅLT JFT	Juni -96
	TEGN EM	Feb. -97
	TRAC	
	KFR	

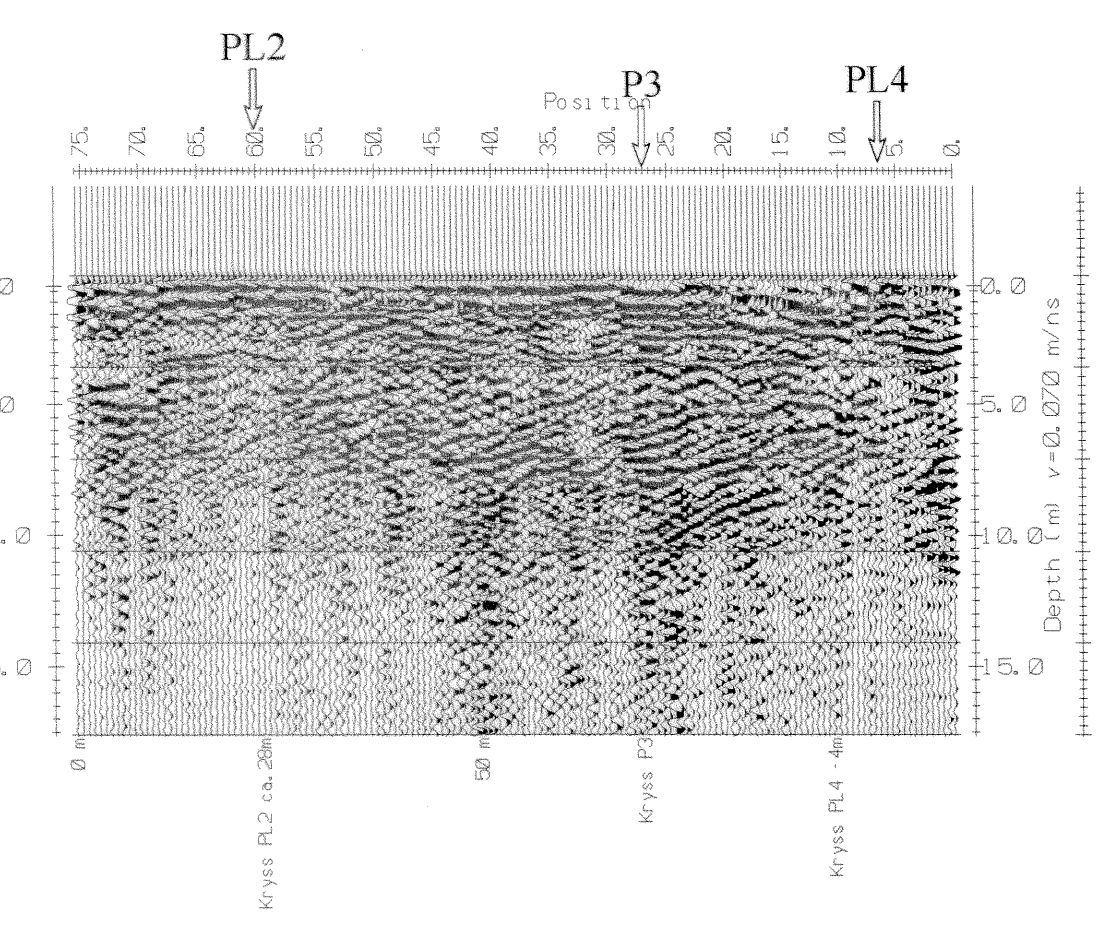
TEGNING NR  
97.021-02

KARTBLAD NR  
1718 IV

