

NGU rapport 90.031

Seismiske målinger

RINGEBU

Ringebu og Sør-Fron, Oppland

Rapport nr. 90.031		ISSN 0800-3416		Åpen/ <del>Kontrollert</del>	
Tittel: Seismiske målinger Ringebu					
Forfatter: Gustav Hillestad			Oppdragsgiver: NGU		
Fylke: Oppland			Kommune: Ringebu og Sør-Fron		
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Lillehammer			Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1817 IV Fåvang 1818 III Ringebu		
Forekomstens navn og koordinater: Myre grustak 32V 5630 68137			Sidetall: 10		Pris: kr. 90,-
Feltarbeid utført: Juli 1989		Rapportdato: 14.03.1990		Prosjektnr.: 53.2309.17	
				Seksjonssjef: <i>Jens S. Krossen</i>	
Sammendrag:  <p>Det ble utført seismiske refraksjonsmålinger på 3 lokaliteter i området Ringebu-Fåvang. Målsettingen var å påvise nyttbare forekomster av sand og grus. Det ble målt 10 profiler - foreslått av Peer-Richard Neeb - på tilsammen 3300 m. Store mektigheter av sand og grus ble påvist ved Myre grustak.</p> <p>Koordinater Frya : 32V 5560 68258 " Kolstad: 32V 5607 68243</p>					
Emneord		Kvartærgeologi		Grus	
Geofysikk		Løsmasse			
Refraksjonsseismikk		Sand		Fagrapport	

INNHOLD

	Side
OPPGAVE	4
UTFØRELSE	4
RESULTATER	4

TEKSTBILAG

Beskrivelse av seismisk refraksjonsmetode  
Lydhastighet i løsmasser

KARTBILAG

90.031-01	Situasjonsplan	Myre
-02	Grunnprofiler	--"-
-03	-----"-----	--"-
-04	Situasjonsplan	Frya
-05	Grunnprofiler	--"-
-06	Situasjonsplan	Kolstad
-07	Grunnprofiler	---"---

## OPPGAVE

Løsmasseavdelingen ved NGU ønsket å få undersøkt 3 områder nær Ringebru ved hjelp av seismiske refraksjonsmålinger. Det gjaldt å påvise eventuelle forekomster av nyttbar sand og grus. Grustaket på Myre ved Fåvang kan være aktuelt som leverandør av sand og grus i forbindelse med prosjekter for OL på Lillehammer. Profilene ble valgt i samråd med Peer-Richard Neeb på Løsmasseavdelingen.

## UTFØRELSE

Det ble målt 10 profiler på tilsammen 3300 m. Profilene ble målt etter vanlig seismisk refraksjonsmetode, som i hovedtrekkene er beskrevet i vedheftet bilag. Den anvendte apparatur var en 24 kanals ABEM TRIO. På ca. halvparten av den målte strekning var avstanden mellom seismometrene 20 m, mens det på resten ble målt med 10 m og tildels 5 m avstander. Terrenget varierte mellom flate partier og meget steile skråninger. På Frya og Kolstad var det ikke sjenerende grunnstøy, mens virksomheten i Myre grustak skapte problemer. De vanskeligste partiene her ble målt på lørdag og søndag, da det var stille i grustaket. Været var stort sett meget bra i måleperioden. Terrenghøydene er basert på økonomisk kart og endel notater. Assistent var Eirik Muring.

## RESULTATER

På vedheftede tegninger 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 noen ganger være mindre enn de vertikale dyp. Sjiktgrensene må be-

traktes som utglattede, hvor finere detaljer ikke kommer frem. Jeg vil omtale målestedene hver for seg.

### Myre

Seismogrammene ble gode i profil 2 og 5. De var middels gode i profil 1 og 3, mens de var mindre gode i profil 4. På de fleste stedene ble det registrert 2 lag i overdekket.

På den sydlige del av profil 1 (0-230 m) med uberørt skogsterreng ligger hastigheten i toppsjiktet på 350-400 m/s. På partiet fra 230 m til 320 m er det fjernet masser i toppen, og her er hastigheten i det øverste laget 730 m/s. Videre nordover er det registrert 440 m/s og 570 m/s. Tykkelsen av dette øverste laget varierer mellom 2 m og 10 m. I det underliggende laget er hastigheten ganske jevn langs profilet - 1100-1200 m/s. Fjellet ser ut til å ligge forholdsvis flatt omkring kote 190 og med hastighet på ca. 5200 m/s.

I profil 2 er det registrert et topplag med hastighet 370 m/s i vest og 620 m/s i øst, hvor det opprinnelige topplaget er fjernet. Omkring midten av profilet er topplaget meget tynt, og hastigheten er her ikke bestemt. Hastigheten i løsmassen forøvrig er bestemt til 1000-1130 m/s og i fjellet 5150 m/s.

Den nordlige del av profil 3 gikk gjennom et nedlagt grustak. Her ble det registrert et 4-5 m tykt topplag med hastighet 320-530 m/s. Under dette var det et ca. 20 m tykt lag med hastighet 800 m/s. I midtpartiet ser det ut som løsmassen har hastighet 760 m/s fra terrengoverflaten helt ned til fjell. I den sydlige delen av profilet er det målt et topplag med 700 m/s, og under dette et 45-50 m tykt lag med hastighet 1050 m/s. Fjellet har 4500 m/s i nord og 4900 m/s i syd.

I profil 4 var det et ganske tynt topplag oppe på sletta med hastighet 300 m/s. I den bratte bakken ned mot Fåvang stasjon

ble det målt 350-500 m/s i topplaget, som her var opptil 10 m tykt øverst. I det underliggende laget var hastigheten 850-1000 m/s med en maksimal tykkelse av ca. 70 m nær midten av profilet. I fjellet ble det målt 4400 m/s.

Profil 5 ble målt i forlengelse av veien like nord for Fåvang stasjon. Her ble det målt 550-580 m/s i toppen og 1600 m/s under en grense som trolig svarer til grunnvannsspeil. Det ble ikke skutt fjernskudd, og jeg har derfor ikke fått en entydig bestemmelse av fjellhastigheten. Det er kalkulert med 5000 m/s.

