

Rapport nr. 90.038		ISSN 0800-3416		Åpen/Fortrykt	
Tittel: Refleksjonsseismiske målinger ved Henning, Steinkjer, Nord-Trøndelag					
Forfatter: Eirik Muring og Jan S. Rønning			Oppdragsgiver: NGU/Nord-Trøndelagsprogrammet		
Fylke: Nord-Trøndelag			Kommune: Steinkjer		
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Trondheim			Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1722 IV Stiklestad		
Forekomstens navn og koordinater: Henning 32 6273 70947			Sidetall: 13		Pris: 95,-
Feltarbeid utført: 05.06.-08.06.89		Rapportdato: 19.04.1990		Prosjektnr.: 62.2509.02	
Seksjonssjef: <i>Jan S. Rønning</i>					
Sammendrag: <p>Formålet med de refleksjonsseismiske målingene var først og fremst å kartlegge fjelltopografi og løsmassestratigrafi. Refleksjonsseismikk ved kvartærgeologisk kartlegging på land er ikke anvendt ved NGU tidligere. Derfor var det også av interesse å få undersøkt anvendbarhet av metoden.</p> <p>Sammenlignet med tidligere benyttede målemetoder ved Henning, har refleksjonsseismikk;</p> <ul style="list-style-type: none"> - gitt mer detaljert og direkte avtegnning av fjelltopografi - gitt flere detaljer innenfor løsmassene - påvist lag som ikke kan indikeres ved tradisjonell refraksjonsseismikk p.g.a. hastighetsinversjon <p>Til tross for et noe større ressursbehov og metodiske svakheter i tørre, inhomogene masser, må en kunne konkludere med at refleksjonsseismikk er et meget godt alternativ til tradisjonelle refraksjonsseismiske målinger.</p>					
Emneord		Løsmasseavsetning			
Geofysikk					
Refleksjonsseismikk				Fagrapport	

INNHold

	Side
1. INNLEDNING	4
2. MÅLEMETODE	4
2.1 Måleteknikk	4
2.2 Utstyr	4
2.3 Utførelse	4
2.4 Prosessering	5
3. RESULTATER	5
3.1 Datakvalitet	5
3.2 Tolkning av seismisk tidsseksjon	5
4. KONKLUSJON	8
REFERANSER	9

Vedlegg

1. Refleksjonsseismikk - metodebeskrivelse
2. Hastighetsanalyser

Kartbilag

- | | |
|-----------|-----------------------------|
| 90.038-01 | Oversiktskart, Henning |
| 90.038-02 | Seismisk tidsseksjon |
| 90.038-03 | Tolket seismisk tidsseksjon |

1. INNLEDNING

Området som er undersøkt ligger ved Henning, Steinkjer kommune, Nord-Trøndelag (se kartbilag -01). Området er valgt ut som et testområde for forskjellige typer geofysiske målinger ved kartlegging av kvartær stratigrafi. Følgende geofysiske målemetoder er tidligere anvendt; refraksjonsseismikk, vertikal elektrisk sondering, kombinasjon av elektrisk profilering og vertikal elektrisk sondering, elektromagnetiske målinger (Rønning & Tønnesen, 1985 og Rønning & Tønnesen 1986). En sammenstilling av oppnådde resultater og metodenes anvendbarhet vil bli publisert (Blikra m.fl., 1990). Formålet med de refleksjonsseismiske målingene var først og fremst å kartlegge fjelltopografi og løsmassestratigrafi. Refleksjonsseismikk ved kvartærgeologisk kartlegging på land er ikke anvendt ved NGU tidligere. Derfor var det også av interesse å få undersøkt anvendbarhet av metoden, og spesielt undersøke om den gav informasjon utover det som var oppnådd med tidligere benyttede teknikker.

De refleksjonsseismiske målingene ved Henning ble startet opp høsten 1988 med assistanse av ekspertise fra Canada geologiske undersøkelse. I denne sammenheng ble det også gjennomført et kursopplegg (Hunter, Pullan & Higgins, 1988). På grunn av problemer med programvare måtte slutføringen av målingene utsettes. De målingene som her rapporteres ble utført av E. Muring, T. Lauritsen og J.S. Rønning i perioden 5/6-8/6-1989.

2. MÅLEMETODE

2.1 Måleteknikk

Ved utførelsen av de refleksjonsseismiske målingene ble det benyttet en teknikk kalt 'optimum offset' (også kalt 'common offset'). En beskrivelse av denne teknikken er vedlagt (vedlegg 1).

2.2 Utstyr

Ved målingene ble det benyttet en 24-kanals digital 12-bits seismograf av typen Scintrex S-2 'Echo' som registreringsinstrument. Geofoner med egenfrekvens 50 Hz ble anvendt. Energiseringskilden var 12 kalibers haglskudd avfyrt fra en spesiallagd børs som stikkes ned i jorda.

