

NGU Rapport nr. 1641

Seismiske målinger 1972 - 1979 i

GAULDALEN

Melhus, Trondheim og

Midtre Gauldal kommuner

Sør-Trøndelag fylke

1980



Rapport nr. 1641	Åpen/ Forberedt til											
Tittel: Seismiske målinger i Gauldalen 1972 - 1979												
Oppdragsgiver: NGU	Forfatter: Atle Sindre											
Forekomstens navn og koordinater: Gauldalen	Kommune: Melhus, Trondheim og Midtre Gauldal											
Fylke: Sør-Trøndelag	Kartbladnr. og -navn (1:50 000): 1521 I Orkanger 1621 III Støren 1521 II Hølonda 1621 IV Trondheim											
Utført: 1972 - 1979	Sidetall: 6 Tekstbilag: 2 Kartbilag: 11											
Prosjektnummer og -navn: 1641 - Seismiske målinger Gauldal												
Prosjektleder: Atle Sindre												
Sammendrag: <p>Rapporten viser resultatene av de seismiske målingene i Gauldalen utført i tiden 1972 - 1979. Profilene 9 Hovin, 10 Rokstad og 11 Hølonda ble målt i forbindelse med tyngdemålinger over Horgsynklingen (K. Åm, Chr. Oftedahl, A. Sindre, NGU 287, 1973). De andre profilene ble målt for å kartlegge Gauldalens fjellprofil. Det henvises også til seismiske målinger Kaldvelladalen, NGU Rapport nr. 1518.</p> <p>Feltarbeidet ble utført i flere etapper av:</p> <table><tr><td>P. Melleby</td><td>R. Mathisen</td></tr><tr><td>R. Opdahl</td><td>A. Meek</td></tr><tr><td>B. Iversen</td><td>K. Brandhaug</td></tr><tr><td>K. Åm</td><td>J. Tønnesen</td></tr><tr><td>A. Sindre</td><td></td></tr></table> <p>Målingene er utført under oppdragsnr. 867, 1167, 1584 og 1641.</p> <p style="text-align: center;"><i>Norges geologiske undersøkelse</i> Biblioteket</p>			P. Melleby	R. Mathisen	R. Opdahl	A. Meek	B. Iversen	K. Brandhaug	K. Åm	J. Tønnesen	A. Sindre	
P. Melleby	R. Mathisen											
R. Opdahl	A. Meek											
B. Iversen	K. Brandhaug											
K. Åm	J. Tønnesen											
A. Sindre												
Nøkkelord	Geofysikk	Hastigheter										
	Seismikk	Mektigheter										
	Refraksjonsseismikk	Kvartærgeologi										

Tekstbilag

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

Kartbilag

- | | | | |
|---------|-----------------|---|-------------|
| 1641-01 | : Oversiktskart | Gauldal | M 1:250 000 |
| 1641-02 | : " | Gulosen, Udduvoll, Jaktøyen, Bagøyen | |
| 1641-03 | : " | Borten | |
| 1641-04 | : " | Helgemo | |
| 1641-05 | : " | Hovin | |
| 1641-06 | : " | Støren | |
| 1641-07 | : " | Rokstad | |
| 1641-08 | : " | Hølonda | |
| 1641-09 | : Grunnprofiler | Gulosen, Udduvoll, Jaktøyen | |
| 1641-10 | : " | Bagøyen, Borten, Helgemo, Hovin, Støren | |
| 1641-11 | : " | Hovin, Rokstad, Hølonda | |

INNLEDNING

Etter initiativ av professor Chr. Oftedahl i 1975 ble det av Geofysisk avdeling, NGU satt i gang en større seismisk undersøkelse i Gauldalen. Undersøkelsen ble utført i flere etapper i tidsrommet 1976-1979.

Om bakgrunnen for sitt forslag sier professor Chr. Oftedahl i brev av 8.2.78 til NGU:

"Bakgrunnen for forslaget var ønsket om å finne de dypeste punkter i en rekke profiler oppover Gauldalen fra Gulosen. Ganske åpenbart er Gauldalen et preglacialt dalføre, og påvisning av de dypeste punkter i en rekke profiler over dalen ville gi bakgrunnen for formodninger om det preglaciale dalføres forløp umiddelbart før glaciasjonene satte inn, ca. 3.2 mill. år tilbake. Derneft ville profilene gi antydninger om de mange glaciale perioders iserosjon i dalføret."

I alt ble det målt 8 profiler over dalføret fra Gulosen til Støren. Plasseringen av profilene ble til dels samordnet med ønsker fra NGU's kvartærgeologiske seksjon ved førstestatsgeolog Arne J. Reite.

I denne rapporten har en også tatt med tre seismiske profiler som ble målt i 1972 i forbindelse med tyngdemålinger over Horg-synklinalen (K. Åm, Chr. Oftedahl, A. Sindre, NGU 287, 1973). På oversiktskartet 1641-01 viser en også plasseringen av seismiske profiler i Kaldvelladalen, NGU Rapport nr. 1518.

UTFØRELSE

Målingene ble utført etter vanlig seismisk refraksjonsmetode med instrumentene Geo-Space GT2 og ABEM Trio. På grunn av de store dypene til fjell så en seg nødt til å bruke stor geofonavstand, 20 og 50 m. Dette har redusert muligheten for å kunne påvise grensen mellom ulike sjikt i løsmassene.

På Øysand hadde en store problemer med å få energien til å forplante seg gjennom massene. Det viste seg ved graving at under fjæresanden lå det

store mengder med sagflis og bark. Det er kjent også fra andre steder at slik masse absorberer energien. Refrakterte bølger ble ikke registrert i store deler av Øysandområdet, men en fikk inn reflekterte bølger fra fjell, og dypet er beregnet ut fra disse.

Målingene ble utført i flere etapper i perioder hvor NGU hadde ledig kapasitet. (NGU oppdrag nr. 867, 1167, 1584, 1641.)

RESULTATER

Resultatene av målingene vises i profilopptegeingene. Det er store dyp til fjell som er påvist, ved Øysand ca. 440 m, Udduvoll ca. 380 m, Jaktøyen ca. 300 m, Bagøyen ca. 260 m, Helgemo ca. 230 m, Hovin ca. 180 m og Støren ca. 240 m.

Profil nr. 5, Borten, har ikke dekket den dypeste delen av dalen. Terrenget på vestsiden av Gaula på dette stedet er fullt av raviner og bakkekammer, og er ekstra vanskelig å arbeide i. Dette sammen med de tekniske vansker på grunn av de store dypene gjorde at vestsiden av elva ikke ble målt.

Profil nr. 7, Hovin ble målt ved to utlegg som av praktiske grunner ligger litt til siden for hverandre. Av beregningene ser det ut til at djupålen i fjellet svinger vestover inn mellom utleggene. Det er ikke stort stykke som er udekket av seismikk, så maksimalt dyp til fjell kan ikke avvike mye fra det som er observert.

Profil nr. 8, Støren er bare målt på vestsiden av Gaula, og en kan heller ikke her være helt sikker på om en har fått med det største dypet til fjell. På østsiden av elva er det for kort stykke mellom bergvegg og elv til at en kan bestemme fjelldypet med refraksjonsseismikk.

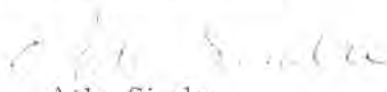
Profil nr. 9, Hovin og nr. 10, Rokstad er målt parallelt med dalsidene. En må her være oppmerksom på at de seismiske målingene viser korteste vei til fjell og ikke den loddrette avstand til fjell. En kan da ikke være sikker på om resultatene viser de maksimale dyp til fjell langs profilene.

