

NGU Rapport 92.323

**Georadarundersøkelser av Karnils-haugen
ved Hauge i Sandane, Gloppen kommune,
Sogn og Fjordane**

| | | | | |
|--|--|---|----------------------------|-------------------------------------|
| Rapport nr. 92.323 | | ISSN 0800-3416 | Gradering: Åpen | |
| Tittel: Georadarmålinger over Karnils-haugen ved Hauge i Sandane, Gloppen kommune. | | | | |
| Forfatter: Torleif Lauritsen | | Oppdragsgiver: NGU/ UiB, Historisk museum, Avdeling for arkeologi | | |
| Fylke: Sogn og Fjordane | | Kommune: Gloppen | | |
| Kartbladnavn (M=1:250.000) Årdal | | Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1218 I Nordfjardeid | | |
| Forekomstens navn og koordinater: Karnils-haugen 3516 68539 | | Sidetall: 10 | Pris: 80,- | |
| Feltarbeid utført: 21.09-23.09 1992 | | Rapportdato: 05.01.93 | Prosjektnr.: 63.2586.00 | Ansvarlig: <i>Jan S. Ravnung</i> |
| Sammendrag: Det er foretatt georadarundersøkelser av Karnils-haugen ved Hauge i Sandane, Gloppen kommune. Målingene var et ledd i en arkeologisk undersøkelse som gikk ut på å fastslå hvorvidt haugen er en menneskebygd gravhaug/kultsted, eller om dens oppbygging er naturbettinget. Hensikten med målingene var med andre ord å detektere strukturer som kunne fortelle noe om dens opprinnelse. Målingene ble foretatt med 200 MHz antenner, og ga detaljerte opplysninger om strukturene i haugen. Penetrasjonsdypet varierte mellom 5 og 15 m, og dette indikerer grove masser spesielt i haugens sentrale parti. Georadaropptakene kan ikke si noe sikkert om haugens opprinnelse, men en kan ikke utelukke at haugens oppbygging er naturbettinget. | | | | |
| Emneord: | | | | |
| Geofysikk | | | | |
| Georadar | | | Fagrapport | |

INNHold

| | Side |
|---------------------------------|------|
| 1 INNLEDNING | 4 |
| 2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER | 4 |
| 3 UTFØRELSE | 4 |
| 4 RESULTATER | 5 |
| 4.1. Hastighetsanalyse | 5 |
| 4.2. Profilerings | 5 |
| 5 KONKLUSJON | 6 |
| 6 REFERANSER | 7 |

TEKSTBILAG

Georadar - metodebeskrivelse

DATABILAG

Hastighetsanalyse

KARTBILAG

- 92.323 -01 Oversiktskart M=1:50 000
- 02 Oversiktskart M=1:5000
- 03 Georadaropptak, profil 1,3,5,7,9 og 11
- 04 Georadaropptak, profil 2,4,6,8 og 10

1 INNLEDNING

Det er utført georadarmålinger langs 11 profiler over Karnils-haugen på Hauge ved Sandane i Gloppen kommune. Undersøkelsene ble gjort på oppdrag fra Historisk museum ved UiB. Den arkeologiske problemstillingen gikk ut på å fastslå hvorvidt haugen er en menneskebygd gravhaug eventuelt kultsted, eller om dens oppbygging er naturbetinget. Hensikten med målingene var å detektere strukturer i haugen som kan avklare dens opprinnelse. Rapporten presenterer målingenes utførelse, samt resultater i form av utskrift av georadaropptakene. Undersøkelsene ble foretatt i tidsrommet 21.-23.sept. 1992.

2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER

Selve haugen er tidligere ikke undersøkt, men den ligger i et område som er undersøkt kvartærgeologisk (Rye 1989). Ifølge det kvartærgeologiske kartet ligger haugen på en terrassekant i et område som er dekket av marine avsetninger.

3 UTFØRELSE

Som utgangspunkt for målingene ble det satt ut et stikkingsnett bestående av SN- og VØ-gående profiler. Profilene er merket med stikker påskrevet lengdekoordinater for hver 5 meter. Avstanden mellom stikkene er målt langs markoverflata, og p.g.a. terrengforskjeller kan profilene derfor ha noe ulik horisontal lengde. Totalt ble det målt 715 profilmeter fordelt på 11 profiler. Profilene 1, 3, 5, 7, 9 og 11 er målt fra vest mot øst, mens profilene 2, 4, 6, 8 og 10 er målt fra sør mot nord. Profilene 8, 10 og 11 stopper mot låve på nordøst-sida av haugen. Profil 8 er ytterligere avkortet i vest p.g.a. busker og trær som hindret framkommeligheten. Profilenes plassering er vist i kartbilagene 92.323-03 og 92.323-04. Målingene ble utført med georadar av typen pulseEKKO IV (Sensors & Software Inc., Canada). En generell beskrivelse av metoden er vedlagt i tekstbilag. Alle profilene er målt med en antennefrekvens på 200 MHz og signalene er stacket 64 ganger ved hvert målepunkt. Opptakstiden var 500 ns. Målepunktavstanden var 20 cm og avstanden mellom antennene var 1 m. For å bestemme EM-bølgenes utbredelseshastighet i løsmassene ble det foretatt en CMP-måling på toppen av haugen, ved P2-40 m. Antennene ble flyttet langs profil 2.

4 RESULTATER

4.1 Hastighetsanalyse

Opptaksdata og prosesserte data fra hastighetsbestemmelsen er vist i databilag. Resultatene indikerer at hastigheten av EM-bølgene i avsetningen er ca. 0.09 m/ns. Hastighetsanalyseprogrammet forutsetter tilnærmet horisontal strategafi. Dette er ikke tilfelle i Karnils-haugen. Den beregnede hastigheten kan derfor være noe usikker.

4.2 Profilering

Georadaropptakene er presentert i kartbilagene -03 og -04. Profiler med angitte like endekoordinater, kan ha utplott av ulik lengde. Dette skyldes at flyttavstanden mellom målepunktene har vært unøyaktig slik at det totale antall tracer er blitt forskjellig. Angitte koordinater under plottene refererer til riktig posisjon i stikkingsnettet.

Opptakene viser at penetrasjonsdypet varierer langs profilene. I det alt vesentlige er EM-bølgenes nedtrekningsdyp større sentralt i haugen enn ute på flankene. På profilene 10 og 11 ser en at penetrasjonsgrensa er parallell med terrengoverflata, mens en på de andre, mere sentrale profilene, har øket penetrasjon mot midten av haugen. Dette indikerer grovere materiale i haugens sentrale deler. På nordsida av haugen er nedtrekningsdypet ikke bedre enn 2-3 m. Dette kan være forårsaket av mere leirholdige masser, eller skyldes landbruksforurensing, som f.eks. sig fra gjødselkjeller. Ellers ser en at haugens øvre 1-2 m består av overflateparallell lagdeling. Denne kan representere sedimentering etter at isen trakk seg tilbake, mens haugen ennå lå under havnivå. I så fall er dette en indikasjon på at haugen er urørt etter siste istid. På enkelte profiler kan en se bruddstykker av en kraftig reflektor, som kan representere fortsettelsen av den utenforliggende markoverflata (eks.: profil 4 ved ca.270 ns, i vest). En kan derfor ikke utelukke at haugen er bygd av mennesker, selv om en ikke har kunnet finne strukturer som påviser et eventuelt gravkammer. Det er muligheter for at et sammenrast kammer ikke vil sees på opptakene. Nederst skimtes difraksjonsmønstre (hyperbelformede reflektorer) som sannsynligvis skyldes steiner og blokker, som en ofte finner i morener (Beres og Haeni, 1991). Forøvrig karakteriseres opptakene av et nokså kaotisk refleksjonsmønster, med få utholdende reflektorer.

Områdets løsmasser er kartlagt som hav- og fjordavsetninger (Rye 1989). Disse vil normalt gi svært dårlig penetrasjon, spesielt ved bruk av 200 MHz antennefrekvens. Penetrasjonsdypet midt på haugen er ca. 15 m, og på flatene til side for haugen i størrelsesorden 5-10 m. Dette er et relativt stort nedtrekningsdyp i denne type avsetning, og kan tyde på at de marine sedimentene er vasket bort. Karnils-haugen ligger i en randsone og kan således være rester av en randmorene. Dette er ryggformede israndavsetninger dannet ved brefremstøt og kortvarige stopp under isavsmeltingen (Jfr. avsetninger på motsatt side av Gloppenfjorden).

