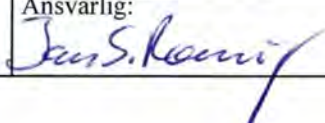


NGU Rapport 96.065

Georadarmålinger ved Sæland i Time kommune

Rapport nr.: 96.065		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Georadarmålinger ved Sæland i Time kommune			
Forfatter: Jan Fredrik Tønnesen		Oppdragsgiver: NGU / UiB, Geologisk inst. avd. B	
Fylke: Rogaland		Kommune: Time	
Kartblad (M=1:250.000) Stavanger		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1212 III Nærbø	
Forekomstens navn og koordinater: Sæland 32V 3153 65140 (ED50)		Sidetall: 11	Pris: 90,-
Feltarbeid utført: 11. og 16.-17.11.1995		Rapportdato: 08.05.1996	Prosjektnr.: 63.2662.02
		Ansvarlig: 	
Sammendrag:			
<p>Georadarmålingene ved Sæland ble utført for å få en oversikt over mektighet og utbredelse av breelvavsetningene vest, sør og nordøst for Sjelsetvatnet og med hovedformål å vurdere mulighetene for uttak av grunnvann. Målingene omfatter 8 profiler med samlet lengde ca. 3,0 km. Undersøkelsen inngår i et større måleprogram som ble gjennomført på Jæren høsten 1995 i forbindelse med kartlegging og hydrogeologisk vurdering av en rekke løsmasseavsetninger.</p> <p>Målingene indikerer at avsetningene langs vestsiden av Sjelsetvatnet er best egnet og at det her kan være mulighet for et større grunnvannsuttak. Løsmassene ser ut til å være avsatt i flere faser og kan derfor variere en god del i sammensetning. Det er nødvendig med boringer med masseprøvetaking flere steder i området for å vurdere hvilken del av avsetningen som vil være best egnet for grunnvannsuttak.</p> <p>For mindre grunnvannsuttak kan det også være muligheter i et begrenset område nordøst for vatnet.</p> <p>Før endelig konklusjon om grunnvannsmulighetene kan trekkes, er det nødvendig med nedsetting av prøvebrønner med oppfølgende prøvepumping for vurdering av vannkapasitet og vannkvalitet.</p>			
Emneord: Geofysikk	Hydrogeologi	Georadar	
Løsmasse	Grunnvann		
		Fagrapport	

INNHold

1 INNLEDNING.....	4
2 METODE OG UTFØRELSE.....	4
3 RESULTATER.....	5
3.1 Området V for Sjelsetvatnet.....	5
3.2 Området S for Sjelsetvatnet	6
3.3 Området NØ for Sjelsetvatnet.....	7
4 KONKLUSJON	8
5 REFERANSER.....	9

TEKSTBILAG

1. Georadar - metodebeskrivelse

KARTBILAG

- 96.065-01 Oversiktskart - georadarmålinger
- 96.065-02 Georadaropptak, profil 26, 33 og 34
- 96.065-03 Georadaropptak, profil 35-39

1 INNLEDNING

I samarbeid med Geologisk institutt avd. B ved Universitetet i Bergen, har NGU høsten 1995 utført georadarmålinger en rekke utvalgte steder på Jæren i forbindelse med kartlegging og hydrogeologisk vurdering av løsmasseavsetninger. Denne rapporten omhandler målingene som er utført ved Sæland i Time kommune. De øvrige georadarmålingene som er utført i Time kommune, er omhandlet i NGU Rapport 96.064 (Tønnesen 1996).

Formålet med disse målingene var å få en oversikt over mektighet og utbredelse av breelvavsetningene vest, sør og nordøst for Sjelsetvatnet ved Sæland og avgrense områder som bør prioriteres ved oppfølgende vurdering av grunnvannsmulighetene.

Måleområdet ved Sæland ligger innenfor kvartærgeologisk kartblad Nærbø (1212 III) i målestokk 1:50 000 (Wangen og Lien 1990). Kvartærgeologisk beskrivelse av Jæren framgår også av Andersen m.fl. (1987). Sørvest for Sjelsetvatnet er det et større massetak. Sand- og grusressursene i området er tidligere kartlagt og beskrevet av Jæger (1992 a og b).

2 METODE OG UTFØRELSE

En generell beskrivelse av georadarmetoden er gitt i tekstbilag 1. Georadaren som ble benyttet er digital og av typen pulseEKKO IV (Sensors & Software Inc., Canada).

Målingene omfatter området vest og sør for Sjelsetvatnet hvor det er målt 3 profiler (P26, P33 og P34) med samlet lengde vel 2,2 km og et mindre område nordøst for vatnet hvor det er målt 5 korte profiler (P35-P39) med samlet lengde nær 0,8 km. Oversiktskart over områdelokalisering er vist i kartbilag 96.065-01. Utskrift av profilmålingene samt lokalkart med profilplassering er vist i kartbilag -02 for området i vest og sør og i kartbilag -03 for det mindre området i nordøst. Målingene ble utført 11. og 16.-17. nov. 1995 av Jan Fredrik Tønnesen (NGU) og Jan Tore Samlanes (UiB).

For alle profilene ble det benyttet en sender på 1000V og antenner med senterfrekvens 50 MHz. Opptakstiden var 800 ns (nanosekunder) med samplingsintervall på 1,6 ns. Målingene ble utført med 32 registreringer («stacks») i hvert målepunkt (posisjon). Antenneavstand og flyttavstand var 1 m ved profilmålingene. Reell lengde av profiler kan avvike en del fra lengde angitt ut fra posisjoner og flyttavstand på grunn av tilfeldig eller systematisk feil i flyttavstanden. Generelt er det brukt for stor flyttavstand og de målte profilene er derfor en del lenger enn oppgitt. Angitt informasjon om kryssende profiler, vegger, bekker og andre terrengdetaljer kan benyttes for mer nøyaktig profilposisjonering.

Det er ikke utført CMP-målinger for beregning av radarbølgehastighet i grunnen. Ved utplotting av georadarprofilene er det anvendt en hastighet på 0.1 m/ns for beregning av en dybdeskala (m under terrengoverflaten). Variasjoner i terrengoverflaten er ikke lagt inn, og høydeskala er derfor utelatt. Den valgte hastigheten er erfaringsmessig for lav for sand/grus over grunnvannsspeil og for høy for tilsvarende vannmettet materiale. Mektighet av avsetning over grunnvannsnivå kan dermed være noe større enn dybdeskalaen tilsier, mens mektighet av vannmettet sone sannsynligvis er noe mindre enn dybdeskalaen viser. Myrtykkelser vil bli betydelig overdrevet med den anvendte dybdeskalaen, da myrtorv som regel har lav hastighet.

Ved utskrift av georadarprofilene ble det benyttet en forsterkning som kompenserer for geometrisk spredning og demping av signalene. Det ble benyttet 2 eller 4-punkts gjennomsnitt langs traser for å redusere høyfrekvent støy.

3 RESULTATER

3.1 Området V for Sjelsetvatnet

Målingene omfatter profil P34 og nordlige del av P33 (pos. 0-600). Lokalisering og utskrift av georadarprofilene er vist i kartbilag -02.