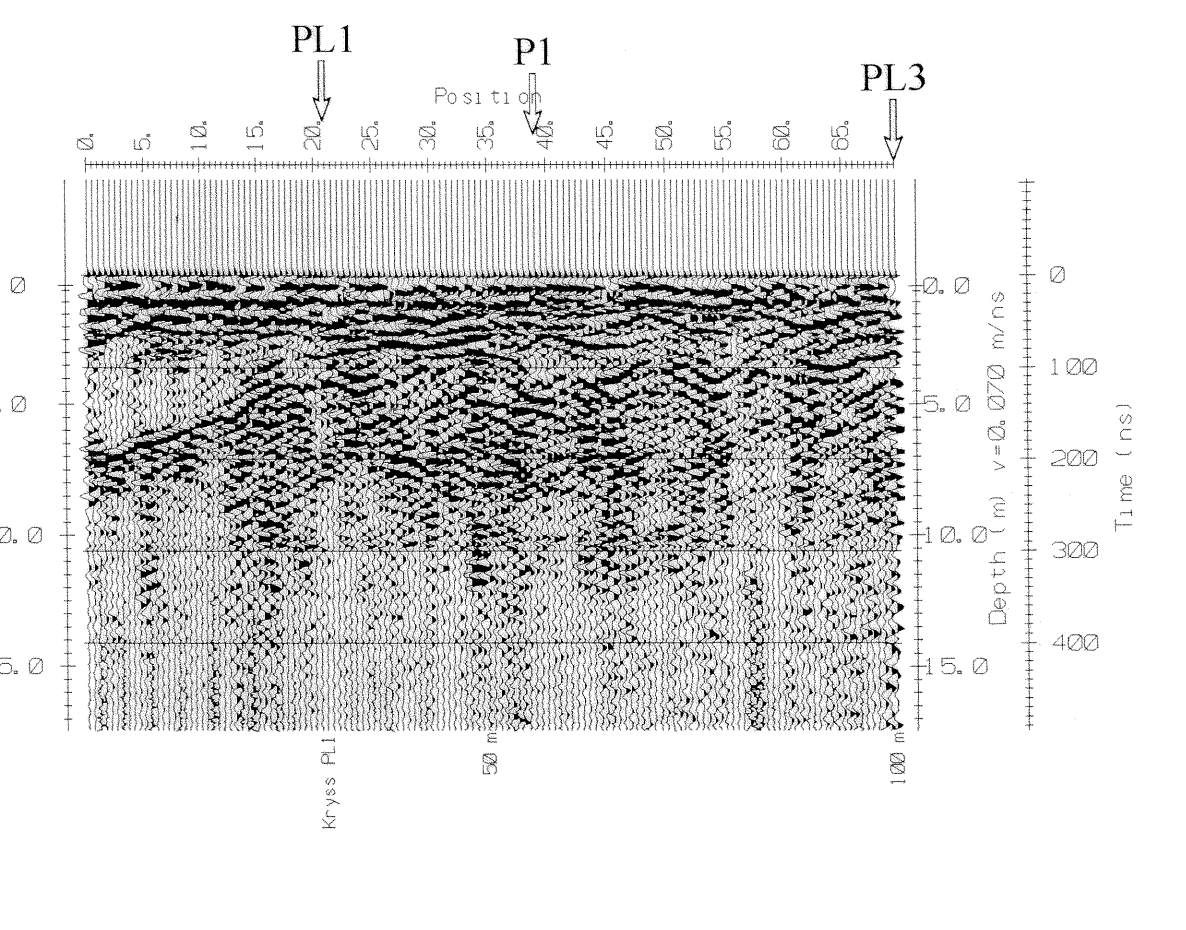
P1



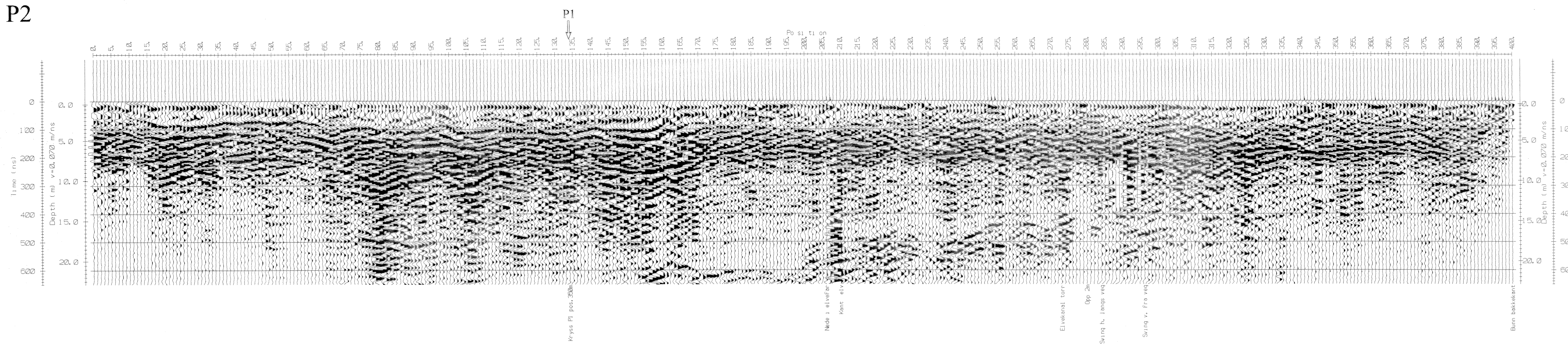
PL1



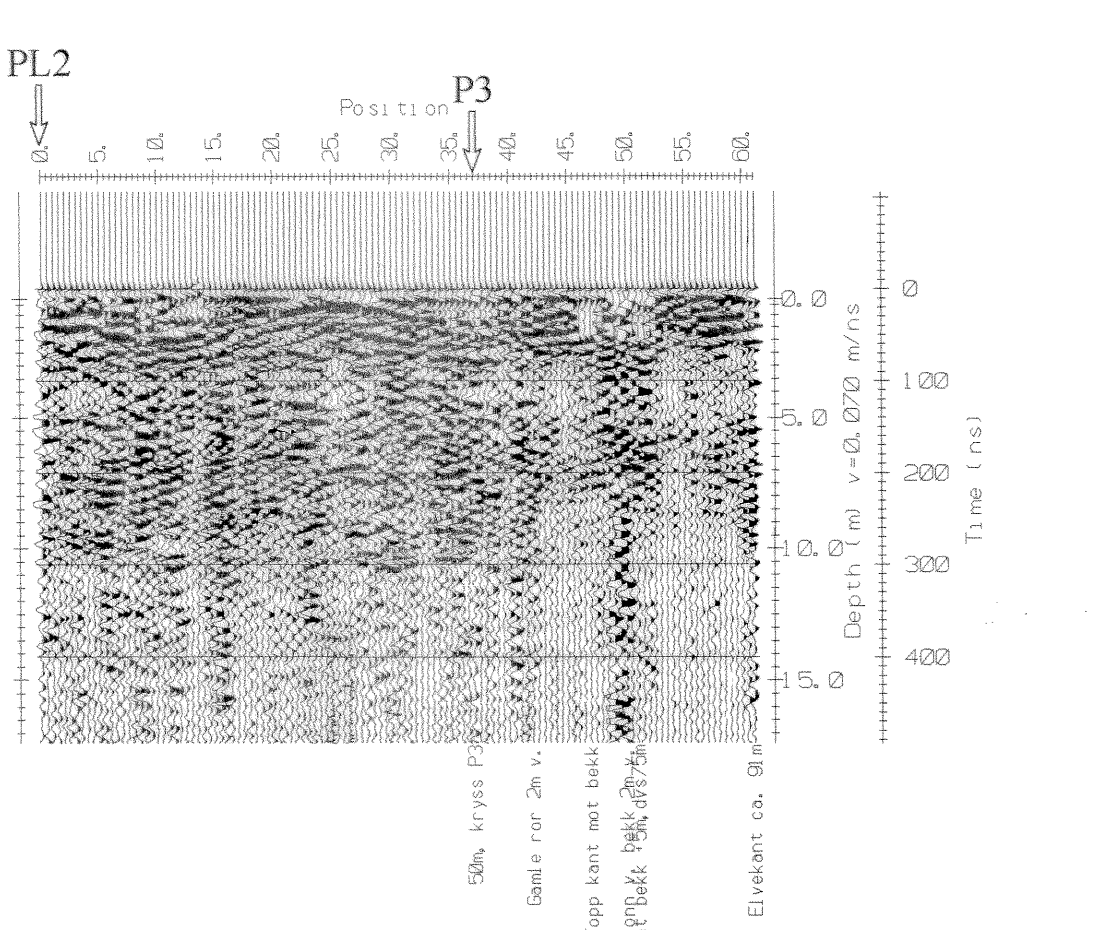
PL2



