

Rapport nr. 86.157

Seismiske undersøkelser ved Rogne,
på Rogneholmen og ved vestenden
av Engesetvatnet i Haram kommune,
Møre og Romsdal



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. 86.157	ISSN 0800-3416	Åpen/Forfattet	
Tittel: Seismiske undersøkelser ved Rogne, på Rogneholmen og ved vestenden av Engesetvatnet i Haram kommune, Møre og Romsdal			
Forfatter: Jan Fredrik Tønnesen		Oppdragsgiver: NGU	
Fylke: Møre og Romsdal		Kommune: Haram	
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Ålesund		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1220 III Brattvåg	
Forekomstens navn og koordinater: Rogne 32V 3634 69500 Engesetvatn 32V 3774 69361		Sidetall: 12	Pris: kr. 70,-
Kartbilag: 7			
Feltarbeid utført: 15.-20.08.84	Rapportdato: 07.11.1986	Prosjektnr.: 2197.00	Prosjektleder: J.F. Tønnesen
Sammendrag: De refraksjonsseismiske undersøkelsene er utført i forbindelse med kvartærgeologisk kartlegging innen kartblad 1220 III Brattvåg. En del resultater er tidligere rapportert sammen med tolkninger av refleksjonsseismiske målinger på sjøen (NGU rapport nr. 85.138). Sedimentmektigheten ved Rogne på Skuløy varierer mellom 5 og 20 m i nord og mellom 15 og 20 m i syd på Rogneneset. På Rogneholmen syd for Skuløy er mektigheten 50-60 m. Fjelloverflaten ligger 10-20 m over havnivå i nord på Rogne, 10-20 m under havnivå på Rogneneset og 50-60 m under havnivå under Rogneholmen. Seismiske hastigheter indikerer at det er vesentlig morenemateriale på Rogne, mens det under Rogneholmen hovedsakelig er sand og grus, trolig avsatt av smeltevann nær en isrand. I ryggen foran vestenden av Engesetvatnet varierer sedimentmektigheten i området 25-40 m, mens fjelloverflaten ligger fra 15 til 30 m over havnivå. Seismiske hastigheter indikerer at avsetningen vesentlig består av hardpakket morenemateriale, men med et 1-10 m tykt lag over med løsere sedimenter. Dette er trolig også for det meste morenemateriale, men med noe sand og grus i toppen.			
Emneord	Refraksjonsseismikk		
Geofysikk	Løsmasse		
Seismikk	Mektighet	Fagrapport	

INNHold

	Side
1. INNLEDNING	4
2. UTFØRELSE	4
3. RESULTATER	5
3.1. Rogne og Rogneholmen (Pr. 1-5)	5
3.2. Engesetvatnet (Pr. 6-7)	7
4. REFERANSER	9

TEKSTBILAG

- Bilag 1 Beskrivelse av seismisk refraksjonsmetode
- 2 Seismiske hastigheter i løsmasser

KARTBILAG

- 86.157-01 Oversiktskart Rogne og Rogneholmen (1:50 000)
- 02 Oversiktskart Rogne og Rogneholmen (1:20 000)
- 03 Oversiktskart Engesetvatnet (1:50 000)
- 04 Oversiktskart Engesetvatnet (1:20 000)
- 05 Grunnprofiler Rogne (Pr. 1-3)
- 06 Grunnprofiler Rogneholmen (Pr. 4-5)
- 07 Grunnprofiler Engesetvatnet (Pr. 6-7)

1. INNLEDNING

De refraksjonsseismiske målingene er utført i forbindelse med kvartærgeologisk kartlegging innenfor kartblad 1220 III Brattvåg (M 1:50 000). Kartet utarbeides som et kvartærgeologisk kystsonekart hvor kvartærgeologien både på land og i sjøen vil bli omhandlet.

De refraksjonsseismiske undersøkelsene i denne rapporten er utført på land. Samtidig med disse målingene utførte NGU også refleksjonsseismiske undersøkelser på sjøen fra M/S Sjøskvett tilhørende Norges Sjøkartverk. En del resultater fra begge undersøkelsene er tidligere beskrevet i NGU rapport nr. 85.138.

Refraksjonsseismikken omfatter 7 profiler med samlet lengde vel 2.7 km. Beliggenheten av profil 1-3 ved Rogne og profil 4-5 på Rogneholmen er vist i kartbilagene 86.157-01 og -02. For profil 6 og 7 ved Engesetvatnet er lokaliseringen vist i kartbilagene 86.157-03 og -04.

2. UTFØRELSE

Målingene ble utført etter vanlig seismisk refraksjonsmetode, se bilag 1. Som registreringsinstrument ble benyttet en ABEM TRIO med 12 kanaler. Det ble gjennomgående brukt 200 m og/eller 100 m lange kabelutlegg. For de lange utleggene var avstanden mellom geofonene 20 m, men ble innkortet til 10 m i hver ende av utleggene. Skuddpunkt ble som regel plassert 10 m ut fra hver endegeofon og ett ved midten av utlegget slik at skuddpunktavstanden ble 110 m langs profilene. For de korte utleggene er geofonavstander og skuddpunktavstander innkortet til det halve.

Profil 2, 4 og 5 har kun lange utlegg, mens det er korte utlegg i profil 3. Profil 1 har 2 lange utlegg med et mellomliggende kort. Profil 6 har ett langt og ett kort utlegg, mens profil 7 har ett kort og ett som er innkortet ytterligere til kun 45 m.