Denne del av profil P33 karakteriseres av oppstikkende rygger med mellomliggende gjenfylte bassenger (dalsøkk/groper). Det regnes stort sett å være breelvavsatt materiale i området, og ryggene kan være eskere, mens materialet i mellom trolig er avsatt i en noe senere fase under isavsmeltingen. Et forholdsvis lite bassengområde lengst nord (pos. 10-70) har en maksimal mektighet på 10-12 m (pos. 30-50). Bunnreflektoren som skråner nedover fra nær overflaten fra starten av profilet, er trolig fjelloverflate, men kan også være overflaten av en ryggform. Den første påfølgende ryggformen ser ut til å kuttes av terrengoverflaten mellom pos. 90 og 120. Bunn av etterfølgende basseng skråner slakt ned mot SSØ langs profilet og er dypere enn 20 m mellom pos. 210 og 250. I bassenget indikeres skrålagning hovedsakelig med fall langs profilretningen, og den er spesielt markert i området pos. 200-310. En bred ryggform skjæres av terrengnivå mellom pos. 340 og 440. I nordlige del har ryggformen noe skrålagning med fall mot nord, men refleksjonsmønsteret sentralt i ryggen er bølget og hauget. Sørøver kommer det inn mer markert skrålagning med fall langs profilretningen. I påfølgende basseng er mektigheten av innfylt materiale større enn 20 m mellom pos. 510 og 570. Lagningen ser her ut til å følge bassengformen. Fjelloverflaten regnes å ligge dypt (mer enn 20 m) mellom pos. 200 og 570, men er ikke klart definert. Det kan imidlertid ikke utelukkes at fjelloverflaten kan stikke opp til grunnere dyp under ryggformene.

Tverrprofilen P34 er målt fra vegen ved P33 og vestover nær parallelt med bekken som kommer fra Melsvatnet. I østlige del (pos. 0-70) er det markert skrålagning med fall mot øst langs profilen over en horisontaltliggende reflektor på 10-12 m dyp. Reflektoren ser ut til å forsvinne lengst øst og skrålagningen går der ned mot større dyp. Under reflektoren er det dårlig penetrasjon i området pos. 15-45, mens det er indikert tilnærmet horisontale reflektorer videre mot vest. Vestafor ser det ut til å være en ryggform med toppunkt mellom pos. 105 og 125. De horisontale reflektorene østafor skråner opp langs østsiden av ryggen. Ryggformen kan være en eskeravsetning. Fjelloverflaten er usikker, den kan ligge mer enn 20 m dypt i østlige del, men det kan ikke utelukkes at fjelloverflaten kan stikke opp under ryggformen vestafor. Videre vestover fra ryggformen er det nær kaotisk refleksjonsmønster, men med enkelte lineære eller bølgete strukturer. Løsmassene her langs vestlige del av profilen antas å være relativt grove, men er trolig dårlig sortert i forhold til materialet lenger øst i profilen. Fjelloverflaten er usikker, den kan ligge i området 12-18 m, men kan ikke utelukkes å ligge grunnere.

Grunnvannsnivå er dårlig definert i georadarprofilene, og skyldes delvis at det ligger overflatenært (1-3 m) i de lavtliggende deler av profilene og skjermes av direktebølge i luft og bakke.

Området nær vestsiden av vatnet (dvs. P33 pos. 200-600 og P34 pos. 0-170) synes å være lovende med hensyn til grunnvannsmuligheter. Mulig egnede løsmasser når her til betydelig dyp under grunnvannspeil og overflaten av Sjelsetvatnet. Løsmassene kan imidlertid variere en god del i sammensetning, da rygger og bassenginnfylling trolig er avsatt til noe forskjellig tid.

3.2 Området S for Sjelsetvatnet

Målingene omfatter profil P26 og søndre del av P33 (pos. 600-1127). Lokalisering og utskrift av georadarprofilene er vist i kartbilag -02.

Langs denne del av P33 er penetrasjonen gjennomgående stor (20-25m) og reflektiviteten er kraftig. Refleksjonsmønsteret er imidlertid for det meste kaotisk og uklart, og uten tilleggsinformasjon blir tolkningene meget usikre. Det kan indikere både grove men dårlig sorterte løsmasser og oppsprukket fjell, og det er også vanskelig å angi grensen mellom slike løsmasser og fjell. Fjelloverflaten kan skrånne opp fra nord og ligge dagnært langs store deler av profilen mot sør. Dette støttes dels av tilsynelatende sikker fjellblotning langs vegskråning i området pos.880-910. Fra pos. 650 til 880 skråner terrenget oppover, og i dette området kan det tilsynelatende se ut til å opptre et grunnvannspeil som går som en slak skrå reflektor fra

2-3 m dyp ved pos. 650 til rundt 20 m dyp ved pos. 860. Hvis så er tilfelle, må fjelloverflaten regnes å ligge dypere.

Langs P26, som er direkte fortsettelse av P33, avtar penetrasjonen fra 25 til 15-20 m de nordligste 50-70 m og fortsetter i denne størrelse fram mot sørenden (pos. 726). Øvre del av profilet er her stedvis dominert av nær horisontale eller bølgeformede reflektorer, men med mer kaotisk refleksjonsmønster mot dypet. Grunnvannsnivå kan antydningvis ligge 4-7 m under overflaten sentralt i profilet, men er meget usikkert. Overgang mot fjell eller morene er også usikker, men ut fra overgang i refleksivitet kan fjelloverflate anslagsvis ligge fra 7 til 15 m under terrengnivå. I sørligste del (fra pos. 620) kan fjellet ligge dagnært.

Ut fra de målingene som er gjort, synes det å være mindre muligheter for grunnvannsuttak fra løsmasser i området sør for Sjelsetvatnet enn i området rett vest for vatnet.

3.3 Området NØ for Sjelsetvatnet

Målingene omfatter 5 korte profiler (P35-P39). Lokalisering og utskrift av georadarprofilene er vist i kartbilag -03.

Langs P35 er penetrasjonen 300-400 ns (tilsvarende 15-20 m) og er størst sentralt i profilet. Dyp til grunnvannsnivå kan være rundt 5 m (pos.40-125), men kommer nærmere overflaten fram til pos. 140. Fra pos. 170 til 180 går det ned en reflektor til mellom 150-200 ns som definerer bunn av myr fram mot bekken. Denne bunnreflektoren demper georadarsignalet og det oppnås ingen refleksjoner fra materialet under myra. Dyp til mulig morene- eller fjelloverflate kan øke fra 6 til 8 m de første 50 m av profilet, men øker deretter kraftig videre og kan ligge på rundt 15 m dyp fra pos. 100. Materialet over har et forholdsvis kaotisk refleksjonsmønster og består trolig vesentlig av sand og grus. Det er sannsynligvis vesentlig breelavsetninger, men det kan også være morenedominert materiale med lavt finstoffinnhold.