Avsetninger av denne typen kan være temmelig komplekst sammensatt, noe som bekreftes av det varierende reflektormønsteret. En annen mulighet er at haugen kan være en kame, jfr. dens kjegleform. Det er en avsetning bygd opp av smeltevannstransporterte løsmasser, da vannet styrtet ned i f.eks. en sprekk i breen. Slike avsetninger består gjerne av dårlig sortert materiale med lagdeling som er forstyrret under isavsmeltingen (Selmer-Olsen 1976). Opptakene viser da også usammenhengende reflektorer av ulik styrke. Det er altså ikke noe ved de framkomne strukturer som avskriver oppbyggingen av Karnils-haugen som naturbetinget.

5 KONKLUSJON

De utførte georadarmålinger ga detaljerte opplysninger om strukturene i Karnils-haugen, men det er ikke påvist reflektorer som tilsier at den inneholder noe gravkammer. Penetrasjonsdypet varierer mellom 5 - 15 m. EM-bølgenes nedregningsdyp er større sentralt i haugen enn ute på flankene. Dette indikerer grovere masser i haugens sentrale parti. På enkelte profiler kan den utenforliggende terrengoverflata følges innover i haugen. En kan derfor ikke se bort ifra at haugen er bygd av mennesker. De framkomne strukturer utelukker imidlertid ikke at haugens oppbygging er naturbetinget. Den kan nemlig være en rest av en sidemorenerbygg, eller representere en kame.

6 REFERANSER

Beres, M. og Haeni, F.P., 1991: Application of Ground-Penetrating-Radar Methods in Hydrogeologic Studies, *Ground Water Vol.29 No.3*.

Rye, N., 1989: SANDANE, AOP087088, Kvartærgeologisk kart M = 1: 20.000. *Norges geologiske undersøkelse*.

Selmer-Olsen, R., 1976: Ingeniørgeologi del 2, de løse jordlag. *Tapir*.

GEORADAR - METODEBESKRIVELSE

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

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

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

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

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

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

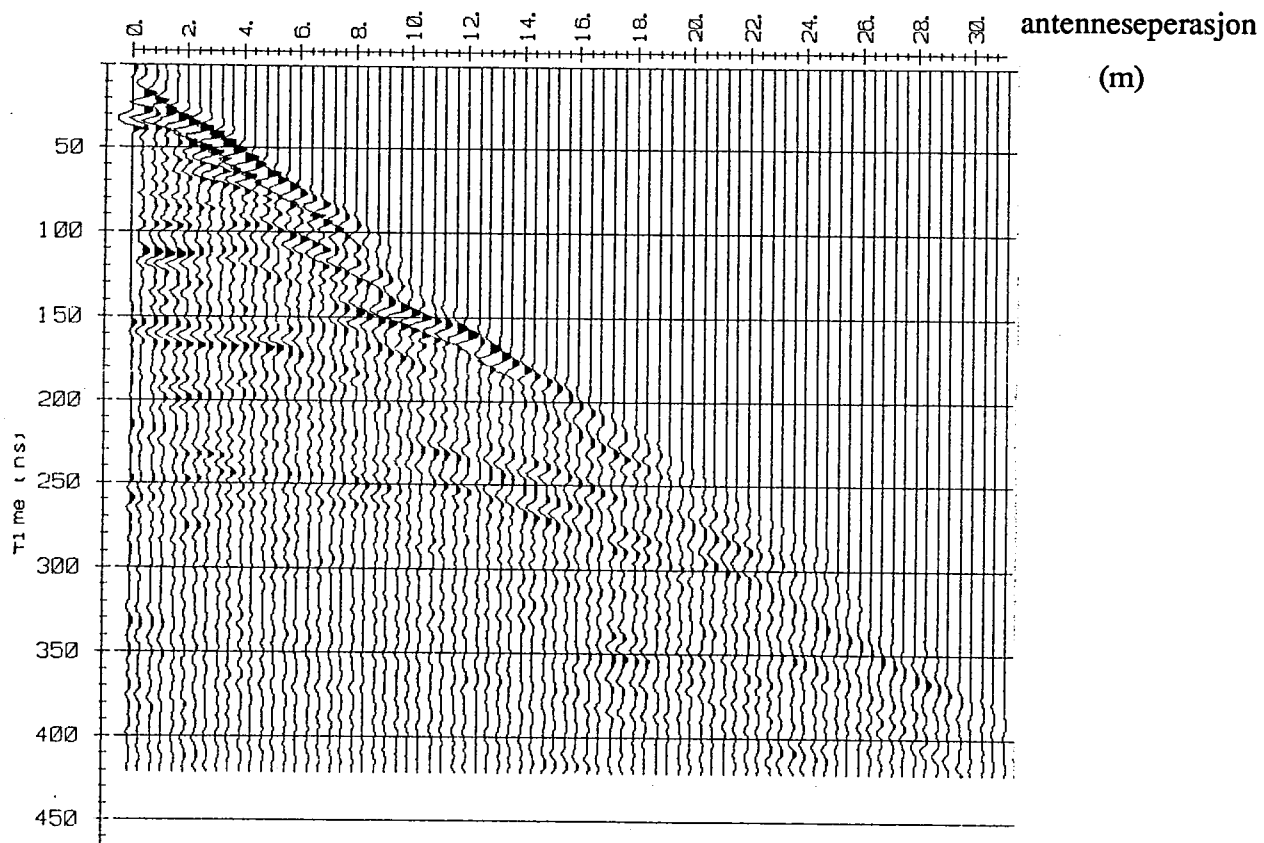
hvor ϵ_r er det relative dielektrisitetstallet. ϵ_r -verdien for et materiale vil derfor være en bestemmende faktor for beregning av dyp til reflektorer. I tabellen på neste side er det gitt en oversikt over erfaringstall for ϵ_r i en del materialtyper. Tabellen viser også hastigheter og ledningsevne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

Dybderekkevidden for georadarmålinger er i stor grad avhengig av elektrisk ledningsevne i grunnen og av den utsendte antennefrekvens. Både økende ledningsevne og en økning i antennefrekvens vil føre til hurtigere 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.

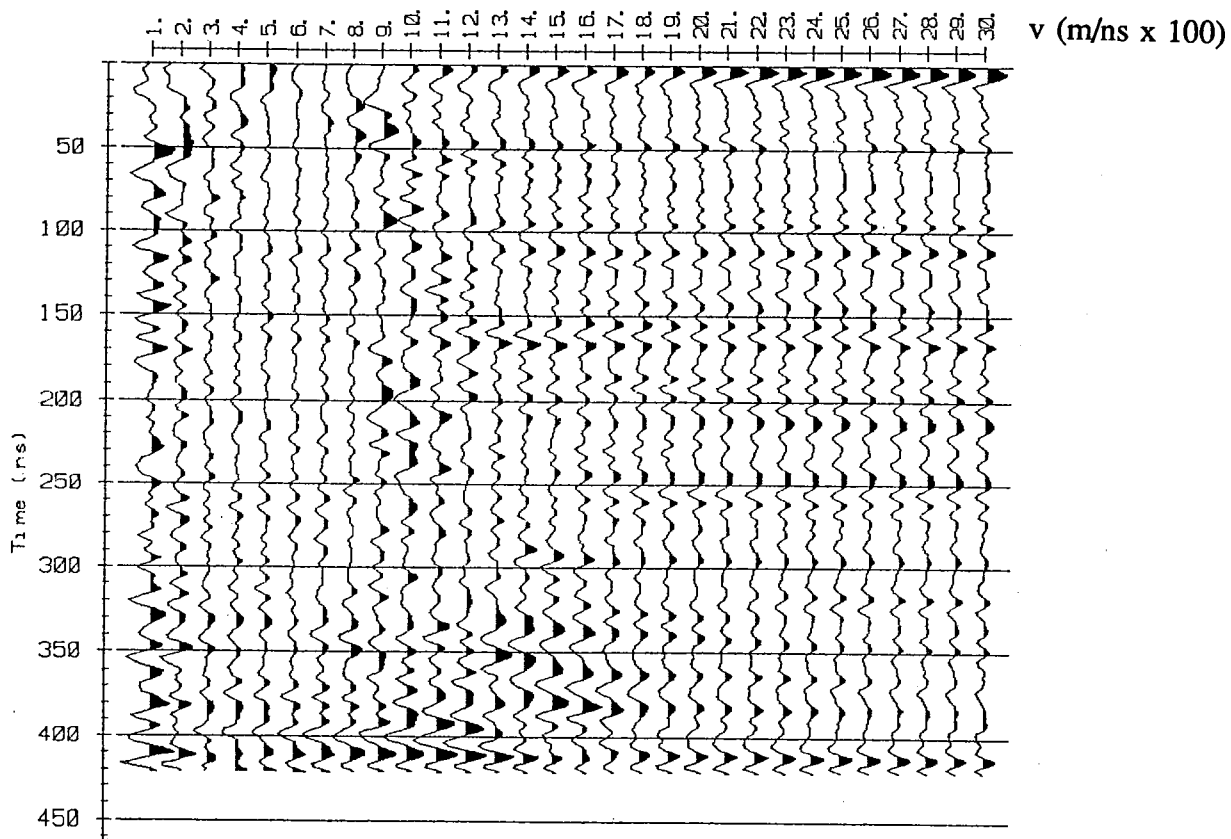
| <u>Medium</u> | <u>ϵ_r</u> | <u>v (m/ns)</u> | <u>ledningsevne (mS/m)</u> |
|------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| <i>Luft</i> | <i>1</i> | <i>0.3</i> | <i>0</i> |
| <i>Ferskvann</i> | <i>81</i> | <i>0.033</i> | <i>0.1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