For de fleste profilene kommer det fram tydelige rester av flere dalgenerasjoner.

De store sedimenttykkelsene medførte at en av praktiske grunner måtte bruke stor avstand mellom geofonene. Dette har i høy grad gått ut over muligheten til å finne mindre detaljer i overdekkets sammensetning. Bare få sjiktgrenser er observert.

Trondheim 8. februar 1980.

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 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° .

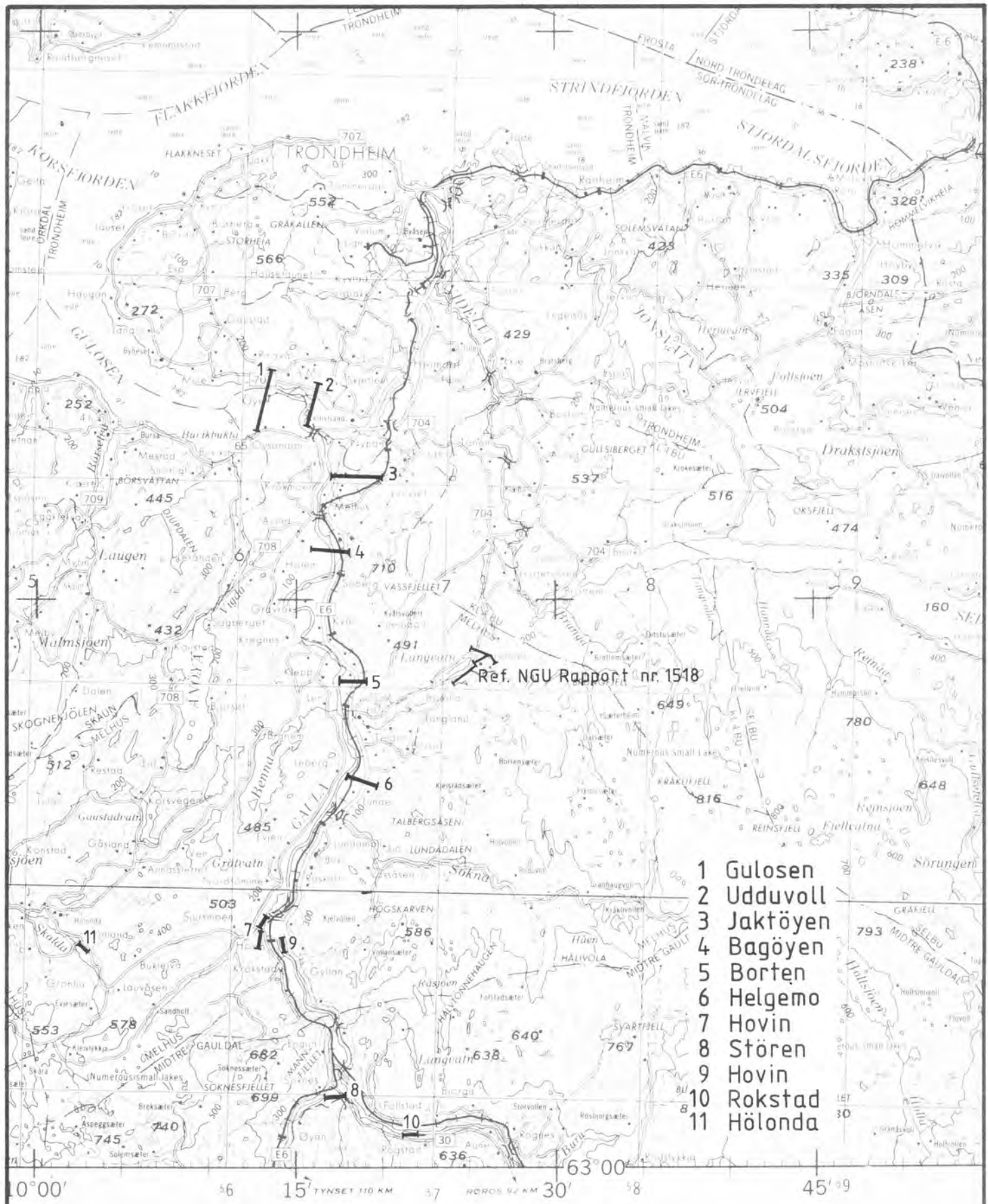
Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeiler seg i de oppregnede diagrammer, fordi de refrakterte bølger fra denne grense når overflaten senere enn fra en dypere grense. Det foreligger da en såkalt "blind sone", og de virkelige dybder kan være vesentlig større enn de beregnede. En annen feilkilde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



- 1 Gulosen
- 2 Udduvoll
- 3 Jaktøyen
- 4 Bagøyen
- 5 Borten
- 6 Helgemo
- 7 Hovin
- 8 Stören
- 9 Hovin
- 10 Rokstad
- 11 Hölonda

Norges Geologiske Undersøkelse
 Oversiktskart
 Seismiske grunnundersøkelser
GAULDAL
 Sør Trøndelag

MÅLESTOKK 1: 25 000	OBS. A. S.	1972 - 1979
	TEGN. A. S.	Des. - 1979
	TRAC. O.P.R.	Jan. - 1980
	KFR. A.S.	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR. 1641 - 01	KARTBLAD NR. 1521II, 1621III-IV
--------------------------	------------------------------------



18

(GHJ 123124-20)

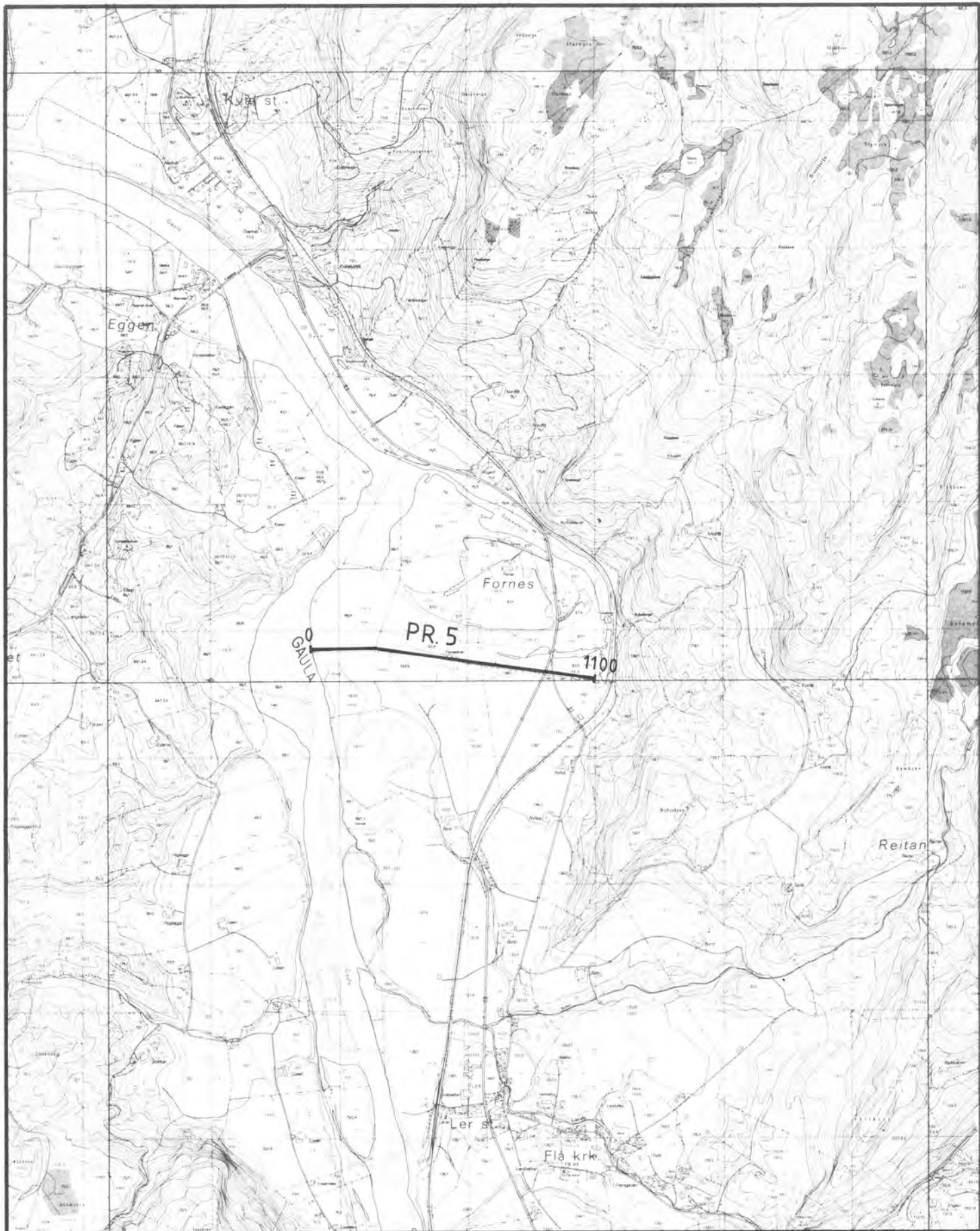
Norges Geologiske Undersøkelse
 Oversiktskart
 Seismiske grunnundersøkelser
**GULOSEN, UDDUVOLL, JAKTØYEN,
 BAGØYEN, Melhus, Sør Trøndelag**
 NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK 1:20000	OBS. A.S. 1972 - 1979
	TEGN. A.S. Des. - 1979
	TRAC. O.P.R. Jan. - 1980
	KFR. <i>A.S.</i>