Det kryssende profilet P36 viser meget variabel penetrasjon med 10-15 m i starten, 5-10 m pos. 20-50 og ved slutten (pos. 140-148), mens mellomliggende område har 15-20 m penetrasjon. Den dårlige penetrasjonen kan skyldes myrdominert materiale i overflaten, men i området pos. 20-50 er det også mulighet for at morene eller fjelloverflate kan stikke opp til rundt 5 m dyp. Lengst i nord kan morene/fjelloverflate nå ned mot 10 m dyp, mens den mot sør fra pos. 50 kan skrå nedover til 12-15 m dyp fra pos. 90. Refleksivitet og materiale er tilsvarende som sentralt i P35. Grunnvannsnivå ligger overflatenært, men er ikke klart definert.

Profil P37 har meget god penetrasjon (ca 500 ns). Refleksjonsmønsteret er svært uryddig, noe som gjør at tolkningene blir meget usikre. Grense mellom overliggende sand/grus og fjell kan ligge grunt (5-7 m?), men kan ikke utelukkes å ligge betydelig dypere.

Profil P38, som går nordvestover fra P37, viser kraftig refleksivitet fra starten med reflektorer som skråner nedover langs profilretningen. Det er meget usikkert hvilken refleksor som indikerer overgang mot morene eller fjell. Ett valg er at den skråner nedover fra 6-7 m ved starten. Penetrasjonen er rundt 20 m i starten, men avtar noe til 15-20 m videre framover til pos.120, deretter 10-15 m mot slutten (pos.155). Reflektorer i løsmassene varierer fra horisontale og svakt skrånende til bølgete. Refleksiviteten er svak fra 10-12 m dyp fra pos. 30 og videre. Disse forhold indikerer at avsetningene her trolig er relativt finkornige. Det er mulig at fjellrefleksor kan opptre i 15-20 m dyp. Grunnvannsnivå ligger overflatenært sentralt i profilet (1-3 m).

I det kryssende profilet P39 er det i sørvestlige del tilsvarende forhold som sentralt i P38 med nær horisontal lagdeling og med mulighet for fjelloverflate 15-20 m dypt. Fjelloverflaten kan skråne opp fra 15 til 10 m dyp mellom pos. 45 og 65, men forløpet videre fra pos. 90 er usikkert. En skålformet grop med innfylt materiale ned til 10 m dyp opptrer mellom pos. 120 og 160.

I området NØ for Sjelsetvatnet synes de best egnede løsmassene for grunnvannsformål å være begrenset til sentrale deler av P35 og søndre del av P36. Mulig uttak av grunnvann i større mengder vil være avhengig av kommunikasjon med vassdrag (Kvernhusbekken). Avsetningene nærmere Sjelsetvatnet synes å være for finkornige for grunnvannsformål.

4 KONKLUSJON

Ut fra georadarmålinger vest, sør og nordøst for Sjelsetvatnet ved Sæland, ser det ut til å være lovende muligheter for større grunnvannsuttak fra løsmassene langs vestsiden av vatnet. Løsmassene er avsatt i flere faser og kan variere en god del i sammensetning. Det er derfor nødvendig med boringer med masseprøvetaking flere steder i området for å vurdere hvilken del av avsetningene som er best egnet for grunnvannsuttak.

For mindre grunnvannsuttak kan det også være muligheter i et begrenset område nordøst for Sjelsetvatnet.

Før endelig konklusjon om grunnvannsmulighetene kan trekkes, er det nødvendig med nedsetting av prøvebrønner med oppfølgende prøvepumping for vurdering av vannkapasitet og vannkvalitet.

5 REFERANSER

- Andersen, B. G., Wangen, O. P. & Østmo, S. R. 1987: Quaternary geology of Jæren and adjacent areas, southwestern Norway. *NGU Bulletin 411*, 55pp.
- Jæger, Ø. 1992a: Sand- og grusressurskart Nærbø 1212 III (M 1:50 000). *NGU*
- Jæger, Ø. 1992b: Grus og pukkregisteret for Bjerkreim, Eigersund, Gjesdal, Hå, Klepp, Lund, Randaberg, Sandnes, Sokndal, Sola, Stavanger og Time kommuner. *NGU Rapport 92.241*.
- Tønnesen, J. F. 1996: Georadarmålinger på Jæren 1995 i Hå, Klepp, Sandnes og Time kommuner. *NGU Rapport 96.064*.
- Wangen, O. P. & Lien, R. 1990: Nærbø 1212 III. Kvartærgeologisk kart M 1:50 000, med beskrivelse. *NGU*

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

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



NGU / UiB, GEOLOGISK INSTITUTT AVD. B

OVERSIKTSKART - GEORADARMÅLINGER

SÆLAND

TIME KOMMUNE, ROGALAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1 : 50 000