2.3 Utførelse

Det ble benyttet spett for å lage hull til skuddpunkt. Det ble plassert trekiler rundt energiseringskilden for demping av luftbølger. For å få best mulig geofon/bakke-kobling, ble det spadd opp groper for hver geofon. Ialt 21 utlegg ble målt, hvert på 48 m, slik at den totale lengden av profilet var 1008 m. For de 10 SV-ligste utlegg ble det benyttet en skudd-geofonavstand

('common offset') på 24 m, mens man for de resterende 11 utlegg brukte en skudd-geofonavstand på 32 m. I tillegg til 'optimum offset'-opptak, ble det for hvert utlegg registrert et 'spread'-opptak fra første skudd, for seinere hastighetsanalyse. Andre opptaksparametre er listet i tabellen under.

<u>Parameter</u>	<u>Verdi</u>
Antall kanaler	12
Geofon- og skuddavstand (m)	4
Analogt lavkutt-filter (Hz)	300
Opptakstid (ms)	200

2.4 Prosessering

For hvert opptak ble det først utført statisk korreksjon for å fjerne effekten av ujevn topografi og variasjoner i hastighet i det øverste laget. Korreksjonen ble interaktivt utført på PD. Deretter ble en foreløpig seismisk seksjon skrevet ut. Seinere fant en det nødvendig å utføre digital båndpassfiltrering for å fjerne lav- og høyfrekvent støy. Båndets nedre og øvre grense var hhv. 200 og 500 Hz. En ferdig seismisk seksjon (se kartbilag -02) ble deretter skrevet ut, med 'muting' og følgende parametre for AGC ('Automatic gain control') og 'gain tapers';

<u>AGC</u>		<u>Gain tapers</u>	
AGC-konstant:	300	Tidsintervall	Faktor
Vindu før:	100	0 - 20 ms:	0.2
Vindu etter:	100	20 - 60 ms:	5
		60 - 140 ms:	1
		140 - 200 ms:	0

Den programvare som brukes gir ingen mulighet til (automatisk) konvertering fra tidsdyp til reelle dyp etter at hastighetsanalyse er utført. Det presenterte, ferdig tolkede snitt (se fig. 1) er derfor manuelt dybdekonvertert med utgangspunkt i hastighetsanalyse (vedlegg 2) og seismisk seksjon.

3. RESULTATER

3.1 Datakvalitet

Datakvaliteten er variabel, spesielt NØ for 750 (se kartbilag -02). Dette gir seg utslag i at det stedvis kan være vanskelig å følge refleksjoner. Dette kan bl.a. skyldes dårlig kobling mellom

geofoner og bakke, for høy frekvens innstilt ved analog lavkutt-filtrering under opptak, utkilende/lite utholdende lag eller laterale variasjoner i akustisk impedans. Følgelig vil tolkningen av tidsseksjonen være beheftet med endel usikkerheter.

3.2 Tolkning av seismisk tidsseksjon

Vi tar utgangspunkt i prosessert tidsseksjon i kartbilag -02. Målestokk som er angitt er referert til lengderetningen. I den SV-lige del har vi markante refleksjoner fra 250 til 750 ved ca. 80 ms. Dette antas å representere fjell, da ingen tydelige refleksjoner opptrer etter 80 ms i det samme område. Et sprang i fjellreflektoren ved ca. 550 er i kartbilag -03 tolket som en forkastning. Ved ca. 750-850 er det vanskelig å følge fjellreflektoren NØ-over. Dette skyldes sannsynligvis at dyp til fjell øker brått i dette området. Stedvis kan man se refleksjoner NØ for 850 på ca. 140-150 ms. Dette antas å representere fjell. I kartbilag -03 har man tolket spranget i dyp til fjell som en forkastning (ved ca. 750). Tidligere undersøkelser ved refraksjonsseismikk (Tønnesen, 1985) viser at fjellhastigheten er lav (ca. 3700 m/s) i dette området, noe som støtter opp om hentydningen om en forkastnings-/svakhetszone. Dyp til fjell er 60-90 m i SV og 140-150 m i NØ.

I SV ser man tydelig en reflektor fra 40 ms ved 250 som kiler ut ved ca. 650. Refraksjonsopptak og hastighetsanalyse utført på 'spread'-opptak viser at seismisk hastighet i laget er ca. 1500 m/s. Mektigheten av laget er størst ved 250, og er her ca. 30 m. Boring og overflatekartlegging har vist at dette er marin leire (Blikra m.fl., 1990). Laget under har en seismisk hastighet på 2000-2100 m/s (funnet fra refraksjonsopptak). Dette antas å representere morene.

Fra 650 og ut profilet i retning NØ, er det ved geologisk kartlegging indikert leire i overflaten (Sveian, 1987). Under dette tynne leirlaget har refraksjonsseismikk gitt seismisk hastighet i området 1900-2100 m/s, d.v.s. hastighet som er typisk for morene. Det er uklart hvorvidt denne moreneavsetningen har sammenheng med morenen i SV. Hastighetsanalyser utført på 'spread'-opptak NØ for ca. 1000 viser at gjennomsnittlig seismisk hastighet til reflektor på ca. 50-60 ms er i området 1700-1800 m/s (se vedlegg 2, pkt. 1050 og 1250). Dette betyr at morenelaget med seismisk hastighet i området 1900-2100 m/s har begrenset mektighet, og at laget ned til ca. 50-60 ms trolig er dominert av glacimarine avsetninger med seismisk hastighet lavere enn 1800 m/s. Dette er også indikert ved VES-målinger (de glacimarine avsetninger har lav spesifikk motstand) og vist ved boringer (Blikra m.fl., 1990). Den nedre grense av dette laget gir seg til kjenne ved refleksjoner fra ca. 850 og ut profilet. Det marine laget kiler ut ved ca. 850, som vist i kartbilag -03.

