



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eiriksons vei 39
Tlf. (075) 15 860

Postboks 3006
7001 Trondheim

Postgironr. 5168232
Bankgironr. 0633.05.70014

2.

Rapport nr. 1641		Åpen/ Forbeholdt	
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: 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 Horgsynklinalen (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. Feltarbeidet ble utført i flere etapper av: P. Melleby R. Mathisen R. Opdahl A. Meek B. Iversen K. Brandhaug K. Åm J. Tønnesen A. Sindre Målingene er utført under oppdragsnr. 867, 1167, 1584 og 1641.			
Nøkkelord	Geofysikk		Hastigheter
	Seismikk		Mektigheter
	Refraksjonsseismikk		Kvartærgeologi

Ved referanse til rapporten oppgis forfatter, tittel og rapportnr.

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. Dernest 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 profilopptegningene. 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

A handwritten signature in cursive script that reads "Atle Sindre".

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° .

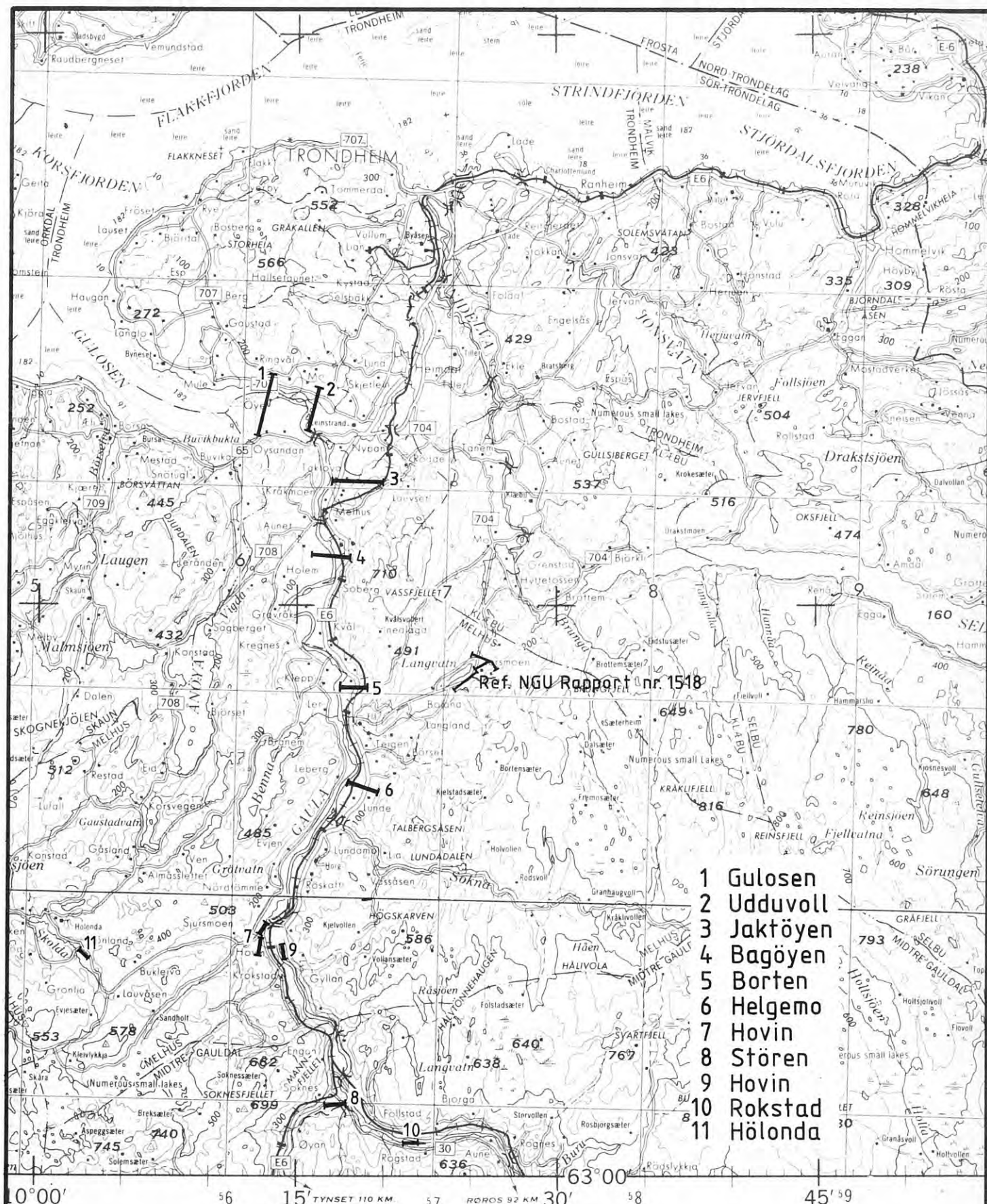
Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeiler seg i de oppregnede diagrammer, fordi de refrakterte bølger fra denne grense når overflaten senere enn fra en dypere grense. Det foreligger da en såkalt "blind sone", og de virkelige dybder kan være vesentlig større enn de beregnede. En annen feilkilde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



Norges Geologiske Undersøkelse
Oversiktskart
Seismiske grunnundersøkelser
GAULDAL
Sør Trøndelag

