



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 2101	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering Fortrolig
Kommer fra ..arkiv Sulitjelma Bergverk A/S	Ekstern rapport nr "542100010"	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:

Tittel

Refleksjons-seismiske målinger i Sulitjelma. Seismikk.

Forfatter GEOTEAM	Dato 1977	Bedrift Sulitjelma Gruber A/S
-----------------------------	--------------	----------------------------------

Kommune	Fylke	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad	1: 250 000 kartblad
---------	-------	--------------	--------------------	---------------------

Fagområde	Dokument type	Forekomster
Råstofftype	Emneord	

Sammendrag

GEOTEAM utførte i 1976 refleksjonsseismiske målinger ved Sagmo og mellom Sagmo og Jakobsbakken, på Gjertrudfjell. Dessuten seismiske hastighetsmålinger utført i Dbh.178. Rapport og kart/profiler. Teoretisk grunnlag og tekniske erfaringer med refleksjonsseismikk i mineralprospektering. Iflg. forfatter bør resultatene betraktes som marginale. Seismikk.

Rapport 3358.06 Stabekk, 19. april 1978

REFLEKSJONSSEISMISKE MÅLINGER

I SULITJELMA 1977

for A/S SULITJELMA GRUBER

A/S GEOTEAM

Hovedkontor:

Wm. Thranesgt. 98, Oslo 1 - Tlf. (02) 379785

Geofysisk avdeling:

Gamle Drammensvei 48, 1320 Stabekk

Tlf. (02) 123790

Tlx. 18489 gt n

Refleksjonsseismiske målinger
i Sulitjelma 1977
for A/S Sulitjelma Gruber

INNHold

Innledning	side	1
Feltarbeid og datainnsamling	"	2
Dataanalyser og resultater	"	3
Konklusjoner	"	5

BILAG OG TEGNINGER

Bilag S1	:	Seismiske metoder, generelt grunnlag.
" S3	:	Refleksjonsseismiske målinger, prinsipper og anvendelser.
" S30	:	DHR-1632 seismisk registreringsutrustning.
" S31	:	Refleksjonsseismiske profiler - parametre.

- Tegning 3358-24a : Situasjonsplan: DBH 185.
Seismiske profiler F/77 og D/77.
- Tegning 3358-40 : Gangtidsdiagram og hastighetslogg
for seismiske P-bølger i DBH 185.
- Tegning 3358-41 : Filtrert Seksjon 100-300 Hz, profil
F/77, profilmeter 730-1267,5.
- Tegning 3358-42 : Filtrert Seksjon 80-200 Hz, profil
F/77, profilmeter 730-1267,5.
- Tegning 3358-43 : Filtrert Seksjon 100-300 Hz, profil
F/77, profilmeter 730-1267,5.
Støyfjerningsfilter (mute).
- Tegning 3358-44 : Filtrert Seksjon 100-300 Hz, profil
F/77, profilmeter 730-1267,5
Hastighetsfilter (dip removal).
- Tegning 3358-45 : Filtrert Seksjon 100-300 Hz, profil
F/77, profilmeter 730-1267,5.
Datareduksjon.
- Tegning 3358-46 : Filtrert Seksjon, 100-200 Hz,
profil F/77, profilmeter 85-1105,
2x1200% dekning.
- Tegning 3358-47 : Filtrert Seksjon, 100-200 Hz, profil
F/77, profilmeter 85-1105.
2x600% dekning.
- Tegning 3358-48 : Filtrert Seksjon, 100-200 Hz, profil
D/77, profilmeter 2610-3570.
2x1200% dekning.
- Tegning 3358-49 : Filtrert Seksjon 100-200 Hz, profil
D/77, profilmeter 2610-3570.
2x600% dekning.

INNLEDNING

På oppdrag for A/S Sulitjelma Gruber har A/S Geoteam utført seismiske refleksjonsmålinger i Sulitjelma, 1977.

Målingene er utført i tidsrommet august-september, fordelt på 3 måleperioder.

I tiden mellom første og andre måleperiode ble det utført testprosessering av data.

Oppholdet mellom andre og tredje måleperiode ble gjort for å unngå støy fra tunneldrift i måleområdet.

Det er målt refleksjonsseismiske profiler med en samlet lengde ca. 2500 m.

Profilene ligger over kjent malm ved Sagmo (profil F/77) og i prospekteringsområdet mot Jakobsbakken (profil D/77).

Innsamlede data er bearbeidet ved GECO's regnesenter.

Det er utført seismiske hastighetsmålinger i DBH 185, som er boret mot et interessant område i refleksjonsseismisk profil D, skutt 1976.

FELTARBEID OG DATAINNSAMLING

Måleutstyr

Ved refleksjonsmålingene ble det benyttet følgende utstyr :

Registrering : Input/Output, DHR-1632, 24 kanaler
digitalsystem med samplingsrate
1/2 ms. (jfr. Bilag S30).
Geofoner : Mark Products, L25E.
Energikilde : Comp. C4 sprengstoff.

For borhullslogging ble det benyttet :

Registrering : Trio, ABEM, 24 kanaler analogsystem.
Borhullsseismometer : HS-J-HP3D.
Energikilde : Dynamitt.

Profiler og måleopplegg.

Ved målingene i 1977 er det målt 3 refleksjonsseismiske profiler. Profilene er vist på situasjonsplan, tegning 3358-24a. Parametre benyttet i de forskjellige profiler er angitt i Bilag S31.

Ved målingene er geofonene koblet til fast fjell etter "Geoteam patent".

For målingene i linje F/77 (profilavst. 730-1267,5) ble det benyttet skuddgruppering på 4 skudd vertikal sum. Skuddene er repetert i samme hull, og det ble benyttet vannfordemming.

Ved målingene i F/77 (profilavstand 85-1105) er det summert 2 skudd avfyrt i samme punkt. Her er det benyttet fordemming med finsand, og geofonene ble dekket med sandsekker for å redusere vindstøy.

Ved målingene i D/77 er det benyttet samme måleopplegg som i profil F/77 (profilavstand 85-1105), med unntak av fordemningsløsningen. Istedenfor finsand ble det brukt granulerslagg, som er et biprodukt fra verket.

Ved borhullsloggingen ble det logget i DBH185, se situasjonsplan tegning 3358-24a. Det er foretatt registreringer for hver 10 m i borhullet ned til 380 m fra topp borhull, videre fra 380 m til dyp 510 m er det registrert for hver 5 m.

DATAANALYSE OG RESULTATER

Borhullslogging DBH 185.

Måleoppstillingen ved borhullsloggingen er vist på tegning 3358-40. Denne tegningen viser også observert gangtid for P-bølger som funksjon av avstand fra topp borhull, og vår tolkning av gangtidsdiagrammet med angivelse av P-bølge hastighetens variasjon i bergartene langs borhullet.

Refleksjonsseismiske profiler

Prosesseringen av refleksjonsseismiske data er utført ved GECO's regnesenter.

Profil F/77, profilmeter 730 - 1267,5

Beste seksjon er vist på tegning 3358-41. Seksjonen viser refleksjoner ved omkring pel 1000 m i profilet, refleksjonstid ca. 180 ms. Dette tilsvarer Sagmomalmens beliggenhet.

En annen refleksjon omkring pel 830 m i profilet har refleksjonstid ca. 170 ms.

Tegningene 3358-42-45 er testprosesseringer som er utført under forsøk på å forbedre signal/støy forholdet i dataene.

Profil F/77, profilmeter 85-1105

Det er presentert 2 seksjoner, tegning 3358-46 og 47. I den siste seksjonen tegning 3358-47 er datainnholdet redusert med 50%, ved at de registreringer som ligger lengst fra skuddet ikke er tatt med i prosesseringen.

Seksjonene viser ingen klart definerte refleksjoner.

Profil D/77, profilmeter 2610-3570.

Det er presentert 2 seksjoner, tegning 3358-48 og 49, som prosesseringsmessig tilsvarer seksjonene for linje F/77 (85-1105).

Seksjonene viser få klart definerte refleksjoner. En mulig refleksjon ved profilmeter 2900-3000 med refleksjons-

tid ca. 190 ms er den mest framtrædende.

KONKLUSJONER

De seismiske målingene utført i 1977 har gitt en seismisk "anomali" som tilsvarer Sagmomalmen, samt en "anomali" ca. 200 m nord for Sagmo.

Målingene videre nordover fra Sagmo, og ved Jakobsbakken, har ikke gitt resultater som kan sies å være interessante i malmsammenheng, sett på bakgrunn av målingene i 1976.

Feltopplegget benyttet i 1977 skiller seg fra 1976 sesongens opplegg på 3 punkter som vi tror kan være av betydning.

- i) dekning (4x1200% i 76, 2x1200% i 77)
- ii) skudd-geofon avstander (dobling fra 76-77)
- iii) fordemning (vann i 76, sand i 77)

Stabekk, 19. april 1978.

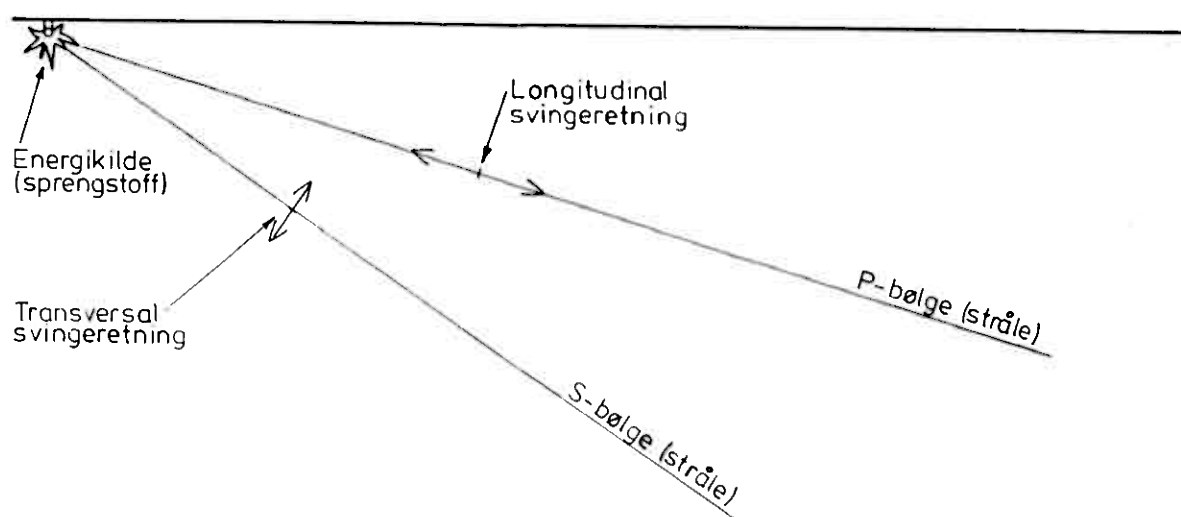
for A/S GEOTEAM


Anders Dahle

SEISMISKE METODER, GENERELT GRUNNLAG

De seismiske metodene bygger på elastiske (seismiske) bølgers evne til å forplante seg i jord og fjell.

Dersom bakken settes i bevegelse, f.eks. ved slag eller detonasjon av sprengstoff, dannes to hovedtyper bølger som er av spesiell interesse ved seismiske undersøkelser. Disse to bølgetypene kalles P-bølger og S-bølger. Se fig.1.



Figur 1.

P-bølgene er karakterisert ved at forplantningsmediet svinger parallelt med bølgenes forplantningsretning (longitudinal svingbevegelse), på samme måte som akustiske bølger i luft og vann.

S-bølgene setter forplantningsmediet i svingninger på tvers av bølgenes utbredelsesretning (transversal svingbevegelse). Forplantningshastigheten for de to bølgetyper er bestemt av mediets elastiske egenskaper karakterisert ved parametrene:

- K : kompressibilitetsmodul
- G : skjærmodul
- E : dynamisk elastisitetsmodul
- μ : Poissons tall
- ρ : massetetthet

Hastigheten V_p for P-bølger i et isotrop medium kan teoretisk uttrykkes ved formlene:

$$V_p = \sqrt{\frac{K + 4/3 G}{\rho}} = \sqrt{\frac{E(1-\mu)}{\rho(1-2\mu)(1+\mu)}} \quad (1)$$

mens hastigheten V_s for S-bølger tilsvarende uttrykkes som:

$$V_s = \sqrt{\frac{G}{\rho}} = \sqrt{\frac{E}{2\rho(1+\mu)}} \quad (2)$$

Fra (1) og (2) er:

$$\frac{V_p}{V_s} = \sqrt{\frac{1-\mu}{1/2-\mu}} \quad (3)$$

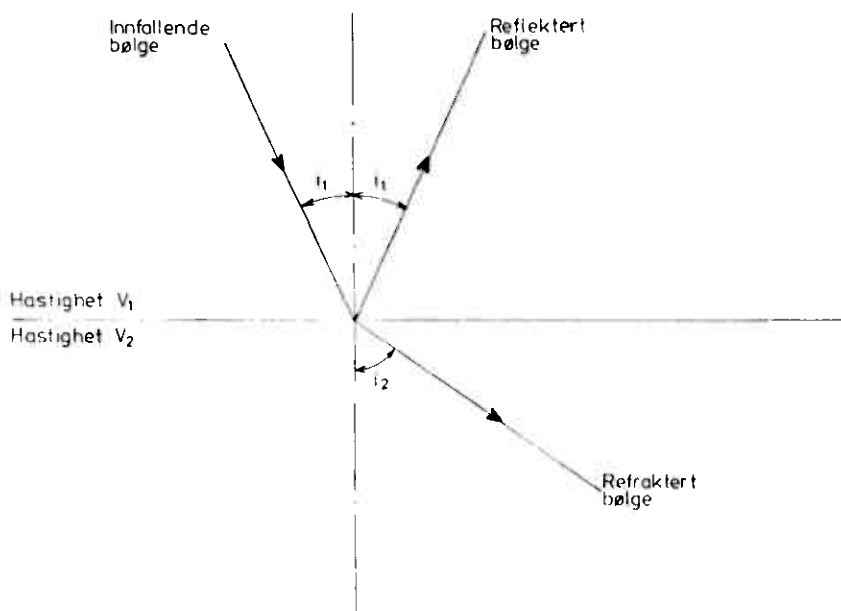
Poisson's tall er altså gitt ved forholdet mellom de seismiske hastighetene til P- og S-bølger. Dersom tettheten for et medium er kjent, kan de øvrige elastiske konstanter beregnes ved å måle P- og S-bølgens hastigheter.

De seismiske bølgene brer seg i alle retninger ut fra energikilden. Den strekning (s) bølgene tilbakelegger i tiden (t) er knyttet til hastigheten (v) etter formelen.

$$s = v \cdot t \quad (4)$$

Kjenner en hastigheten v, kan avstander beregnes ved å måle den tid (gangtid) bølger bruker på å tilbakelegge en viss strekning.

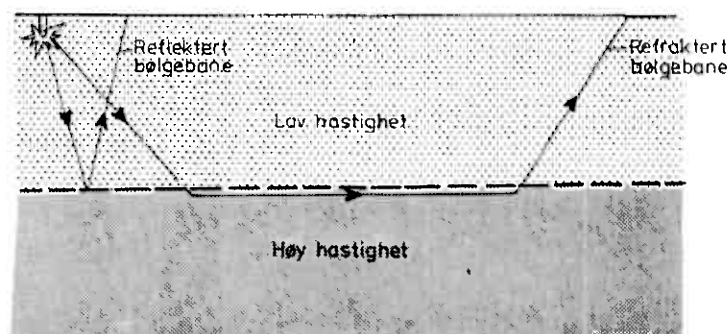
Ved overgang fra et medium med hastighet v_1 til et medium med hastighet v_2 vil samme bølgetype brytes (refrakteres) og reflekteres etter Snell's lov. Se fig. 2.



Figur 2.

SNELL'S LOV:
$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = \frac{v_1}{v_2} \quad (5)$$

Refleksjonsseismikk er basert på å registrere bølger som er reflektert fra laggrenser, mens refraksjonsseismikk er basert på å registrere refrakterte bølger. Se fig. 3.



Figur 3.

Refraksjonsmetoden gir normalt den fyldigste informasjon om de geologiske forhold, idet både hastigheter og lagtykkelser kan bestemmes.

Refleksjonsmetoden gir ingen hastighetsinformasjon, men har sin styrke i at forløpet av laggrenser kan bestemmes med stor detaljrikhet.

Ved de seismiske metodene forsøker en å tilpasse gangtidsobservasjoner til regnemodeller basert på formlene (4) og (5).

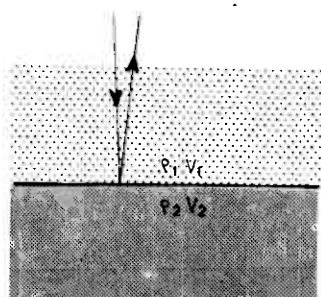
Som ved alle andre geofysiske metoder er det selve modelltilpasningen som er det kritiske trinn i anvendelsen. Selv om en kan forbedre målenøyaktigheten av størrelsens gangtid (t) og avstand (s) nær sagt ubegrenset, ligger den vesentlige usikkerhet i spørsmålet om hvor godt forutsetningene for modellen tilsvarer de virkelige fysiske forhold på målestedet.

Seismiske målinger influeres ikke, som f.eks. boringer av blokker og steiner i løsmasselag. Målingene kan utføres i vann, og dette gjør disse metodene godt egnet ved problemstillinger hvor andre metoder faller kostbare og tidkrevende.

REFLEKSJONSSEISMISKE MÅLINGER, PRINSIPPER OG ANVENDELSER

Ved refleksjonsseismiske målinger registreres bølger som forplanter seg vertikalt mot dypet og reflekteres fra grenser mellom lag med forskjell i størrelsens tetthet (ρ) multiplisert med seismisk hastighet (v).

Den brøkdelen av seismisk bølgeenergi som ved tilnærmet normalinnfall reflekteres tilbake fra grenseflaten mellom lag med indeks 1 og 2 h.h.v. er gitt ved refleksjonskoeffisienter, r . Se fig. 1.



$$r = \frac{\rho_2 v_2 - \rho_1 v_1}{\rho_2 v_2 + \rho_1 v_1}$$

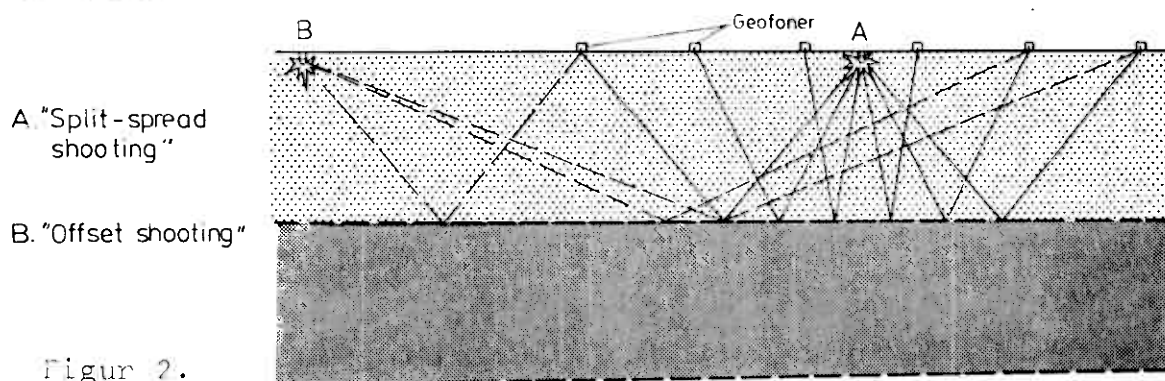
Figur 1.

Størrelsen ρv kalles akustisk impedans og er bestemmende for hvordan innfallende seismisk bølgeenergi blir fordelt på en reflektert og en transmittert bølge ved grenseflatene i en geologisk struktur.

I en flerlagdelt struktur er det ønskelig at refleksjonskoeffisienten har slike verdier at noe energi blir reflektert ved hver grenseflate, og at det samtidig transmitteres nok energi igjennom til å gi refleksjoner fra dypereliggende lag. Dersom refleksjonskoeffisienten ved en grenseflate er svært lav, vil denne ikke bli registrert av mangel på reflektert bølgeenergi. Er refleksjonskoeffisienten på den annen side ekstremt høy, vil lite eller ingen energi trenge gjennom og ned i underliggende strukturer.

Ved refleksjonsseismiske målinger langs en linje oppnår en et kontinuerlig profil av refleksjonstider. Tidsprofilen kan omsettes til et dybdeprofil dersom seismisk hastighet som funksjon av dypet er kjent. Disse hastighetene kan finnes ved refraksjonsseismiske målinger eller seismiske målinger i borrhull.

To alminnelige opplegg for refleksjonsseismiske målinger har fått navn etter plasseringen av energikilden i forhold til registreringspunktene.



Ved "split-spread shooting" avfyres ladninger i midten av en rekke med geofoner som forskyves trinnvis langs en ønsket målelinje (profil).

Ved "offset shooting" avfyres energikilden utenfor rekken av registreringspunkter. Denne oppstillingsformen brukes f.eks. ved målinger til sjøs. Se figur 2.

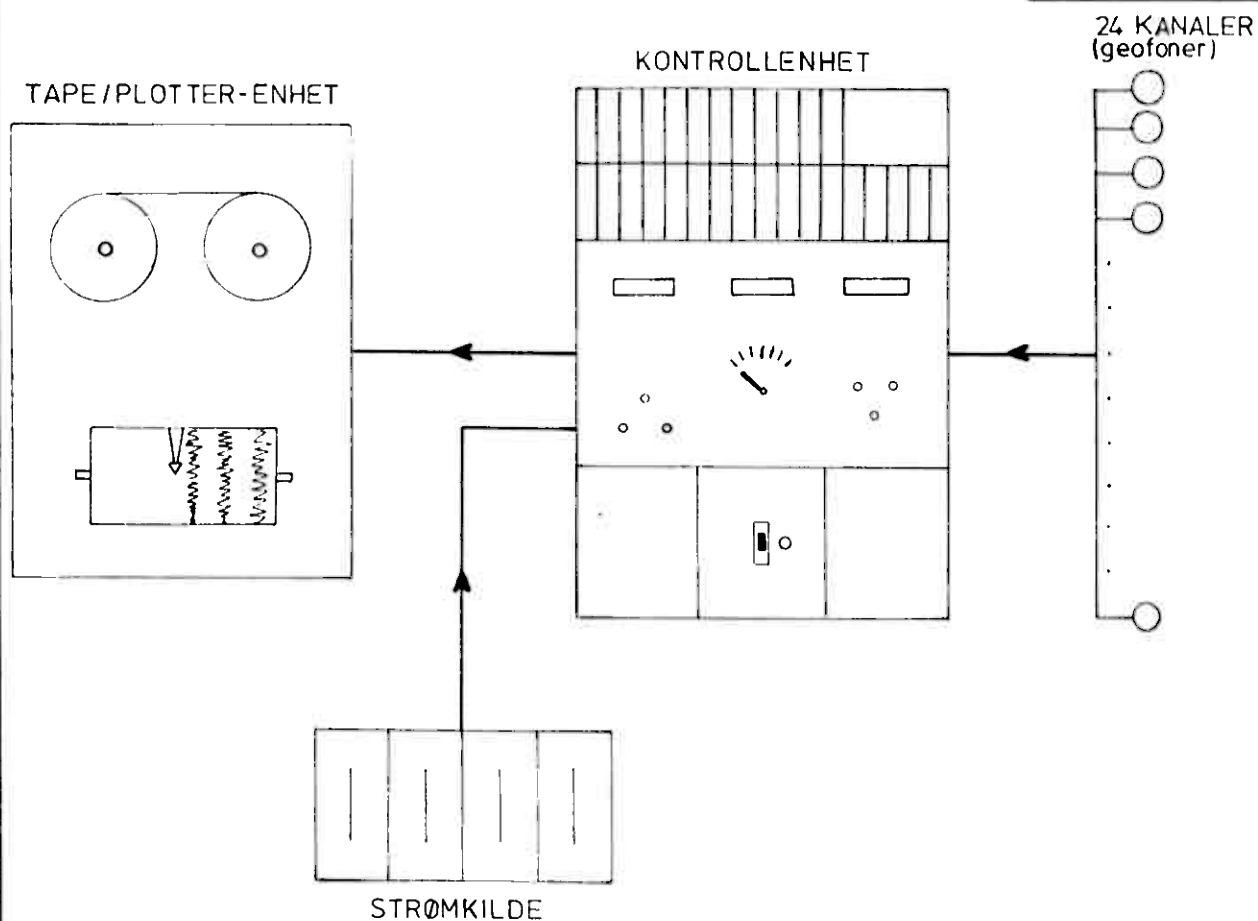
Registreringen av de reflekterte bølgene skjer ved at geofonene (hydrofonene) settes i svingninger. I geofonene blir svingningene omsatt til elektriske strømsignaler og ført frem til en sentral registreringsapparat gjennom elektriske kabler. Registreringsapparatene forsterker opp signalene og lagrer dem på magnetbånd (tape) eller skriver dem ut på en papirstrimmel (seismogram). Lagring av refleksjonsdata på magnetbånd i digital form tilpasset viderebehandling på elektroniske regnemaskiner har gjort metoden svært anvendelig.

