

*Eksepl. nr. 8*

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

NGU Rapport nr. 1642

Seismiske målinger på  
KILEMOEN  
RINGERIKE, BUSKERUD

1979



# Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eiriksons vei 39  
Tlf. (075) 15 860

Postboks 3006  
7001 Trondheim

Postgironr. 5168232  
Bankgironr. 0633.05.70014

Rapport nr. 1642	<del>Åpen/</del> Fortrolig til	
Tittel: Seismiske målinger på Kilemoen, Ringerike		
Oppdragsgiver: Ringerike kommune	Forfatter: Atle Sindre	
Forekomstens navn og koordinater: Kilemoen 675 755	Kommune: Ringerike	
Fylke: Buskerud	Kartbladnr. og -navn (1:50 000): 1815 III Hønefoss	
Utført: Feltarbeid 29.5 - 8.6 1978 Rapport mai 1979	Sidetall: 5	Tekstbilag: 2 Kartbilag: 2
Prosjektnummer og -navn: 0-74216 Grunnvannsanlegg Kilemoen		
Prosjektleder: Knut Ørn Bryn		
Sammendrag:  I forbindelse med planleggingen av vannverk ble det i 1978 målt 3.5 km seismisk profil på Kilemoen. Flere sjiktgrenser i løsmassene ble funnet og dypet til fjell bestemt.  Senere boringer har vist at en sjiktgrense under den sentrale delen av moen i et dyp av ca. 30 m, hvor hastigheten øker fra 500 m/s til 1600 m/s, ikke er fritt grunnvannspeil, men overgang til et tynt lag med finere masser og større vanninnhold.		
Nøkkelord	Geofysikk	Grunnvann
	Seismikk	Hastigheter
	Løsmasser	Mektigheter

Ved referanse til rapporten oppgis forfatter, tittel og rapportnr.

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

Tekstbilag:

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

Kartbilag:

- 1642-01 : Oversiktskart  
1642-02 : Grunnprofiler

## OPPGAVE

Geofysisk avdeling, NGU, fikk i oppdrag av Ringerike kommune å utføre en del seismiske målinger på Kilemoen i tillegg til det som var utført for samme oppdragsgiver i 1973 (NGU Rapport nr. 1237). Til hjelp under planleggingen av vannverk ønsket en mest mulig opplysninger om sjiktgrenser i løsmassene, grunnvannspeil og dypet til fjell. Profilenes plassering vises i tegn.nr. 1642-01.

## UTFØRELSE

Målingene ble utført etter vanlig seismisk refraksjonsmetode med instrumentene GeoSpace GT 2. Se vedheftet bilag. Geofonavstanden var 20 m med innkorting til 10 m nærmest skuddpunktene. Det ble ikke målt over det store grustaket på kanten av terrassen.

Feltarbeidet ble utført av Atle Sindre og Peter Melleby fra NGU og en hjelpemann fra Ringerike kommune. Værforholdene var gode.

## RESULTATER

Resultatene av målingene ble gjort kjent for oppdragsgiveren ved oversendelse av kladdtegning og kommentarer 16. juni og 21. august 1978. Resultatene vises i tegn.nr. 1642-02.

Flere sjiktgrenser er påvist i løsmassene. I store deler av moen har en et relativt tynt lag på toppen med lave hastigheter, 350 m/s. Neste sjikt er opp til 40 m tykt og har hastighet 400 - 550 m/s. De underste massene har hastighet 1500-1600 m/s.

Det var flom i Begna under målingene.



Senere boringer har vist at sjiktgrensen under den sentrale delen av moen, hvor hastigheten øker fra 550 m/s til 1600 m/s, ikke er fritt grunnvannspeil, men er overgang til et tynt lag med finere masser og større vanninnhold. Under dette laget er massene de samme som over til en kommer ned i grunnvannspeilet.

Den seismiske refraksjonsmetoden greier ikke å påvise lag med lav hastighet under et med høyere. Derfor gir de seismiske målingene i dette tilfellet et ufullstendig bilde av grunnforholdene. En henviser til vårt Oslokontors rapport av 2. februar 1979: "Grunnvannsanlegg Kilemoen".

