

NGU Rapport nr. 1703

Seismisk undersøkelse av sand- og  
grusforekomst i  
STORBJØRKÅSEN VED KOLVEREID  
NÆRØY, NORD-TRØNDELAG

1979



# Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eiriksons vei 39  
Tlf. (075) 15860

Postboks 3006  
7001 Trondheim

Postgironr. 5168232  
Bankgironr. 0633.05.70014

Rapport nr. 1703	Åpen/ <del>Forberedt</del>	
Tittel:  Seismisk grunnundersøkelse av sand- og grusforekomst i Storbjørkåsen ved Kolvereid		
Oppdragsgiver:  NGU	Forfatter:  Jan Fredrik Tønnesen	
Forekomstens navn og koordinater:  Storbjørkåsen PS 237 946	Kommune:  Nærøy	
Fylke:  Nord-Trøndelag	Kartbladnr. og -navn (1:50 000):  Kolvereid 1724 IV	
Utført: Feltarbeid 7. 11 - 10. 11 1978 Rapport mars 1979	Sidetall: 7	Tekstbilag: 2
	Kartbilag: 2	
Prosjektnummer og -navn: 1674/1 - Vestlandsprogrammet		
Prosjektleder: K.O. Sandvik		
Sammendrag:  Oppdraget er utført i forbindelse med kartlegging og vurdering av sand/grus-ressursene i Kolvereidområdet. For beregning av sand/grus-mektigheter i Storbjørkåsen ble det målt 2 seismiske profiler ikryss over åsen med samlet lengde 1045 m.  En fjellkulle stikker opp midt under åsen og har en overdekning på 22 m. Nord og vest for fjellkollen øker løsmassemektigheten til henholdsvis 90 og 70 m. Sand/grus over grunnvannsnivå utgjør 30-40 m av massene på nordsiden og 22-30 m på vestsiden. Løsmassene under er regnet å bestå av sand/grus under grunnvannsnivå og/eller vannmettet silt/leire. Sydover langs åsen er sand/grus-mektigheten ca. 30 m. Under sandtaket på østsiden av åsen er løsmassene opp til 30 m tykke, hvorav 12 - 16 m er umettet materiale.		
<i>Norges geologiske undersøkelse</i> Biblioteket		
Nøkkelord	Geofysikk	Løsmasser
	Refraksjonsseismikk	Mektigheter
	Sand og grus	

Ved referanse til rapporten oppgis forfatter, tittel og rapportnr.

<u>INNHold:</u>	<u>Side:</u>
OPPGAVE	4
UTFØRELSE	4
RESULTATER OG VURDERING	4

Tekstbilag:

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

Kartbilag:

- 1703-01: Oversiktskart  
1703-02: Grunnprofiler

## OPPGAVE

For å bestemme mektigheten av sand- og grusforekomster i Storbjørkåsen ved Kolvereid ble det målt 2 seismiske profiler med en samlet lengde av 1045 m. Profilenes beliggenhet er vist i Tegn.nr. 1703-01.

## UTFØRELSE

Det ble benyttet vanlig seismisk refraksjonsmetode, se Bilag 1, med instrumenteringen Geo-Space GT 2. Det ble brukt 100 m lange utlegg med 12 geofoner. Avstanden mellom geofonene var 10 m, med innkorting til 5 m i hver ende av utlegget. Avstanden mellom skuddpunktene var 55 m. Det ble gjennomgående skutt fem skudd for hvert utlegg, ett ved midten, ett 5 m fra hver ende og ett fjernskudd 110 m (eller 60 m) fra endene. Ved profilendene ble ikke fjernskudd benyttet, unntatt ved slutten av profil 1.

Fint vær og gode opptaksforhold for profil 1, regn og vind medførte noe støy i seismogrammene fra profil 2.

Feltarbeidet ble utført av geofysikerne Jan Fredrik Tønnesen og Atle Sindre og laborant Roger Mathisen.

## RESULTATER OG VURDERING

Resultatene av målingene er vist i Tegn.nr. 1703-02. Det er en betydelig fjelltopografi i området. En fjellkulle like under krysningspunktet for profilene stikker nær opp til 60 m. o. h. Fjelloverflaten går bratt nedover mot nord og vest til nær 30 m under havnivå ved enden av profilene. Mot øst langs profil 1 avtar fjellnivået til 35-40 m. o. h. i løpet av 50 m. Det hever seg igjen ved enden av profilet og ligger vel 50 m. o. h.

i området 0-40 m. Mot sør langs profil 2 avtar fjellnivået til 40-45 m.o.h. innen 70 m fra krysningpunktet, øker derfra igjen og når opp i 60 m.o.h. ved enden av profilet.