Fra ca. 750 og ut profilet i retning NØ, sees refleksjoner i et nivå på ca. 100-110 ms. Hastighetsanalyse gav ikke pålitelige opplysninger om seismisk hastighet i laget, og det er derfor spesielt vanskelig å antyde materialtype. Tidligere undersøkelser har heller ikke klart å avdekke hvilken materialtype en her har. Dyp til dette laget er i gjennomsnitt ca. 100 m.

I kartbilag -03 er refleksjonene forsøkt framhevet og sammenknyttet. Et tolket snitt gjennom avsetningen er presentert i fig. 1. Figuren er dybdekonvertert. De seismiske hastigheter som er benyttet ved dybdekonverteringen og bestemmelse av lagtykkelser, er listet i vedlegg 2. De forskjellige avsetningstyper er forsøkt inndelt i enheter.

4. KONKLUSJON

Ved Henning er det målt et refleksjonsseismisk profil i en lengde av ca. 1 km. Deler av profilet viser tydelige detaljer når det gjelder fjelltopografi under løsmassene. Dyp til fjell ligger på 60-90 m i SV og 140-150 m i NØ. En utkilende marin leirpakke sees tydelig på seismisk seksjon i SV.

Hastighetsanalyser utført på 'spread'-opptak NØ for ca. 1000 avdekket et lag med hastighet på ca. 1500 m/s under et morenelag med hastighet på ca. 2000 m/s. Sannsynligvis er laget dominert av glacimarine avsetninger. Laget er ikke avdekket ved tidligere utført refraksjonsseismikk, p.g.a. problemet med hastighetsinversjon.

Ellers indikeres mer eller mindre sammenhengende refleksjoner på den seismiske seksjonen i nivå 100-110 ms (ca. 100 m dyp) fra ca. 750 og i retning NØ. Det er uklart hvilken materialtype en her har.

Sammenlignet med tidligere benyttede målemetoder ved Henning, har refleksjonsseismikk

- gitt mer detaljert og direkte avtegnning av fjelltopografi
- gitt flere detaljer innenfor løsmassene
- påvist lag som ikke kan indikeres ved refraksjonsseismikk p.g.a. hastighetsinversjon.

Til tross for et noe større ressursbehov og metodiske svakheter i tørre, inhomogene masser, må en kunne konkludere med at refleksjonsseismikk er et meget godt alternativ til tradisjonelle refraksjonsseismiske målinger.