Trondheim 3. mai 1979.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
Geofysisk avdeling



Atle Sindre  
førstegeofysiker

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 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  $25^{\circ}$ .

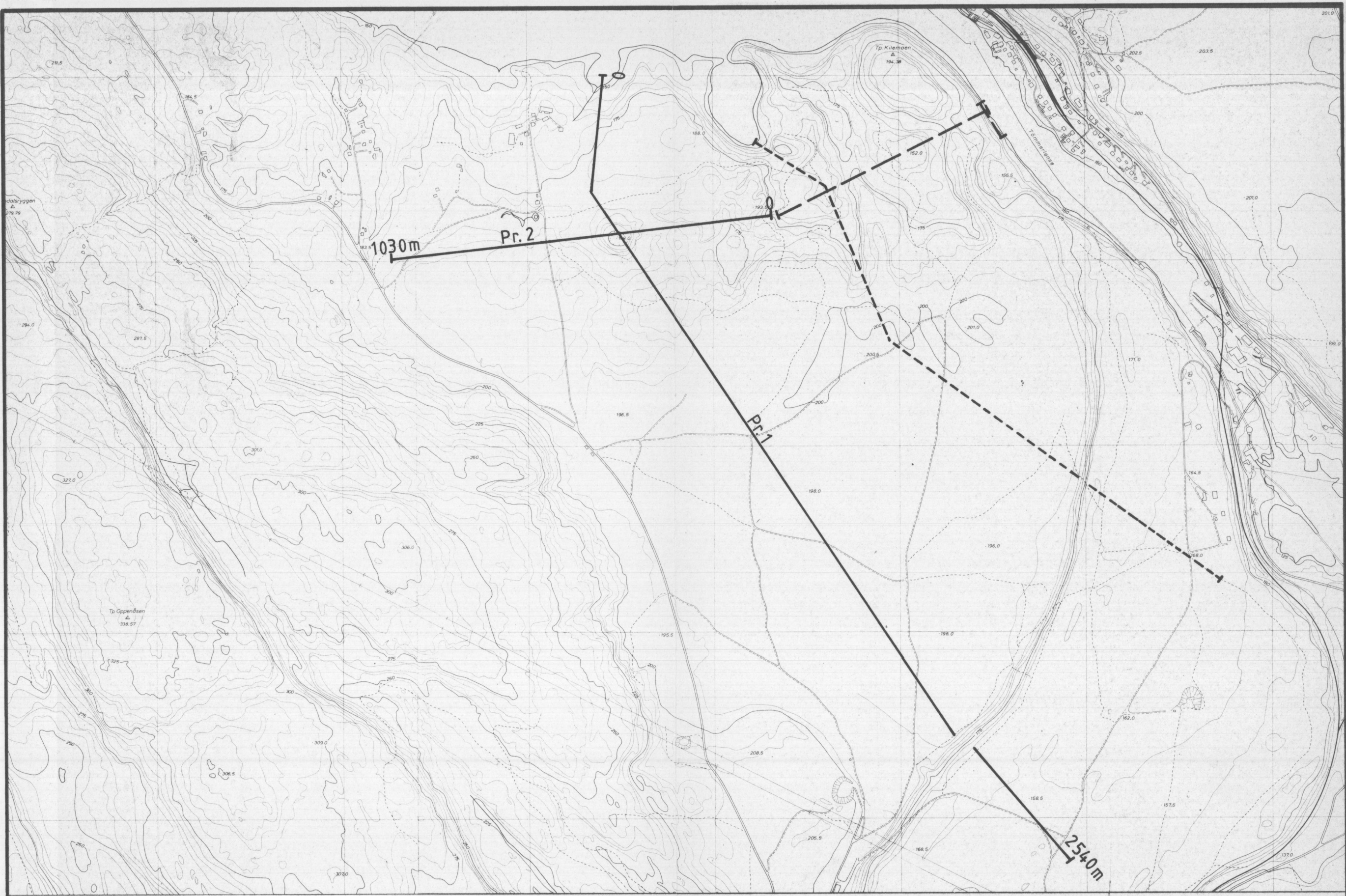
Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeiler seg i de oppregnede diagrammer, fordi de refrakterte bølger fra denne grense når overflaten senere enn fra en dypere grense. Det foreligger da en såkalt "blind sone", og de virkelige dybder kan være vesentlig større enn de beregnede. En annen feilkilde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