Seismisk hastighet i fjellet er gjennomgående 5000 m/s og noe høyere. Unntatt er området 290-340 m i profil 2. Der er hastigheten beregnet til ca. 3500 m/s, noe som tyder på oppsprukket dårlig fjell.

Løsmassetykkelser over fjellkollen ved profilkryss er beregnet til 22 m. Mot vest langs profil 1 øker mektigheten til 70 m og mot nord langs profil 2 øker den til 90 m. Mot øst under sandtaket er mektigheten ca. 30 m på strekningen 150-100 m. Den avtar mot enden av profilet og er ca. 10 m i området 0-30 m. Mot sør langs profil 2 øker mektigheten til 40 m hvor fjellnivået er lavest og avtar til 22 m ved enden.

Løsmassene kan deles i 2 sjikt ut fra de seismiske hastighetene. I det øvre sjikt varierer hastigheten i området 350-700 m/s. Helt i begynnelsen av profil 1 er hastigheten helt oppe i 1000 m/s. Hastighetene avtar fra endene og inn mot de sentrale deler av profilene. Profil 1 viser hastighet 350-400 m/s i området 150-350 m, mens tilsvarende hastighet i profil 2 er funnet i området 150-250 m.

Det nedre løsmassesjiktet med seismisk hastighet ca. 1500 m/s er ikke gjennomgående langs profilene. Sjiktet opptrer under sandtaket i profil 1 mellom 40 og 180 m. Sjiktgrensen er beregnet til 51 m.o.h. slik at det øvre sjikt der får en mektighet på 12-16 m. Fjellkollen bryter sjiktet fra 180 til 240 m. Derfra faller sjiktgrensen fra ca. 50 m.o.h. til like under 30 m.o.h. fram til 350 m og fortsetter så horisontalt ut profilet. Fram til 400 m har det øvre sjikt en mektighet mellom 22 og 27 m, mot enden av profilet avtar den til 10 m. I profil 2 opptrer det nedre sjikt nord for fjellkollen (0-200 m). Sjiktgrensen stiger fra ca. 20 til ca. 50 m o.h., slik at det øvre sjikt blir mellom 30 og 40 m tykt.

Seismisk hastighet rundt 1500 m/s i det nedre sjikt tyder på sand/grus

under grunnvannsnivå og/eller vannmettet silt/leire (se Bilag 2). Det er mulig at det også fins morenemateriale innen dette sjiktet.

Hastigheten på 1000 m/s i det øvre sjikt lengst øst i profil 1 kan tyde på morenemateriale over grunnvannsnivå. Hastigheten ellers i sjiktet er typisk for sand/grus over grunnvannsnivå. Hastighetsvariasjonene som er funnet kan reflektere endringer i løsmasse-sammensetningen. Økende vannmetning og tettere kornpakning vil medføre høyere seismisk hastighet. Disse størrelser vil bl. a. være avhengig av kornenes størrelse, form og gradering.

Langs deler av profilene opptrer et tynt overflatesjikt med relativt høy hastighet (620-850 m/s). Hastigheten i det øvre sjikt er der noe usikkert bestemt.

Ved beregning av mektigheten av det øvre sjikt er den lokale sjikthastighet benyttet, og det er regnet at hastigheten er konstant vertikalt gjennom sjiktet.

Det nedre sjikt er dårlig bestemt for deler av profilene. Under sandtaket i profil 1 er sjiktet bare registrert ved ett skuddpunkt i en retning. Fjellnivået er beregnet ut fra forutsetningen at sjiktgrensen ligger horisontalt 51 m o. h., og at sjikthastigheten er 1500 m/s. Mellom 240 og 310 m i profilet opptrer sjiktet i blindsoner. I profil 2 er sjiktet bare registrert fra endeskuddet (0-punktet). En løsning som er likeverdig med den beregnede er å la sjiktgrensen være i nivå 30 m o. h. de første 100 m og deretter 5-10 m lavere enn indikert i tegningen.

Syd for fjellkollen i profil 2 kan det nedre sjikt opptre i blindsoner. I tegningen er antydning av maksimal mektighet av en slik sone. Hvis sjiktet eksisterer, er det trolig ganske tynt.

Terrenghøyden langs profilene er ikke innmålt, men er beregnet ut fra kartet. Feil i terrengoverflaten vil medføre tilsvarende feil i nivået

av sjiktgrensen og fjelloverflaten.

Trondheim 29. mars 1979.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
Geofysisk avdeling

*Jan Fredrik Tønnesen*

Jan Fredrik Tønnesen  
geofysiker

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 overdekkeshastighetene 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  $25^{\circ}$ .