Fordelen ved bruk av regnemaskiner er at svære datamasser lett kan systematiseres og presenteres som en helhet. Ved hjelp av digital filtrering kan en også velge ut de frekvenser hvor refleksjonene er kraftigst eller bølgene har størst nedtrengningsevne.

Ved refleksjonsseismiske målinger benyttes gjerne et stort antall geofoner eller grupper av geofoner. Hensikten med grupperingen er å eliminere uønskede bølgeformer og støy som dannes ved målingene. Slik støyeliminering kan også gjøres ved å gruppere skudd istedet for geofoner. Dette krever imidlertid relativt avansert registreringsutstyr.

Ved bruk av mange geofoner er det mulig å registrere refleksjoner fra samme punkt ved ulik plassering av skudd og geofoner. Ved å summere disse signalene oppnår en at svake refleksjoner trer tydeligere frem på seismogrammene. Dette kalles flerfoldig registrering eller summering og angis gjerne i % av en enkel dekning. Med f.eks. 600% dekning menes at hvert refleksjonspunkt er registrert 6 ganger.

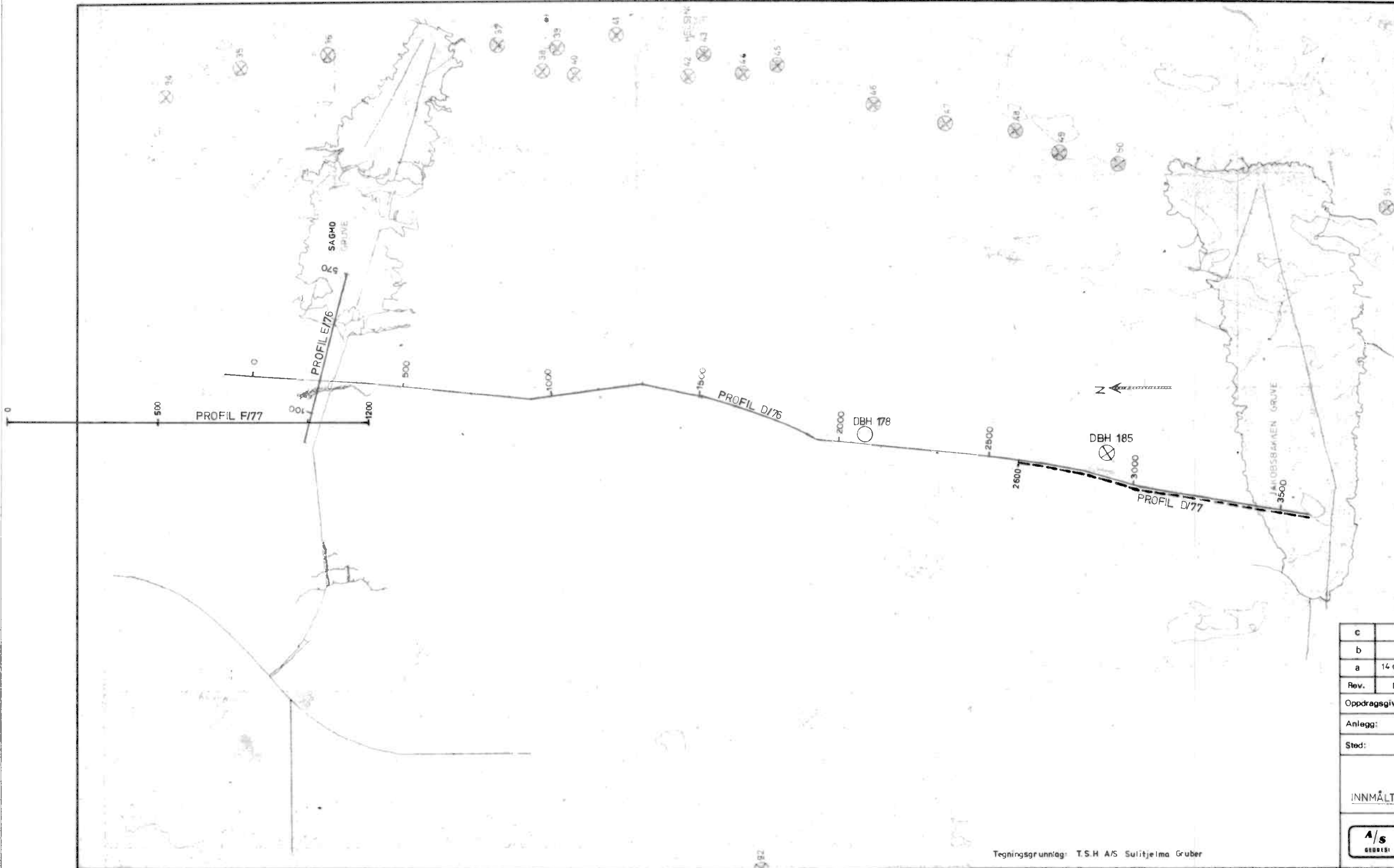
Refleksjonsmålinger er spesielt egnet til å innhente opplysninger om formasjoner og laggrenser i dybder av størrelsesorden $10^2 - 10^3$ m. Metoden er den mest benyttede seismiske metode i våre dager og har gjennomgått sin vesentlige utvikling ved leting etter olje og gass. I dag finner en imidlertid anvendelse for refleksjonsseismikk ved leting etter ressurser generelt og ved problemstillinger av ingeniørgeologisk karakter.



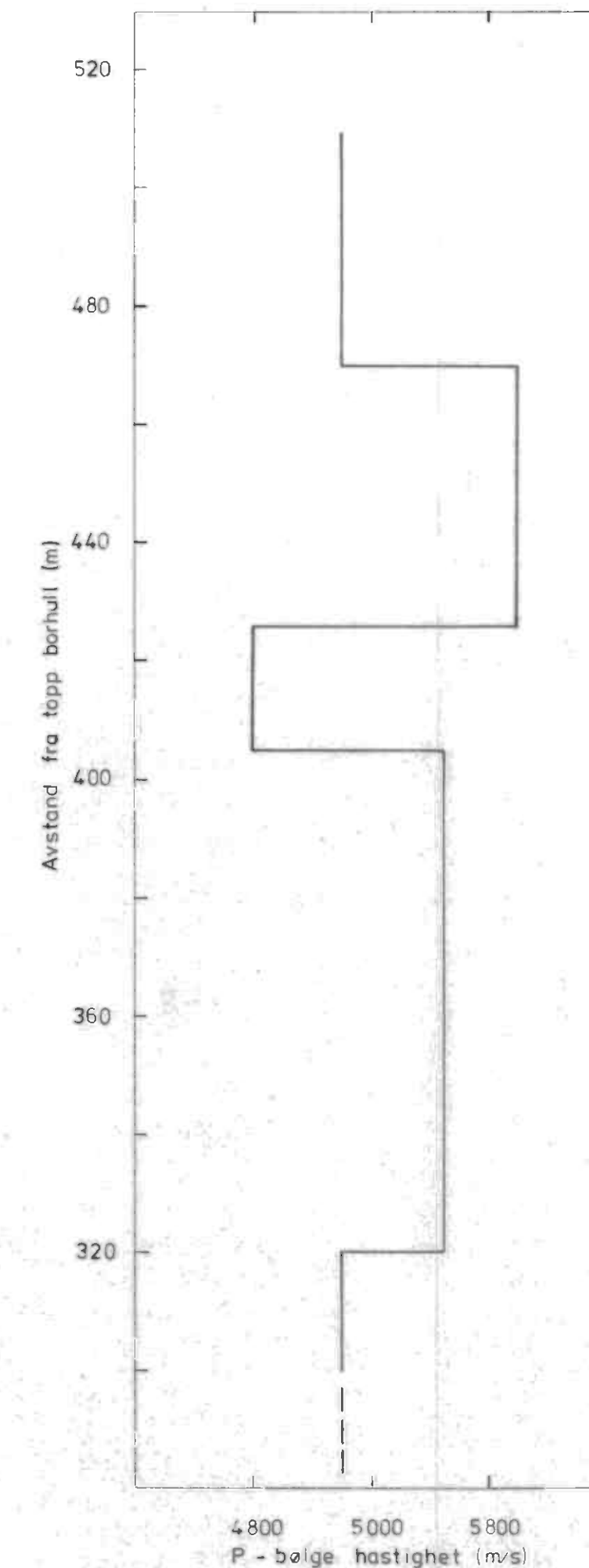
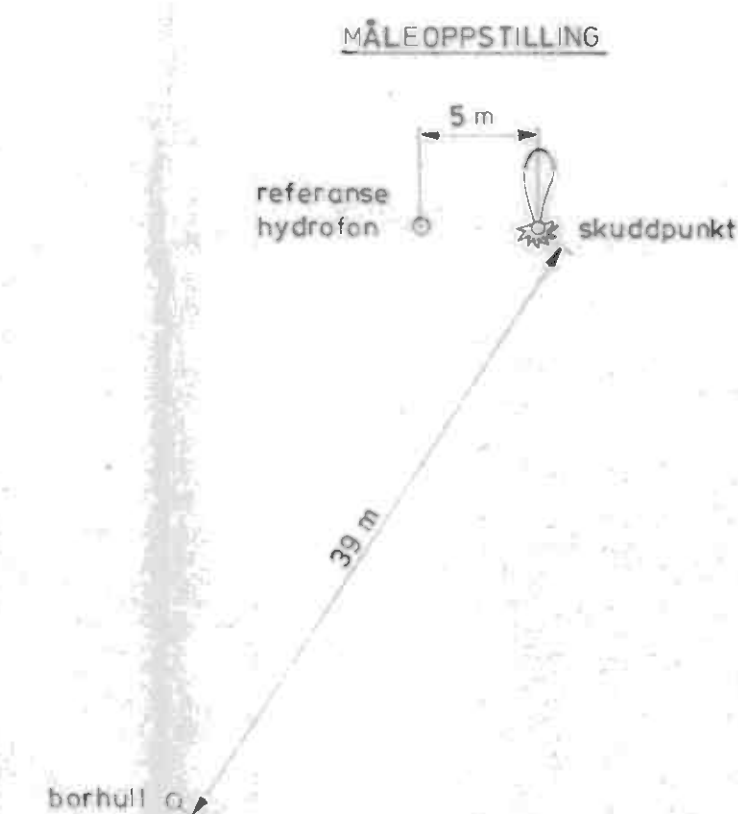
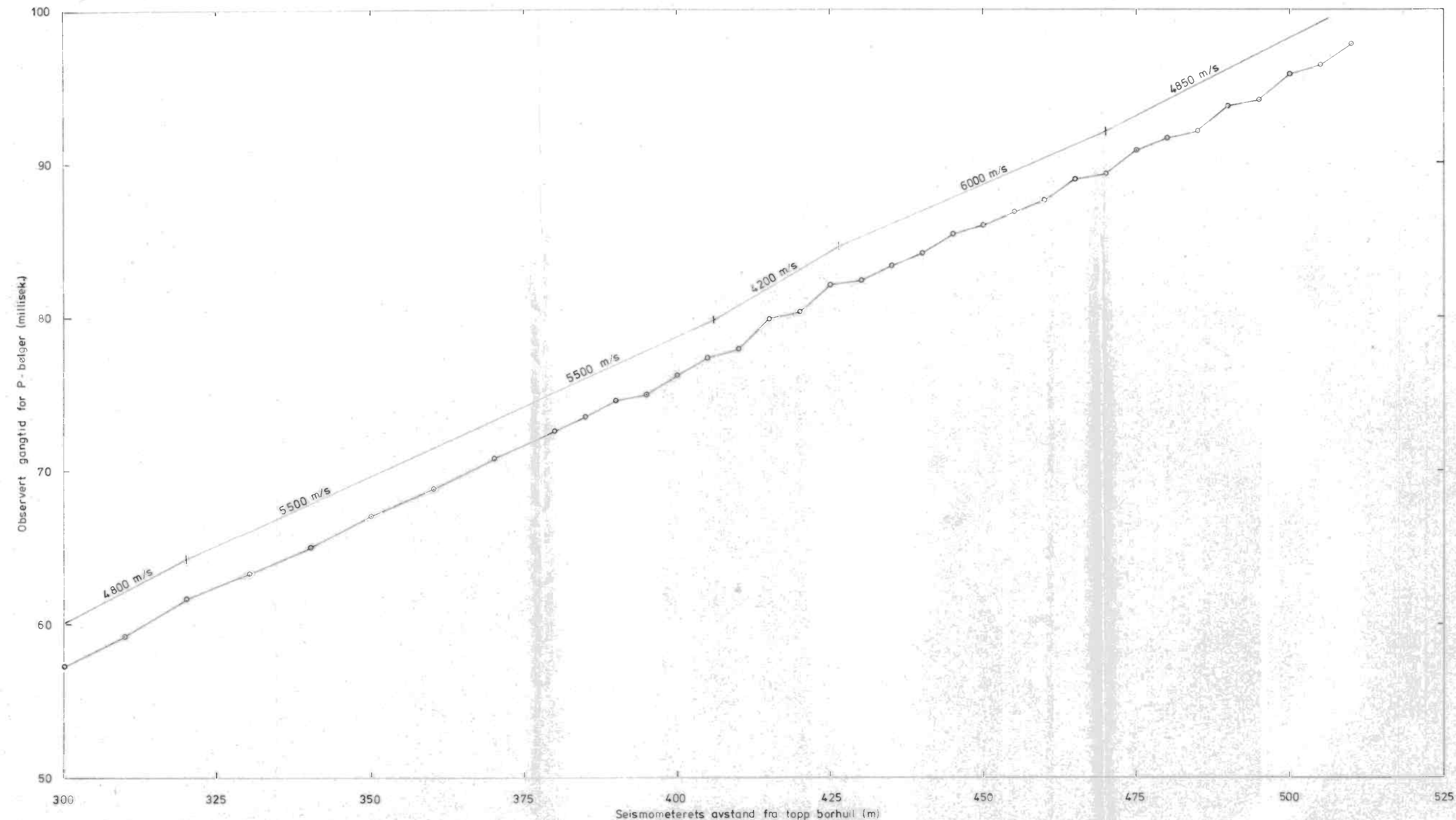
Antall kanaler: 24
 Samplingshastighet: 1/2 ms eller 1/4 ms
 Datalengde: 1 sek eller 2 sek
 Datalagring: Magnetbånd (tape) og/eller papirplott
 Strømkilde: 12 v likstrøm
 Vekt: { Kontrollenhet 32 kg
 { Tape/plotter-enhet: 35 kg

DHR-1632 digital seismisk registreringsutrustning

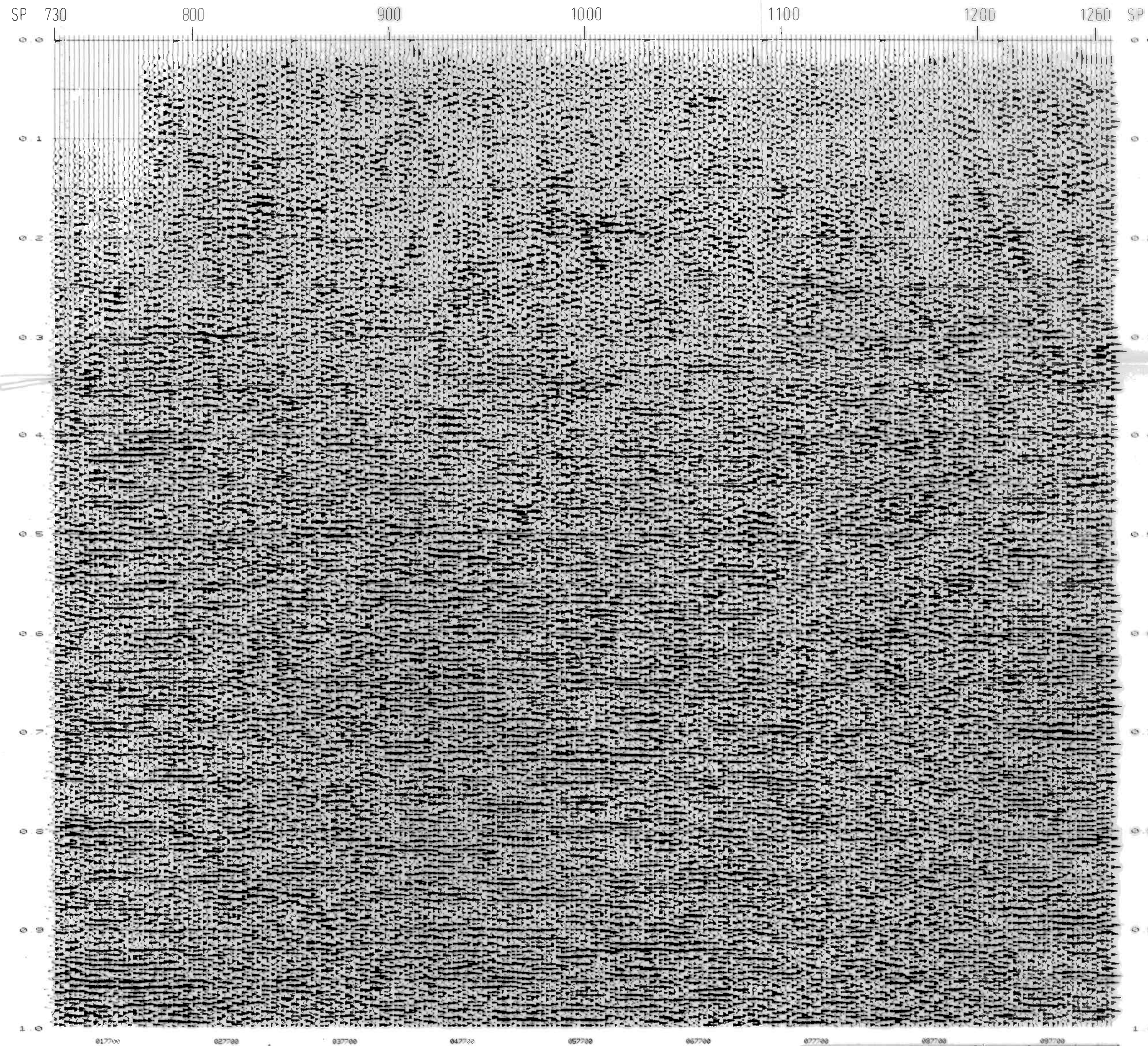
Spesifikasjoner og skjematisk opplegg for feltmålinger.



c			
b			
a	14 april -78	AD / AB	Profil F/77, D/77, DBH 185 omtrentlig inntegnet.
Rev.	Dato	Sign.	
Oppdragsgiver: A/S Sulitjelma Gruber			
Anlegg: Malmprospektering med seismikk			
Sted: Gjertrudfjell, Sulitjelma			
SITUASJONSPLAN DBH 178 INNMAÅLTE PROFIL-LINJER D & E/76			Målestokk 1:10 000
			Målt Beregn.
			Tegn. TSH 25/11 -76
			Kfr. TSH 10/12 -76
A/s GEOTEAM GEOLOGI · GEOFYSIKK · GEOFYSIKK · INGENIØRGEOLGI			Tegn. nr. 3358 - 24



c			
b			
a			
Rev.	Dato	Sign.	
Oppdragsgiver: A/S Sulitjelma Gruber			
Anlegg	DBH 185		
Sted	Gjertrudfjell		
GANGTIDSDIAGRAM OG HASTIGHETSLOGG		Målestokk	
FOR SEISMISKE P-BØLGER I DBH 185		Malt	ST Aug/sept-77
		Beregnet	AD Jan/febr-78
		Tegn.	AB April -78
		Kfr.	
A/s GEOTEAM GEOTEAM: GEOTEAM: GEOTEAM: GEOTEAM: GEOTEAM		Tegn. nr. 3358-40	



LINE F / 77

PROFILE METER 730 - 1267,5

4 x 400% FILTERED STACK

N → S



A/S GEOTEAM



SULITJELMA

JAKOBSBAKKEN, GJERTRUDFJELL

SHOT BY: A/S GEOTEAM DATE: AUG. 1977
 PROCESSED BY: GECO A/S DATE: AUG. 1977
 CONTRACT NO. 959 FIELD REEL NO. 6740, 6784, 6734, 6783

RECORDING DATA

	624	621	620	619	618	617	616	SP LOC. 1
	624	621	620	619	618	617	616	SP LOC. 2
	624	621	620	619	618	617	616	SP LOC. 3
	624	621	620	619	618	617	616	SP LOC. 4

SOURCE DYNAMITE
 OFFEND / SPLITSREAD

SP INTERVAL 30m (4 SHOTS IN EVERY POINT LOCATION)

GEOPHONES PER GROUP 1
 GROUPS 24
 GROUP INTERVAL 5m

INSTRUMENTS AMPLIFIER DHR-1632
 FILTER LO CUT 60 Hz
 RECORD LENGTH 1 sec
 SAMPLE RATE 1/2 ms
 TYPE AMPLITUDE CONTROL FIX POINT
 RECORDING TAPE 1/2" 800 BPI
 RECORDING FORMAT SEG Y

POLARITY CONVENTION: RECORDED POSITIVE NUMBER DISPLAYED AS A PEAK (BLACK)

PROCESSING SEQUENCE AND PARAMETERS

EDIT DEMULTIPLEX

RESAMPLE TO 1ms SAMPLE RATE
 BAND PASS FILTER Lc 60 Hz Hc 300 Hz
 SUMMER 4 SHOT VERTICAL SUM
 PRE PROCESSING: CDP GATHER

TYPE	MINIMUM PHASE INVERSE FILTER
MINIMUM PREDICTION DISTANCE	2 ms
MAXIMUM PREDICTION DISTANCE	50 ms
LENGTH OF OPERATOR	50 ms
NO OF AUTOCORR WINDOWS	1
STOP OF AUTOCORR	920 ms
STOP OF DECONVOLUTION	1000 ms

NMO/STACK 400% INTERVAL VELOCITY APPROX. 5000 m/sec.
 BAND PASS FILTER Lc 100 Hz Hc 300 Hz SLOPES 48 dB/Oct.
 DATUM PLANE 780m
 PLAYBACK SCALES HORIZONTAL 5tr/cm
 VERTICAL 40cm/sec.
 GAIN: 15 dB
 BIAS: 0%

HORIZONTAL SCALE 1:1250



GEOTEAM
 RE 50219/6663 15.0
 LINE F 77

A/S GEOTEAM
 GEOTEAM GEOTEAM GEOTEAM GEOTEAM

Tegn. nr. 3358-41

LINE F / 77

PROFILE METER 730 - 1267,5

4x400% FILTERED STACK

N → S

A/S GEOTEAM

SULITJELMA

JAKOBSBAKKEN, GJERTRUDFJELL

SHOT BY A/S GEOTEAM DATE AUG 1977
 PROCESSED BY GECO A/S DATE AUG 1977
 CONTRACT NO 959 FIELD REEL NO 6740, 6784, 6734, 6763

RECORDING DATA

SOURCE DYNAMIC
 OFFEND / SPLITSPEAD
 SP INTERVAL 30m (4 SHOTS IN EVERY POINT LOCATION)
 GEOPHONES PER GROUP 24
 GROUPS 24
 GROUP INTERVAL 5m

INSTRUMENTS AMPLIFIER DHR-1632
 FILTER LO CUT 50 Hz
 RECORD LENGTH 1 sec
 SAMPLE RATE 1/2 ms
 TYPE AMPLITUDE CONTROL FIX POINT
 RECORDING TAPE 800 BPI
 RECORDING FORMAT SEG Y

POLARITY CONVENTION RECORDED POSITIVE NUMBER DISPLAYED AS A PEAK (BLACK)

PROCESSING SEQUENCE AND PARAMETERS

EDIT DEMULTIPLEX
 RESAMPLE TO 1ms SAMPLE RATE
 BAND PASS FILTER Lc 60 Hz Hc 300 Hz
 SUMMER 4 SHOT VERTICAL SUM
 PRE PROCESSING CDP GATHER

DBS TYPE MINIMUM PHASE INVERSE FILTER
 MINIMUM PREDICTION DISTANCE 2 ms
 MAXIMUM PREDICTION DISTANCE 50 ms
 LENGTH OF OPERATOR 50 ms
 NO OF AUTOCORR WINDOWS 1
 STOP OF AUTOCORR 920 ms
 STOP OF DECONVOLUTION 1000 ms