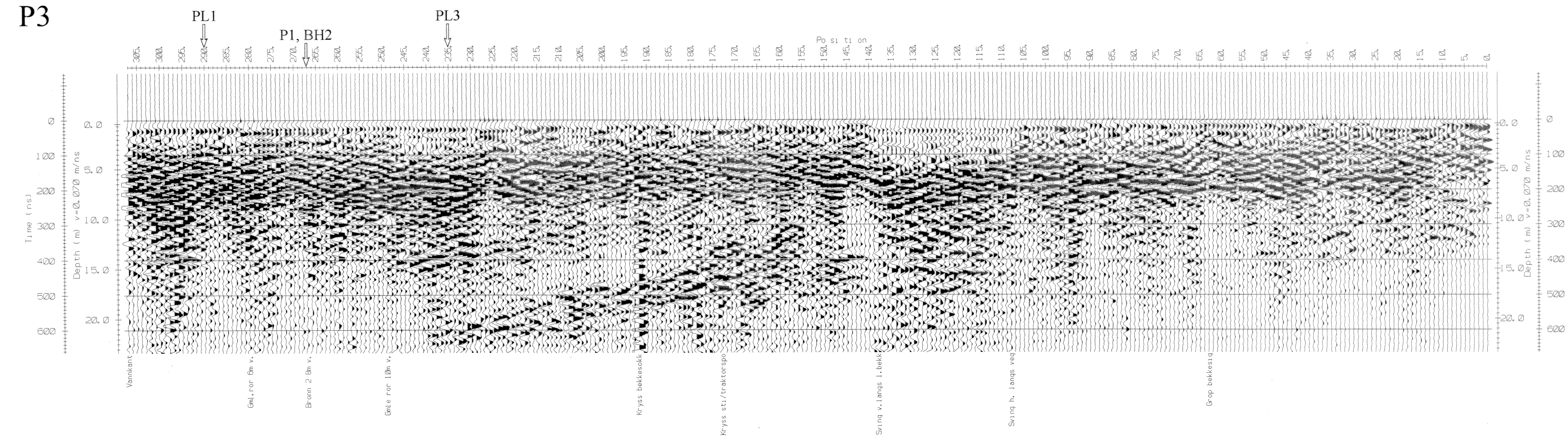
P2



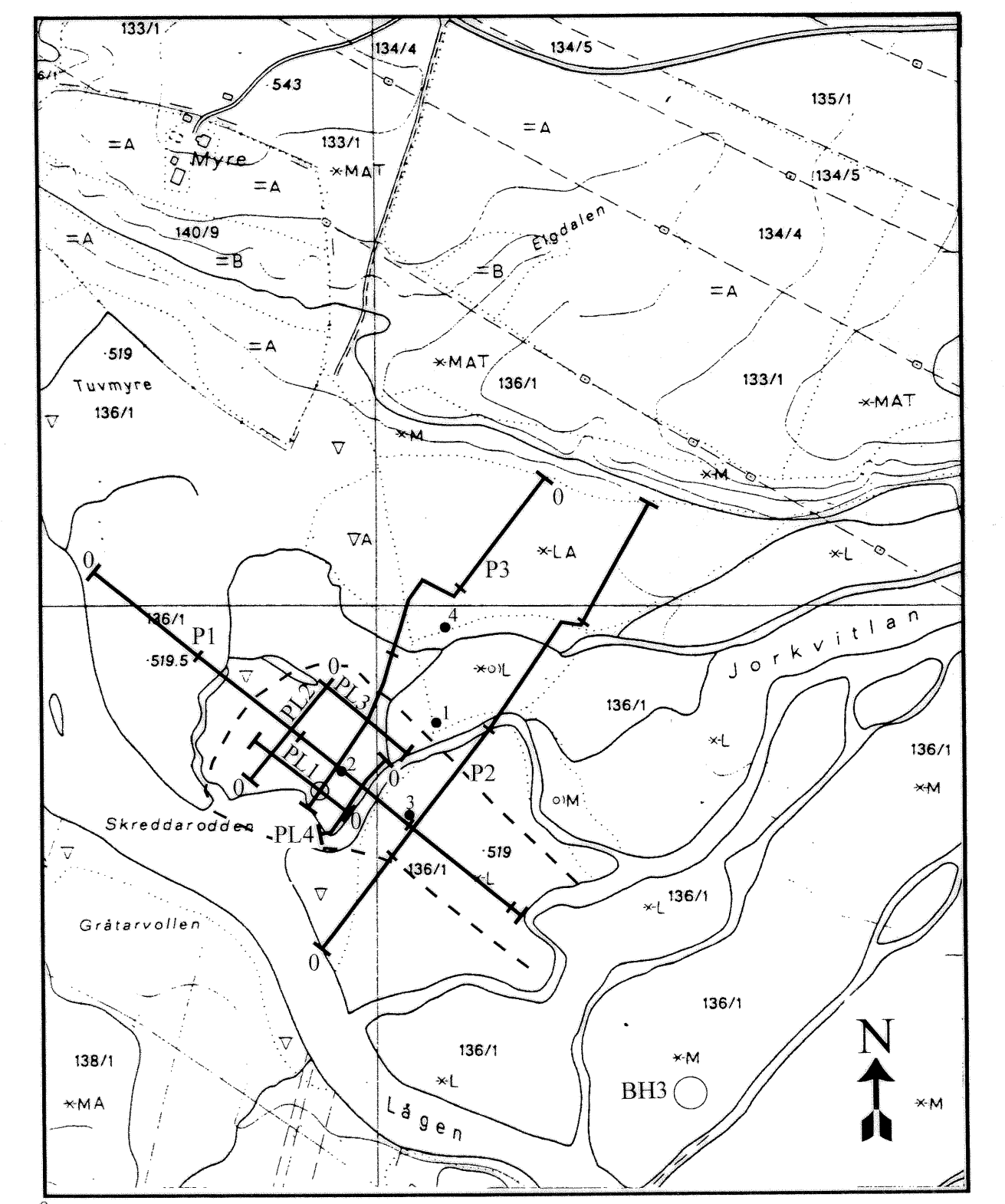
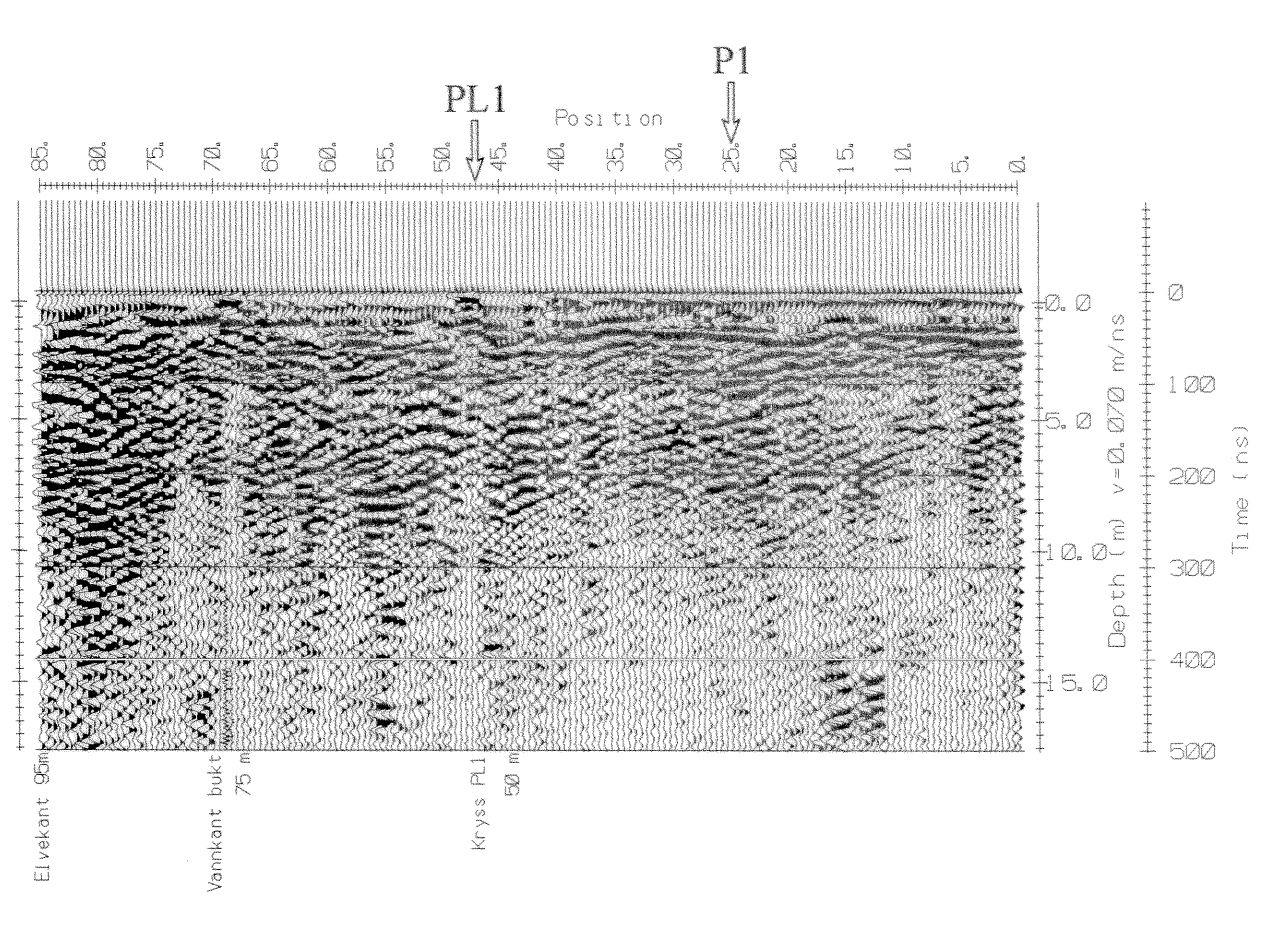
PL3



