

Rapport nr. 88.212

Refraksjonsseismiske målinger
og elektriske sonderinger
SØ for Okkenhaug i Levanger

| | | | |
|---|---------------------------------------|--|---|
| Rapport nr. 88.212 | ISSN 0800-3416 | Åpen/ Konfidensial | |
| <p>Tittel:</p> <p>Refraksjonsseismiske målinger og elektriske sonderinger SØ for Okkenhaug i Levanger</p> | | | |
| <p>Forfatter:</p> <p>Lars Harald Blikra Jan Fredrik Tønnesen</p> | | <p>Oppdragsgiver:</p> <p>NGU</p> | |
| <p>Fylke:</p> <p>Nord-Trøndelag</p> | | <p>Kommune:</p> <p>Levanger</p> | |
| <p>Kartbladnavn (M. 1:250 000)</p> <p>Trondheim</p> | | <p>Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000)</p> <p>1722 III Levanger</p> | |
| <p>Forekomstens navn og koordinater:</p> <p>Okkenhaug 32 6240 70677</p> | | <p>Sidetall: 21</p> <p>Kartbilag: 2</p> | <p>Pris: kr. 60,-</p> |
| <p>Feltarbeid utført:</p> <p>05.-09.09.88</p> | <p>Rapportdato:</p> <p>20.12.1988</p> | <p>Prosjektnr.:</p> <p>1889.10.32</p> | <p>Seksjonssjef:</p> <p><i>Jens Skarv</i></p> |
| <p>Sammendrag:</p> <p>De geofysiske målingene er utført i tilknytning til kvartærgeologisk kartlegging innenfor kartblad 1722 III Levanger. Undersøkelsene som er lokalisert til en større breelvt Terrasse SØ for Okkenhaug, omfatter 3 refraksjonsseismiske profiler med samlet lengde 1,7 km og 5 vertikale elektriske sonderinger. Hensikten var å kartlegge dyp til fjell, materialtyper og grunnvannsforhold.</p> <p>Løsmassemektheten varierer mellom 15 og 65 m langs de målte profilene. Sand/grus-avsetningene over grunnvannsnivå er av størrelse 10-12 m vest på terrassen, 6-10 m i sørlige del, mens de for øvrig utgjør et 4-6 m tykt topplag. I sørlige del når sand/grus-avsetningene også et stykke ned under grunnvannsnivå. Ellers under terrassen ser det ut til at vannmetningen følger overflaten av finkornig materiale. Det kan ikke utelukkes at det ligger et lag med morenemateriale nederst i avsetningene.</p> <p>En nærmere hydrogeologisk vurdering med oppfølgende undersøkelser er nødvendig for å fastslå mulighetene for grunnvannsutttak i den sørlige del av breelvdeltaet.</p> | | | |
| Emneord | Refraksjonsseismikk | Grus | |
| Geofysikk | Elektrisk måling | Grunnvann | |
| Kvartærgeologi | Løsmasse | Fagrapport | |

INNHOOLD

| | Side |
|--|------|
| 1. INNLEDNING | 4 |
| 2. UTFØRELSE | 4 |
| 3. RESULTATER | 5 |
| 3.1 REFRAKSJONSSEISMIKK | |
| 3.2 VERTIKALE ELEKTRISKE SONDERINGER (VES) | |
| 4. SAMMENFATNING | 8 |
| 5. REFERANSER | 11 |

VEDLEGG

- Vedlegg 1: Refraksjonsseismikk - Metodebeskrivelse
" 2: Vertikale elektriske sonderinger (VES) -
 Metodebeskrivelse
" 3: Sonderingskurver, med fysiske og geologiske
 tolkningsmodeller

KARTBILAG

- 88.212-01: Oversiktskart (M1:20 000)
88.212-02: Refraksjonsseismikk - Profiltolkninger

1. INNLEDNING

De geofysiske målingene er utført i tilknytning til utarbeidelse av kvartærgeologisk kart 1722 III Levanger i målestokk 1:50000. Undersøkelsene som omfatter 3 refraksjonsseismiske profiler med samlet lengde 1.7 km og 5 vertikale elektriske sonderinger, er lokalisert til en større terrasseflate SØ for Okkenhaug (kartbilag 88.212-01).

Hensikten med målingene var å kartlegge dyp til fjell, materialtyper (genese) og grunnvannsforhold. Den nordlige del av kartblad Levanger er allerede kartlagt i målestokk 1:20 000 (Sveian 1981). Kartleggingen viser at terrassen i overflaten består av breelvmateriale (sand og grus). Smeltevannsløp i terrasseoverflaten og skrålag i massetak tyder på smeltevannsdrenering fra sør (fra Åselva).

2. UTFØRELSE

De seismiske målingene ble utført etter vanlig seismisk refraksjonsmetode (se vedlegg 1). Et 12 kanals registreringsinstrument av type ABEM TRIO ble benyttet. Det ble hovedsakelig brukt 200 m lange kabelutlegg, men også noen 100 m lange utlegg der det var grunnest til fjell. I de lange utleggene var avstanden mellom geofonene 20 m, men den ble innkortet til 10 m i hver ende. Skuddpunkt ble plassert 10 m ut fra hver endegeofon og ett ved midten av hvert utlegg slik at skuddpunktavstanden langs profilene ble 110 m. I de korte utleggene er geofon- og skuddpunktavstandene halvert. For å få tilfredsstillende dekning av fjellrefraktoren ble det også plassert skuddpunkter i større avstand fra kabelendene (fjernskudd), dvs. ved midtskudd i tilstøtende utlegg eller eventuelt utenfor profilenden.

Lokaliseringen av de 5 vertikale elektriske sonderingene (VES) ble foretatt ut fra en foreløpig vurdering av de seismiske målingene. Måleteknikk og usikkerheter ved metoden er beskrevet i vedlegg 2. Det ble benyttet et kabelsystem for Schlumberger elektrodekonfigurasjon. Målingene ble utført med instrumentering av type ABEM Terrameter SAS300. Målesystemet er konstruert slik at metallelektroder kan brukes både som strøm- og potensialelektroder. Måledata er korrigert for Wenner-effekt (Mundry 1980) og inhomogeniteter ved potensialelektrodene.

Feltarbeidet ble utført av Lars Harald Blikra og Jan Fredrik Tønnesen fra NGU.

3. RESULTATER

Resultatene av de refraksjonsseismiske målingene er vist som profiltolkninger i kartbilag 88.212-02. Terreng høyden langs profilene er ikke målt, men er tegnet ut fra kartgrunnlaget og visuell observasjon. Feil i terrengoverflatens nivå vil medføre tilsvarende feil i nivået for sjiktgrenser og fjelloverflaten.

Resultatene av de vertikale elektriske sonderingene er vist i vedlegg 3. Der framgår både fysisk og geologisk tolkningsmodell for hver sondering sammen med sonderingskurve (plottet) og modellkurve (heltrukket). Beregningene er foretatt med kurvetilpasningsprogrammet VESABS (Kihle 1978).

3.1 REFRAKSJONSSESMIKK

Profil 1.

Det 880 m lange profilet er målt på østlige del av breelavsetningen. Fra sørenden av profilet, hvor fjelloverflaten ligger 166-168 m o.h., skråner fjellet slakt nedover de første vel 200 m mot nord og løsmassemektheten øker fra 15-16 m til 30 m. Videre fram mot midten av profilet skråner fjellet ned til 110-115 m o.h. og løsmassemektheten øker til et maksimum på vel 65 m. Langs resten av profilet stiger fjelloverflaten slakt oppover og løsmassemektheten avtar til knapt 50 m ved enden.

Det er registrert to sjikt i løsmassene. Overflatelaget har seismisk hastighet 400-800 m/s, mens laget under har hastighetsområde 1500-1650 m/s. Sjiktgrensen antas å representere grunnvannsnivået. Overflatelaget består trolig av sorterte sand-/grusavsetninger, mens hastigheten i underliggende materiale kan representere både vannmettet sand/grus og finkornige avsetninger.

Overflatelaget har en mektighet på 4-5 m langs de nordlige 600 m av profilet, men øker til 8-10 m i den sørlige del. Dette medfører at antatt grunnvannspeil ligger høyest ved koordinat 300 - 400 m. Mot nord skråner det slakt nedover parallelt med terrengoverflaten, mens det i sør skråner noe brattere ned. Variasjonene i grunnvannsnivå kan skyldes at vannmetningen følger overflaten av finkornige avsetninger langs store deler av profilet, untatt i sørlige deler hvor det kan tenkes å være sand/grus også under grunnvannsnivået.

PROFIL 2.

