

Rapport nr. 86.088

Refraksjonsseismiske målinger
Rollag



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. 86.088	ISSN 0800-3416	Åpen/Forfattet	
Tittel: Refraksjonsseismiske målinger Rollag			
Forfatter: Gustav Hillestad		Oppdragsgiver: NGU	
Fylke: Buskerud		Kommune: Rollag	
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Hamar		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1715 III Eggedal	
Forekomstens navn og koordinater: Skarpmoen 32V 5155 66520		Sidetall: 8	Pris: kr. 50,-
		Kartbilag: 2	
Feltarbeid utført: Juni 1985	Rapportdato: 18.12.1987	Prosjektnr.: 2349.02	Prosjektleder: K. Wolden
Sammendrag: Et område i Rollag i Numedal skulle undersøkes med sikte på å bestemme mektigheten av nyttbar sand og grus. Det ble gjort seismiske refraksjonsmålinger langs 5 profiler med en samlet lengde av ca. 2 km. Maksimaldypene til fjell ble bestemt til ca. 40 m.			
Emneord			
	Løsmasse		
Geofysikk	Sand		
Refraksjonsseismikk	Grus	Fagrapport	

INNHold

	Side
OPPGAVE	4
UTFØRELSE	4
RESULTATER	4

TEKSTBILAG

Beskrivelse av seismisk refraksjonsmetode
Lydhastigheter i løsmasser

KARTBILAG

86.088-01 Situasjonsplan
-02 Grunnprofiler

OPPGAVE

Et område i Rollag skulle undersøkes med sikte på å bestemme mektigheten av nyttbar sand og grus. Kommunen var interessert i slike informasjoner for planlegging av fremtidig bruk av arealet. I tillegg til kvartærgeologisk kartlegging og boringer ble det bestemt at det skulle måles 5 seismiske profiler, 4 i Skarpmoenområdet og ett noen kilometer lenger nord ved Tråen. Profilenes beliggenhet er vist på vedheftet tegning. I utgangspunktet var det meningen å legge profilene noenlunde loddrett på Lågen, men profil C ble knekket 2 ganger for å unngå tråkk i kornåker.

UTFØRELSE

Målingene ble utført etter vanlig seismisk refraksjonsmetode, som i hovedtrekkene er beskrevet i vedheftet bilag. Den anvendte apparatur var en 24 kanals ABEM TRIO, og avstanden mellom seismometrene var stort sett 20 m. Terrenget var relativt flatt med lite vegetasjon. Det var flere høyspentledninger i måleområdet, og dette førte til sjenerende elektrisk støy på seismogrammene. Også fotografisk var opptakene mindre gode med traser som var vanskelig lesbare. Det ble ikke gjort nivellement, og terrenghøyden ble tatt fra økonomisk kart. Trygve Hillestad assisterte ved målingene, som ble utført under ganske gode værforhold. En og annen kraftig regnbyge kan ha resultert i dogg på galvanometerspeilene.

RESULTATER

På vedheftet tegning er måleresultatene fremstilt grafisk i vertikalsnitt gjennom profilene. De inntegnede dyp representerer

egentlig de korteste avstander til sjiktgrensene - da lydbølgene ikke bare forplanter seg i vertikalplanet - og disse kan leilighetsvis være mindre enn de vertikale dyp. Sjiktgrensene må betraktes som utglattede, hvor de finere detaljer ikke alltid kommer frem. Gangtidsdiagrammene viser 2 sjikt i overdekket i den vestlige del av profilene mens det bare fremkommer ett lag i de østlige delene. Det øverste laget har hastighet på 350-500 m/s, og dette svarer til tørr sand og grus. I lag nr. 2 er hastigheten ca. 1500 m/s, og dette svarer sannsynligvis til vannmettet sand og grus. I profil A, som ligger lengst syd, ser det ut for at hastigheten i lag nr. 2 er såvidt høy som 2200 m/s. Dette er det naturlig å assosiere med bunnmorene. Det er vanskelig å avgjøre hvor langt mot øst lag nr. 2 fins, og det er derfor mulig at dypet til fjell er angitt for stort i midtpartiene. Hastighetene i fjell tyder på solid, uforvitret fjell.