P3

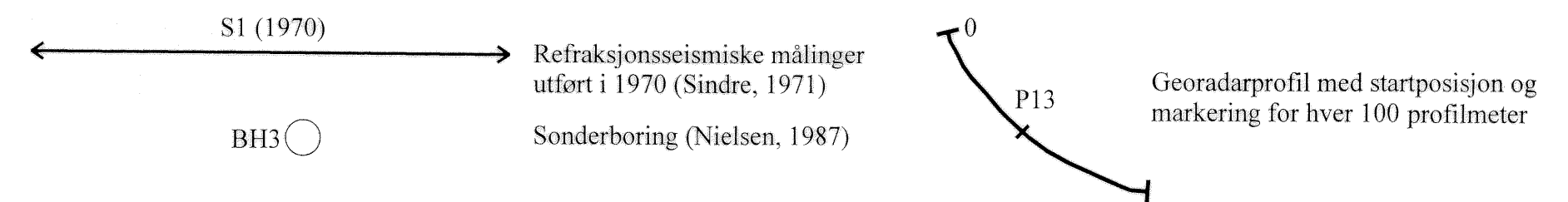
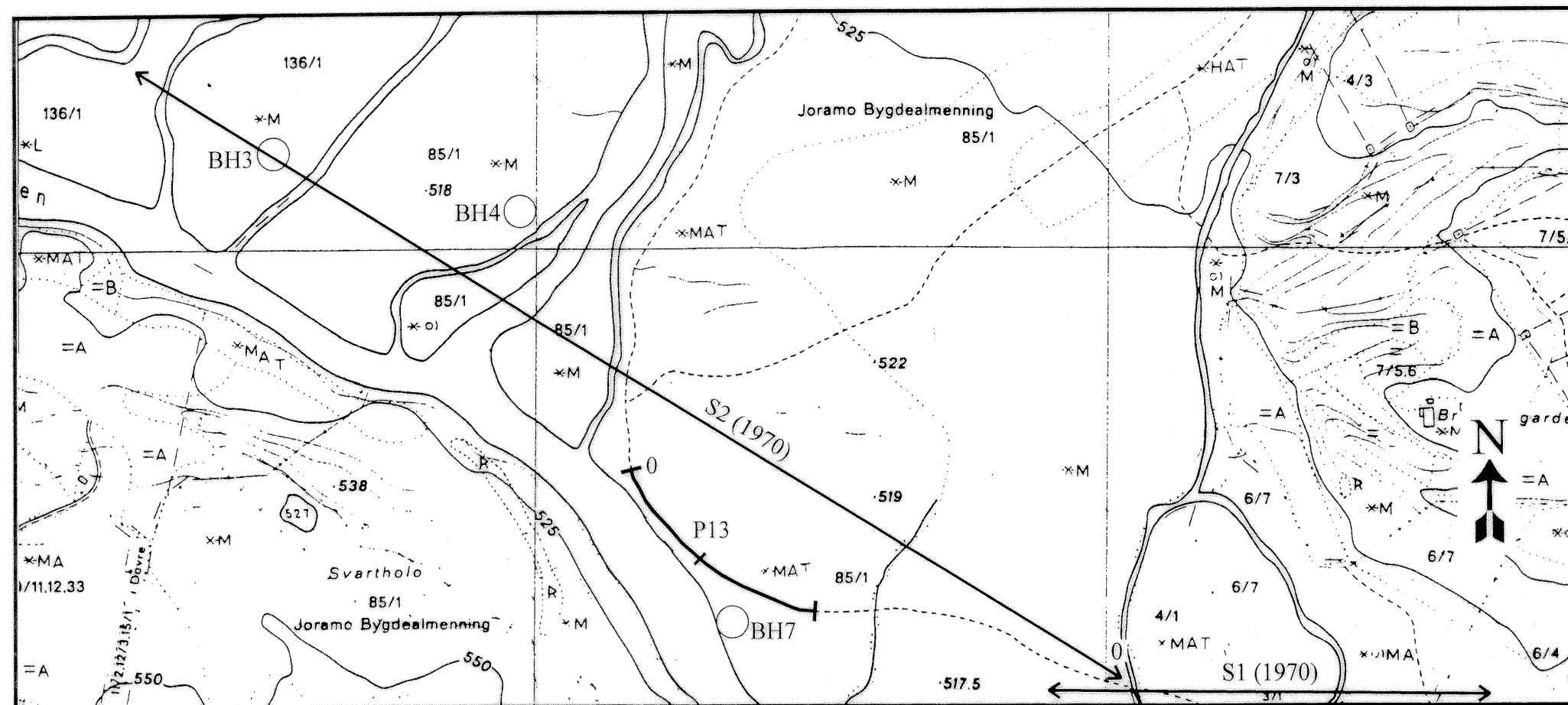
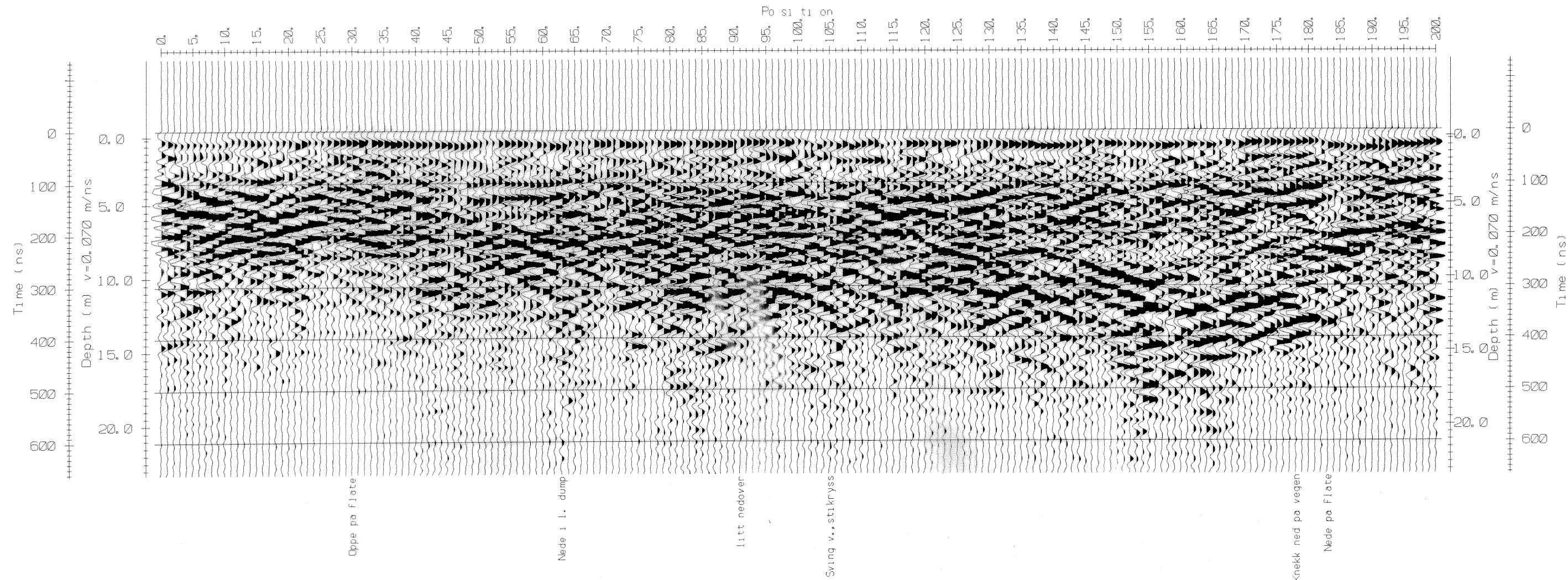