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:250000

OBS. A.S. 1972 - 1979

TEGN. A.S. Des. - 1979

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

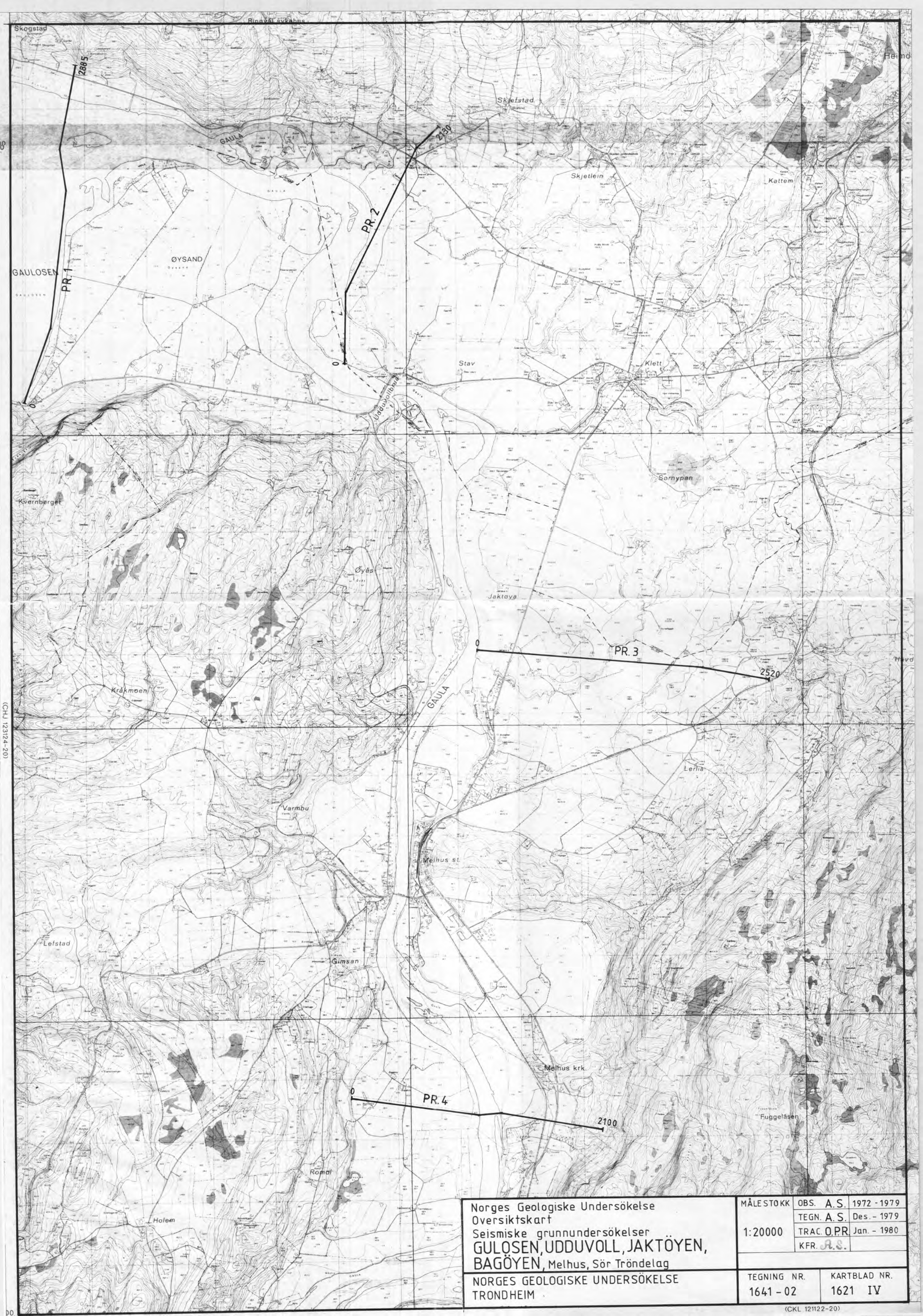
KFR. A.S.

TEGNING NR.

1641 - 01

KARTBLAD NR.

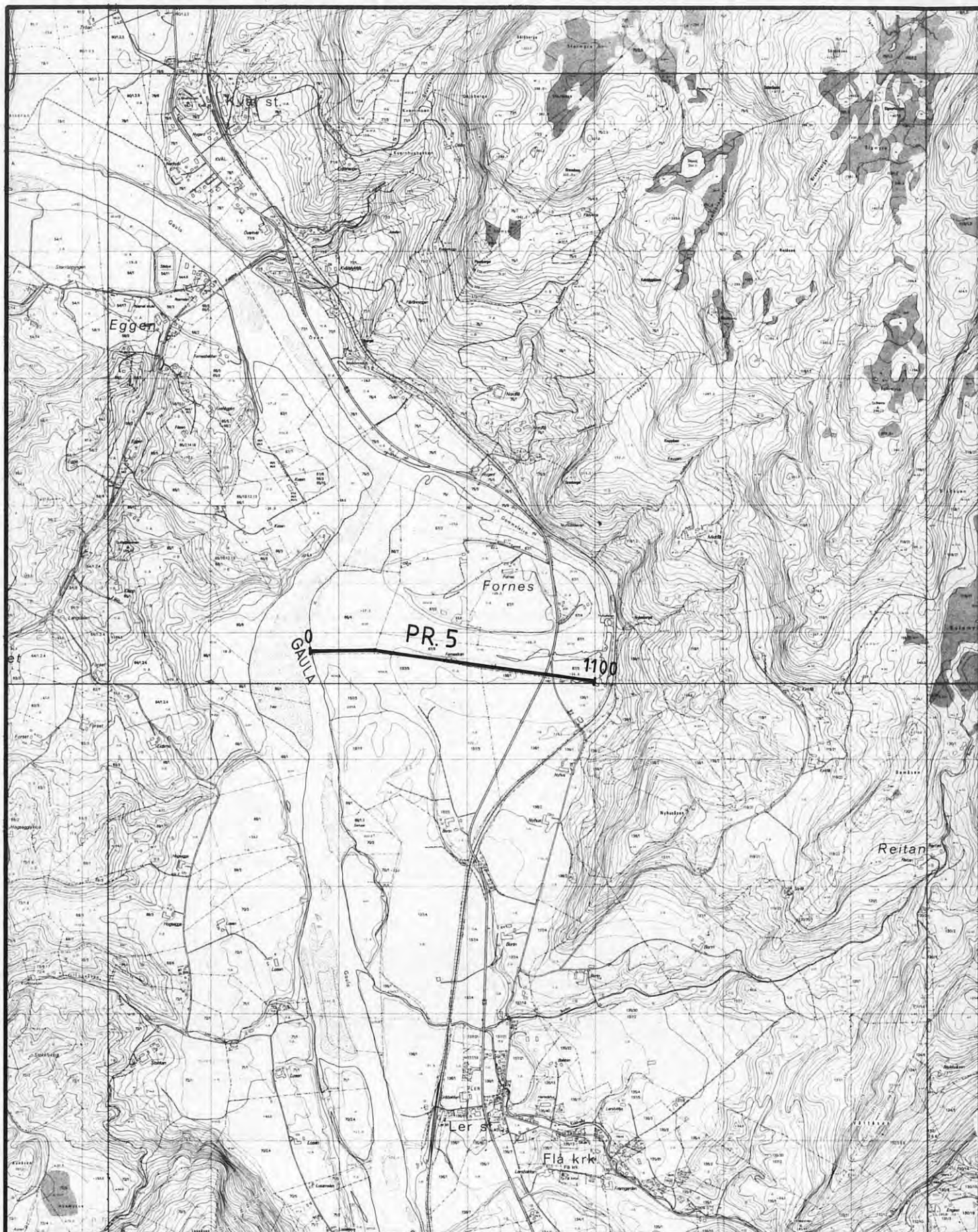
1521II, 1621III-IV



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
--------------------------	-------------------------



Norges Geologiske Undersøkelse
Oversiktskart
Seismiske grunnundersøkelser
BORTEN
Melhus, Sør Trøndelag