Trondheim, 18. desember 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° .

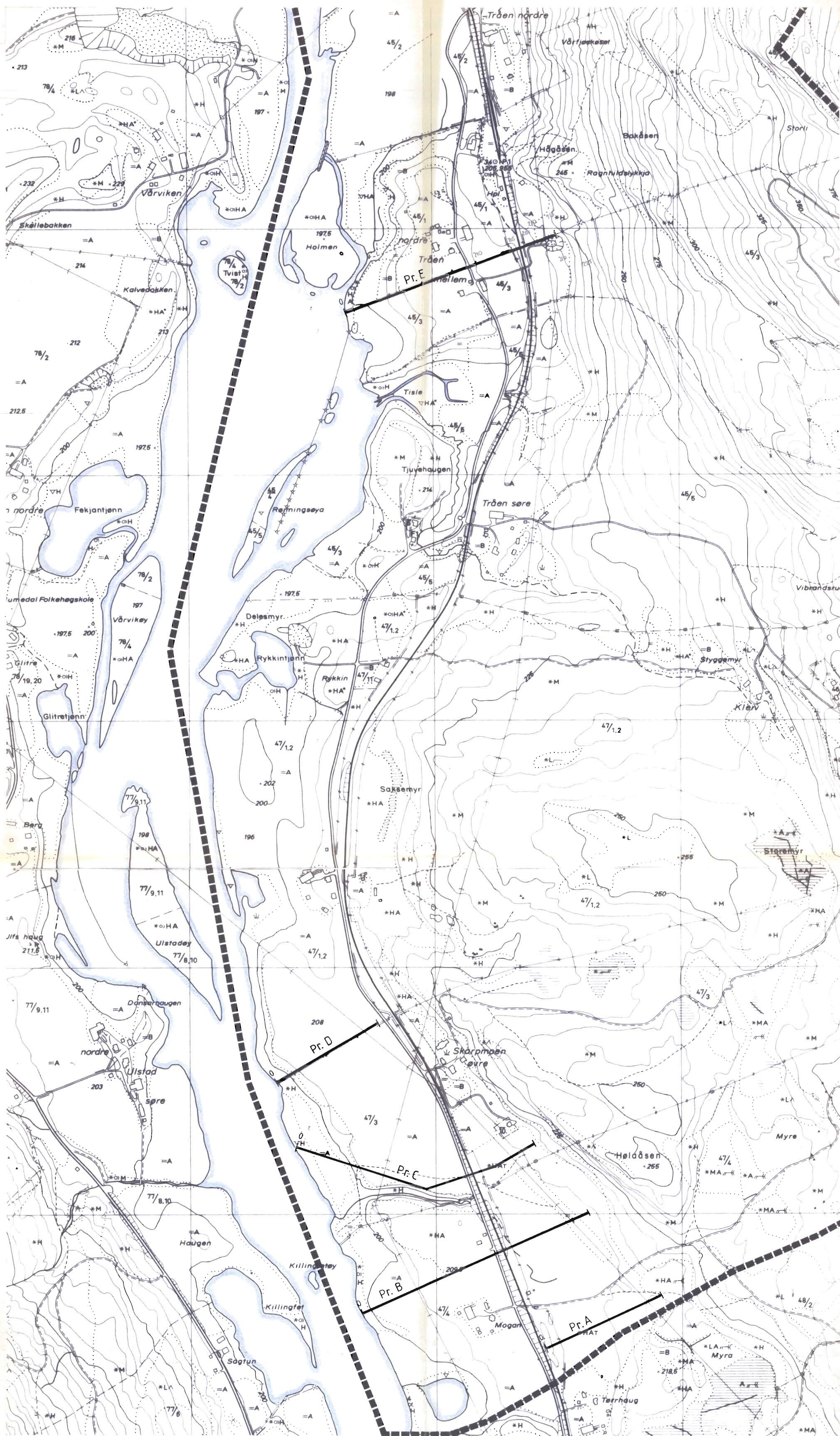
Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeiler seg i de oppregnede diagrammer, fordi de refrakterte bølger fra denne grense når overflaten senere enn fra en dypere grense. Det foreligger da en såkalt "blind sone", og de virkelige dybder kan være vesentlig større enn de beregnede. En annen feilkilde 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 bunnmorene		1900 - 2800 "
Leire		1100 - 1800 "