TEGNING NR. 1641 - 02	KARTBLAD NR. 1621 IV
--------------------------	-------------------------

(CKL 121122-20)

00
 1-25 600



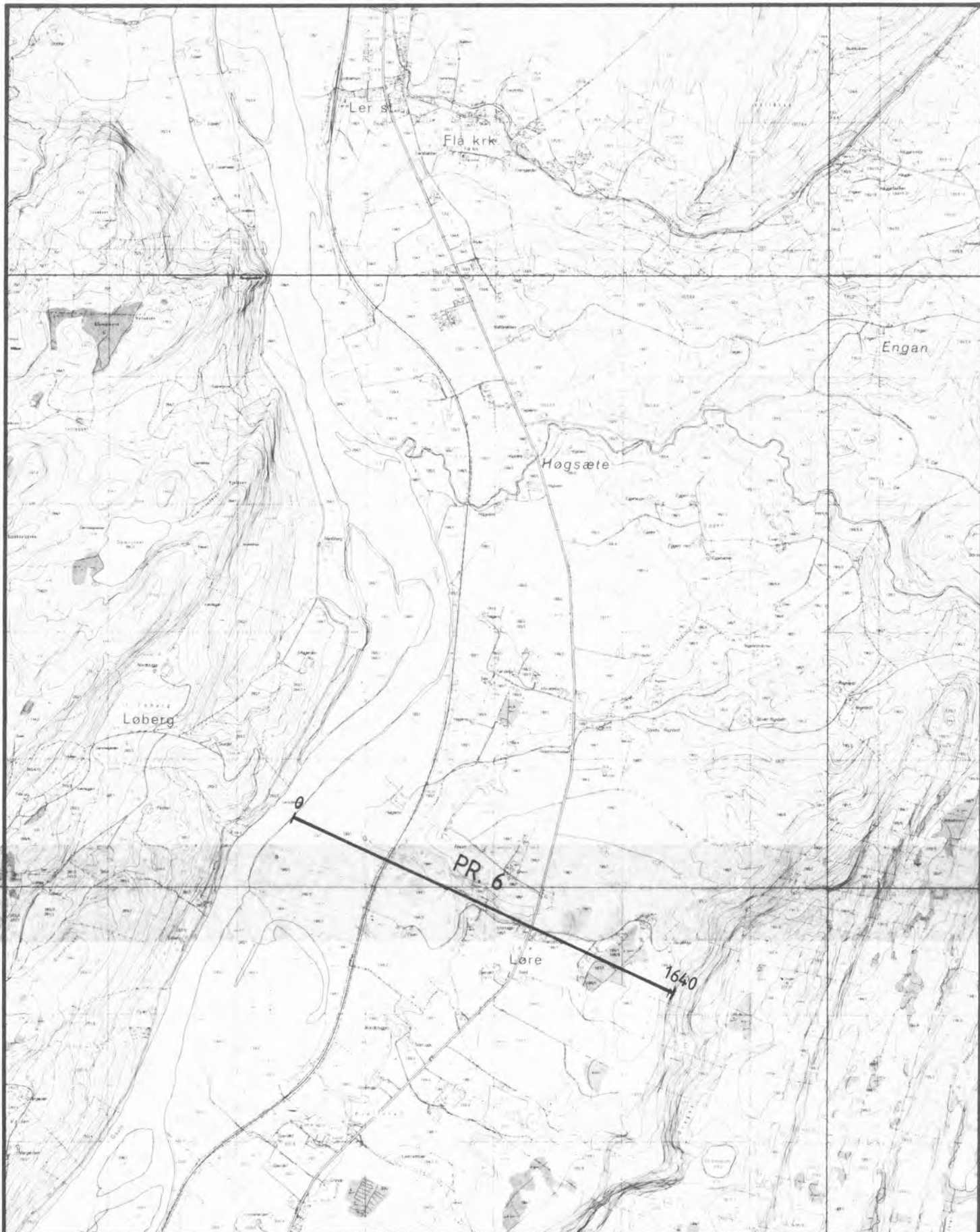
Norges Geologiske Undersøkelse
 Oversiktskart
 Seismiske grunnundersøkelser
BORTEN
 Melhus, Sør Trøndelag

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK 1:20000	OBS. A. S.	1972 - 1979
	TEGN. A. S.	Des. - 1979
	TRAC. O.P.R.	Des. - 1979
	KFR. <i>A.S.</i>	

TEGNING NR.
1641 - 03

KARTBLAD NR.
1621 III



Norges Geologiske Undersøkelse
 Oversiktskart
 Seismiske grunnundersøkelser
HELGEMO
 Melhus, Sør Trøndelag

MÅLESTOKK

OBS. A.S.

1972 - 1979

TEGN. A.S.

Des. - 1979

1:20000

TRAC. O.P.R.