Det 440 m lange profilet er plassert sentralt på breelavsetningen med orientering NNV. Fjelloverflaten har en fordypning sentralt i profilet (130 m o.h.) og med en total løsmassemekthet på ca 50 m. Fjellet stiger slakt opp mot sør

og steilt mot nord slik at løsmassemektheten avtar til 35-40 m i sør og knapt 20 m i nord.

Løsmassene har en tilsvarende lagdeling som i profil 1, med hastigheter på 450-500 m/s i overflatelaget og 1450-1550 m/s i underliggende materiale. Overflatelaget har en mektighet på 4-5 m i de nordlige 200 m av profilet, men øker til 6-8 m i den sørlige del. Dette medfører at sjiktgrensen som regnes å representere grunnvannsnivå, ligger noe høyere i nordlige del av profilet. Som i profil 1 kan dette indikere at vannmetningen følger overflaten av finkornige avsetninger i nord, mens det i sør er mulighet for at sand og grus også kan opptre under grunnvannsnivå.

Profil 3.

Det 330 m lange profilet er målt på vestlige del av breelavsetningen. Fjelloverflaten skråner nedover fra 150 m o.h. i nord til 120 m o.h. i sør, mens løsmassemektheten øker fra knapt 30 m til over 50 m.

Det 10-12 m mektige overflatelaget med hastighet 400-500 m/s regnes å bestå av tørre sand- og grusavsetninger. Hastigheter på 1500-1600 m/s i laget under indikerer grunnvannsmettet sand/grus eller finkornige avsetninger. Ved koordinat 250 m er det imidlertid indikasjoner på høyere hastighet (2000 m/s), noe som kan tyde på morenemateriale. Det er mulig at det over fjellet kan ligge et morenelag langs hele profilet, men at det for øvrig opptre i blindsoner. I profiltolkningen er det utført beregninger som viser maksimal mektighet av et slikt lag i blindsoner. En annen mulighet er at det ligger en morenehorisont/morenerygg med avgrenset utstrekning der den høye hastigheten er registrert.

3.2 VERTIKALE ELEKTRISKE SONDERINGER

Sonderingene ble utført for å få sikrere informasjon om avsetningene under grunnvannsnivå, dvs. om sand-/gruspakken fortsetter under dette nivå eller om avsetningene består av finstoffrikt materiale. Motstandsforholdene i grunnvannsmettet sone er derfor av størst interesse.

Tolkningene er tilpasset de seismiske data med et fastlåst dyp til fjell. I de endelige tolkningsmodellene er det fra 4 til 6 motstandslag. (vedlegg 3). Motstandsverdier i området 3000-15000 ohm m regnes å representere sand og grus over grunnvannsnivå. Overflatelaget som er under 1 m tykt har imidlertid lavere motstandsverdier (700-1600 ohm m), noe som skyldes humusinnhold, oppløste næringssalter og forhøyet fukttinnhold i forbindelse med dyrkingslaget (Overflatelaget er stort sett utelatt i modellfigurene, men inngår ved beregning av modellkurvene). Det underste laget med høy motstand (5000 ohm m) regnes å være fjell.

Sondering 1, 2 og 3 er lokalisert til henholdsvis 870 m, 560 m og 200 m i seismisk profil 1. Sondering 1 og 2 viser forholdsvis lave motstandsverdier (120 og 150 ohm m) fra 5-6 meters dyp. Dette indikerer at grunnvannsnivået stort sett følger overflaten av finstoffrikt materiale. I tolkningen av sondering 3 må det legges inn et lag med høyere motstand (1100 ohm m) i øvre del av vannmettet sone. Dette antas å være grunnvannsmettet sand og grus. Under ligger det finkornige avsetninger som ved sondering 1 og 2.

Sondering 4 er plassert litt vest for koordinat 230 m i seismisk profil 2. Under grunnvannsnivå er det i modelltilpasningen lagt inn et øvre lag med motstandsverdi 600 ohm m og mektighet 17 m. Dette er tolket til å være vannmettet sand/grus. I nedre lag er det lav motstand som indikerer finstoffrike avsetninger under sand-/gruslaget.

Sondering 5 er plassert litt øst for koordinat 100 m i seismisk profil 3. Høymotstandslagene ned til 11 meters dyp som tilsvarer overflatelaget i seismikkprofilen regnes å representere tørre sand-/grusavsetninger. Lav motstand i laget under (160 ohm m) viser at det trolig er finstoffrike avsetninger under dette nivå.

4. SAMMENFATNING

Ut fra de seismiske målingene og VES er det laget en modell for oppbyggingen av løsmassene langs de tre profilene (fig. 1).

Størst mektighet av grove avsetninger (sand/grus) over grunnvannsnivå opptrer i profil 3 (10-12 m) og i sørlige deler av profil 1 og 2 (6-10 m). Forøvrig er dette materialet begrenset til et 4-6 m tykt topplag. De grove avsetningene ser ut til å nå et godt stykke under grunnvannsnivå i sørlige del av profil 1 (VES 3) og likeså i profil 2 (VES 4). Det grove vannmettede laget kiler ut mot nord hvor grunnvannsspeilet regnes å følge overflaten av finkornige løsmasser. I profil 3 er det også sannsynlig at grunnvannsnivået ligger i overgangen til finkornige løsmasser.

Både tidligere kartlegging og de geofysiske målingene indikerer at de grove sedimentene er avsatt fra sør foran en isfront. En breelvavsetning like øst for det undersøkte området (Buran) har en høyere marin grense og er derfor avsatt i en tidligere periode. De finkornige sedimentene under det grove topplaget kan derfor være distale sedimenter fra avsetningen ved Buran. Breen kan samtidig ha dekket den sørlige del av det undersøkte området og forhindret sedimentasjon av finkornig materiale der. Ved et senere tidspunkt og med et lavere havnivå har det blitt liggende igjen en isfront i sør (Sveian, pers.med.). Fra denne er det så bygd ut en grov breelvavsetning utover de finkornige massene, men med størst mektighet i sør hvor en har fått fylt igjen det området som var beskyttet for sedimentasjon fra øst (Buran).

Seismikken indikerer hastigheter som tilsvarer morenemateriale i området 200-300 m i profil 3. Det kan skyldes en avgrenset morenehorisont eller morenerygg. Det er imidlertid også mulig at det ligger et morenelag underst i avsetningen langs hele profilet, men at det forøvrig er i blindsoner for seismikken. Maksimum øvre grense for en slik morene er lagt inn på fig. 1. Det kan heller ikke utelukkes at det opptrer morenemateriale i blindsoner også langs profil 1 og 2. Løsmassemektighetene vil i tilfelle være noe større enn vist i tolkningene. Ut fra sonderingene må en slik morene være finstoffrik da den må ha tilsvarende motstand som de finstoffholdige avsetningene over.