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:20000

OBS. A. S. 1972 - 1979

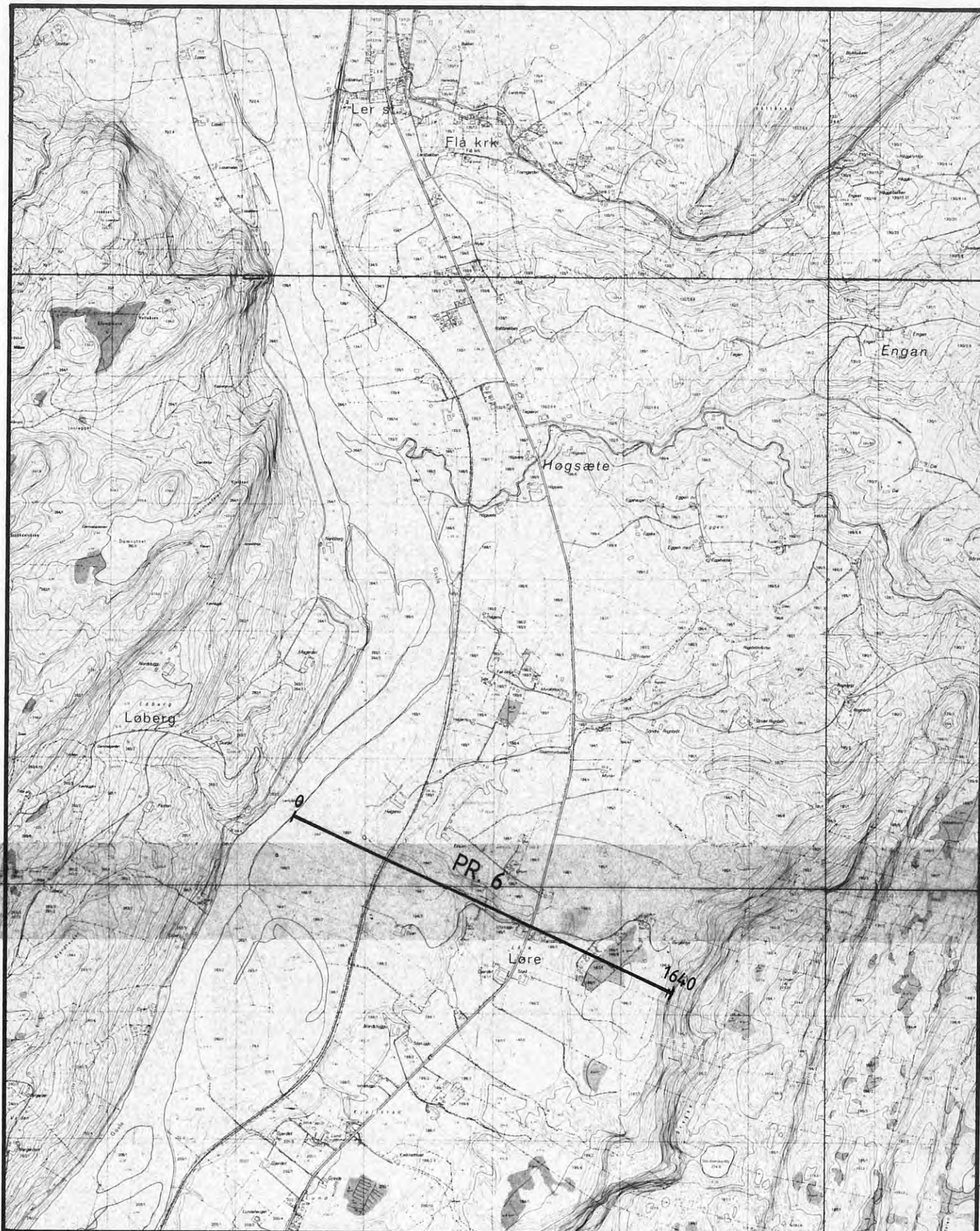
TEGN. A. S. Des. - 1979

TRAC. O.P.R. Des. - 1979

KFR. A.S.

TEGNING NR.
1641 - 03

KARTBLAD NR.
1621 III

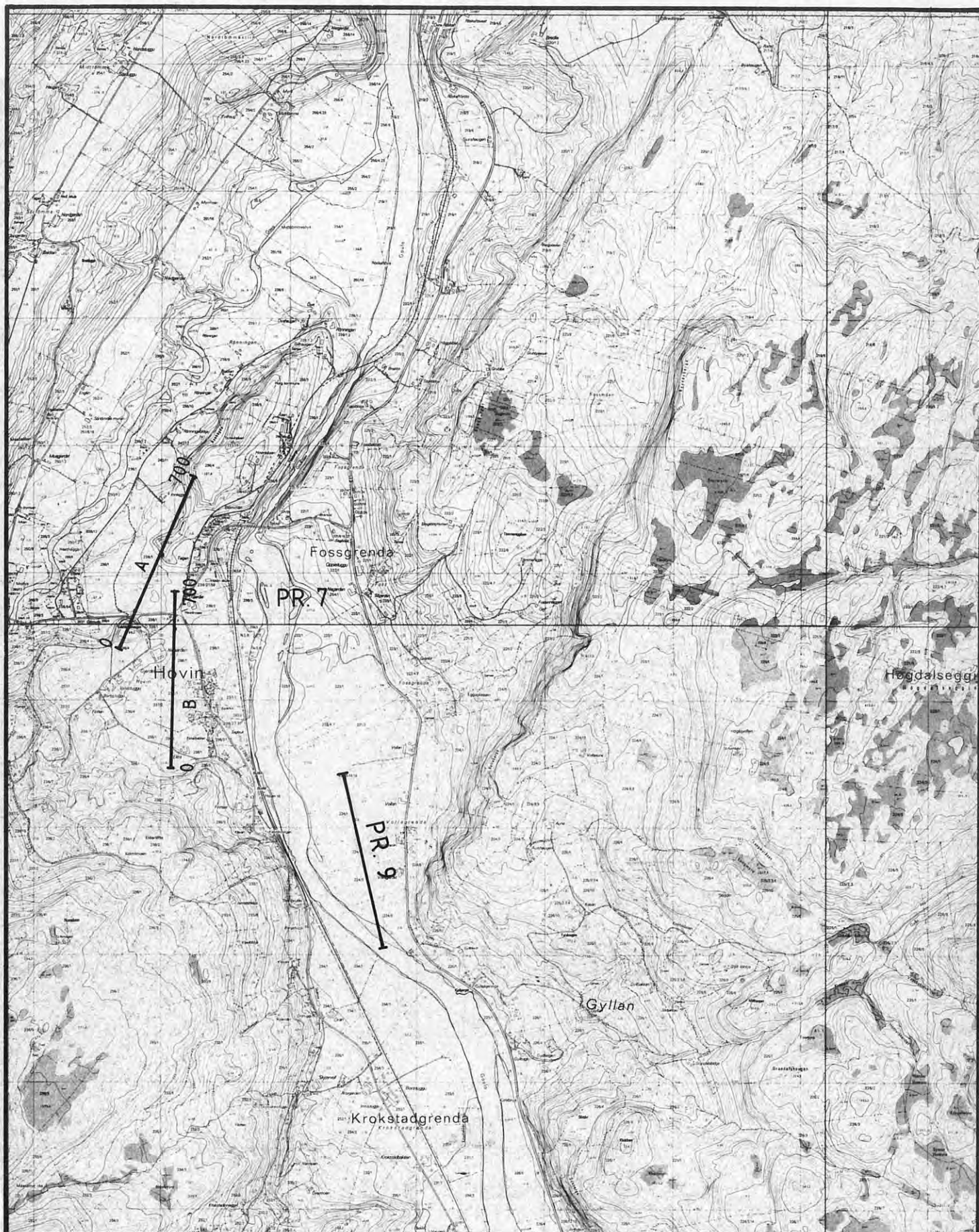


Norges Geologiske Undersøkelse
Oversiktskart
Seismiske grunnundersøkelser
HELGEMO
Melhus, Sør Trøndelag