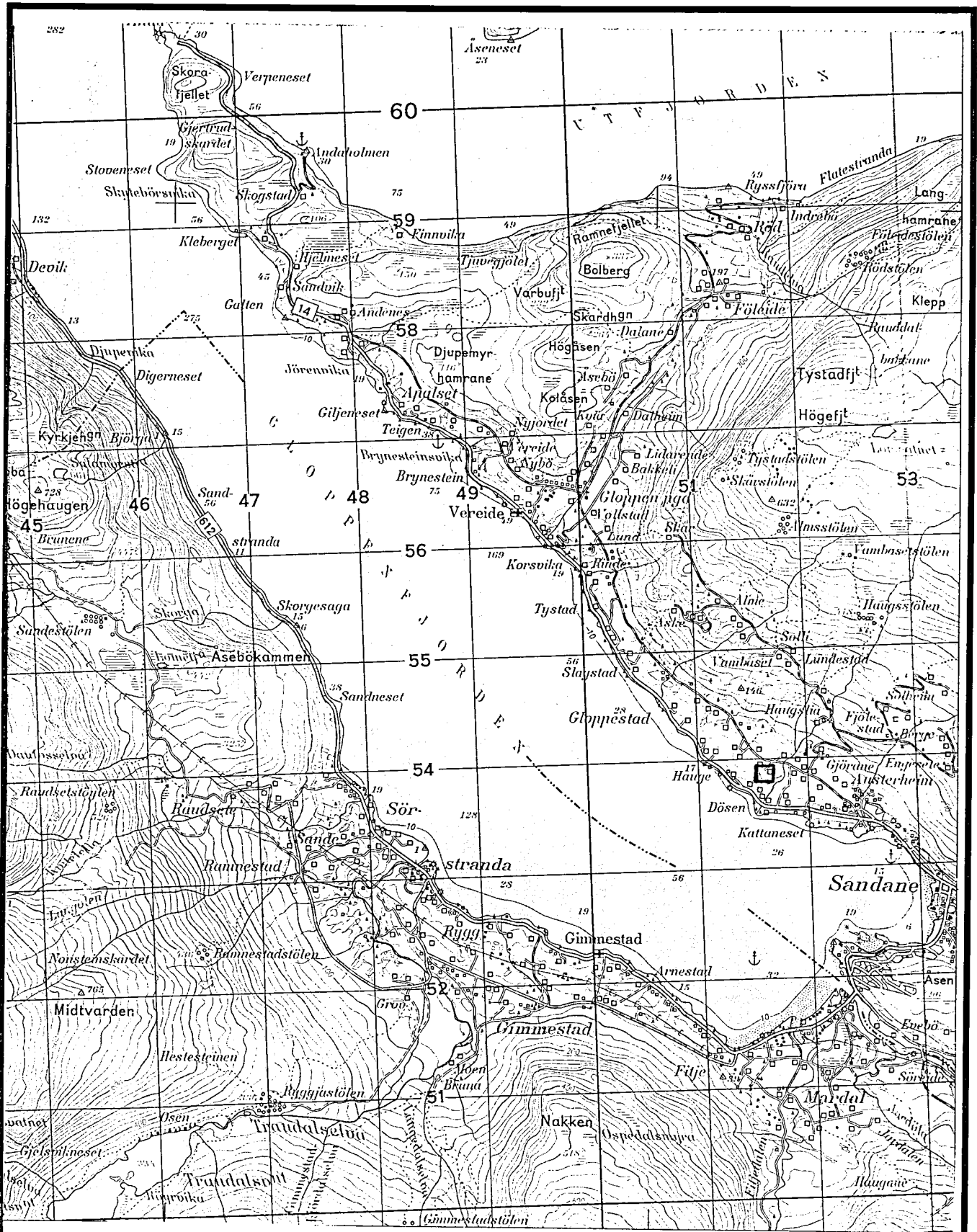
Tabell over relativt dielektrisitetstall, radarbølge-hastigheter og ledningsevne i vanlige materialtyper.

CMP-opptak



Hastighetsanalyse





NGU/UiB, Historisk museum, avd. for arkeologi
 OVERSIKTSKART
 GEORADARMÅLINGER
 KARNILS-HAUGEN, SANDANE
 GLOPPEN, SOGN OG FJORDANE

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:50 000

MÅLT TL

TEGN TL

TRAC

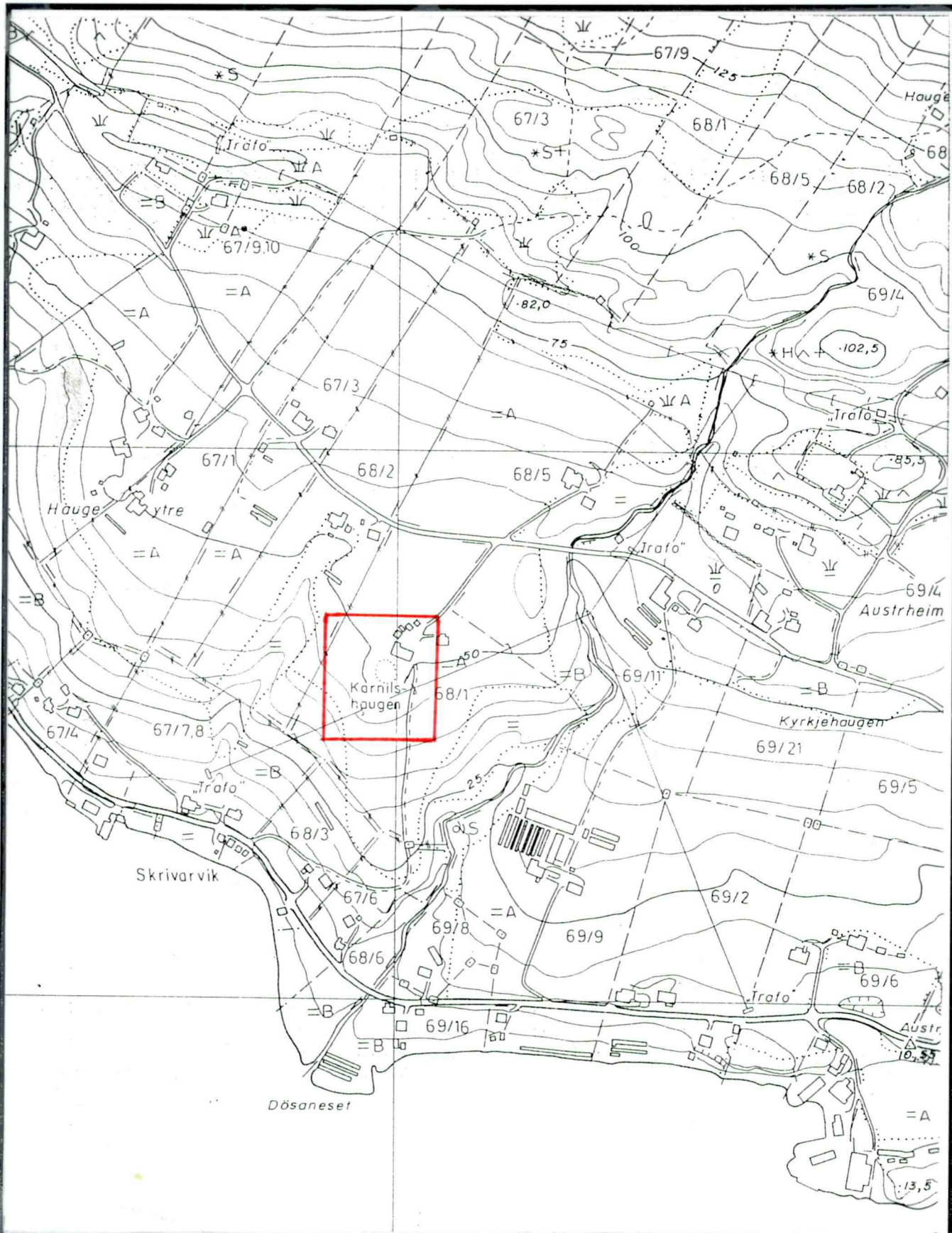
KFR TL

Sept. -92

Jan. -93

TEGNING NR
 92.323-01

KARTBLAD NR
 1218 I



NGU/UiB, Historisk museum, avd. for arkeologi
 OVERSIKTSKART
 GEORADARMÅLINGER
KARNILS-HAUGEN, SANDANE
 GLOPPEN, SOGN OG FJORDANE