**TEGNFORKLARING**

- — — — — Målte profiler.
- - - - - Tidligere målt. NGU rapport nr. 1237
- || — nr. 1677

RINGERIKE KOMMUNE  
 SEISMISKE MÅLINGER  
 OVERSIKTSKART  
 KILEMOEN, RINGERIKE, BUSKERUD

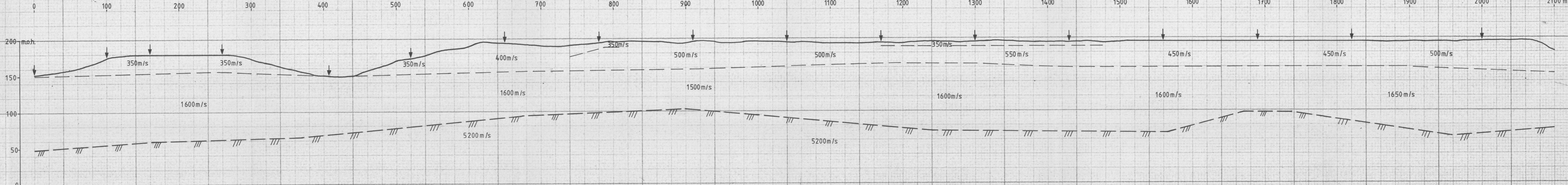
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK:  1:10 000	OBS. A.S.	Mai Juni '78
	TEGN. A.S.	Juni '78
	TRAC. R.M.	Febr. '79
	KFR. A.S.	—  —

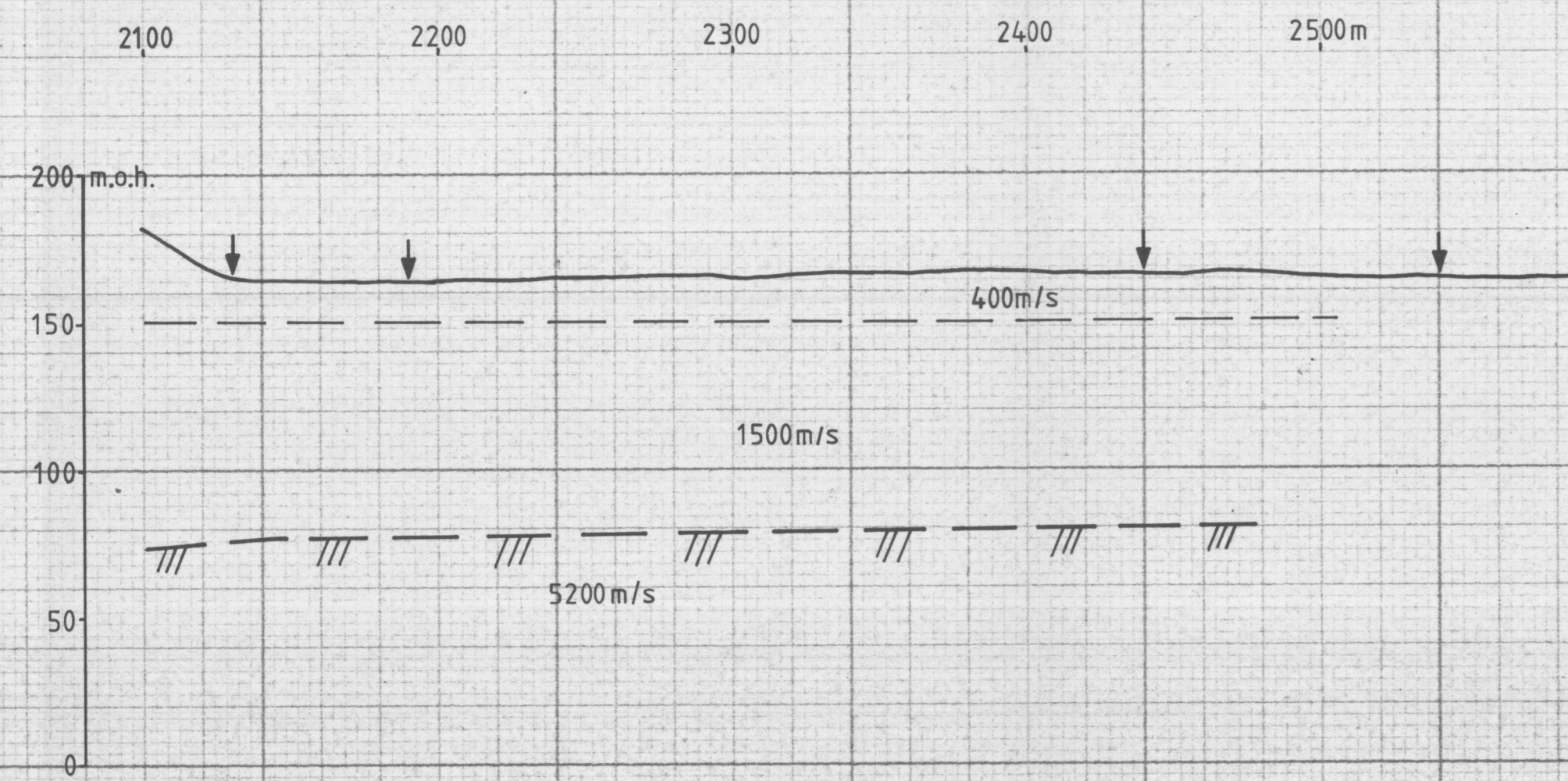
TEGNING NR. 1642-01	KARTBLAD NR. 1815 III
------------------------	--------------------------