PL4



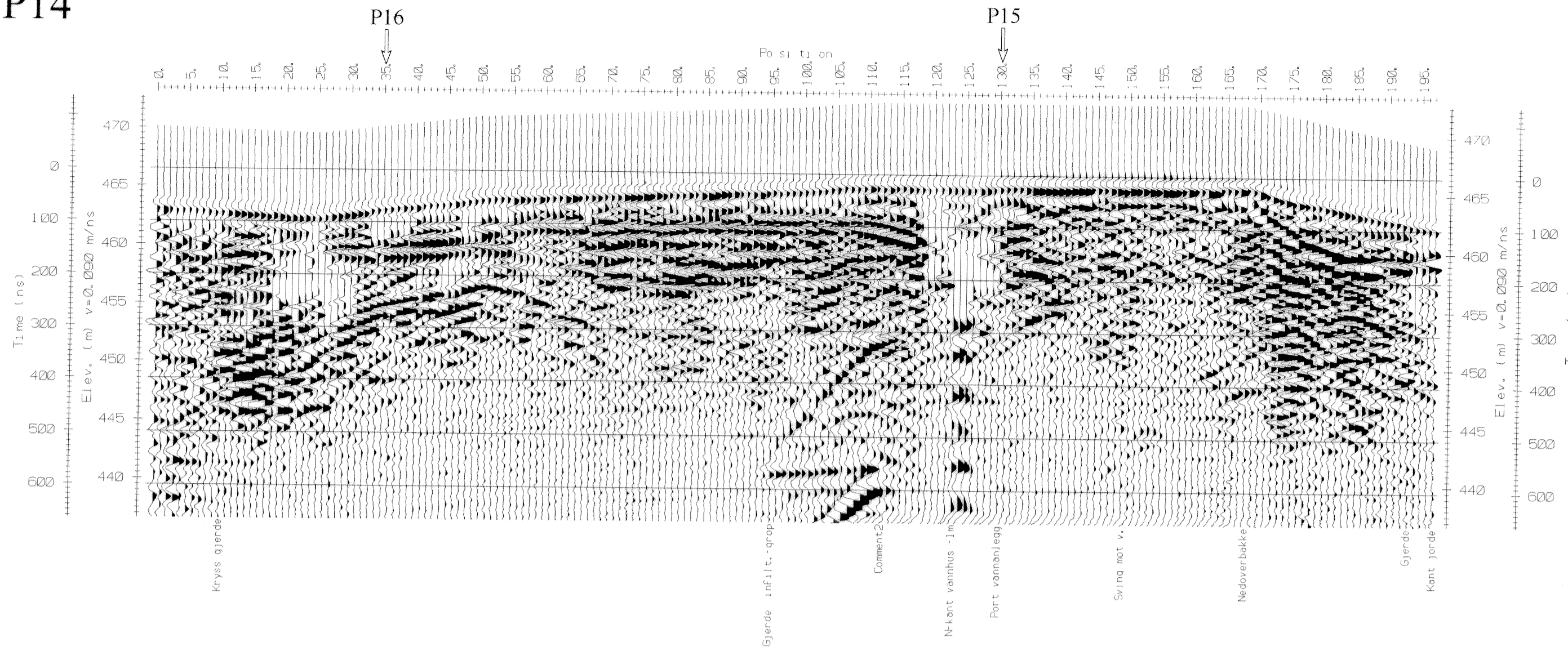
Georadaropptak med startposisjon og markering for hver 100 profiler  
 •<sup>1</sup> Sonderboring (Klemetsrud, 1995)  
 ○ Forslag til borpunkt plassering  
 BH3 ○ Sonderboring (Nielsen, 1987)  
 - - - - - Område anbefalt for videre undersøkelser

NGU/DOVRE KOMMUNE GEORADAROPPTAK P1, PL1, PL2, P2, PL3, P3, PL4 <b>JORA</b> DOVRE KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	Juni -96
	1:5000 (Kart)	TEGN EM	Jan. -97
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR	KARTBLAD NR	
	97.021-03	1419 II	