NMO / STACK 400% INTERVAL VELOCITY APPROX 5000 m/sec
 BAND PASS FILTER Lc 90 Hz Hc 200 Hz SLOPES 48 dB/Oct

DATUM PLANE 760m
 PLAYBACK SCALES HORIZONTAL 5tr/cm
 VERTICAL 40cm/sec
 GAIN 15 dB
 BIAS 0 %

HORIZONTAL SCALE 1 1250

0 10 20 TRACES
 0 25 50m

A/S GEOTEAM

Tegn. nr. 3358-42

LINE F / 77

PROFILE METER 730 - 1267,5

4x400% FILTERED STACK

N → S

A/S GEOTEAM

SULITJELMA

JAKOBSBAKKEN, GJERTRUDFJELL

SHOT BY: A/S GEOTEAM
 PROCESSED BY: GECO A/S
 CONTRACT NO: 959
 DATE: AUG 1977
 DATE: AUG 1977
 FIELD REEL NO: 6740, 6784, 6734, 6783

RECORDING DATA

SP	1260	1200	1100	1000	900	800	730	SP
----	------	------	------	------	-----	-----	-----	----

SOURCE: DYNAMITE
 OFFEND / SPLITSREAD: 624 // 621 620 619 618 617 // 61
 SP INTERVAL: 30m (4 SHOTS IN E/ER/ POINT LOCATION)
 GEOPHONES PER GROUP: 1
 GROUPS: 24
 GROUP INTERVAL: 5m
 INSTRUMENTS: AMPLIFIER: DHR 1632
 FILTER: LO CUT 50Hz
 RECORD LENGTH: 1 sec
 SAMPLE RATE: 1/2ms
 TYPE AMPLITUDE CONTROL: FIX POINT
 RECORDING TAPE: 1/2 800 BPI
 RECORDING FORMAT: SEG Y
 POLARITY CONVENTION: RECORDED POSITIVE NUMBER DISPLAYED AS A PEAK (BLACK)

PROCESSING SEQUENCE AND PARAMETERS

EDIT DEMULTIPLEX

RESAMPLE TO 1ms SAMPLE RATE
 BAND PASS FILTER Lc 60Hz Hc 300Hz
 SUMMER 4 SHOT VERTICAL SUM
 MUTE TRACES START MUTE STOP MUTE
 SP 55ms 130ms
 +1 -1 70ms 145ms
 +2 -2 85ms 160ms
 (+N, -N) (55ms+N-15ms) (130ms+N-15ms)

PRE PROCESSING CDP GATHER

DBS TYPE MINIMUM PHASE INVERSE FILTER
 MINIMUM PREDICTION DISTANCE 2ms
 MAXIMUM PREDICTION DISTANCE 50ms
 LENGTH OF OPERATOR 50ms
 NO OF AUTOCORR WINDOWS 1
 STOP OF AUTOCORR 920ms
 STOP OF DECONVOLUTION 1000ms

NMO/STACK 400% INTERVAL VELOCITY APPROX 5000m/sec
 BAND PASS FILTER Lc 100Hz Hc 300Hz SLOPES 48 dB/Oct
 DATUM PLANE 780m
 PLAYBACK SCALES HORIZONTAL 5tr/cm
 VERTICAL 40cm/sec
 GAIN 15dB
 BIAS 0%

HORIZONTAL SCALE 1"=1250

0 10 20 TRACES
 0 25 50m

A/s GEOTEAM

Tegn. nr. 3358-43

LINE F / 77
PROFILE METER 730 - 1267,5

4x400% FILTERED STACK
N —————> S



A/S GEOTEAM



SULITJELMA

JAKOBSBAKKEN, GJERTRUDFJELL

SHOT BY A/S GEOTEAM DATE AUG 1977
PROCESSED BY GECO A/S DATE AUG 1977
CONTRACT NO 959 FIELD REEL NO 6740, 6784, 6734, 6763

RECORDING DATA

SP LOC 1 624 // 621 620 619 618 617 // 61
SP LOC 2 624 // 621 620 619 618 617 // 61
SP LOC 3 624 // 621 620 619 618 617 // 61
SP LOC 4 624 // 621 620 619 618 617 // 61

SOURCE

DYNAMITE
OFFEND / SPLITSREAD
SP INTERVAL 30m (4 SHOTS IN EVERY POINT LOCATION)

GEOPHONES PER GROUP 1
GROUPS 24
GROUP INTERVAL 5m

INSTRUMENTS

AMPLIFIER DHR-1632
FILTER LO CUT 50Hz
RECORD LENGTH 1 sec
SAMPLE RATE 1/2ms
TYPE AMPLITUDE CONTROL FIX POINT
RECORDING TAPE 800 BPI
RECORDING FORMAT SEG Y

POLARITY CONVENTION: RECORDED POSITIVE NUMBER DISPLAYED AS A PEAK (BLACK)

PROCESSING SEQUENCE AND PARAMETERS

EDIT DEMULTIPLEX

RESAMPLE TO 1ms SAMPLE RATE
BAND PASS FILTER Lc 60 Hz Hc 300Hz
SUMMER 4 SHOT VERTICAL SUM
PRE PROCESSING CDP GATHER

DBS

TYPE MINIMUM PHASE INVERSE FILTER
MINIMUM PREDICTION DISTANCE 2 ms
MAXIMUM PREDICTION DISTANCE 50 ms
LENGTH OF OPERATOR 50 ms
NO OF AUTOCORR WINDOWS 1
STOP OF AUTOCORR 920 ms
STOP OF DECONVOLUTION 1000 ms

NMO

CDP DIP REMOVAL USING VELOCITY FILTER
NMO/STACK 400% INTERVAL VELOCITY APPROX 5000 m/sec
BAND PASS FILTER Lc 100Hz Hc 300Hz SLOPES 4.8 dB/Oct

DATUM PLANE 750m
PLAYBACK SCALES

HORIZONTAL 5tr/cm
VERTICAL 40cm/sec
GAIN 15 dB
BIAS 0%

HORIZONTAL SCALE 1:1250

0 10 20 TRACES
0 25 50m

A/S GEOTEAM
GEOTEAM GEOTEAM GEOTEAM GEOTEAM

Tegn. nr. 3358-44

LINE F / 77

PROFILE METER 730 - 1267,5

4x400% FILTERED STACK

N → S

A/S GEOTEAM

SULITJELMA

JAKOBSBAKKEN, GJERTRUDFJELL

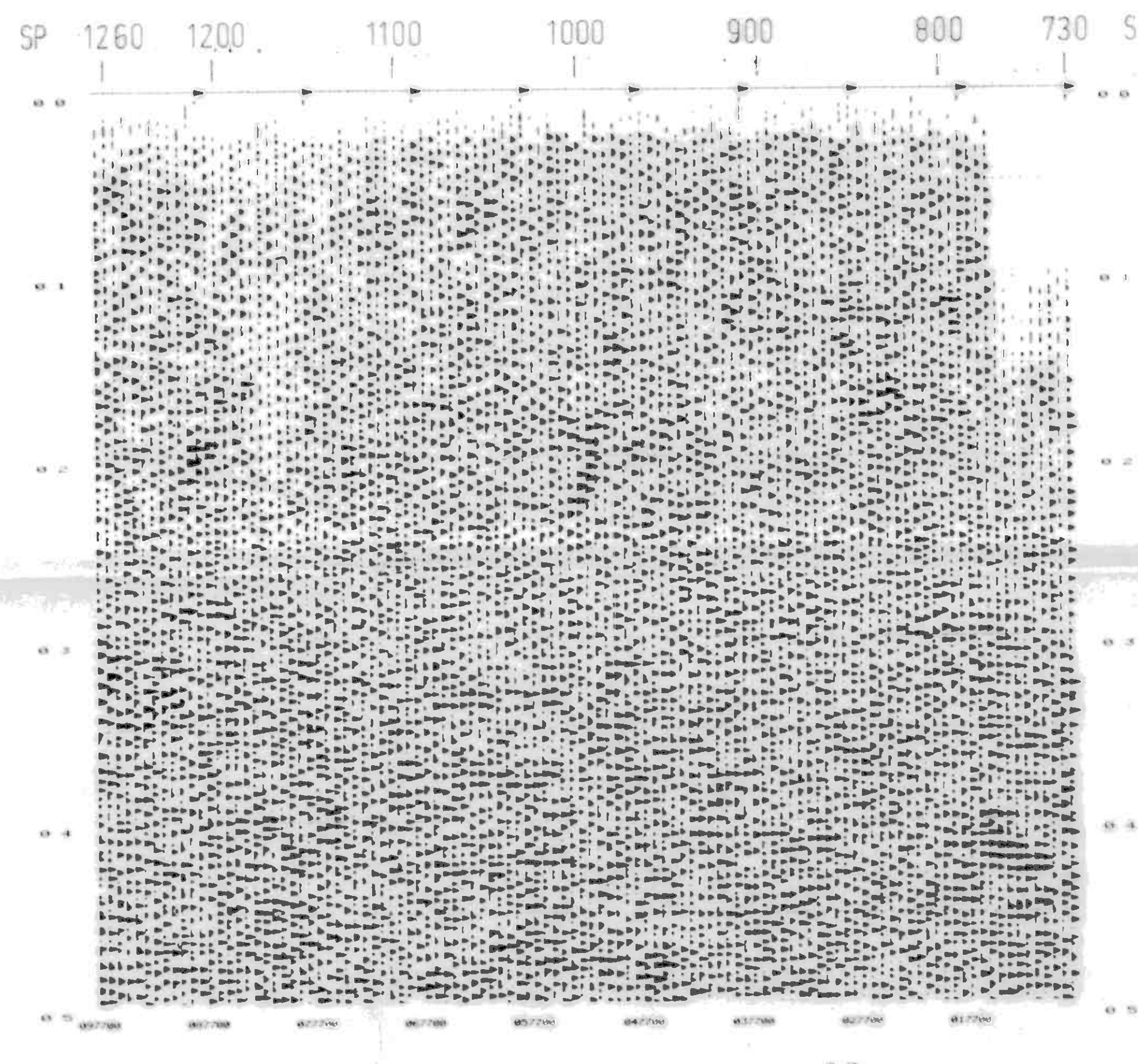
SHOT BY A/S GEOTEAM DATE AUG 1977
 PROCESSED BY GECO A/S DATE AUG 1977
 CONTRACT NO 959 FIELD REEL NO 6740, 6784, 6734, 6763

RECORDING DATA
 SOURCE DYNAMITE
 OFFEND / SPLITSREAD
 SP INTERVAL 30m (4 SHOTS IN E/ER/ POINT LOCATION)
 GEOPHONES PER GROUP 1
 GROUPS 24
 GROUP INTERVAL 5m
 INSTRUMENTS AMPLIFIER OHR-1632
 FILTER LO CUT 50 Hz
 RECORD LENGTH 1 sec
 SAMPLE RATE 1/2 ms
 TYPE AMPLITUDE CONTROL FIX POINT
 RECORDING TAPE 1/2 800 BPI
 RECORDING FORMAT SEG Y
 POLARITY CONVENTION: RECORDED POSITIVE NUMBER DISPLAYED AS A PEAK (BLACK)

PROCESSING SEQUENCE AND PARAMETERS
 EDIT DEMULTIPLEX
 RESAMPLE TO 1ms SAMPLE RATE
 BAND PASS FILTER Lc 60 Hz Hc 300 Hz
 SUMMER 4 SHOT VERTICAL SUM
 PRE PROCESSING CDP GATHER
 DBS TYPE MINIMUM PHASE INVERSE FILTER
 MINIMUM PREDICTION DISTANCE 2 ms
 MAXIMUM PREDICTION DISTANCE 50 ms
 LENGTH OF OPERATOR 50 ms
 NO OF AUTOCORR WINDOWS 1
 STOP OF AUTOCORR 920 ms
 STOP OF DECONVOLUTION 1000 ms
 NMO/STACK 200% TRACES DELETED 1,3,5,7,9,11,13,15,17,19,21 AND 23
 INTERVAL VELOCITY APPROX. 5000 m/sec.
 2 ADJACENT TRACES SUMMED
 BAND PASS FILTER Lc 100 Hz Hc 300 Hz SLOPES 48 dB/Oct
 DATUM PLANE 760m
 PLAYBACK SCALES HORIZONTAL 5tr/cm
 VERTICAL 40cm/sec
 GAIN 9 dB
 BIAS 0 %

HORIZONTAL SCALE 1:2500

0 10 20 TRACES
 0 25 50m



A/S GEOTEAM
 GEOD. GEOFYSIK. GEOTEKN. INGENIØRGEOL.

Tegn. nr. 3358-45

LINE F177
PROFILE METER 85 - 1105
2x1200% FILTERED STACK
→ S



A/S GEOTEAM



SULITJELMA
JAKOBSBAKKEN , GJERTRUDFJELL

SHOT BY : A/S GEOTEAM
PROCESSED BY : GECO
CONTRACT NO : 959
DATE: SEPTEMBER 1977
DATE: JANUARY 1978
FIELD REEL NO : 36-2103683 02-2206210
36-2103695 39-2057791
36-2103684 02-2206211

RECORDING DATA

SOURCE
CABEL DYNAMITE
OFFEND 5m OFFSET BETWEEN SHOT AND NEAREST
GROUP (PROCESSED AS SPLITSREAD)
SP INTERVAL 20 m (4 SHOTS IN EVERY POINT LOCATION)

GEOPHONES PER GROUP 1
GROUPS 24
GROUP INTERVAL 10m

INSTRUMENTS
AMPLIFIER DHR-1632
FILTER LO CUT 60 Hz
RECORD LENGTH 1 sec
SAMPLE RATE 1/2ms
TYPE AMPLITUDE CONTROL FIX POINT
RECORDING TAPE 1/2 800 BPI
RECORDING FORMAT SEG Y

POLARITY CONVENTION RECORDED POSITIVE NUMBER DISPLAYED AS A PEAK (BLACK)

PROCESSING SEQUENCE AND PARAMETERS

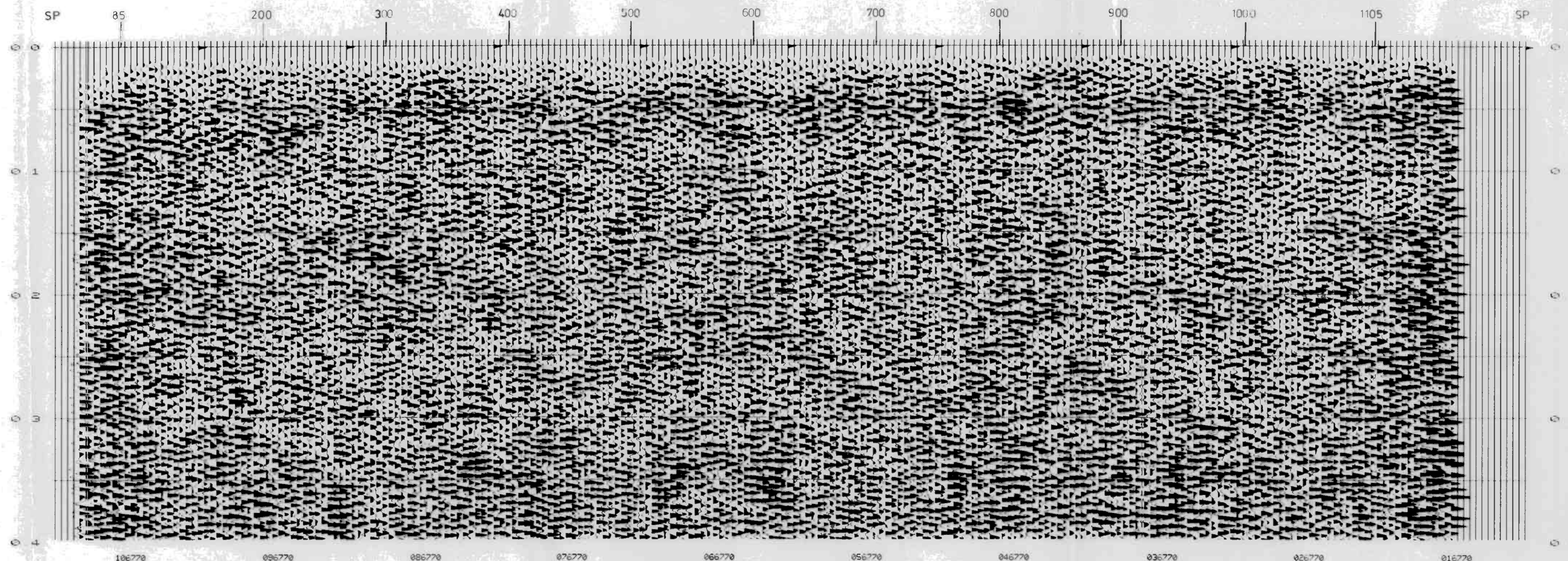
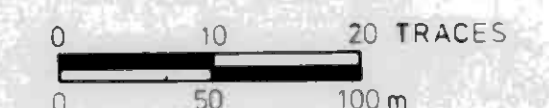
EDIT / DEMULTIPLEX
BAND PASS FILTER Lc 60 Hz Hc 300 Hz
SUMMER 2 SHOT VERTICAL SUM
PRE PROCESSING CDP GATHER
PROCESSING LENGTH 400 ms

TYPE MINIMUM PHASE INVERSE FILTER
MINIMUM PREDICTION DISTANCE 2 ms
MAXIMUM PREDICTION DISTANCE 50 ms
LENGTH OF OPERATOR 50 ms
NO OF AUTOCORR WINDOWS 1
STOP OF AUTOCORR 320 ms
STOP OF DECONVOLUTION 400 ms

NMO/STACK 1200% INTERVAL VELOCITY APPROX. 5000 m/sec
BAND PASS FILTER Lc 100 Hz Hc 200 Hz SLOPES 48 DB/oct.
RESAMPLE TO 1ms SAMPLE RATE

DATUM PLANE 780m
PLAYBACK SCALES
HORIZONTAL 5 tr / cm
VERTICAL 40cm / sec
GAIN 25 dB
BIAS -2 %

HORIZONTAL SCALE 1: 2 500



GEOTEAM
RE 55205 LOC 0155 25.-2
LINE F177

A/S GEOTEAM
REKREI GEOFYSIK GEOTEKNISK INGENIØRBYRØ

Tegn. nr. 3358-46



GEC
NORWAY

SHOT BY : A/S GEOTEAM DATE: SEPTEMBER 1977
 PROCESSED BY: GECO DATE: JANUARY 1978
 CONTRACT NO : 959 FIELD REEL NO : 36-2103683 02-2206210
 36-2103695 39-2057791
 36-2103684 02-2206211

```

SOURCE          DYNAMITE
CABEL           OFFEND 5m  OFFSET BETWEEN SHOT AND NEAREST
                GROUP  (PROCESSED AS SPLITSREAD)
                SP INTERVAL  20 m  (4 SHOTS IN EVERY POINT LOCATION)

                GEOPHONES PER GROUP      1
                GROUPS                    24
                GROUP INTERVAL            10m

INSTRUMENTS     AMPLIFIER                 DHR-1632
                FILTER                     LO CUT  60 Hz
                RECORD LENGTH              1 sec
                SAMPLE RATE               1/2 ms
                TYPE AMPLITUDE CONTROL    FIX POINT
                RECORDING TAPE            1/2"  800 BPI
                RECORDING TAPE            SEG Y

```

POLARITY CONVENTION: RECORDED POSITIVE NUMBER DISPLAYED AS A PEAK (BLACK)

```

EDIT / DEMULTIPLEX
BAND PASS FILTER Lc 60 Hz Hc 300Hz
SUMMER 2 SHOT VERTICAL SUM
PRE PROCESSING : COP GATHER
PROCESSING LENGTH 400 ms.

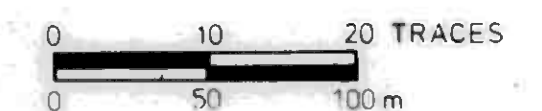
TYPE MINIMUM PHASE INVERSE FILTER
MINIMUM PREDICTION DISTANCE 2 ms
MAXIMUM PREDICTION DISTANCE 50 ms
LENGTH OF OPERATOR 50 ms
NO OF AUTOCORR WINDOWS 1
STOP OF AUTOCORR 320 ms
STOP OF DECONVOLUTION 400 ms

NMO/STACK 600% INTERVAL VELOCITY APPROX. 5000 m/sec
BAND PASS FILTER Lc 100 Hz, Hc 200 Hz , SLOPES 48 DB/oct.
RESAMPLE TO 1ms SAMPLE RATE

DATUM PLANE 760m
PLAYBACK SCALES
HORIZONTAL 5 tr / cm
VERTICAL 40cm / sec.
GAIN : 25 dB
BIAS : -2 %

```

HORIZONTAL SCALE 1: 2 500



A/s GEOTEAM
GRØDDEI GEOFYSIKK GEOTEKNIKK INGENIØRLOGI

Tegn. nr. 3358-47

LINE D177
 PROFILE METER 2610 - 3570
 2x1200% FILTERED STACK
 S



A/S GEOTEAM



SULITJELMA
 JAKOBSBAKKEN , GJERTRUDFJELL

SHOT BY : A/S GEOTEAM DATE: SEPTEMBER 1977
 PROCESSED BY: GECO DATE: JANUARY 1978
 CONTRACT NO: 959 FIELD REEL NO: 36-2103657 02-2206208 14-2106788
 05-2184201 14-2144357 14-2144356
 14-2144354 14-2144350 05-2184203
 05-2184198 05-2184209 15-2167384 15-2167392

RECORDING DATA

SOURCE DYNAMITE
 CABEL OFFEND 5 m OFFSET BETWEEN SHOT AND NEAREST
 GROUP (PROCESSED AS SPLITSREAD)
 SP INTERVAL 20 m (4 SHOTS IN EVERY POINT LOCATION)

GEOPHONES PER GROUP 1
 GROUPS 24
 GROUP INTERVAL 10 m

INSTRUMENTS AMPLIFIER OHR-1632
 FILTER LO CUT 60 Hz
 RECORD LENGTH 1 sec
 SAMPLE RATE 1/2 ms
 TYPE AMPLITUDE CONTROL FIX POINT
 RECORDING TAPE 800 BPI
 RECORDING FORMAT SEG Y

POLARITY CONVENTION: RECORDED POSITIVE NUMBER DISPLAYED AS A PEAK (BLACK)

PROCESSING SEQUENCE AND PARAMETERS

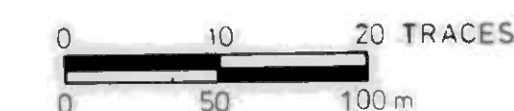
EDIT / DEMULTIPLEX
 BAND PASS FILTER Lc 60 Hz Hc 300 Hz
 SUMMER 2 SHOT VERTICAL SUM
 PRE PROCESSING CDP GATHER
 PROCESSING LENGTH 400 ms

TYPE MINIMUM PHASE INVERSE FILTER
 MINIMUM PREDICTION DISTANCE 2 ms
 MAXIMUM PREDICTION DISTANCE 50 ms
 LENGTH OF OPERATOR 50 ms
 NO OF AUTOCORR WINDOWS 1
 STOP OF AUTOCORR 320 ms
 STOP OF DECONVOLUTION 400 ms

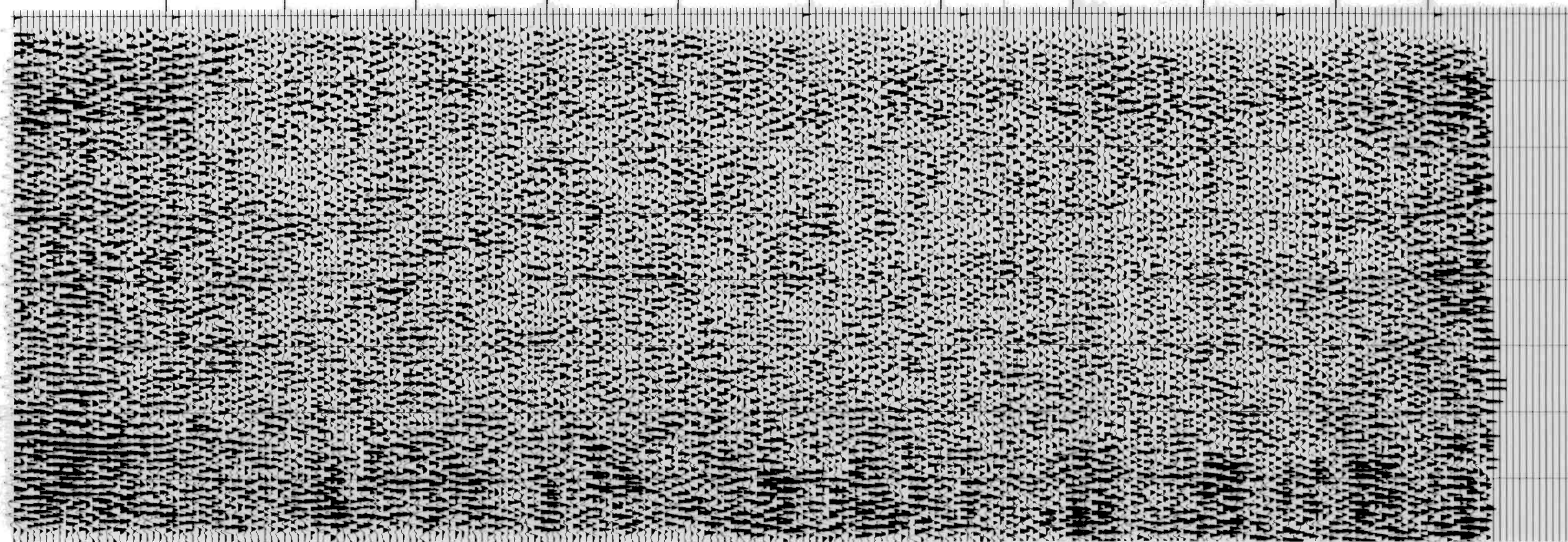
NMO/STACK 1200% INTERVAL VELOCITY APPROX 5000 m/sec
 BAND PASS FILTER Lc 100 Hz Hc 200 Hz SLOPES 48 DB/oct
 RESAMPLE TO 1ms SAMPLE RATE