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:5000

MÅLT TL

Sept. -92

TEGN TL

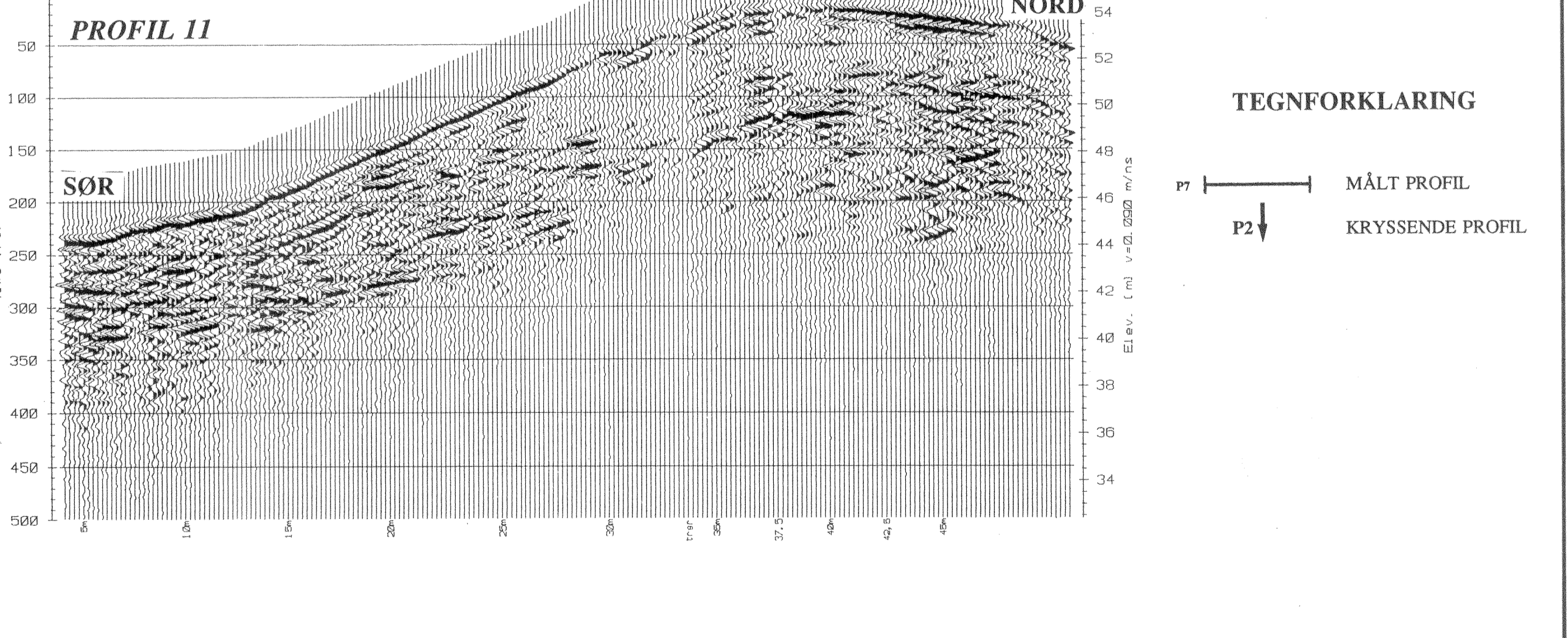
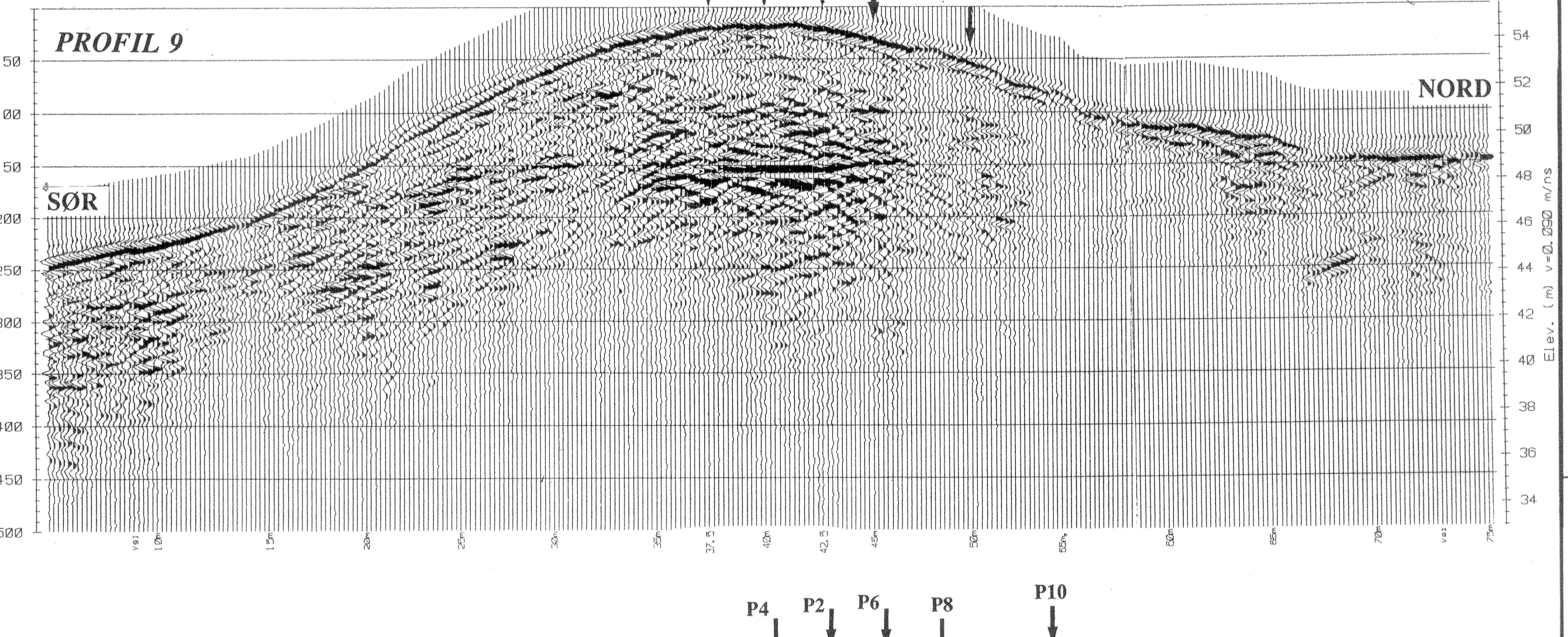