MÅLESTOKK 1:20000	OBS. A.S.	1972 - 1979
	TEGN. A.S.	Des. - 1979
	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

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:20000

OBS. A.S. 1972 - 1979

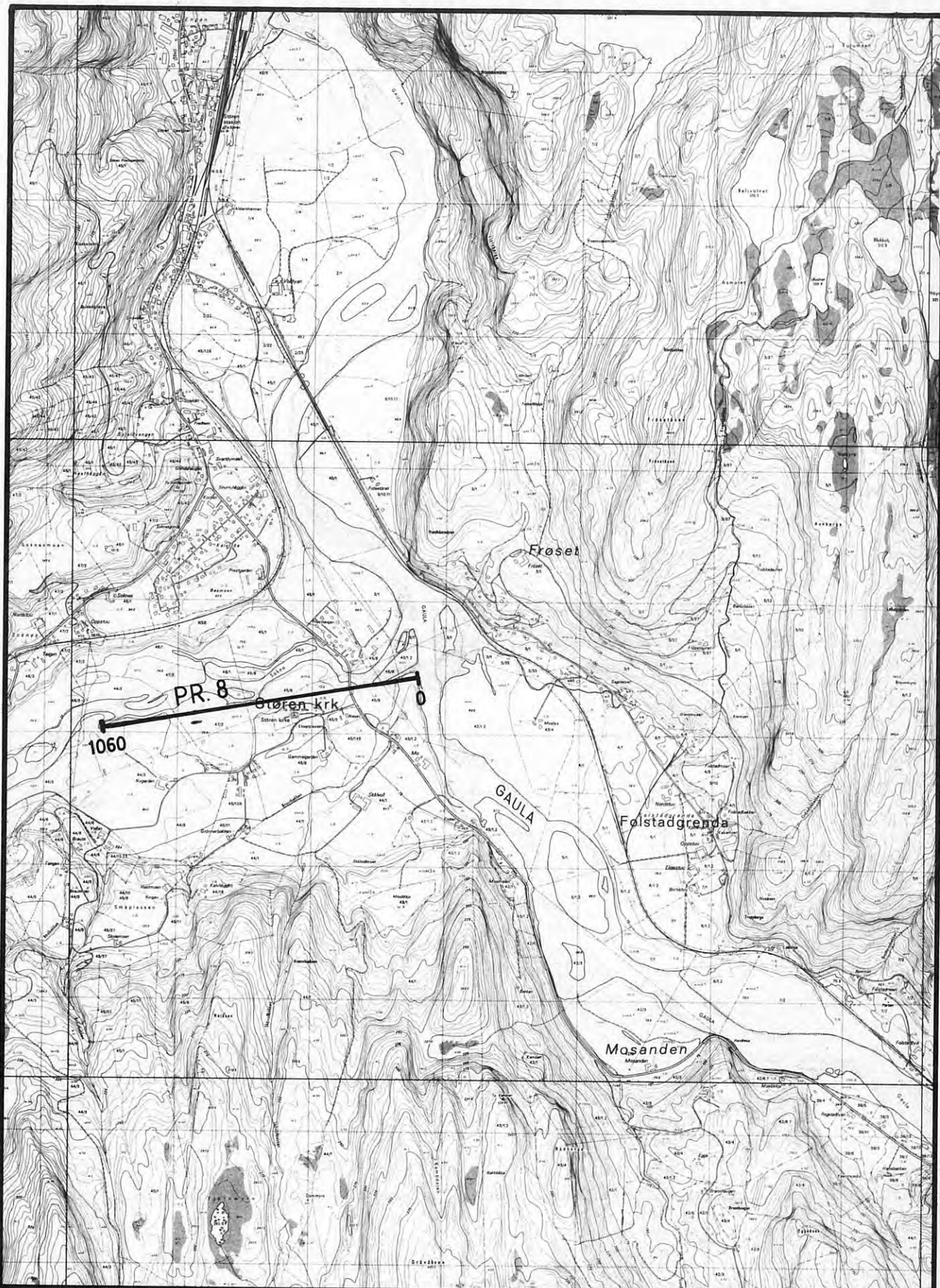
TEGN. A.S. Des. - 1979

TRAC. O.PR. Jan. - 1980

KFR. A.S.

TEGNING NR.
1641 - 05

KARTBLAD NR.
1621 III



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

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1: 20 000

MÅLT A.S.

TEGN R.O.

TRAC. R.O.

KFR. 2.3.

