

Rapport nr. 87.041

Seismiske målinger på
STAVEHEIA, Andøy



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eirikssons vei 39, Postboks 3006, 7001 Trondheim - Tlf. (07) 92 16 11
Oslokontor, Drammensveien 230, Oslo 2 - Tlf. (02) 50 25 00

Rapport nr. 87.041	ISSN 0800-3416	Åpen/ Forf. til	
Tittel: Seismiske målinger på Staveheia, Andøy			
Forfatter: Gustav Hillestad		Oppdragsgiver: Tromsø Museum	
Fylke: Nordland		Kommune: Andøy	
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Andøya		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1233 II Dverberg	
Forekomstens navn og koordinater: Staveheia 33W 5356 76810		Sidetall: 8	Pris: kr. 40,-
		Kartbilag: 1	
Feltarbeid utført: August 1986	Rapportdato: 19.02.1987	Prosjektnr.: 2411.00	Prosjektleder: G. Hillestad
Sammendrag: <p>Ved hjelp av seismiske refraksjonsmålinger skulle en prøve å finne mektigheten av løsmasser og eventuelle forvitringssoner på Staveheia. Det ble målt 4 profiler på tilsammen 850 m. Sannsynligvis fins det her forvitret fjell av opp til ca. 20 m mektighet.</p>			
Emneord	Løsmasse		
Geofysikk	Forvitringmateriale		
Refraksjonsseismikk		Fagrapport	

INNHOLD

	<u>Side</u>
OPPGAVE	4
UTFØRELSE	4
RESULTATER	4

TEKSTBILAG

Beskrivelse av seismisk refraksjonsmetode
Lydhastigheter i løsmasser

KARTBILAG

87.041-01 Situasjonsplan og grunnprofiler

OPPGAVE

Museumslektor Jakob Møller ved Tromsø Museum har arbeidet med geologien på Staveheia på Andøya. Han mente at fjellet her kunne være forvitret til betydelig dybde. En måte å belyse dette spørsmålet på kunne være å utføre seismiske refraksjonsmålinger. Norges geologiske undersøkelse ble kontaktet i den anledning, og det ble avtalt samarbeid om et begrenset program. Det ble målt ca. 850 m fordelt på 4 profiler, hvis omtrentlige beliggenhet er vist på situasjonsplanen.

UTFØRELSE

Jakob Møller hadde med seg en mann fra Tromsø Museum, og de fungerte som assistenter. Et par mann ble leiet for å hjelpe til å bære måleutstyret opp den bratte stien til måleområdet. Det ble benyttet en 12-kanals ABEM TRIO, og avstanden mellom seismometrene var for det meste 10 m. Målingene ble utført etter vanlig seismisk refraksjonsmetode, som i hovedtrekkene er beskrevet i vedheftet bilag. Været var bra, og det var ingen sjenerende grunnstøy i måleområdet. Profilretninger ble avlest på kompass. Terreng høyder ble ikke målt, og opptegning av profilene er gjort med holdepunkter i topografisk kart M 1:50 000 og hukommelsen.

RESULTATER

På vedheftet tegning er måleresultatene fremstilt grafisk i vertikalsnitt gjennom profilene. Seismogrammene var stort sett av god kvalitet, men de resulterende gangtidsdiagrammer har ikke vært enkle å tolke. De later til å gjenspeile lagpakker med opp

