

Oppdragsgiver:

STATENS VEGVESEN SØR-TRØNDELAG

NGU Rapport nr. 1129

Seismiske undersøkelser

VIKHAMMER

MALVIK

12. - 14. juni 1972

Leder : geofysiker G. Hillestad

Assistent : tekn. ass. P. Melleby

Norges geologiske undersøkelse  
Geofysisk avdeling  
Postboks 3006  
7001 TRONDHEIM  
Tlf. : (075) 20166

<u>INNHold:</u>	<u>SIDE:</u>
OPPGAVE .....	3
ARBEIDSBETINGELSER .....	3
UTFØRELSE .....	3
RESULTATER .....	4

Bilag nr. 1: Beskrivelse av seismisk refraksjonsmetode

" " 2: Situasjonsplan

Tegning 01: Grunnprofil

## OPPGAVE

Statens vegvesen vurderer bygging av ny og bedre vei gjennom Vikhammerdalen i tilknytning til et motorveiprojekt. I den forbindelse kan det være ønskelig å få bort bekken som renner gjennom dalen. En tenkbar løsning ville være å lede bekken gjennom tunnel under dalen. For å skaffe et bedre grunnlag for vurdering av de tekniske og økonomiske forhold ved et slikt prosjekt ble det gjort avtale om at NGU skulle utføre seismiske refraksjonsmålinger. Måleprofilen skulle stort sett følge dalbunnen, og hovedhensikten var å bestemme dypene til det faste fjells overflate. Profilets plassering er vist på bilag nr. 2.

## ARBEIDSBETINGELSER

Det var lite bebyggelse å ta hensyn til i dalen, og trafikken var også beskje- den. Profilet krysset imidlertid E6, og den sterke trafikken her ga et betydelig grunnstøynivå flere hundre meter fra E6.

## UTFØRELSE

Målingene ble utført etter vanlig seismisk refraksjonsmetode, som i hovedtrekkene er beskrevet i vedheftet bilag. Oppdragsgiver besørget utsetting og nivellering av profilet. Vi har beholdt de fortløpende lengdeangivelser som ble brukt på de utsatte stikker. I dette system ble det ikke målt fra 0 til 55 m. Fra 55 m til 165 m ble det benyttet 5 m avstand mellom seismometrene. Fra 165 til 720 og i området 1160 - 1420 var avstanden 10 m, mens den i området 720 - 1160 var 20 m. Ved valg av seismometeravstand ble det tatt hensyn til løsmassemekktigheten samt ønskeligheten av å få bestemt eventuelle sjiktgrenser i løssdekket. Den anvendte apparatur var en 12-kanals ABEM TRIO.

## RESULTATER

På vedheftede tegning er tolkningen av måleresultatene fremstilt grafisk i vertikalsnitt gjennom profilet. De inntegnede dyp representerer egentlig de korteste avstander til sjiktgrensene, og disse avstander kan leilighetsvis være mindre enn de vertikale dyp. Det angitte fjellrelieff må betraktes som et utglattet bilde av fjellet, hvor eventuelle finere detaljer ikke kommer frem. Med noen få unntak ble seismogrammene gode, og de resulterende diagrammer later til å gi grunnlag for tolkninger som er noenlunde entydige med hensyn til fjellets beliggenhet. De fleste steder langs profilet er det registrert et toppsjikt av opp til 7 m tykkelse, hvor lyd hastigheten varierer mellom 330 m/s og 850 m/s. Dette sjikt består sannsynligvis av humus med varierende leirinnhold samt sand eller grus over grunnvannsnivå. Under dette toppsjikt er det registrert et sjikt med hastigheter i området 1500 - 2150 m/s og med maksimal mektighet ca. 40 m. Fra jernbanen til ca. 120 m ovenfor E6 synes det rimelig å anta at dette sjiktet vesentlig består av leire. Lenger opp i profilet opptrer det til dels så høye hastigheter at det iallfall over betydelige partier må dreie seg om morenemasser. På tegningen er det antydnet konsise, vertikale grenser mellom hastighetsintervallene. Dette forhold må vurderes med en viss skepsis, idet grensevinklene er ubestemte, og overgangene kan være gradvise. Det kan også forekomme lokale linsjer med avvikende egenskaper uten at en har registrert dem.