Juni 77

Febr. 78

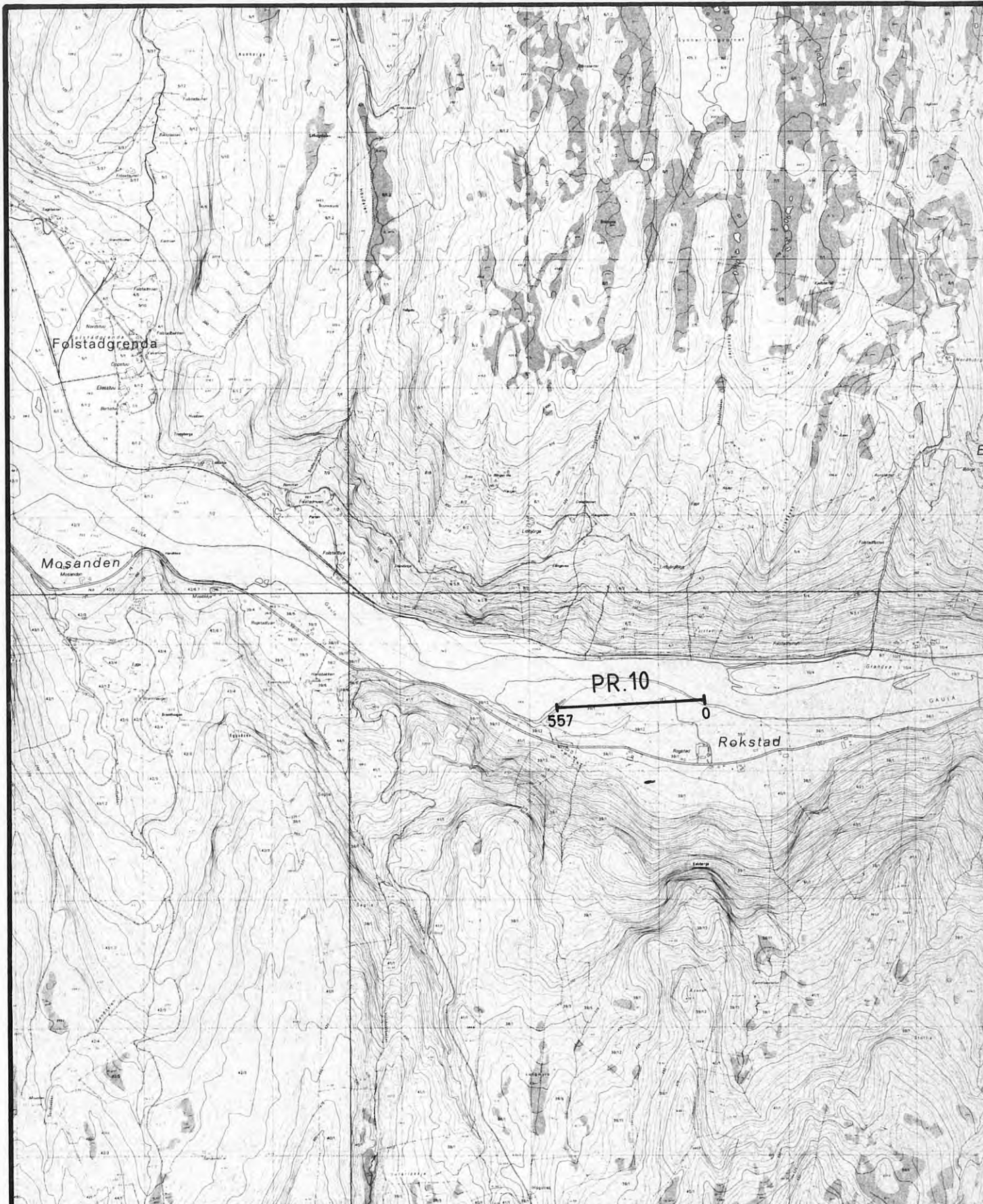
— II —

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. A.S.

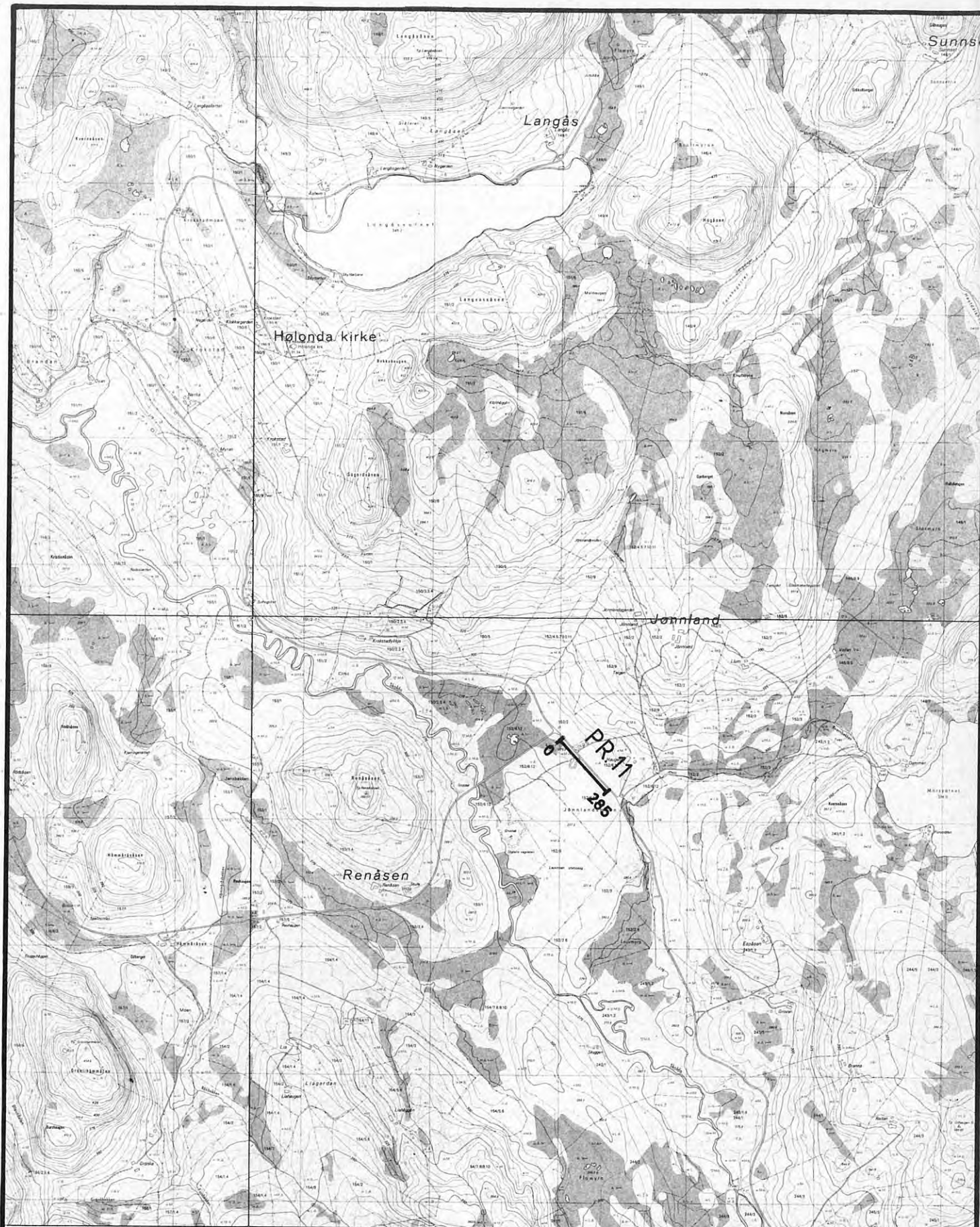
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING. NR.

1641 - 07

KARTBLAD NR.

1621 III



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
SEISMISKE MÅLINGER
OVERSIKTSKART
HØLONDE, GAULDALEN

MÅLESTOKK

1: 20 000

MÅLT A.S.

Apr. 72

TEGN. A.S.

— " —

TRAC. R.O.

Apr. 78

KFR. R.S.