Des. - 1979

KFR. *A.S.*

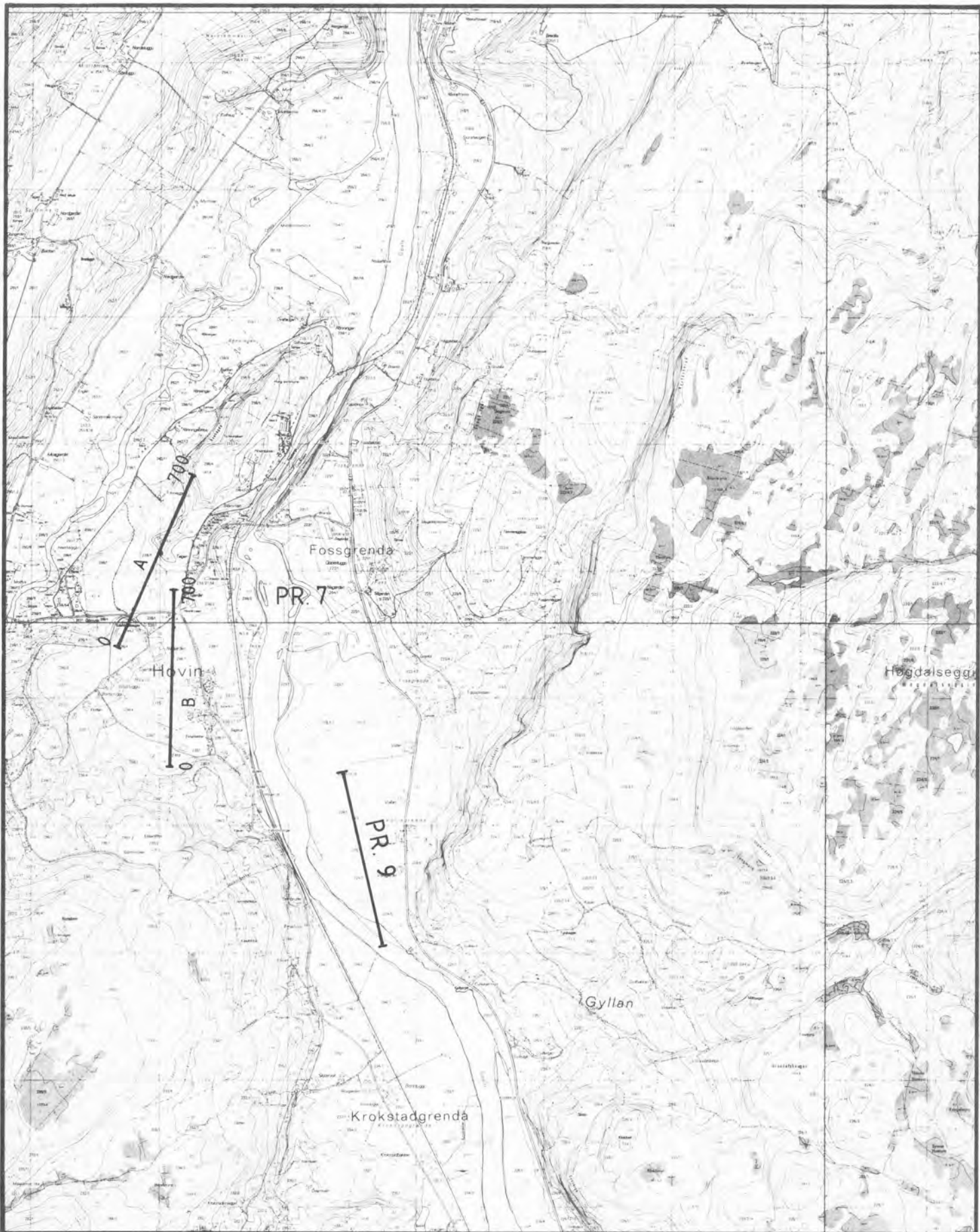
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.

1641 - 04

KARTBLAD NR.

1621 III



Norges Geologiske Undersøkelse
 Oversiktskart
 Seismiske grunnundersøkelser
HOVIN
 Melhus, Sør Trøndelag

MÅLESTOKK

1:20000

OBS. A. S. 1972 - 1979

TEGN. A. S. Des. - 1979

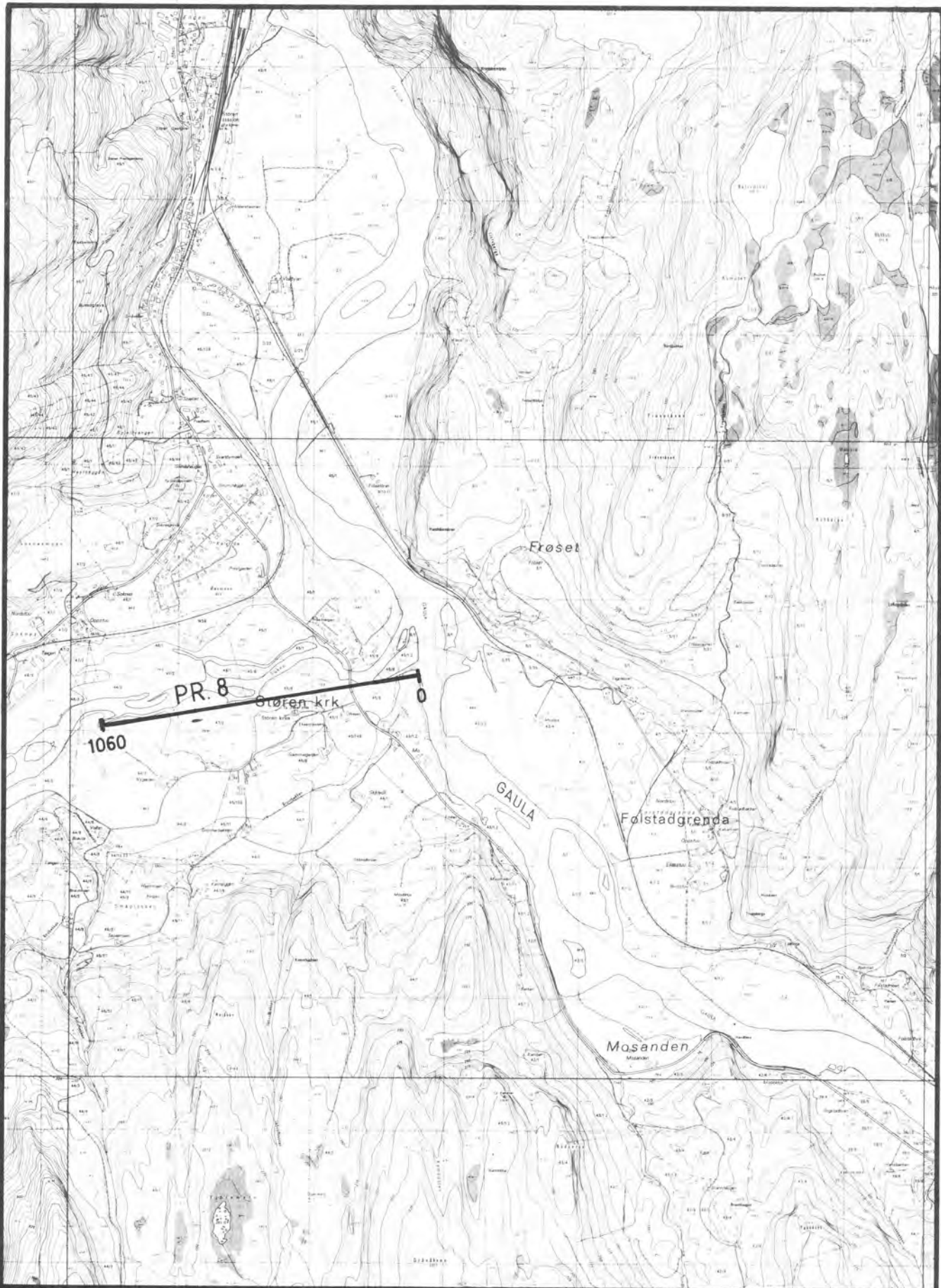
TRAC. O.P.R. Jan. - 1980

KFR. A.S.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.
 1641 - 05

KARTBLAD NR.
 1621 III



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 OVERSIKTSKART
 SEISMISKE GRUNNUNDERSØKELSER
 STØREN, GAULDALEN,
 S. - TRØNDELAG

MÅLESTOKK

1: 20 000

MÅLT A.S.