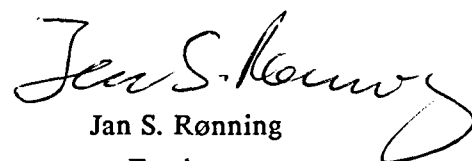
Trondheim, 19/4-1990

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

Geofysisk avdeling



Eirik Mauring
Forsker



Jan S. Rønning
Forsker

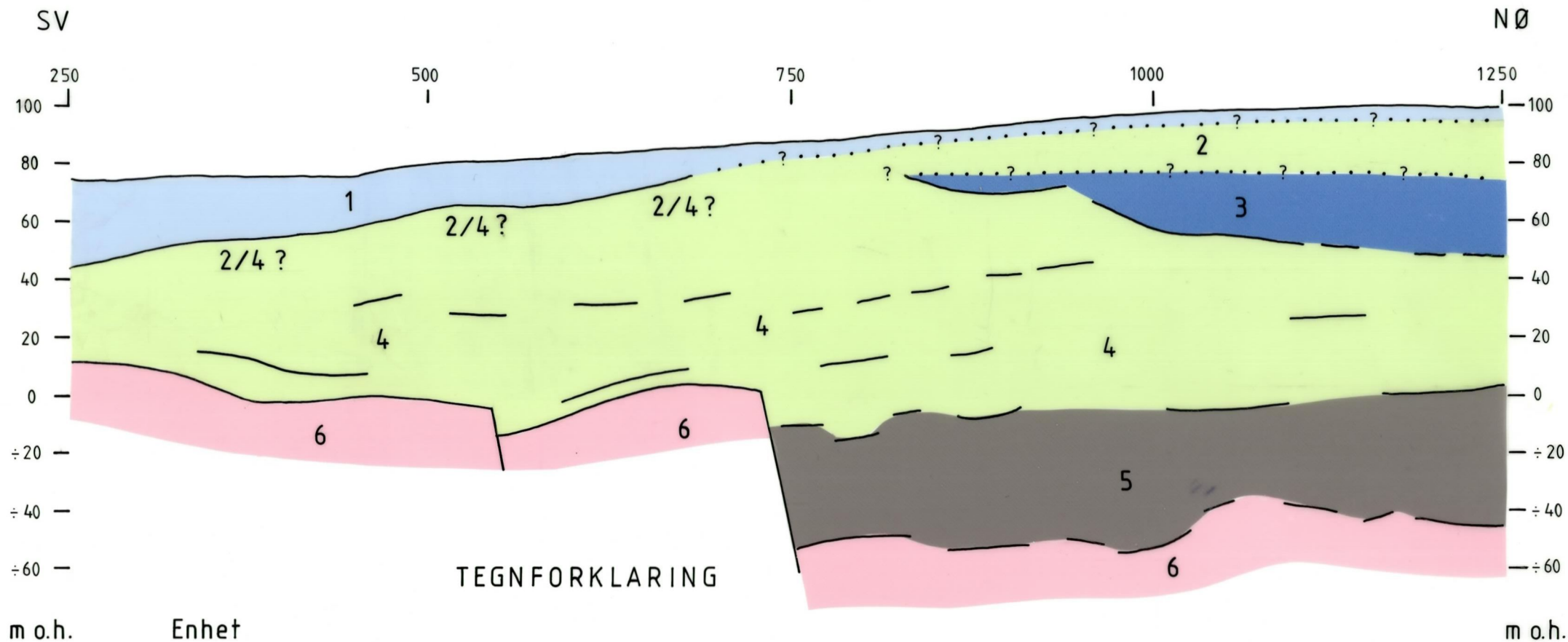


FIG.1: GEOLOGISK TOLKNING AV REFLEKSJONSSEISMISK TIDSSEKSJON

REFERANSER

Blikra, L.H. m.fl., 1990: Publikasjon under utarbeiding.

Hunter, J.A., Pullan, S.E. & Huggins, R. 1988: Shallow seismic reflection techniques for engineering and geotechnical studies (upubliserte kursnotater).

Rønning, J.S. & Tønnesen, J.F. 1985: Kartlegging av løsmasseavsetninger ved hjelp av geofysikk. Utprøving av EM-31. NGU-rapport 85.199.

Rønning, J.S. & Tønnesen, J.F. 1986: Kartlegging av løsmasseavsetninger ved hjelp av geofysikk. Sammenligning av forskjellige elektriske og elektromagnetiske metoder for profilering og dybdesondering. NGU-rapport 86.094.

Sheriff, R.E. & Geldart, L.P. 1982: Exploration seismology. Cambridge university press.

Sveian, H. 1987: HENNING CUV 139140-20, kvartærgeologisk kart. Norges geologiske undersøkelse.

Tønnesen, J.F. 1985: Seismiske målinger og elektriske sonderinger innenfor kartbladene 1722 IV Stiklestad og 1723 III Steinkjer i 1983. NGU-rapport 85.198.

REFLEKSJONSSEISMIKK - METODEBESKRIVELSE

Refleksjonsseismikk anvendt på løsmasser er tilpasning og modifisering av konvensjonelle refleksjonsseismiske teknikker. I enkelte områder kan refleksjonsseismikk være et alternativ til refraksjonsseismikk ved undersøkelse av løsmassestratigrafi, grunnvann og fjelltopografi under løsmasser.

Oppløsning/dybderekkevidde

I løpet av de siste årene har det skjedd en utvikling av digitalt refleksjonsseismisk utstyr i retning av høyere oppløsning og mindre tidkrevende prosessering. Oppløsningen er proporsjonal med registrert frekvens og seismisk hastighet. Man anvender derfor energiseringskilder som gir høyfrekvent energi. Et eksempel på en slik kilde er haglpatroner avfyrt fra en spesiellagde bøsse. Ytterligere framheving av høye frekvenser oppnås ved anvendelse av geofoner med høy egenfrekvens (50 eller 100 Hz), samt analog og digital frekvensfiltrering. En utvikling av seismografer i retning av økende dynamikkområde bidrar også til høyere oppløsning. Reflektorer kan under 'gunstige forhold' (se under) kartlegges på dyp i området 10 - flere hundre meter ved denne metoden. Ved en frekvens på 300 Hz og seismisk hastighet på 2000 m/s, kan man teoretisk sett 'se' lag med en mektighet større enn 2 m.

