

NGU rapport 90.014

Seismiske målinger
Lakselv, Karlebotn, Kokelv
i Finnmark

Rapport nr. 90.014		ISSN 0800-3416		Åpen/ Fortrolig	
Tittel: Seismiske målinger Lakselv, Karlebotn, Kokelv					
Forfatter: Gustav Hillestad			Oppdragsgiver: NGU		
Fylke: Finnmark			Kommune: Porsanger, Nesseby, Kvålsund		
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Honningsvåg, Vadsø			Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 2035 III Lakselv, 2036 III Kokelv, 2335 III Varangerbotn		
Forekomstens navn og koordinater: Lakselv 35W 4212 77702			Sidetall: 10		Pris: kr. 130,-
Feltarbeid utført: Juli 1988			Rapportdato: 15.03.1990		Prosjektnr.: 52.1886.81
Seksjonssjef:					
Sammendrag: Hydrogeologiske problemstillinger skulle søkes belyst ved hjelp av seismiske refraksjonsmålinger i Lakselv, Karlebotn og Kokelv i Finnmark. Det ble målt 7 profiler med samlet lengde 2300 m. På de fleste stedene ble det påvist betydelige løsmassemektheter. Koordinater Karlebotn 35W 5592 77801 -----"----- Kokelv 35W 4128 78362					
Emneord		Hydrogeologi		Grunnvann	
Geofysikk		Kvartærgeologi			
Refraksjonsseismikk		Grus		Fagrapport	

INNHOLD

	Side
OPPGAVE	4
UTFØRELSE	4
RESULTATER	4

TEKSTBILAG

Beskrivelse av seismisk refraksjonsmetode
Lydhastighet i løsmasser

KARTBILAG

90.014-01	Situasjonsplan Lakselv
-02	Grunnprofiler ---"---
-03	Situasjonsplan Karlebotn
-04	Grunnprofil 1 ----"-----
-05	-----"----- 2 ----"-----
-06	Situasjonsplan Kokelv
-07	Grunnprofiler --"---

OPPGAVE

I Kokelv og nær Lakselv skulle det utføres seismiske refraksjonsmålinger som et ledd i leting etter brukbare grunnvannsreservoarer. I Karlebotn var målsettingen mer FoU-rettet. En vannkilde ved foten av en stor haug ga grunnlag for forskjellige spekulasjoner om hvor vannet kom fra. Håpet var at et par seismiske profiler kunne gi opplysninger om hva haugen besto av og derved bedre forståelsen for hvordan transporten av vann forløp frem mot kilden. Profilene var foreslått av Kari Sand ved Løsmasseavdelingen.

UTFØRELSE

Det ble målt 7 profiler på tilsammen 2300 m.

Profilene ble målt etter vanlig seismisk refraksjonsmetode, som i hovedtrekkene er beskrevet i vedheftet bilag. Den anvendte apparatur var en 12 kanals ABEM TRIO. Avstanden mellom seismometrene var hovedsakelig 20 m, men med noen 10 m-avstander nær endeskuddene. Terrenget var svært flatt, bortsett fra Karlebotn, hvor det var høydeforskjeller på ca. 45 m. Terrengoverflatene i profil 2 i Kokelv er tegnet etter skjønn, mens terrenget langs de øvrige profiler er basert på økonomiske kart i M 1:5000. Målingene i Lakselv og Kokelv ble utført under fine værforhold. I Karlebotn derimot hadde vi vind og mye regn. Det var ikke sjenerende grunnstøy i måleområdene. Assistent var Lars Harald Blikra.

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 betraktes som utglattede, hvor de finere detaljer ikke alltid kommer frem. Jeg vil omtale resultatene fra de enkelte målesteder hver for seg.

Laksely

Seismogrammene var gode. I profil 1 ved Holmen bru var det et tynt lag med tørr grus på toppen. Hastigheten er her dårlig definert. Forøvrig så det ut som hastigheten lå på 1550 m/s langs hele profilet ned til fjell, som ligger på 30-50 m dyp. Denne hastigheten gir ingen gode holdepunkter om hva løsmassene består av. Det samme kan sies om profilene 2 og 3, bortsett fra at dypene til fjell her varierte mellom 40 og 60 m. I det tynne topplaget har jeg regnet med hastighet 500 m/s.

Karlebotn

Over en haug ble det målt 2 profiler som gikk noenlunde i nord-syd retning. Seismogrammene ble middels gode. I store trekk så forholdene ut til å være ganske like langs de to profilene. Et tørt topplag av sand og grus har en mektighet av 20-30 m over store partier, og hastigheten varierer her mellom 450 m/s og 800 m/s. Dette henger sammen med varierende sammensetning av løsmassene, men kanskje også i noen grad med varierende fuktighet. Det er antydnet vertikale grenser mellom hastighetssonene, men dette har man egentlig ingen informasjon om. Overgangen mellom hastighetene kan også godt være gradvis, idet verdiene bare blir bestemt i en sone nær skuddpunktene. Omkring midten av profil 2 er det et lag på toppen med forhøyet hastighet som kanskje skyldes en anrikning av litt større steiner. Tykkelsen av dette laget kan ikke

beregnes ut fra foreliggende data, men diagrammene gir en antydning om at tykkelsen sannsynligvis er mindre enn 5 m. Under den tørre grusen er det et løsmasselag med mektighet opp til 50-60 m. Her varierer hastigheten mellom 1500 m/s og 1900 m/s. Verdien 1900 m/s svarer høyst sannsynlig til morene, mens 1700 m/s kan være morene eller leire. Verdien 1500 m/s kan korrespondere med nesten hva som helst under grunnvannsnivå.