Hovedinntrykket av profilene på Myre er at topplaget med hastigheter som varierer mellom 300 m/s og 600 m/s svarer til tørr og forholdsvis løs sand tildels med innblanding av humusholdig materiale. I det mektige laget som ligger under topplaget, varierer hastigheten mellom 800 m/s og 1200 m/s. Verdiene er for lave til at det kan dreie seg om vannmettede masser. Det kunne være rimelig å assosiere dem med silt og leire. Men i det store snittet ovenfor brua over Lågen ser man at det dreier seg om sand og grus. Hastighetene er uvanlig høye for tørr sand og grus, og dette skyldes trolig at massene er særlig godt komprimert. I det nevnte snittet ser man en tydelig grense i lagpakken, med fin sand underst. Denne fine sanden kan muligens gi en betydelig lavere hastighet, som det ikke vil være mulig å detektere fra målinger på toppen. Men det er grunn til å tro at en del av denne massen vil være vannmettet, slik at hastigheten bringes opp i 1500-1600 m/s - som i profil 5. Jeg tror derfor ikke at disse forhold medfører store systematiske feil i de beregnede dyp til fjell.

### Frya

Her ble det målt et profil langs en terrasse samt et kryssende profil fra et grustak over terrassen og ned en lang og meget bratt skråning mot elva Frya. Seismogrammene var ikke helt gode, men ga likevel grunnlag for noenlunde entydige tolkninger. På terras-

sen er det et topplag av ca. 10 m tykkelse, hvor hastigheten er ca. 350 m/s. I skråningen ned mot elva er både tykkelse og hastighet for topplaget dårlig bestemt. Det underliggende løsmasselaget er opp til 50 m tykt med hastigheter som varierer mellom 1520 m/s og 2250 m/s. Her må det ligge morenemasser. Fjellhastigheten er dårlig bestemt, men den ligger trolig på ca. 5000 m/s.

### Kolstad

En terrasse på østsida av elva Våla skulle undersøkes. På en stor del av måleområdet var det foretatt planeringsarbeider, slik at det i en viss utstrekning var påfylte masser nær overflaten. Seismogrammene var stort sett gode, bortsett fra den nordlige del av profil 2, hvor profilene tildels var meget dårlige. Massene var her svært porøse, og skuddene ga derfor dårlig effekt. I topplaget varierte hastigheten mellom 350 m/s og 570 m/s, som trolig svarer til tørr sand og grus. I det underliggende laget er det målt 1700 m/s på den sydligste del av profil 2. Dette kan være morene. Videre nordover i profilet er det målt 1500 m/s, og her er det naturlig å tenke på vannmettet sand og grus. I de korte tverrprofilene er hastigheten i lag nr. 2 dårlig bestemt, og jeg har benyttet verdiene fra det kryssende profil 2. Hastighetene i fjellet varierer sterkt - fra 3500 m/s til 4950 m/s. Dette kan skyldes ulike bergarter eller forskjellig grad av oppsprekking.

Trondheim, 14. mars 1990

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

Geofysisk avdeling



Gustav Hillestad

forsker

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 sekundær-bølger 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  $25^{\circ}$ .

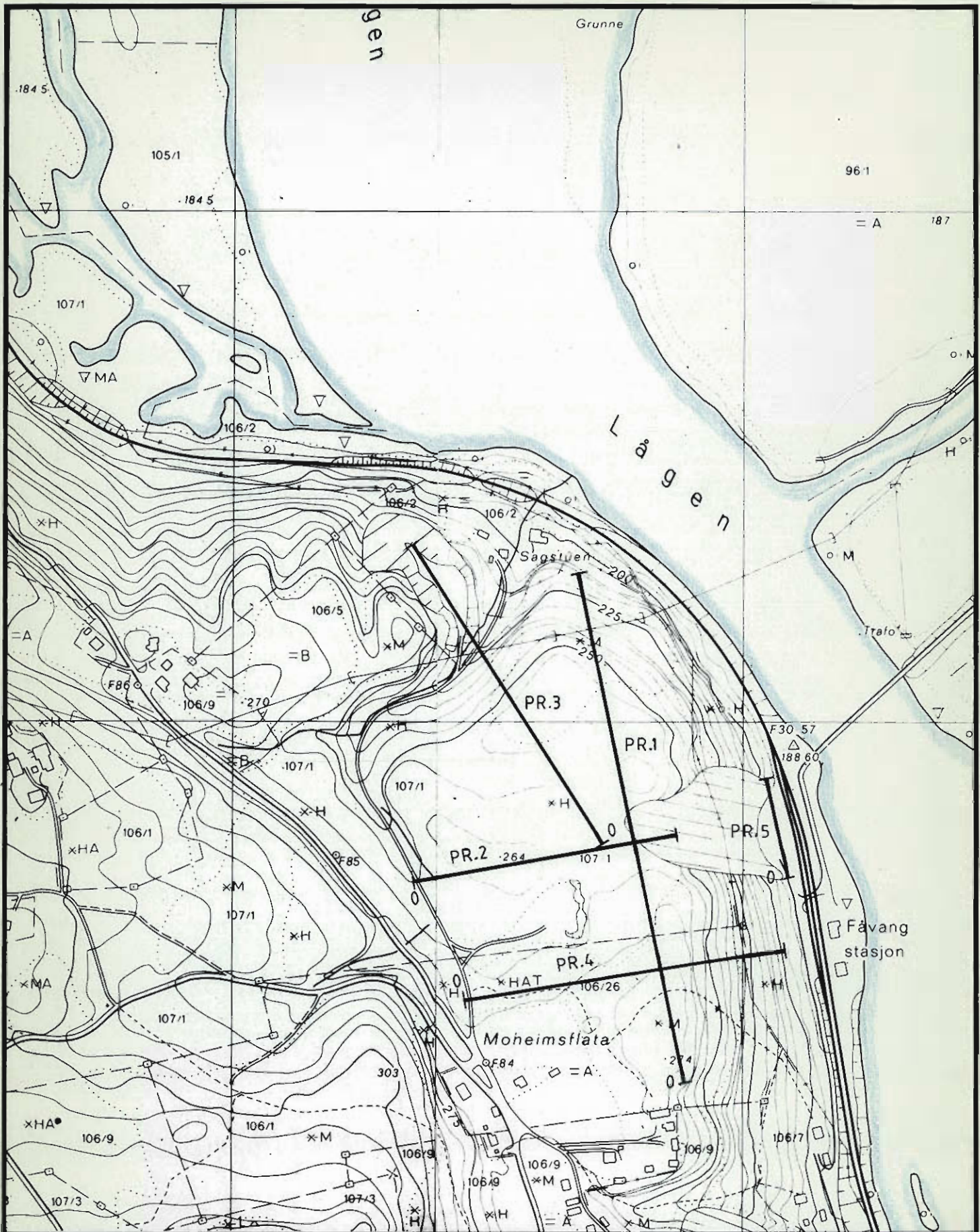
Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeiler seg i de oppregnede diagrammer, fordi de refrakterte bølger fra denne grense når overflaten senere enn fra en dypere grense. Det foreligger da en såkalt "blind sone", og de virkelige dybder kan være vesentlig større enn de beregnede. En annen feilkilde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

