



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 118	Intern Journal nr 260/81	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering Trondheim	Gradering Åpen
Kommer fra ..arkiv Trondheimske	Ekstern rapport nr NGU 1786	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Seismiske målinger ved Steine og Leksdalsvatnet, Verdal, Nord-Trøndelag				
Forfatter Sindre, Atle		Dato 10.04 1981	Bedrift NGU	
Kommune Verdal	Fylke Nord-Trøndelag	Bergdistrikt Trondheimske	1: 50 000 kartblad 17221 17224	1: 250 000 kartblad
Fagområde Geofysikk Kvartærgeologi		Dokument type	Forekomster	
Råstofftype		Emneord		
Sammendrag To profiler ved Steine og fire ved sørenden av Leksdalsvatnet ble målt seismisk i forbindelse med kvartærgeologisk kartlegging. Løsmasser med ulike hastigheter ble påvist, og dyp til fjell på opptil 85 m ble målt.				

NGU Rapport nr. 1786

Seismiske målinger ved
STEINE OG LEKSDALSVATNET
VERDAL, NORD-TRØNDELAG

1981



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eiriksons vei 39
Tlf. (075) 15860

Postboks 3006
7001 Trondheim

Postgironr. 5168232
Bankgironr. 0633.05.70014

Rapport nr. 1786		Åpen/ Fortrolig	
Tittel: Seismiske målinger ved Steine og Leksdalsvatnet, Verdal			
Oppdragsgiver: NGU		Forfatter: Atle Sindre	
Forekomstens navn og koordinater: Steine PR 345730 Hallem PR 260785		Kommune: Verdal	
Fylke: Nord-Trøndelag		Kartbladnr. og -navn (1:50 000): Vuku 1722 I Stiklestad 1722 IV	
Utført: Feltarbeid: 19. - 23. mai 1980 Rapport : April 1981		Sidetall: 6 Tekstbilag: 2 Kartbilag: 2	
Prosjektnummer og -navn: Kwartærgeologisk kartlegging			
Prosjektleder: Harald Sveian			
Sammendrag: To profiler ved Steine og fire ved sørenden av Leksdalsvatnet ble målt seismisk i forbindelse med kvartærgeologisk kartlegging. Løsmasser med ulike hastigheter ble påvist, og dyp til fjell på opptil 85 m ble målt. Feltarbeidet ble utført av Ragnar Opdahl, Odd Petter Rønning og Atle Sindre.			
Nøkkelord	Geofysikk		Hastigheter
	Refraksjonsseismikk		Tykkelser
	Løsmasser		

Ved referanse til rapporten oppgis forfatter, tittel og rapportnr.

<u>INNHold:</u>	<u>Side:</u>
OPPGAVE OG UTFØRELSE	4
RESULTATER	4
Steine	4
Leksdalsvatnet	5

Tekstbilag:

- Bilag 1 : Seismisk refraksjonsmetode
 Bilag 2 : Lydhastigheter i de mest vanlige løsmassetyper

Kartbilag :

- 1786-01 : Oversiktskart og grunnprofiler - Steine
 1786-02 : " " " " - Leksdalsvatnet

OPPGAVE OG UTFØRELSE

For Kvartærgeologisk seksjon ble det målt 6 seismiske profiler i Verdal. To av disse ble målt på en terrasse ved Steine og fire i området ved sørenden av Leksdalsvatnet. En var interessert i å få vite mest mulig om løsmassene, hastigheter, sjiktgrenser, mektigheter.

Målingene ble utført etter vanlig seismisk refraksjonsmetode med instrumentene Trio-ABEM. Se vedheftet bilag om metoden. Avstanden mellom geofonene var 10 og 20 m med innkorting til det halve ved skuddpunktene. Det ble skutt for hver 110 m.

Det var pent vær under målingene, og en fikk gode registreringer. Bare langs ett profil, profil nr. 3, var det tele igjen i jorda, som forstyrret målingene noe et kort stykke. Feltarbeidet ble utført av Ragnar Opdahl, Odd Petter Rønning og Atle Sindre.