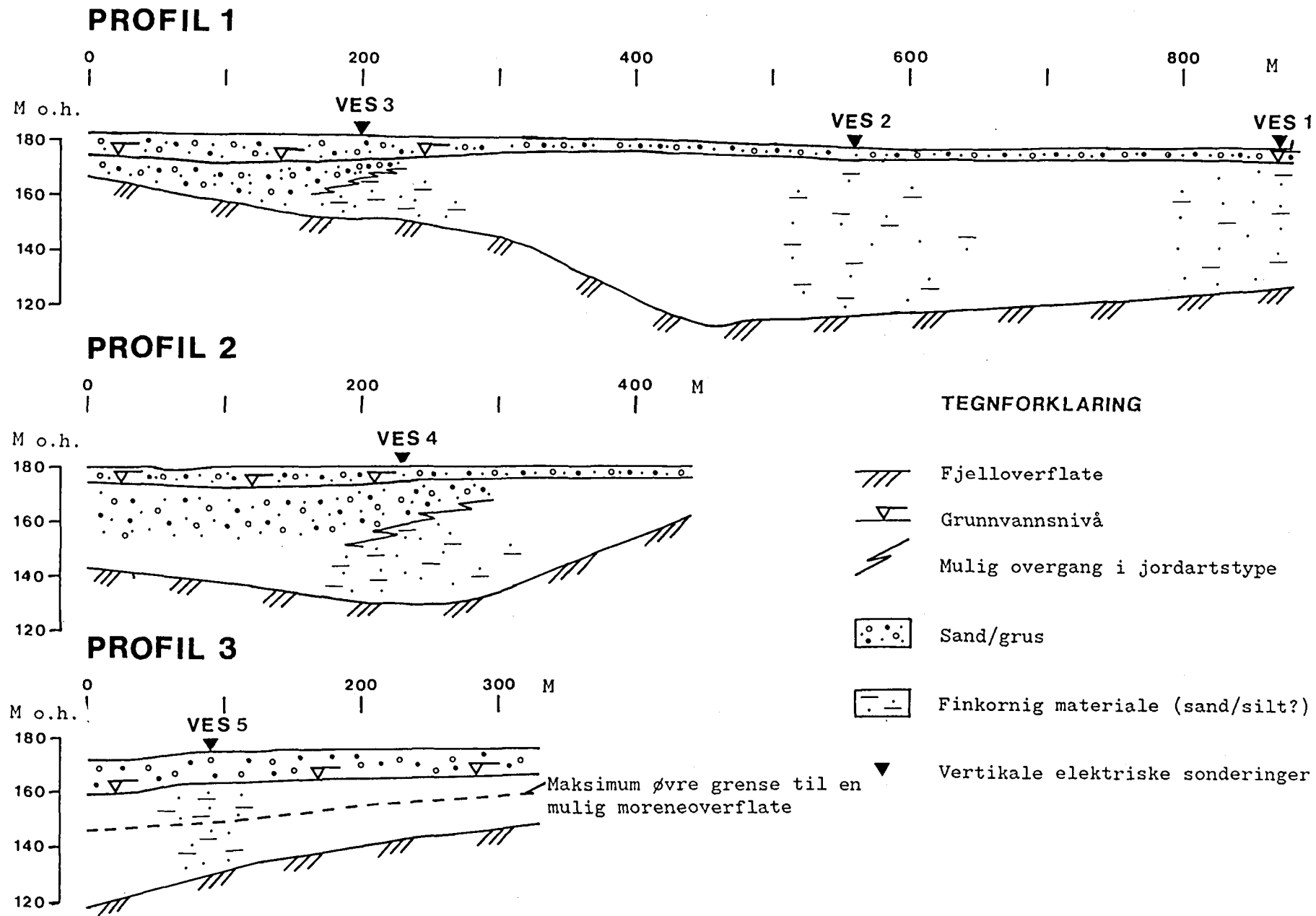


Fig. 1 Modell for oppbyggingen av løsmassene langs de tre seismiske profilene.

Mulighetene for grunnvannsuttak fra løsmassene vil være begrenset til de grove avsetningene i sør, og kun de midtre og østlige deler. Det er sannsynlig at relativt grove grunnvannsmettede avsetninger der har direkte kommunikasjon med Åselva. Det er nødvendig med en nærmere hydrogeologisk vurdering og oppfølgende undersøkelser for å fastslå muligheter for og størrelsen av et eventuelt grunnvannsuttak.

Trondheim, 20 des. 1988
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
Geofysisk avdeling

Jan Fredrik Tønnesen

Jan Fredrik Tønnesen
forsker

Lars Harald Blikra

Lars Harald Blikra
forsker

5. REFERANSER

- Kihle, O. 1978: VESABS - Et program for interaktiv tolkning av vertikale elektriske sonderinger.
Nor. geol. unders. EDB dokumentasjon 78-02, 8s.
- Mundry, E. 1980: The effects of a finite distance between potential electrodes on Schlumberger resistivity measurement - A simple correcting graph.
Geophysics Vol. 45 No. 12, s 1872-1875.
- Sveian, H. 1981: LEVANGER, kvartærgeologisk kart CST 133134-20.
Nor. geol. unders.
- Sveian, H. 1981: TROMSDALEN, kvartærgeologisk kart CUV 133134-20.
Nor. geol. unders.

REFRAKSJONSSEISMIKK - METODEBESKRIVELSE

Metoden grunner seg på at lydens forplantningshastighet forandrer seg med mediets elastiske egenskaper. Det aktuelle hastighetsområde i den såkalte ingeniørseismikk er fra ca. 200 m/s (meter pr. sekund) i visse typer porøst overdekke til godt over 5000 m/s i enkelte bergarter.

En "lydstråle" fra en sprengning i overflaten treffer en grense mellom 2 sjikt hvor lydhastigheten er henholdsvis V_1 og V_2 , og vinkelen mellom lydstråle og innfallslodd kalles i . Etter at strålen har passert sjiktgrensen vil den danne en vinkel R med innfallslodden, slik at

$$\frac{\sin i}{\sin R} = \frac{V_1}{V_2} . \text{ Når } R \text{ blir } = 90^\circ, \text{ vil den refrakterte stråle følge sjiktgrensen og vi har } \sin i = \frac{V_1}{V_2}$$

Den bestemte innfallsvinkel som tilfredsstiller denne betingelse kalles kritisk vinkel eller i_c .

Lydforplantningen langs sjiktgrensen vil gi årsak til sekundærbølger som returnerer til terrengoverflaten under vinkelen i_c . I en viss kritisk avstand fra skuddpunktet vil disse refrakterte bølger nå frem før de direkte bølger som har fulgt terrengoverflaten. Den kritiske avstand er proporsjonal med dypet til sjiktgrensen og forøvrig bare avhengig av forholdet mellom de to hastigheter. Denne sammenheng utnytter en ved å plassere seismometre langs en rett linje i terrenget og registrere de først ankomne bølger fra skudd i hensiktsmessig valgte posisjoner i samme linje. En får da bestemt de nødvendige data for å fastlegge dypene til sjiktgrensen. Dersom overdekket er homogent med hensyn på lydhastigheten langs profilet, kan en oppnå en god dybdebestemmelse for hver seismometerposisjon. Imidlertid vil det ofte være betydelige laterale variasjoner til stede, og overdekkehastighetene blir ved små dyp bare bestemt i nærheten av skuddpunktene. Ofte vil det derfor være naturlig å legge størst vekt på dybdebestemmelsen under skuddpunktene.

Disse betraktninger kan utvides til å gjelde flere sjiktgrenser. En får refrakterte bølger fra alle grenser når hastigheten i det underliggende medium er større enn i det overliggende. Kontrasten må være av en viss størrelse, og vinkelen mellom sjiktgrense og terrengover-

flate må ikke være for stor. I praksis vil en gjerne få vanskeligheter når denne vinkel overstiger 25° .

Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeiler seg i de opptegnede diagrammer, fordi de refrakterte bølger fra denne grense når overflaten senere enn fra en dypere grense. Det foreligger da en såkalt "blind sone", og de virkelige dybder kan være vesentlig større enn de beregnede. En annen feilkilde er til stede hvis lyden på sin vei nedover i jordskorpen treffer et sjikt med lavere hastighet enn det overliggende. Fra denne sjiktgrense vil det aldri komme refrakterte bølger opp igjen til overflaten, og lavhastighetssjiktet vil derfor ikke kunne erkjennes av måledataene. De virkelige dyp vil være mindre enn de beregnede. Generelt må en si at usikkerheten i de beregnede dyp øker med antall sjikt.

Dersom det ikke opptrer systematiske feil som beskrevet ovenfor, er erfaringsmessig usikkerheten i dydeberegningene under 10% for dyp større enn 10 m og 1 m for mindre dyp. De største hastighetsendringer opptrer ved overgangen "tørre"/vannmettede løsmasser og overgangen løsmasser/fjell. Nedenfor er angitt seismisk hastighetsområde for de mest vanlige løsmassetyper. Spesielt under grunnvannsnivå er det betydelig hastighetsoverlapp mellom løsmassetypene.

Soner med lave hastigheter i fjell skyldes som regel oppsprukket (dårlig) fjell. Normalt er hastigheten i fast fjell i området fra 4000 til godt over 5000 m/s.

LYDHASTIGHETER I DE MEST VANLIGE LØSMASSETYPER

| | | |
|-----------------------|------------------|---------------|
| Organisk materiale | | 150 - 500 m/s |
| Sand og grus | - over grunnvann | 200 - 800 " |
| Sand og grus | - under " | 1400 - 1600 " |
| Morene | - over " | 700 - 1500 " |
| Morene | - under " | 1500 - 1900 " |
| Hardpakket bunnmorene | | 1900 - 2800 " |
| Leire | | 1100 - 1800 " |

VERTIKALE ELEKTRISKE SONDERINGER (VES) - METODEBESKRIVELSE

Elektriske dybdesonderinger (VES) benyttes for å kartlegge undergrunnens elektriske motstandsforhold. Målingene foretas med Schlumberger elektrodekonfigurasjon (se fig.). Strøm sendes i bakken ved hjelp av to strømelektroder A og B, og elektrisk potensialforskjell måles mellom to potensialelektroder M og N. Ut fra målt potensialdifferens, målt strømstyrke og en geometrisk faktor bestemt av elektrodeplasse-ringene kan elektrisk motstand i undergrunnen beregnes. Ved homogene og isotrope forhold er denne størrelsen lik materialets resistivitet eller spesifikke motstand (ρ) med enhet ohm m. I de aller fleste tilfeller har ikke undergrunnen homogene motstandsforhold og verdien som beregnes fra målingene vil være en tilsynelatende resistivitet (ρ_a , a=apparent).