DATUM PLANE 760m
 PLAYBACK SCALES HORIZONTAL 5 tr/cm
 VERTICAL 40cm/sec
 GAIN 25 dB
 BIAS -2 %

HORIZONTAL SCALE 1: 2 500



SP 2610 2700 2800 2900 3000 3100 3200 3300 3400 3500 3570 SP



014770 024770 034770 044770 054770 064770 074770 084770 094770 104770

GEOTEAM
 RE 57508 LOC 0151 25.-2
 LINE D177
 SS

A/s GEOTEAM
 GEOTEAM GEOTEAM GEOTEAM

Tegn. nr. 3358-48

LINE D177
PROFILE METER 2610 - 3570
2x 600% FILTERED STACK
S



A/S GEOTEAM



SULITJELMA
JAKOBSBAKKEN, GJERTRUDFJELL

SHOT BY: A/S GEOTEAM DATE: SEPTEMBER 1977
PROCESSED BY: GECO DATE: JANUARY 1978
CONTRACT NO: 959 FIELD REEL NO: 36-2103657 02-2206208 14-2106788
05-2184201 14-2144357 14-2144356
14-2144354 14-2144350 05-2184203
05-2184198 05-2184209 15-2167384 15-2167392

RECORDING DATA

SOURCE DYNAMITE
CABEL OFFEND 5 m OFFSET BETWEEN SHOT AND NEAREST
GROUP (PROCESSED AS SPLITSREAD)
SP INTERVAL 20 m (4 SHOTS IN EVERY POINT LOCATION)

GEOPHONES PER GROUP 1
GROUPS 24
GROUP INTERVAL 10 m

INSTRUMENTS AMPLIFIER OHR-1632
FILTER LO CUT 60 Hz
RECORD LENGTH 1 sec
SAMPLE RATE 1/2 ms
TYPE AMPLITUDE CONTROL FIX POINT
RECORDING TAPE 800 BPI
RECORDING FORMAT SEG Y

POLARITY CONVENTION: RECORDED POSITIVE NUMBER DISPLAYED AS A PEAK (BLACK)

PROCESSING SEQUENCE AND PARAMETERS

EDIT / DEMULTIPLEX
BAND PASS FILTER Lc 60 Hz Hc 300 Hz
SUMMER 2 SHOT VERTICAL SUM
PRE PROCESSING CDP GATHER
PROCESSING LENGTH 400 ms

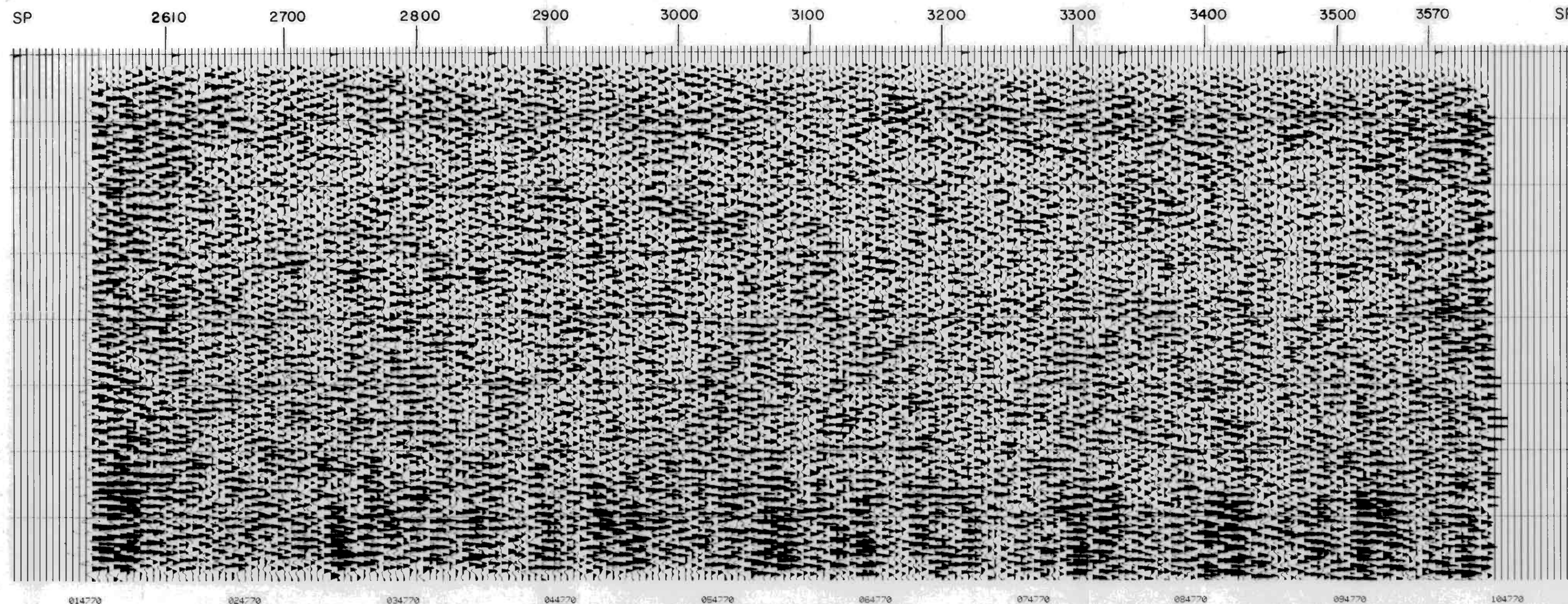
TYPE MINIMUM PHASE INVERSE FILTER
MINIMUM PREDICTION DISTANCE 2 ms
MAXIMUM PREDICTION DISTANCE 50 ms
LENGTH OF OPERATOR 50 ms
NO OF AUTOCORR WINDOWS 1
STOP OF AUTOCORR 320 ms
STOP OF DECONVOLUTION 400 ms

NMO/STACK 600% INTERVAL VELOCITY APPROX 5000 m/sec
BAND PASS FILTER Lc 100 Hz Hc 200 Hz SLOPES 48 DB/oct.
RESAMPLE TO 1 ms SAMPLE RATE

DATUM PLANE 780 m
PLAYBACK SCALES HORIZONTAL 5 tr/cm
VERTICAL 40 cm/sec
GAIN 25 dB
BIAS -2 %

HORIZONTAL SCALE 1: 2 500

0 10 20 TRACES
0 50 100 m



GEOTEAM
RE 44238 LOC 13289 25 -2
LINE D177
SS

A/S GEOTEAM
GEOLOGI GEOTEAM INGENIØRLOGI

Tegn. nr. 3358-49

Rapport nr. 3358.05 Stabekk, 2.3.77

REFLEKSJONSSEISMISKE MÅLINGER
I SULITJELMA

FOR A/S SULITJELMA GRUBER

A/S GEOTEAM

Hovedkontor

Wm.Thranesgt. 98, Oslo 1 - Tlf. (02) 379785

Tlx. 18489 gt n

Geofysisk avdeling

Gl. Drammensvei 48, 1320 Stabekk

Tlf. 123790

Refleksjonsseismiske målinger
i Sulitjelma
for A/S Sulitjelma Gruber

INNHold

Innledning.....	side 1
Feltarbeid/datainnsamling/oppmåling.....	" 1
Dataanalyse/presentasjon av resultater.....	" 3
Sammendrag/konklusjoner.....	" 8

APPENDIX, BILAG OG TEGNINGER

Appendix 1	:	Metodeforsøk og tekniske erfaringer, resymé.
Bilag S 1	:	Seismiske metoder, generelt grunnlag.
" S 3	:	Refleksjonsseismiske målinger, prinsipper og anvendelser.
" S 22	:	Seismiske hastigheter i fjellgrunnen.
" S 30	:	DHR-1632 seismisk registreringsutrustning.
" S 31	:	Refleksjonsseismiske profiler - parametre.
Tegning 3358-24	:	Situasjonsplan: DBH 178. Innmålte profil - linjer D & E 76.
" 3358-25	:	Gangtidsdiagram og hastighetslogg for seismiske P-bølger.
" 3358-26	:	Filtrert seksjon, profil D 76, profilmeter 65-615.
" 3358-27	:	Migrert seksjon, profil D 76, profilmeter 65-615.

Tegning	3358-28	:	Filtrert seksjon, profil E 76, profilmeter 165-535
"	3358-29	:	Migrert seksjon, profil E 76, profilmeter 165-535
"	3358-30	:	Filtrert seksjon, profil D 76, profilmeter 480-3500.
"	3358-31	:	Migrert seksjon, profil D 76, profilmeter 65-3500.
"	3358-32	:	Filtersoner, filtrert seksjon, profil D 76, M 1:4166
"	3358-33	:	Filtersoner, migrert seksjon, profil D 76, M 1:4166.
"	3358-34	:	Migrert seksjon, profil D 76, M 1:2500, 75-200 Hz
"	3358-35	:	Migrert seksjon, profil D 76, M 1:2500, 130-150 Hz.
"	3358-36	:	Migrert seksjon, profil D 76, M 1:2500, 150-200 Hz.
"	3358-37	:	Migrert seksjon, profil D 76, M 1:2500, 200-250 Hz
"	3358-38	:	Refleksjonsseismiske målinger. Geologisk lengdeprofil E 76.
"	3358-39	:	Refleksjonsseismiske målinger. Geologisk lengdeprofil D 76.

INNLEDNING

På oppdrag for A/S Sulitjelma Gruber har A/S GEOTEAM utført refleksjonsseismiske målinger i Sulitjelma, 1976.

Målingene ble utført i to perioder, uke 31-33 og uke 35-38, 1976.

Det er målt refleksjonsseismiske profiler med en lengde på totalt ca. 4000 m.

Profilene ligger dels over et kjent område ved Sagmo Gruber, dels i prospekteringsområdet mellom Sagmo og Jakobsbakken gruver på Gjertrudfjell, Sulitjelma.

Innsamlede data er bearbeidet ved GECO's regnemaskinsenter ved Oslo.

Det er utført seismiske hastighetsmålinger i et kjerneborhull som ligger i profiltracéen. Resultatene fra disse målingene er inkludert i denne rapporten.

FELTARBEID/DATAINNSAMLING/OPPMÅLING

Utstyr

Ved de refleksjonsseismiske målingene er følgende utstyr benyttet:

Registreringssystem	: Input/Output, DHR-1632, 24 kanaler digitalsystem
Geofoner	: Mark Products, L25E
Energikilde	: Dynamitt

Utrustningen DHR-1632 er skjematisk vist i bilag S 30.

Ved borhullslogging:

Registreringssystem	: Trio, ABEM, 24 kanaler analogsystem
Borhullsseismometer	: HS-J-HP3D
Energikilde	: Dynamitt

Refleksjonsseismiske profiler, måleprosedyre

Det er skutt to refleksjonsseismiske profiler, med betegnelse Profil D 76 og profil E 76 h.h.v. Profilenes beliggenhet er vist på situasjonsplan, tegning 3358-24.

Profil E 76 ligger i Sagmo gruvas lengderetning. Profilet starter over kjent malm og ender over den tomme delen av gruva. Profil E 76 ble før målingene startet betraktet som et reserveprofil, som var tenkt utført dersom de innledende data-analyser fra starten av profil D 76 ikke ga noen klar indikasjon av Sagmomalmen.

Profil D 76 starter over kjent malm ved Sagmogruba, løper gjennom "prospekteringsområdet" via toppen av Gjertrudfjell, og ender over utdrevet del av Jakobsbakken gamle gruve.

Parametre (geometri, skudd, etc.) benyttet for profil E 76 og D 76, eller deler av disse profilene, er angitt i bilag S 31. Skuddhull er boret for hver 10 m i profilet. Dette arbeidet er utført av A/S Sulitjelma Gruber.

Målingene startet i begynnelsen av profil D 76. Etter at ca. 500 m av profilet var skutt, ble data sendt til analyse, og målingene fortsatte langs profil D 76. Da de første analyse-resultatene forelå, ble målingene i profil D 76 stanset ved ca. profilmeter 800, og en gikk over på målinger i profil E 76. Etter at målingene i profil E 76 var avsluttet, ble det bestemt at feltarbeidene skulle avbrytes en uke i påvente av ytterligere analyseresultater.

Målingene i profil D 76 ble etter en ukes avbrudd gjenopptatt og fullført etter det opprinnelige programmet.

I løpet av feltarbeidsperioden ble det gjennomført en rekke metodeforsøk. Appendix 1 gir et resymé og en kort diskusjon av disse forsøkene.

Borhullslogging

Borhullsloggingen er utført i et diamantborhull til 510 m dyp. Borhullet har betegnelsen DBH 178. Borhullets beliggenhet er vist på situasjonsplan, tegning 3358-24.

Registrering av seismiske P-bølger er gjort med borhullsseismometeret i måleposisjon for hver 10 m i borhullet, og skudd avfyrt på overflaten. En horisontalskisse av måleoppstillingen er angitt i tegning 3358-25.

Oppmåling

All utstikking og innmåling av seismiske profiler og profilpunkter er utført av A/S Sulitjelma Gruber.

DATAANALYSE/PRESENTASJON AV RESULTATER

Borhullslogging

I tegning 3358-25 er gangtid for seismiske P-bølger plottet som funksjon av seismometerets dybde i borhullet. Tegning 3358-25 viser videre en hastighetslogg tolket ut fra gangtidsdiagrammet.

Borhullsdataene er svært støyfylte ned til et dyp på ca. 250 m, slik at en har begrenset seg til å tolke de dypere dataene, og regner med en gjennomsnittshastighet ned til ca. 250 m.

Hastighetsloggen viser et markert sprang i hastighet i området fra ca. 360 - 440 m i borhullet. Gjennomsnittshastigheten til dyp 360 m er 5000 m/s, med en toveis gangtid på 0.144 sekunder. Fra ca. 360 - ca. 440 m i borhullet er hastigheten 5800 m/s. Fra ca. 440 m og til 510 m i borhullet er hastigheten igjen nede i 5000 m/s.

Refraksjonsseismiske målinger utført i starten av profil D 76, viser at den horisontale seismiske hastigheten i de øverste skiferbergartene er ca. 5500 m/s. Den vertikale gjennomsnittshastighet i de øvre lag ligger ifølge borhullsmålingene ca. 10% lavere. (kfr. bilag S 22).

Refleksjonsseismiske profiler, prosessering

Analysen av innsamlede data ble innledet mens feltarbeidene pågikk. Dette ble gjort for å kunne trekke konklusjoner underveis, og om mulig forbedre det feltmessige opplegg allerede ved målingene sesongen 1976. Prosesseringen er således utført i 4 faser.

1. Første fase omfatter data fra profilmeter 65-615 i profil D 76.
2. Andre fase omfatter alle data fra profil E 76.
3. Tredje fase gjelder profil D 76 fra profilmeter 615-3450.
4. Fjerde fase omfatter frekvensfiltrering i relativt trange definerte frekvensbånd og presentasjon av disse seksjoner i egnet målestokk. Denne prosesseringen gjelder data fra profil D 76.

Måleresultatene er presentert i dataseksjoner. Dataseksjonene er normalt utstyrt med en oversikt (label) over hvordan dataene er

samlet inn, og hvilken behandling dataene har gjennomgått (programmer og prosesseringsrekkefølger). For de dataseksjoner som ikke er utstyrt med slik oversikt, vil henvisning være gitt i teksten. For alle dataseksjoner refererer refleksjonstider til datumplan 780 m.o.h.

Seksjoner fra første prosesseringsfase

Filtrert seksjon, profil D 76, profilmeter 65-615 er vist på tegning 3358-26.

Migrert seksjon, profil D 76, profilmeter 65-615, er vist på tegning 3358-27.

Seksjoner fra andre prosesseringsfase

Filtrert seksjon, profil E 76, profilmeter 165-535, er vist på tegning 3358-28.

Migrert seksjon, profil E 76, profilmeter 165-535, er vist på tegning 3358-29.

Betegnelsene Part 1 + 3, Part 2 og Part 3 refererer til datarekkefølgen under innsamlingsfasen. Forklaring på datainnholdet med referanse til "Part" er gitt i bilag S 31.

Seksjoner fra tredje prosesseringsfase

Filtrert seksjon, profil D 76, profilmeter 480-3500, er vist på tegning 3358-30.

I den migrerte versjon er dataene fra profilmeter 480-3500 koblet sammen med de migrerte data fra første fase. Tegning 3358-31 er således en migrert seksjon, profil D 76, profilmeter 65-3500.

Seksjoner fra fjerde prosesseringsfase

Prosesseringens fjerde fase omfatter tilleggsprosessering av hele profil D 76, profilmeter 65-3500. Det er utført frekvensfiltrering med bandpassfiltere og fremstilt seksjoner fra et utvalg av filtersonene i målestokk 1:2500. Alle seksjoner fra fjerde prosesseringsfase er begrenset til 0.4 sekunder maksimum refleksjonstid.

Filtersonene er lagt slik:

75-200 Hz (optimal versjon)
200-250 "
150-200 "
130-150 "
100-120 "
60- 80 "

Et panel med de refererte filtersoner er vist i målestokk 1:4166 på tegning 3358-32. Et panel med de nevnte filtersoner for migrerte data er vist i målestokk 1:4166 på tegning 3358-33.

Målestokk 1:4166 er framstilt på GECO's plottersystem og representerer et hensiktsmessig mellomtrinn for oppfotografering av panelene i målestokk 1:2500.

4 av de ovenfornevnte filtersonene, migrert seksjon, er oppfotografert til målestokk 1:2500.

Tegning 3358-34 migrert seksjon, 75-200 Hz

"	3358-35	"	"	130-150 "
"	3358-36	"	"	150-200 "
"	3358-37	"	"	200-250 "

For forklaring av datainnhold og prosesseringstrinn for seksjoner fra fjerde prosesseringsfase, henvises til tegningene 3358-30 og 3358-31 for umigrerte og migrerte data h.h.v.

Profil E 76, dataseksjoner, tegning 3358-28 og 29

Et geologisk lengdeprofil langs refleksjonsseismisk profil E 76 er vist i tegning 3358-38.

Med utgangspunkt i en vertikal hastighet for P-bølger på 5000 m/s, i henhold til målinger i DBH 178, skal refleksjoner fra Sagmomalmen ligge ved omkring 150 millisekunder på dataseksjonene.

Målingene gir ingen klar påvisning verken av malmen eller den tomme delen av gruva. Filtret seksjon Part 1 + 3, synes å inneholde de gunstigste data, både m.h.t. signal/støy-forhold og anledning til tolkninger. Disse data synes å indikere et refleksjonsnivå omkring 150 millisekunder, stigende mot økende profilmeter i overensstemmelse med den geologiske modell.

For ytterligere vurderinger av data i profil E 76 henvises til Appendix 1.

Profil D 76, dataseksjoner, tegninger 3358-26 og 27, tegninger 3358-30-36

Resultatene fra profil D 76 viser interessante refleksjoner i flere dybdenivåer langs profilet.

Sagmo-malmen i starten av profilet er ikke klart indikert. Flere gjennomløpende refleksjonsnivåer framkommer imidlertid i seksjonene. Disse nivåer stemmer godt med den informasjon som foreligger i DBH 178 og ved Jakobsbakken. Tegning 3358-39 viser en foreløpig geologisk tolkning av de refleksjonsseismiske målingene, utført av geolog Søyland Hansen, A/S Sulitjelma Gruber.

Det mest "lovende" området i prospekteringssammenheng ser ut til å ligge ved profilmeter 2600-3000 i profil D 76.

Tegningene 3358-35, 36 og 37 viser at dette området i refleksjons-seismisk/malmgeologisk sammenheng kan sies å være et slags "bright spot". Energiinnholdet i de mest markerte refleksjonene ligger på frekvenser opp mot 200-250 Hz. Dette representerer refleksjons-seismiske data som tyder på at det er meningsfylt å snakke om "high resolution" seismikk også på krystalline bergarter.

En tenker seg at den høyfrekvente energien i det angitte området, og for så vidt også i andre deler av profil D 76, kan korrespondere til strukturer som er interessante i malmgeologisk sammenheng, eller i beste fall direkte indikerer massive malmer.

SAMMENDRAG/KONKLUSJONER

De refleksjonsseismiske undersøkelsene utført i Sulitjelma 1976, viser at meningsfylte resultater kan oppnås med metoden etter et opplegg med følgende nøkkelparametre:

- i) Geofonkobling i fast fjell
- ii) "Split-spread" geometri
- iii) Energikilde: dynamitt i borhull
- iv) 4 skudd pr. gruppe, direkte summert
- v) Registreringsutrustning, Digital High Resolution-1632
- vi) Dekning: 4 x 1200%
- vii) EDB-analyse av innsamlede data

Etter vår vurdering representerer målingene i profil D 76 et godt steg på veg mot å etablere en optimal metode for malmprospektering med seismikk.

Resultatene tyder på at metoden ikke bare er anvendelig for rene prospekteringsformål, men at den også kan danne grunnlag for generell geologisk kartlegging på krystalline bergarter.

De seismiske seksjoner fra profil D 76 viser et seismisk tverrsnitt som virker konsistent med informasjon fra DBH 178, borhullsseismiske målinger i DBH 178, samt øvrig geologisk kunnskap om området.

Nøkternt vurdert bør resultatene betraktes som marginale. Med dette menes at små forandringer i måleparametrene vil kunne føre til at en ikke oppnår tilfredsstillende datakvalitet. Bl.a. tyder målingene i profil E 76 på at refleksjonsseismiske profiler på langs av forkastningslinjemønsteret gir "støy" i form av uønskede refleksjoner fra sprekkesonene.

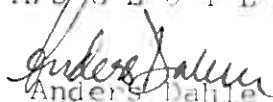
Med uttrykket marginale resultater bør en på den annen side forstå at resultatene sannsynligvis kan forbedres ved perfektionering av metoden og det måletekniske opplegg.

De resultater som allerede foreligger vil sannsynligvis kunne heves i kvalitet etter samme måleopplegg, utelukkende ved boring av dypere skuddhull. Dette vil imidlertid øke markarbeidskostnadene.

Målingene har vist at sikre konklusjoner m.h.t. metodens anvendbarhet bare kan og bør trekkes på grunnlag av et relativt stort datamateriale. En antar at dette gjelder også for tolkingsfasen av de refleksjonsseismiske data.

Stabekk, 2. mars 1977

for A/S G E O T E A M


Anders Dahle

APPENDIX 1

METODEFORSØK OG TEKNISKE ERFARINGER, RESYMÉ

Ved målingene i profilene D 76 og E 76 ble det gjennomført en rekke metode- og måletekniske forsøk som har gitt verdifull erfaring:

1. Geofon-kobling

Innledningsvis satset en på kobling til fjell med farex. (Farex er en stålbolt som skrues fast i borhull ved at en mekanisme i boltenden ekspanderes mot borhullsveggene). Geofonene ble festet til toppen av farexen med slangeklemmer. Det viste seg imidlertid at farex ikke kan benyttes til dette formål. Den minste påvirkning (vindstøy, luftpuls, seismiske bølger) setter farexen i egensvingninger som er så sterke at de fullstendig dominerer de geofysiske data. Kobling v.h.a. farex ble forkastet på dette grunnlag, og en valgte å feste geofoner v.h.a. treplugger. Dette skjer ved at en spisset 2" x 2" treplugg slås ned i borhullet, og geofonens spett slås ned i trepluggen. Denne koblingsløsning har vist seg å være akseptabel både geofysisk sett og rent praktisk.