Profilenes beliggenhet vises i Tegn.nr. 1786-01 og -02.

RESULTATER

Steine, Tegn.nr. 1786-01

Profil I. Langs dette profilet øker dypet til fjell fra 15 m lengst øst til 80 m fra midten av profilet og videre vestover. Lengst øst er det påvist to sjikt i løsmassene, øverst et 6-10 m tykt lag med hastighet 400 m/sek, og under dette et lag med hastighet 1000 m/sek. Lenger vest ved koordinat 800 viser seismikken tre sjikt med hastigheter 550 - , 1000 - og 1500 m/sek. Enda lenger vest har en et tynt lag på toppen med lav hastighet.

Profil II. Løsmassenes totale tykkelse er her ca. 65 m. De tre sjiktene har hastigheter 350, 650 og 1500 m/sek.

Leksdalsvatnet, Tegn. 1786-02

Profil III. Langs de første 350 metrene fra vest viser seismikken to lag i overdekket med hastigheter 700 og 1400 m/sek. Dypet til fjell holder seg på ca. 25 m til koordinat 200. Derfra stuper fjellet raskt nedover til store dyp, ca. 80 m lengst øst. I den østre delen av profilet er det klart at en har andre løsmassetyper enn i vest. Hastighetene 975 og 2000 m/sek indikerer at det kan være morene over og under et vannspeil på ca. 68 m o.h. som faller sammen med Leksdalsvatnets høyde. Langs de siste ett hundre metrene i øst har en et løsere lag på toppen. Tele i jorda ødela muligheten til nøyaktige beregninger i nærheten av koordinat 110.

Profil IV. Dette profilet krysser profil III og en har fått lignende hastigheter som der, 900 - 2000 m/sek, for mesteparten av profilet. Lengst sør er det andre typer masser med hastigheter 450 og 1500 m/sek. Fjelloverflaten som ligger ca. 85 m dypt i den sentrale delen av profilet kommer så bratt opp mot sør at det er vanskelig å beregne den nøyaktig. Fra koordinat 255 og videre sørover er dypet til fjell ca. 20 m.

Profil V. Langs dette profilet har en moderate dyp til fjell, ca. 5 m i vest, og ca. 10 m fra midtpartiet og videre østover. Gårdbrukeren nektet oss å skyte i åkeren i skråningen på grunn av fare for skade på dreneringssystemet. En fikk derfor for få registreringer til å kunne påvise en mulig lagdeling i det området.

Profil VI. Av målingene går det klart fram at en i den midterste delen av dette profilet har et lavhastighetslag under et topplag med høyere hastighet. Dette hindrer en nøyaktig tolkning av de seismiske registreringene. Men i grove trekk kan en regne med at forholdene ligner den modellen som vises i Tegn.nr. 1786-02. Øverst har en et lag med hastighet 700 m/sek, de dypere massene har hastighet 1500 m/sek, og et sjikt med lav hastighet ligger inn imellom i den midterste delen av profilet. Dypet til fjell er 50 - 60 m.

Av de elektriske sonderinger som er gjort i nærheten av dette profilet, Helge Hugdal 1980, Bjørn Berger 1980 og Jan Fr. Tønnesen 1980, er

det den sistnevnte som har vært nærmest det seismiske profilet med sitt utlegg. Den seismiske tolkningen passer også best med den lagdeling og dyp til fjell som han har fått.