I det faste fjellet er det registrert markerte hastighetsforskjeller som kanskje kan henge sammen med en bergartsgrense. På den sydlige del av profilene er hastigheten 5000 m/s, hvilket passer godt med en solid grunnfjellsbergart. På den nordlige delen er hastighetene 3300 m/s og 3700 m/s, og dette harmonerer bedre med sedimentære bergarter.

Kokelv

Seismogrammene var gode. Profil 1 gikk langs strandlinjen, og en skulle derfor kunne regne med at løsmassene var vannmettet. Fra pkt. 0 i vest til ca. pkt. 200 m er løsmassehastigheten målt til 1570 m/s uten at en kan oppdage noen økning nedover mot fjell. Fra pkt. 200 til pkt. 380 ser det ut til å være et topplag med hastighet 1400 m/s i opp til 10 m tykkelse. Dette dreier seg trolig om sand og grus. Under grensen er hastigheten 1750 m/s, og denne verdien er best forenlig med morene eller leire. Målingene gir ikke grunnlag for å angi grensen mellom 1570 m/s-laget og 1750 m/s-laget.

I profil 2 er det indikasjoner på et lavhastighetslag i toppen langs deler av profilet. Hastigheten er ikke definert, men det dreier seg trolig om tørr sand og grus, og jeg har regnet med 600 m/s. Forøvrig er hastigheten på den nedre del av profilet 1570 m/s, hvilket kan svare til morene, leire eller vannmettet sand og grus. På den øvre halvdel er det målt 1800 m/s, som kan svare til morene eller leire.

Usikkerheten i de beregnede dyp til fjell anslås for alle målestedene til $\pm 10\%$.

Trondheim, 15. mars 1990
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 innfallslodden, 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° .

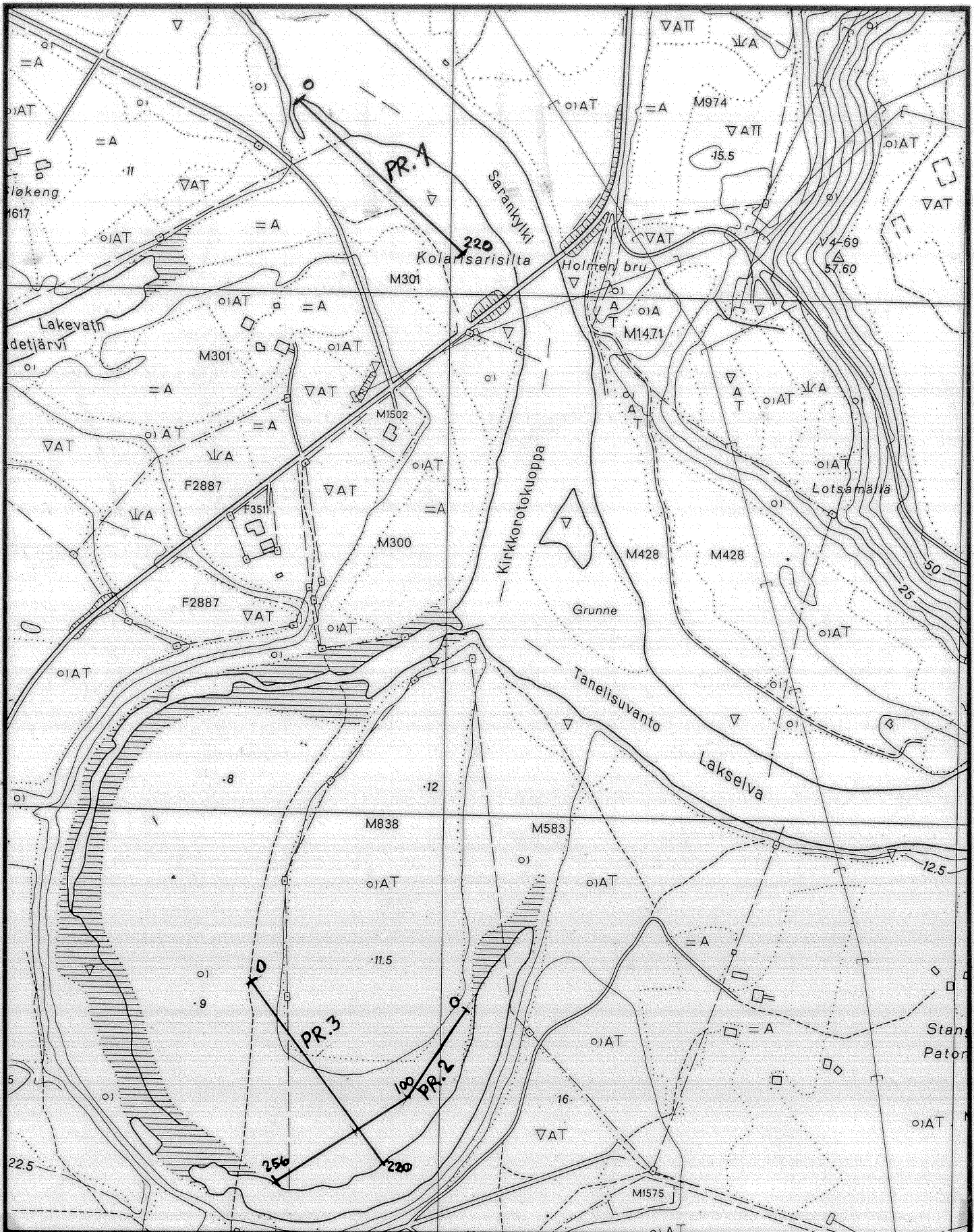
Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeiler seg i de oppregnede diagrammer, fordi de refrakterte bølger fra denne grense når overflaten senere enn fra en dypere grense. Det foreligger da en såkalt "blind sone", og de virkelige dybder kan være vesentlig større enn de beregnede. En annen feilkilde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