For fjellets vedkommende er det 4 partier hvor våre måledata har vært utilstrekkelige til å beregne den sanne lyd hastighet. Disse partier er på tegningen markert med spørsmålstegn. De funne hastighetsverdier tyder stort sett på fjell med gode fasthetsegenskaper, men i området 860 - 920 må en regne med meget dårlige forhold. Usikkerheten i de beregnede dyp til fjell anslåes til  $\pm 10\%$  når en ser bort fra muligheten for systematiske feil som f. eks. kan skyldes at det foreligger skjulte sjikt eller blinde soner. Disse forhold er nevnt i bilag nr. 1.

Trondheim 24. januar 1973.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
Geofysisk avdeling

G. Hillestad  
geofysiker



SEISMISK REFRAKSJONSMETODE.

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/sek i visse typer porøst overdekke til godt over 5000 m/sek 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 innfallsloddet, slik at  $\frac{\sin i}{\sin R} = \frac{V_1}{V_2}$ . Når  $R$  blir  $= 90^\circ$ , 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.

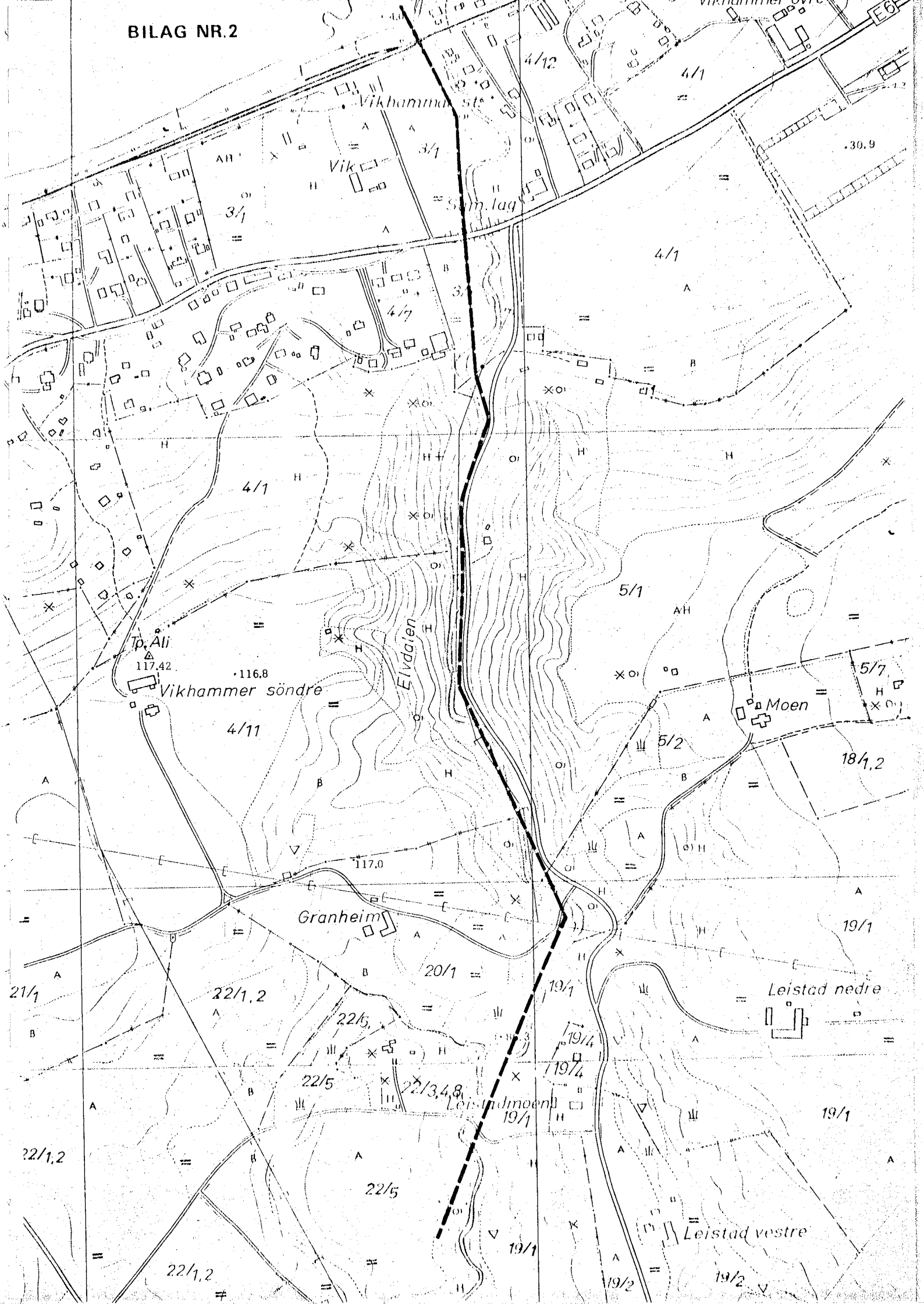
Disse betraktninger kan utvides til å gjelde flere sjiktgrenser. En får refrakterte bølger fra alle grenser når hastig-