MÅLT JFT

TEGN JFT

TRAC

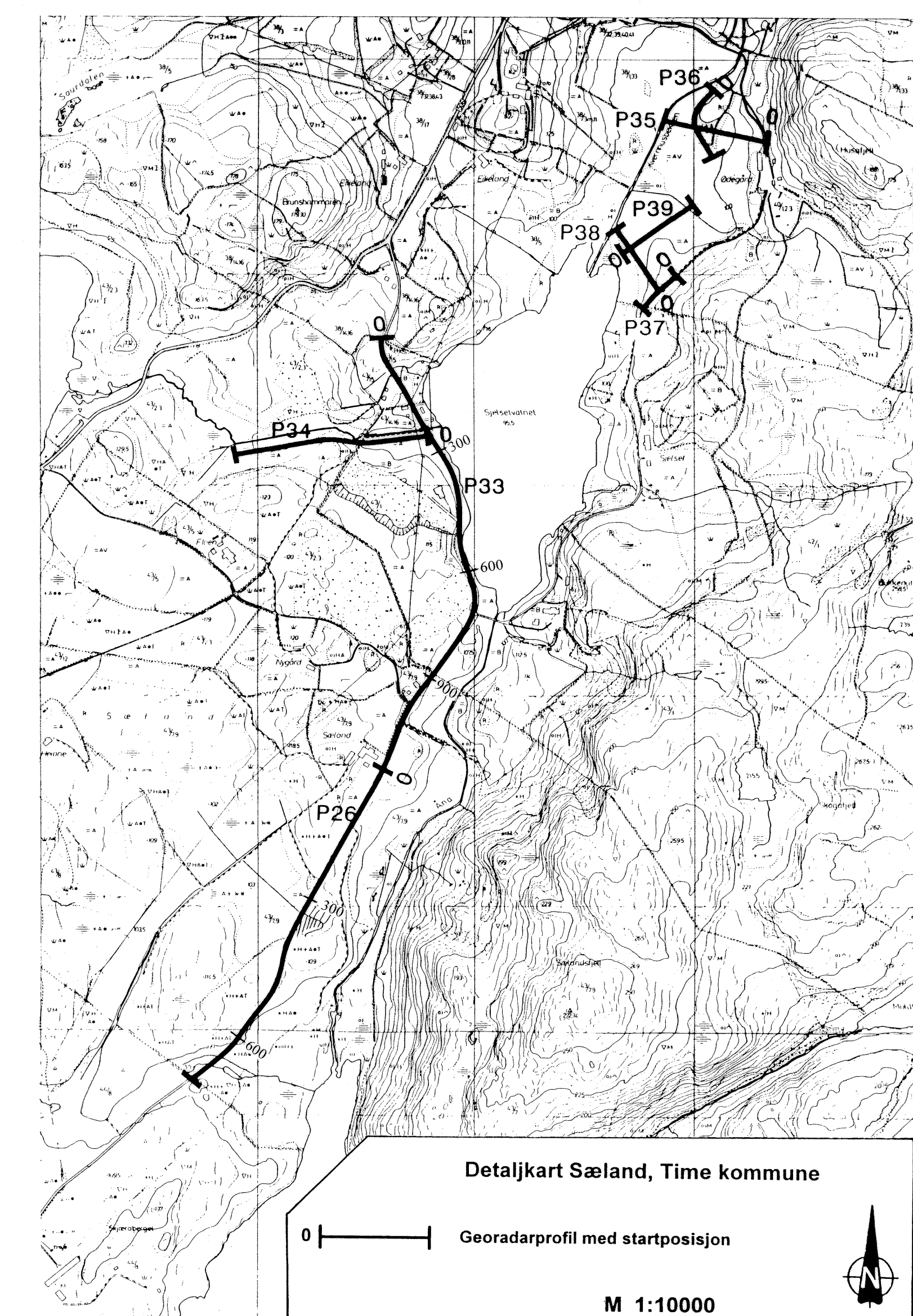
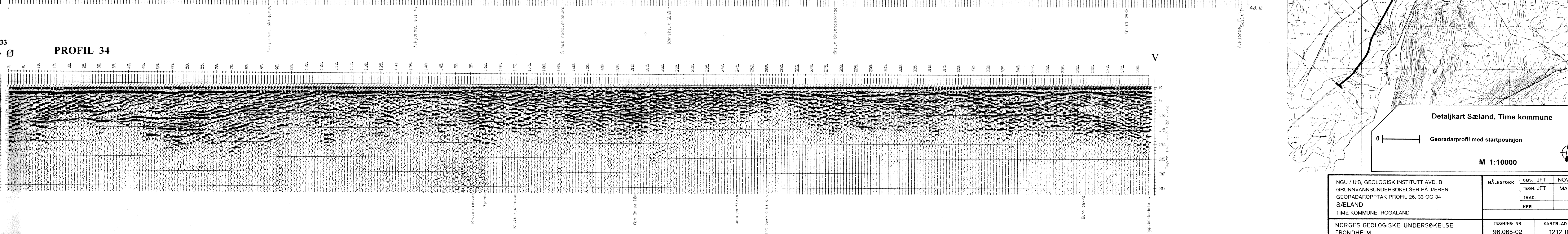
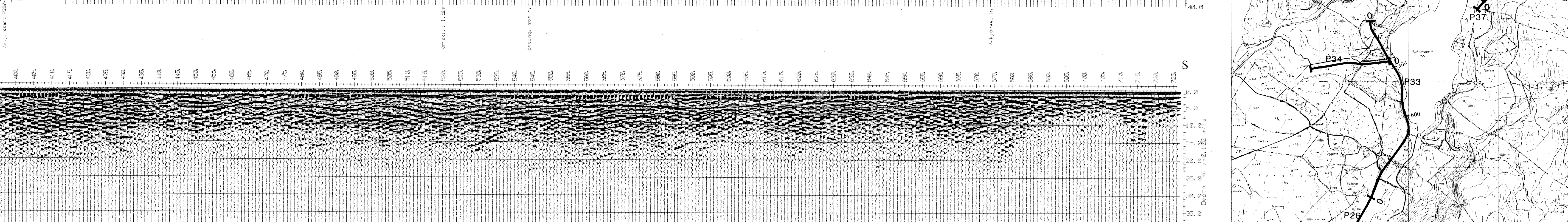
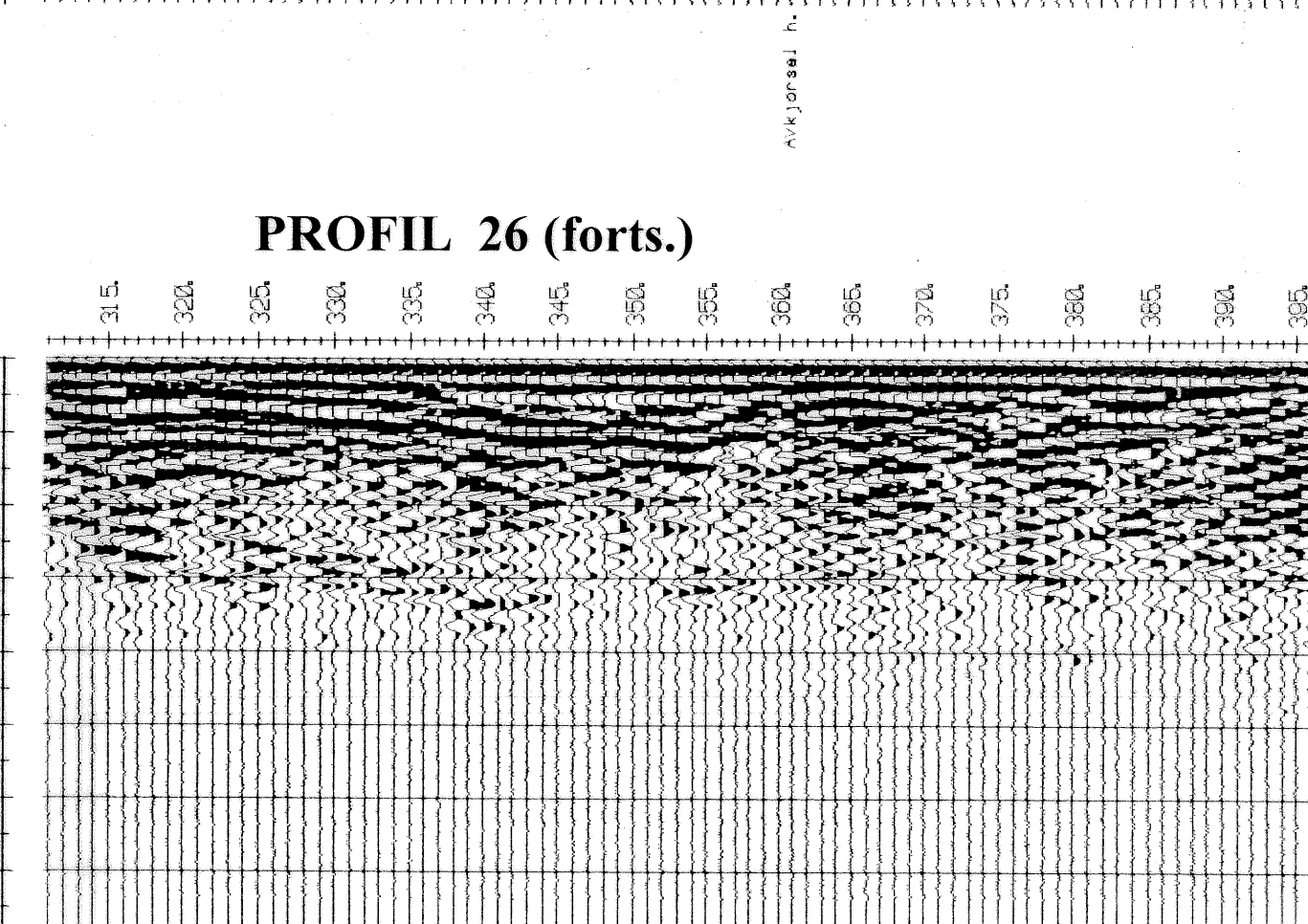