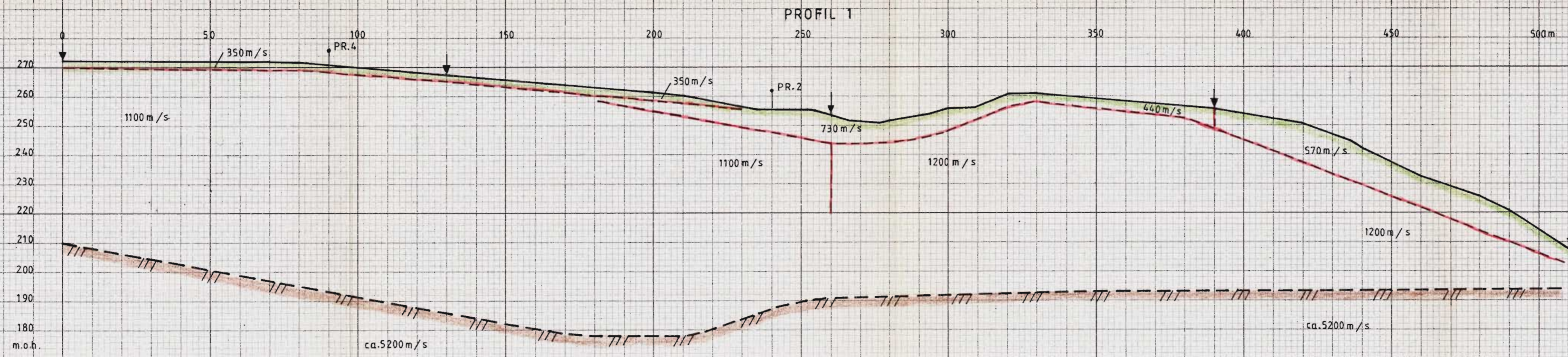
MÅLESTOKK  
 1:5000

MÅLT G.H.	JULI 1989
TEGN G.H.	NOV. 1989
TRAC T.H.	JAN. 1990
KFR. <i>GH.</i>	— " —

NORGES GEOLOGISKE UNØRSØKELSE  
 TRONDHEIM

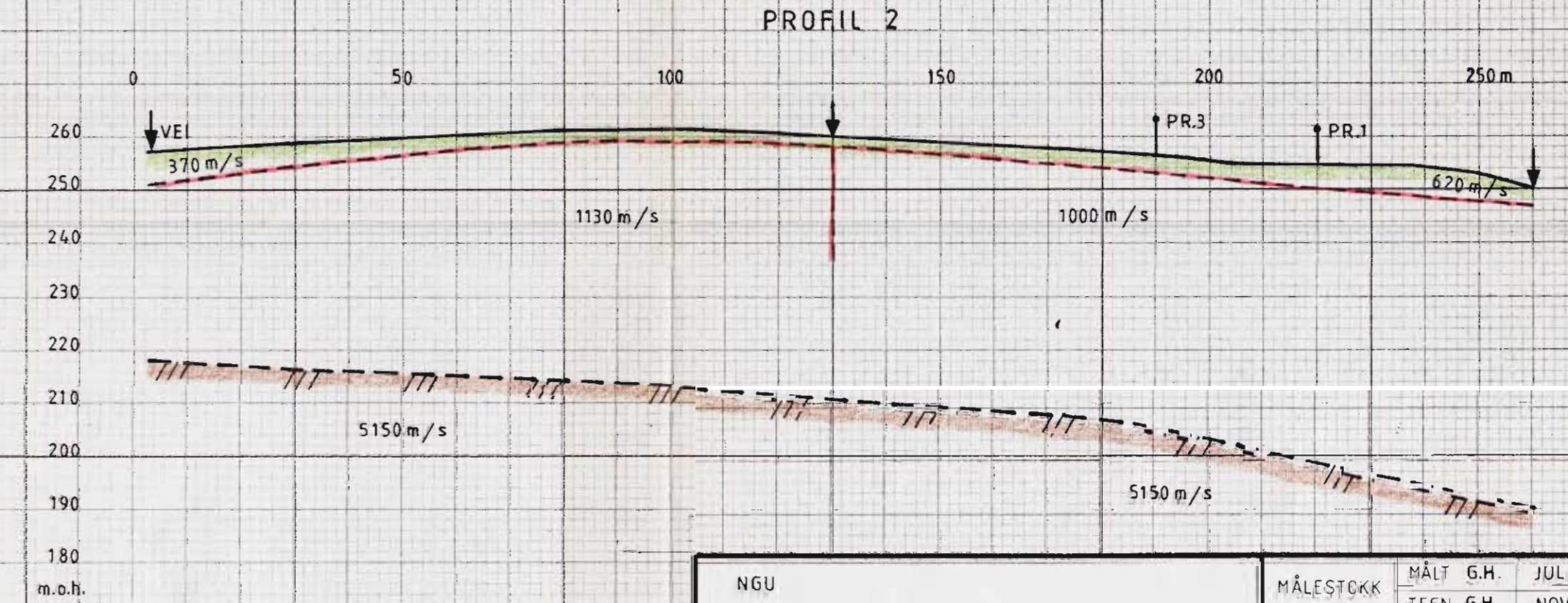
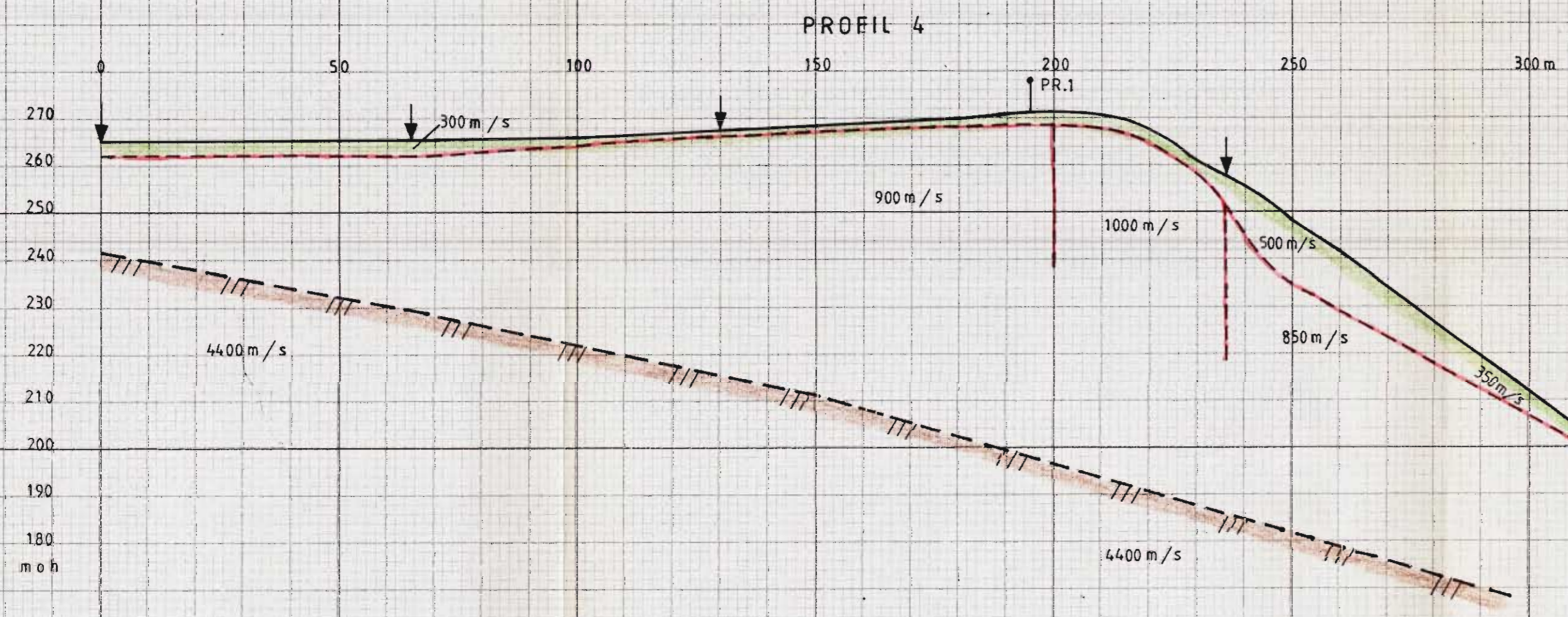
TEGNING NR.  
 90.031-01