Trondheim 10. april 1981.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
Geofysisk avdeling

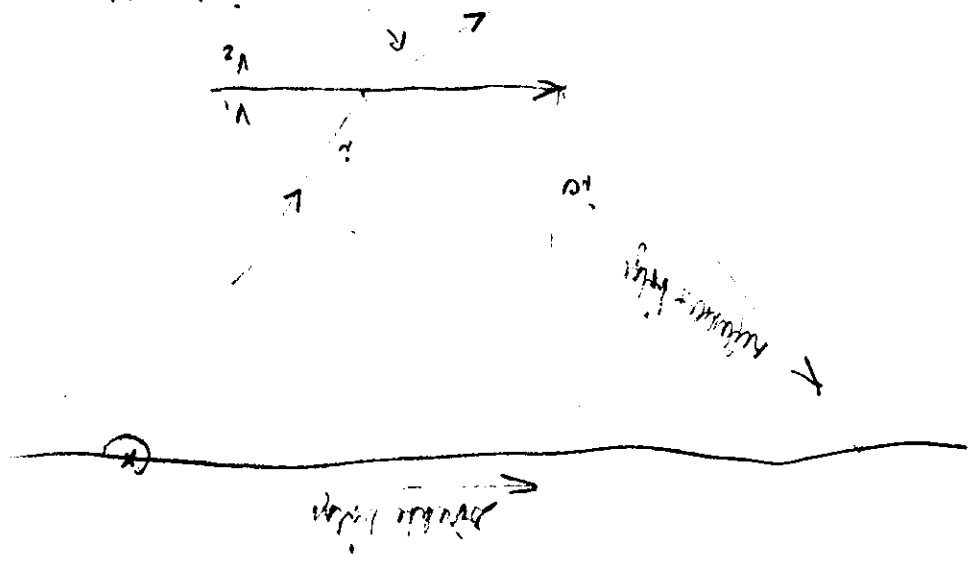
A handwritten signature in cursive script, reading "Atle Sindre".

Atle Sindre
førstegeofysiker

REFLECTION

with $R = 90^\circ$ $\sin i = \frac{V_1}{V_2}$

$\frac{\sin i}{V_1} = \frac{\sin R}{V_2}$



REFRACTION

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° .

Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeiler seg i de opp-tegnete 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.

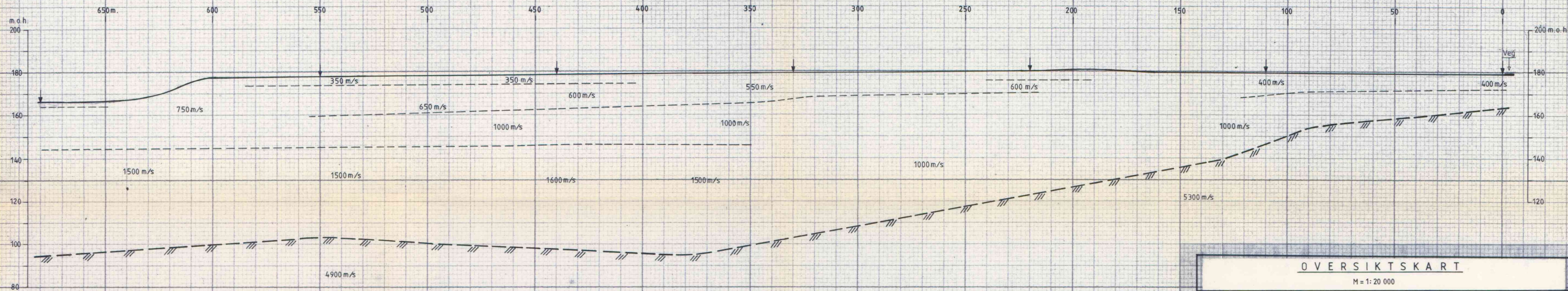
Med den anvendte apparatur vil en kunne bestemme bølgenes "løpetid" med en usikkerhet av 1 millisekund når seismogrammene har gjennomsnittlig kvalitet. Hvis overdekkehastigheten er 1600 m/sek, svarer dette til en usikkerhet på ca. 0.8 m i dybdebestemmelsen på grunn av avlesningsfeil. I tillegg kommer 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.