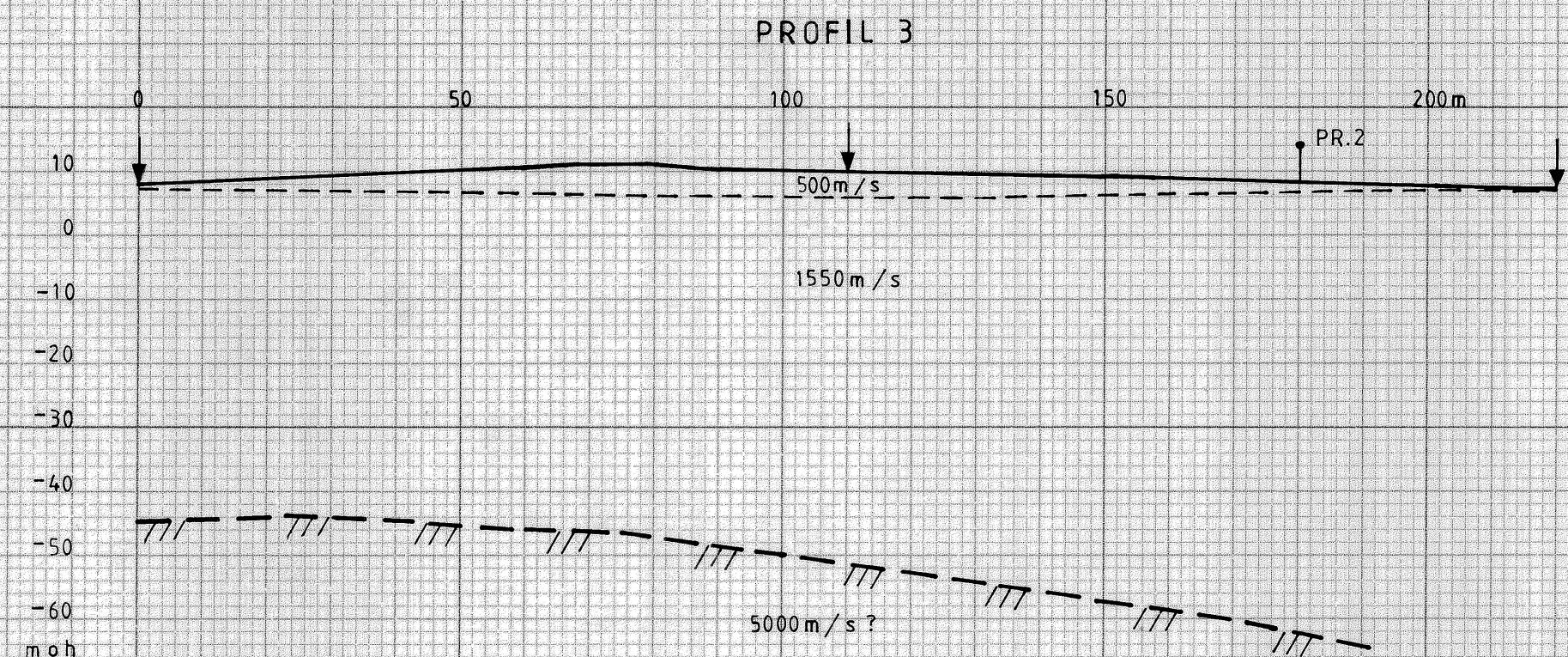
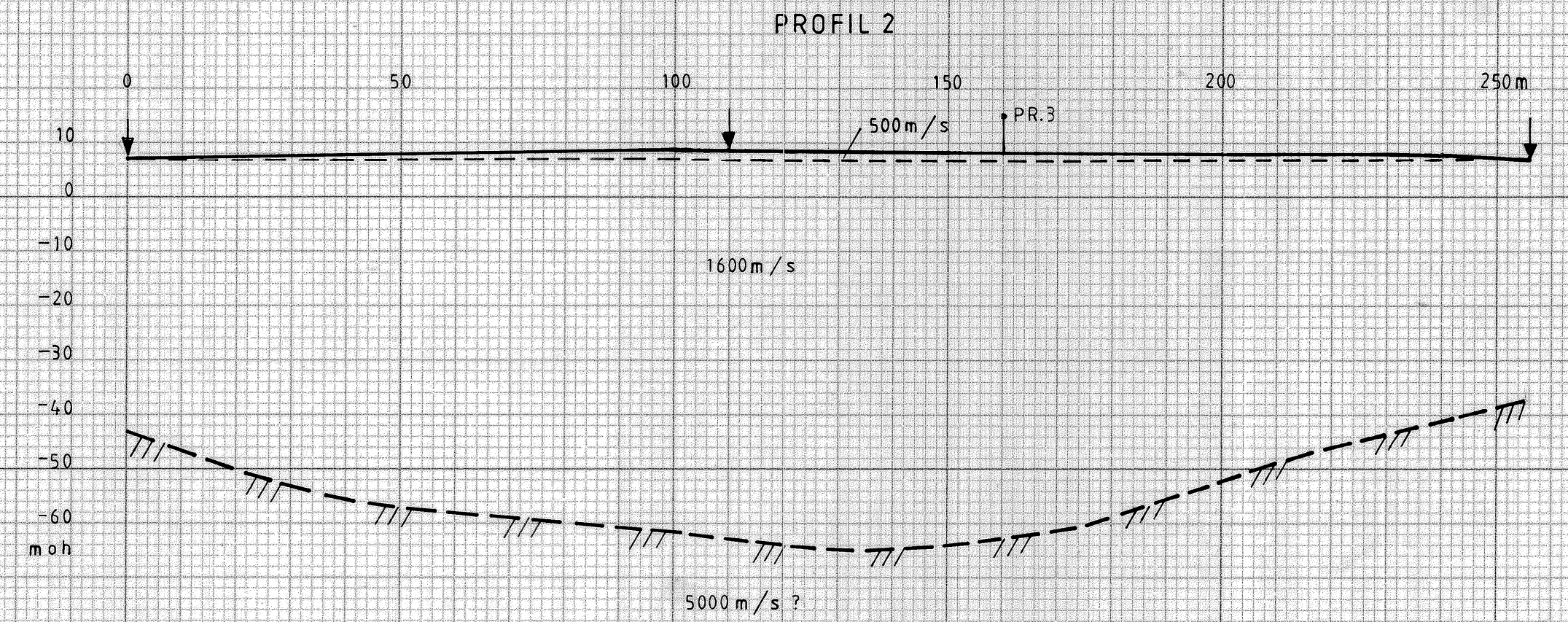