til 4 klart forskjellige lyd hastigheter under hverandre. Normalt ville jeg ha regnet med at den dypestliggende hastighet svarte til fast fjell, og at de tre høyereliggende svarte til forskjellige typer løsmasse. Imidlertid ble det gravet en sjakt i profil 1 (ca. pkt. 270?) mens de seismiske målingene pågikk, og da var det stopp på knapt 2 m dyp på noe som var mistenkelig likt fjell. Det betyr sannsynligvis at i profil 1 er det bare det aller øverste laget med hastighet 350-400 m/s som er løsmasse i vanlig forstand. Her ser det ut til å dreie seg om tørr sand. De neste 2 lagene med hastighet hhv. 990-1280 m/s og ca. 2000 m/s må være fjell med forskjellig grad av forvitring. Her kan det vel muligens være en gradvis overgang. Det solide uforvitrede fjell ser ut til å ligge på 20-25 m dyp og den registrerte hastighet er 4000 m/s. I profil 2 forekommer omtrent de samme hastigheter som i profil 1, men her målte en høy fjellhastighet på meget lite dyp omtrent midt i profilet. Og da er det nærliggende å tenke seg at 1100 m/s-laget her kan svare til morene. Kanskje også helt eller delvis det laget som er angitt med 2500 m/s. Dette er en hastighet som ofte forekommer i bunnmorene. Profil 3 går på kanten av plataet ved stupbratt fjellside. Her kan man se snitt som tyder på at også her må lag nr. 2 svare til forvitret fjell. Høyeste registrerte hastighet var 2800 m/s. I profil 4 fikk en derimot skikkelig fjellhastighet - 4400 m/s - når en kom et stykke fra fjellstupet. Spesielt når en betrakter profilene 3 og 4 bør en ha i tankene at lydbølgene ikke bare forplanter seg i vertikalplanet, og at de angitte dyp derfor egentlig svarer til korteste avstand til vedkommende sjiktgrense. Grenseflaten mellom lagene er vanskelig å angi entydig i profil 4, og den presenterte modell er bare en av flere mulige som kan harmonere med observasjonene.

Trondheim, 19. februar 1987
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
Geofysisk avdeling

Gustav Hillestad
Gustav Hillestad
forsker

SEISMISK REFRAKSJONSMETODE.

Metoden grunner seg på at lydets 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° .