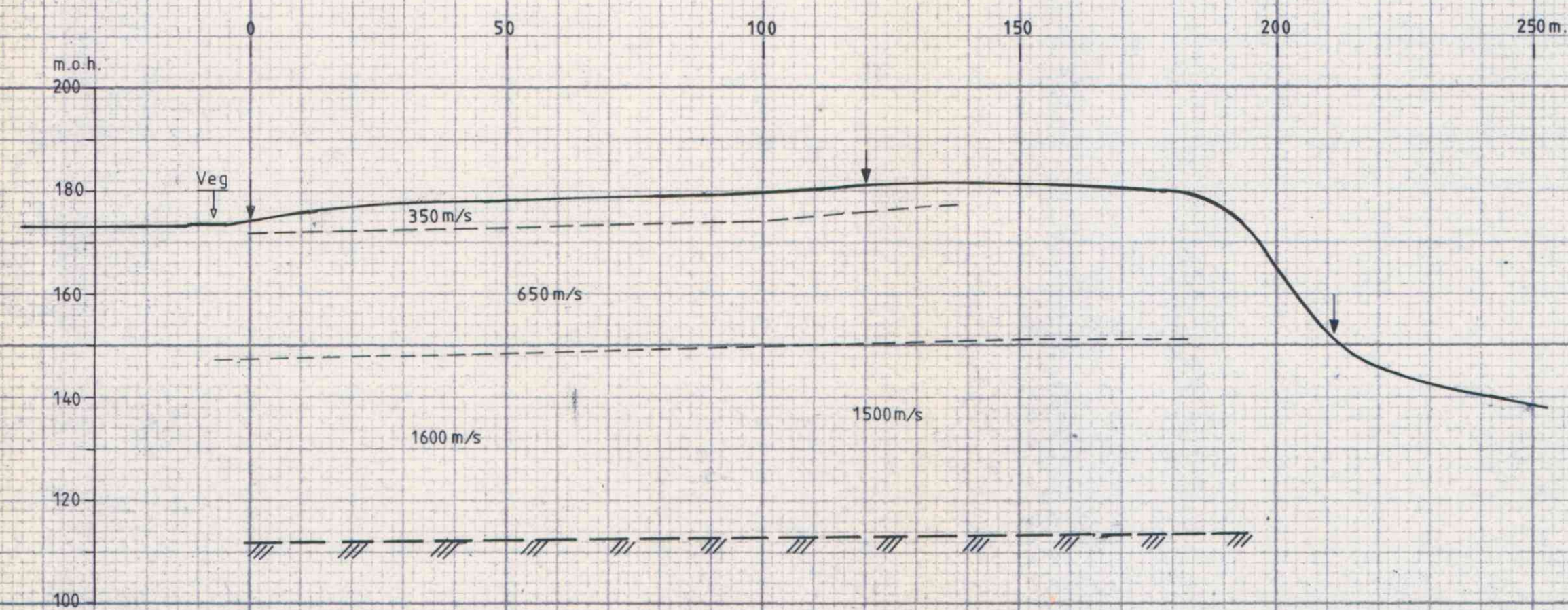
LYDHASTIGHETER I DE MEST VANLIGE LØSMASSETYPER

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 "