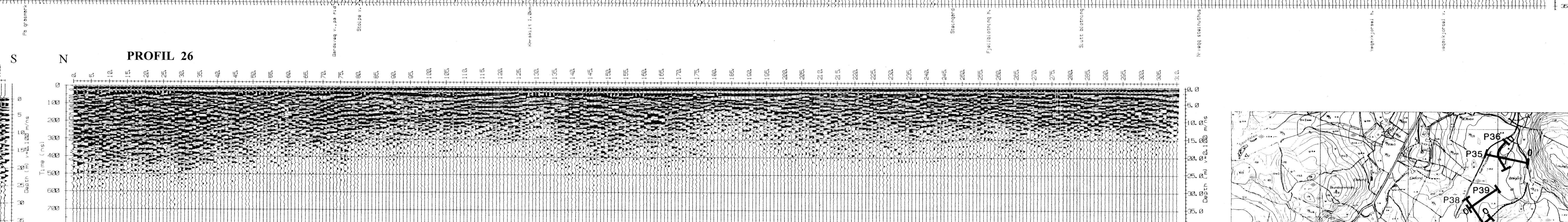
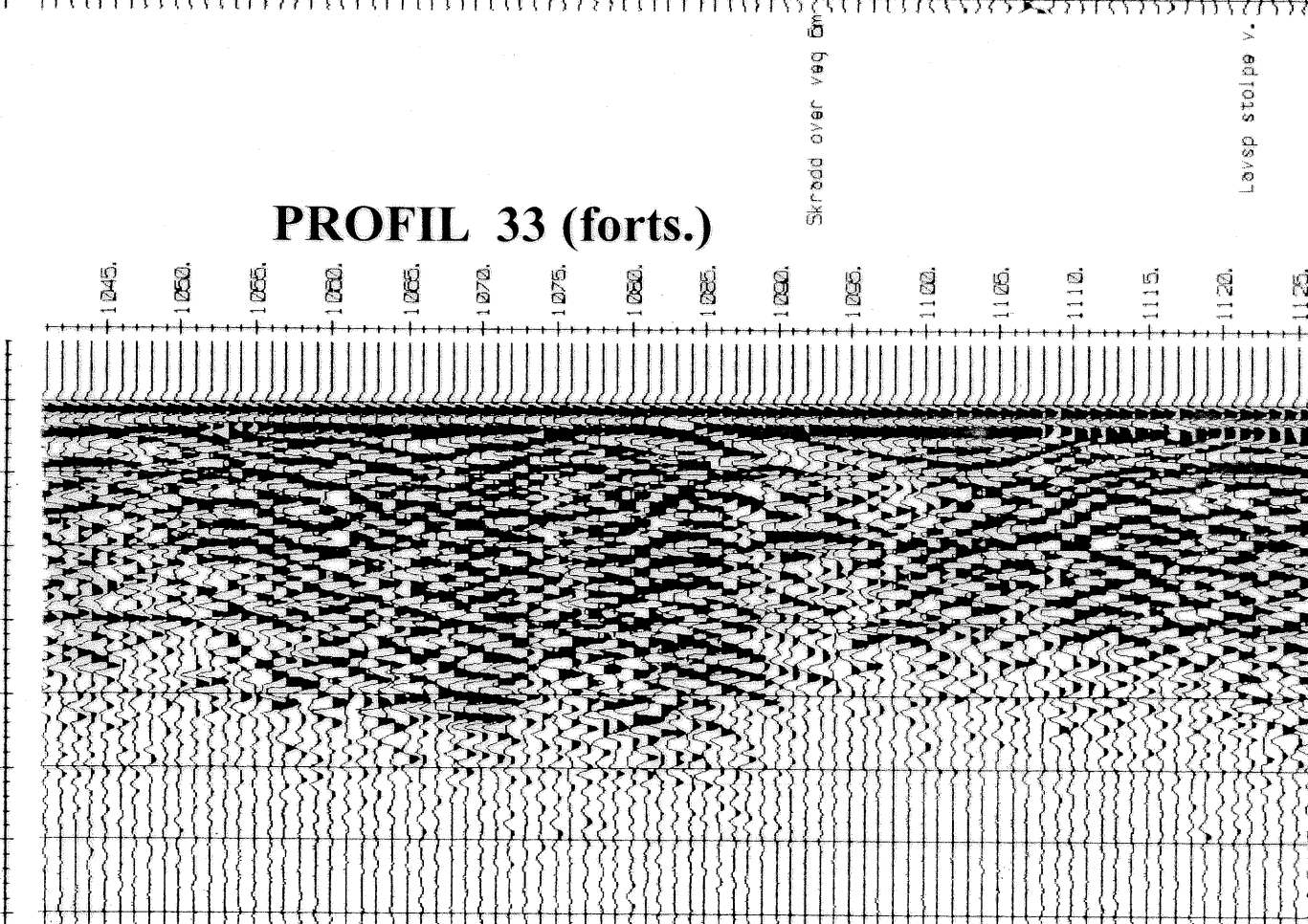
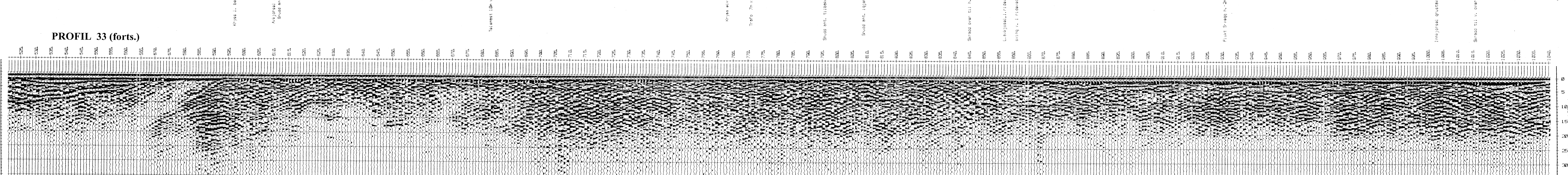
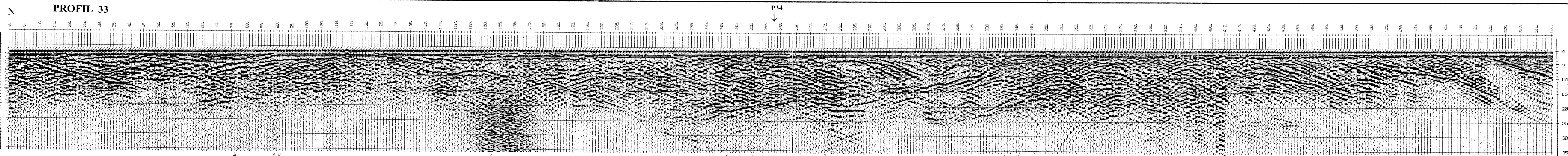
KFR