heten i det underliggende medium er større enn i det overliggende. Kontrasten må være av en viss størrelse, og vinkelen mellom sjiktgrense og terrengoverflate må ikke være for stor. I praksis vil en gjerne få vanskeligheter når denne vinkel overstiger  $25^\circ$ .

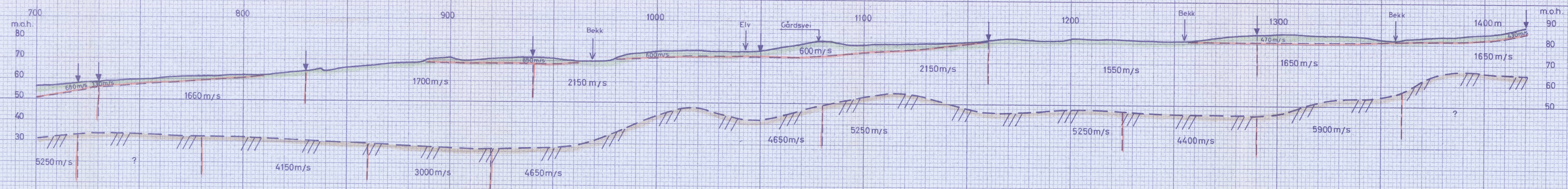
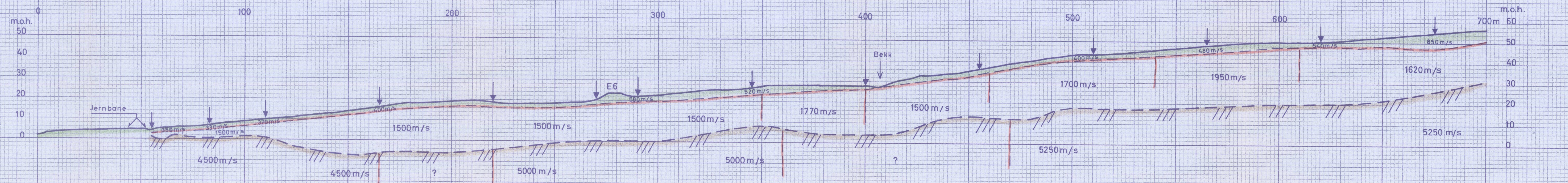
Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeiler seg i de opptegnete diagrammer, fordi de refrakterte bølger fra denne grense når overflaten senere enn fra en dypere grense. Det foreligger da en såkalt "blind sone", og de virkelige dybder kan være vesentlig større enn de beregnede. En annen feilkilde 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.

Med den anvendte apparatur vil en kunne bestemme bølgenes "løpetid" med en usikkerhet av 1 millisekund når seismogrammene har gjennomsnittlig kvalitet. Hvis overdekkehastigheten er 1600 m/sek, svarer dette til en usikkerhet på ca. 0.8 m i dybdebestemmelsen på grunn av avlesningsfeil. I tillegg kommer eventuelle feil på grunn av at forutsetningene om isotropi og homogenitet ikke gjelder fullt ut.

Når en oppnår førsteklasses seismogrammer, kan tiden avleses med 0.5 millisekund nøyaktighet, men selv da mener vi det er urealistisk å regne med mindre enn 0.5 m usikkerhet i dybdeangivelsene. Ved meget små dyp til fjell - størrelsesorden 1 m - blir overdekkehastigheten dårlig bestemt, og en må regne med prosentvis store feil i dypene.







- TEGNFORKLARING:
- Terrengoverflate m. skuddpunkt
  - Sjiktgrense
  - Indikert fjelloverflate
  - Hastighet ikke bestemt

STATENS VEGYESEN VEGSJEFEN I SØR-TRØNDELAG SEISMISKE UNDERSØKELSER VIKHAMMER, MALVIK	MÅLESTOKK	MÅLT <i>SH</i>	JUNI 1972
	1:1000	TEGN. <i>SH</i>	SEPT. 1972
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	TRAC. <i>SH</i>	OKT. 1972
	1129-01	KFR. <i>SH</i>	KARTBLAD NR. 1621 IV