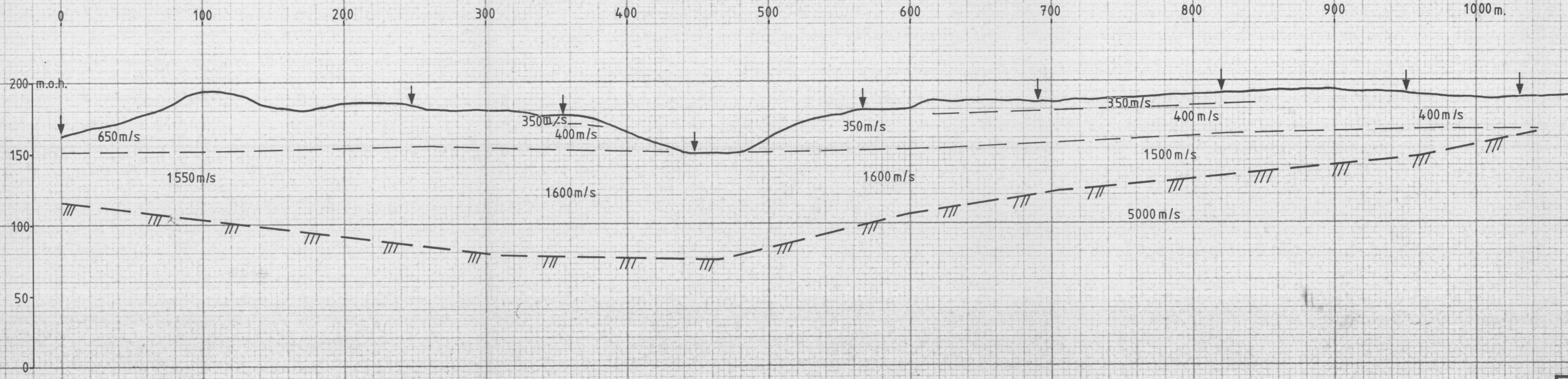
PROFIL 1



PROFIL 1 (forts.)



PROFIL 2



- TEGNFØRKLARING
- ↓ Terrengoverflate m. skuddpunkt
  - - - Siktgrense
  - /// Indikert fjelloverflate

RINGERIKE KOMMUNE SEISMISKE MÅLINGER GRUNNPROFILER KILEMOEN, RINGERIKE, BUSKERUD	MÅLESTØKK:	MÅLT A.S.	Mai/Juni 78
	1: 2000	TEGN A.S.	Juni 78
		TRAC P.M.	Des. 78
	KFR O.S.	"	"
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 1642-02	KARTBLAD NR. 1815 III	