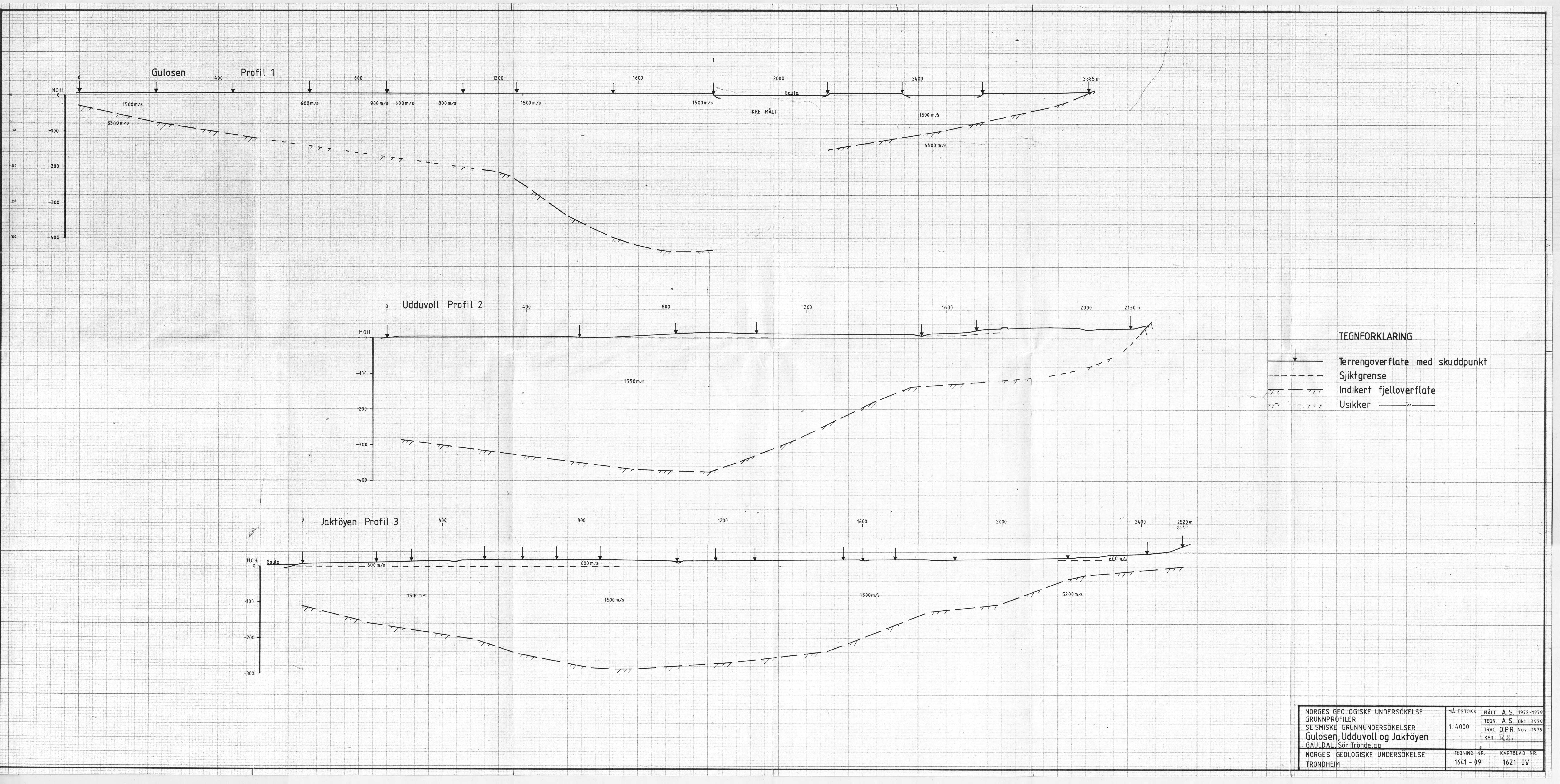
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