Profil 3, 5 og 7 er forlenget ut over utleggslengden ved bruk av fjernskudd i begge ender. Profil 2 og 6 er forlenget med fjernskudd fra sydenden, mens profil 4 er forlenget litt mot nord. Det vil imidlertid være større usikkerhet i beregningene for profilområdene utenfor utleggene. For en del utlegg ble fjernskudd også plassert ved midtskudd og/eller endeskudd i naboutlegg for å få bedre dekning av fjellrefraktoren.

Feltarbeidet ble utført av Jan Fredrik Tønnesen sammen med en NGU-medarbeider, henholdsvis Kristian Bjerkli og Eiliv Larsen.

3. RESULTATER

3.1. Rogne og Rogneholmen (Profil 1-5)

Resultatene av målingene er vist i kartbilag nr. 86.157-05 for Rogne (Profil 1-3) og 86.157-06 for Rogneholmen (Profil 4-5).

Profil 1 som er 550 m langt, går fra foten av fjellskråningen i nord og sydsydøstover. Fjelloverflaten synes i gjennomsnitt å ligge i underkant av 20 m over havnivå, men den har en del ujevnheter. Den når ned til 2-4 m over havnivå i en grop rundt 130 m fra sydenden, mens den når høyest ved nordenden, 90-100 m fra nordenden og midt i profilet. Sedimentmektigheten varierer fra 5 til vel 20 m. Den er størst der fjellet ligger lavest, og minst ved midten og de sydligste 70 m av profilet. Seismisk hastighet i sedimentene på 2000-2100 m/s indikerer godt pakket

materiale, trolig vesentlig bunnmorene. Langs sydlige halvdel av profilet er imidlertid usikkerheten i beregnet hastighet og mektighet noe større enn normalt da morenelaget der er dekket av et ujevnt torvlag med lav, men dårlig bestemt hastighet.

Seismisk hastighet i fjell er for det meste i området 4400-4700 m/s, men lengst nord og ved midten av profilet er hastigheten under 4000 m/s. Den laveste hastighet på ca. 3000 m/s er målt i en 30-40 m bred sone like syd for midten av profilet. Lav fjellhastighet skyldes som regel oppsprukket (dårlig) fjell.

Profil 2 på Rogneneset er 530 m langt med startpunkt vel 800 m sydsydøst for enden av profil 1. Fra 100 m i profilet og fram til enden ytterst på neset skråner fjelloverflaten slakt nedover fra 10 til 20 m under havnivå, mens sedimentmektigheten øker fra 15 til 20 m. Mot nordenden stiger fjelloverflaten til 2-3 m under havnivå og sedimentmektigheten avtar til 8 m.

I det kryssende profil 3 med lengde 300 m er fjelloverflaten ca. 10 m under havnivå ved midten, mens den går ned til 16 m mot nordøst og 19 m mot sydvest. Sedimentmektigheten varierer fra 15 til 20 m.

Et 1-3 m tykt overflatesjikt i profil 2 og 3 har seismisk hastighet i området 500-800 m/s. Materialet er trolig av noe variabel sammensetning, men med lavt vanninnhold. Lengst nord i profil 2 ser underliggende materiale ut til å ha morenehastighet rundt 2000 m/s som i profil 1. Ellers i profil 2 og 3 er hastigheten i området 1700-1800 m/s. Denne kan også representere morenemateriale, men med dårligere pakningsgrad enn materialet nordenfor. Den lavere hastigheten kan også skyldes innslag av breelv-materiale, vesentlig sand og grus, avsatt nær en isrand.

Seismisk hastighet i fjell er i overkant av 5000 m/s langs profil 3 og vel halve sydlige del av profil 2. Nordenfor er det registrert hastigheter på 4300 og 4600 m/s.

På Rogneholmen 1.3 km sydøst for Rogneneset viser profil 4 og 5 at fjelloverflaten ligger rundt 50 m under havnivå og at den trolig går ned mot 60 m lengst syd. Da terrengoverflaten ligger 0-6 m over havnivå langs profilene, blir sedimentmektigheten av størrelse fra 50 til vel 60 m. Langs store deler av profilene er det et 1-4 m tykt overflatesjikt med seismisk hastighet 550-650 m/s. Det regnes vesentlig å være sand og grus over grunnvannsnivå, stedvis med noe torvmateriale øverst. Materialet under har gjennomgående hastighet 1600-1700 m/s, men i profil 4 ser det ut til å være hastigheter på 1400-1600 m/s i et øvre sjikt med anslått mektighet ca. 8 m. Sjiktgrensen er imidlertid ikke med sikkerhet fastlagt langs hele profilet og er ikke påvist i profil 5. Materialet i avsetningen regnes å være vesentlig sand og grus avsatt av smeltevann foran en isrand.

Seismisk hastighet i fjell under Rogneholmen er beregnet å være i området 4000-5000 m/s, men nær midten av profil 4 ser det ut til å opptre en sone med hastighet under 4000 m/s.

3.2. Engesetvatnet (Profil 6-7)

Resultatene av målingene ved vestenden av Engesetvatnet er vist i kartbilag 86.157-07.

Langs det vel 350 m lange profil 6, som følger toppen av ryggen, er fjelloverflaten noe ujevn. Den varierer stort sett mellom 20 og 30 m over havnivå, men når ned til rundt 15 m over havnivå 40-70 m fra nordenden. Sedimentmektigheten er 26-30 m de sydligste 200 m av profilet, mens den er 40-45 m de nordligste 100 m.

Langs det vel 200 m lange profil 7 på tvers av ryggen er fjelloverflaten mellom 20 og 30 m over havnivå og den kommer høyest

opp midt i profilet. Sedimentmektigheten er 25-30 m, økende til rundt 35 m lengst vest.