KARTBLAD NR.  
 1817 IV



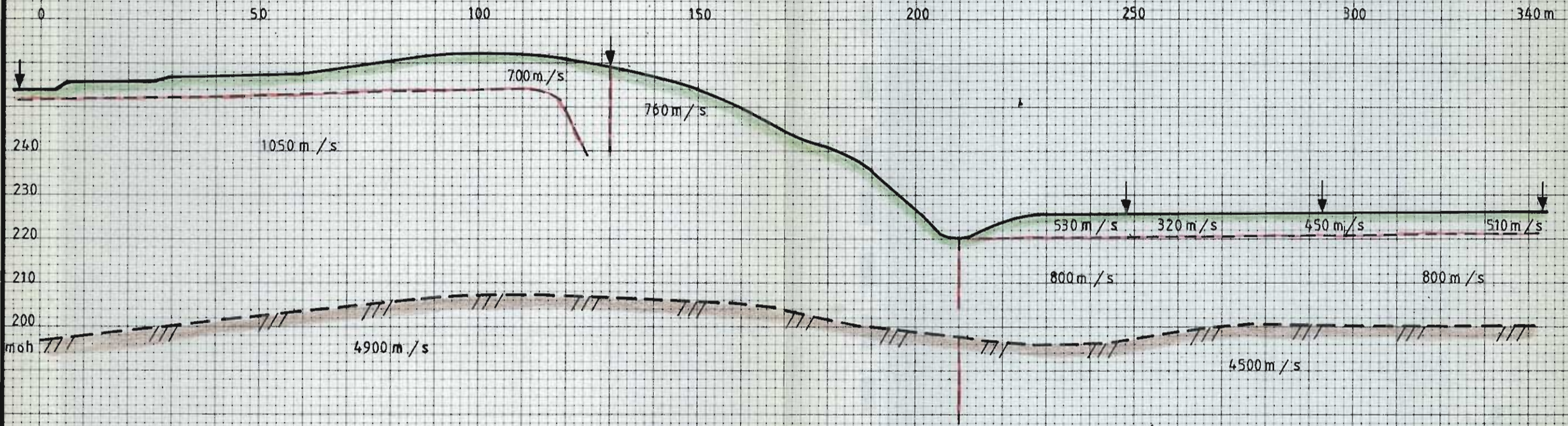
**TEGNFORKLARING**

- TERRENGOVERFLATE MED SKUDDPUNKT
- SJIKTGRENSE I OVERDEKKET
- INDIKERT FJELLOVERFLATE

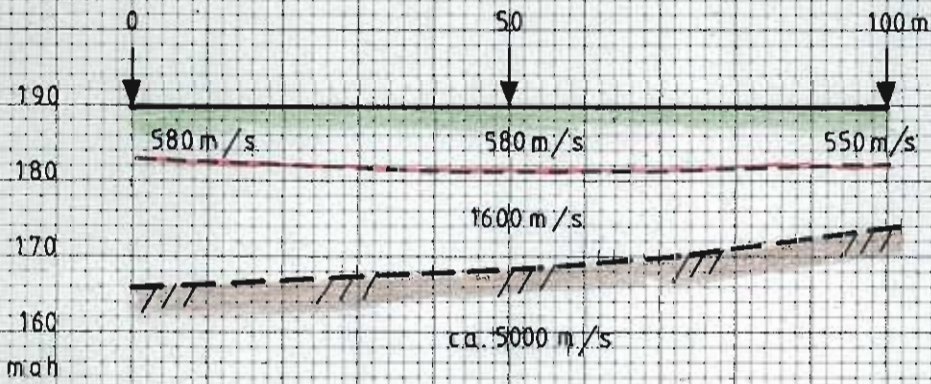


NGU SEISMISKE MÅLINGER <b>MYRE GRUSTAK, RINGEBU</b> GRUNNPROFILER  NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	MÅLESTOKK	MÅLT G.H. JULI 1989
	1:1000	TEGN G.H. NOV. 1989
		TRAC T.H. DES. 1989
		KFR. GH.
	TEGNING NR. 90.031-02	KARTBLAD NR. 1817 IV