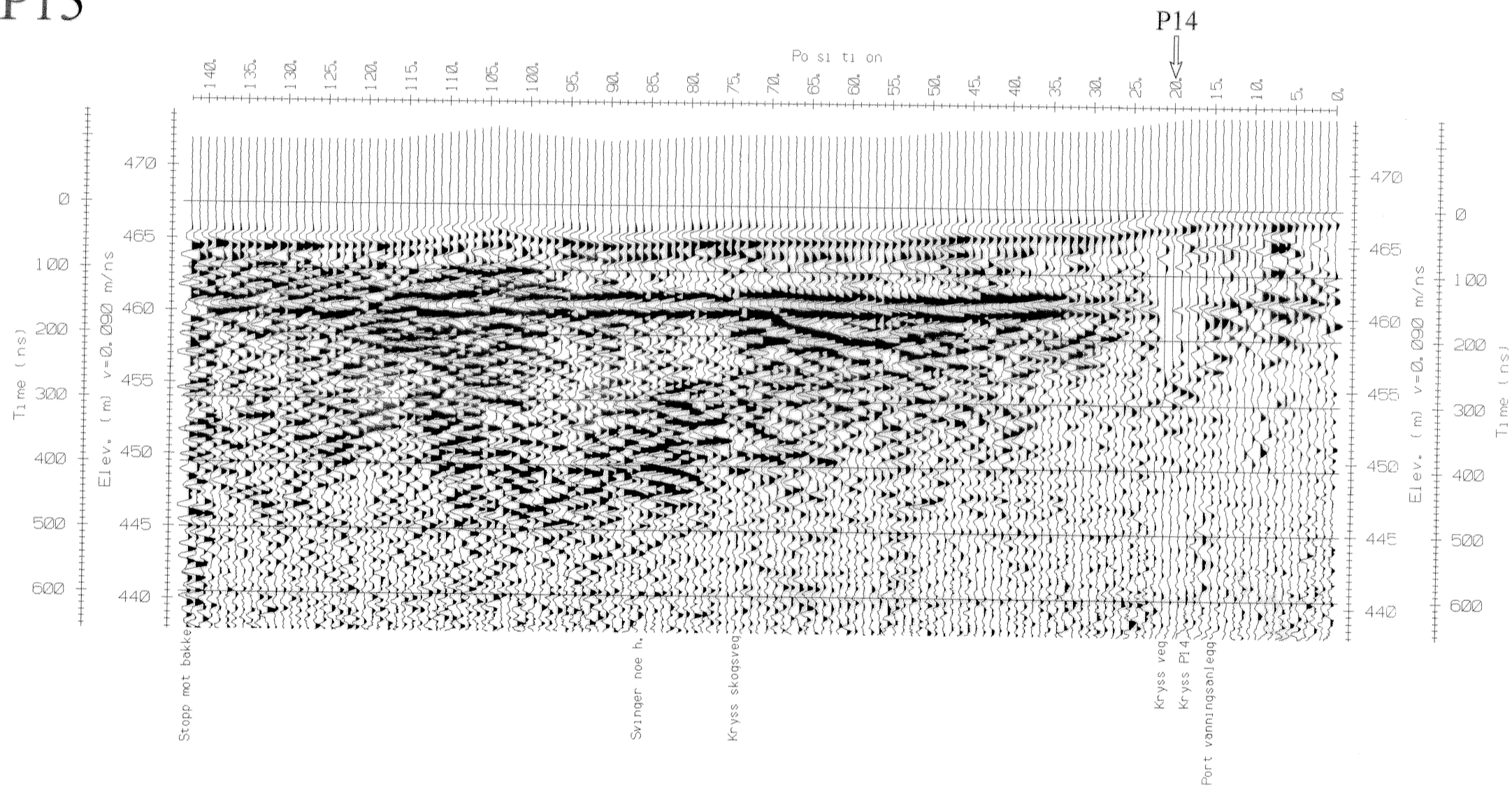


NGU/DOVRE KOMMUNE GEORADAROPPTAK P13 <b>JORA</b> DOVRE KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	Juni -96
	1:5000 (Kart)	TEGN EM	Jan. -97
		TRAC	
		KFR	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 97.021-04	KARTBLAD NR 1419 II	

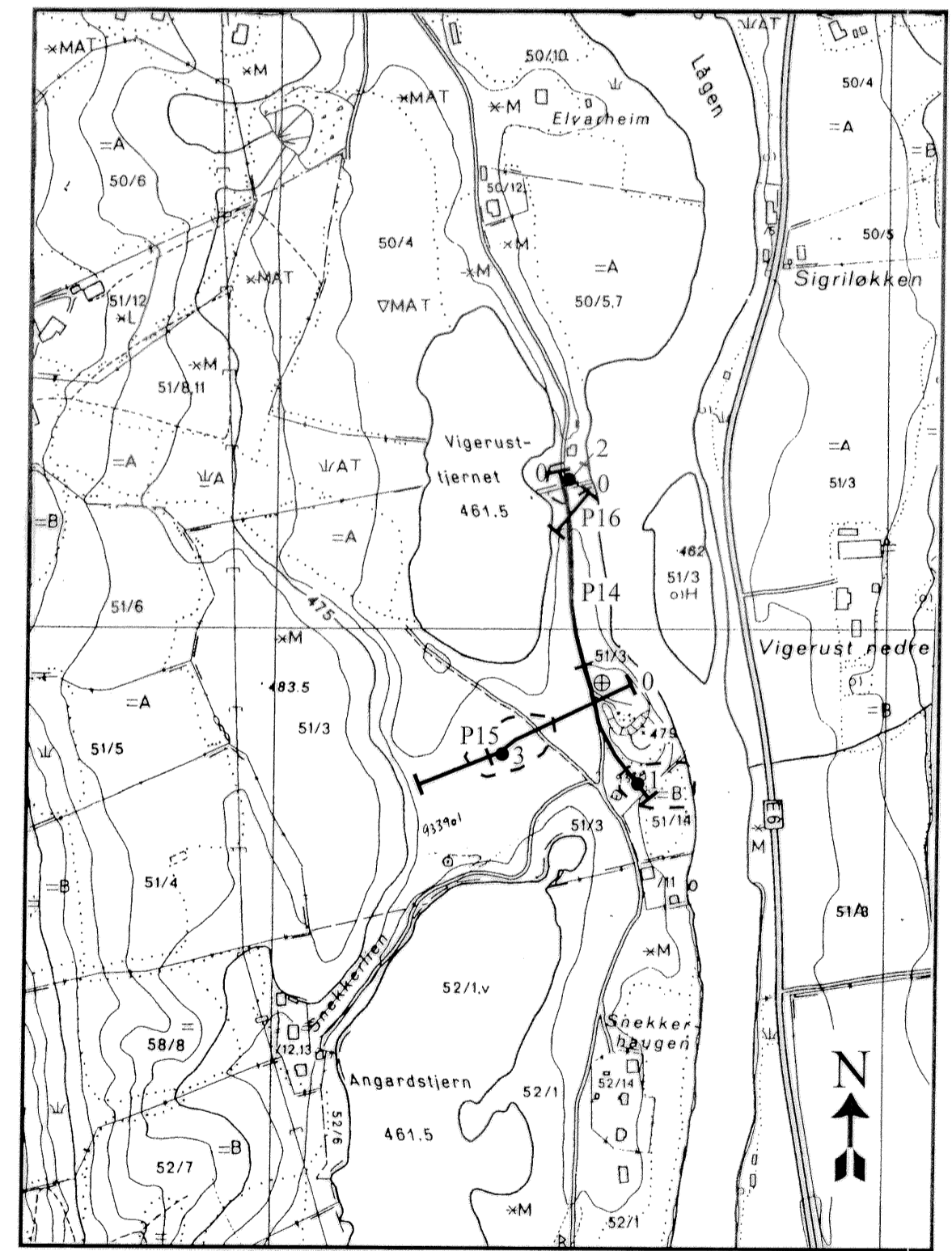
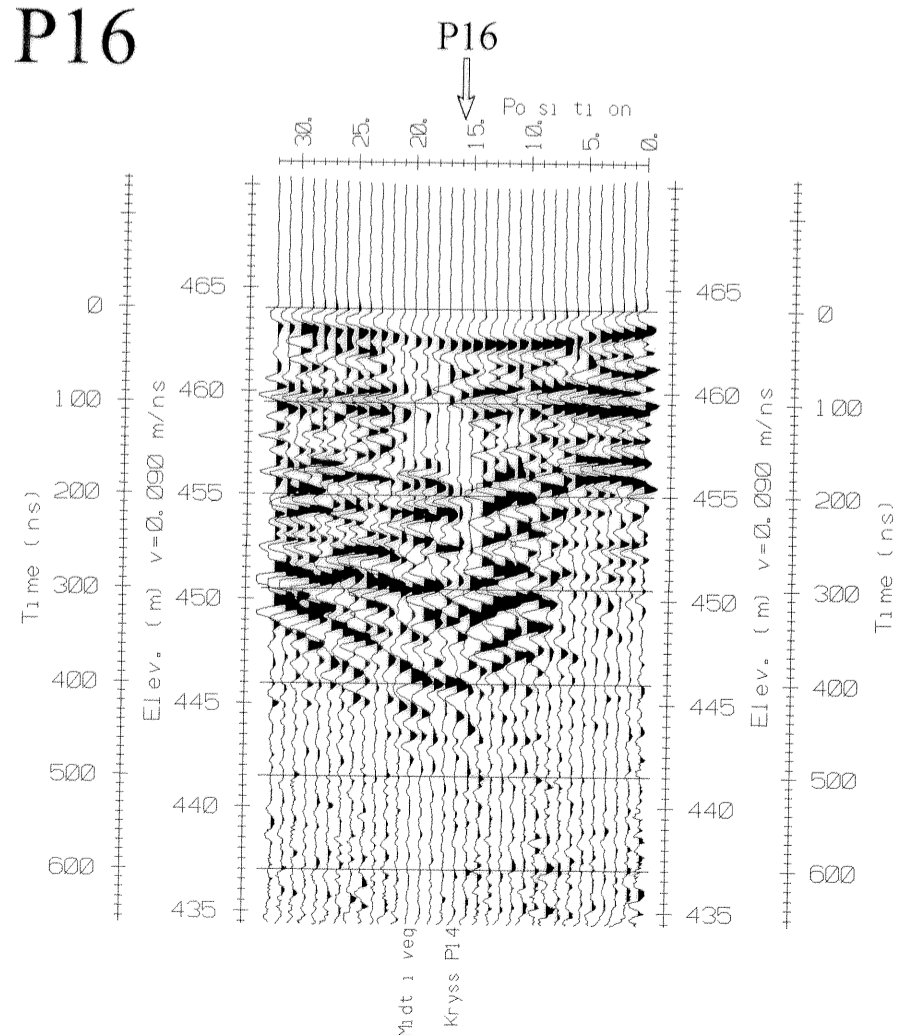
P14