Ved å flytte strømelektroden A og B stegvis utover oppnås stadig dypere strøminntrengning og den beregnede tilsynelatende resistivitet vil i økende grad være påvirket av resistiviteten i dypere liggende lag. Etter hvert som avstanden AB øker, reduseres potensialdifferansen mellom M og N, og signal/støy-forholdet avtar. Dette problemet løses ved også å øke avstanden mellom potensialelektroden (MN) noen få ganger i løpet av en sondering. Når MN-avstanden økes blir det målt om igjen på minst de to siste (største) AB-avstandene fra forrige MN-verdi.

Måleresultatene plottes i et dobbellogaritmisk diagram med tilsynelatende resistivitet langs vertikal akse og AB/2-avstand langs horisontal akse. Kurvesegmenter kan nå trekkes opp for hver MN-avstand som er benyttet. Kurvesegmentene vil som regel ikke være helt sammenfallende for overlappende AB/2-avstander. Dette har to årsaker. Ved endring av MN-avstanden innføres en liten feil kalt "Wenner-effekten" som er avhengig av elektrodegeometri og geologiske forhold. Effekten kan relativt lett korrigeres. Spesielt for steile sonderingskurver vil korreksjonen være nødvendig, mens feilen ofte vil være neglisjerbar for mindre motstandskontraster. Dårlig samsvar mellom kurvesegmentene skyldes som regel hovedsakelig laterale inhomogeniteter mellom potensialelektroden. Dette korrigeres for ved å forskyve hvert kurvesegment langs vertikalaksen til det gir god overlapp med foregående segment. På

denne måten kan det oppnås en sammenhengende sonderingskurve. De korrigerte sonderingsdata er lagt inn på NGUs dataanlegg og er "tolket" ved bruk av kurvetilpasningsprogrammet VESABS. I programmet legges inn en geologisk modell, bestående av planparallelle lag og med angivelse av resistivitet (ρ) og tykkelse (h) for hvert lag. Programmet beregner den teoretiske sonderingskurven som modellen gir. Modellen justeres slik at det oppnås best mulig tilpasning mellom den teoretiske modellkurven (heltrukket) og den målte sonderingskurven (plottet).

En slik tolkning er ikke entydig og det er vesentlig to forhold som kan gjøre tolkningene usikre. Det ene som kalles likeverdighet eller ekvivalens skyldes at et lags tykkelse og resistivitet kan variere innenfor visse grenser, men ha tilnærmet samme innvirkning på sonderingskurven. For et høymotstandslag som ligger mellom to lag med lavere motstand er det produktet av lagets resistivitet og tykkelse ($\rho \cdot h$) som bestemmer kurveformen og ikke de to størrelser hver for seg. For et lavmotstandslag som ligger mellom to lag med høyere motstand vil kurveformen være bestemt av forholdet mellom lagets tykkelse og resistivitet (h/ρ). Ekvivalensproblemet er spesielt stort ved store resistivitetskontraster og/eller dersom laget er tynt i forhold til overliggende materiale.

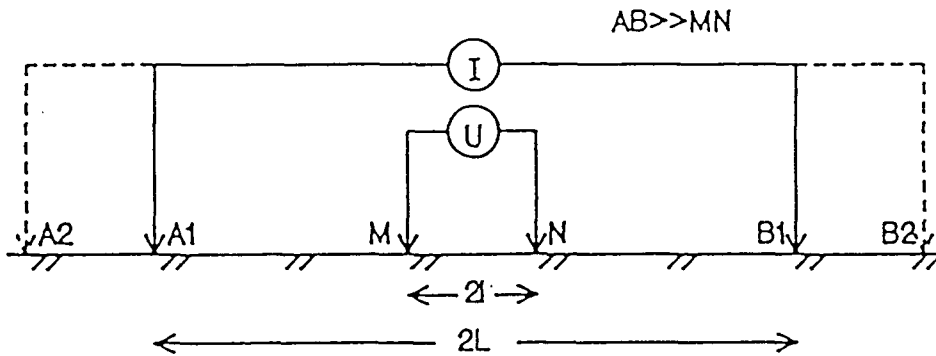
Det andre forhold som skaper tolkningsproblemer skyldes undertrykking (suppresjon) av et lag. Når lagets resistivitet har en verdi som ligger imellom de to omgivende lag, vil laget ikke kunne erkjennes av sonderingskurven hvis det ikke er tykt nok. Suppresjonsproblemet er størst ved store resistivitetskontraster. Den kritisk minste lagtykkelse som kan erkjennes vil også være avhengig av overliggende mektighet og vil være størst når resistiviteten i laget ligger nærmest resistivitetsverdien for underliggende materiale.

Anisotropi i det geologiske materiale kan også føre til feiltolkninger. Inhomogene forhold i grunnen kan dessuten medføre at sonderingskurvene ikke kan tolkes med de modelltyper som benyttes.

For å redusere flertydigheten er det viktig å benytte den geologiske informasjon som forøvrig finnes når tolkningsmodellene bygges opp.

På neste side er vist resistivitetssområdene for de mest vanlige materialtyper.

Schlumberger elektrodekonfigurasjon:



$$\rho_a = \pi \frac{l^2 - l'^2}{2l} \cdot \frac{U}{I}$$

Tegnforklaring:

A OG B : STRØMELEKTRODER
 M OG N : POTENSIALELEKTRODER

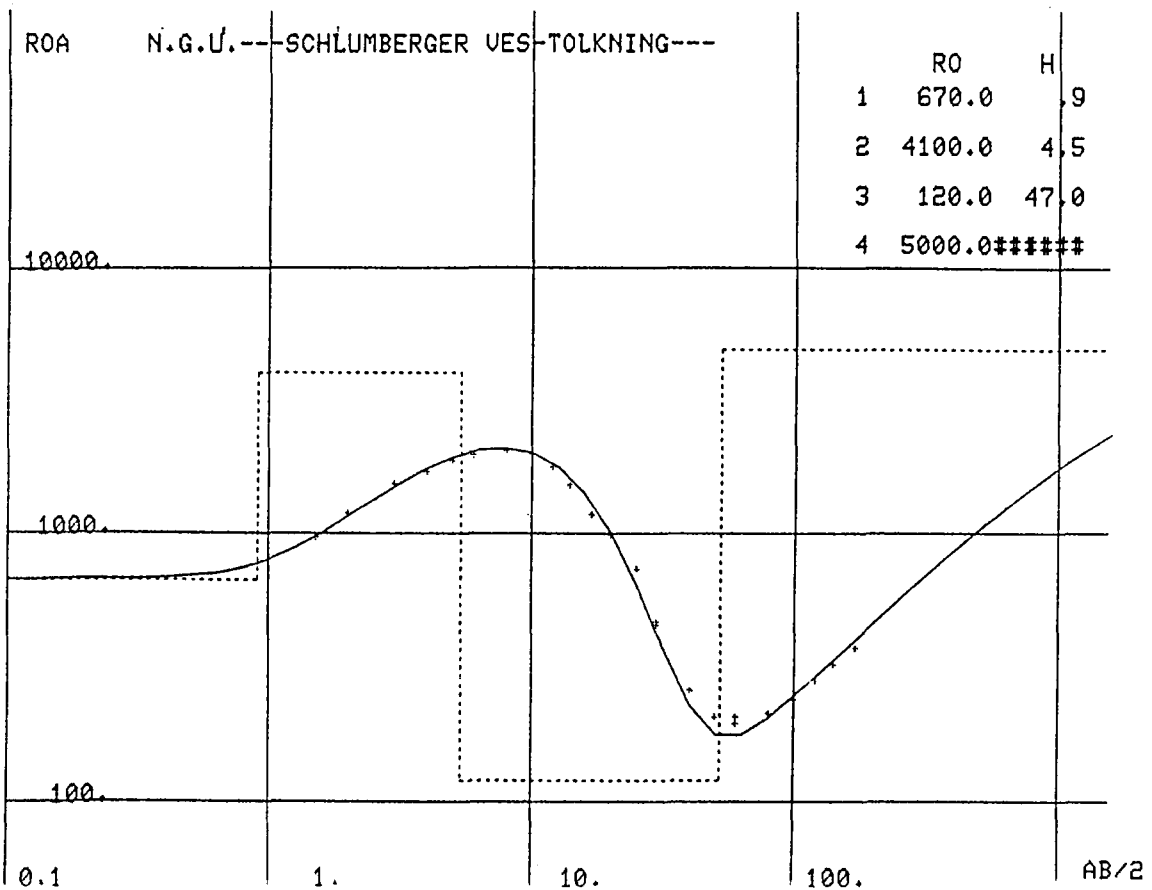
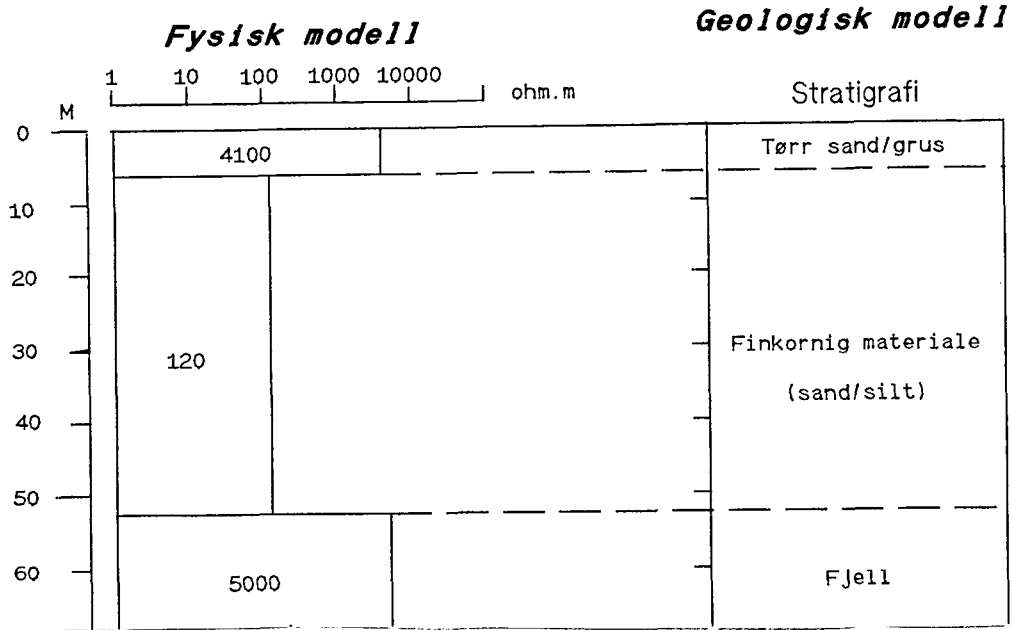
(I) : AMPEREMETER