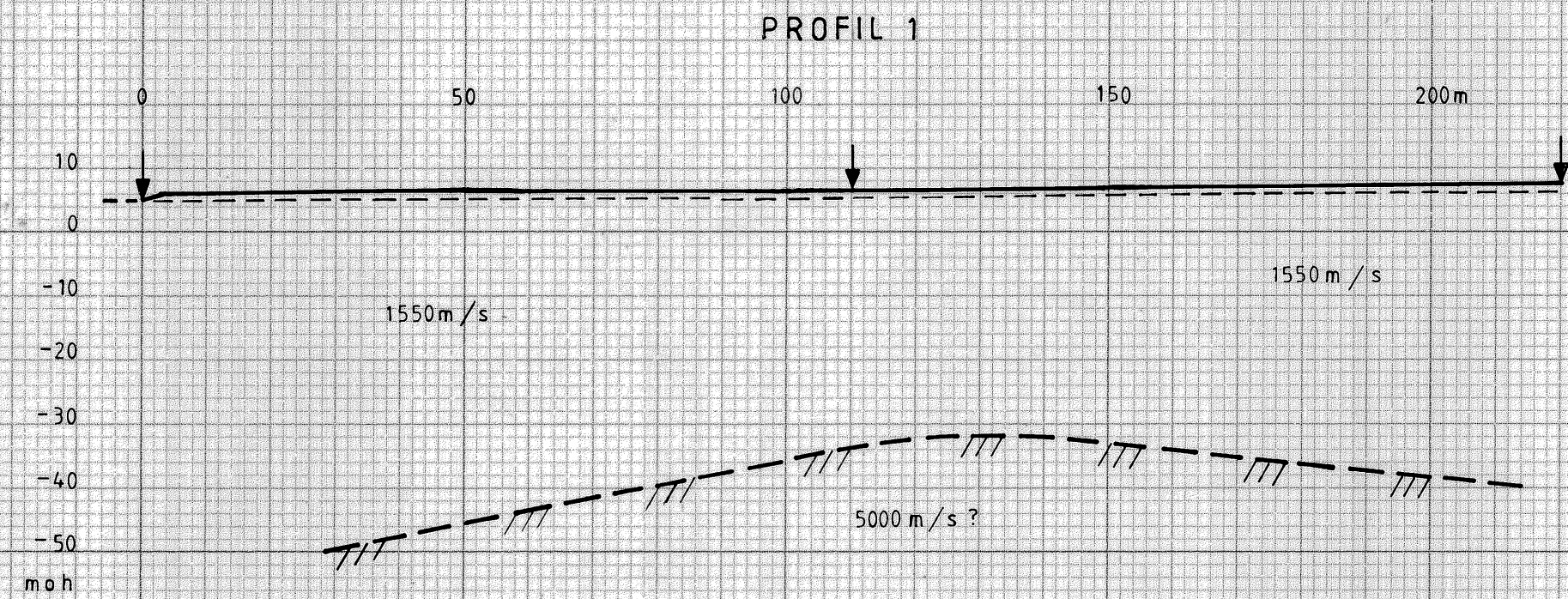
MÅLESTOKK
 1:5000