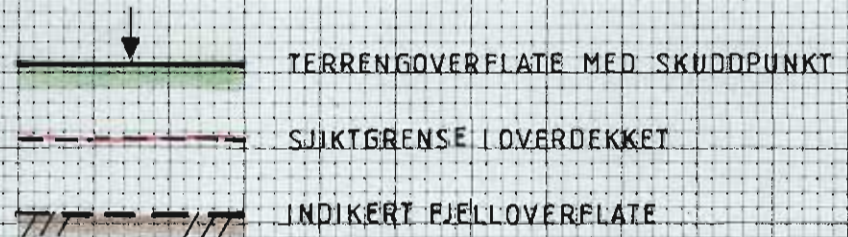
### PROFIL 3



### PROFIL 5



### TEGNFORKLARING



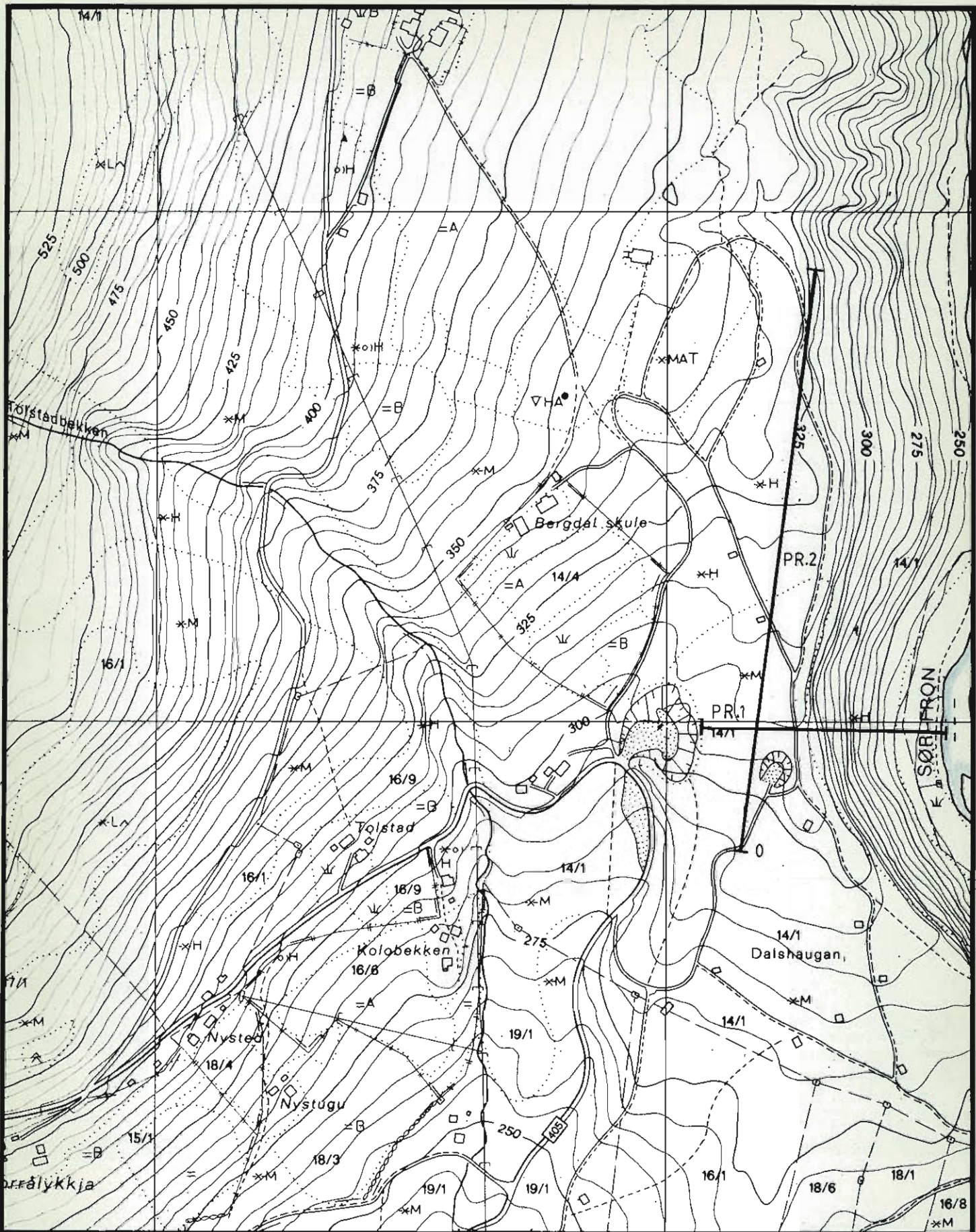
NGU  
SEISMISKE MÅLINGER  
MYRE GRUSTAK, RINGEBU  
GRUNNPROFILER

MÅLESTOKK 1:1000	MÅLT G.H.	JULI 1989
	TEGN G.H.	NOV. 1989
	TRAC T.H.	DES. 1989