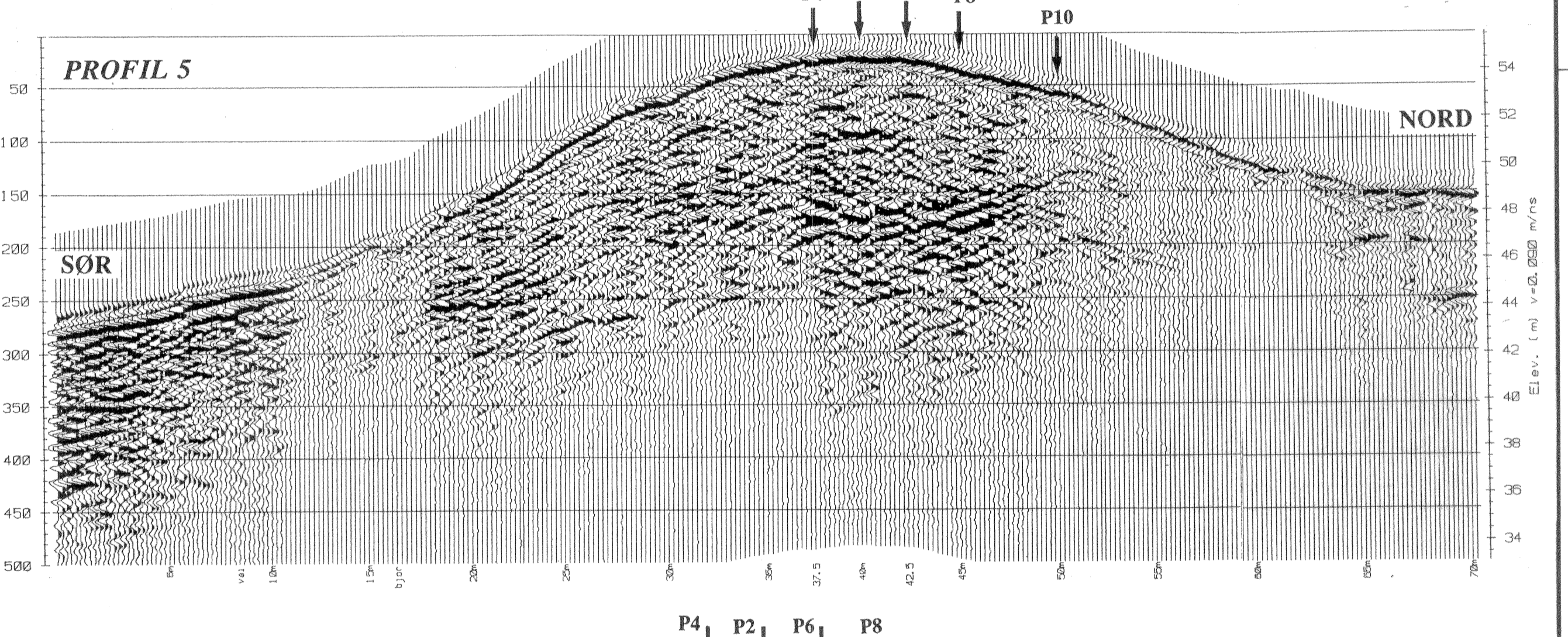
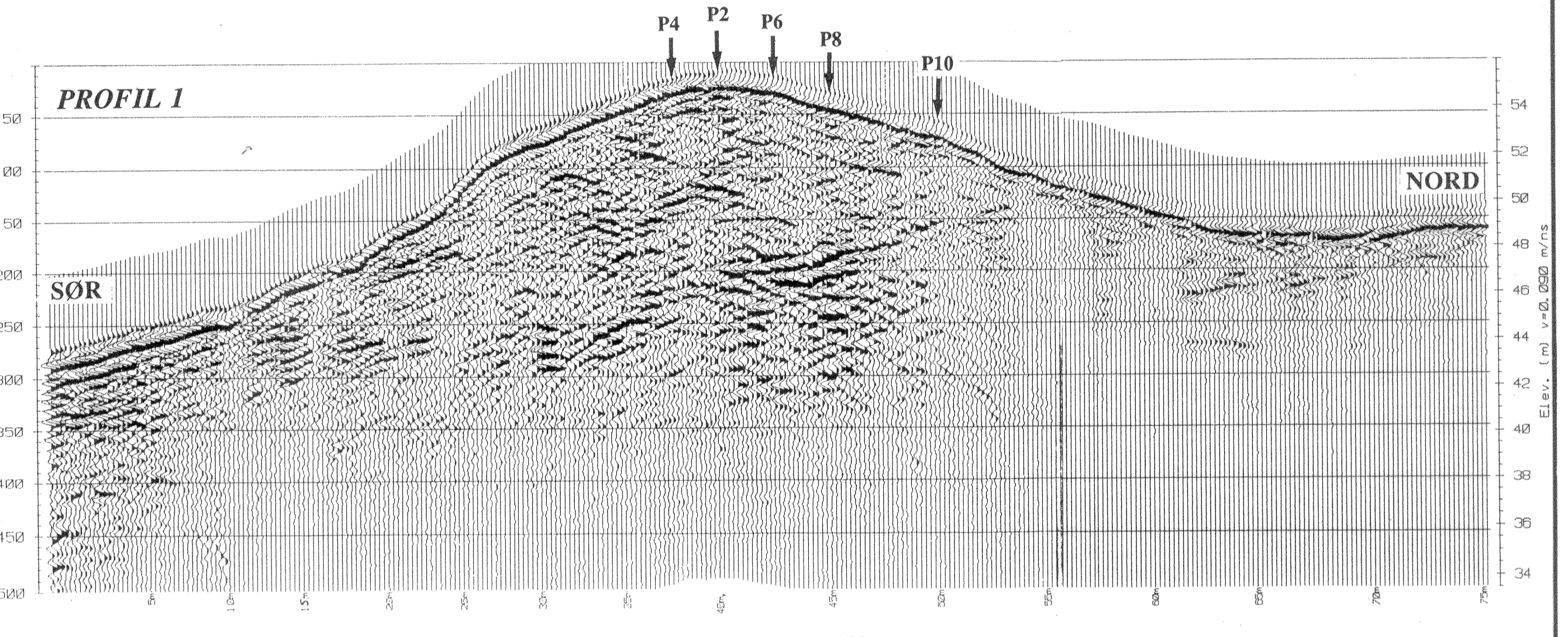
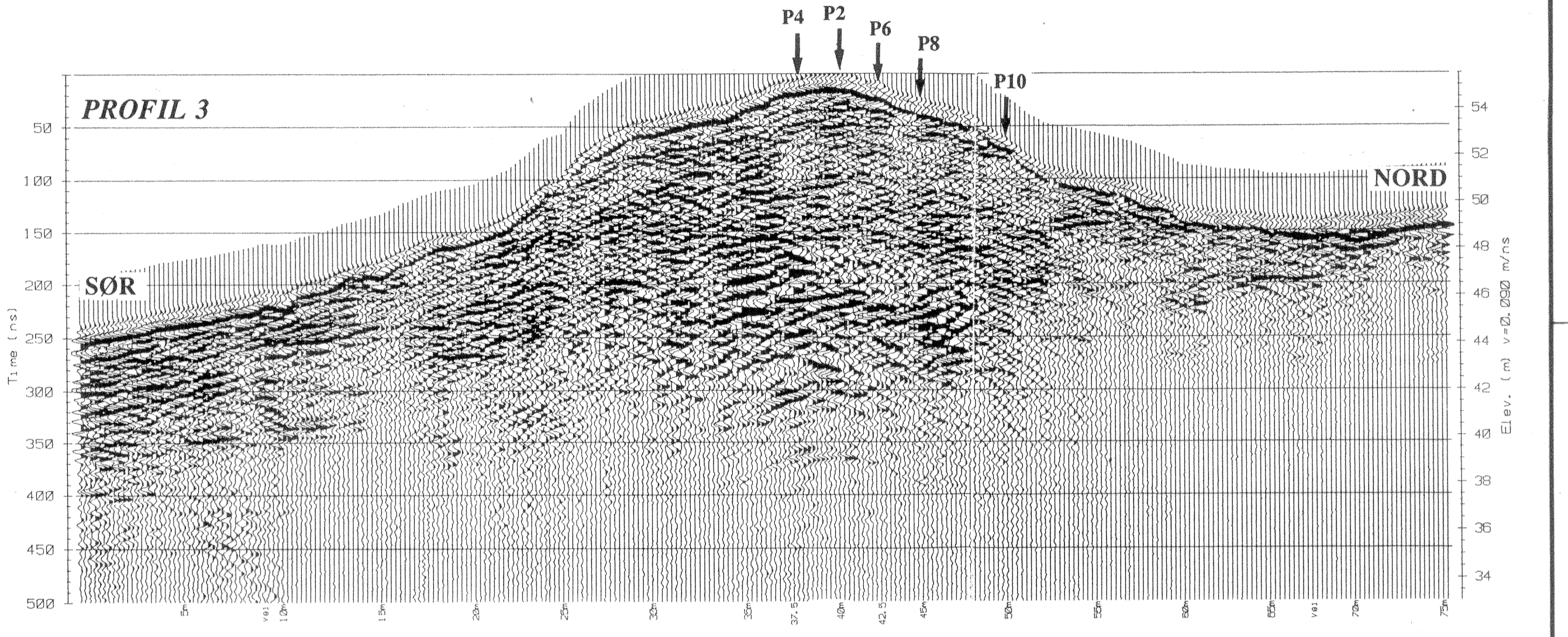
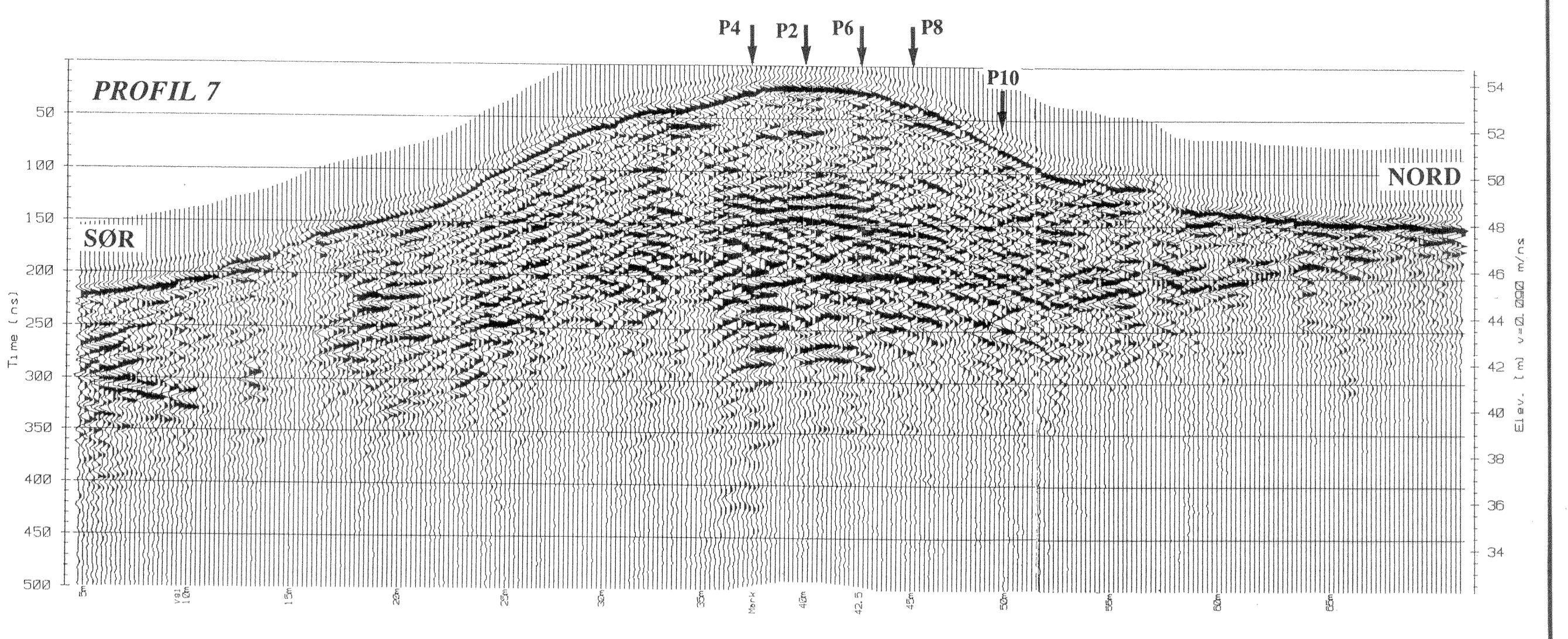
Jan. -93