MÅLT G.H.	JULI 1988
TEGN G.H.	FEB. 1989
TRAC T.H.	FEB. 1990
KFR. <i>GH.</i>	— —

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.
 90.014-01

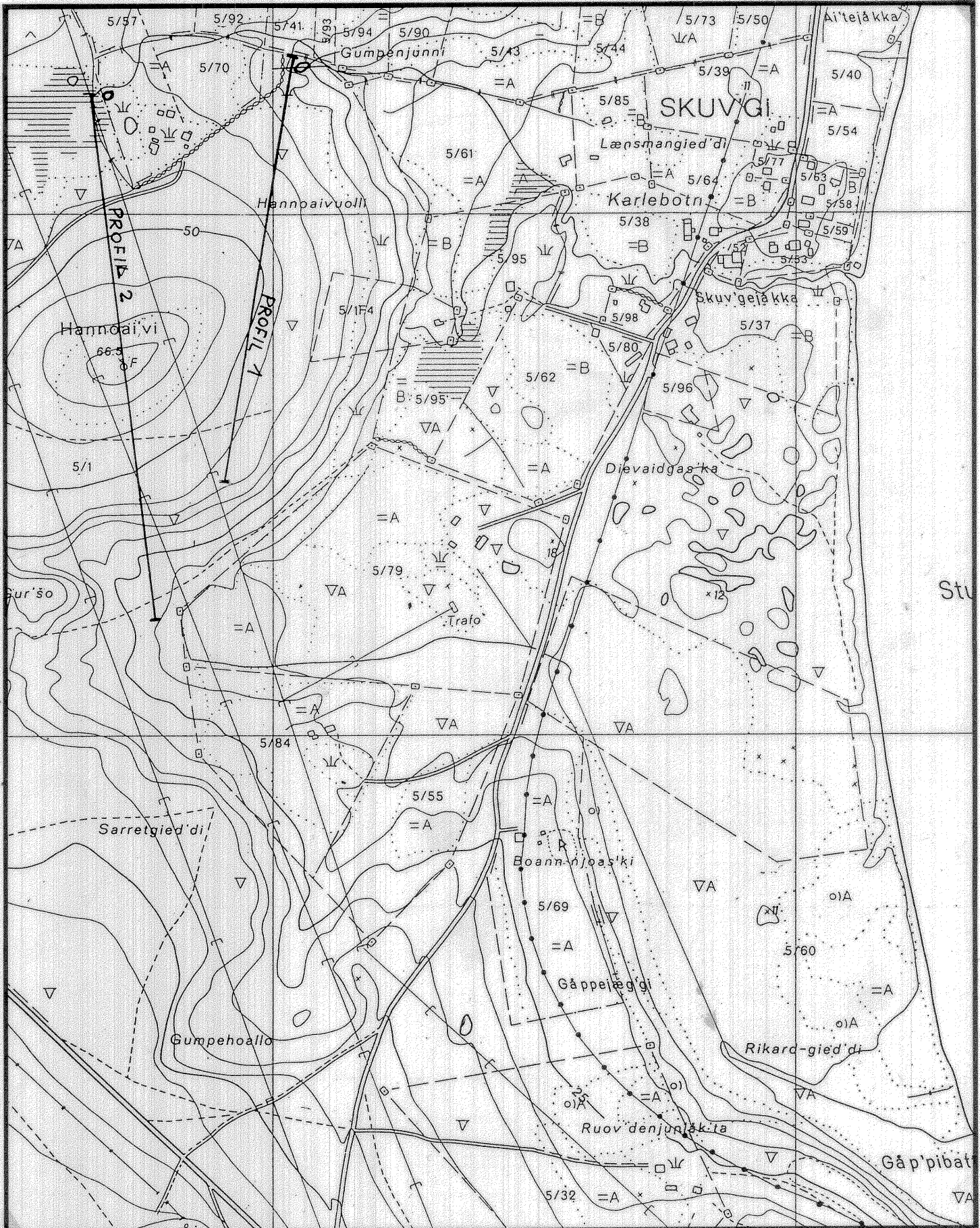
KARTBLAD NR.
 2035 III



TEGNFORKLARING

- TERRENGOVERFLATE MED SKUDDPUNKT
- SJIKTGRENSE
- INDIKERT FJELLOVERFLATE

NGU SEISMISKE MÅLINGER LAKSELV GRUNNPROFILER	MÅLESTOKK	MÅLT G.H.	JULI 1988
	1:1000	TEGN. G.H.	FEB. 1989
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	TRAC. T.H.	FEB 1990
	90.014-02	KFR. GH.	—
	KARTBLAD NR.	2035 III	



NGU
 SEISMISKE MÅLINGER
KARLEBOTN
 OVERSIKTSKART

MÅLESTOKK