TEGN RO

TRAC. R.O

KFR.

Juni 77

Febr. 78

— // —

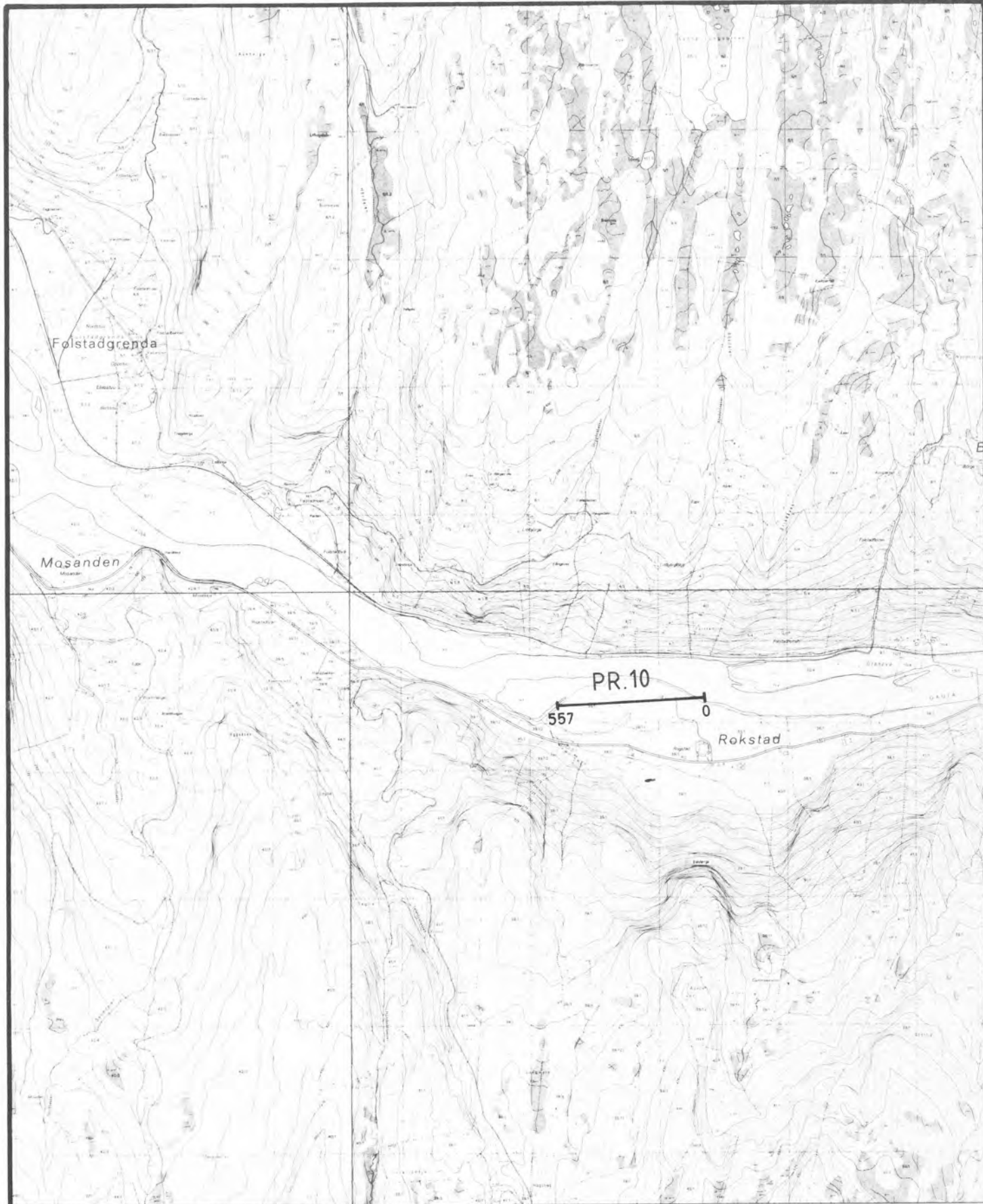
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.

1641-06

KARTBLAD NR.

1621 III



(CKL 115116-20)

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 SEISMISKE MÅLINGER
 OVERSIKTSKART
 ROKSTAD, GAULDALEN

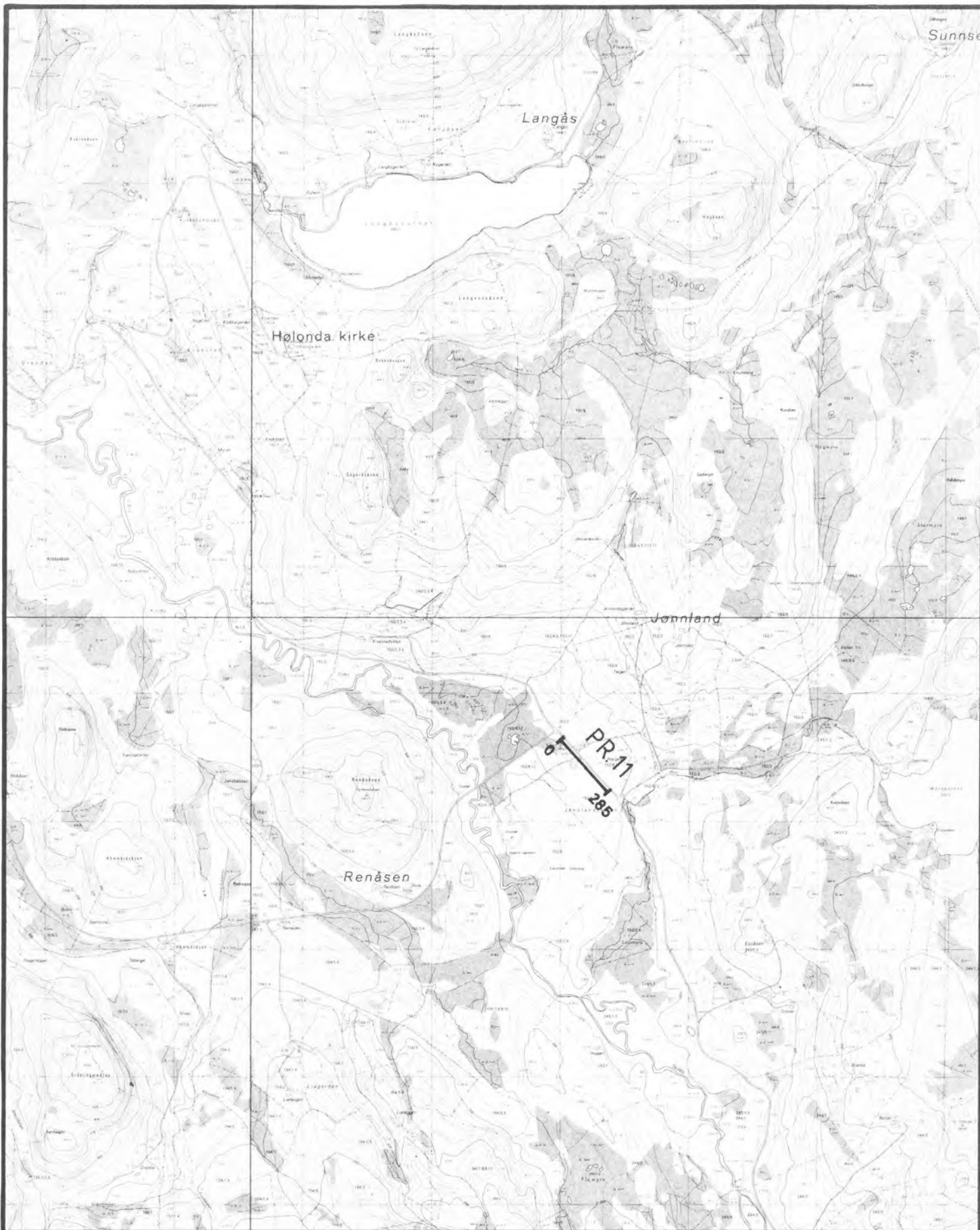
MÅLESTOKK
 1: 20 000

MÅLT A.S.	Apr. 72
TEGN. A.S.	—//—
TRAC. R.O.	Mars. 78
KFR. <i>R.S.</i>	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING. NR.
 1641 - 07