NOV. -95

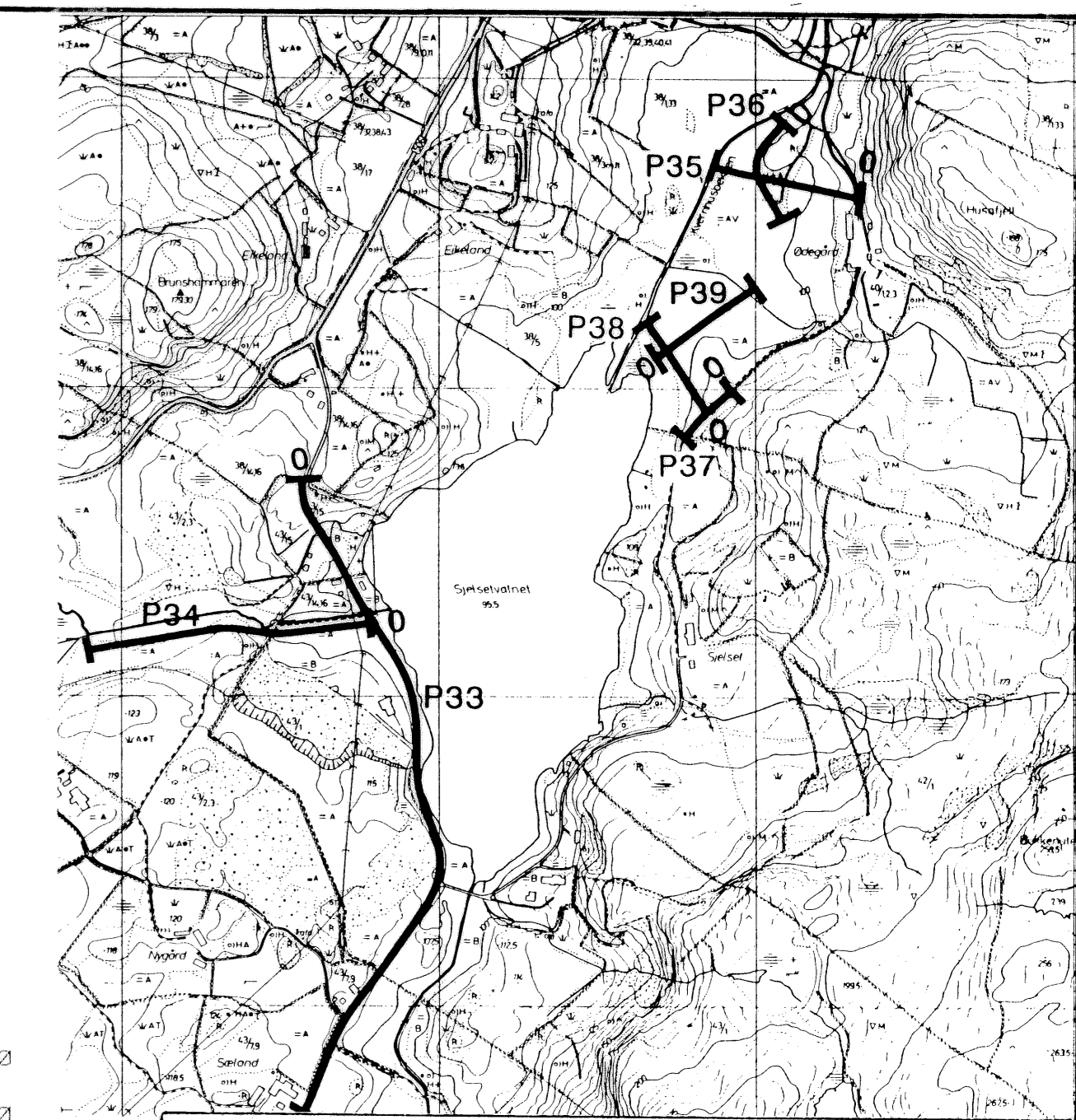
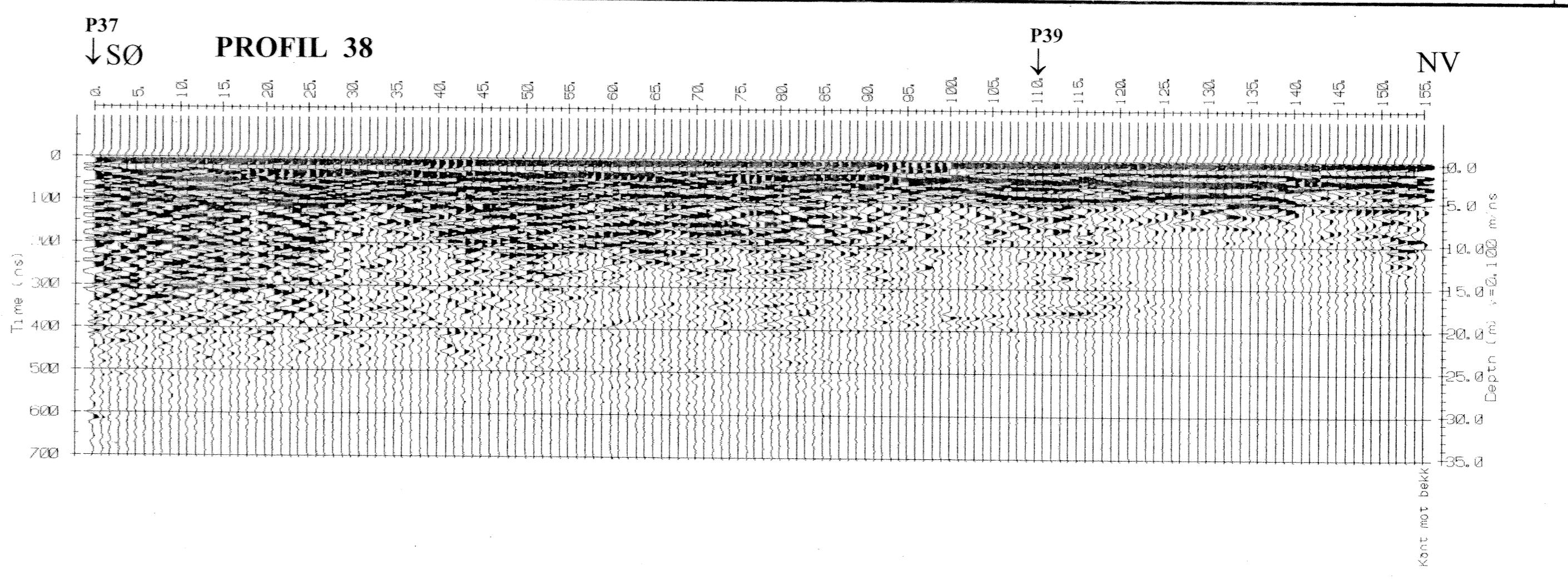
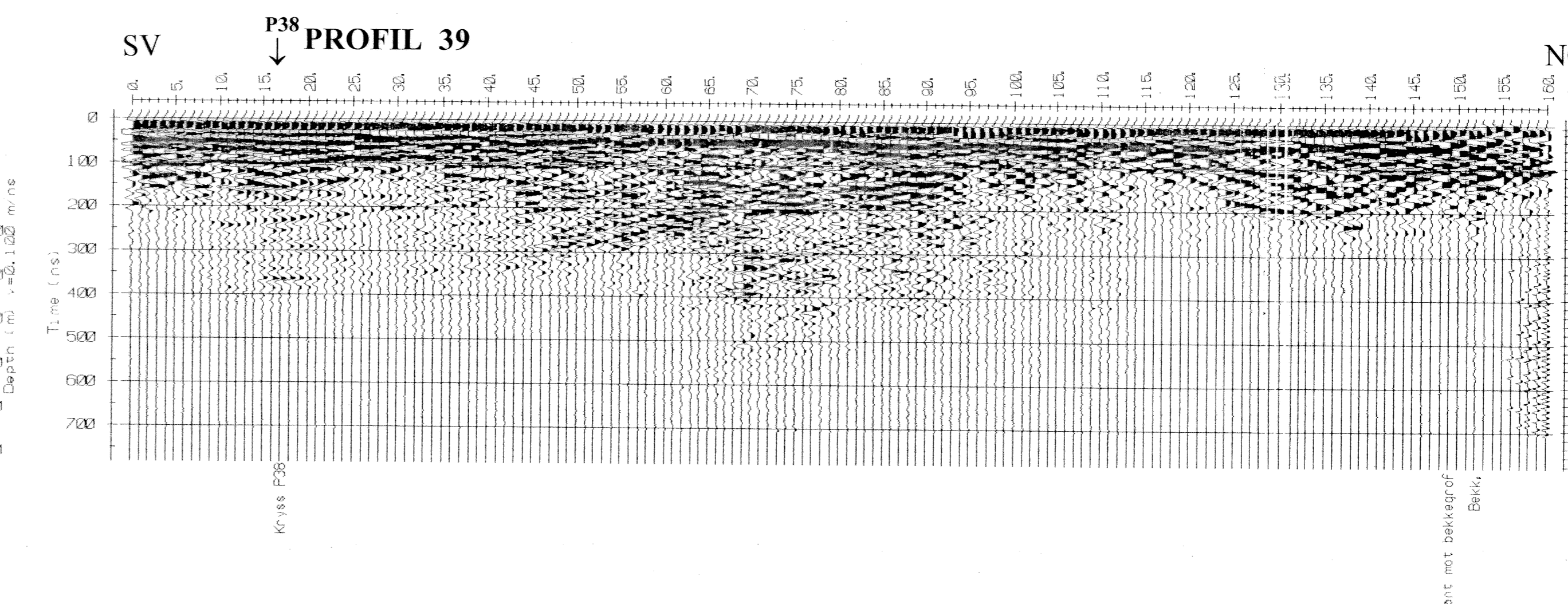
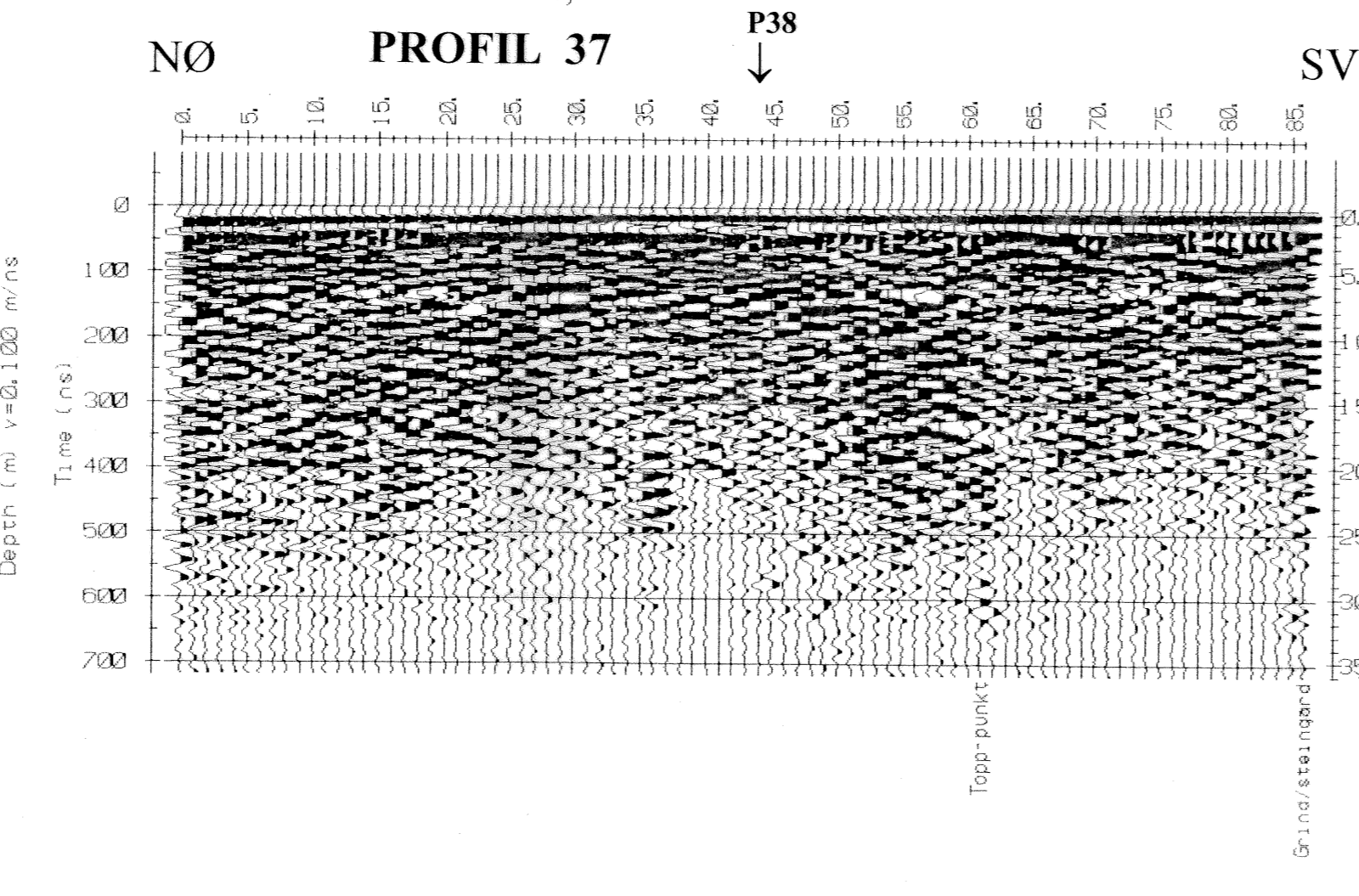
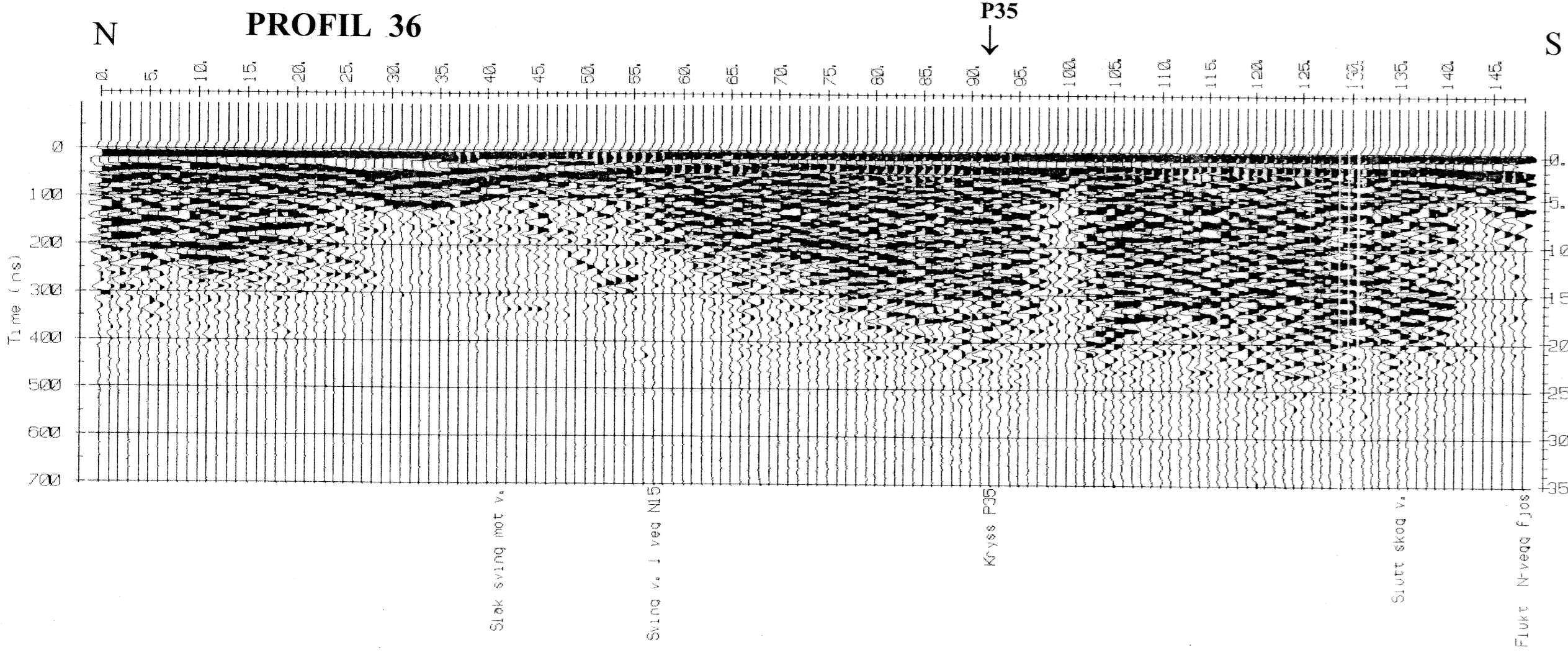
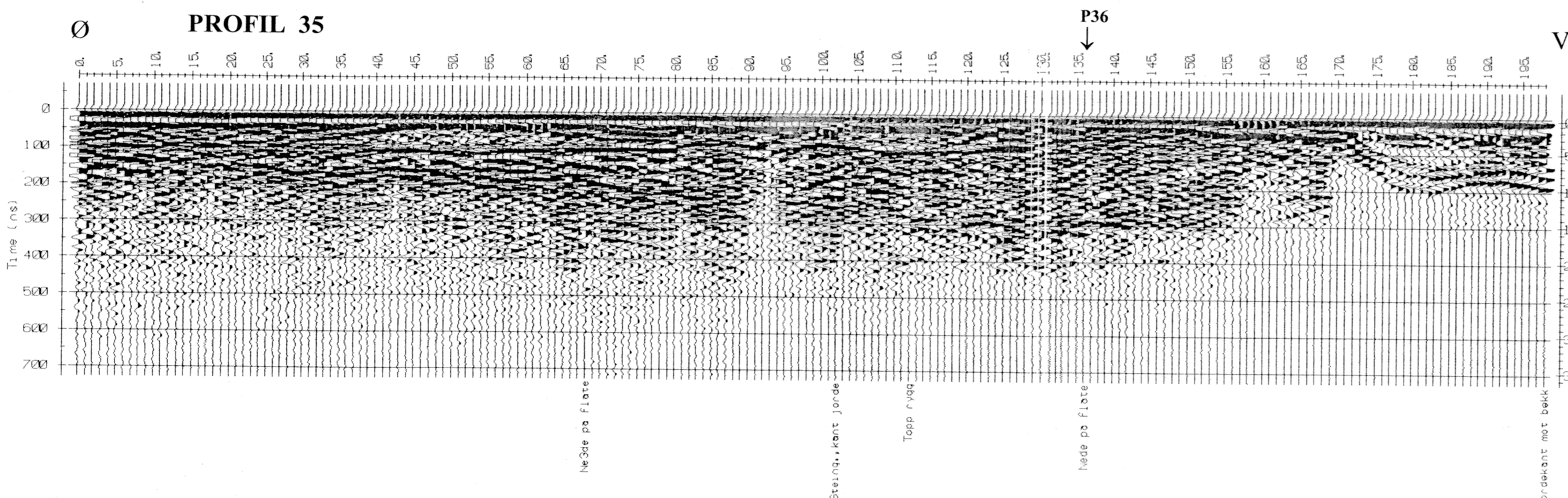
MAI -96

TEGNING NR
96.065-01

KARTBLAD NR
1212 III



NGU / UB, GEOLOGISK INSTITUTT AVD. B GRUNNANNSUNDERSØKELSER PÅ JEREN GEORADAROPPTAK PROFIL 26, 33 OG 34 SÆLAND TIME KOMMUNE, ROGALAND	MÅLESTOKK	OBS. JFT	NOV. -95
		TEGN. JFT	MAI -96
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD NR.	
	96.065-02	1212 III	



NGU / UIB, GEOLOGISK INSTITUTT AVD. B GRUNNVANNSUNDERSØKELSER PÅ JÆREN GEORADAROPPTAK PROFIL 35 - 39 SÆLAND TIME KOMMUNE, ROGALAND	MÅLESTOKK	MÅLT JFT	NOV. -95
		TEGN. JFT	MAI -96
		TRAC.	
		KFR.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD NR.	
	96.065-03	1212 III	