Den viktigste innvendingen er at selve geofonholderen må skrues av og på spettet ved opp- og nedmontering eller flytting av målekjeden, og at dette representerer en slitasje som fører til at geofonene må avskrives mye hurtigere enn i alminnelighet nødvendig.

Videre er det mulig at trepluggen forårsaker et visst energitap på høye frekvenser.

2. Geofon-skjerming

Støy som skyldes vind og nedbør er et relevant problem ved målinger i Sulitjelma. Det viste seg at ved å plassere plastbøtter over geofonene med bunnen opp, kunne en oppnå en reduksjon i det alminnelige støynivå med en faktor på 2-4 i perioder med mye vind og regn.

3. Skuddopplegg og ladningsstørrelser

Skuddhullene ble gjennomgående boret til 3 m i fast fjell før målingene startet. Variabel fjellkvalitet og sterkt skifrige bergarter gjorde at etableringen av gode skuddhull ikke alltid var noen enkel oppgave. Tyngre og bedre egnet borutstyr og graveutstyr vil sannsynligvis representere en måleteknisk forbedring idet skuddhull kan bores mer etter det oppsatte "skjema".

Ved starten av målingene ble det lagt opp til en gruppering av skudd med 4 skudd pr. gruppe, jfr. Bilag S 31. Fordemming med vann ble benyttet der vannet ikke ble drenert ut av hullene. Hvert skudd i gruppen ble registrert som separat file på magnetbånd, slik at det var mulig senere å prosessere enkle såvel som summerte skudd. Ladningsstørrelser på 65 g dynamitt for de to ytterste skudd i gruppen, og 130 g dynamitt for de to innerste skuddene ble benyttet. Under første fase av prosesseringen ble det konkludert med at summering av 4 skudd ga bedre resultater enn enkle skudd. Det viste seg også at 130 g dynamitt i et 3 m dypt borhull er for stor ladning dersom hullet skal kunne benyttes flere ganger.

De foreløpige resultater fra prosessering i første fase, konkluderte med at det var nødvendig å gjøre større anstrengelser for å forbedre måleresultatene over Sagmomalmen. Målingene i profil D 76 ble derfor avbrutt, og en gikk over til å måle i profil E 76.

Måleopplegget i profil E 76 er angitt i bilag S 31, og tok først og fremst sikte på å klarlegge om svært små ladninger i grupper på 7 var å foretrekke fremfor det 4 skudd-opplegget som ble benyttet i første del av profil D 76.

På bakgrunn av de oppnådde resultater, er det ikke enkelt å trekke noen entydig konklusjon. De prosesserte seksjonene viser flere tydelige refleksjonsnivåer i det aktuelle området, og spesielt er

de migrerte seksjonene rike på "refleksjoner". Imidlertid er det store sjanser for at sprekkesystemene som løper langsmed profilet kan være årsaken til de tilsynelatende "gode" resultatene.

De forskjellige prosesserte seksjonene fra profil E 76 tyder i hvertfall på at det ikke er noen vesentlig forbedring i signalstøyforholdet ved overgang til små ladninger. En skal være oppmerksom på at hulldybden ikke var mer enn ca. 1 m i dette profilet, og at dette kan ha vært en medvirkende årsak til at signalstøyforholdet ikke har bedret seg.

Etter én ukes avbrudd med diskusjon omkring de problemer en stod overfor, ble det besluttet å fortsette målingene i profil D 76 med 4 skuddsopplegg og 65 g dynamitt for hvert skudd. Dette ut fra den praktiske erfaring at 130 g dynamitt førte til destruksjon i skuddhullet, og at effekten av 1, 2, 2, 1 fordelingen av ladninger blir liten på grunn av varierende detonasjonsbetingelser. I fortsettelsen ble derfor 4-skuddsgruppen summert direkte i felt.

4. Rettete ladninger

Diskusjon omkring retningsorienterte ladninger og mulig forbedring i måleresultatene ved bruk av slike, medførte at dette ble forsøkt under målingene i Sulitjelma. Ladningene ble laget med militært sprengstoff, komposisjon C 4, anskaffet fra Dyno Industrier A/S, som har en noe høyere detonasjonshastighet enn vanlig gummidynamitt som ellers ble benyttet. Sprengstoffet ble fylt i $1\frac{1}{2}$ " plastrør av ca. 10 cm lengde og konet i ene enden v.h.a. et "kremmerhus" av plast som ble presset inn og tapet på plass. Et titalls ladninger ble laget og benyttet, uten at en var istand til å oppnå noen umiddelbar synlig forbedring.

Eksperimentet viste at luftpulsene fra disse ladningene ble liggende i et noe høyere frekvensnivå enn ved konvensjonell gummidynamitt. Kanskje er dette en effekt som oppveier gevinsten ved retningsorienteringen. Selv om konklusjonen på dette enkle eksperimentet

er negativ, kan det likevel være grunn til å tro at resultatene kan forbedres ved å arbeide videre med problemstillingen.

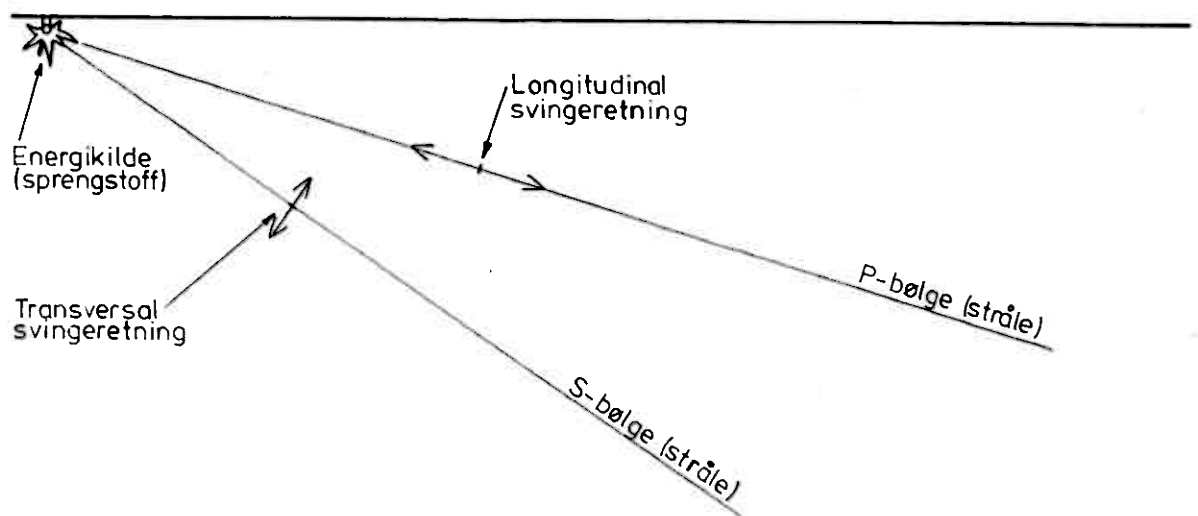
5. Lyddemping

Luftpulsen fra skuddene er en markert støykilde ved relativt grunnne ladningsdyp. Spesielt når hullene dreneres fri for vann før skuddet går, blir skuddstøyen merkbar. En spesiell lyddemper ble derfor konstruert med tanke på å eliminere luftpulsen. Lyddemperen viste seg å være meget effektiv som sådan, men bruken av den byr på visse praktiske problemer; bl.a. vil den kastes opp fra bakken, dersom utblåsningen fra eksplosjonen ikke skjer sentrisk i akseretningen for lyddemperen.

SEISMISKE METODER, GENERELT GRUNNLAG

De seismiske metodene bygger på elastiske (seismiske) bølgers evne til å forplante seg i jord og fjell.

Dersom bakken settes i bevegelse, f.eks. ved slag eller detonasjon av sprengstoff, dannes to hovedtyper bølger som er av spesiell interesse ved seismiske undersøkelser. Disse to bølgetypene kalles P-bølger og S-bølger. Se fig.1.



Figur 1.

P-bølgene er karakterisert ved at forplantningsmediet svinger parallelt med bølgenes forplantningsretning (longitudinal svingbevegelse), på samme måte som akustiske bølger i luft og vann.

S-bølgene setter forplantningsmediet i svingninger på tvers av bølgenes utbredelsesretning (transversal svingbevegelse). Forplantningshastigheten for de to bølgetyper er bestemt av mediets elastiske egenskaper karakterisert ved parametrene:

- K : kompressibilitetsmodul
- G : skjærmodul
- E : dynamisk elastisitetsmodul
- μ : Poissons tall
- ρ : massetetthet

Hastigheten V_p for P-bølger i et isotrop medium kan teoretisk uttrykkes ved formlene:

$$V_p = \sqrt{\frac{K + 4/3 G}{\rho}} = \sqrt{\frac{E(1-\mu)}{\rho(1-2\mu)(1+\mu)}} \quad (1)$$

mens hastigheten V_s for S-bølger tilsvarende uttrykkes som:

$$V_s = \sqrt{\frac{G}{\rho}} = \sqrt{\frac{E}{2\rho(1+\mu)}} \quad (2)$$

Fra (1) og (2) er:

$$\frac{V_p}{V_s} = \sqrt{\frac{1-\mu}{1/2-\mu}} \quad (3)$$

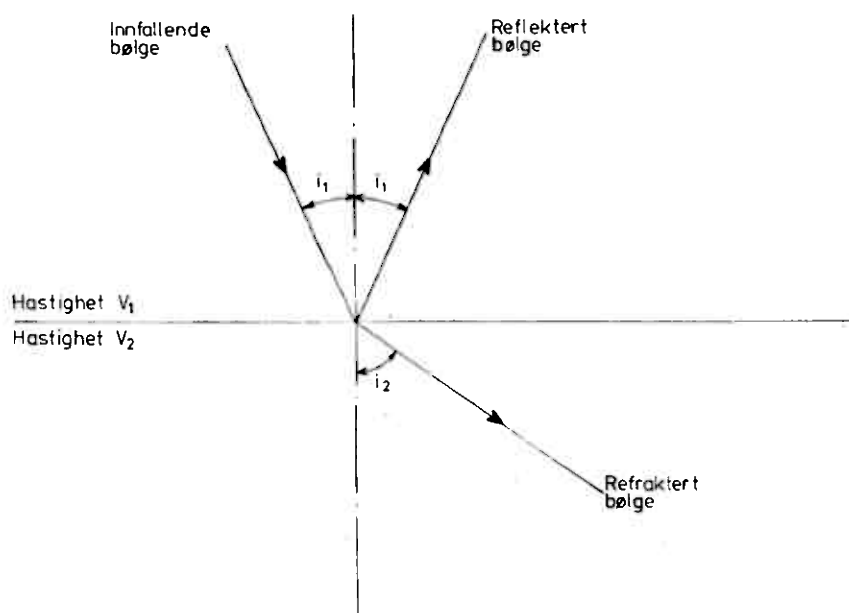
Poisson's tall er altså gitt ved forholdet mellom de seismiske hastighetene til P- og S-bølger. Dersom tettheten for et medium er kjent, kan de øvrige elastiske konstanter beregnes ved å måle P- og S-bølgens hastigheter.

De seismiske bølgene brer seg i alle retninger ut fra energikilden. Den strekning (s) bølgene tilbakelegger i tiden (t) er knyttet til hastigheten (v) etter formelen.

$$s = v \cdot t \quad (4)$$

Kjenner en hastigheten v , kan avstander beregnes ved å måle den tid (gangtid) bølger bruker på å tilbakelegge en viss strekning.

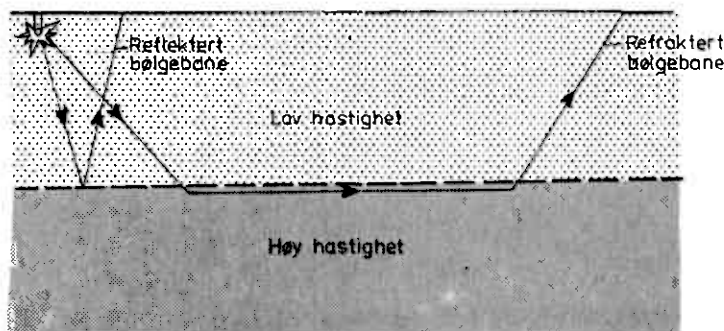
Ved overgang fra et medium med hastighet v_1 til et medium med hastighet v_2 vil samme bølgetype brytes (refrakteres) og reflekteres etter Snell's lov. Se fig. 2.



Figur 2.

SNELL'S LOV:
$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = \frac{v_1}{v_2} \quad (5)$$

Refleksjonsseismikk er basert på å registrere bølger som er reflektert fra laggrenser, mens refraksjonsseismikk er basert på å registrere refrakterte bølger. Se fig. 3.



Figur 3.

Refraksjonsmetoden gir normalt den fyldigste informasjon om de geologiske forhold, idet både hastigheter og lagtykkelser kan bestemmes.

Refleksjonsmetoden gir ingen hastighetsinformasjon, men har sin styrke i at forløpet av laggrenser kan bestemmes med stor detaljrikhet.

Ved de seismiske metodene forsøker en å tilpasse gangtidsobservasjoner til regnemodeller basert på formlene (4) og (5).

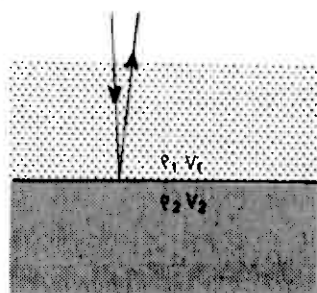
Som ved alle andre geofysiske metoder er det selve modelltilpasningen som er det kritiske trinn i anvendelsen. Selv om en kan forbedre målenøyaktigheten av størrelsenes gangtid (t) og avstand (s) nær sagt ubegrenset, ligger den vesentlige usikkerhet i spørsmålet om hvor godt forutsetningene for modellen tilsvarer de virkelige fysiske forhold på målestedet.

Seismiske målinger influeres ikke, som f.eks. boringer av blokker og steiner i løsmasselag. Målingene kan utføres i vann, og dette gjør disse metodene godt egnet ved problemstillinger hvor andre metoder faller kostbare og tidkrevende.

REFLEKSJONSSEISMISKE MÅLINGER, PRINSIPPER OG ANVENDELSER

Ved refleksjonsseismiske målinger registreres bølger som forplanter seg vertikalt mot dypet og reflekteres fra grenser mellom lag med forskjell i størrelsens tetthet (ρ) multiplisert med seismisk hastighet (v).

Den brøkdelen av seismisk bølgeenergi som ved tilnærmet normal-innfall reflekteres tilbake fra grenseflaten mellom lag med indeks 1 og 2 h.h.v. er gitt ved refleksjonskoeffisienten, r . Se fig. 1.



$$r = \frac{\rho_2 v_2 - \rho_1 v_1}{\rho_2 v_2 + \rho_1 v_1}$$

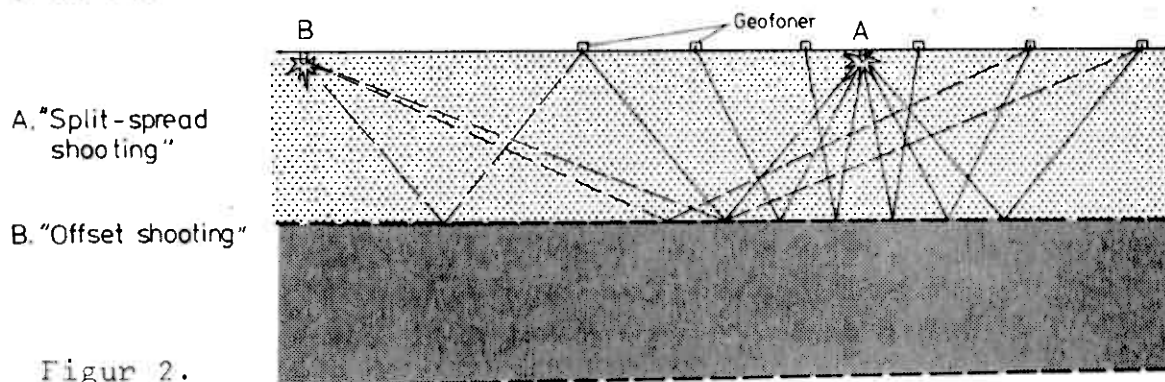
Figur 1.

Størrelsen ρv kalles akustisk impedans og er bestemmende for hvordan innfallende seismisk bølgeenergi blir fordelt på én reflektert og én transmittert bølge ved grenseflatene i en geologisk struktur.

I en flerlagdelt struktur er det ønskelig at refleksjonskoeffisienten har slike verdier at noe energi blir reflektert ved hver grenseflate, og at det samtidig transmitteres nok energi igjennom til å gi refleksjoner fra dypere liggende lag. Dersom refleksjonskoeffisienten ved en grenseflate er svært lav, vil denne ikke bli registrert av mangel på reflektert bølgeenergi. Er refleksjonskoeffisienten på den annen side ekstremt høy, vil lite eller ingen energi trenge gjennom og ned i underliggende strukturer.

Ved refleksjonsseismiske målinger langs en linje oppnår en et kontinuerlig profil av refleksjonstider. Tidsprofilen kan omsettes til et dybdeprofil dersom seismisk hastighet som funksjon av dypet er kjent. Disse hastighetene kan finnes ved refraksjonsseismiske målinger eller seismiske målinger i borhull.

To alminnelige opplegg for refleksjonsseismiske målinger har fått navn etter plasseringen av energikilden i forhold til registreringspunktene.



Figur 2.

Ved "split-spread shooting" avfyres ladninger i midten av en rekke med geofoner som forskyves trinnvis langs en ønsket målelinje (profil).

Ved "offset shooting" avfyres energikilden utenfor rekken av registreringspunkter. Denne oppstillingsformen brukes f.eks. ved målinger til sjøs. Se figur 2.

Registreringen av de reflekterte bølgene skjer ved at geofonene (hydrofonene) settes i svingninger. I geofonene blir svingningene omsatt til elektriske strømsignaler og ført frem til en sentral registreringsapparat gjennom elektriske kabler. Registreringsapparatene forsterker opp signalene og lagrer dem på magnetbånd (tape) eller skriver dem ut på en papirstrimmel (seismogram). Lagring av refleksjonsdata på magnetbånd i digital form tilpasset viderebehandling på elektroniske regnemaskiner har gjort metoden svært anvendelig.

Fordelen ved bruk av regnemaskiner er at svære datamasser lett kan systematiseres og presenteres som en helhet. Ved hjelp av digital filtrering kan en også velge ut de frekvenser hvor refleksjonene er kraftigst eller bølgene har størst nedtrengningsevne.

Ved refleksjonsseismiske målinger benyttes gjerne et stort antall geofoner eller grupper av geofoner. Hensikten med grupperingen er å eliminere uønskede bølgeformer og støy som dannes ved målingene. Slik støyeliminering kan også gjøres ved å gruppere skudd istedet for geofoner. Dette krever imidlertid relativt avansert registreringsutstyr.

Ved bruk av mange geofoner er det mulig å registrere refleksjoner fra samme punkt ved ulik plassering av skudd og geofoner. Ved å summere disse signalene oppnår en at svake refleksjoner trer tydeligere frem på seismogrammene. Dette kalles flerfoldig registrering eller summering og angis gjerne i % av en enkel dekning. Med f.eks. 600% dekning menes at hvert refleksjonspunkt er registrert 6 ganger.

Refleksjonsmålinger er spesielt egnet til å innhente opplysninger om formasjoner og laggrenser i dybder av størrelsesorden $10^2 - 10^3$ m. Metoden er den mest benyttede seismiske metode i våre dager og har gjennomgått sin vesentlige utvikling ved leting etter olje og gass. I dag finner en imidlertid anvendelse for refleksjonsseismikk ved leting etter ressurser generelt og ved problemstillinger av ingeniørgeologisk karakter.

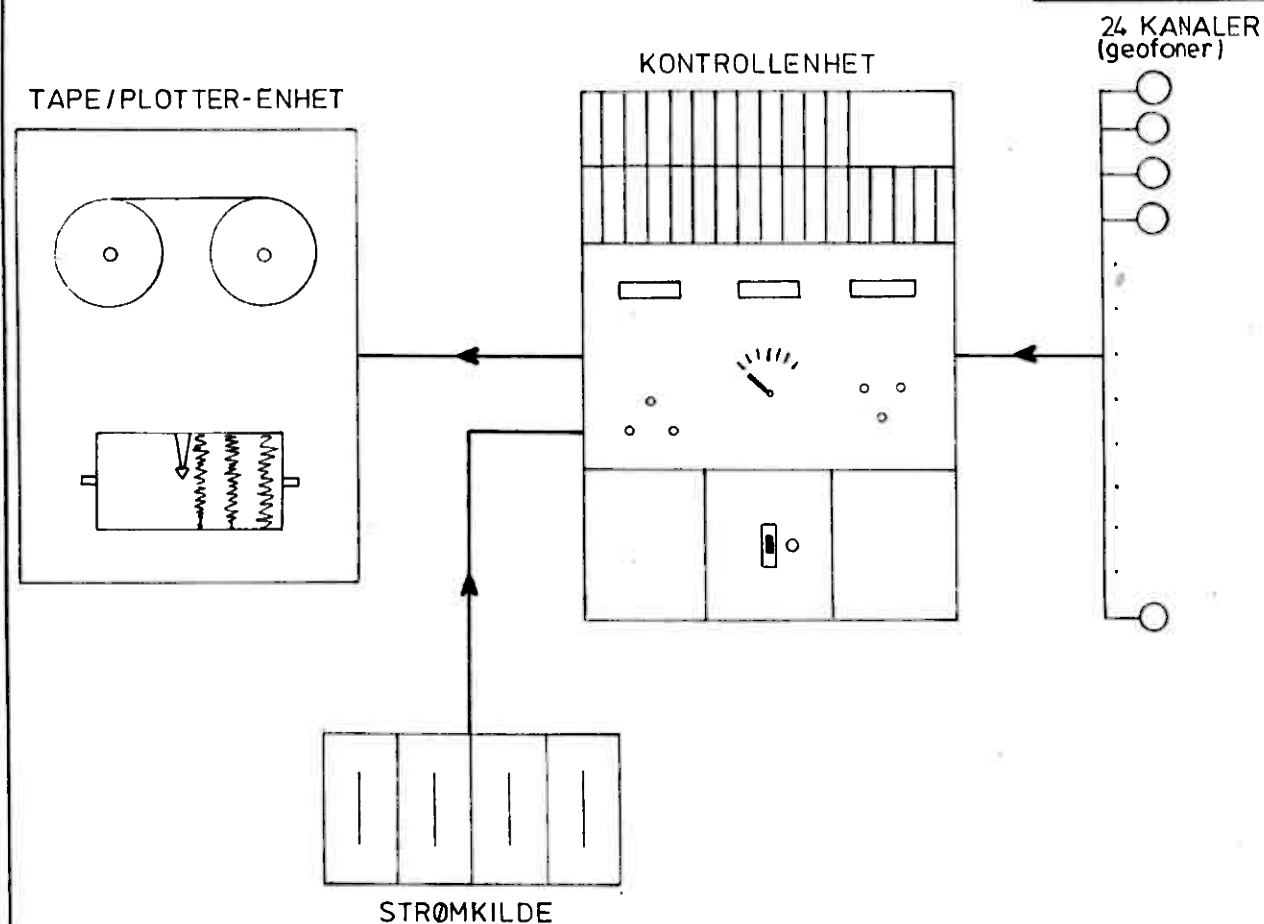
SEISMISKE HASTIGHETER I FJELLGRUNNEN

Hastigheten for seismiske longitudinalbølger gjennom forskjellige bergartstyper spenner over et vidt område. Som eksempel kan nevnes at porøse kalkbergarter har en hastighet på ca. 2300 m/s, mens massive diabasbergarter har en hastighet på opptil 7000 m/s.

Generelt er hastigheten i et medium avhengig av flere faktorer. I en bergart er porøsiteten en særlig viktig faktor. En økning i porøsitet ved for eksempel en oppsprekking vil føre til en hastighetssenkning. Lavhastighetssoner i fjellgrunnen korresponderer derfor oftest til dårligere fjellkvalitet.

For bergarter med godt utviklet planstruktur vil bergartenes strøk og fall i forhold til profilretningen også være avgjørende for den registrerte hastighet. De høyeste hastigheter registreres langs skifrihetsplanet, og de laveste vinkelrett på dette. Som eksempel kan nevnes at en variasjon på 1000 m/s - 1500 m/s i hastigheten i meget skifrige bergarter, målt henholdsvis parallelt og vinkelrett på skifrihetsplanet, ikke er uvanlig.

Dersom en har kjennskap til bergartstypene i et måleområde, samt opplysninger om bergartenes strøk- og fallretning, har en gode muligheter for å lokalisere knusningssoner eller sleppesoner ved en analyse av de seismiske hastighetene.