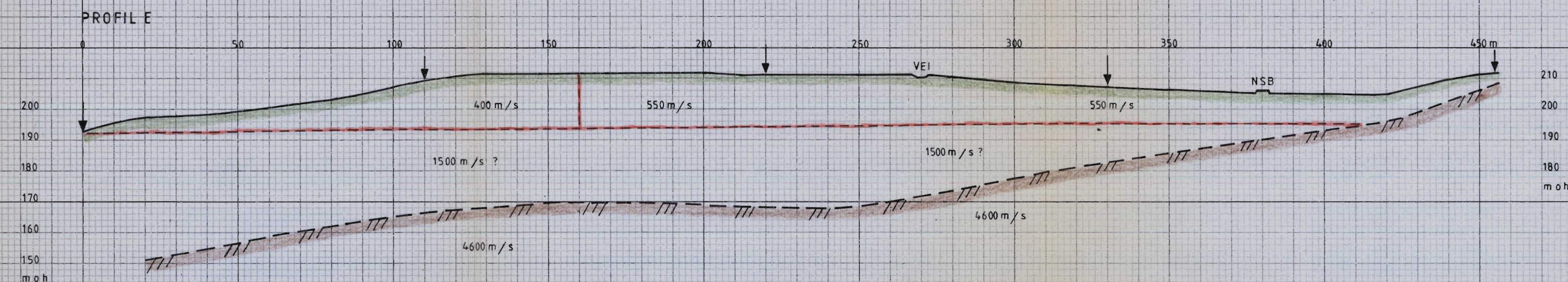
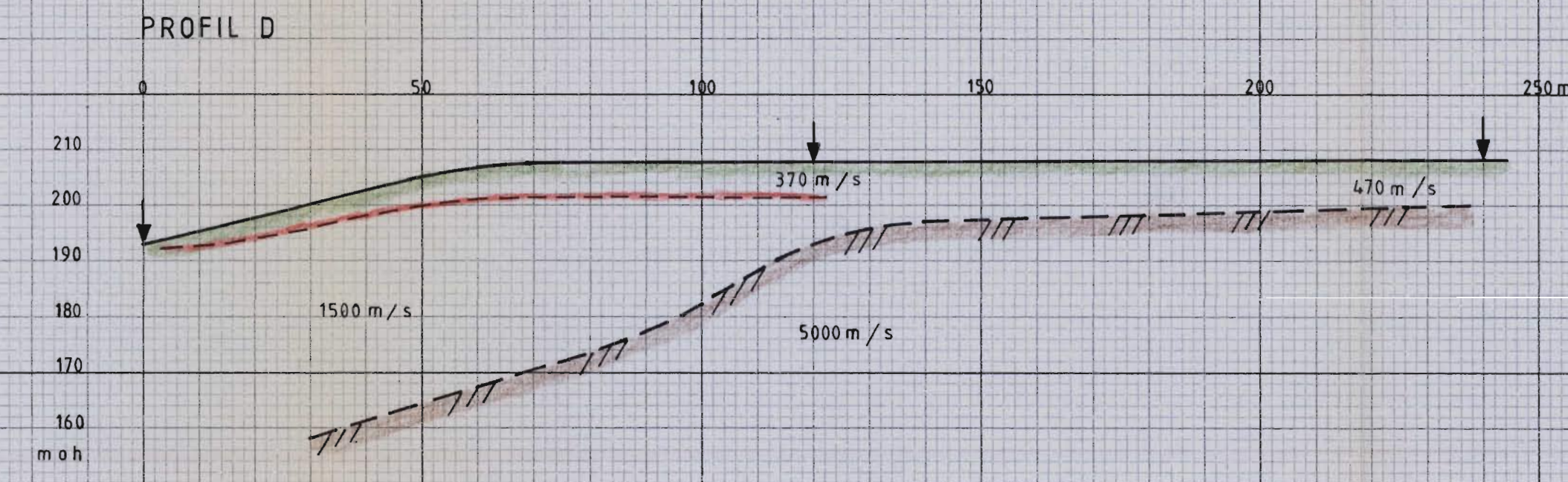
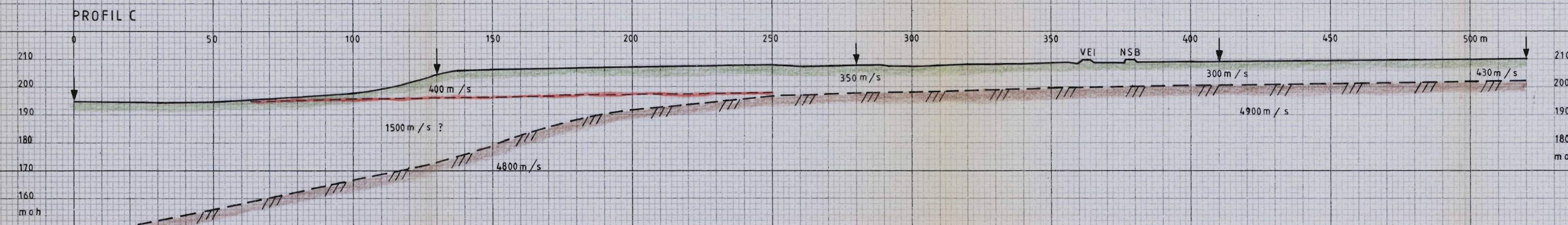
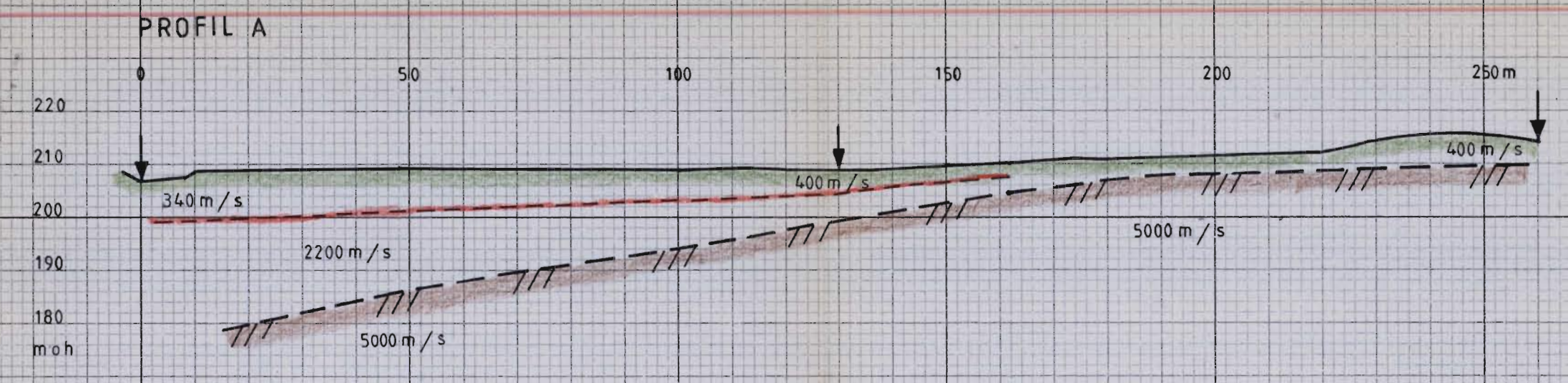


NGU
 REFRAKSJONSSEISMISKE MÅLINGER
 OVERSIKTSKART
 ROLLAG, NUMEDAL

MÅLESTOKK	OBS. G.H.	JUNI - 85
1:5000	TEGN. G.H.	OKT. - 85
	TRAC. T.H.	APRIL - 86
	KFR. <i>Gif</i>	— II —

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.	KARTBLAD NR.
86.088-01	1715 III



TEGNFORKLARING:

- TERRENGOVERFLATE MED SKUDDPUNKT
- SJIKTGRENSE
- INDIKERT FJELLOVERFLATE

NGU REFRAKSJONSEISMIKSE MÅLINGER GRUNNPROFILER ROLLAG, NUMEDAL	MÅLESTOKK	MÅLT G.H.	JUNI 85
	1:1000	TEGN. G.H.	NOV. 87
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KFR. G.H.	—
	86.088-02	KARTBLAD NR.	1715 III