PROFIL I



PROFIL II



TEGNFORKLARING

↓ Terrengoverflate med skuddpunkt

--- Sjøktgrense

/// Indikert fjelloverflate

OVERSIKTSKART

M = 1:20 000



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

SEISMISK GRUNNUNDERSØKELSE

STEINE,

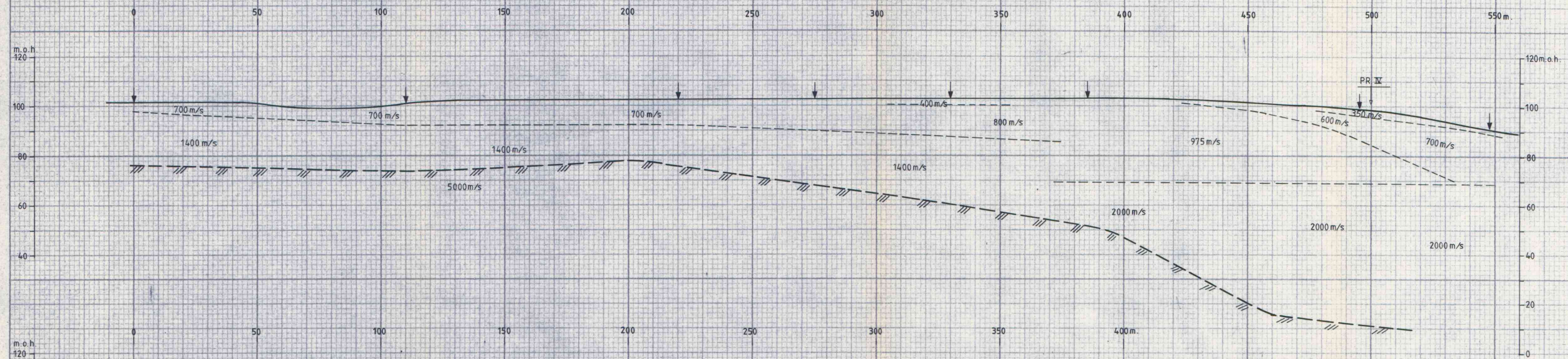
VERDAL, NORD-TRØNDELAG

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

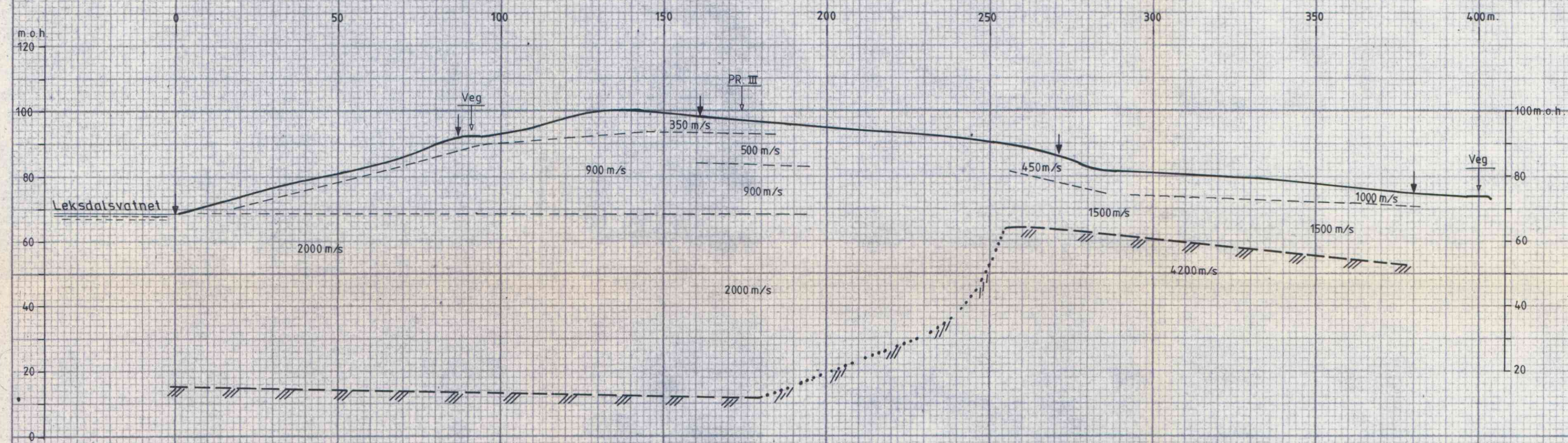
TRONDHEIM

MÅLESTOKK:	MÅLT A.S.	Mai 80
1:1000	TEGN A.S.	Apr. 81
	TRAC R.O.	
	KFR J.S.	