P15



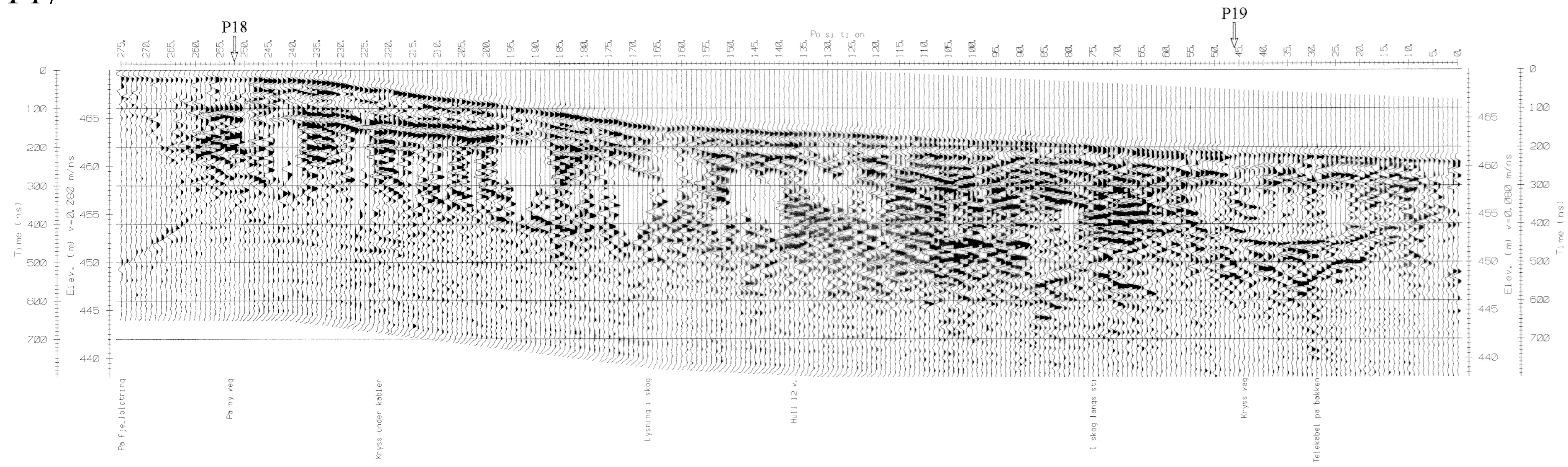
P16



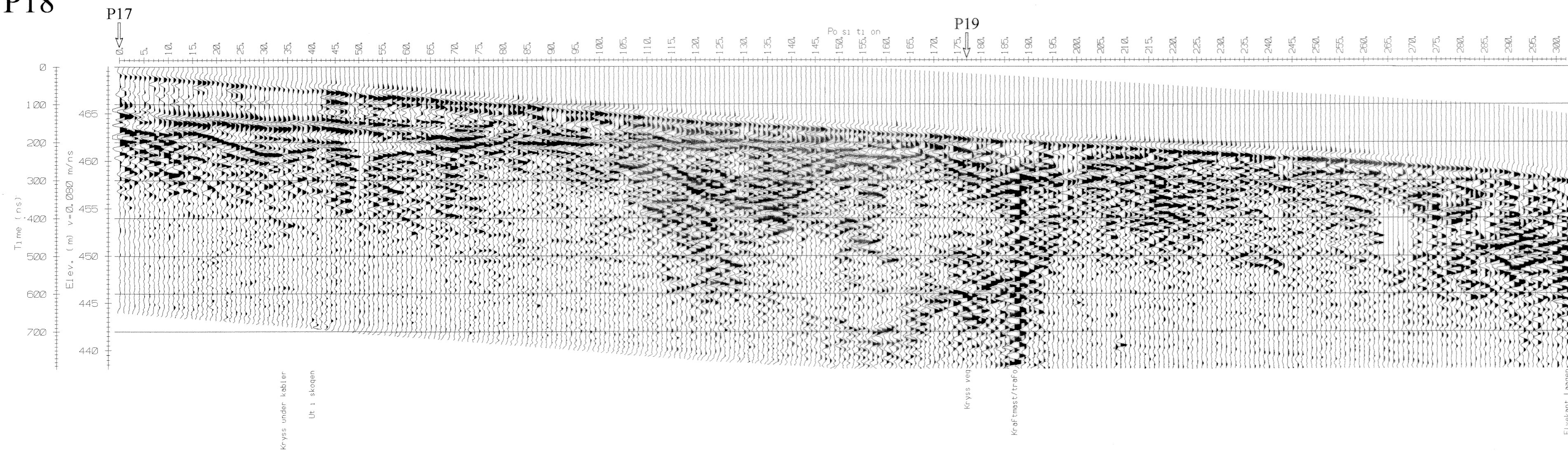
- Område anbefalt for videre undersøkelser
- Forslag til borpunkt plassering (prioritert rekkefølge)
- ⊕ Eksisterende brønn

NGU/DOVRE KOMMUNE GEORADAROPPTAK P14, P15, P16 <b>VIGERUSTMOEN (DOVRE VANNVERK)</b> DOVRE KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK 1:5000 (Kart)	MÅLT JFT TEGN EM TRAC KFR	Juni -96 Jan. -97
	NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 97.021-05	KARTBLAD NR 1718 IV