1:5000

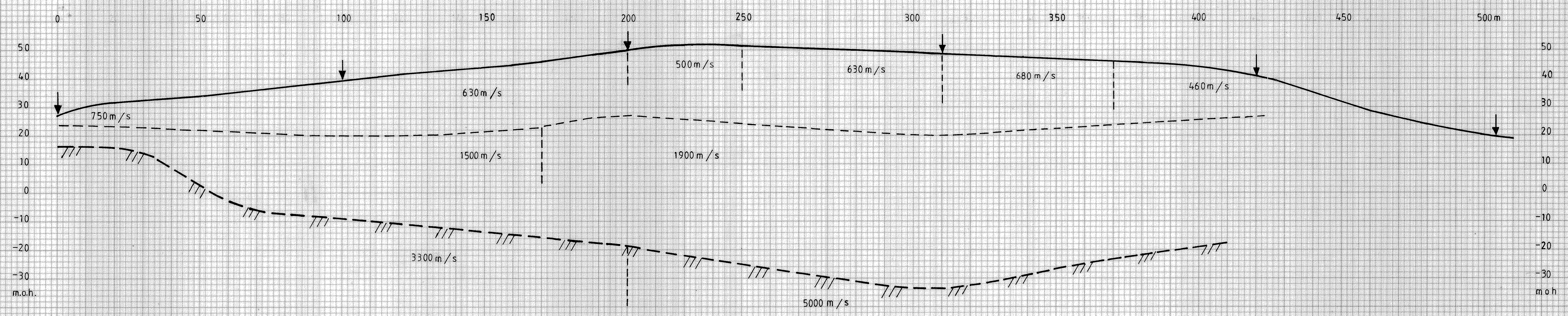
MÅLT G.H.	JULI 1988
TEGN G.H.	FEB. 1989
TRAC T.H.	FEB. 1990
KFR.	GH. — —

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.
90.014-03

KARTBLAD NR.
2335 III

PROFIL 1

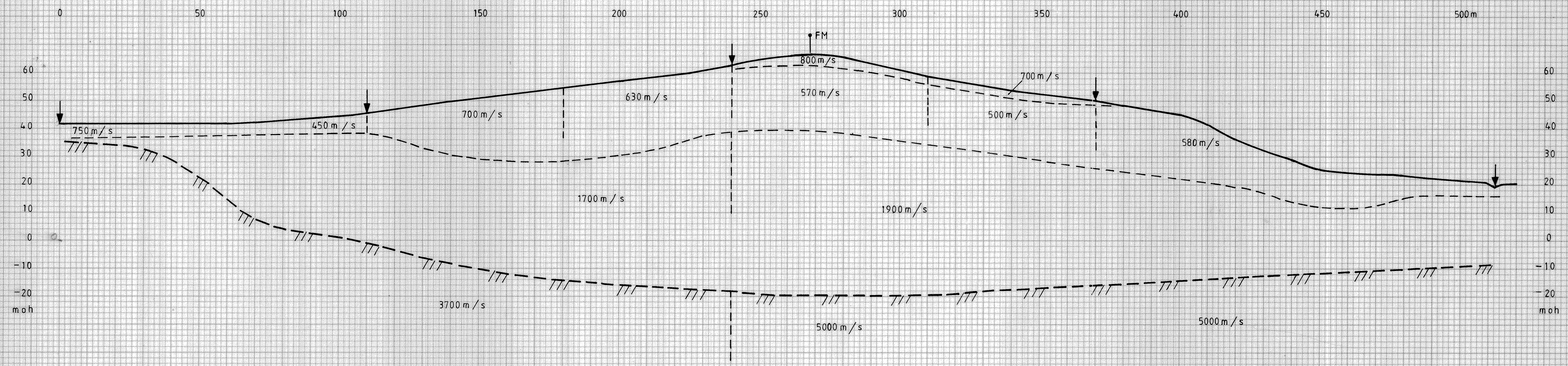


TEGNFORKLARING

- TERRENGOVERFLATE MED SKUDDPUNKT
- SJIKTGRENSE
- INDIKERT FJELLOVERFLATE

NGU SEISMISKE MÅLINGER KARLEBOTN GRUNNPROFIL	MÅLESTOKK	MÅLT G.H.	JULI 1988
	1:1000	TEGN. G.H.	FEB. 1989
		TRAC. T.H.	FEB. 1990
	KFR. <i>GH</i>	— II —	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 90.014-04	KARTBLAD NR. 2335 III	