Seismisk hastighet nede i avsetningen er i området 2000-2300 m/s. Den høye hastigheten indikerer hardpakket morenemateriale. Dette materialet er dekket av et overflatesjikt av varierende mektighet og hastighet. Langs profil 7 er det fra 1 til 3-4 m tykt med hastighet 300-500 m/s. Sjiktet er 2-3 m tykt med hastighet 600 m/s midt i profil 6. Mot nord øker mektigheten til 7-8 m med hastighet 1200 m/s. Mot syd øker mektigheten fra 5 m 130 m fra sydenden til 9-10 m de sydligste 90 m av profilet. I syd er hastigheten 400-500 m/s i de øvre 2-3 m, mens materialet under ser ut til å ha hastighet 1200-1400 m/s. Hastigheter i området 300-700 m/s regnes å være vesentlig tørr sand og grus. Hastigheter på 1200-1400 m/s kan også representere morenemateriale, men det må være løsere pakket og ha lavere vanninnhold enn morenen under. Med den anvendte metode er det ikke mulig å avgjøre om det kan ligge bedre sortert materiale med lavere hastighet under den harde morenen. De beregnede sedimentmektigheter vil i tilfelle være noe for store.

Det gjøres oppmerksom på at terreng høyden langs profilene ikke er oppmålt. Terreng høyden er tegnet ut fra kartgrunnet og visuell observasjon i felt. Feil i terrengoverflaten vil medføre tilsvarende høydenivåfeil for sjiktgrenser og fjelloverflate.

Trondheim, 7. november 1986
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
Geofysisk avdeling

Jan Fredrik Tønnesen
Jan Fredrik Tønnesen
forsker

REFERANSER

Larsen, E., Tønnesen, J.F. & Olsen, H.A.: Seismiske undersøkelser innen kartblad Brattvåg, 1220 III. NGU rapport 85.138.

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° .

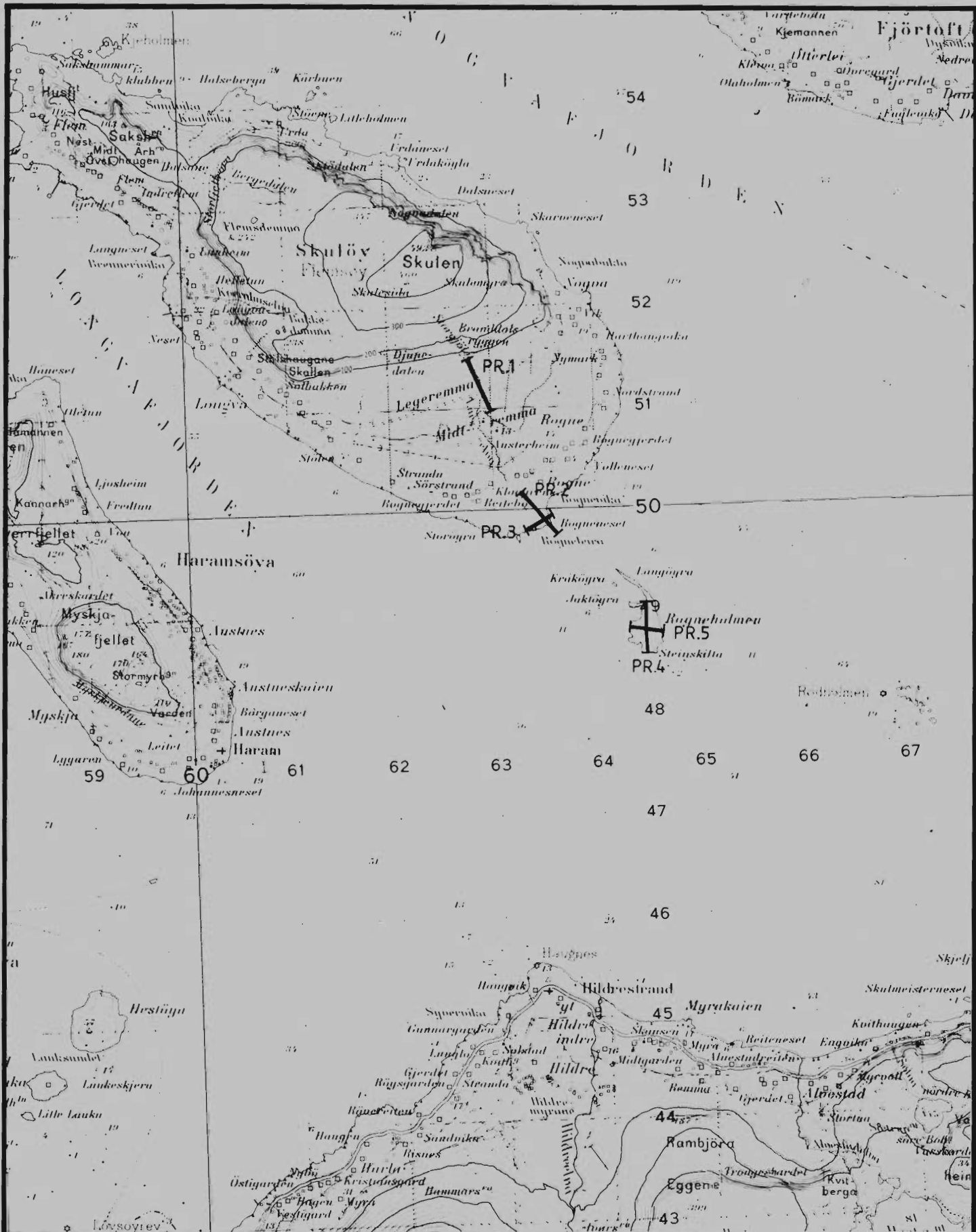
Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeiler seg i de opp-tegnete diagrammer, fordi de refrakterte bølger fra denne grense når overflaten senere enn fra en dypere grense. Det foreligger da en såkalt "blind sone", og de virkelige dybder kan være vesentlig større enn de beregnede. En annen feilkilde 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 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
 OVERSIKTSKART
 ROGNE OG ROGNEHOLMEN, HARAM, MØRE OG ROMSDAL