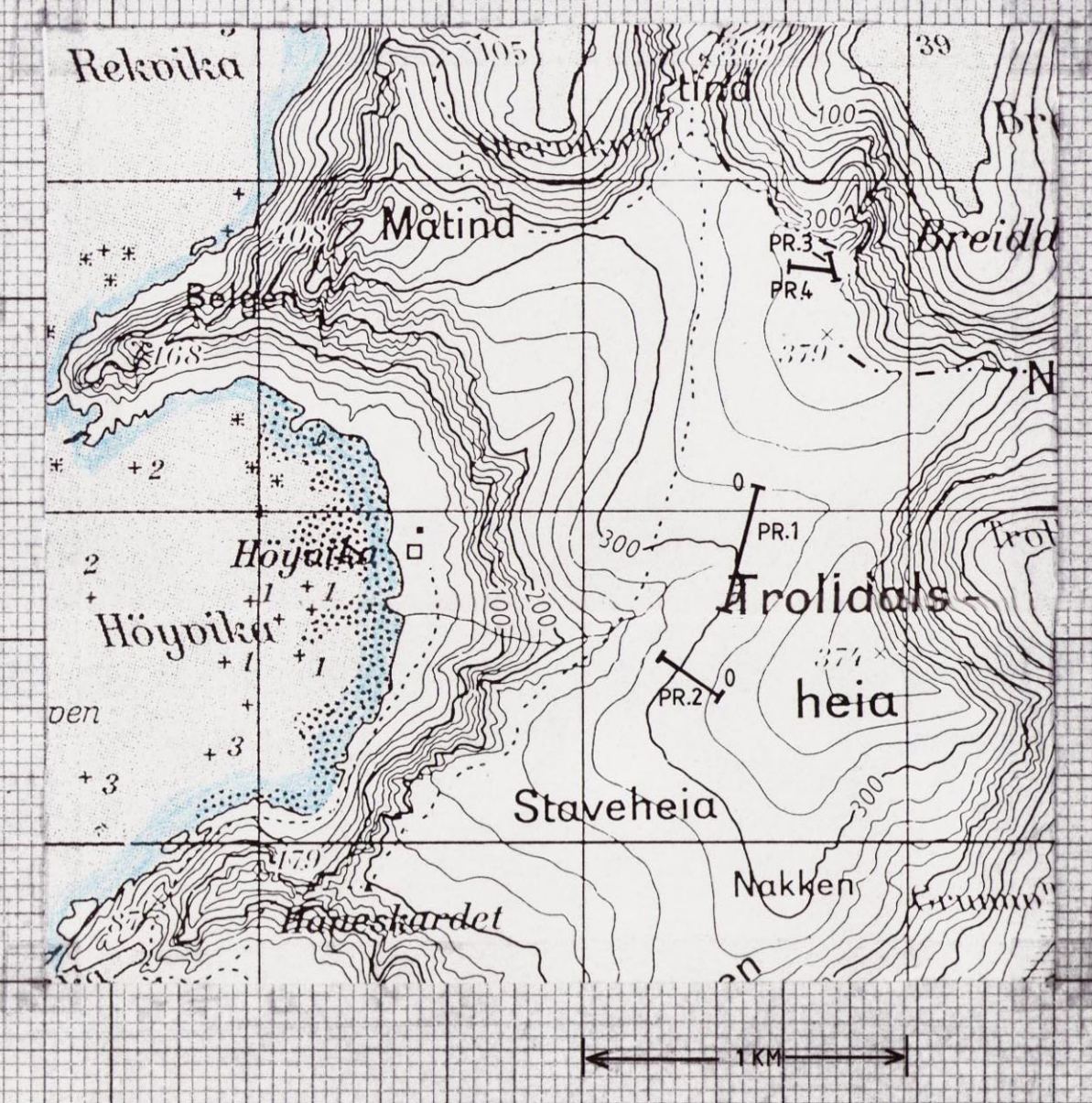
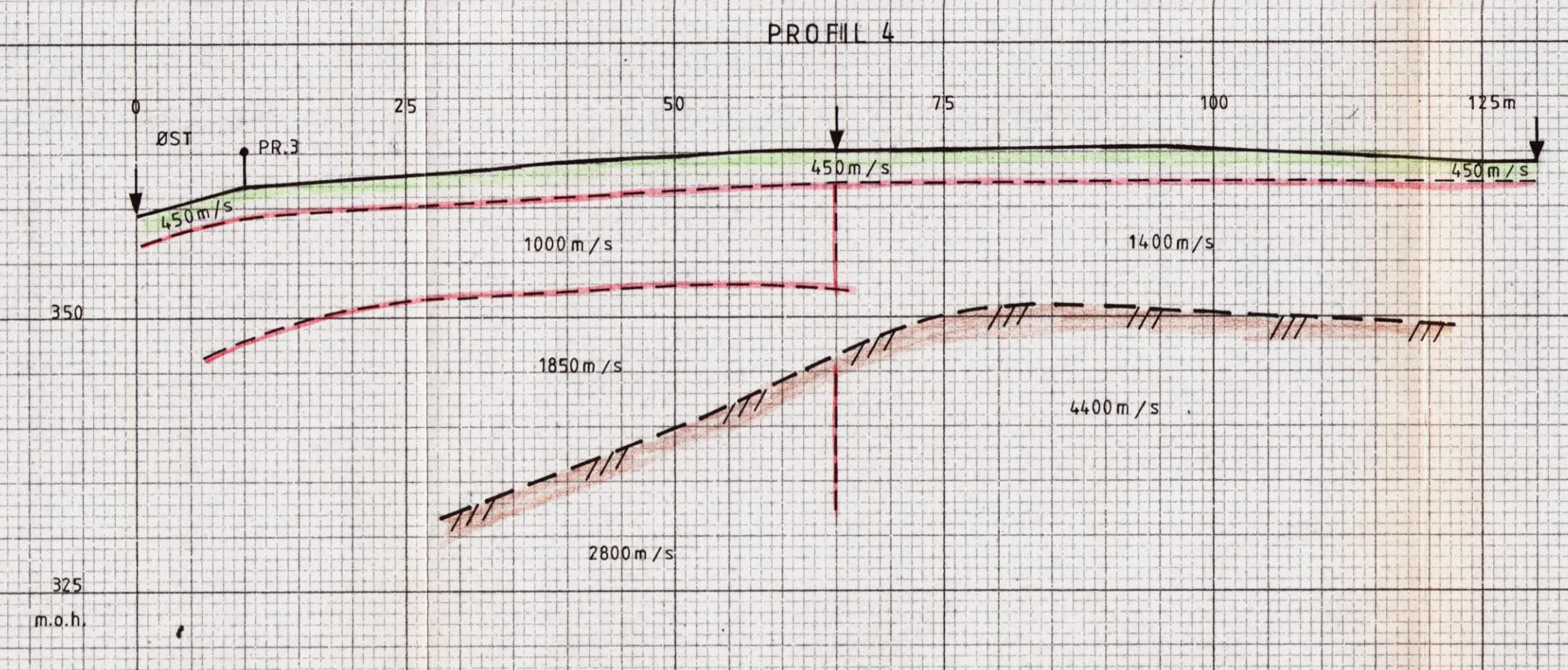
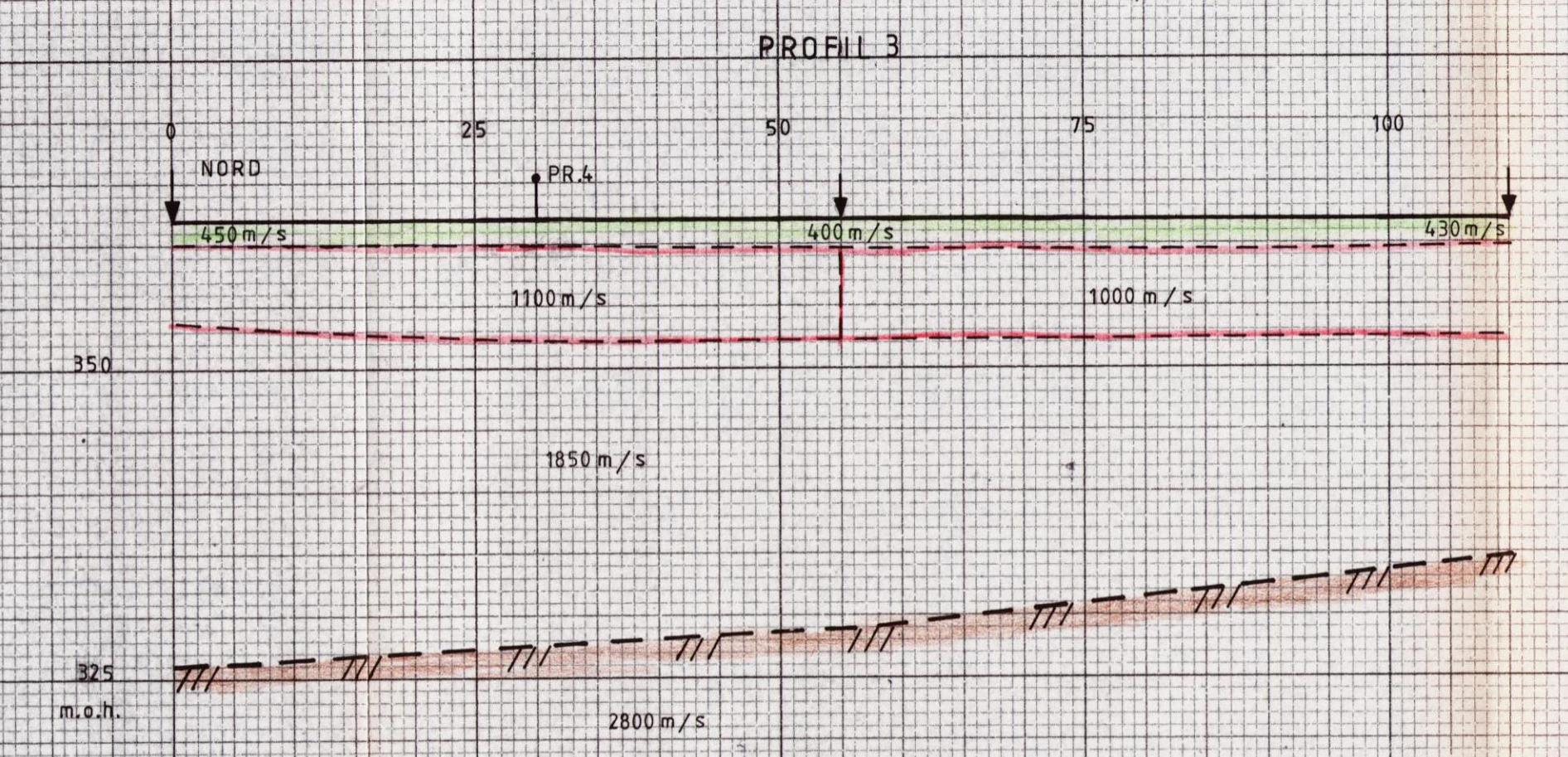
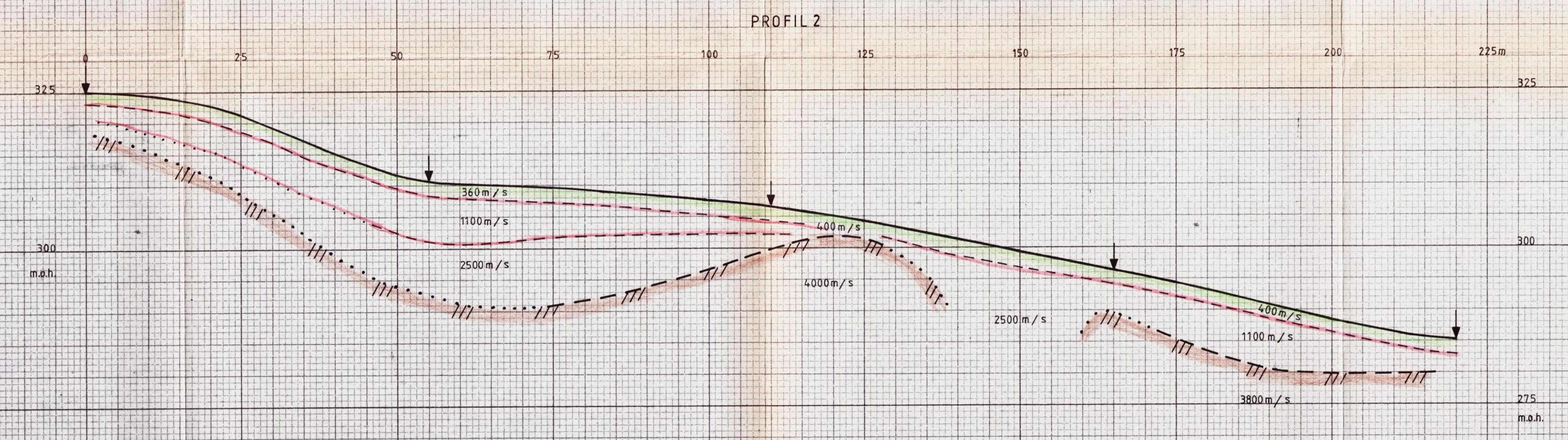
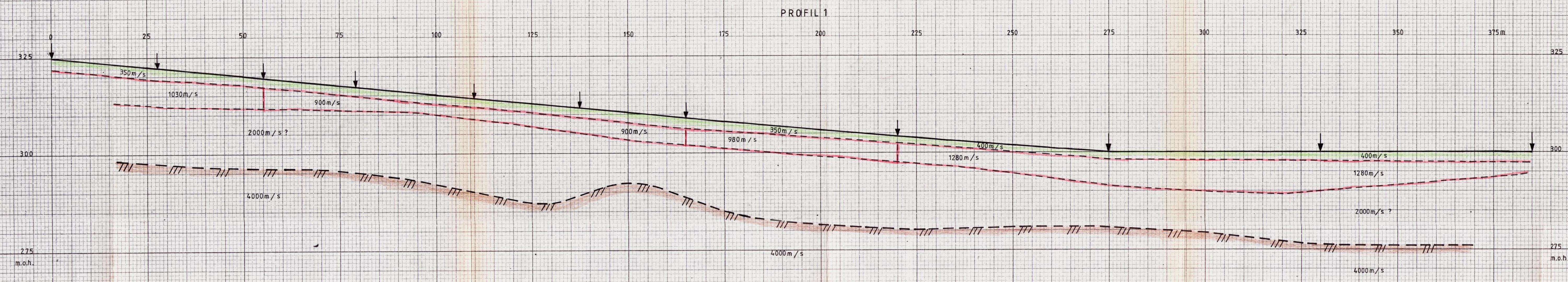
Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeiler seg i de oppregnede diagrammer, fordi de refrakterte bølger fra denne grense når overflaten senere enn fra en dypere grense. Det foreligger da en såkalt "blind sone", og de virkelige dybder kan være vesentlig større enn de beregnede. En annen feilkilde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

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 bunmorene		1900 - 2800 "
Leire		1100 - 1800 "



- TEGNFORKLARING**
- TERRENGOVERFLATE MED SKUDDPUNKT
 - SJIKTIGRENSE
 - UFORVITRET FJELLOVERFLATE
 - USIKRERE FORLØP

TROMSØ MUSEUM SEISMISKE MÅLINGER STAVEHEIA, ANDØY GRUNNPROFILER OG OVERSIKTSKART	MÅLESTOKK	1:500	OBS. G.H.	SEPT.-86
	TEGN. G.H.	FEB.-87	TRAC. T.H.	MARS-87
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	87.041-01	KARTBLAD NR.	1233 II