(U) : VOLTMETER

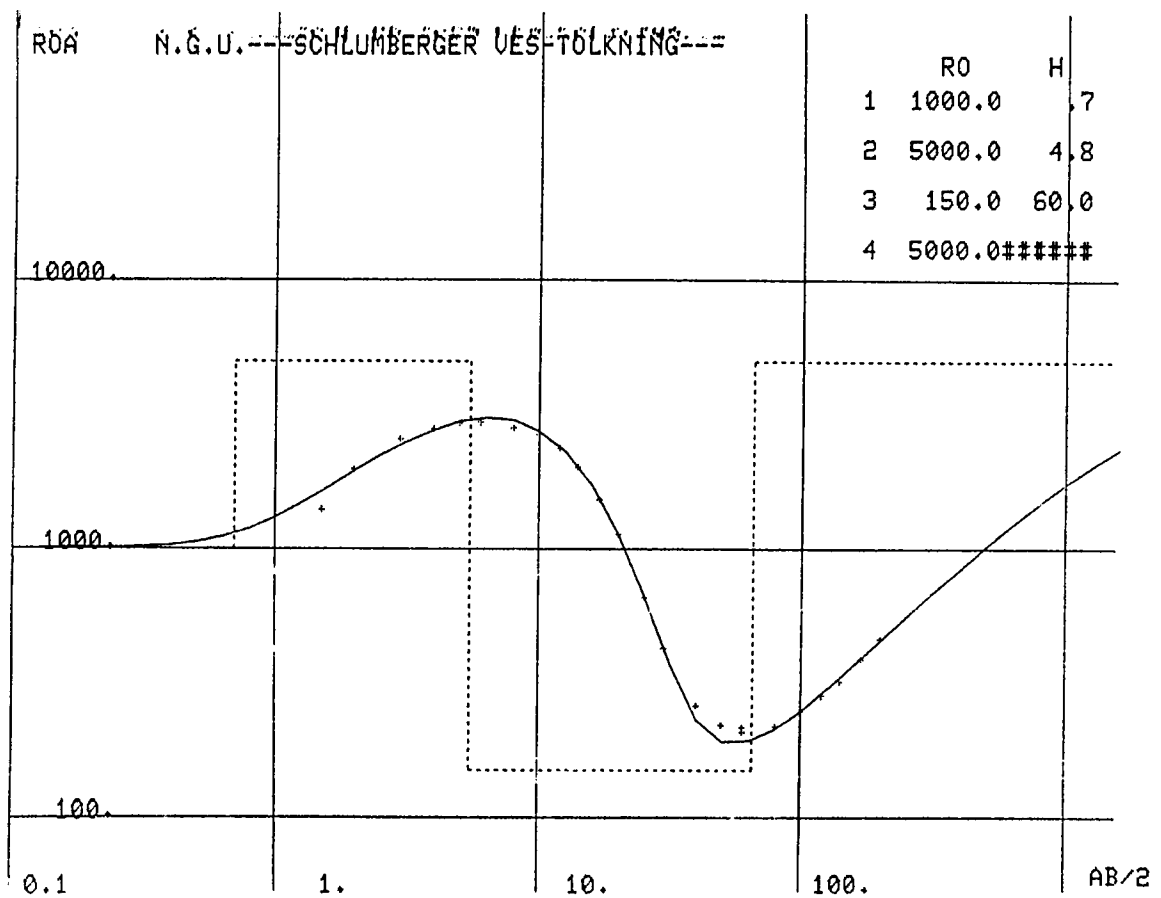
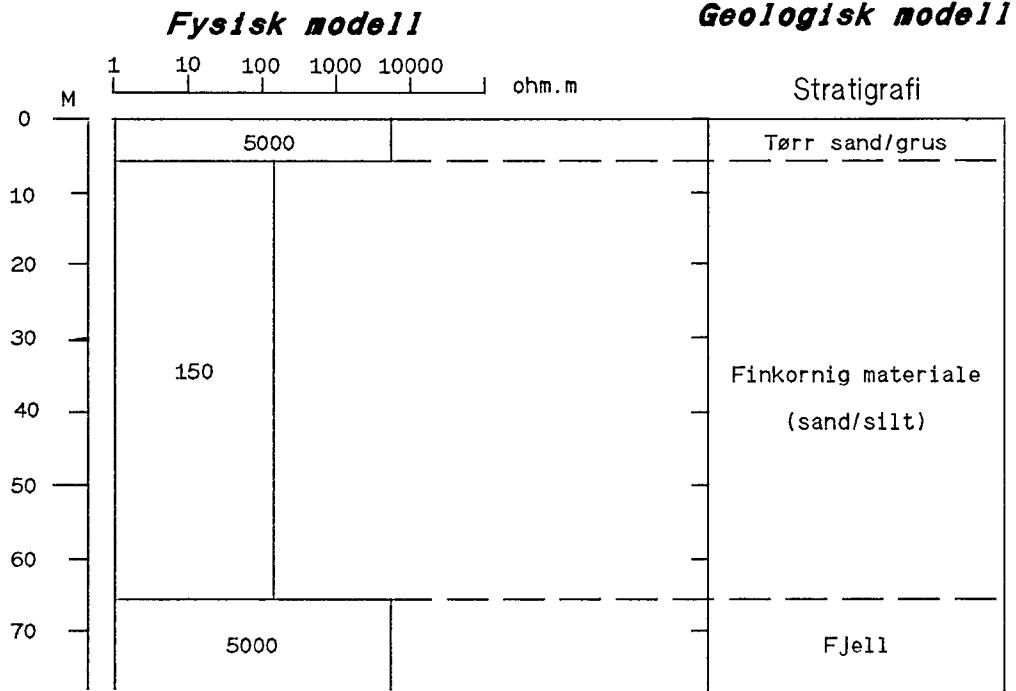
Spesifikk motstand (resistivitet) i noen geologiske materialer:

| Materiale | Spesifikk motstand (ohm m) | | | | | |
|-----------------|--|----|-----|------|-------|--------|
| | 1 | 10 | 100 | 1000 | 10000 | 100000 |
| Leire, salt | [Horizontal line from 1 to 10] | | | | | |
| Leire, utvasket | [Horizontal line from 10 to 100] | | | | | |
| Silt, våt | [Horizontal line from 100 to 1000] | | | | | |
| Sand, vannm. | [Horizontal line from 1000 to 10000] | | | | | |
| Grus, vannm. | [Horizontal line from 1000 to 10000] | | | | | |
| Grus, tørr | [Horizontal line from 10000 to 100000] | | | | | |
| Morene | [Horizontal line from 100 to 10000] | | | | | |
| Fjell | [Horizontal line from 1000 to 10000] | | | | | |