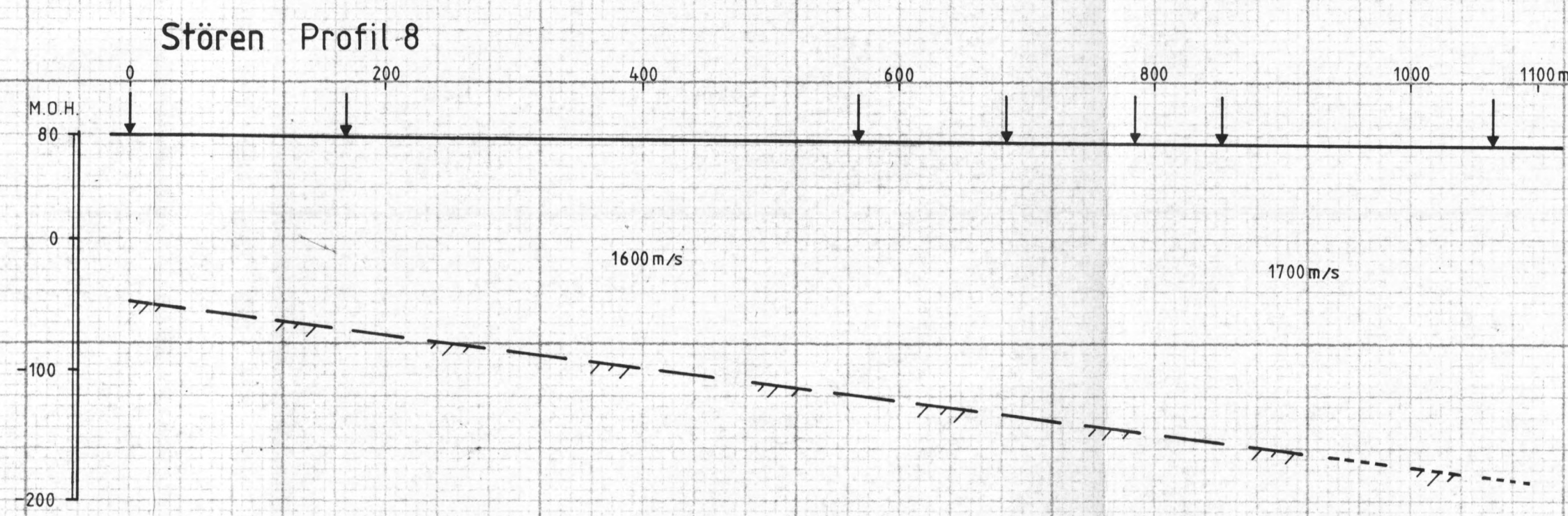
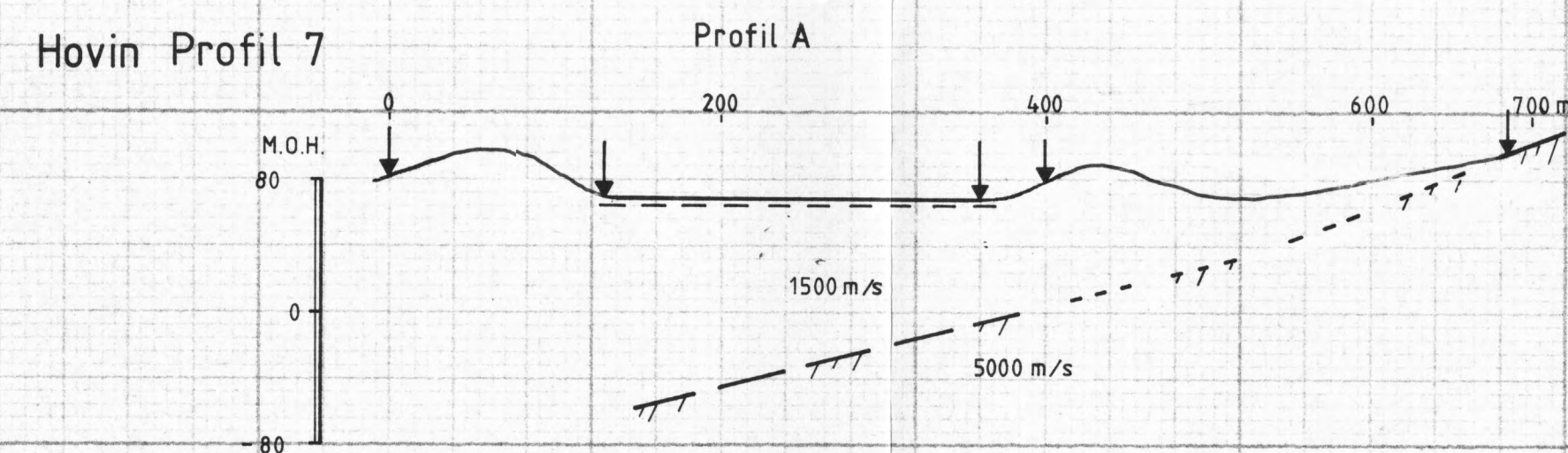
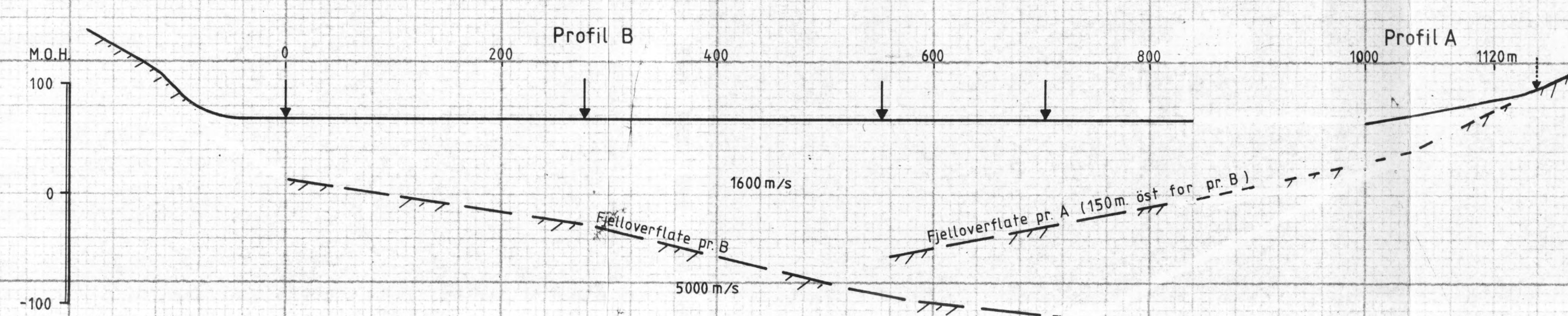
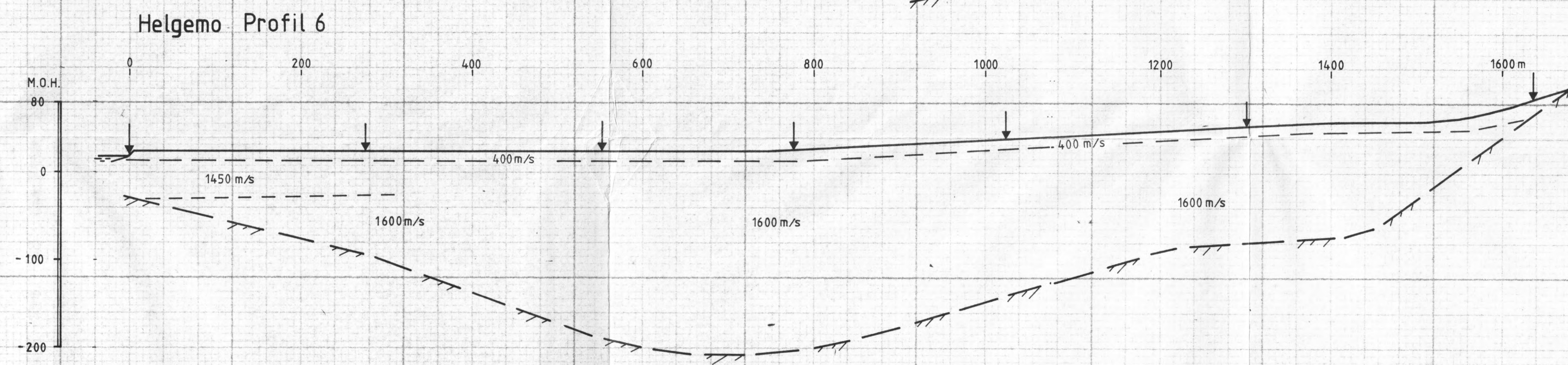
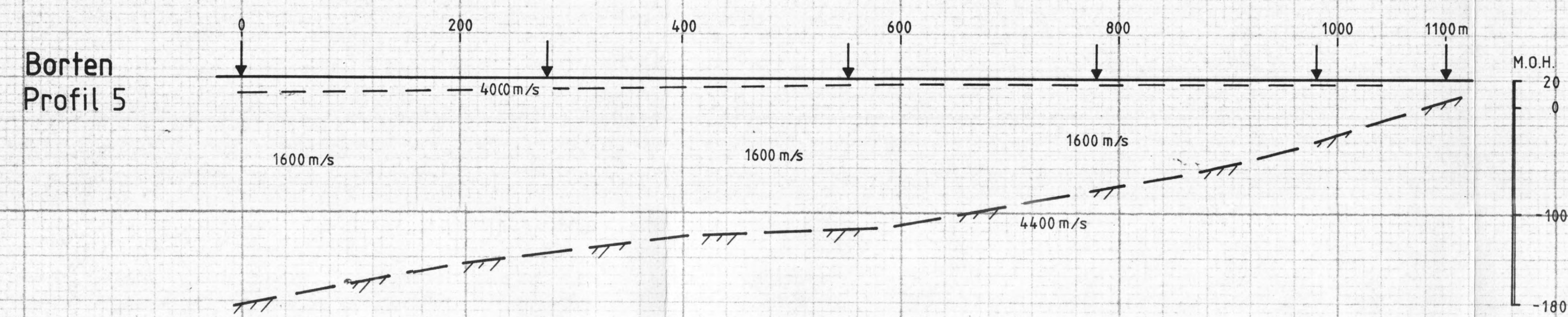
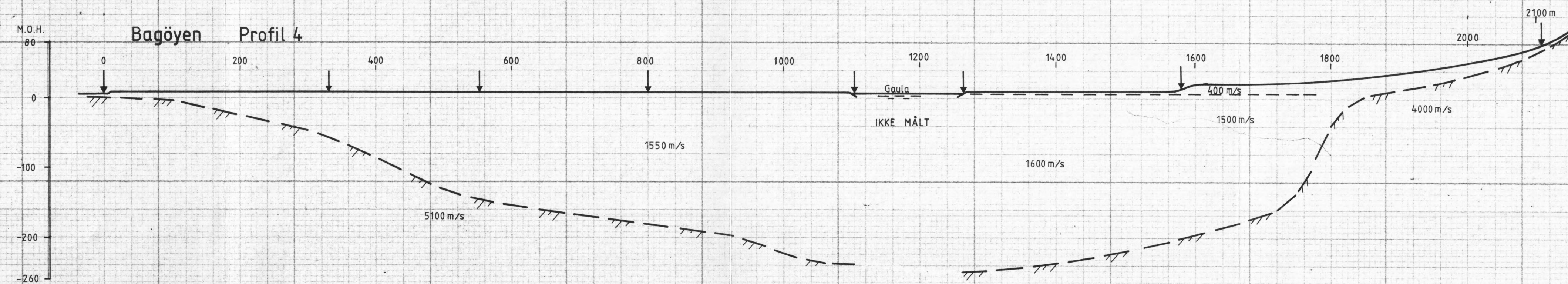
TEGNING NR.