	KFR <i>SH.</i>	— " —

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

TEGNING NR.  
90.031-03

KARTBLAD NR.  
1817 IV



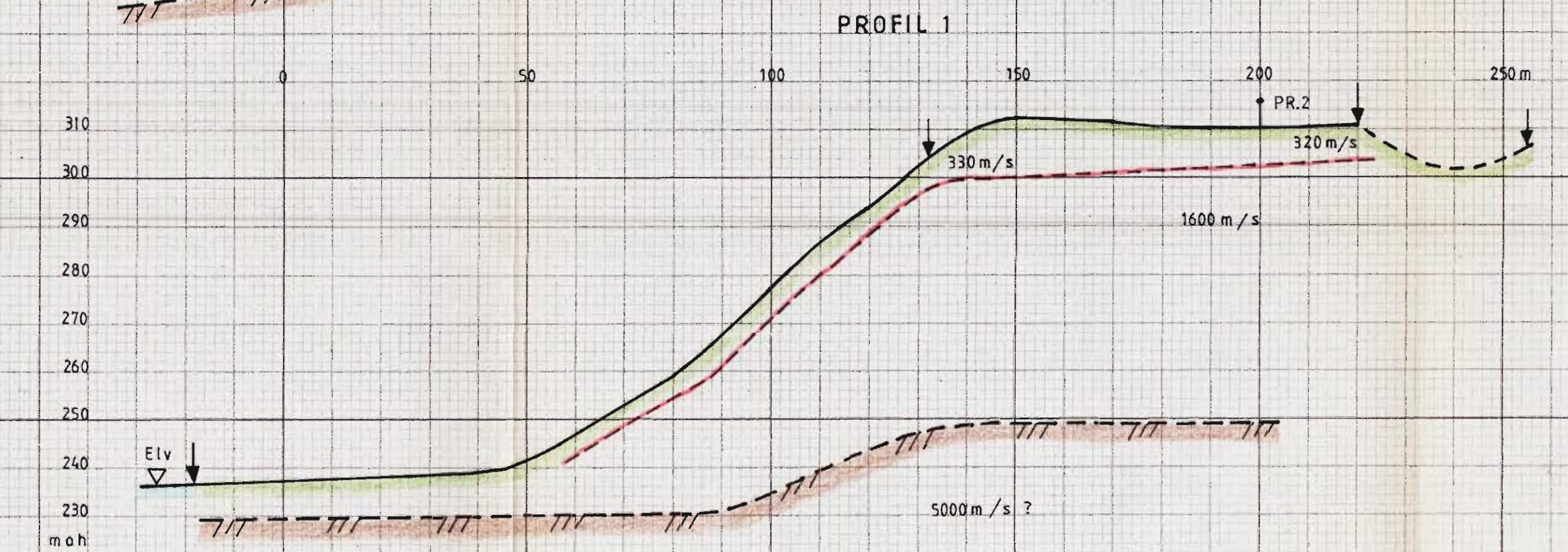
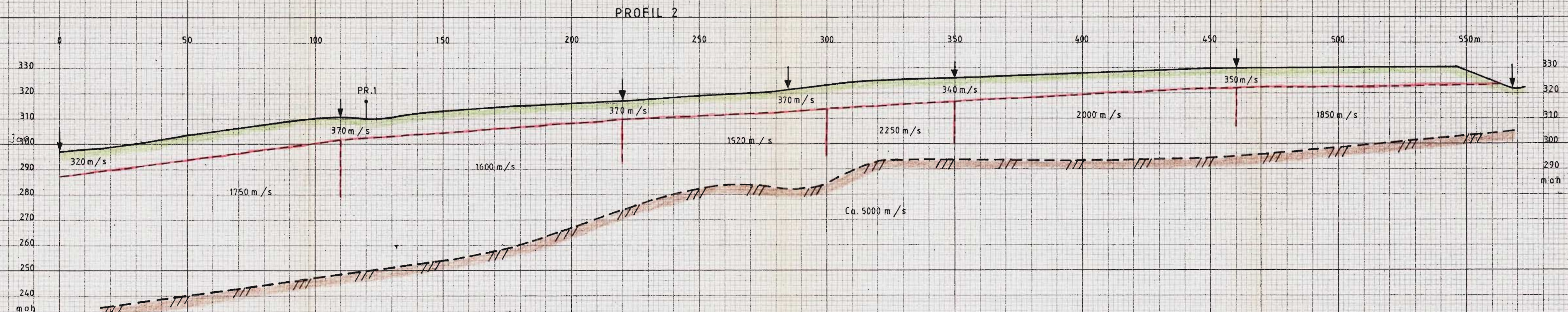
NGU  
SEISMISKE MÅLINGER  
FRYA, RINGEBU  
OVERSIKTSKART