TRAC

KFR TL

TEGNING NR
 92.323-02

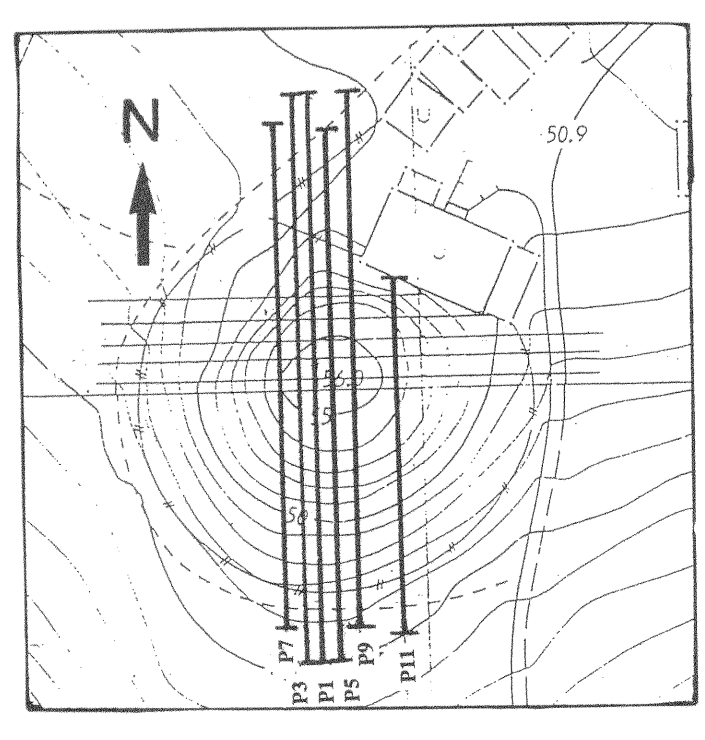
KARTBLAD NR
 1218 I



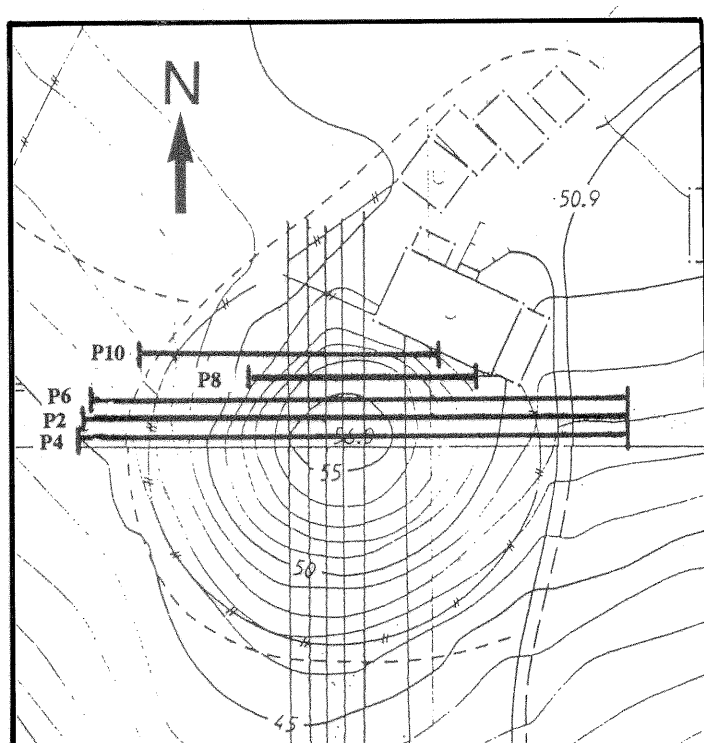
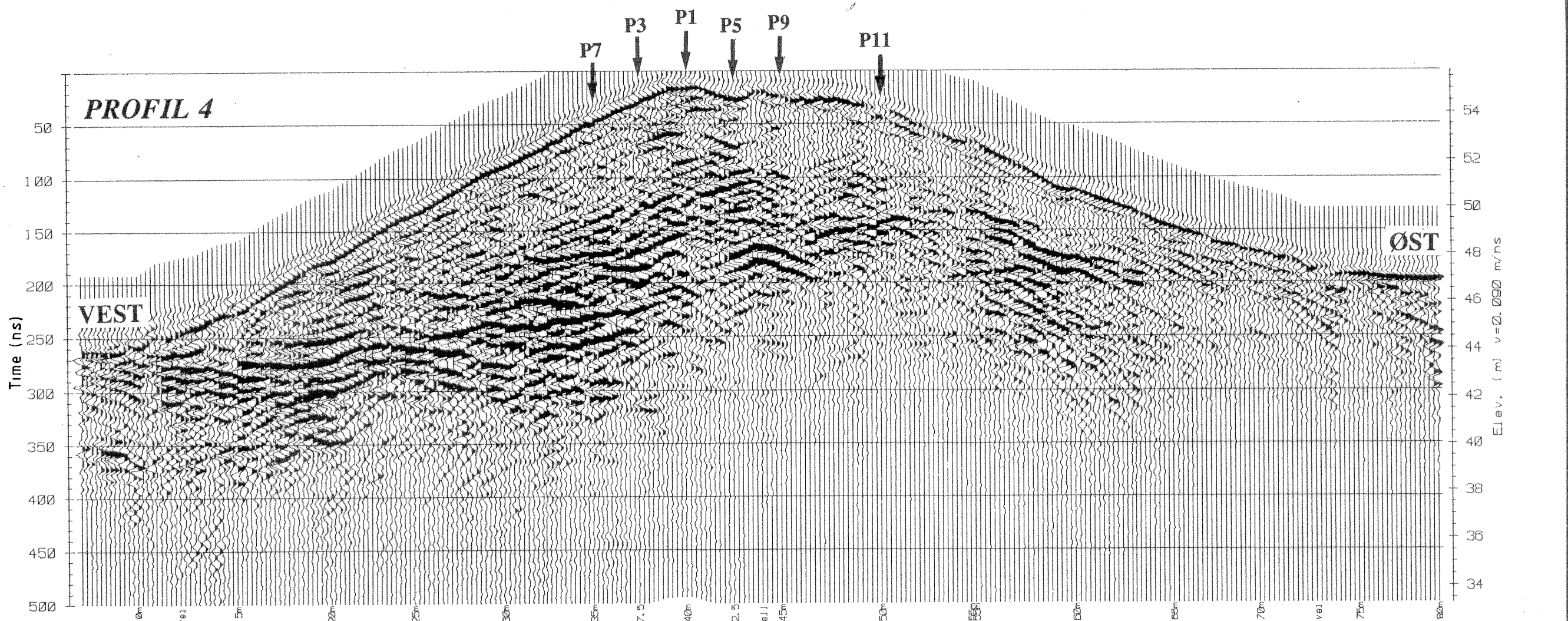