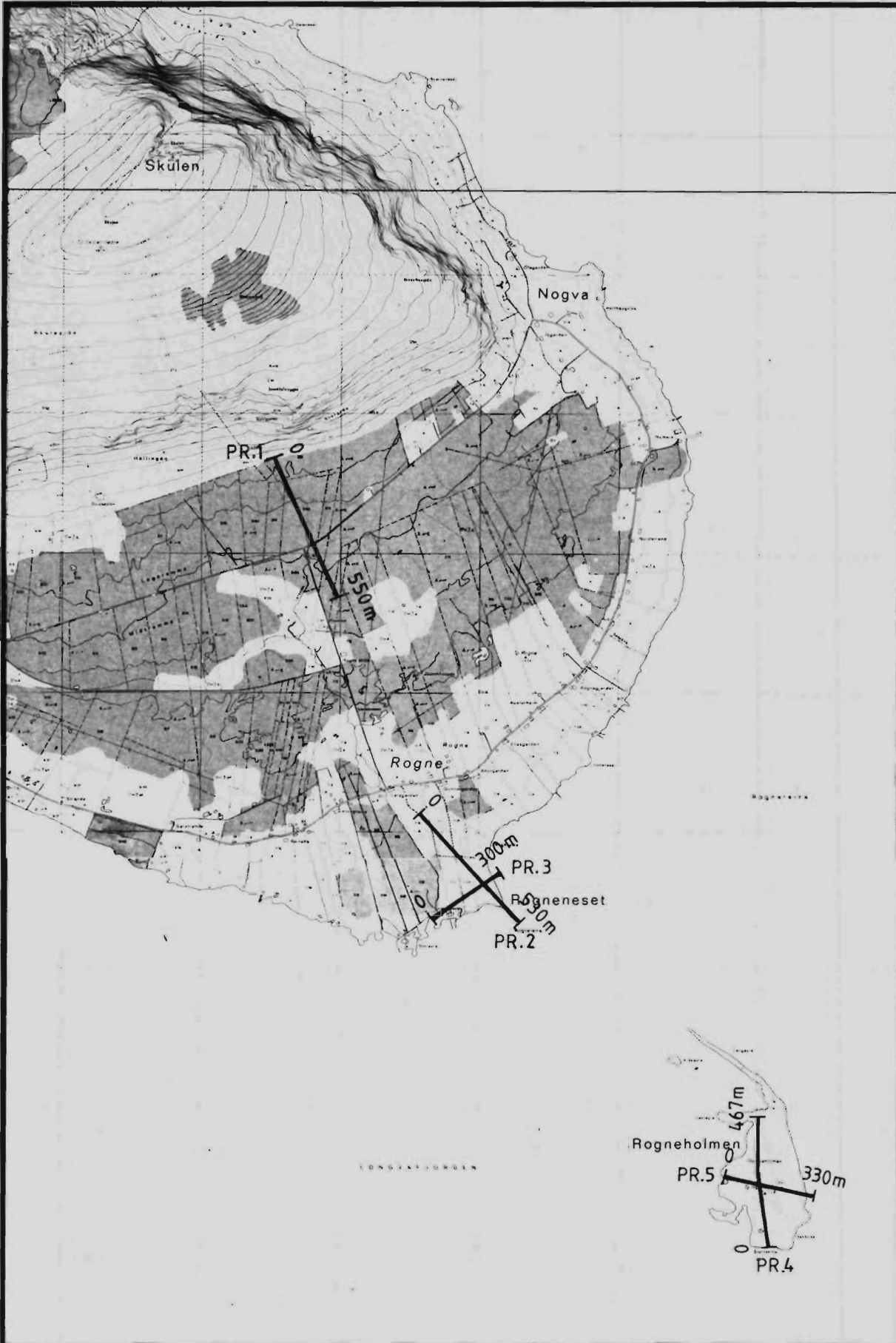
MÅLESTOKK
 1:50000

MÅLT J.F.T.	AUG. 1984
TEGN J.F.T.	MAI 1985
TRAC T.H.	SEPT. 1986
KFR.	— II —

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.
 86.157-01

KARTBLAD NR.
 1220 III

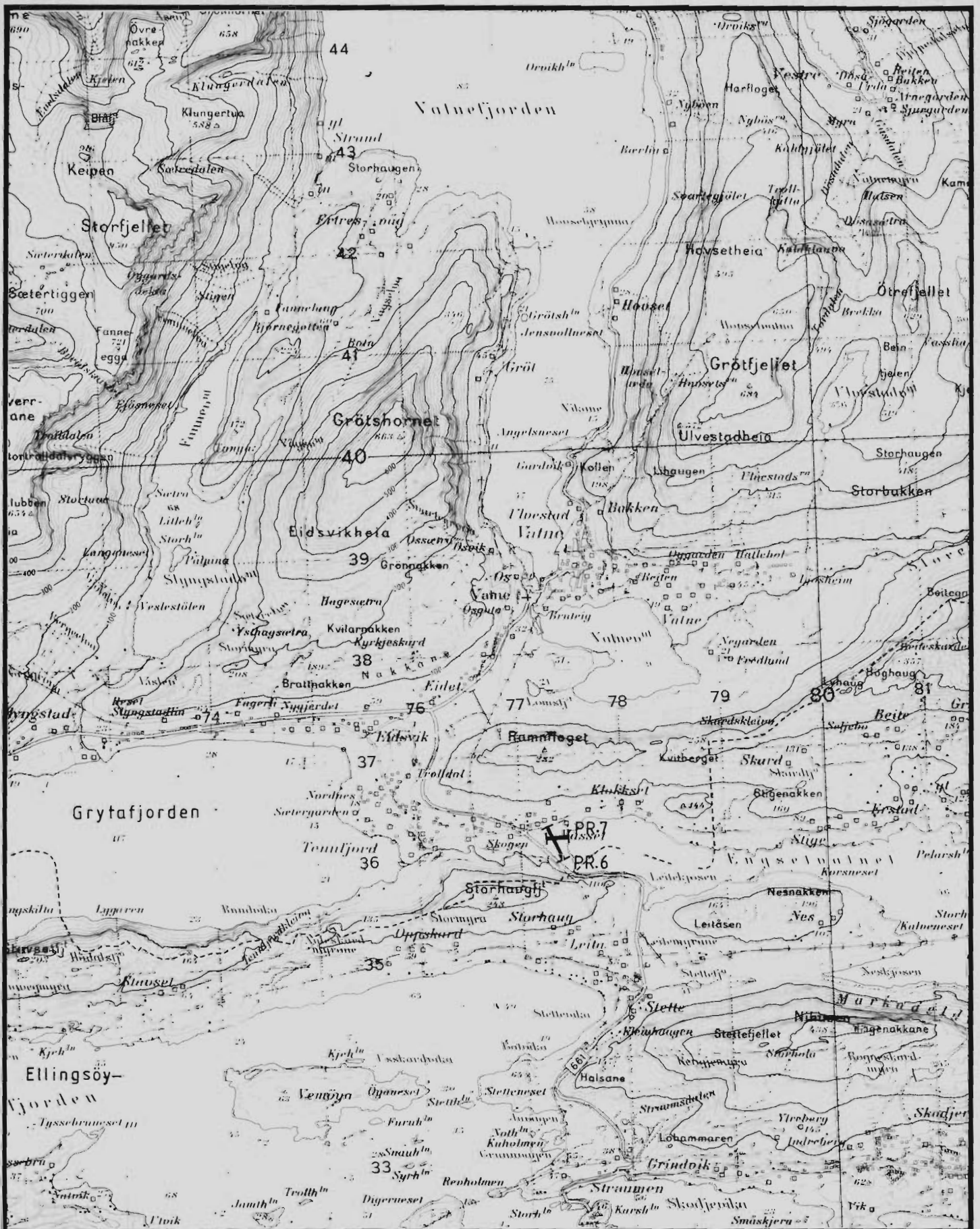


NGU
 SEISMISKE MÅLINGER
 OVERSIKTSKART
 ROGNE OG ROGNEHOLMEN, HARAM, MØRE OG ROMSDAL

MÅLESTOKK 1:20000	MÅLT J.F.T.	AUG. 1984
	TEGN J.F.T.	MAI 1985
	TRAC T.H.	SEPT. 1986
	KFR.	— II —

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR. 86.157-02	KARTBLAD NR. 1220 III
--------------------------	--------------------------