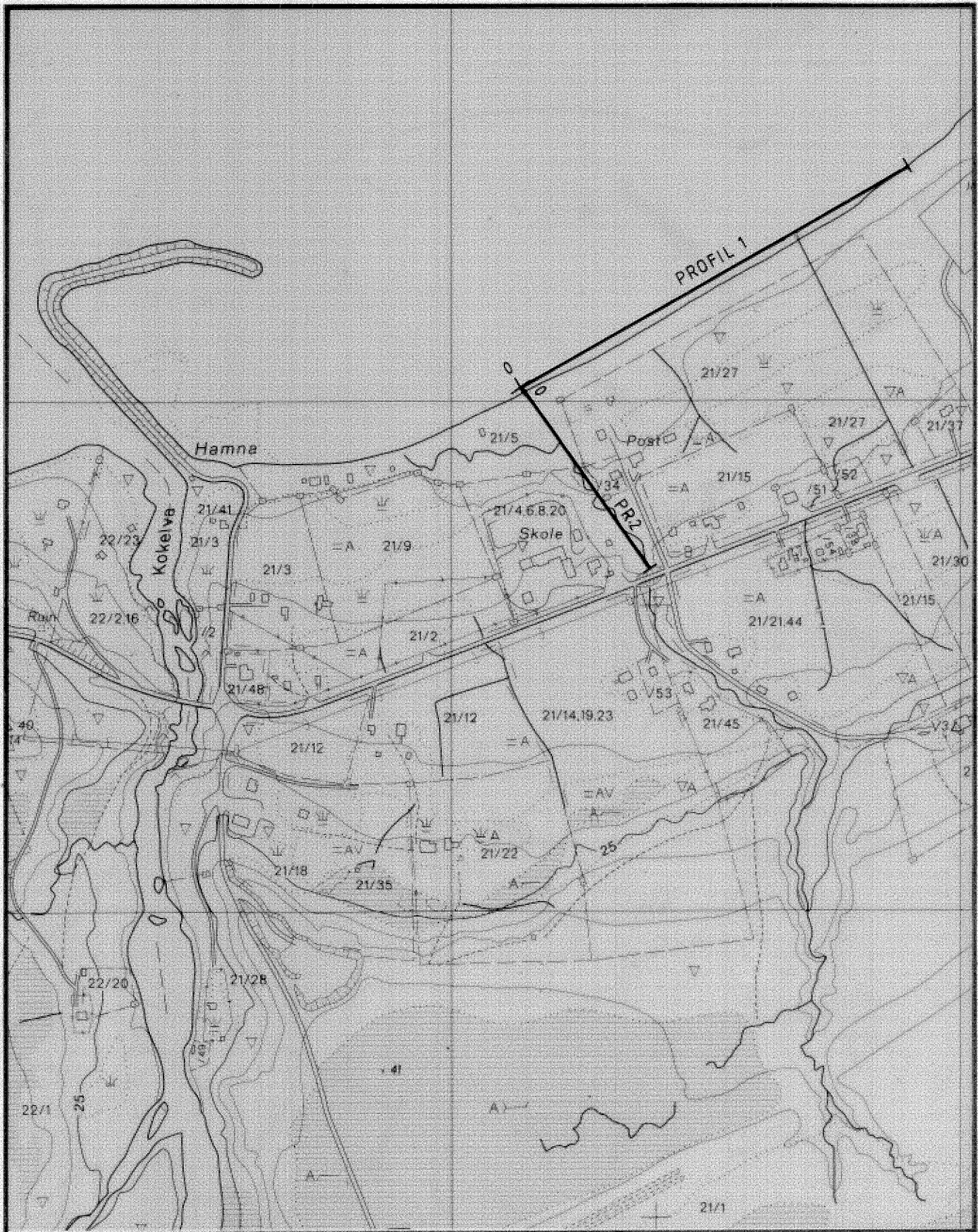
PROFIL 2



TEGNFORKLARING

- ↓ TERRENGOVERFLATE MED SKUDDPUNKT
- - - - - SJIKTGRENSE
- /// - - - - - INDIKERT FJELLOVERFLATE

NGU SEISMISKE MÅLINGER KARLEBOTN GRUNNPROFIL	MÅLESTOKK	MÅLT G.H.	JULI 1988
	1:1000	TEGN. G.H.	FEB. 1989
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	TRAC. T.H.	FEB. 1990
	90.014-05	KFR. <i>GH.</i>	—
	KARTBLAD NR.	2335 III	