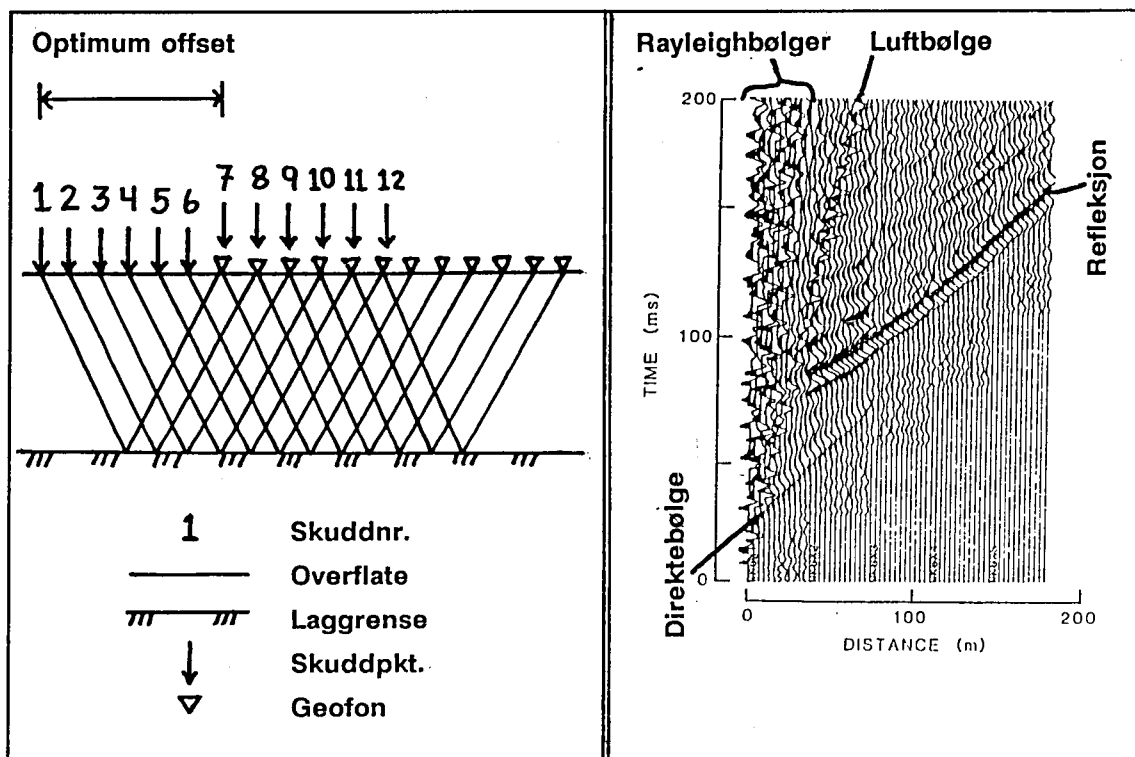
Anvendelse/Fordeler og ulemper

Anvendelsen av refleksjonsseismikk avhenger av god forplantning av høyfrekvent energi. Metoden egner seg derfor best der man ved overflaten har finkornige, vannmettede løsmasser. Dette gir best 'kobling' med bakken for skudd og geofoner. Metoden gir dårlige resultater ved grovkornige, tørre masser og over fyllinger og myr. Ved slike grunnforhold benyttes refraksjonsseismikk. I forhold til refraksjonsseismikk gir refleksjonsseismikk en mer direkte og detaljert avtegnning av lag i jorda, og man har ikke problemer med blindsonelag og hastighetsinversjon. Metoden gir derimot dårligere informasjon om lagenes seismiske hastigheter og tykkelser. Ønskes informasjon om lag grunnere enn 10 m, benyttes refraksjonsseismikk.

'Optimum offset'

Ved NGU benyttes en måleteknikk kalt 'optimum offset' (evt. 'common offset'). Teknikken er skissert i figur på neste side. Det velges en fast avstand ('optimum offset') mellom skudd og geofoner. Avstanden må minst være så stor at overflatebølger (Rayleigh-bølger) og luftbølger, som alle betraktes som støy, ankommer geofonene etter refleksjonssignal fra den dypeste laggrense man vil kartlegge (se figur på neste side). Et 'optimum offset'-opptak oppnås ved at første skudd registreres på første (nærmeste) geofon, skuddpunktet flyttes fram en avstand som tilsvarer geofonavstanden, man skyter og registrerer på geofon 2 o.s.v. Dersom man registrerer på 12 kanaler, vil opptaket være ferdig etter at man har skutt og registrert på geofon 12. Teknikken kan gi god oppløsning av grunne laggrenser, og man får en direkte avtegnelse av laggrenser etter kun å ha utført statistisk korreksjon (se under 'prosessering'). Det er vanlig å gjøre to opptak i tillegg til 'optimum offset'; 1) opptak på alle kanaler av skudd nær enden av utlegget

for å bestemme hastighet i øverste lag (refraksjon), 2) opptak på alle kanaler av skudd plassert i en viss avstand fra utlegget til bruk ved hastighetsanalyse ('spread'-opptak). En bemanning på 3 personer har vist seg å være optimal ved utførelsen av refleksjonsseismiske målinger. Når man benytter teknikken 'optimum offset', kan man under 'normale' forhold profilere 400-500 m pr. dag.



Figuren til venstre viser et opplegg for målinger ved 'optimum offset'-teknikken. Figuren til høyre viser et utvalg av seismiske hendelser som er vanlige i et opptak.

Prosessering

Før utskrift av seismisk seksjon, må man foreta statistisk korreksjon av 'optimum offset'-opptakene. Ved statistisk korreksjon gis en felles første ankomsttid til alle kanaler, for å fjerne effekten av ujevn topografi og variasjoner i hastighet i det øverste laget. Etter statistisk korreksjon kan man plote ut en foreløpig seismisk seksjon. Ved å se på denne seksjonen, kan man finne ut om båndpassfiltrering er nødvendig. Ved båndpassfiltrering konstrueres et filter slik at man fjerner de frekvenser som ligger utenfor frekvensområdet for refleksjoner, og/eller de frekvenser som er representert i støy. Etter båndpassfiltrering presenteres et nytt plott av seismisk seksjon, som i mange tilfeller kan utgjøre ferdig prosessert tidsseksjon (flere prosesseringstrinn kan inngå, men disse omtales ikke her). En konvertering fra tidsseksjon til dybdeseksjon kan oppnås dersom man kjenner seismisk hastighet ned til de forskjellige lag. Disse kan fåes fra refraksjons- og 'spread'-opptak (se tidligere).