NGU
 SEISMISKE MÅLINGER
 OVERSIKTSKART
 ENGESETVATNET, HARAM, MØRE OG ROMSDAL

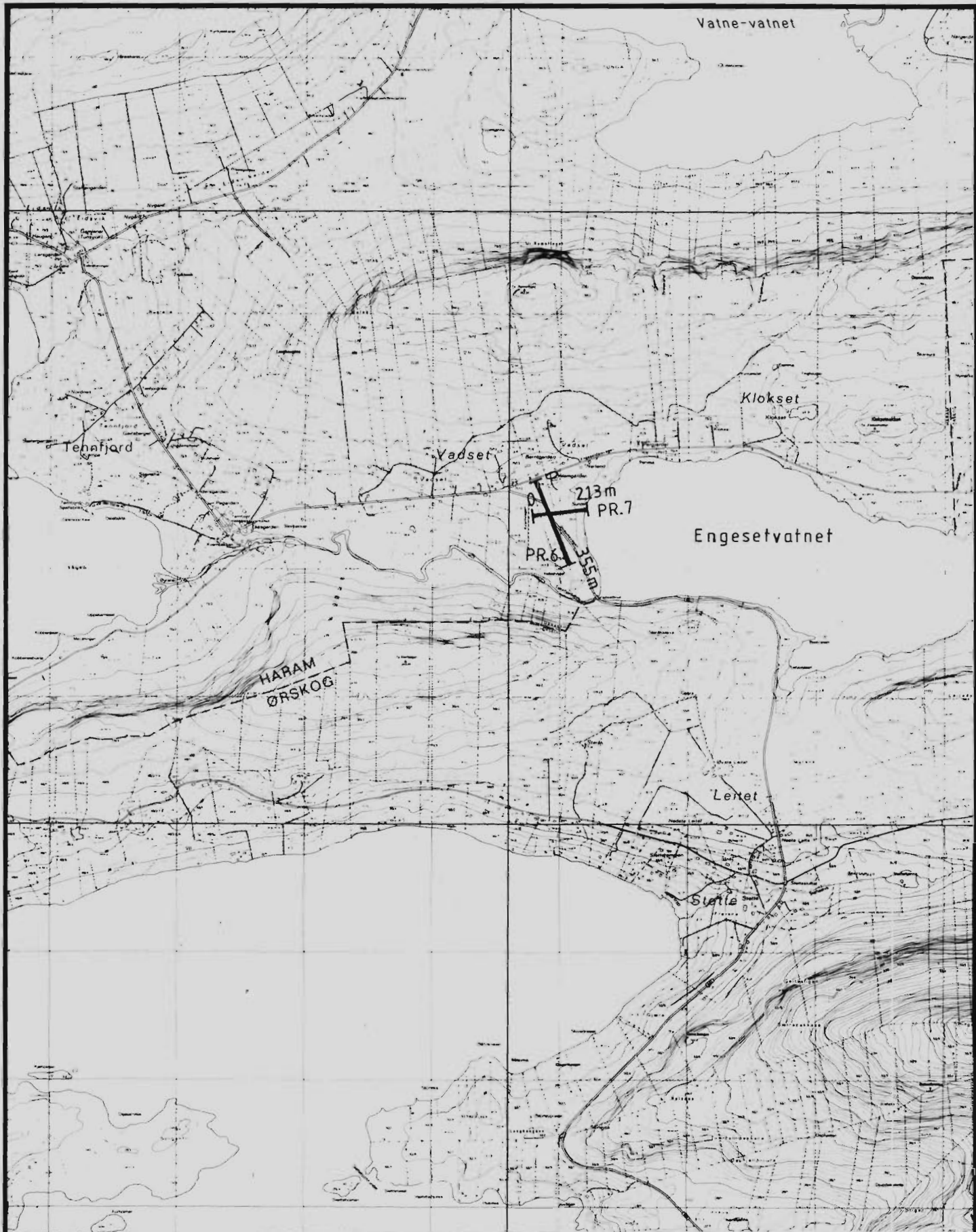
MÅLESTOKK
 1:50000

MÅLT J.F.T.	AUG. 1984
TEGN J.F.T.	JUNI 1986
TRAC T.H.	SEPT. 1986
KFR.	— " —

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.
 86.157-03

KARTBLAD NR.
 1220 III



NGU
 SEISMISKE MÅLINGER
 OVERSIKTSKART
 ENGESETVATNET, HARAM, MØRE OG ROMSDAL