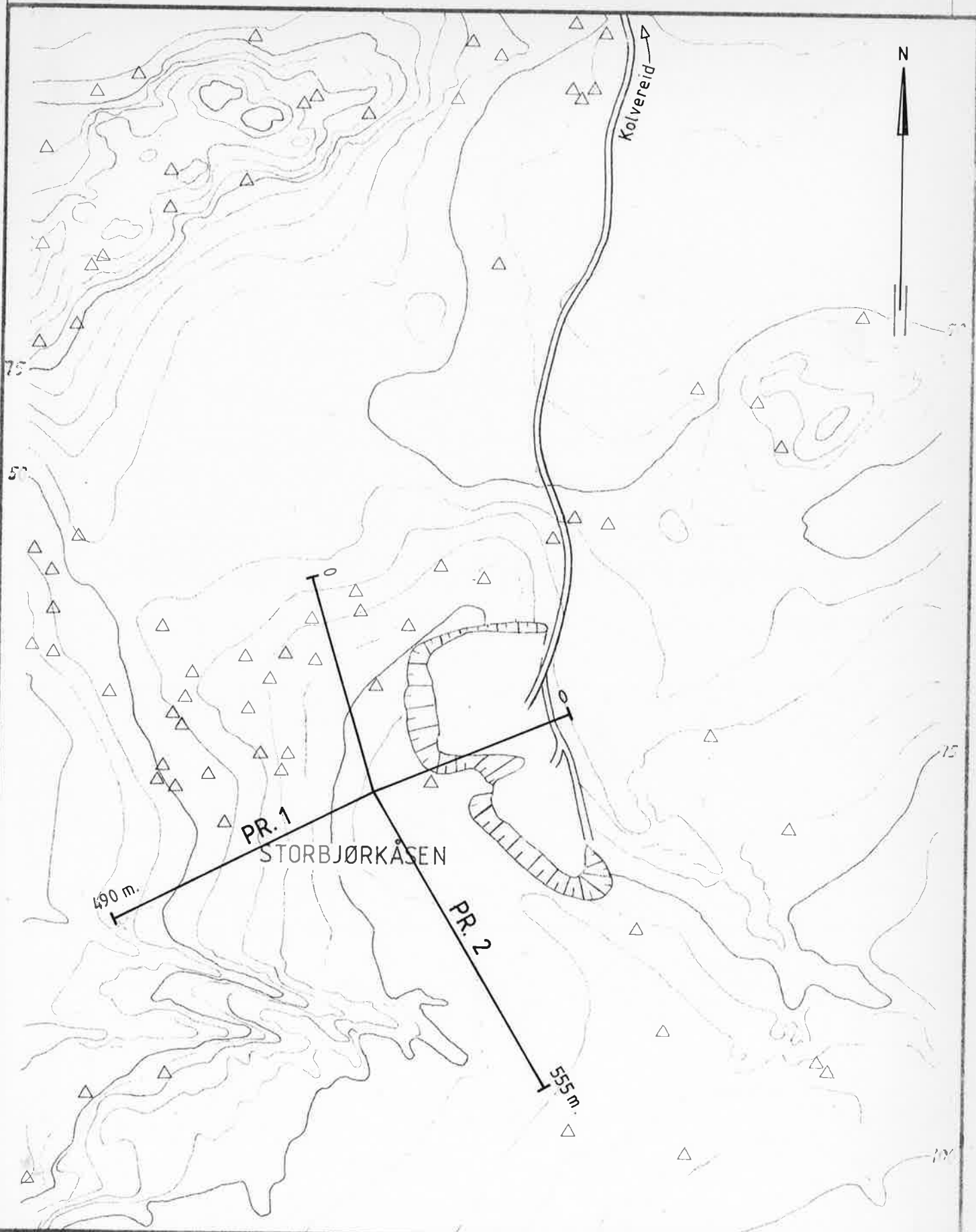
Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeiler seg i de opp tegnede diagrammer, fordi de refrakterte bølger fra denne grense når overflaten senere enn fra en dypere grense. Det foreligger da en såkalt "blind sone", og de virkelige dybder kan være vesentlig større enn de beregnede. En annen feilkilde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