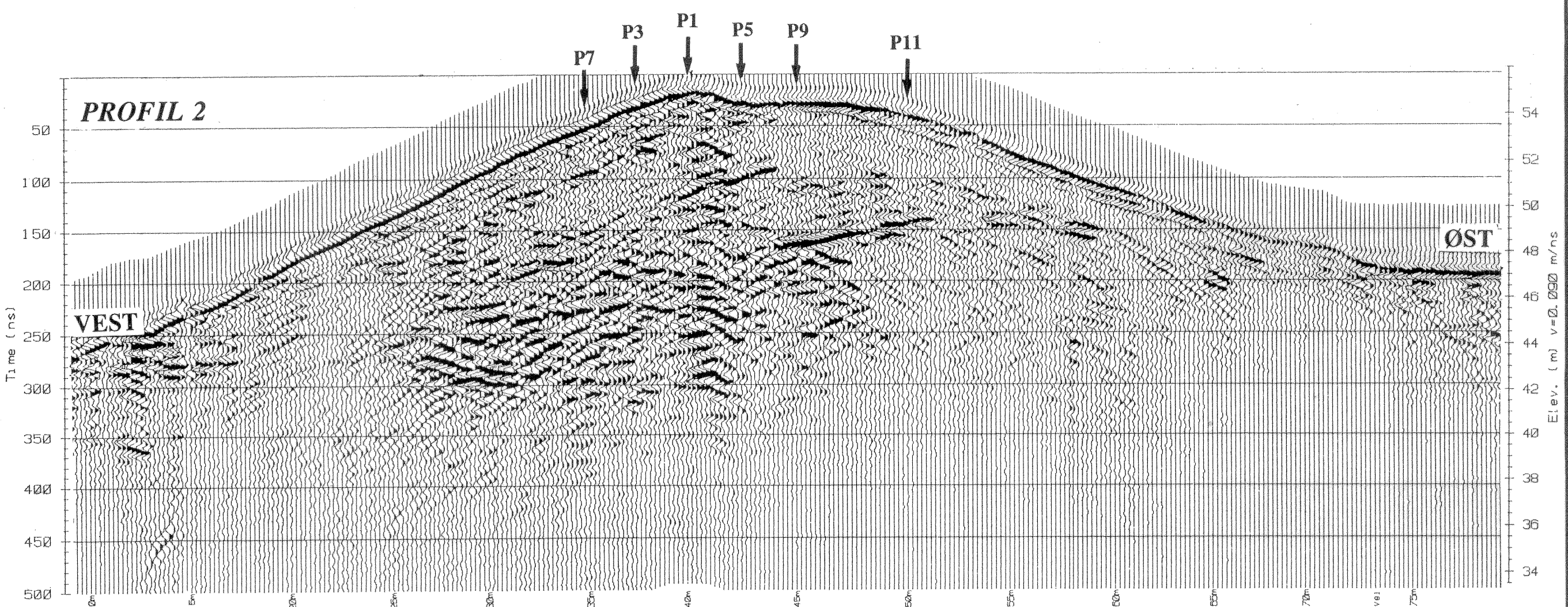
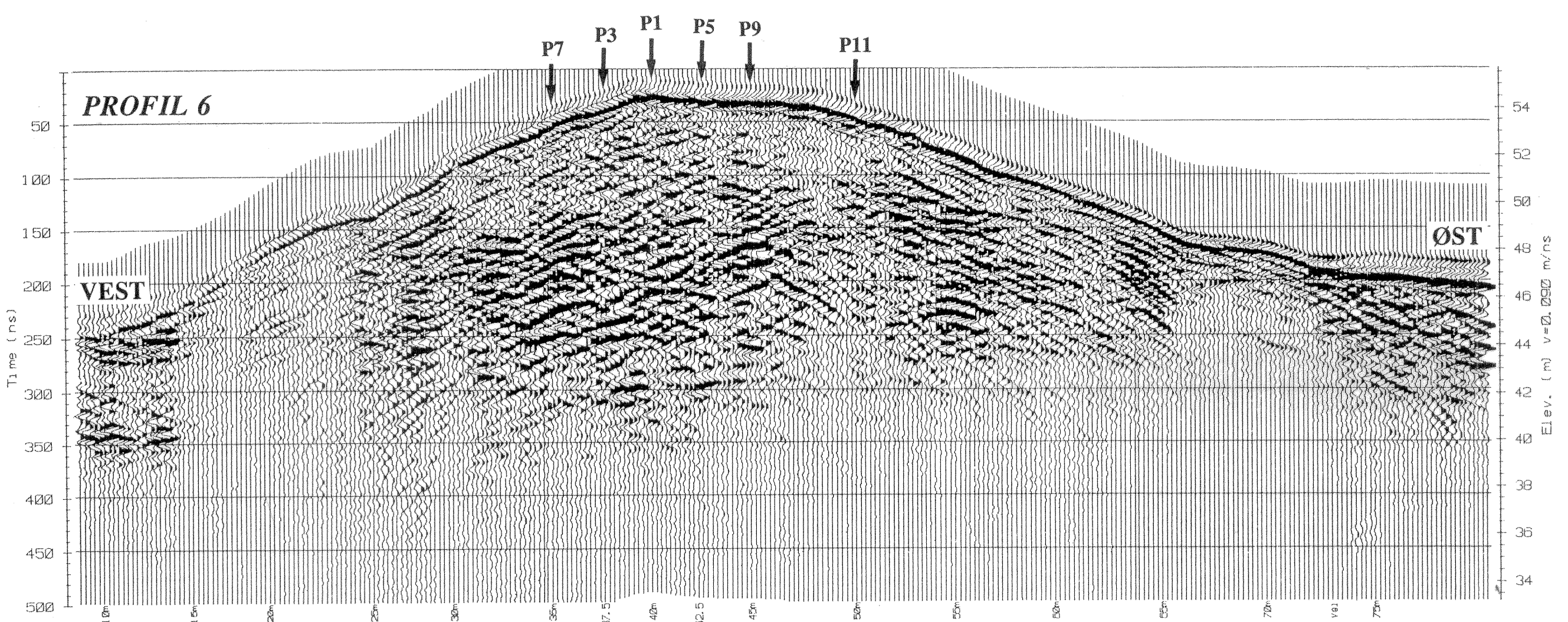
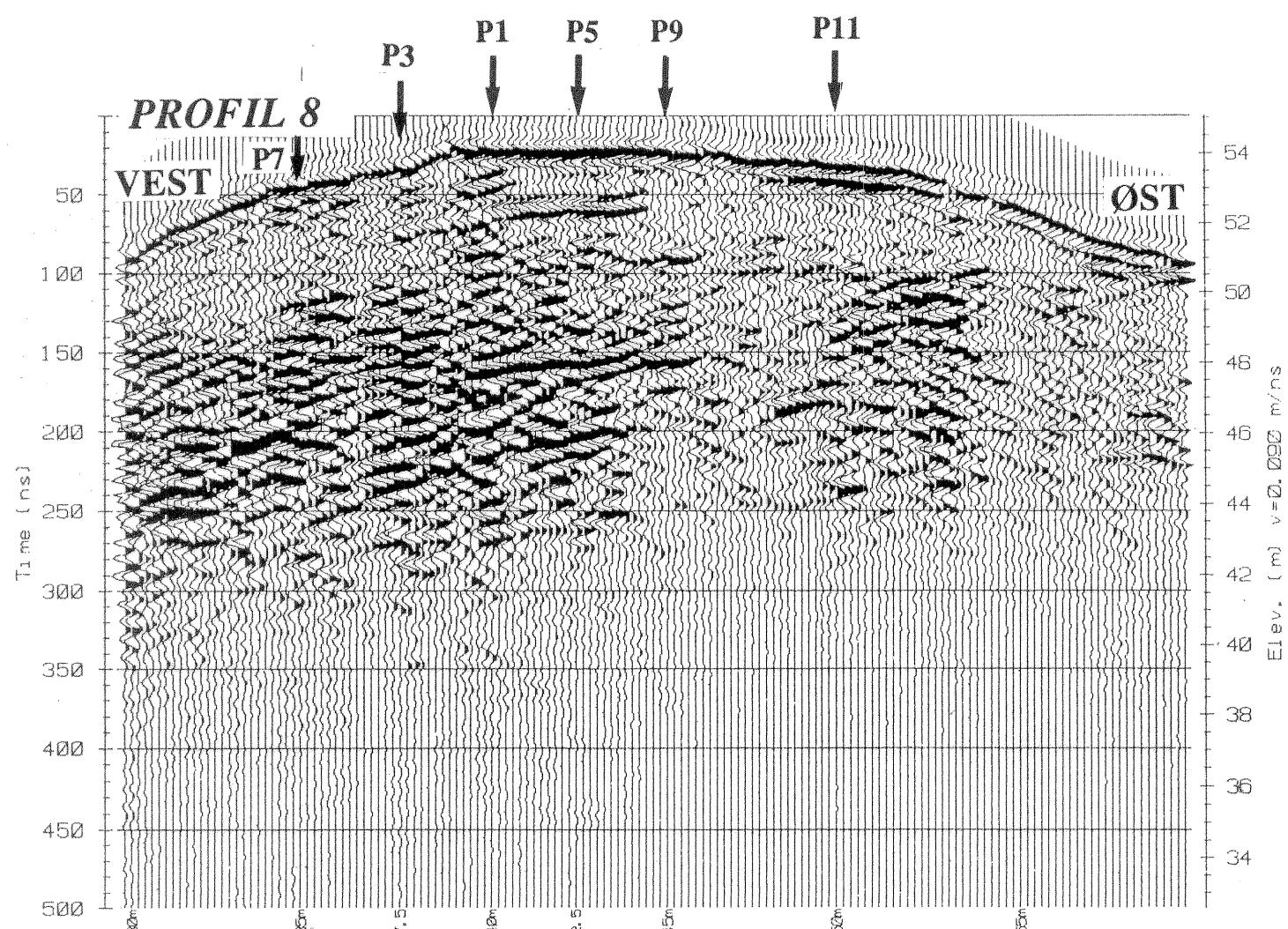
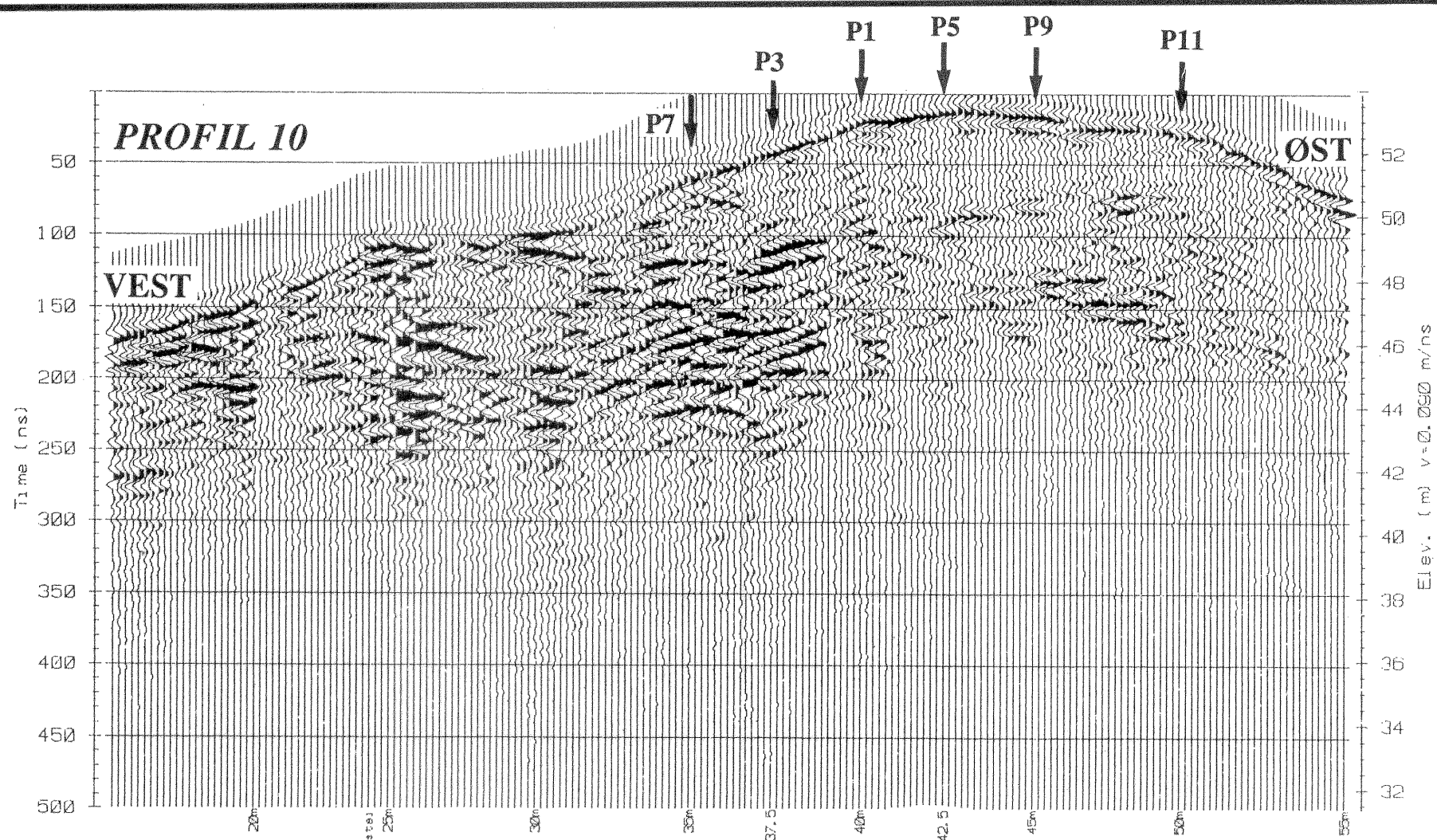
TEGNFORKLARING