KARTBLAD NR.
 1621 III



Sunnsø

Langås

Hølonde kirke

Jønmland

Renåsen

PR-11
285

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
SEISMISKE MÅLINGER
OVERSIKTSKART
HØLONDA, GAULDALEN

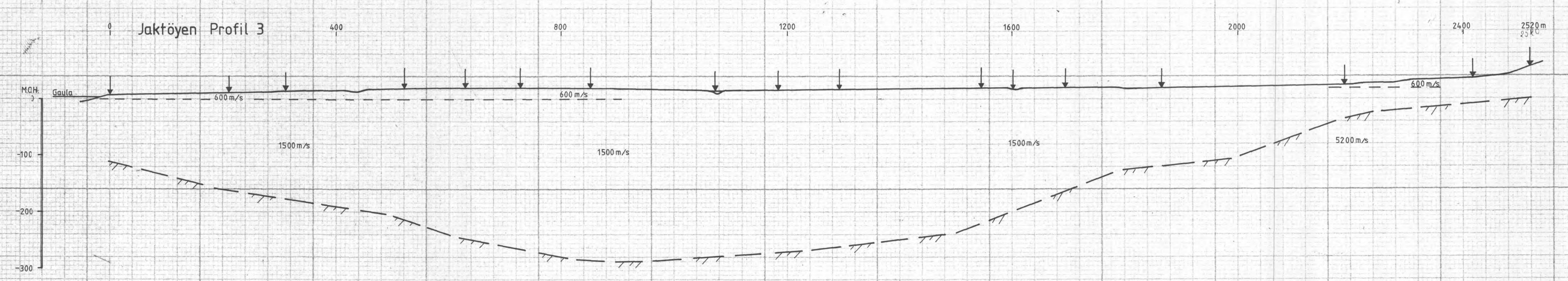
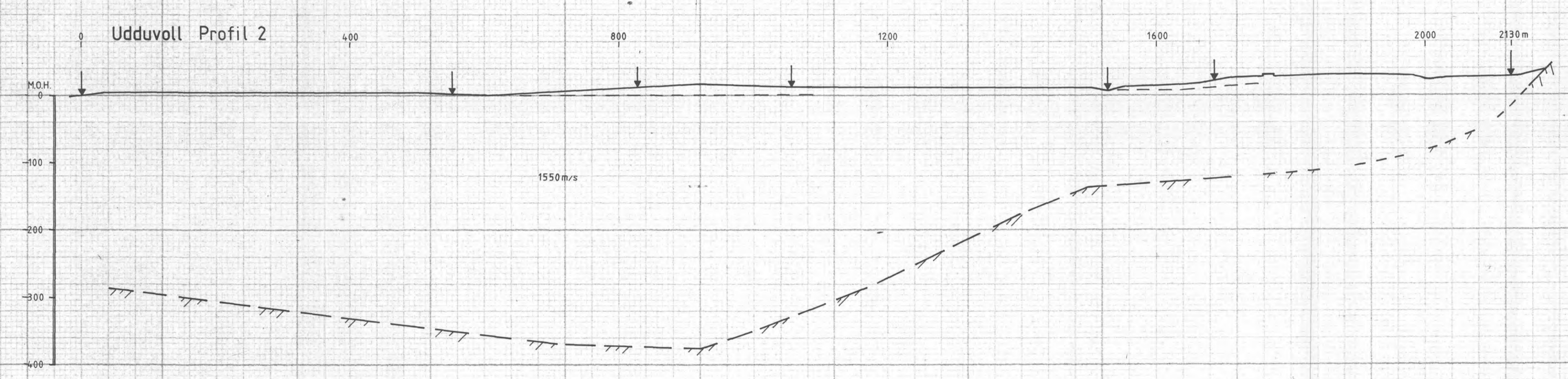
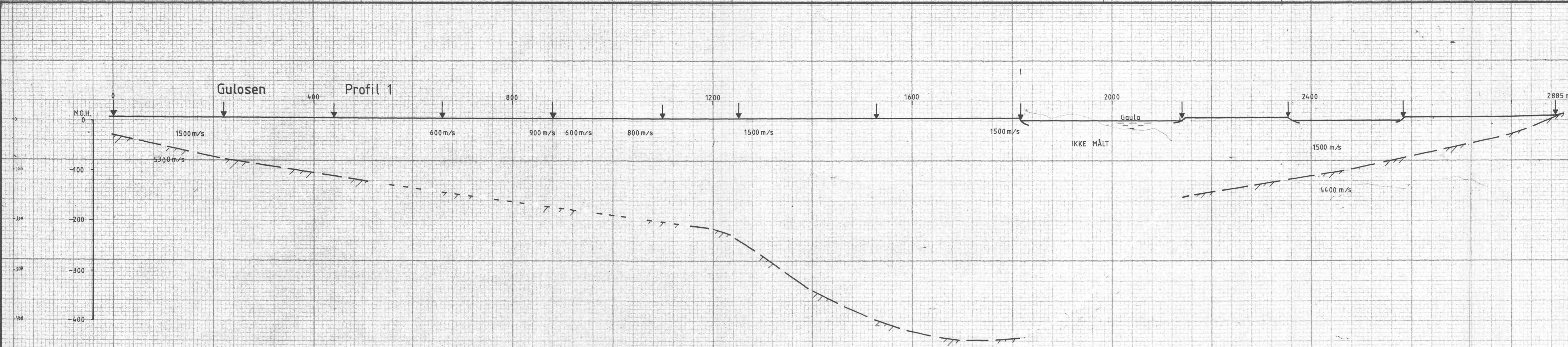
MÅLESTOKK
1: 20 000

MÅLT A.S.	Apr. 72
TEGN. A.S.	—//—
TRAC. R.O.	Apr. 78
KFR. R.S.	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