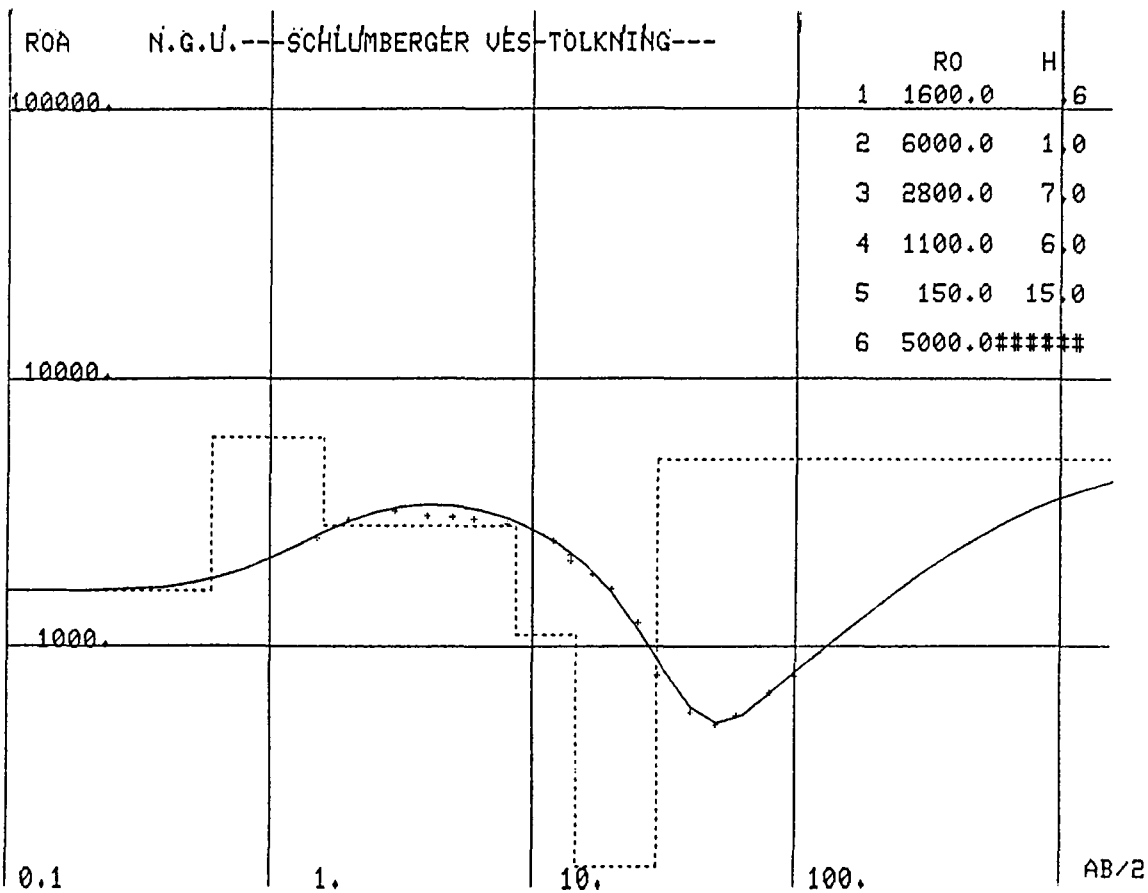
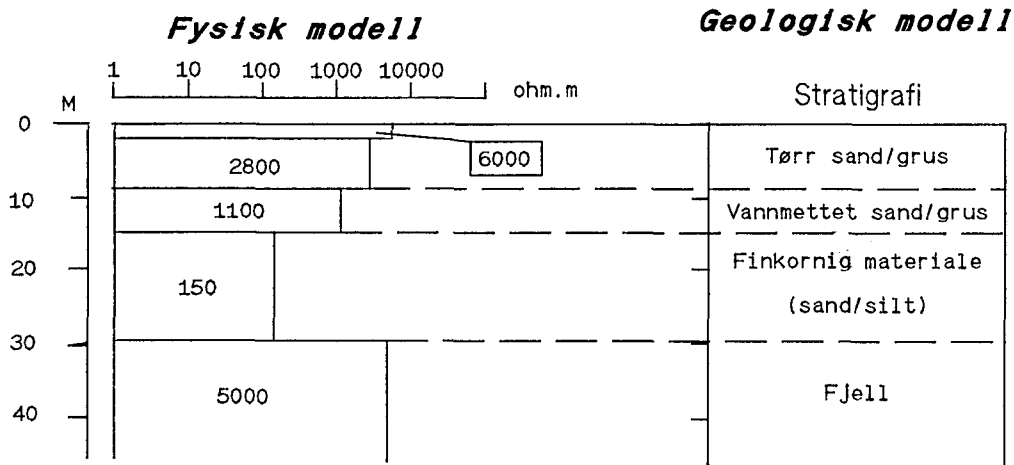
VES Nr. 1



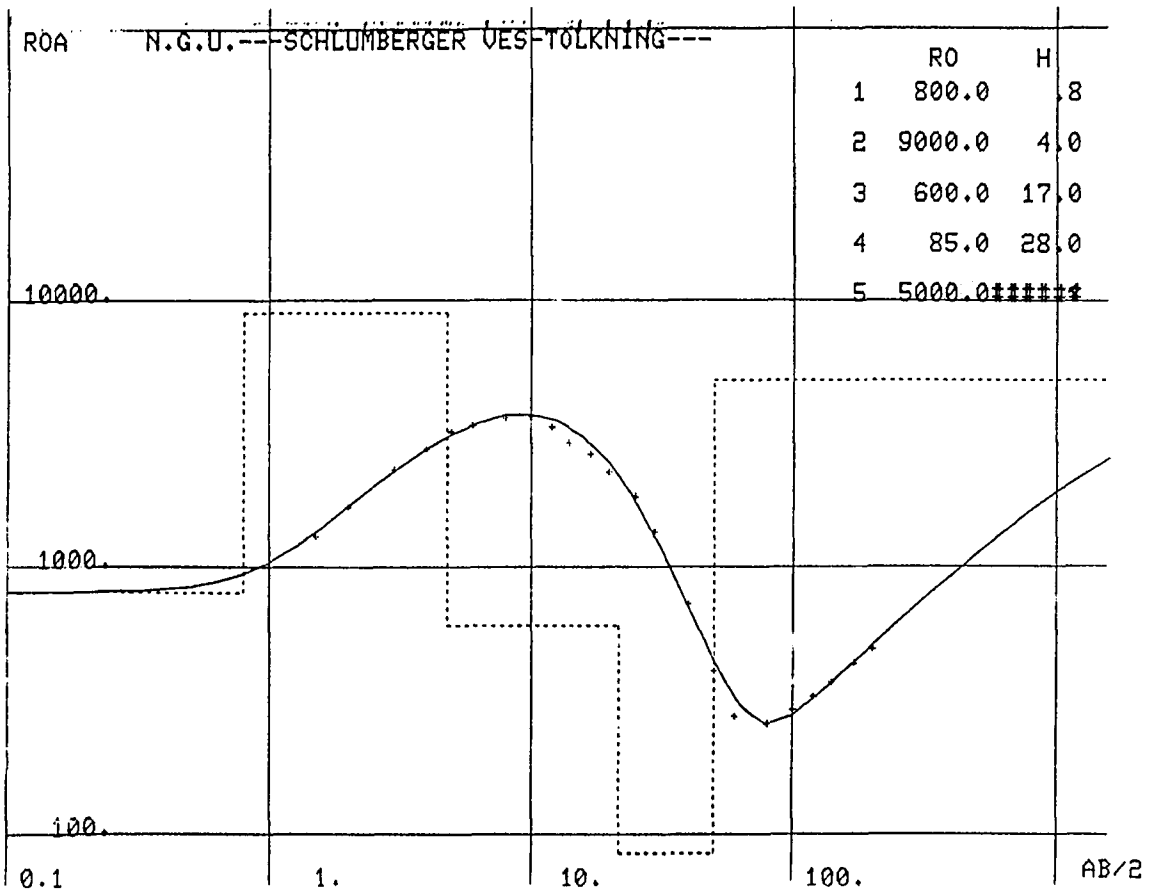
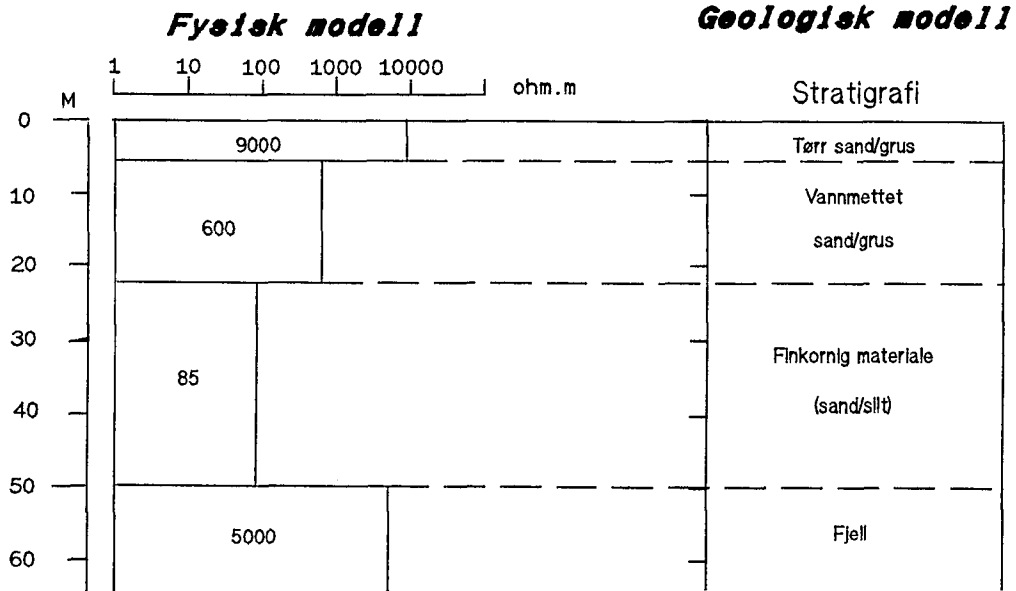
VES Nr. 2