MÅLESTOKK
 1:20000

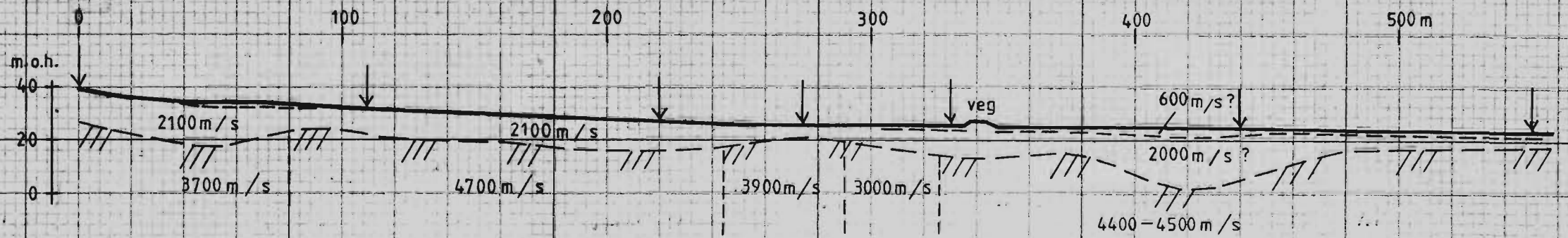
MÅLT J.F.T.	AUG. 1984
TEGN J.F.T.	JUNI 1986
TRAC T.H.	SEPT. 1986
KFR.	— II —

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

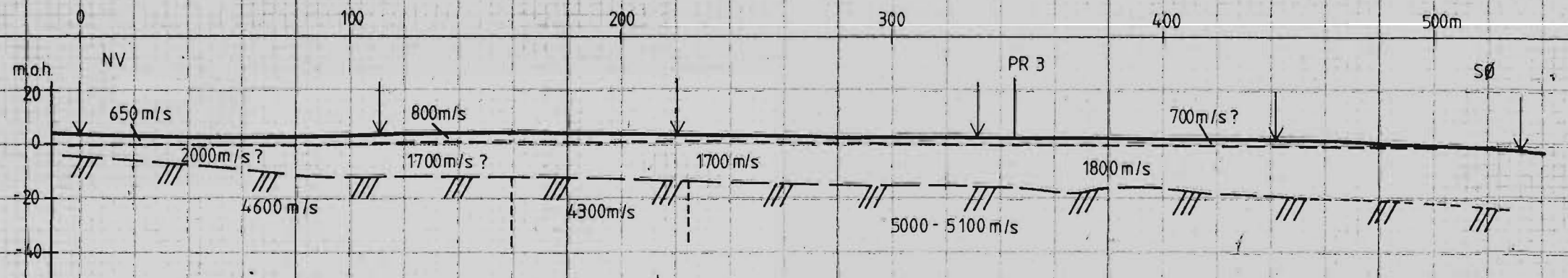
TEGNING NR.
 86.157-04

KARTBLAD NR.
 1220 III

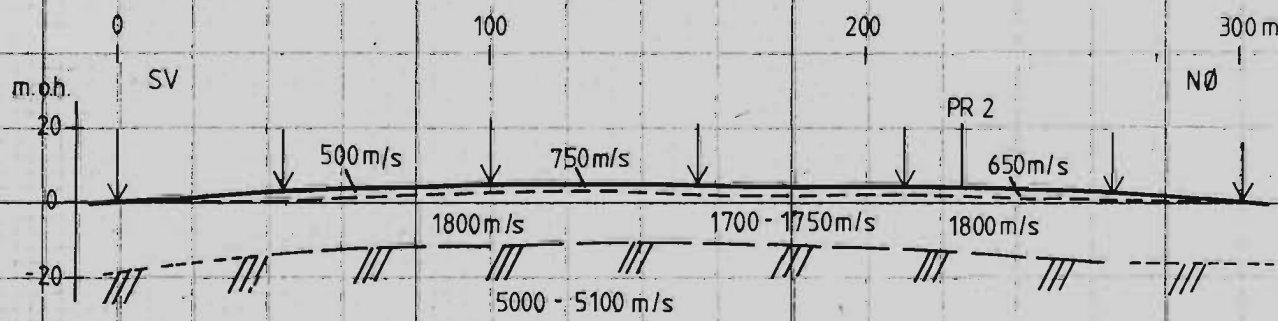
PROFIL 1



PROFIL 2



PROFIL 3



TEGNFORKLARING:

- ↓ TERRENGOVERFLATE MED SKUDDPUNKT.
- - - SJIKTGRENSE I SEDIMENTER
- /// BEREGNET FJELLOVERFLATE
- /// USIKKER FJELLOVERFLATE

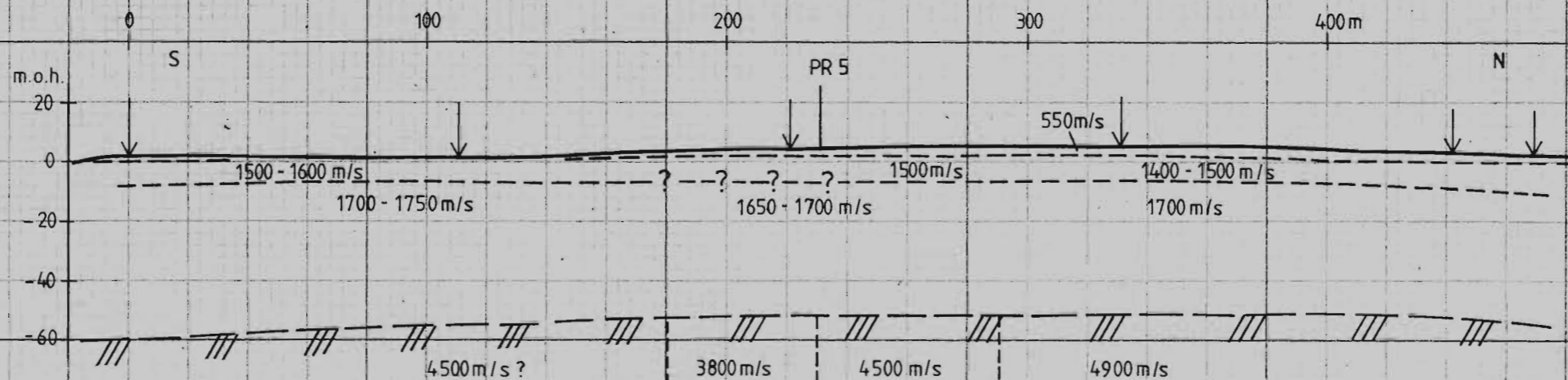
NGU
SEISMISKE MÅLINGER
GRUNNPROFILER
ROGNE, HARAM, MØRE OG ROMSDAL

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

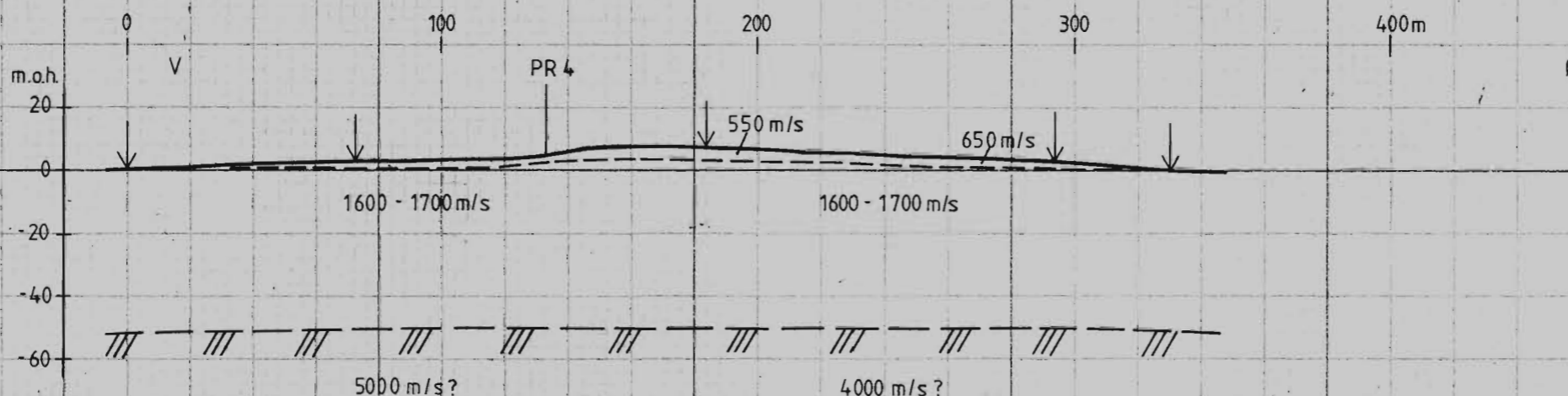
MÅLESTOKK 1:2000	MÅLT J.F.T.	AUG. 1984
	TEGN J.F.T.	MAI 1985
	TRAC T.T.	MAI 1985
	KFR E.L.	