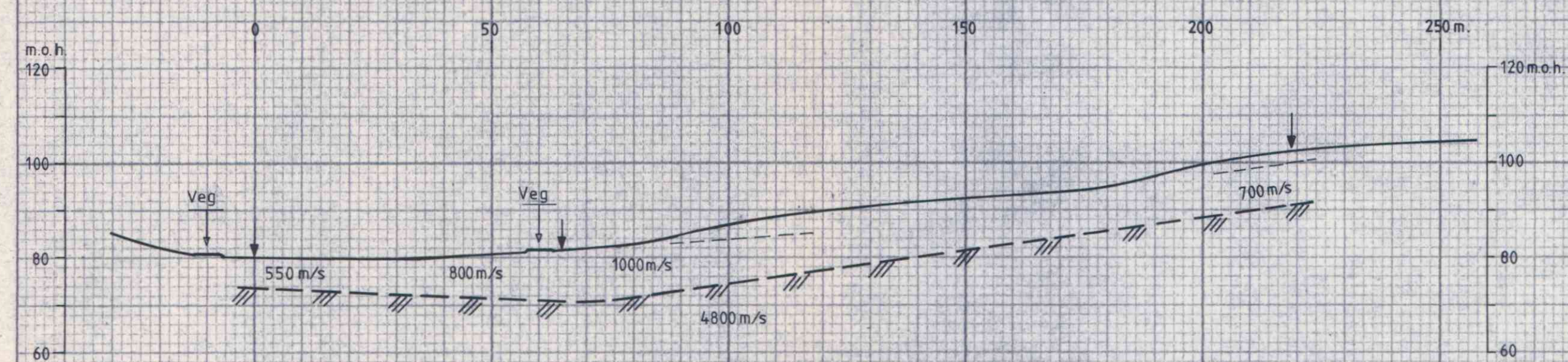
TEGNING NR.	KARTBLAD NR.
1786-01	1722 I



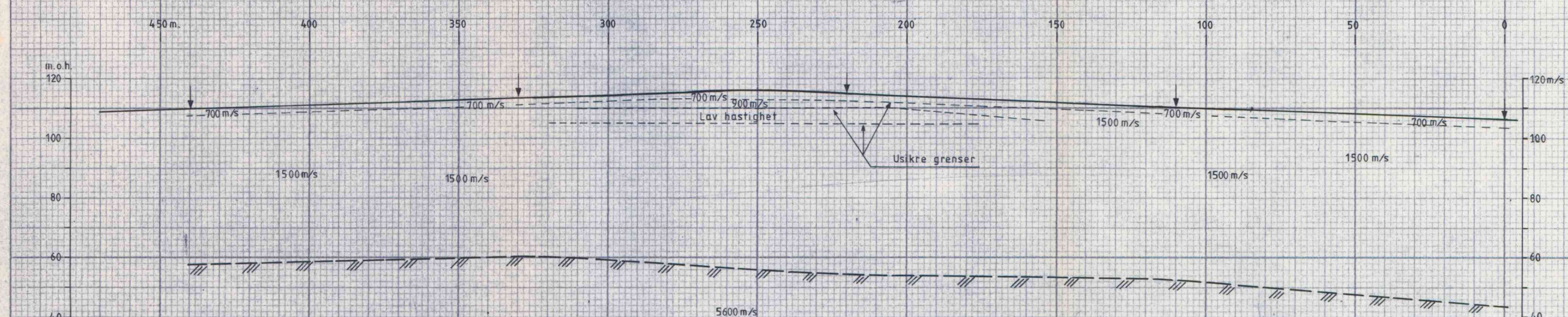
PROFIL III



PROFIL IV



PROFIL V



PROFIL VI



TEGN FORKLARING

- ↓ Terrengoverflate med skuddpunkt
- - - - - Siktgrense
- /// Indikert fjelloverflate
- /// Usikker fjelloverflate

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE SEISMISK GRUNNUNDERSØKELSE LEKSDALSVATNET VERDAL, NORD-TRØNDELAG	MÅLESTOKK	MÅLT A.S. Mei 80
	1:1000	TEGN A.S. Apr. 81
		TRAC R.O.
		KFR 2/2 S
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 1786-02	KARTBLAD (AMS) 1722 I