Antall kanaler:	24
Samplingshastighet:	1 ms
Datalengde:	2 sek (1 sek)
Datalagring:	Magnetbånd (tape) og/eller papirplott
Strømkilde:	12 v likstrøm
Vekt:	{ Kontrollenhet 32 kg { Tape/plotter-enhet: 35 kg

DHR-1632 digital seismisk registreringsutrustning

Spesifikasjoner og skjematisk opplegg for feltmålinger.

Bilag 5 31



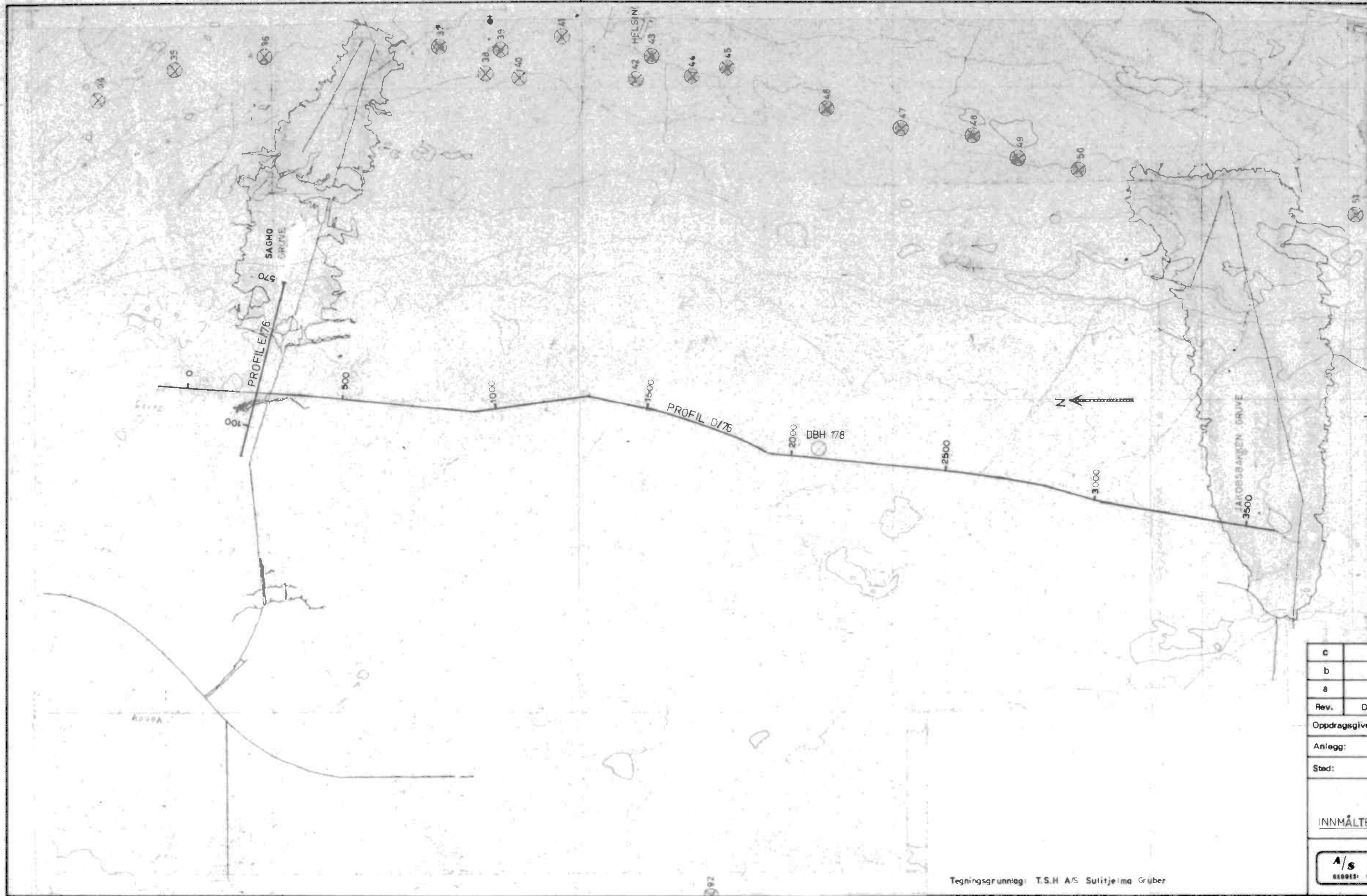
geofon

geofon-gruppe

Skudd

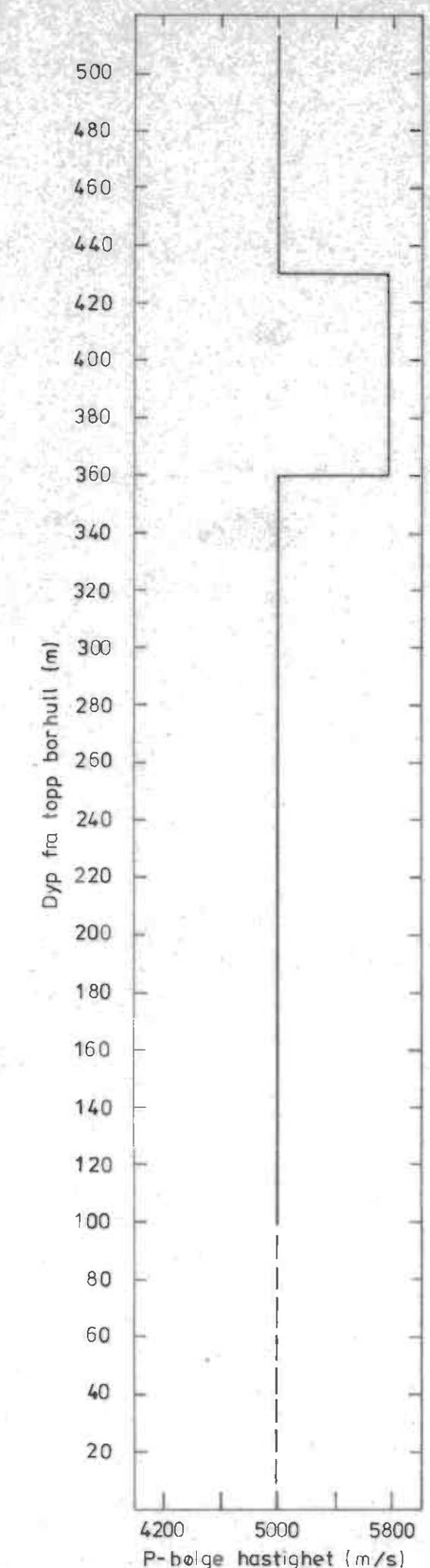
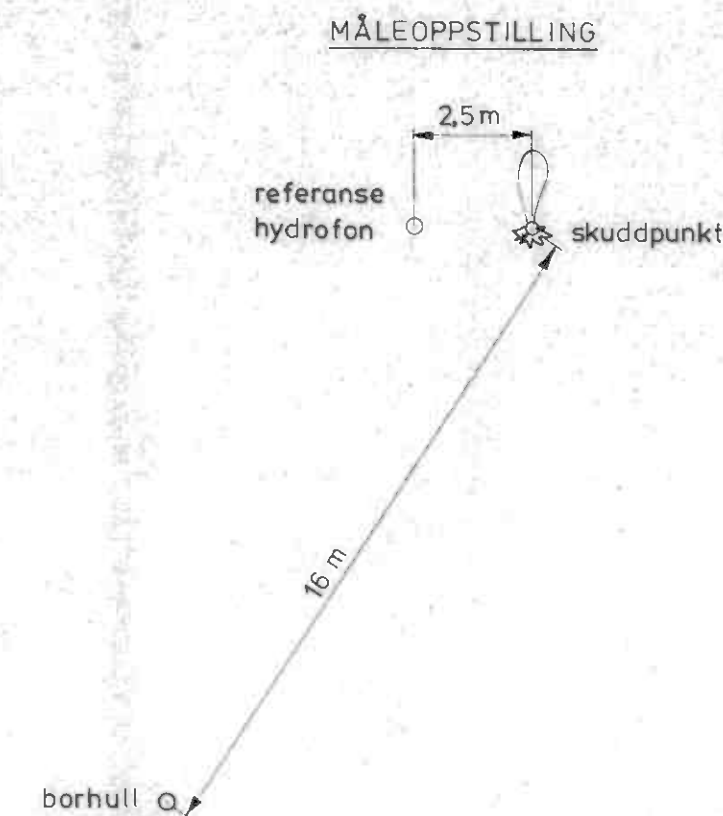
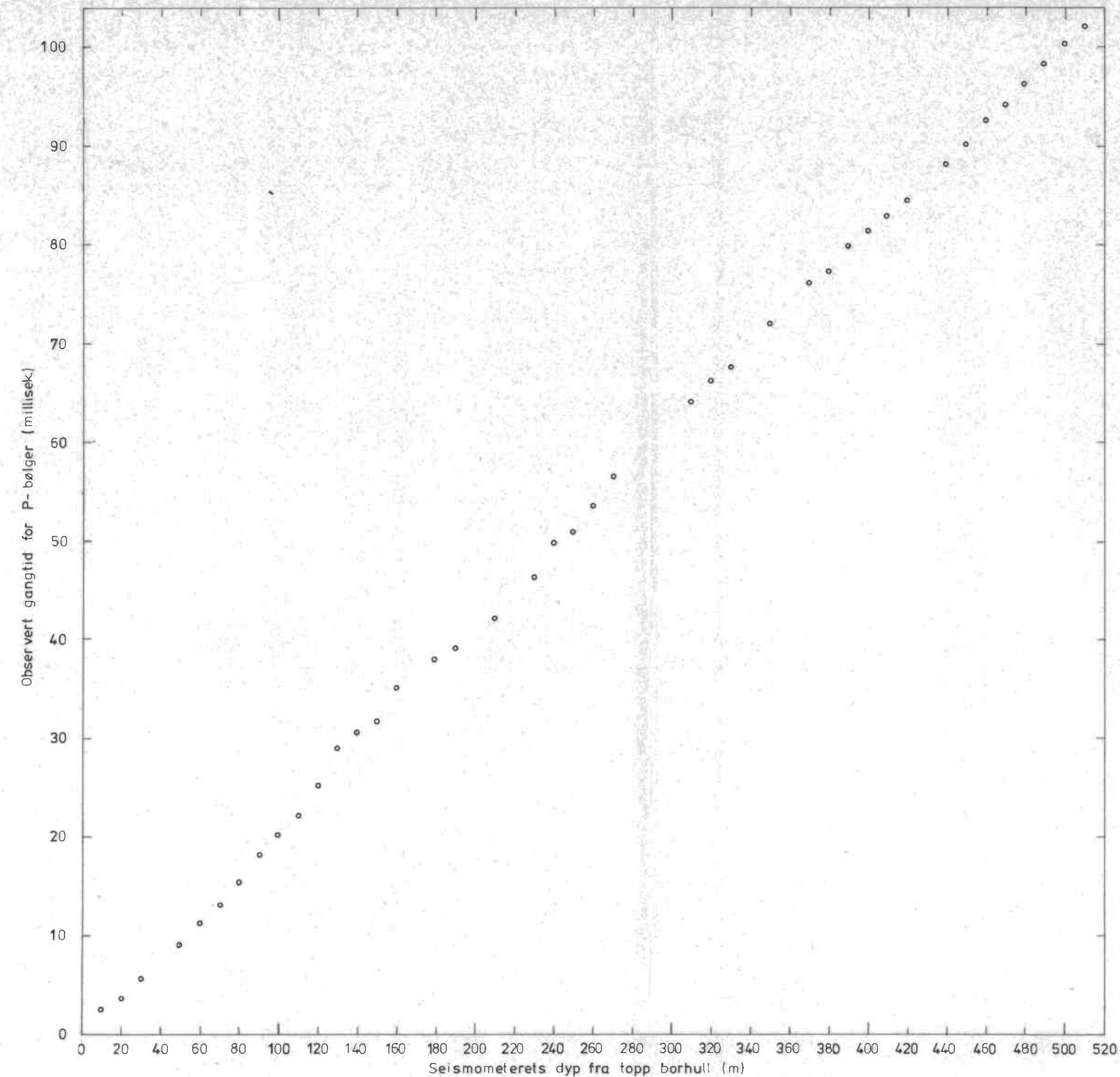
Skudd-gruppe

2/5 GUYTON INTERNATIONAL ADDRESS SYSTEM

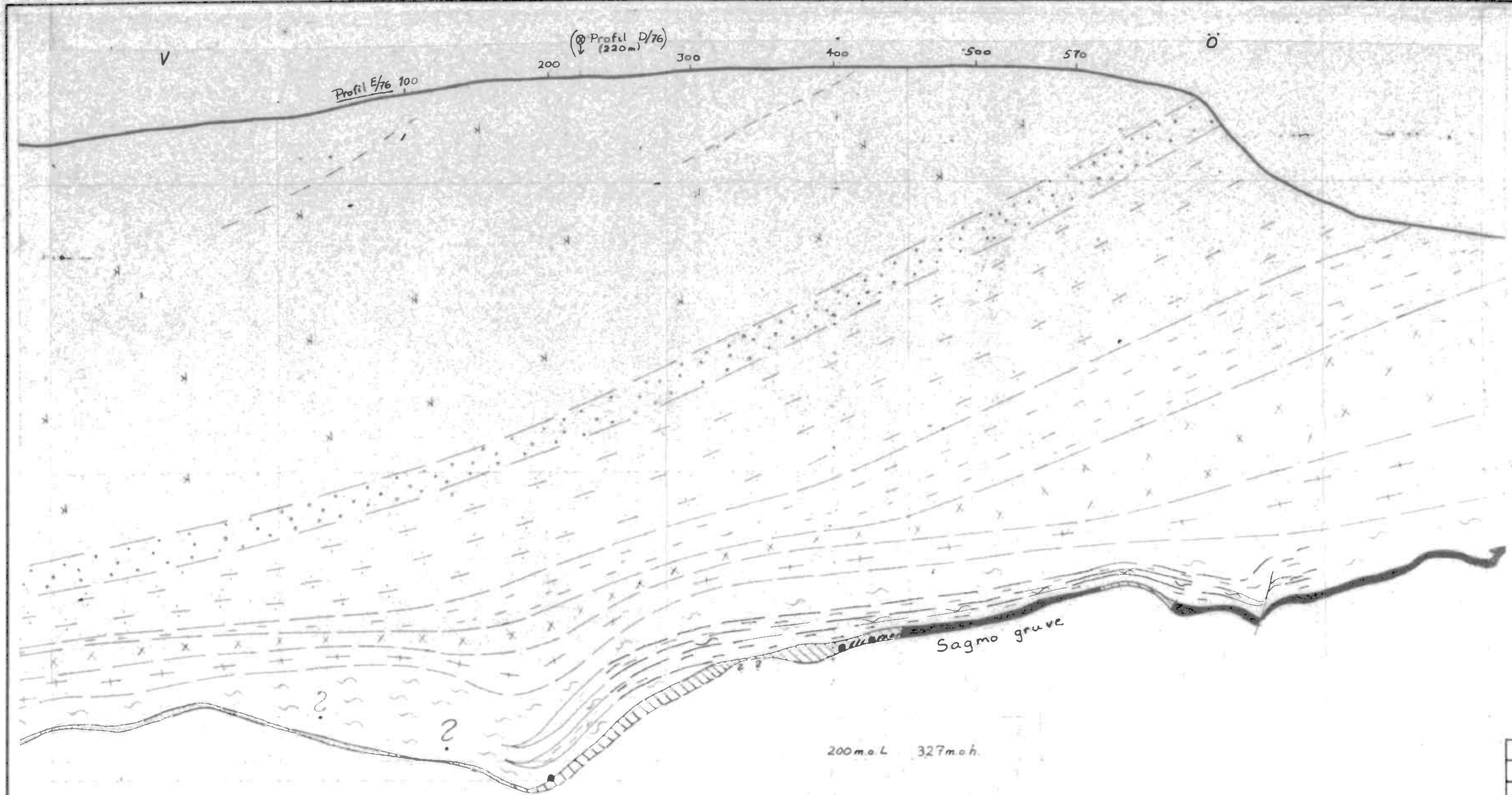


c			
b			
a			
Rev.	Dato	Sign.	
Oppdragsgiver: A/S Sulitjelma Gruber			
Anlegg: Malmprospektering med seismikk			
Sted: Gjertrudfjell, Sulitjelma			
SITUASJONSPLAN		Målestokk	Målt
DBH 178		1:10 000	Beregn.
INNMALTE PROFIL-LINJER D & E/76		Tegn.	TSH 25/11 -76
		Kfr.	TSH 10/12 -76
A/s GEOTEAM GEODESI GEOFYSIKK GEOTERMIK INGENIØRGEOLGI		Tegn. nr. 3358 - 24	

Tegningsgrunnlag: T.S.H A/S Sulitjelma Gruber



c			
b			
a			
Rev.	Dato	Sign.	
Oppdragsgiver: A/S Sulitjelma Gruber			
Anlegg: Malmprospektering med seismikk, borhullslogging, DBH 178			
Sted: Gjertrudfjell, Sulitjelma			
GANGTIDSDIAGRAM OG HASTIGHETSLOGG FOR SEISMISKE P-BØLGER		Målestokk	Målt ST/ØB
		Beregnet AD	Sept -76
		Tegn. AB	Okt -76
		Kfr.	Nov -76
A/s GEOTEAM GEOTEAM		Tegn. nr. 3358 - 25	



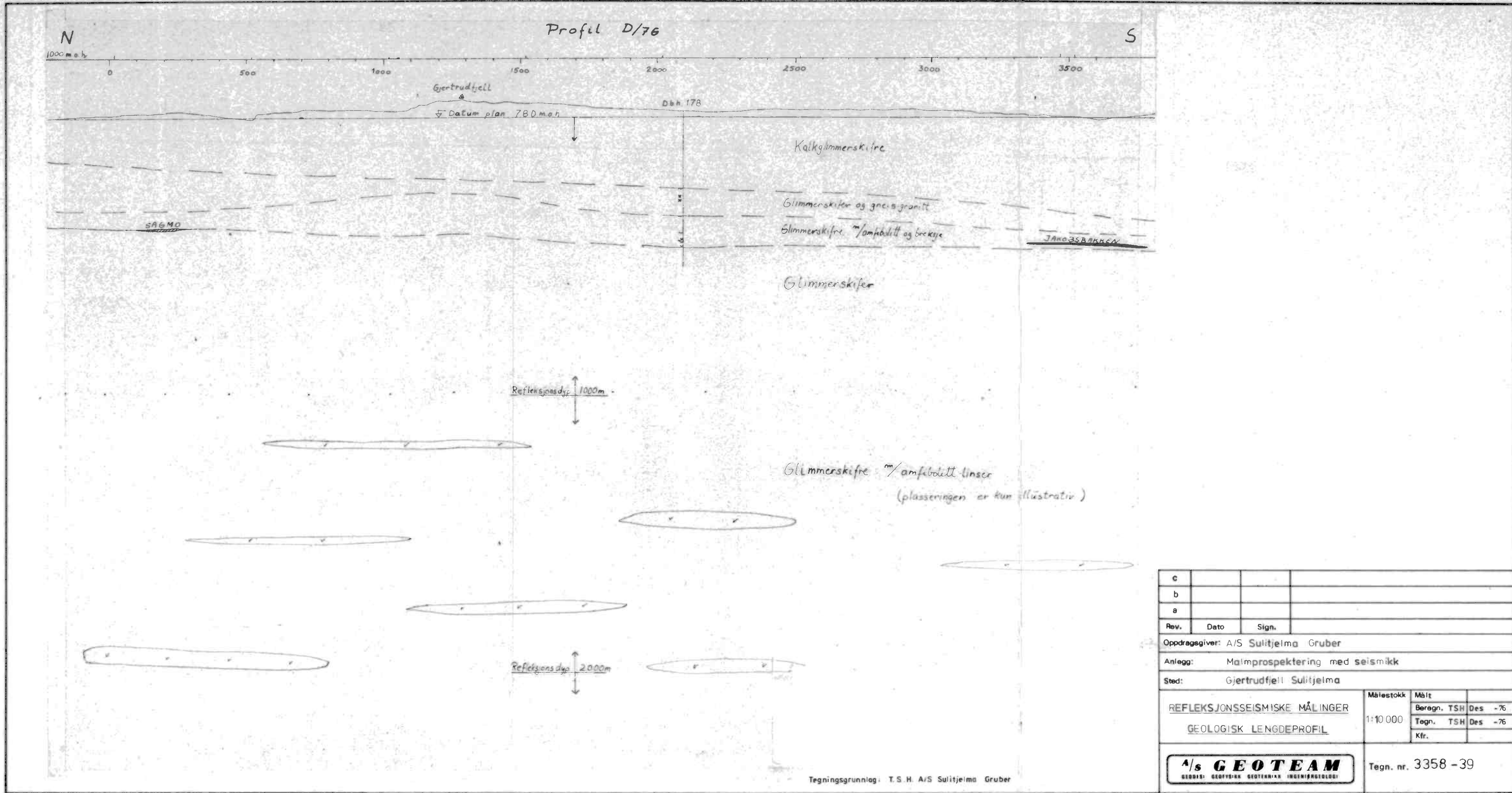
3000y

	Glimmerskifer
	Kalkfjæreskifer
	Fugland-skifer
	Malm
	Impregnasjonsmalm

	Kalkglimmerskifer
	Kvartsitt
	Granittskifer
	Glimmerskifer
	Fugland-granitt

Tegningsgrunnlag: T.S.H. A/S Sulitjelma Gruber

c			
b			
a			
Rev.	Dato	Sign.	
Oppdragsgiver: A/S Sulitjelma Gruber			
Anlegg: Malmprospektering med seismikk			
Sted: Gjertrudfjell, Sulitjelma			
REFLEKSJONSSEISMISKE MÅLINGER GEOLOGISK LENGDEPROFIL E-76		Målestokk	Målt
		1:2500	Beregn.
		Tegn. TSH	8/12 -76
		Kfr. TSH	12/12 -76
A/s GEOTEAM GEOM. GEOFYSIKK. GEOTERMISK. INGENIØRGEOL. OG		Tegn. nr. 3358 - 38	

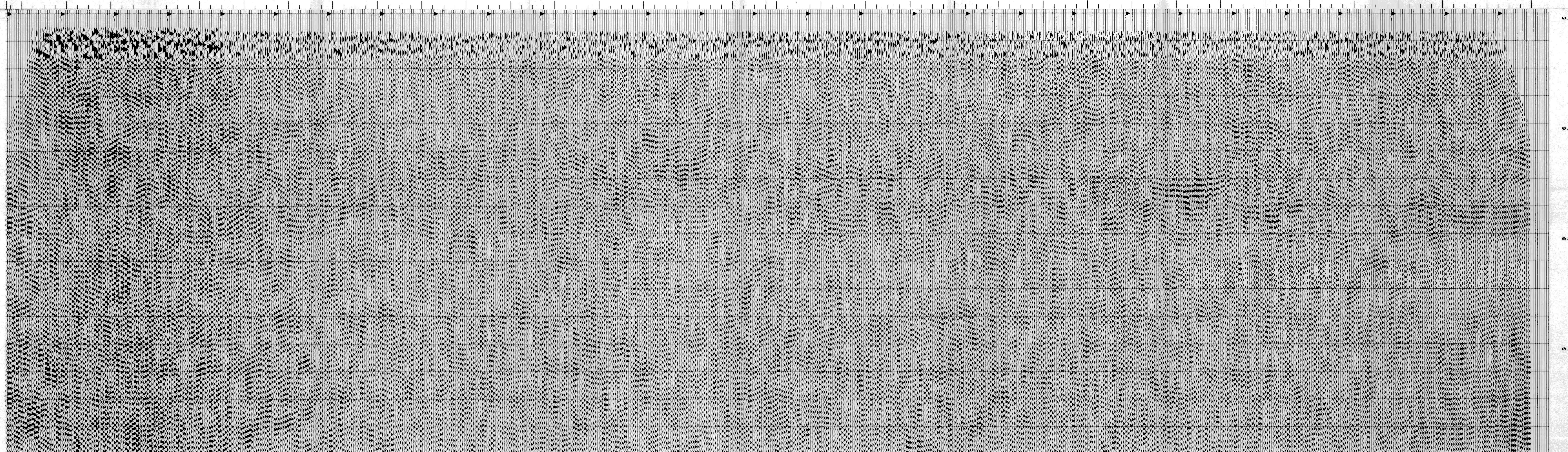


c			
b			
a			
Rev.	Dato	Sign.	
Oppdragsgiver: A/S Sulitjelma Gruber			
Anlegg: Malmprospektering med seismikk			
Sted: Gjertrudfjell Sulitjelma			
REFLEKSJONSSEISMISKE MÅLINGER GEOLOGISK LENGDEPROFIL		Målestokk	Målt
		1:10 000	Beregnet TSH Des -76
			Tegn. TSH Des -76
			Kfr.
A/s GEOTEAM GEODISI GEOFYSIKK GEOTERMIK INGENIØRGEOLOGI		Tegn. nr. 3358 -39	