Plotting

Ved plotting av seismisk seksjon benyttes AGC ('automatic gain control') for å normalisere amplituder og for å framheve svake reflektorer. For å fjerne amplitudeutslag i tiden før første

ankomst benyttes 'muting'. 'Gain tapers' brukes for å framheve utvalgte reflektorer (forsterkning- en settes til å variere lineært innenfor tidsintervaller). Grafisk framstilles amplitudeutslag v.h.j.a. en kombinasjon av 'wiggle trace' og 'variable area' (som i figuren).

Tolkning

Tolkning av ferdig prosessert seismisk seksjon baserer seg på gjenkjenning og sammenknytning av refleksjoner. Sammenholdt med opplysninger om seismiske hastigheter avledes en geologisk modell, der man også trekker inn resultater fra eventuelle andre undersøkelser.

P-BØLGEHASTIGHET I NOEN MATERIALTYPER

<i>Luft</i>		<i>330 m/s</i>
<i>Vann</i>		<i>1400-1500 m/s</i>
<i>Organisk materiale</i>		<i>150-500 m/s</i>
<i>Sand og grus</i>	<i>- over vannmettet sone</i>	<i>200-800 m/s</i>
<i>Sand og grus</i>	<i>- i vannmettet sone</i>	<i>1400-1700 m/s</i>
<i>Morene</i>	<i>- over vannmettet sone</i>	<i>700-1500 m/s</i>
<i>Morene</i>	<i>- i vannmettet sone</i>	<i>1500-1900 m/s</i>
<i>Hardpakket bunnmorene</i>		<i>1900-2800 m/s</i>
<i>Leire</i>		<i>1100-1800 m/s</i>
<i>Oppsprukket fjell</i>		<i>< 4000 m/s</i>
<i>Fast fjell</i>		<i>3500-6000 m/s</i>