MÅLESTOKK 1:5000	MÅLT G.H.	JULI 1989
	TEGN G.H.	NOV. 1989
	TRAC T.H.	JAN. 1990
	KFR. <i>GH.</i>	— II —

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

TEGNING NR.  
90.031-04

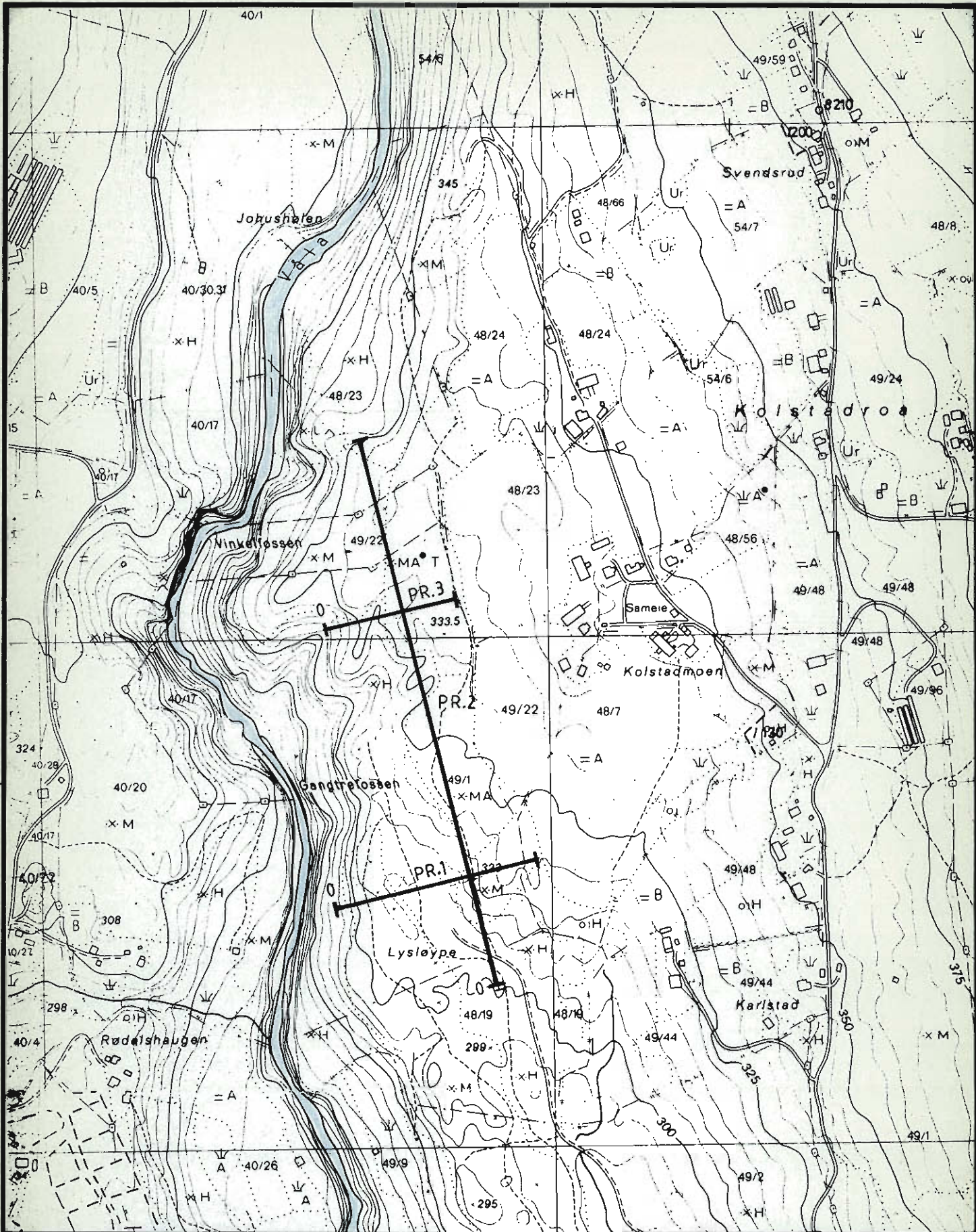
KARTBLAD NR.  
1818 III



**TEGNFORKLARING**

- TERRENGOVERFLATE MED SKUDDPUNKT
- SJIKTGRENSE I OVERDEKKET
- INDIKERT FJELLOVERFLATE

NGU SEISMISKE MÅLINGER FRYA, RINGEBU GRUNNPROFILER	MÅLESTOKK	MÅLT G.H.	JULI 1989
	1:1000	TEGN. G.H.	NOV. 1989
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KFR. <i>SH</i>	KARTBLAD NR.
	90.031-05		1818 III