Tegningsgrunnlag: T.S.H. A/S Sulitjelma Gruber

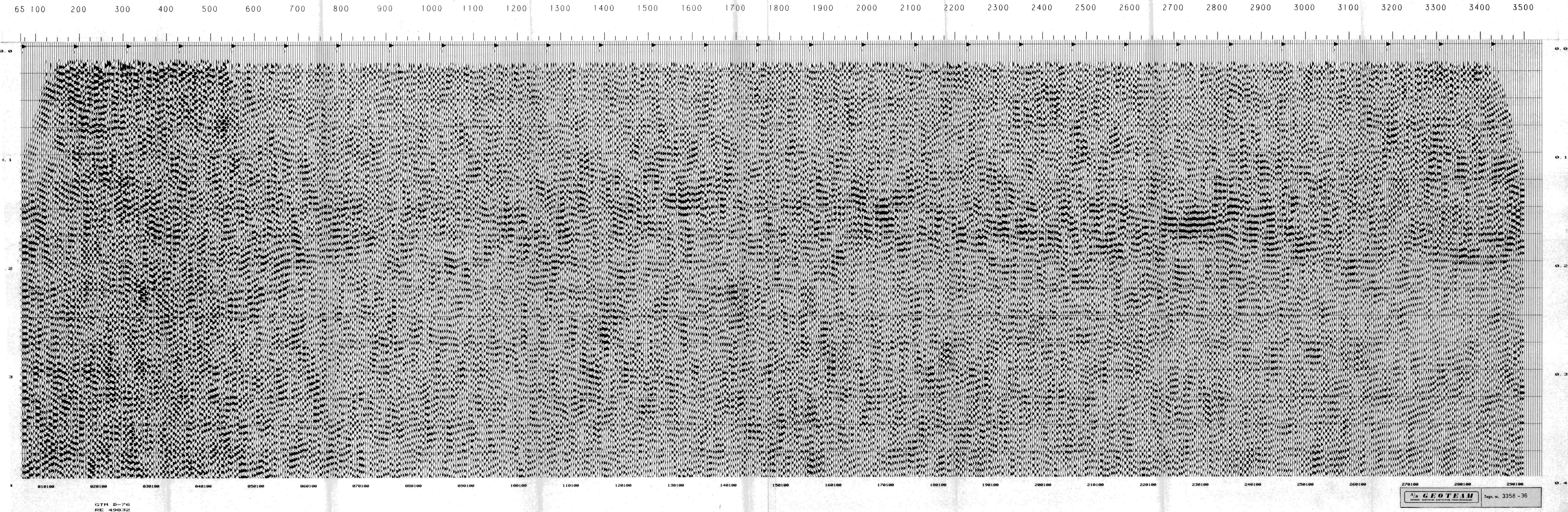
MS 200-250 Hz

65 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500 1600 1700 1800 1900 2000 2100 2200 2300 2400 2500 2600 2700 2800 2900 3000 3100 3200 3300 3400 3500



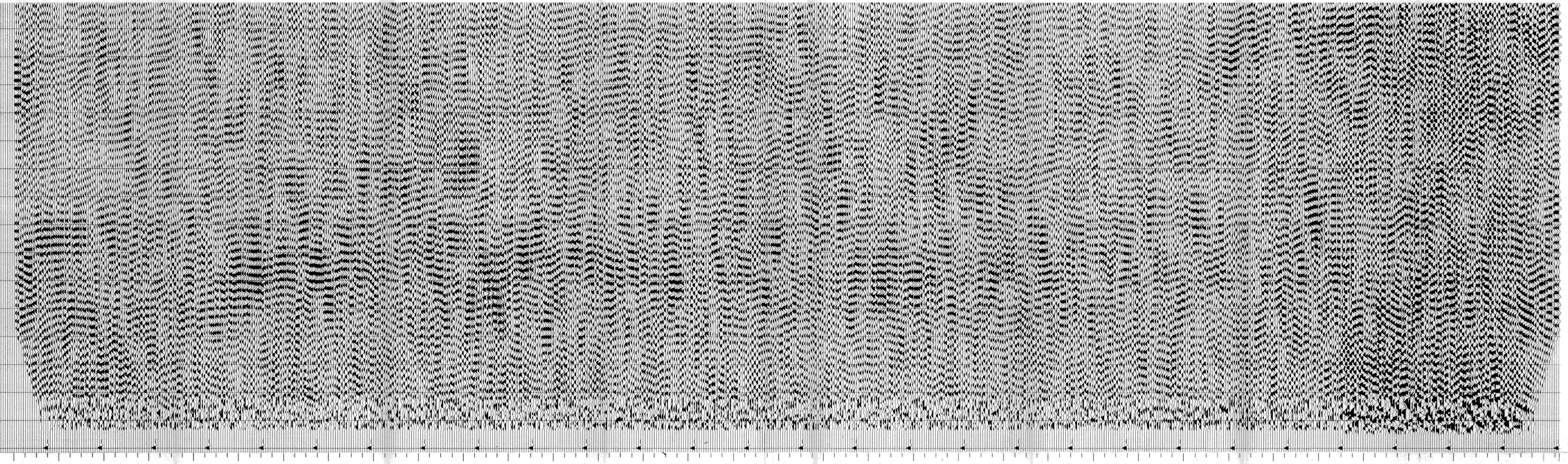
0.0 0.1 0.2 0.3 0.4 010100 020100 030100 040100 050100 060100 070100 080100 090100 100100 110100 120100 130100 140100 150100 160100 170100 180100 190100 200100 210100 220100 230100 240100 250100 260100 270100 280100 290100

MS 150-200 Hz



MS 130-150 Hz

65 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500 1600 1700 1800 1900 2000 2100 2200 2300 2400 2500 2600 2700 2800 2900 3000 3100 3200 3300 3400 3500



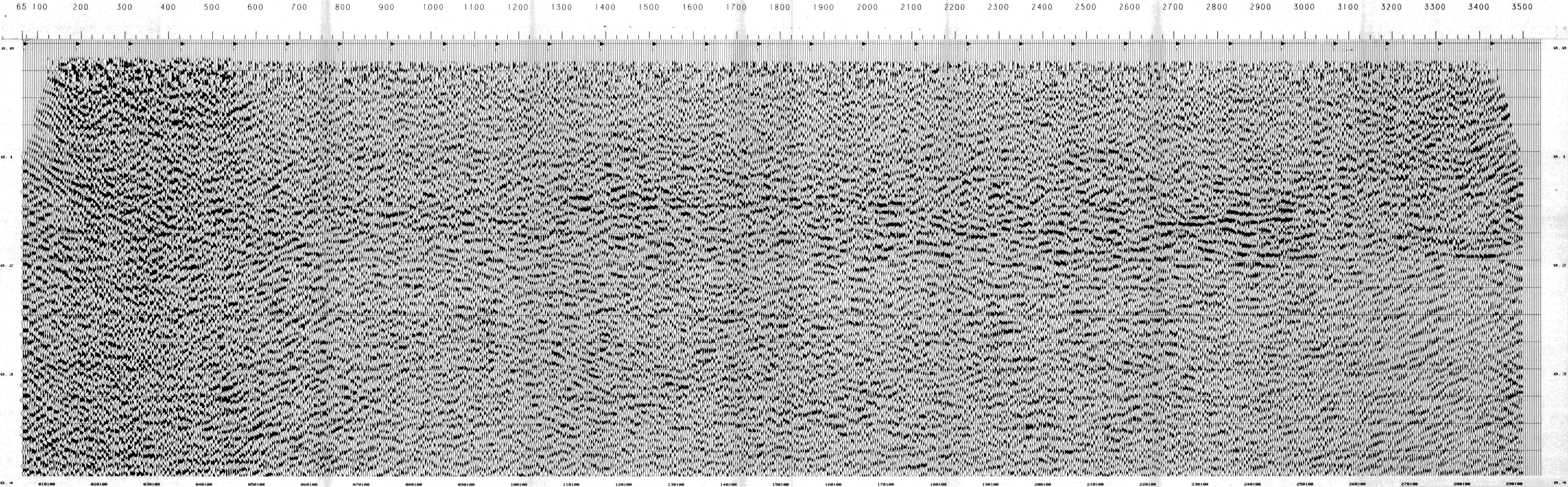
Top. no. 3358-35
M. GEORGE
RECORDING DEPARTMENT

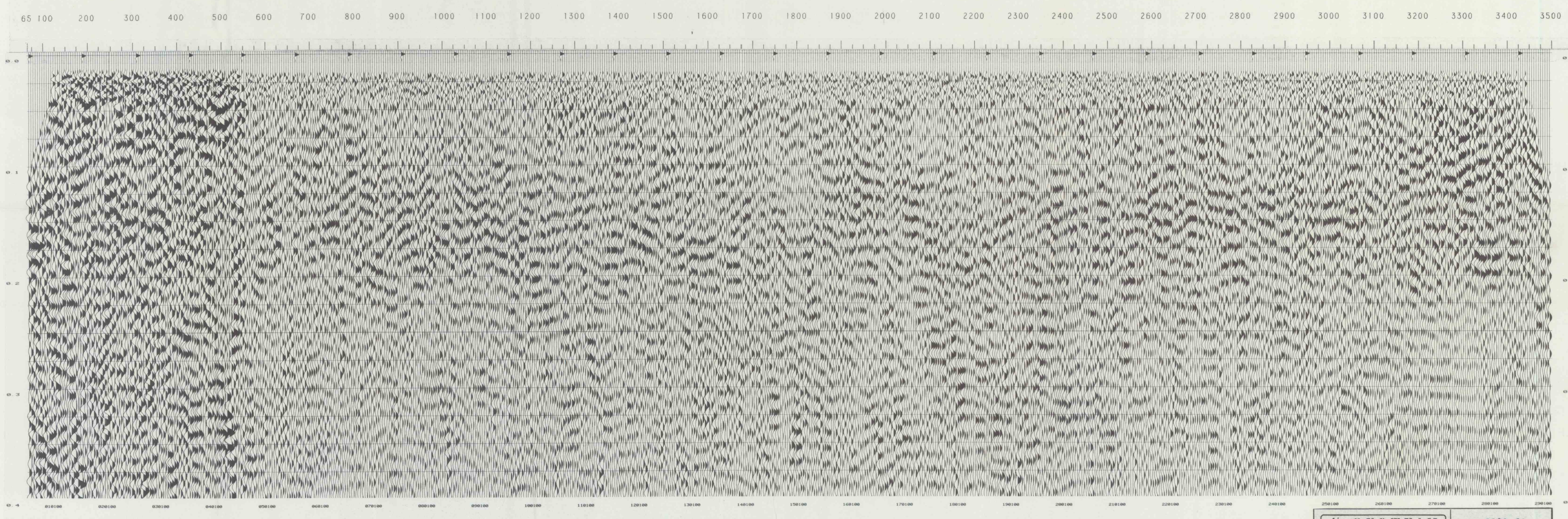
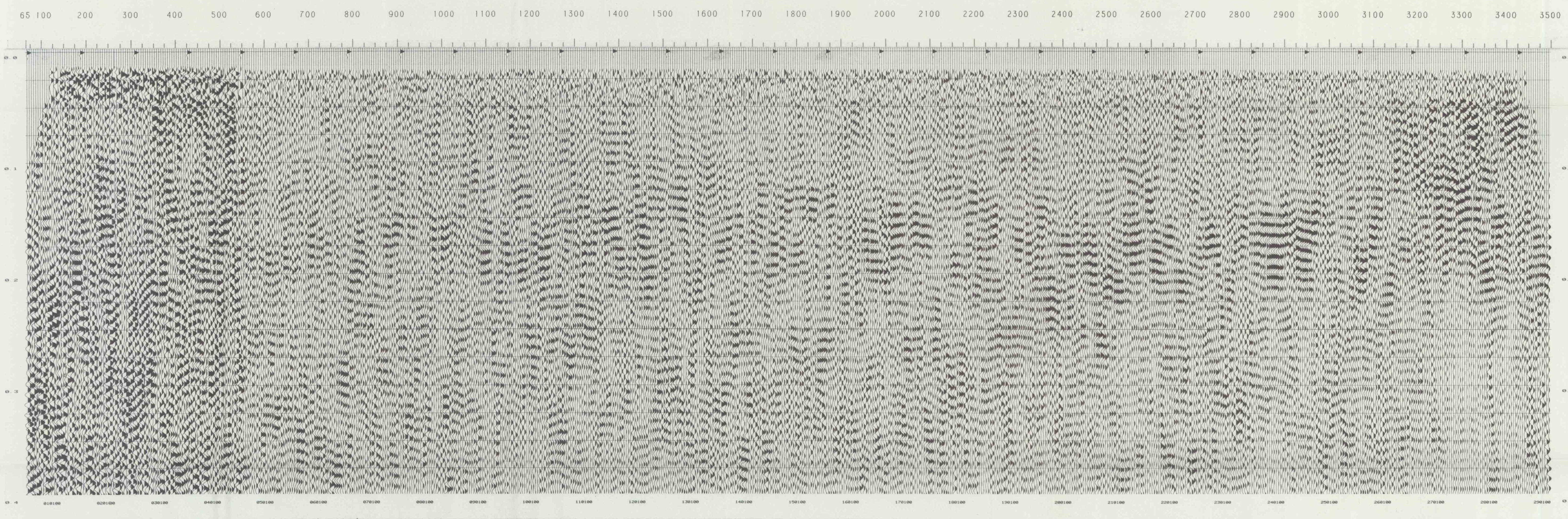
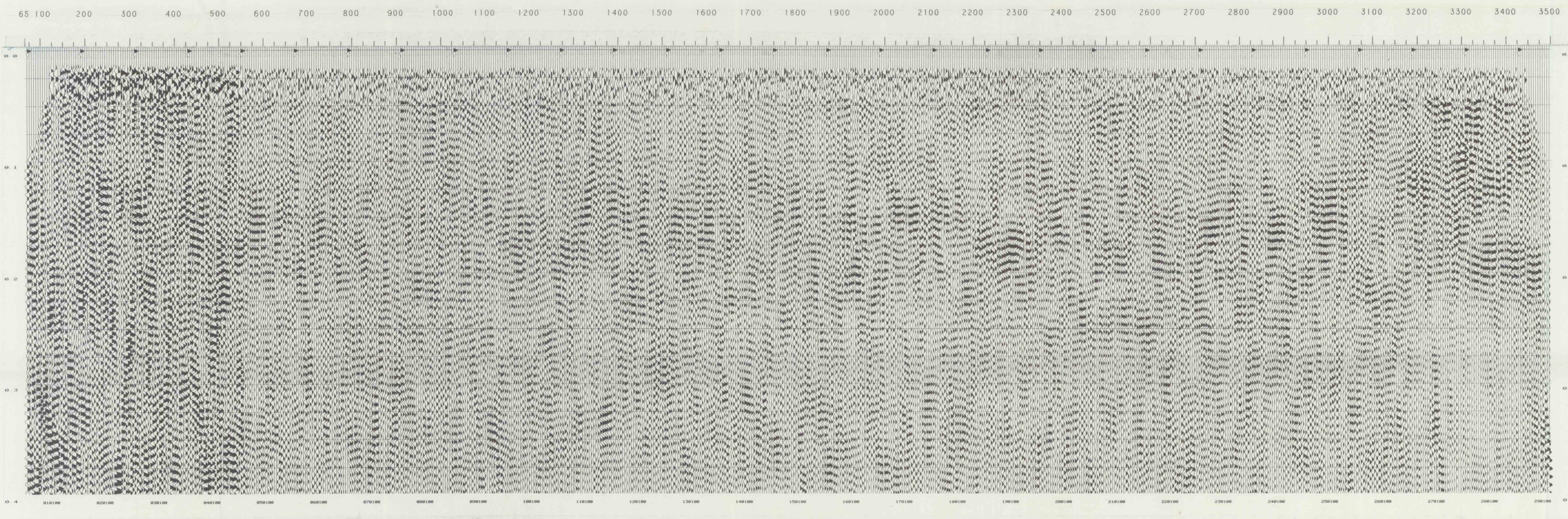
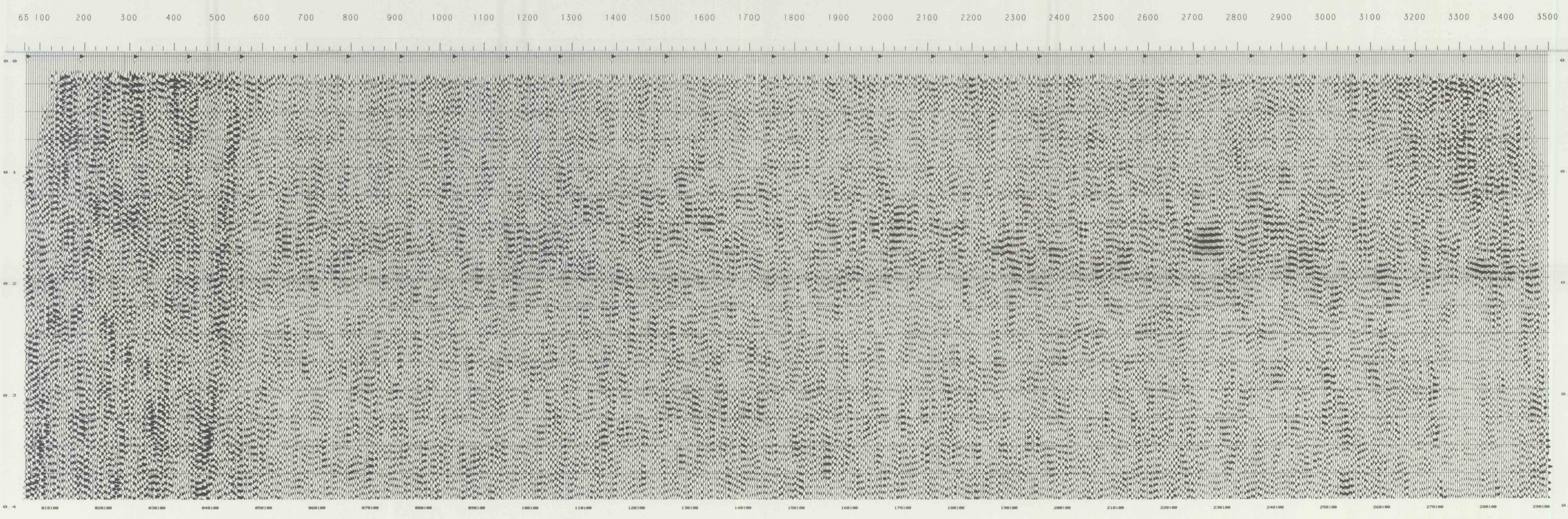
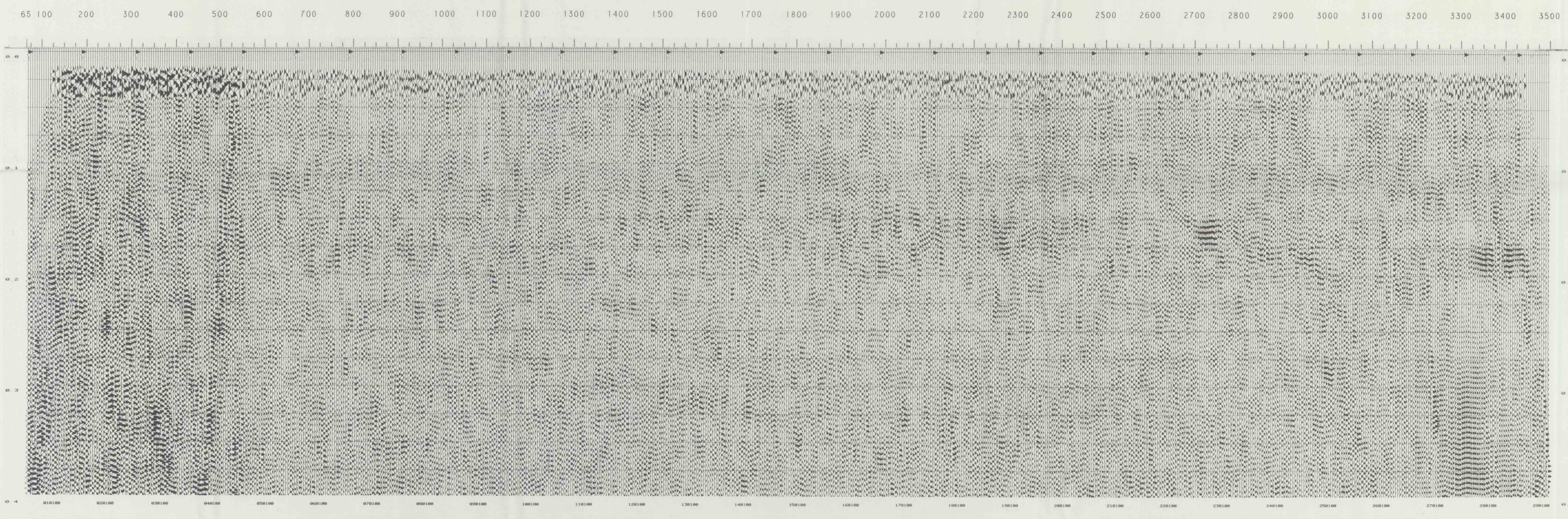
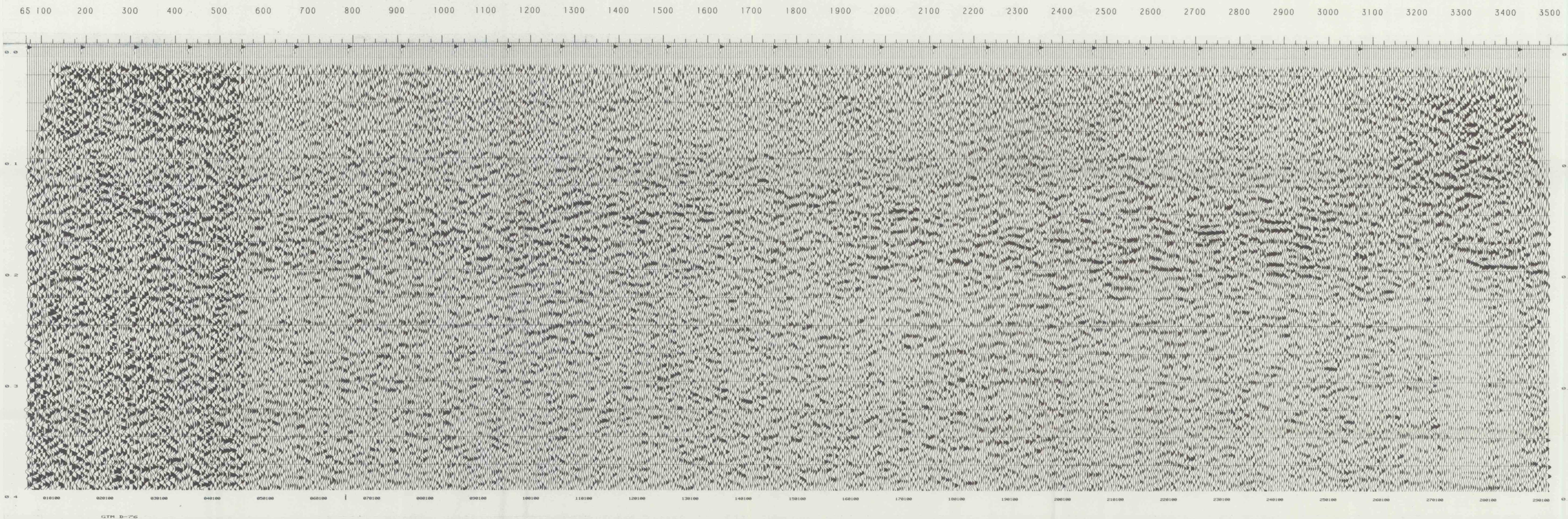
CTM D76
RE 50605