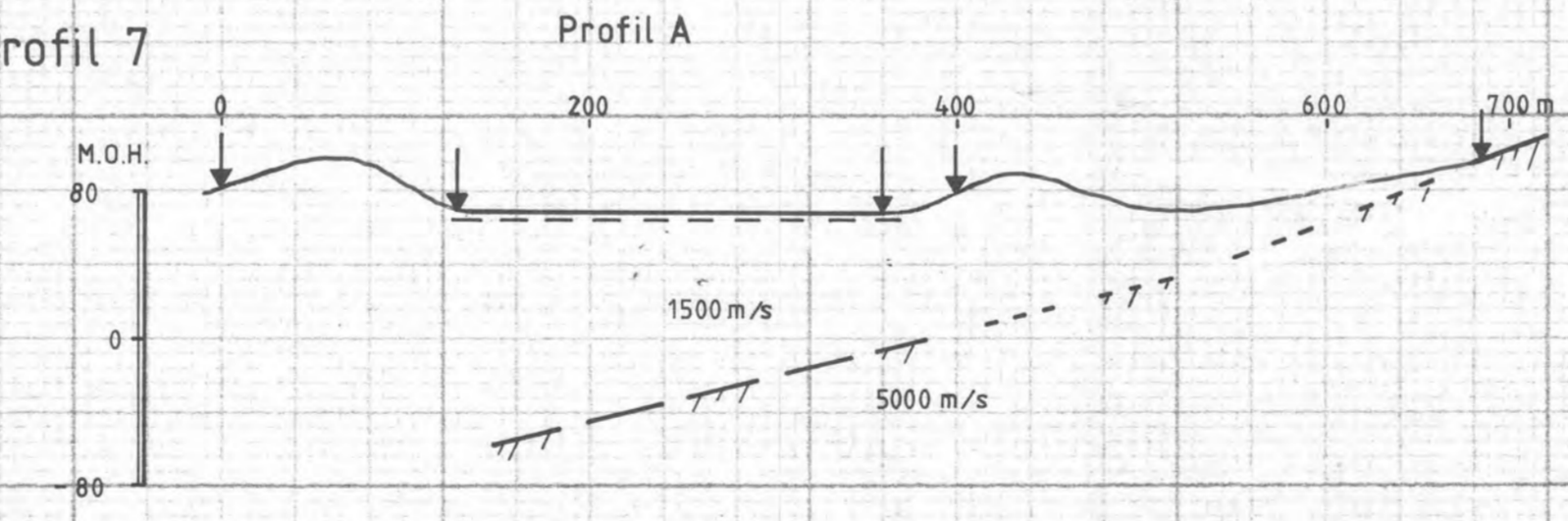
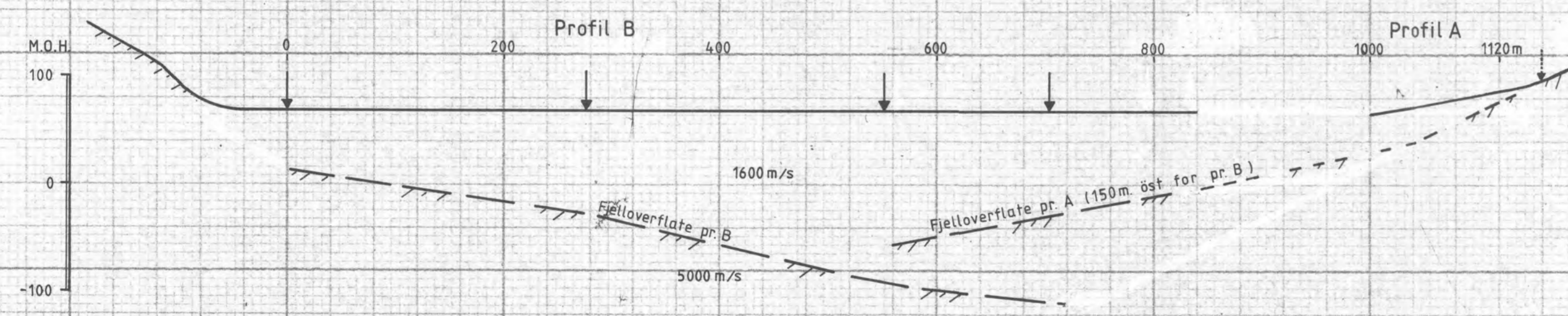
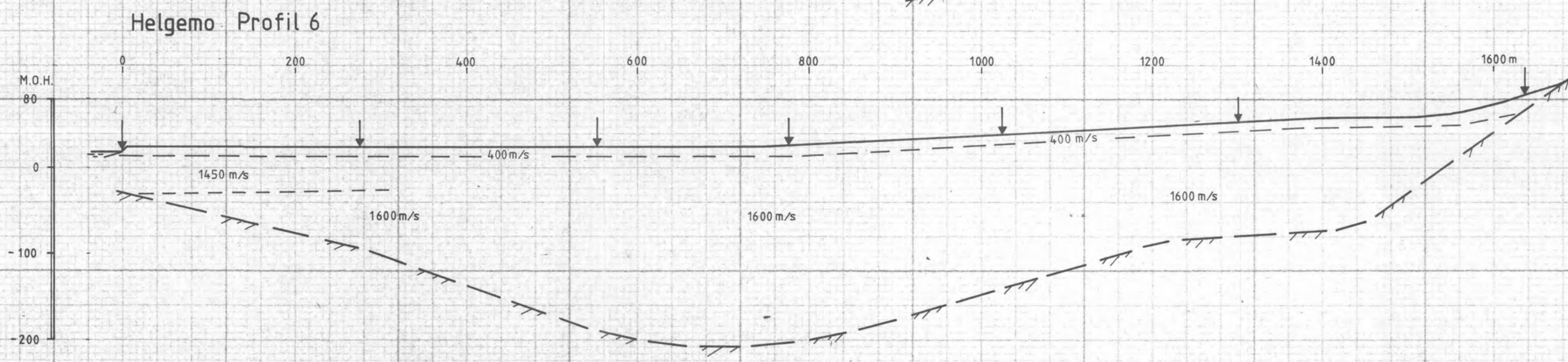
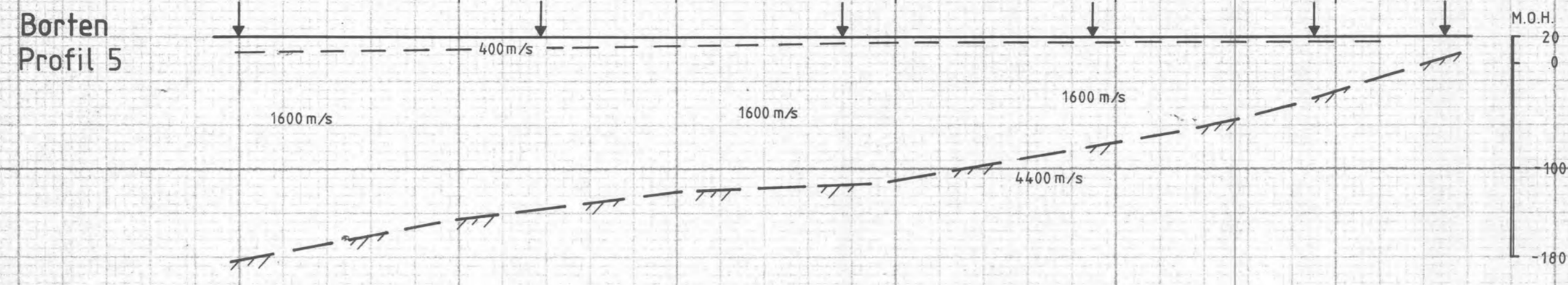
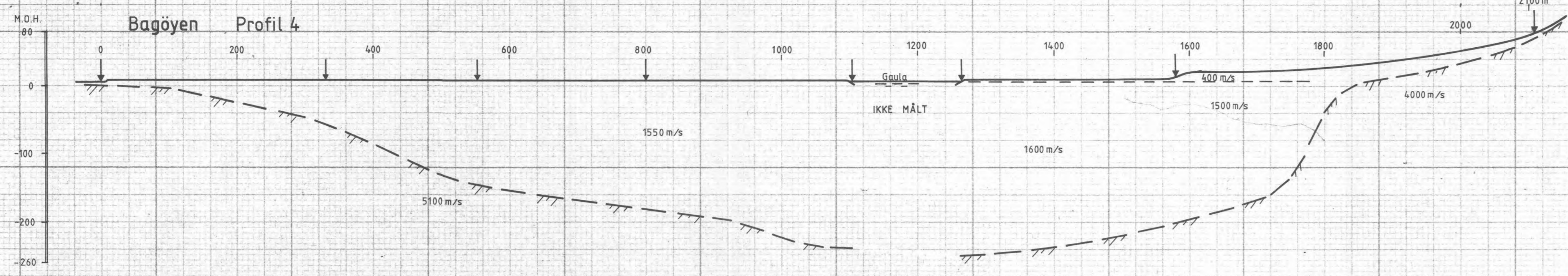
TEGNING NR.
1641 - 08