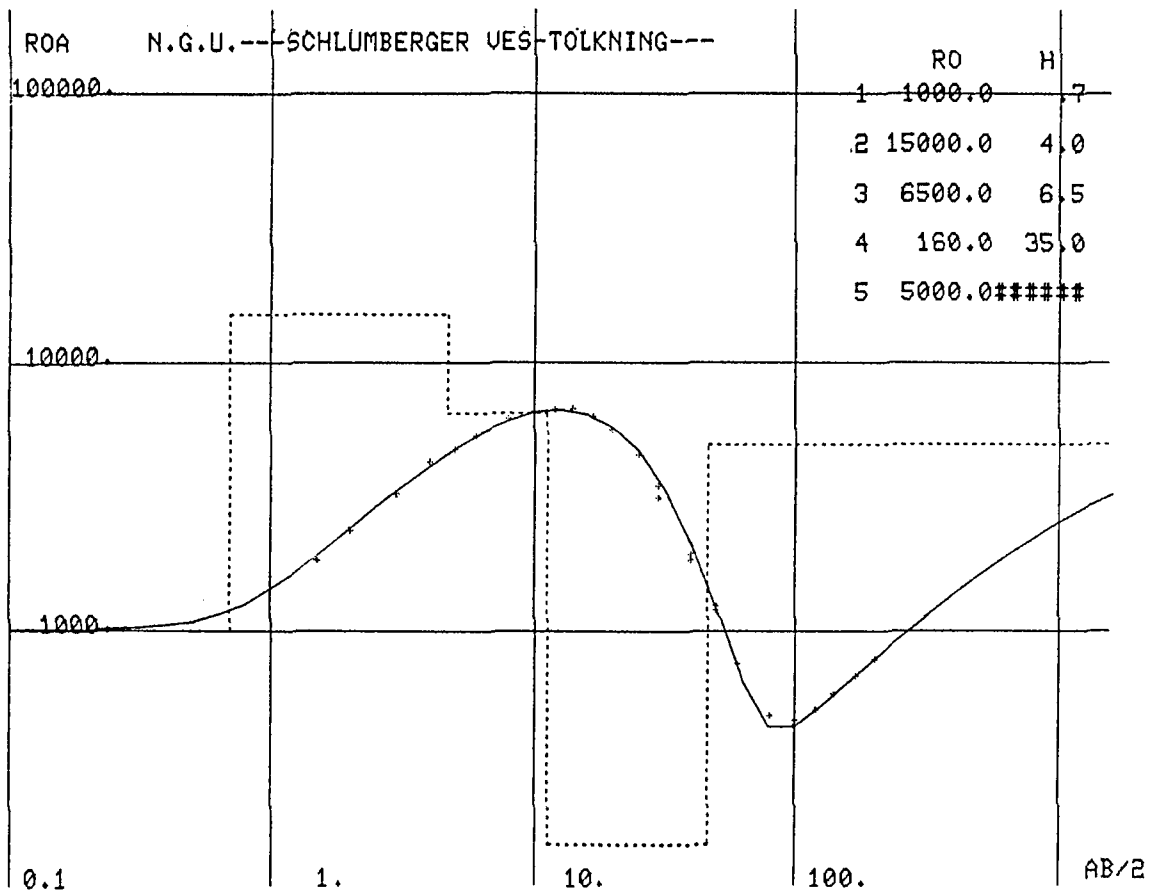
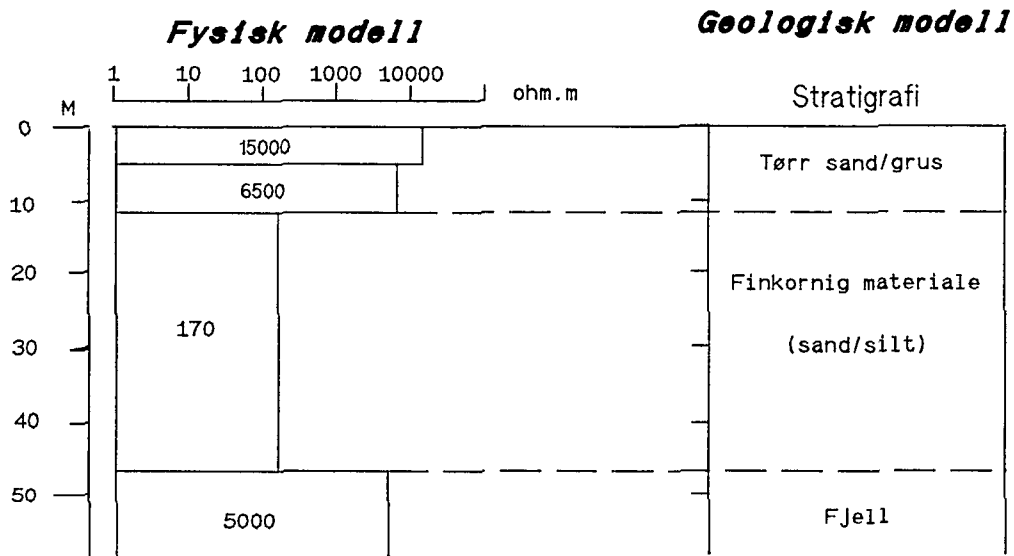
VES Nr. 3