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

OVERSIKTSKART  
SEISMISK UNDERSØKELSE

STORBJØRKÅSEN, KOLVEREID

MÅLESTOKK OBS J.F.T. Nov. 78

1:5000 TEGN J.F.T. Febr. 79

TRAC R.O. Mars 79

KFR *J.F.T.*

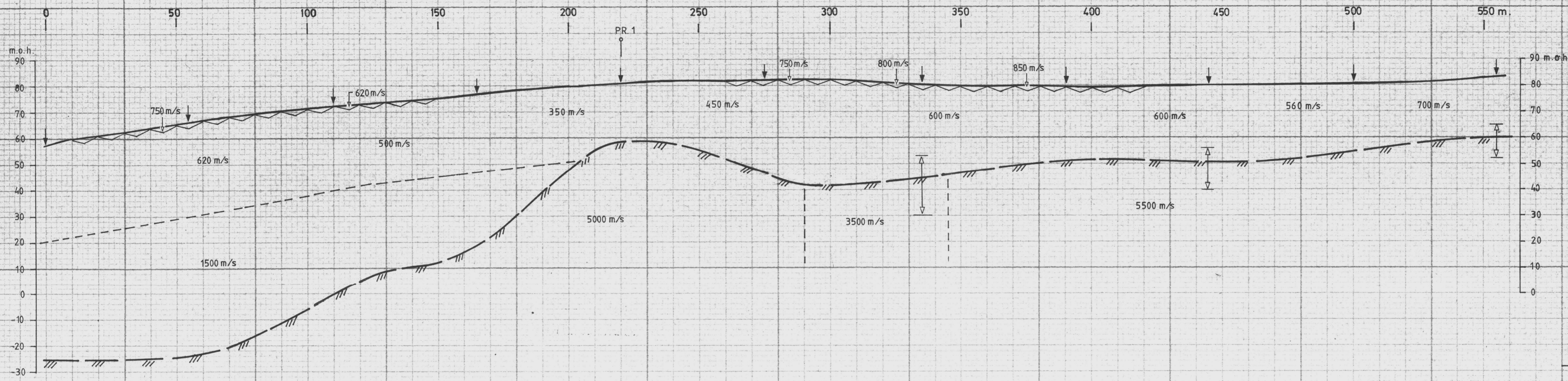
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

TEGNING NR KARTBLAD NR

1703 - 01

1724 IV

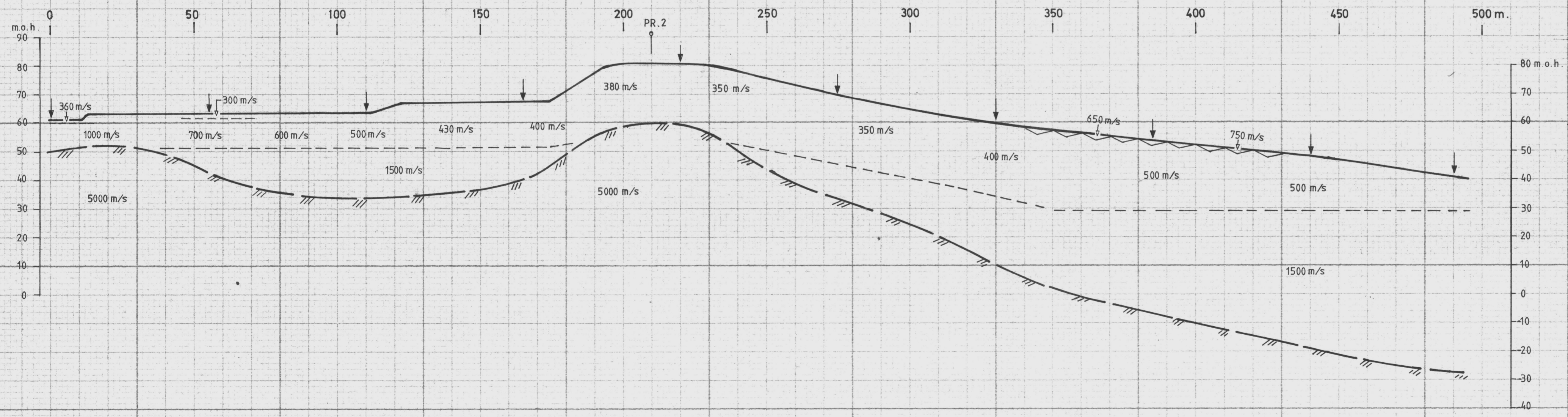




PROFIL 2

TEGNFORKLARING

- ↓ Terrengoverflate med skuddpunkt
- ▬ Tynt overflatelag med høy hastighet
- - - Sjiktgrense
- ▨▨▨ Indikert fjelloverflate
- △/▽ Maksimal mektighet av blindsoner med hastighet 1500 m/s



PROFIL 1

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE SEISMISK UNDERSØKELSE GRUNNPROFILER STORBJØRKÅSEN, KOLVEREID	MÅLESTOKK: 1:1000	MÅLT J.F.T. Nov. 78 TEGN J.F.T. Febr. 79 TRAC R.O. Mars. 79 KFR J.F.T.
	NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 1703-02