HASTIGHETSANALYSER**Pkt. 300**Refleksjon

\bar{v}	<u> </u>	<u> </u>	d
1650			69

Refraksjon

v	
1520	

Pkt. 450Refleksjon

\bar{v}	<u> </u>	<u> </u>	d
2050			83

Refraksjon

v	<u> </u>	<u> </u>	t
1560			17
2220			

Pkt. 650Refleksjon

\bar{v}	<u> </u>	<u> </u>	d
2020			83

Refraksjon

v	
2060	

Pkt. 850Refleksjon

\bar{v}	<u> </u>	<u> </u>	d
2020			52
2000			79
1930			96
2000			145

Refraksjon

v	
1980	

Pkt. 1050Refleksjon

\bar{v}	<u> </u>	<u> </u>	d
1730			40
1900			136

Refraksjon

v	
1870	

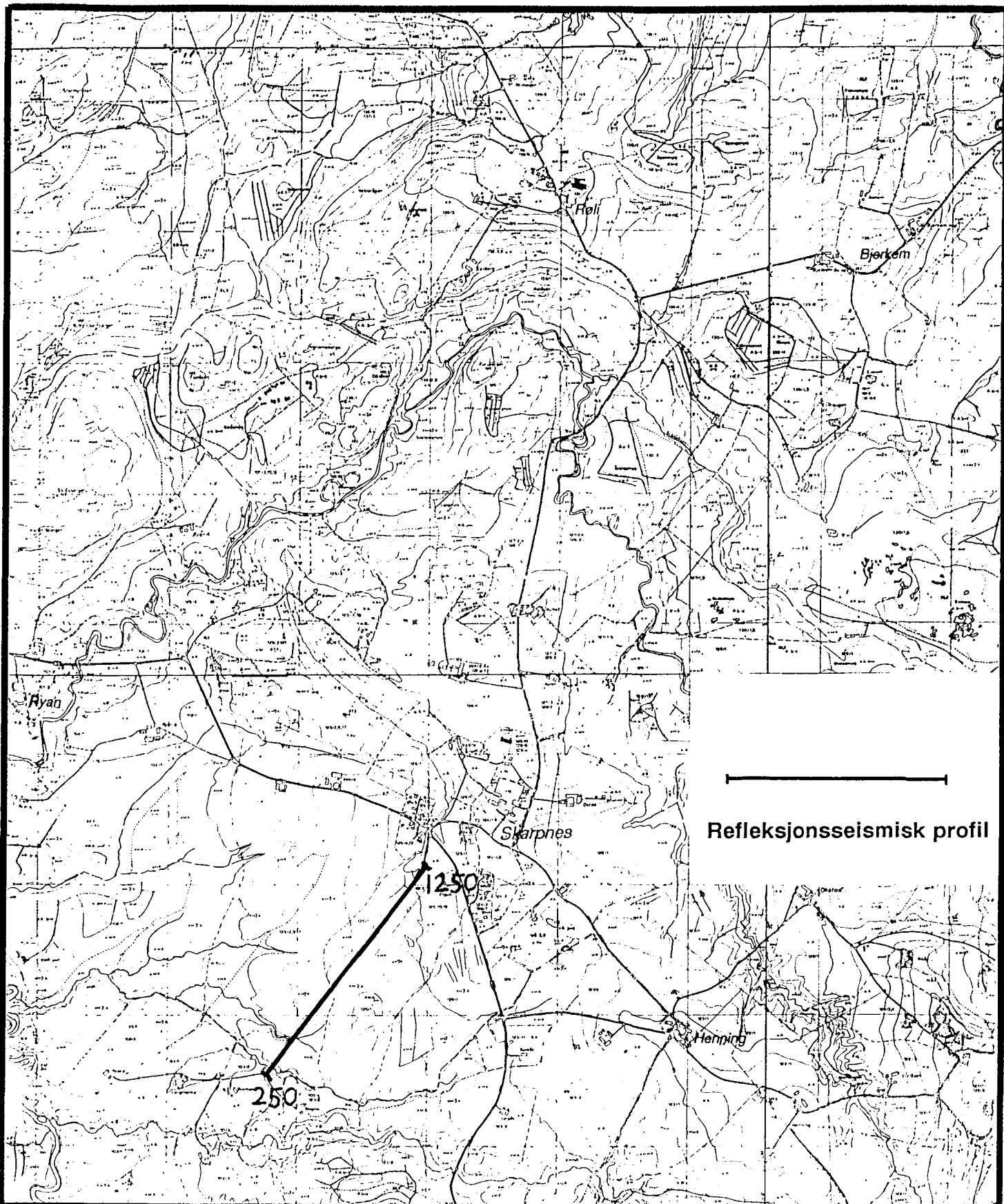
Pkt. 1250Refleksjon

\bar{v}	<u> </u>	<u> </u>	d
1790			56
2000			144

Refraksjon

v	
2020	

- ' \bar{v} ' angir gjennomsnittlig seismisk hastighet til reflektor i m/s (refleksjonsseismikk)
- ' d ' angir dyp til reflektor i m
- ' v ' angir målt seismisk hastighet i et lag i m/s (refraksjonsseismikk)
- ' t ' angir tykkelse av et lag i m



Refleksjonsseismisk profil

NGU/Nord-Trøndelagsprogrammet
Oversiktskart

HENNING

Steinkjer, Nord-Trøndelag

MÅLESTOKK

1:20000

MÅLT EM

TEGN EM

TRAC

KFR. EM

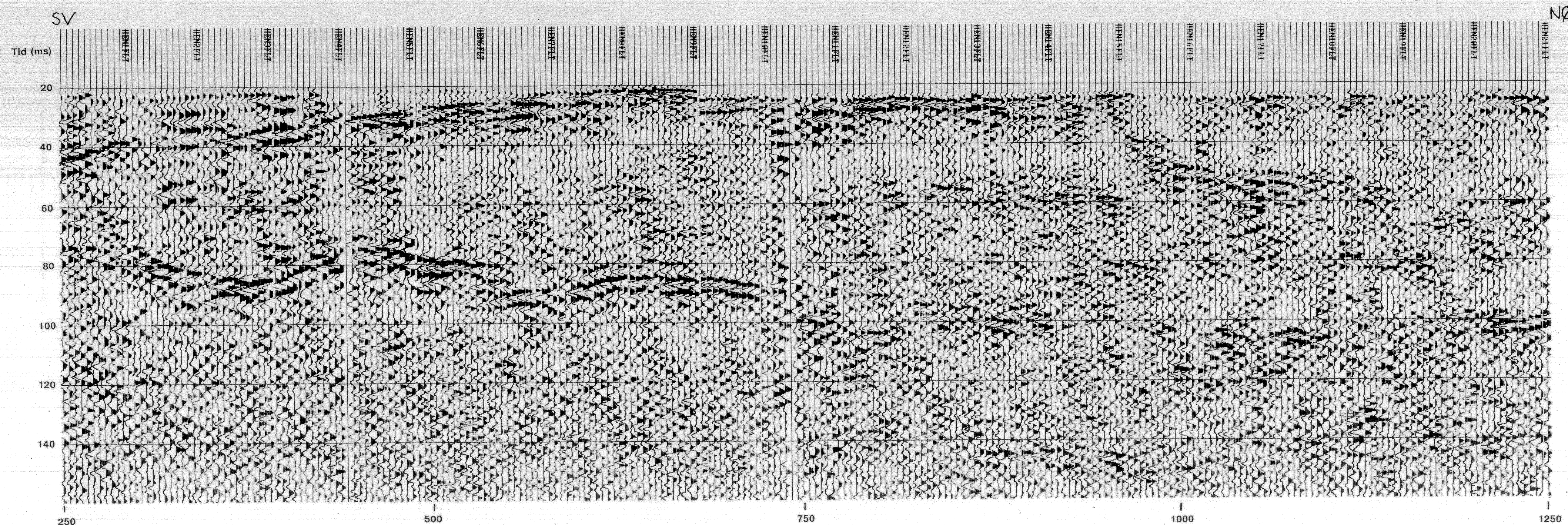
Juni -89

April -90

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR.
90.038-01

KARTBLAD NR.
1722-IV



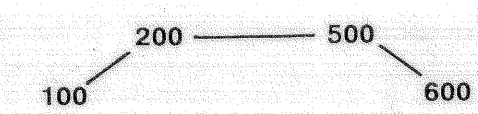
Optimum offset: 24 m, 32 m
 Opptakstid: 200 ms
 Samplingsintervall: 0.2 ms
 Geofonavstand: 4 m