1641 - 08

KARTBLAD NR.

1521 II



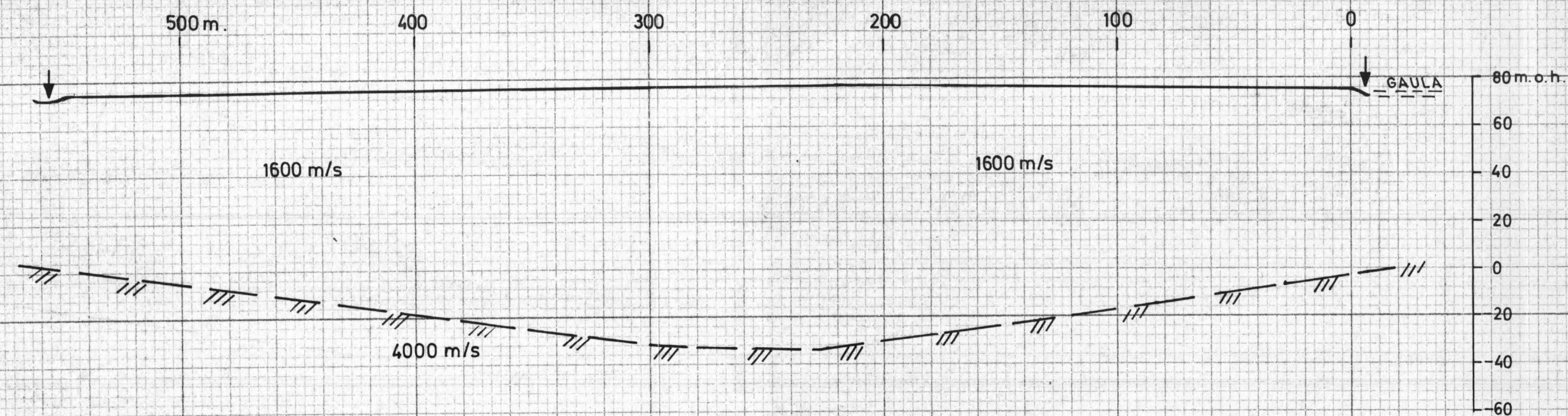


TEGNFORKLARING

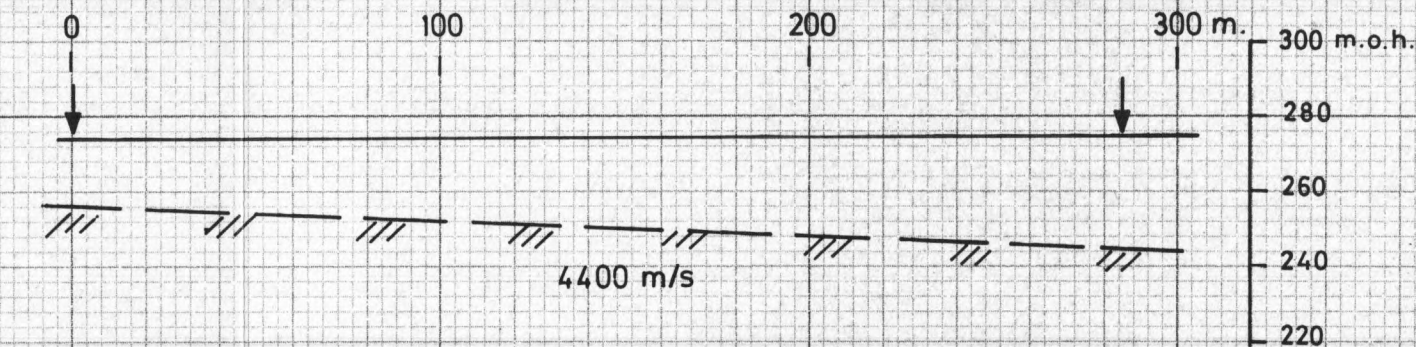
- Terrengoverflate med skuddpunkt
- Sjiktgrense
- Indikert fjelloverflate
- Usikker

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

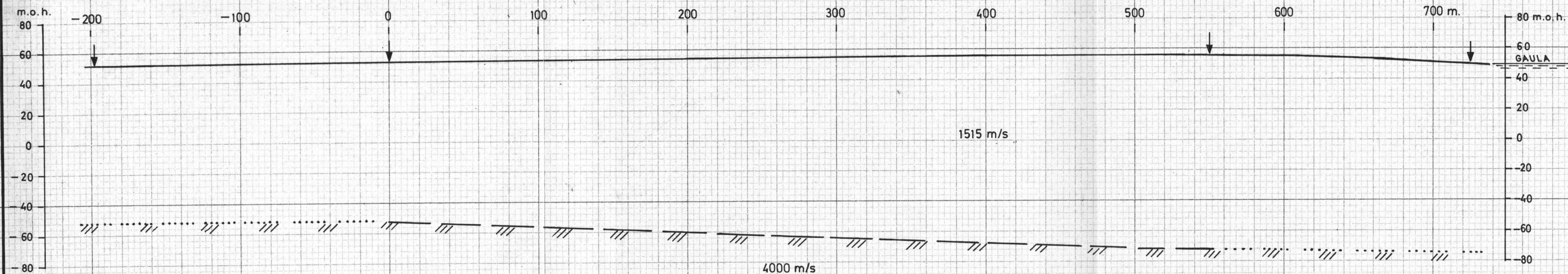
PROFIL 10 ROKSTAD



PROFIL 11 HØLONDA



PROFIL 9 HOVIN



TEGNFORKLARING

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

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

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

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

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