P7 ————— MÅLT PROFIL

P2 ↓ KRYSENDE PROFIL



| | | |
|--|---|--------------------------|
| NGU/UB, HISTORISK MUSEUM, AVD. FOR ARKEOLOGI GEORADARPROFIL 1 - 11 KARNILS-HAUGEN, SANDANE GLOPPEN, SOGN OG FJORDANE | MÅLESTOKK KART 1: 1 000 | MÅLT TL SEPT 1992 |
| | NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM | TEGNING NR 92.323 -03 |
| | | KARTBLAD NR 1218 |



TEGNFORKLARING

- P7 ————— MÅLT PROFIL
- P1 ↓ KRYSSENDE PROFIL

| | | | |
|---|-------------|-------------|-----------|
| NGU/UIB, HISTORISK MUSEUM, AVD. FOR ARKEOLOGI GEORADARPROFIL 2 - 10 KARNILS-HAUGEN, SANDANE GLOPPEN, SOGN OG FJORDANE | MÅLESTOKK | MÅLT TL | SEPT 1992 |
| | KART | TEGN TL | JAN 1993 |
| | 1: 1 000 | TRAC | |
| | KFR TL | | |
| NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM | TEGNING NR | KARTBLAD NR | |
| | 92.323 - 04 | 1218 I | |