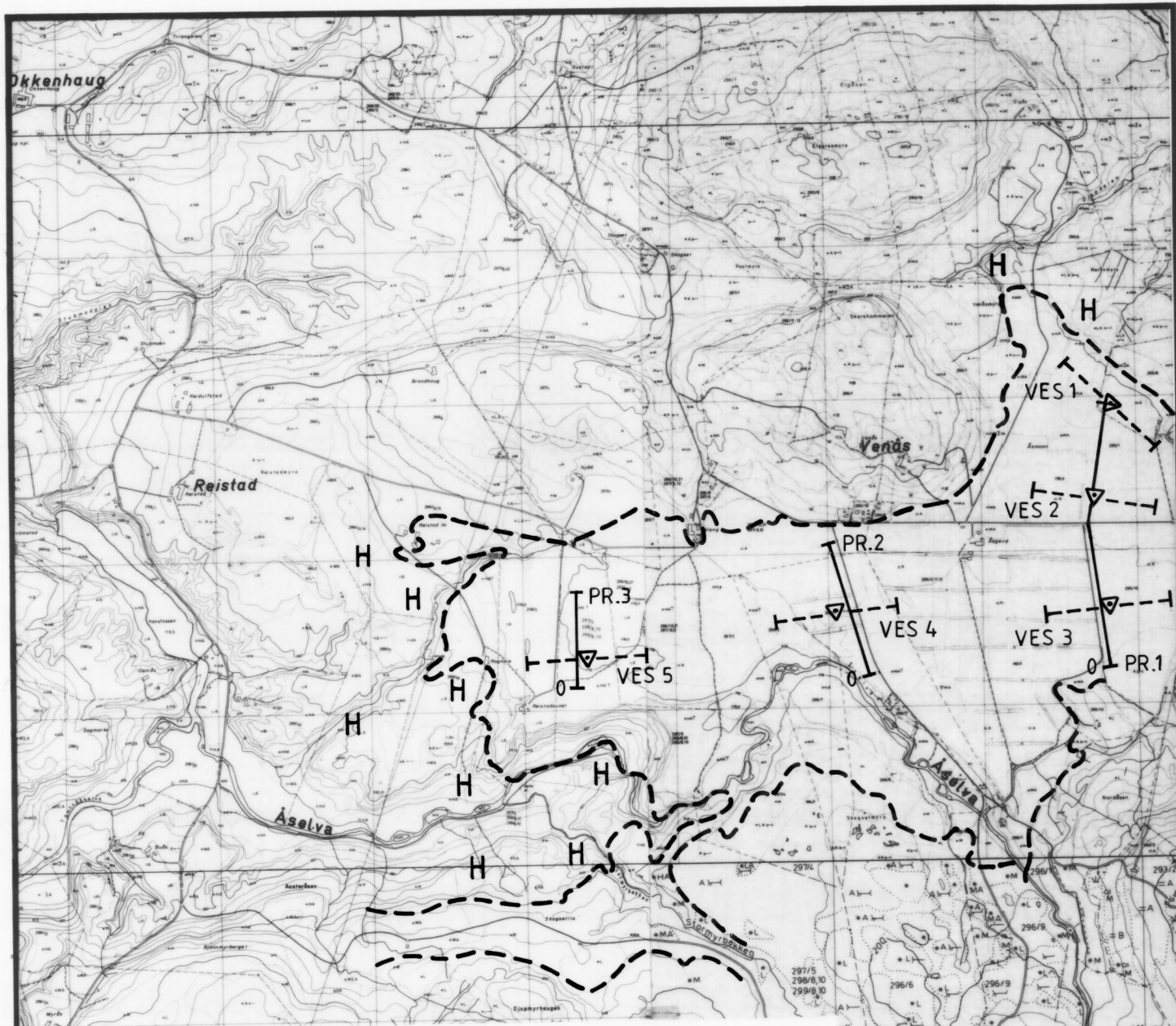


VES Nr. 4



VES Nr. 5





TEGNFORKLARING

- |—| REFRAKSJONSSEISMISK PROFIL
- |▽|—| VERTIKAL ELEKTRISK SONDERING - VES -
(SONDERINGSPUNKT OG RETNING FOR ELEKTRODEUTLEGG)
- - - - - AVGRENŚING FOR BRYELLMATERIALE (SAND/GRUS)
- H HAV OG FJORDAVSETNINGER (VES. SILT)

NGU
REFRAKSJONSSEISMIKK OG ELEKTRISKE SONDERINGER
OVERSIKTSKART
OKKENHAUG
LEVANGER, NORD-TRØNDELAG

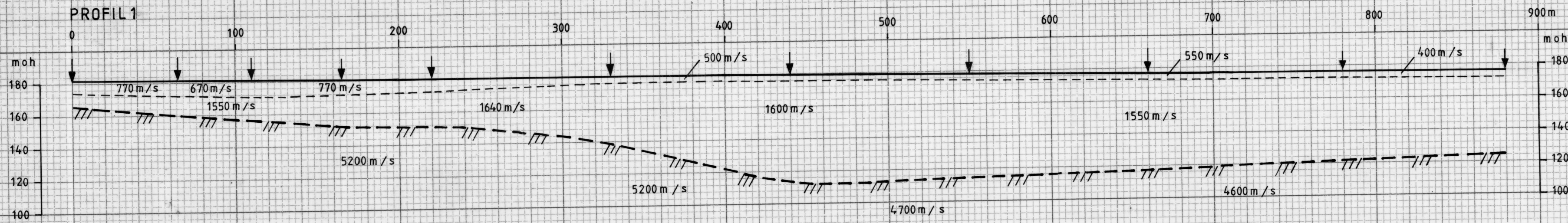
MÅLESTOKK
1: 20 000

| | |
|--------------|--------|
| MÅLT LHB/JFT | SEP 88 |
| TEGN LHB | NOV 88 |
| TRAC | |
| KFR. | |

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

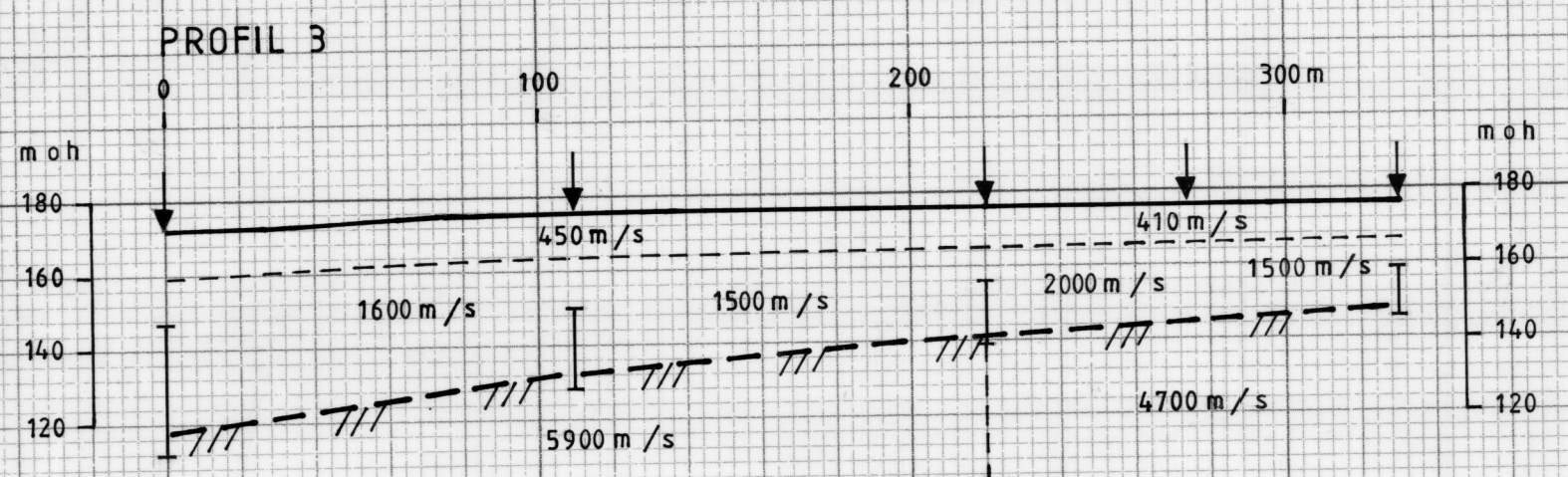
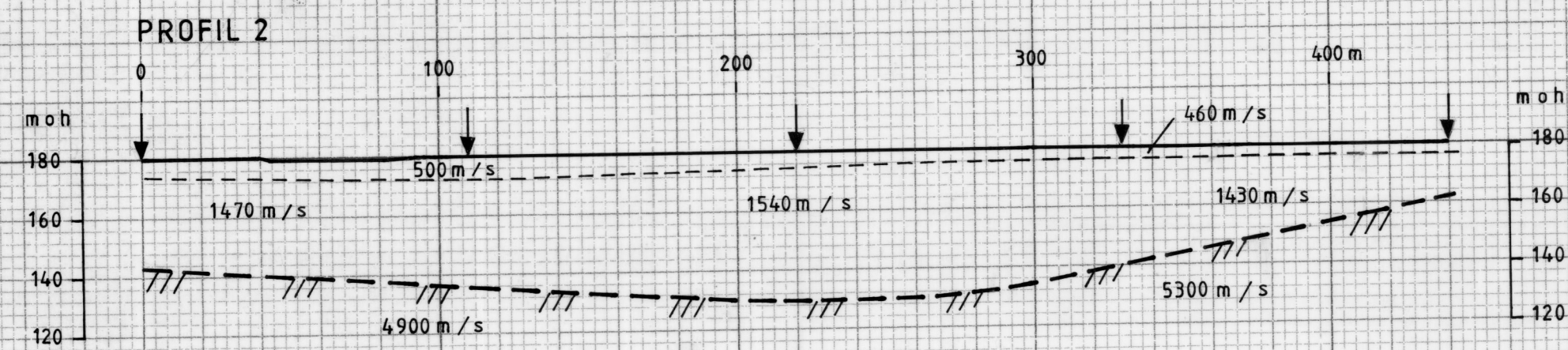
TEGNING NR.
88.212-01

KARTBLAD NR.
1722 III



TEGNFORKLARING

- TERRENGOVERFLATE MED SKUDDPUNKT
- SJIKTGRENSE
- INDIKERT FJELLOVERFLATE
- MAKSIMUM MEKTIGHET AV EN EVNT. BLINDSØNE MED HASTIGHET 2000 m/s



| | | | |
|--|--------------------------|-------------|--------------------------|
| NGU REFRAKSJONSSEISMIKK PROFILTOLKNINGER OKKENHAUG LEVANGER, NORD-TRØNDELAG | MÅLESTOKK | MÅLT LHBJFT | SEPT. 1988 |
| | 1:2000 | TEGN. LB.H. | NOV. 1988 |
| NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM | TRAC. T.H. | DES. 1988 | |
| | TEGNING NR. 88.212-02 | KFR. | KARTBLAD NR. 1722 III |