TEGNING NR. 86.157-05	KARTBLAD (AMS) 1220 III
--------------------------	----------------------------

PROFIL 4



PROFIL 5



TEGNFORKLARING:

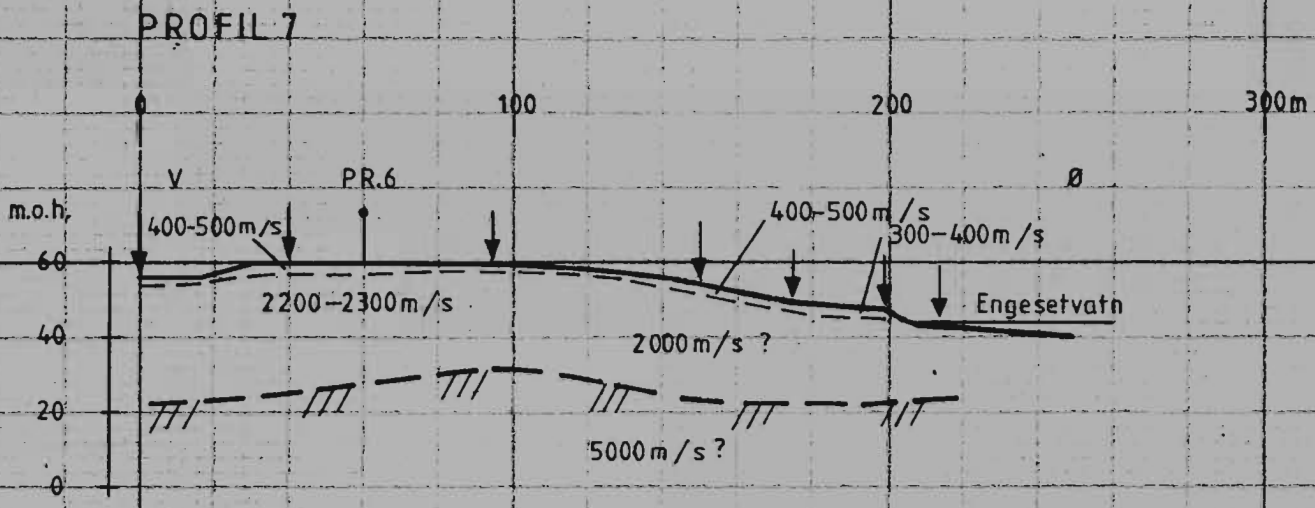
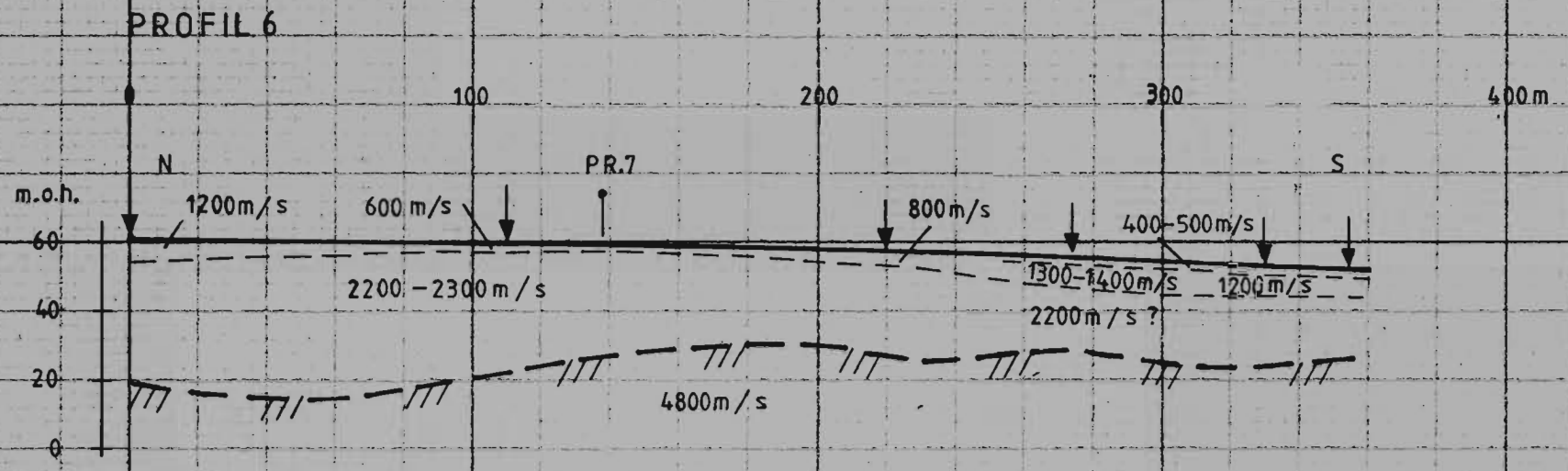
- ↓ TERRENGOVERFLATE MED SKUDDPUNKT
- - - SJIKTGRENSE I SEDIMENTER
- /// BEREGET FJELLOVERFLATE

NGU
SEISMISKE MÅLINGER
GRUNNPROFILER
ROGNEHOLMEN, HARAM, MØRE OG ROMSDAL

MÅLESTOKK 1:2000	MÅLT J.F.T.	AUG. 1984
	TEGN J.F.T.	MAI 1985
	TRAC T.T.	MAI 1985
	KFR E.L.	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR. 86.157-06	KARTBLAD (AMS) 1220 III
--------------------------	----------------------------



TEGNFORKLARING

- ↓
TERRENGOVERFLATE MED SKUDDPUNKT
- - -
SJKTGRENSE I SEDIMENTER
- ///
BEREGNET FJELLOVERFLATE

NGU
SEISMISKE MÅLINGER
GRUNNPROFILER
ENGESETVATNET, HARAM, MØRE OG ROMSDAL

NORGES GEOLGISCHE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK 1:2000	OBS. J.F.T.	AUG. 1984
	TEGN. J.F.T.	JUNI 1986
	TRAC. T.H.	SEPT. 1986
	KFR.	— II —
TEGNING NR. 86.157 + 07	KARTBLAD NR. 1220 III	