NGU  
 SEISMISKE MÅLINGER  
 KOLSTAD, RINGEBU  
 OVERSIKTSKART

MÅLESTOKK

1:5000

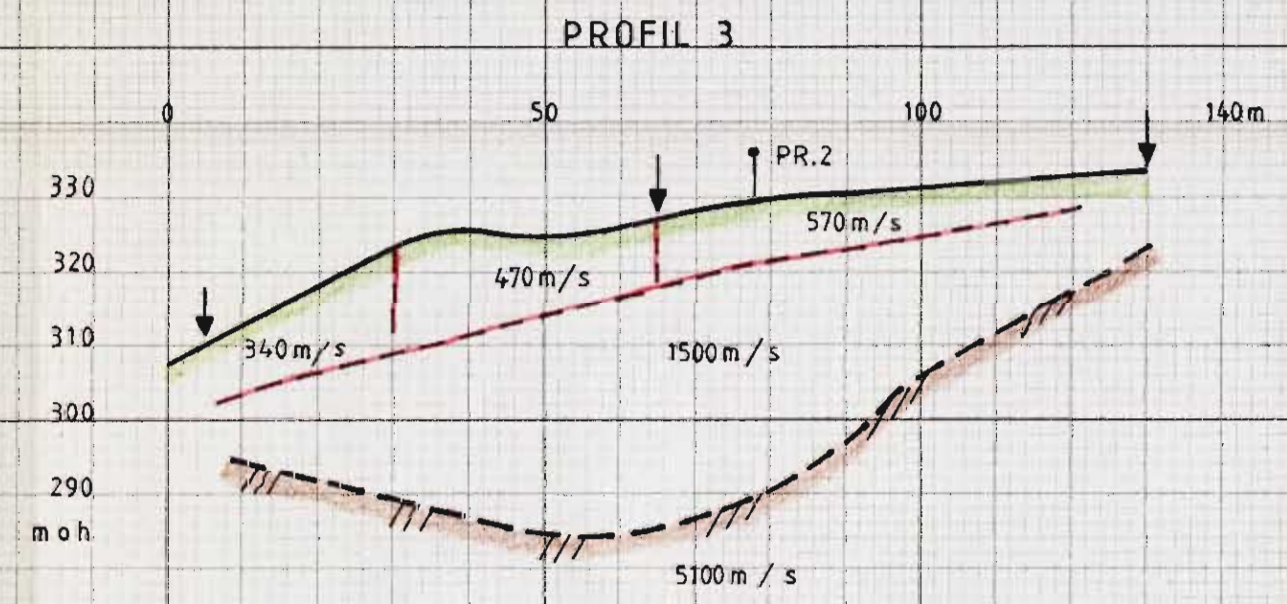
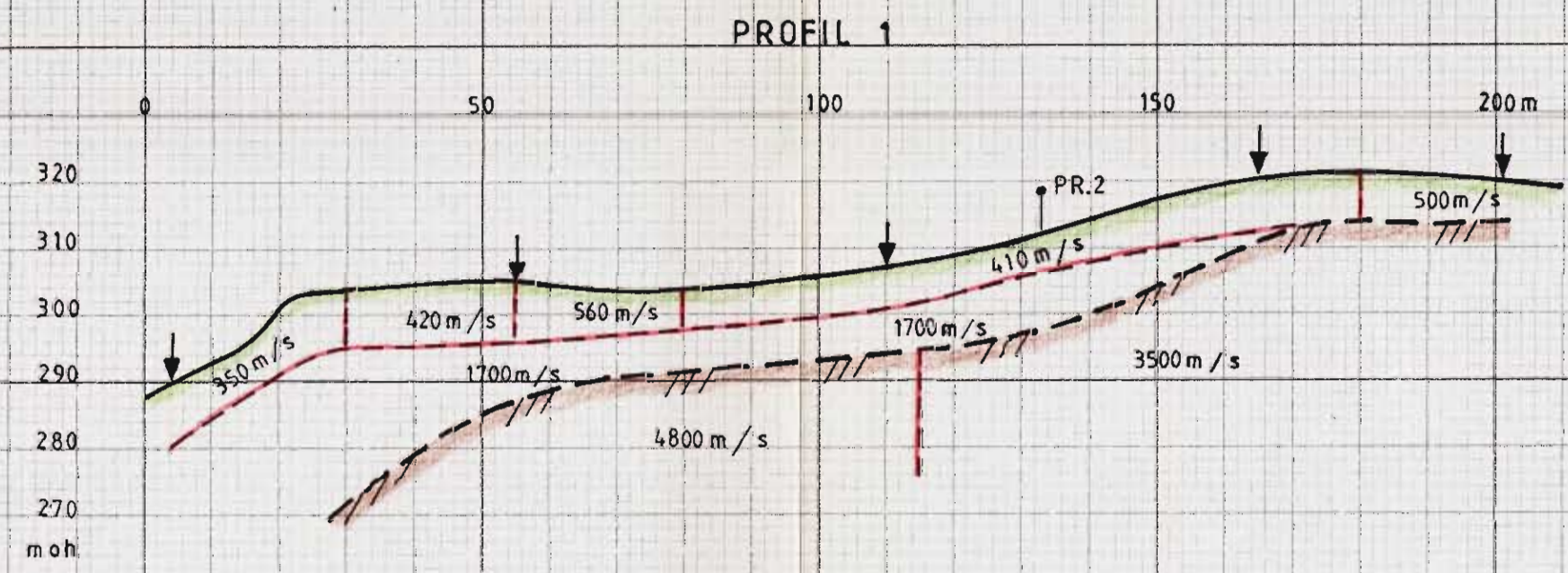
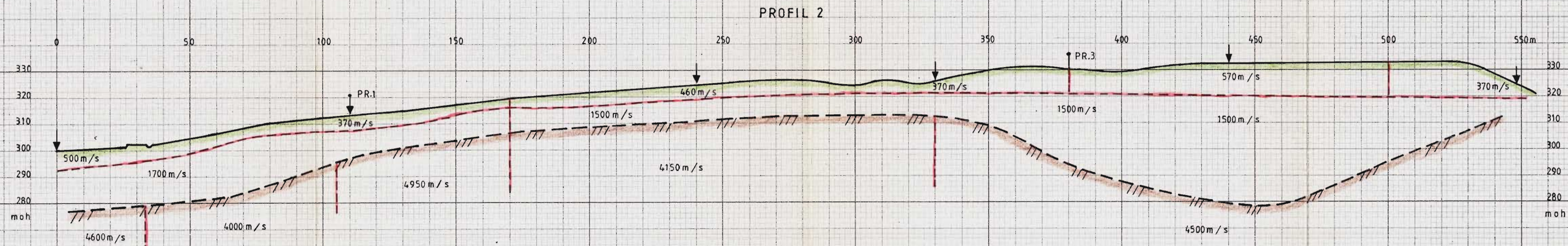
MÅLT G.H.	JULI 1989
TEGN G.H.	NOV. 1989
TRAC T.H.	JAN 1990
KFR. GH	— II —

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 TRONDHEIM

TEGNING NR.  
 90.031-06

KARTBLAD NR.  
 1817 IV





NGU SEISMISKE MÅLINGER <b>KOLSTAD, RINGEBU</b> GRUNNPROFILER	MÅLESTOKK	MÅLT G.H. JULI 1989
	1:1000	TEGN. G.H. NOV. 1989
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD NR.
	90.031-07	1817 IV