Instrument: Scintrex S-2 'Echo'
 Energisering: 12-kalibers haglpatroner
 Analog low-cut: 300 Hz
 Analog high-cut: 2000 Hz

Prosessering

Statisk korreksjon

Digital båndpassfiltrering



Plotting

Trace muting

AGC:
 Forsterkning: 300
 Vindu før: 100
 Vindu etter: 100

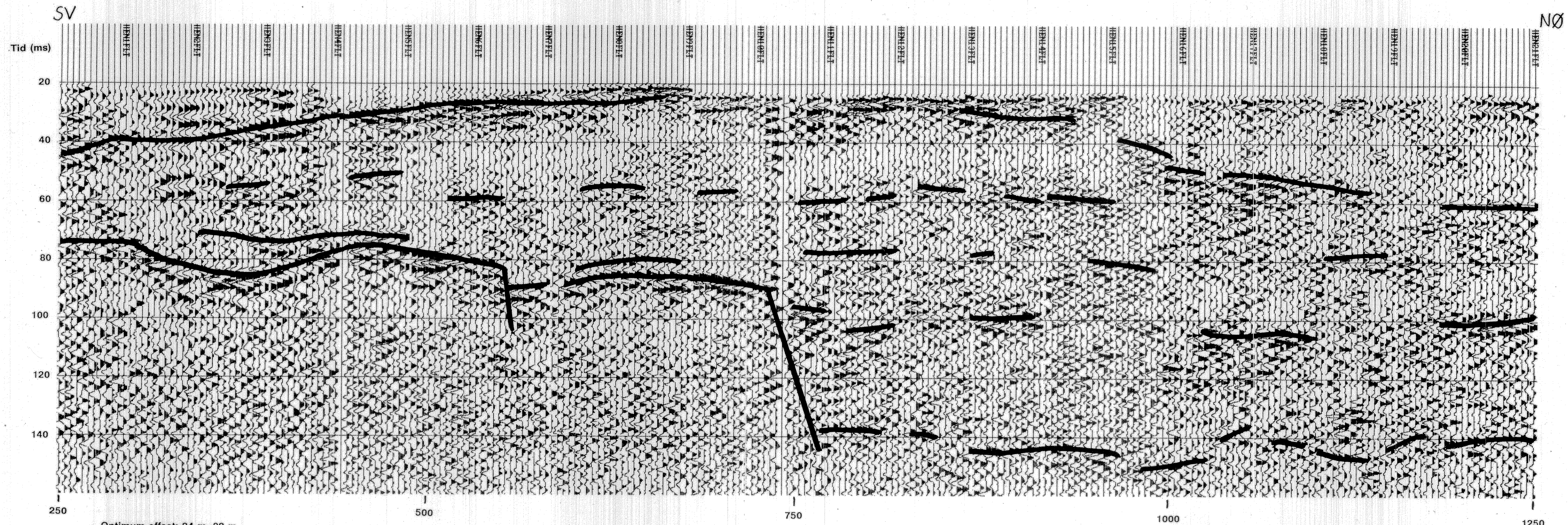
Gain tapers:
 0-20 ms: Faktor: 0.2
 20-60 ms: Faktor: 5
 60-140 ms: Faktor: 1
 140-200 ms: Faktor: 0

NGU / Nord-Trøndelagsprogrammet
 Refleksjonsseismiske målinger
 Filtrert seismisk tidsseksjon
HENNING
 STEINKJER, NORD-TRØNDELAGE

MÅLESTOKK	OBS.	
~1:1900	TEGN.	
	TRAC.	
	KFR.	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.	KARTBLAD NR.
90.038-02	1722-IV



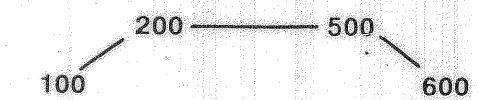
Optimum offset: 24 m, 32 m
 Opptakstid: 200 ms
 Samplingsintervall: 0.2 ms
 Geofonavstand: 4 m

Instrument: Scintrex S-2 'Echo'
 Energisering: 12-kalibers hagpatroner
 Analog low-cut: 300 Hz
 Analog high-cut: 2000 Hz

Prosessering

Statisk korreksjon

Digital båndpassfiltrering



Plotting

Trace muting

AGC:
 Forsterkning: 300
 Vindu før: 100
 Vindu etter: 100

Gain tapers:
 0-20 ms: Faktor: 0.2
 20-60 ms: Faktor: 5
 60-140 ms: Faktor: 1
 140-200 ms: Faktor: 0

NGU / Nord-Trøndelagsprogrammet
 Refleksjonsseismiske målinger
 Filtrert og tolket seismisk tidsseksjon
HENNING
 STEINKJER, NORD-TRØNDELAGE

MÅLESTOKK ~ 1:1900	OBS. EM.	Juni 89
	TEGN. EM.	April 90
	TRAC.	
	KFR. EM.	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR. 90.038-03	KARTBLAD NR. 1722 IV
--------------------------	-------------------------