KARTBLAD NR.
1521 II



- TEGNFORKLARING**
- Terrangoverflate med skuddpunkt
 - Sjiktgrense
 - Indikert fjelloverflate
 - Usikker

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE GRUNNPROFILER SEISMISKE GRUNNUNDERSØKELSER GULDAL, UDDUVOLL OG JAKTØYEN GAULDAL, Sør-Trøndelag	MÅLESTOKK 1:4000	MÅLT A.S. 1972-1979 TEGN A.S. Okt.-1979 TRAC. O.P.R. Nov.-1979 KFR. J.S.
	TEGNING NR. 1641-09	KARTBLAD NR. 1621 IV

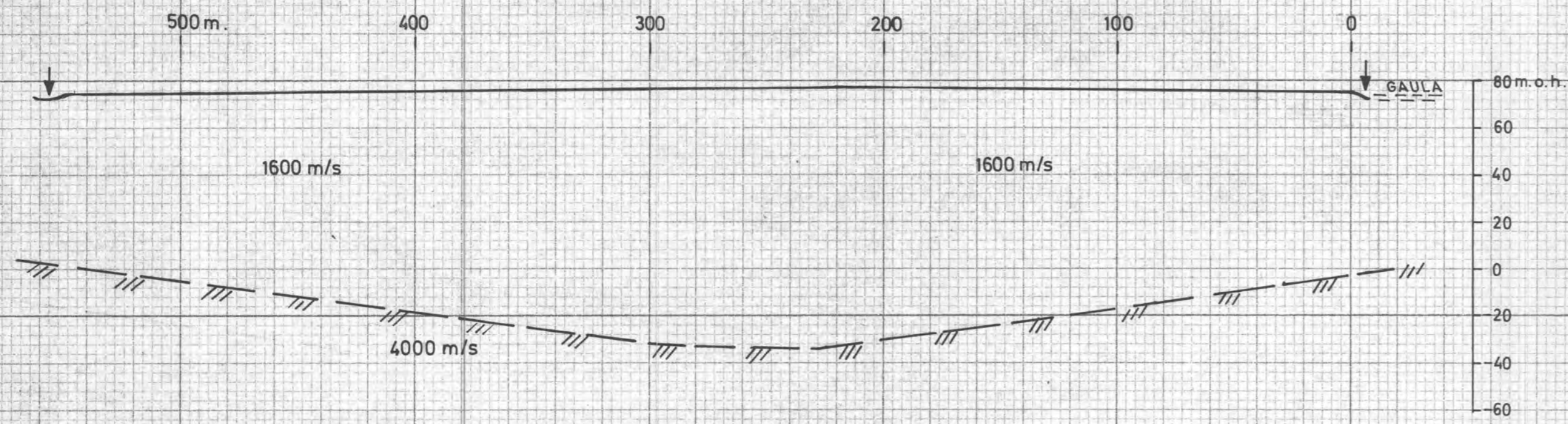


TEGNFORKLARING

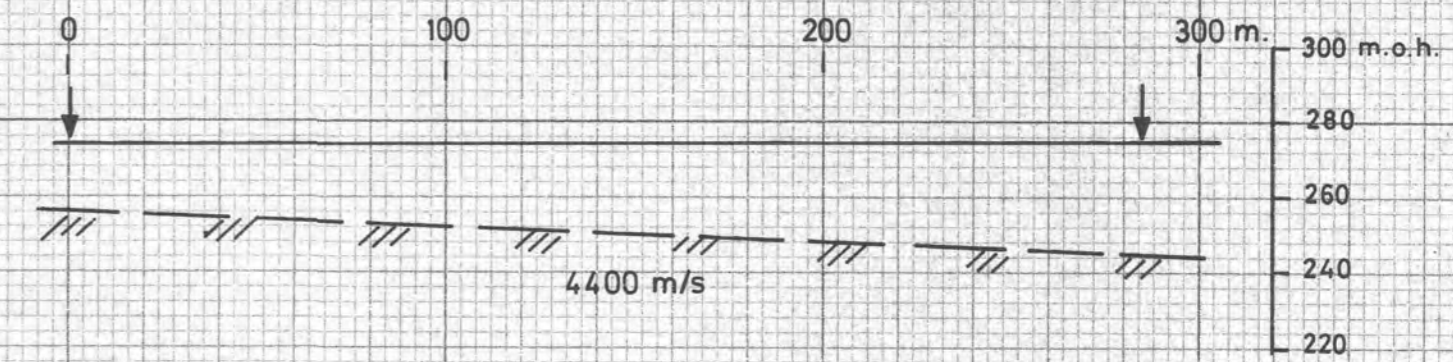
- Terrengoverflate med skuddpunkt
- Sjøktgrense
- Indikert fjelloverflate
- Usikker

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE GRUNNPROFILER SEISMISKE GRUNNUNDERSØKELSER Bagøyen, Borten, Helgemo, Hovin og Stören / GAULDAL, Sør-Trøndelag	MÅLESTOKK	MÅLT A.S. 1972-1979
	1:4000	TEGN. A.S. Okt.-1979
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD NR.
	1641 - 10	1621 III-IV

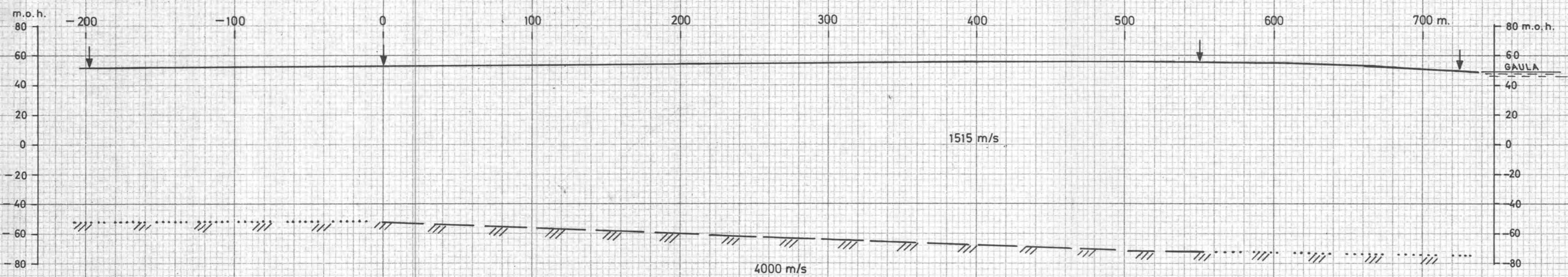
PROFIL 10 ROKSTAD



PROFIL 11 HØLONDA



PROFIL 9 HOVIN



TEGNFORKLARING

- ↓ Dagoverflate med skuddpunkt
- /// Indikert fjelloverflate
- Usikker

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
SEISMISKE MÅLINGER, GRUNNPROFILER
HOVIN, ROKSTAD OG
HØLONDA, GAULDALEN

MÅLESTOKK	MÅLT A. S.	April 72
1: 2000	TEGN A. S.	Febr. 78
	TRAC R. O.	
	KFR. A.S.	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR.	KARTBLAD (AMS)
1641-11	1521 II, 1621 III