NGU
 SEISMISKE MÅLINGER
 KOKELV
 OVERSIKTSKART

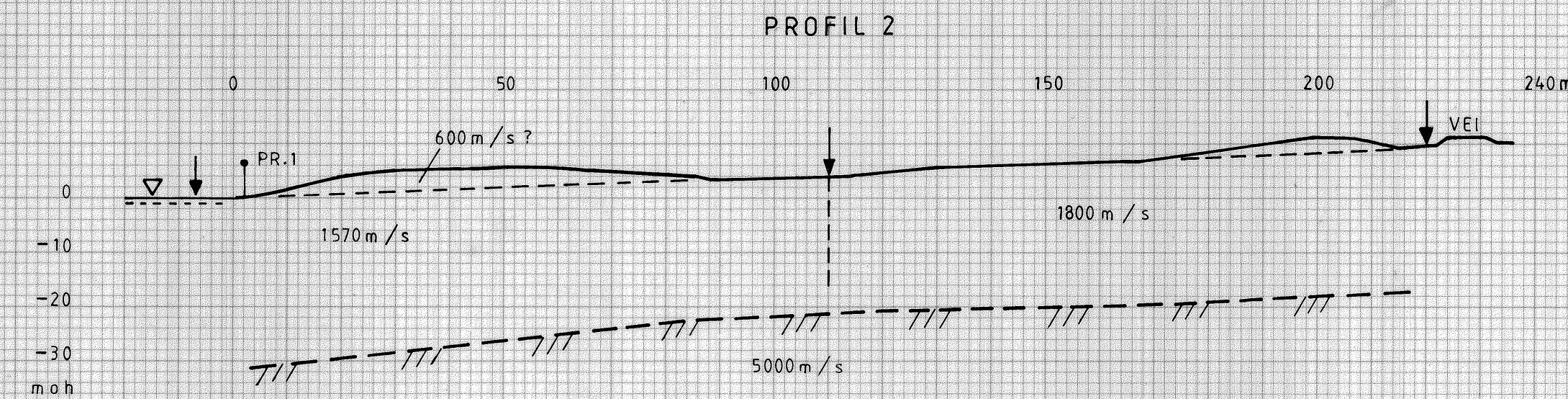
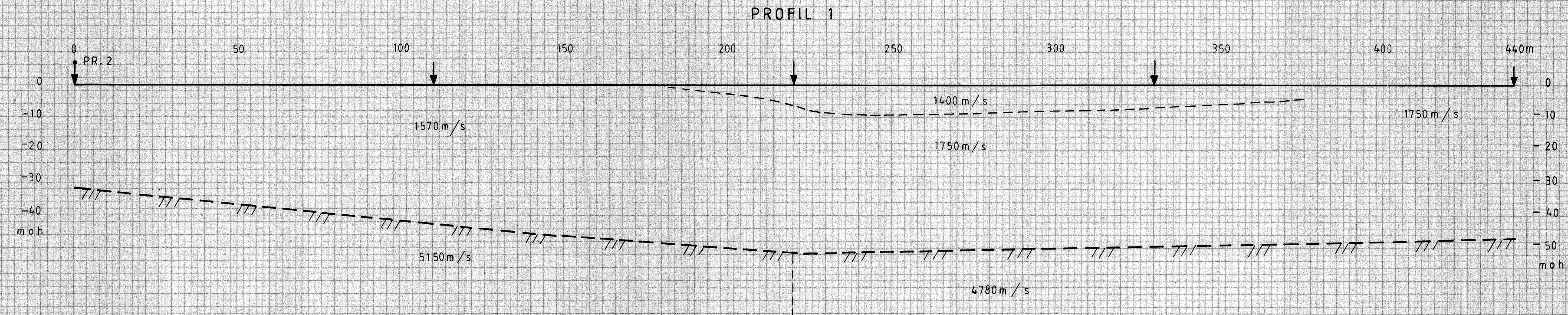
MÅLESTOKK
 1:5000

MÅLT G.H.	JULI 1988
TEGN G.H.	FEB. 1989
TRAC T.H.	FEB 1990
KFR. <i>GH.</i>	— —

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.
 90.014-06

KARTBLAD NR.
 2036 III



TEGNFORKLARING

- TERRENGOVERFLATE MED SKUDDPUNKT
- SJIKTGRENSE
- INDIKERT FJELLOVERFLATE

NGU SEISMISKE MÅLINGER KOKELV GRUNNPROFILER	MÅLESTOKK	MÅLT G.H.	JULI 1988
	1:1000	TEGN. G.H.	FEB. 1989
TRAC. T.H.		FEB. 1990	
KFR. <i>GH.</i>		—	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 90.014-07	KARTBLAD NR. 2036 III	