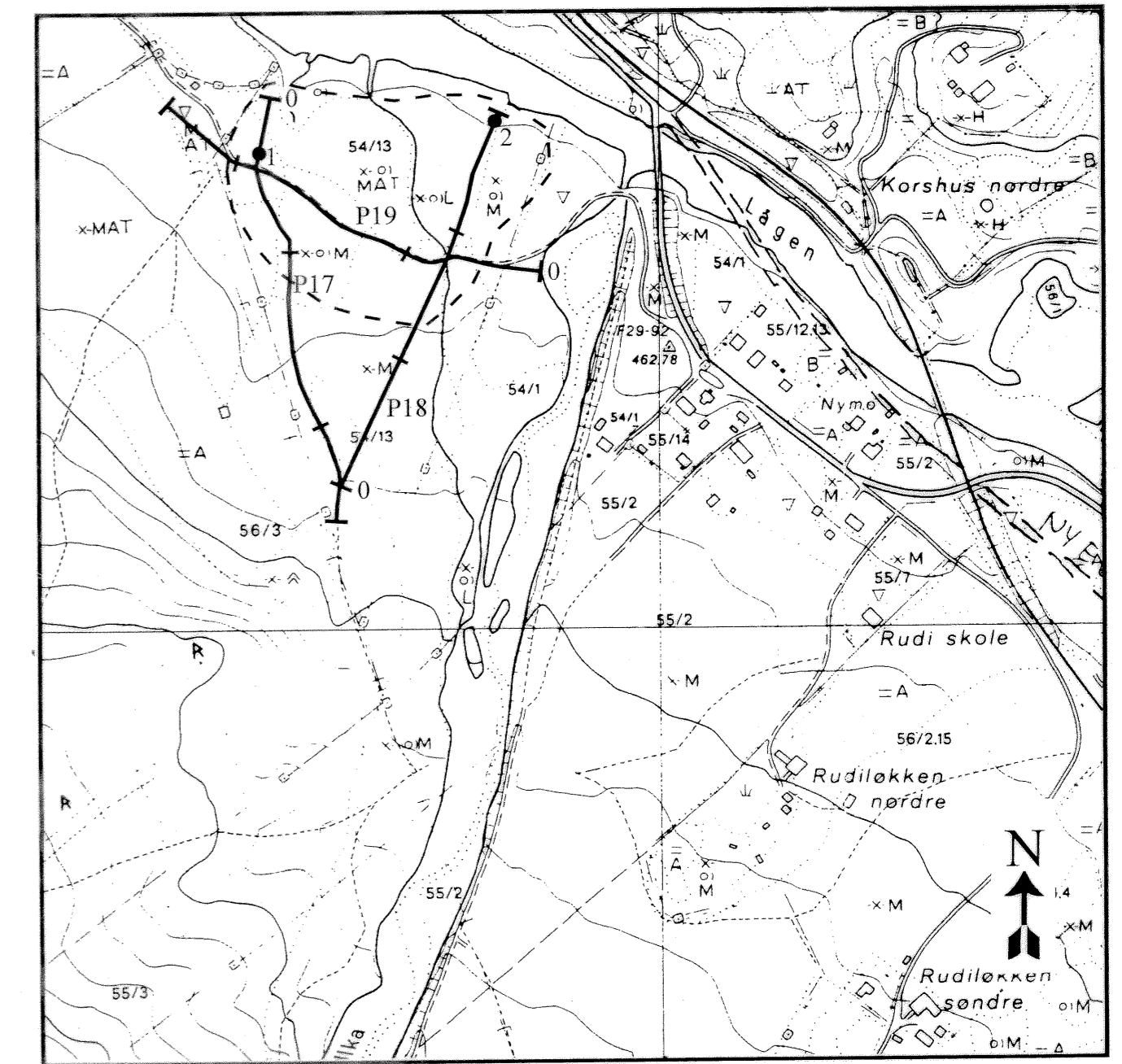
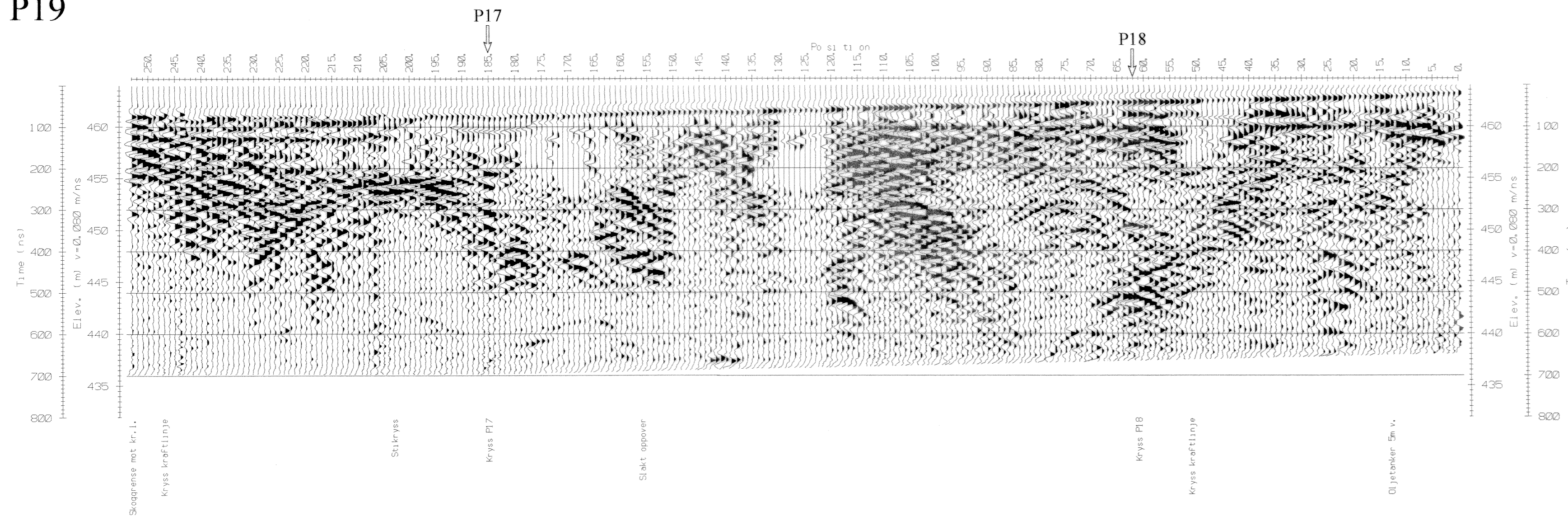
P17



P18



P19



Georadaropptak med startposisjon og markering for hver 100 profilmeter

Område anbefalt for videre undersøkelser

Forslag til borpunktplassing (prioritert rekkefølge)

NGU/DOVRE KOMMUNE GEORADAROPPTAK P17, P18, P19 <b>ILKA</b> DOVRE KOMMUNE, OPPLAND	MÅLESTOKK 1:5000 (Kart)	MÅLT JFT TEGN EM TRAC KFR	Juni -96 Jan. -97
	NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 97.021-06	KARTBLAD NR 1718 IV