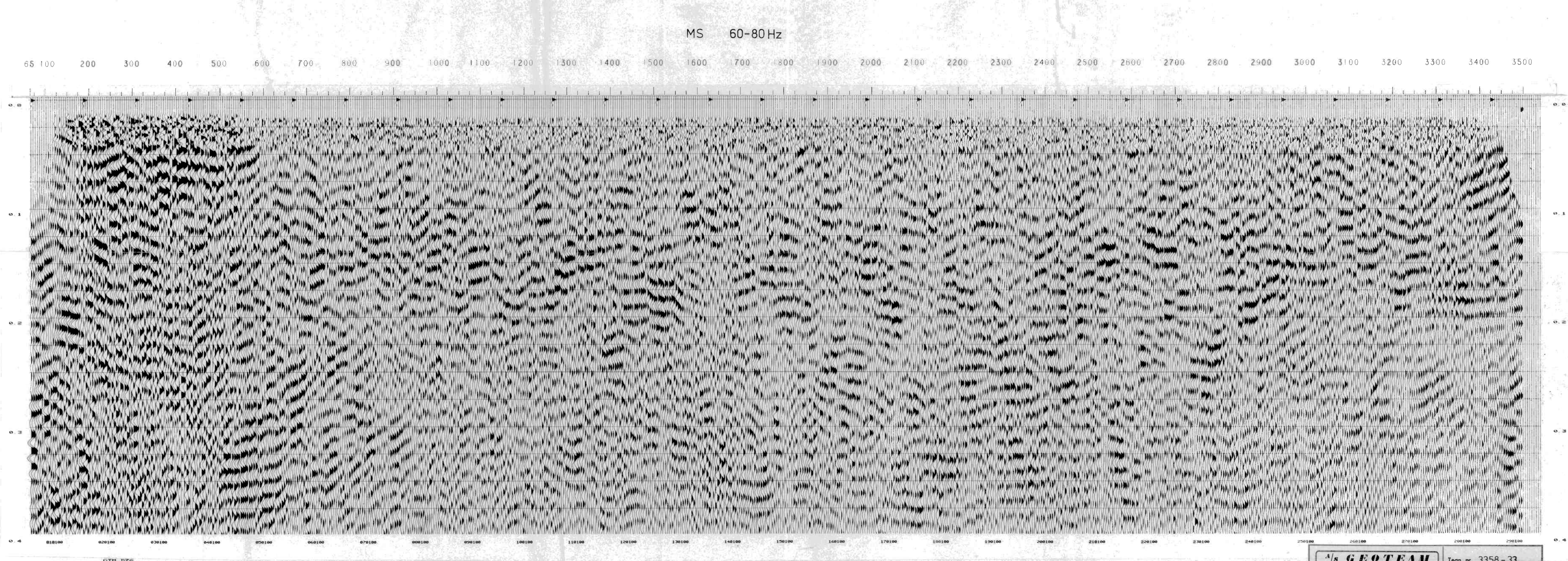
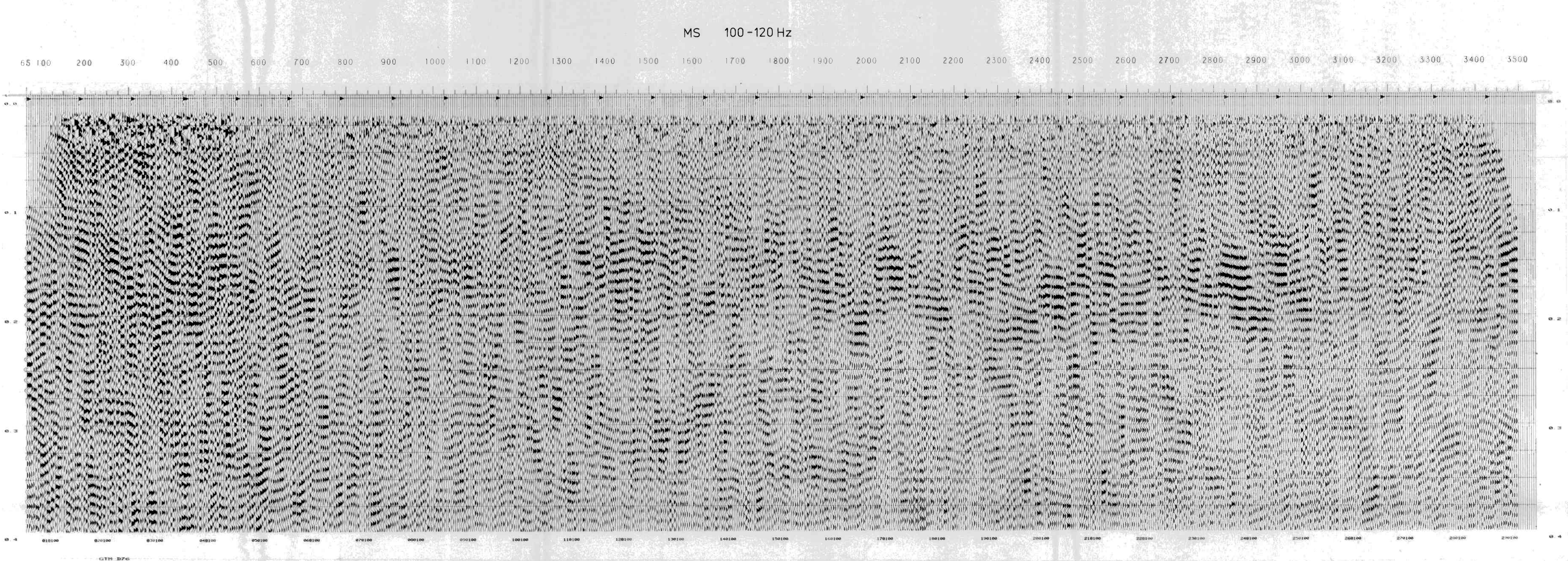
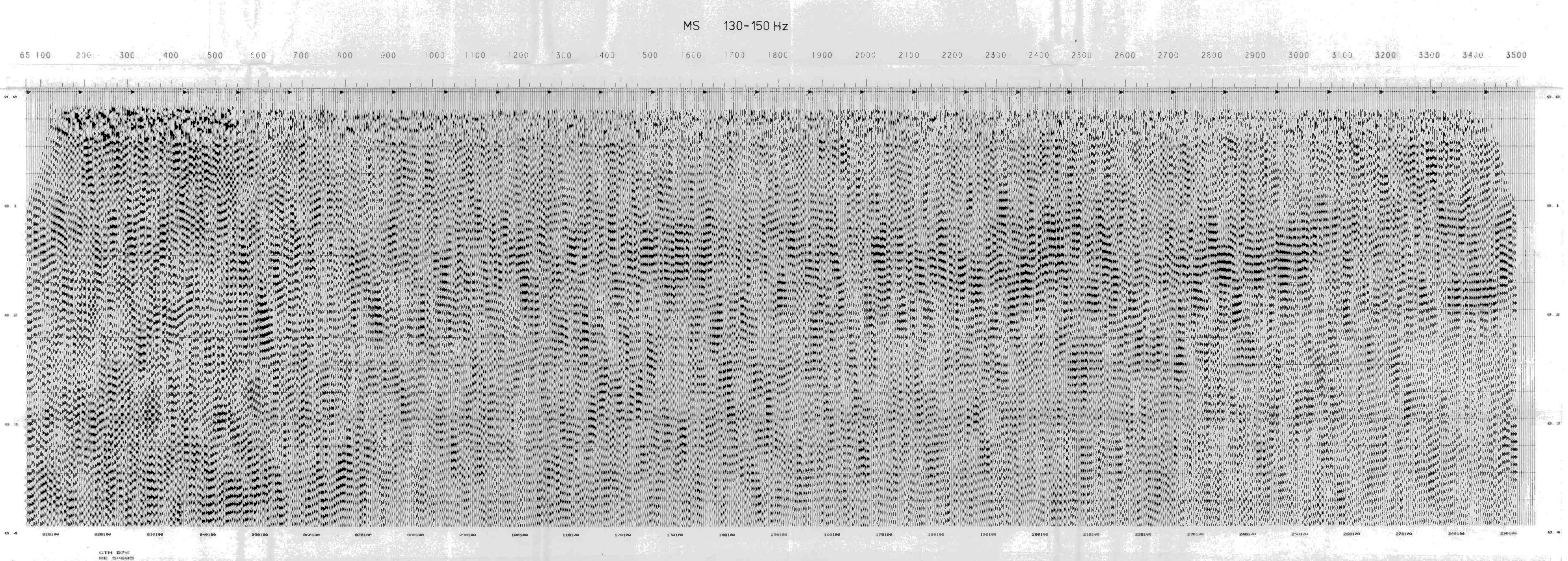
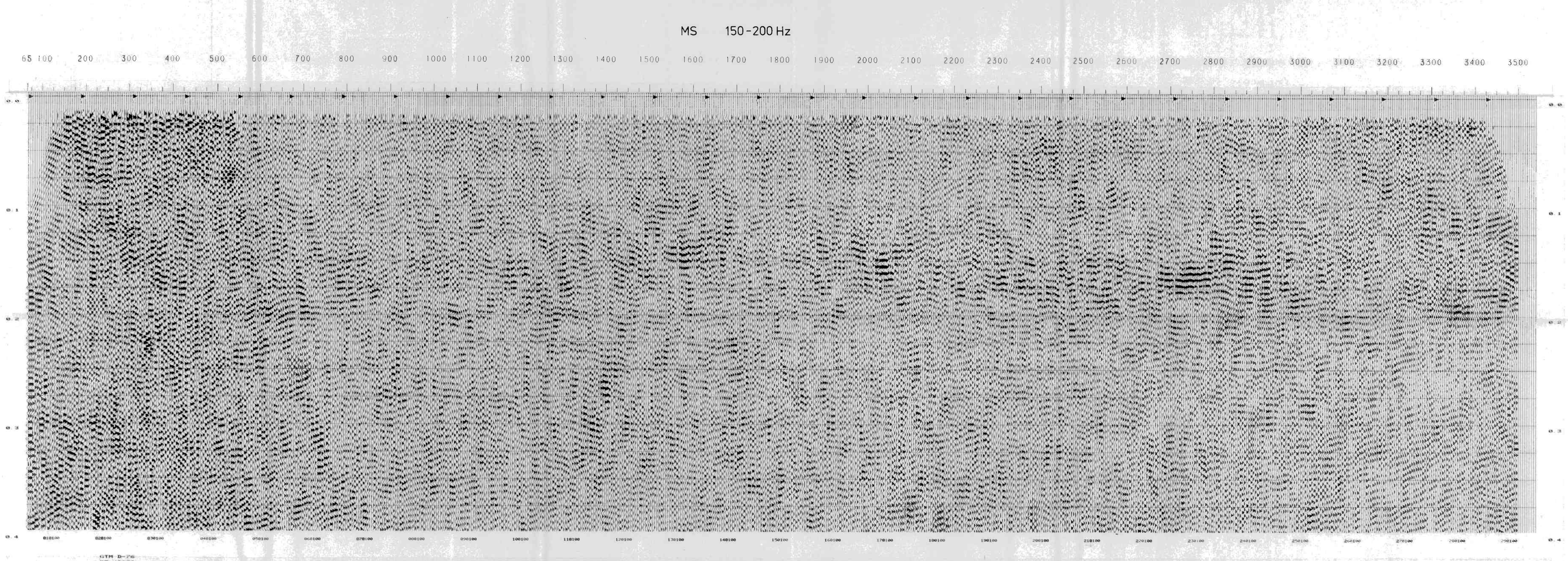
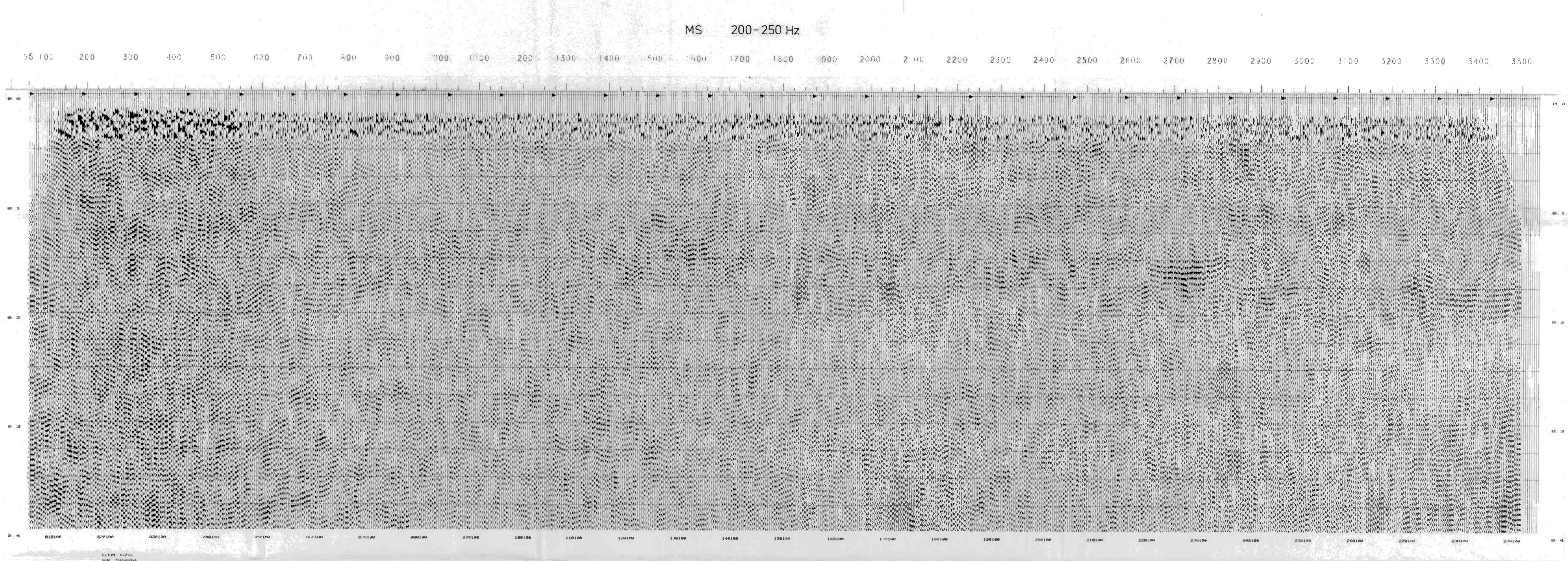
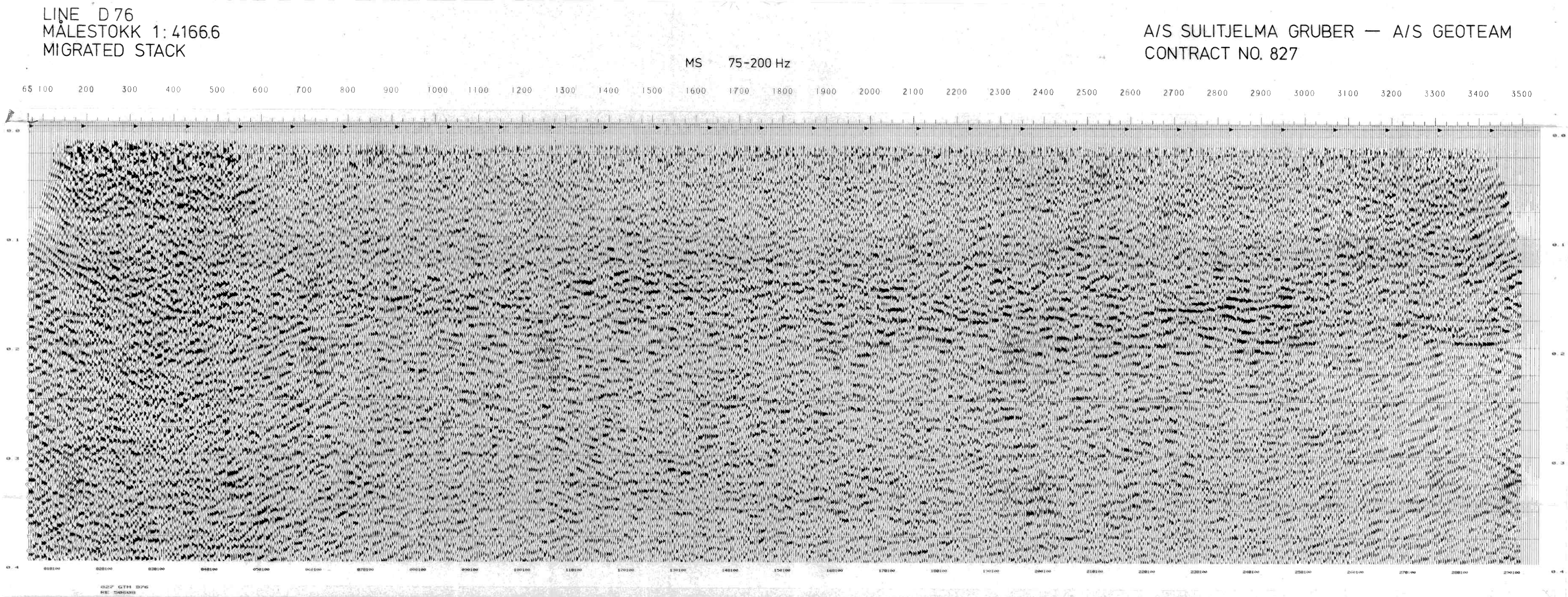
LINE D 76
MALESTOKK 1:2500
MIGRATED STACK

A/S SULITJELMA GRUBER — A/S GEOTEAM
CONTRACT NO. 827

MS 75-200 Hz

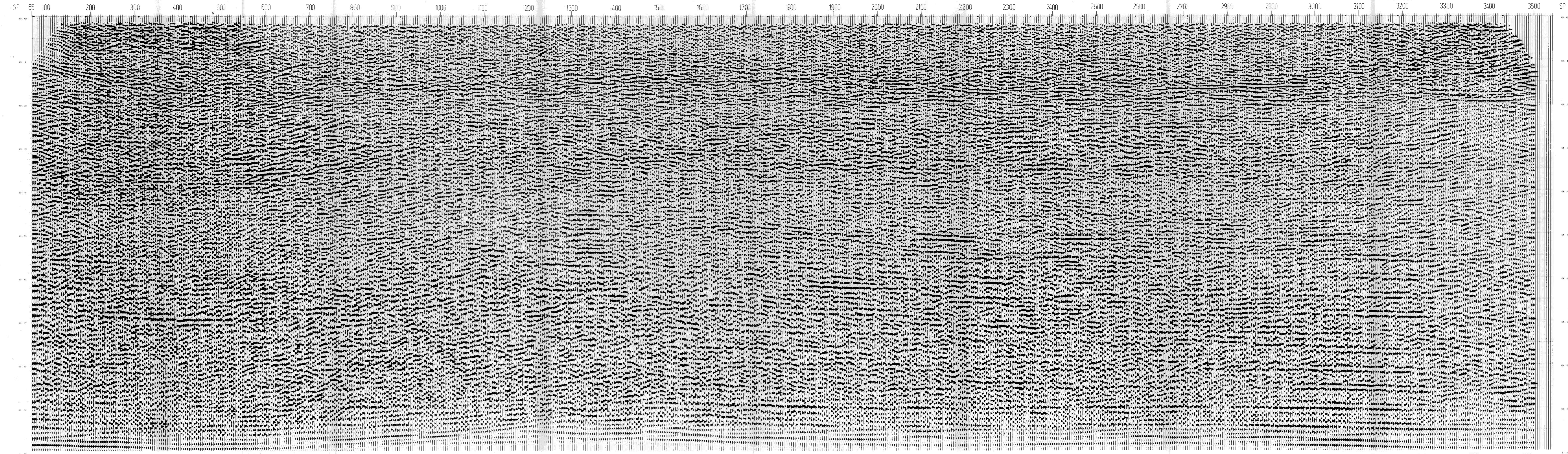






TIME VEL
100 4831
200 4813
300 4810
400 4800
1000 4900

FIRST PART SECOND PART



LINE D76-N-S
PROFILE METER 65 - 3500

4x1200% MIGRATED STACK
N —————> S



A/S GEOTEAM



SULITJELMA
GJERTRUDFJELL

SHOT BY: A/S GEOTEAM DATE: AUG. 1976
PROCESSED BY: GEO A/S DATE: SEPT. 1976
CONTRACT NO.: 827 FIELD REEL NO. 16206788, 302125073,
302125086, 142106782, 142106789

RECORDING DATA

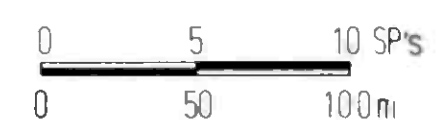
SOURCE DYNAMITE
SPLITSREAD
SP INTERVAL 10 m
GEOPHONES PER GROUP 1
GROUPS 24
GROUP INTERVAL 10 m
INSTRUMENTS AMPLIFIER OHR-1632
FILTER LO CUT 60 Hz
RECORD LENGTH 1 sec
SAMPLE RATE 1 ms
TYPE AMPLITUDE CONTROL PLY POINT
RECORDING TAPE 800 BP1
RECORDING FORMAT SEG Y

POLARITY CONVENTION: RECORDED POSITIVE NUMBER DISPLAYED AS A PEAK (BLACK)

PROCESSING SEQUENCE AND PARAMETERS

EDIT/DEMULPLEX
SUMMER 4 SHOT VERTICAL SUM
GAIN APP FIRST GAIN ZONE 40 ms
MAX GAIN ZONE 100 ms
DBS MINIMUM PREDICTION DISTANCE 4 ms
MAXIMUM PREDICTION DISTANCE 100 ms
NO OF AUTOCORR WINDOWS 2
STOP OF AUTOCORR 1000 ms
STOP OF DECONVOLUTION 1000 ms
1 VEL FUNCT, MULT, STATICS
NMO COHERENCY STACK SEC 0.001 - 0.200 Max Shift 2 ms
0.200 - 1.000 8 ms
MIGRATION WAVE EQUATION, FINITE DIFF APPROX
TV FILTER Sec 0.001 - 0.1 Hz 75 - 200 Slopes dB/oct
0.250 - 0.500 65 - 150 24 / 48
0.500 - 1.000 60 - 120 24 / 48
DATUM PLANE 780 m
PLAYBACK SCALES HORIZONTAL 5 m/cm
VERTICAL 40 cm/sec
GAIN 18 dB BIAS -4

HORIZONTAL SCALE 1:2500



TIME VEL
100 4831
200 4813
300 4810
400 4800
1000 4810

LINE D76-N-S

PROFILE METER 480 to 3500

4x1200% FILTERED STACK

N ———▶ S



A/S GEOTEAM



SULITJELMA
GJERTRUDFJELL

SHOT BY: A/S GEOTEAM
PROCESSED BY: GEO A S
CONTRACT NO: 827
DATE AUG. 1976
DATE SEPT. 1976
FIELD REEL NO 142106788, 302125073,
302125086, 142106782, 142106785

RECORDING DATA

SOURCE
DYNAMITE
SPLITSREAD
SP INTERVAL 10 m
G11 G12 G13 G14
G15 G16 G17 G18 G19 G20
G21 G22 G23 G24 G25 G26
G27 G28 G29 G30 G31 G32
G33 G34 G35 G36 G37 G38
G39 G40 G41 G42 G43 G44
G45 G46 G47 G48 G49 G50
G51 G52 G53 G54 G55 G56
G57 G58 G59 G60 G61 G62
G63 G64 G65 G66 G67 G68
G69 G70 G71 G72 G73 G74
G75 G76 G77 G78 G79 G80
G81 G82 G83 G84 G85 G86
G87 G88 G89 G90 G91 G92
G93 G94 G95 G96 G97 G98
G99 G100
GEOPHONES PER GROUP 1
GROUPS 24
GROUP INTERVAL 10 m
INSTRUMENTS
AMPLIFIER DHR-1632
FILTER LO CUT 60 Hz Oct
RECORD LENGTH 1 sec
SAMPLE RATE 1 ms
TYPE AMPLITUDE CONTROL FIX POINT
RECORDING TAPE 800 BPI
RECORDING FORMAT SEG Y

POLARITY CONVENTION: RECORDED POSITIVE NUMBER DISPLAYED AS A PEAK (BLACK)

PROCESSING SEQUENCE AND PARAMETERS

EDIT/DEMULPLEX
SUMMER 4 SHOT VERTICAL SUM
GAIN APP FIRST GAIN ZONE 40 ms
MAX GAIN ZONE 160 ms
OBS MINIMUM PREDICTION DISTANCE 4 ms
MAXIMUM PREDICTION DISTANCE 100 ms
NO OF AUTOCORR WINDOWS 2
STOP OF AUTOCORR 1000 ms
STOP OF DECONVOLUTION 1000 ms
1 VEL FUNC, MUTE, STATICS
2 GATES Sec Max Shift
0.000 - 0.200 6 ms
0.200 - 0.500 24 / 48
0.500 - 1.000 60 - 120 24 / 48
IV FILTER Sec Lc Hc Slopes db/oct
0.000 - 0.250 75 - 200 24 / 48
0.250 - 0.500 65 - 150 24 / 48
0.500 - 1.000 60 - 120 24 / 48
DATUM PLANE 780 m
PLAYBACK SCALES HORIZONTAL 5 tr/cm
VERTICAL 40 cm/sec
GAIN 18 dB BIAS -4

HORIZONTAL SCALE 1:2 500

0 5 10 SP/s
0 50 100 m

A/S GEOTEAM

Tegn. nr. 3358-30