



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 2031	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering Fortrolig
Kommer fra ..arkiv Sulitjelma Bergverk A/S	Ekstern rapport nr "542200001"	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:

Tittel

Radiometriske-, magnetisk og VLF-målinger fra helikopter over et område nordøst for Fauske i Nordland Fylke. Helikoptermåling, Sisovatn.

Forfatter

HÈBREKKE H. NGU

Dato

1982

Bedrift

Sulitjelma Gruber A/S

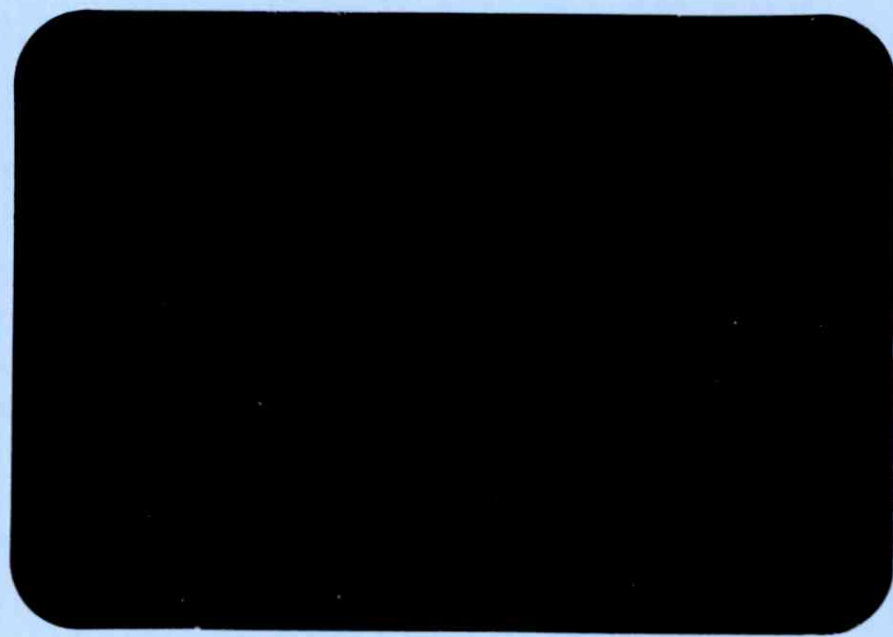
Kommune	Fylke	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad	1: 250 000 kartblad
---------	-------	--------------	--------------------	---------------------

Fagområde	Dokument type	Forekomster
Råstofftype	Emneord	

Sammendrag

Rapporten inneholder resultater fra geofysisk helikoptermåling i området rundt Sisovatn. Det ble utført radiometriske-, magnetometriske- og VLF-målinger over ca. 120 kv.km. Resultatene er plotta som profilkurve- og kotekart. VLF-målingene er svært usikre pga. vilt terreng. Resultata fra de magnetiske- og radiometriske målingene indikerer et sentralt område med lög respons, omkransa av bergarter med høgt magnetitt- og K-, Th- og U-innhold. Magnetometri.

542.200.001



NGU

UNDERSØKELSE AV
STATENS BERGRETTIGHETER
1982

NGU Rapport nr. 1900/81B

Radiometriske-, magnetiske- og VLF-
målinger fra helikopter over et område
nordøst for Fauske,
Sørfold og Fauske, Nordland



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eiriksons vei 39 Postboks 3006
Tlf. (075) 15 860 7001 Trondheim

Postgironr. 5 16 82 32
Bankgironr. 0633.05.70014

Rapport nr. 1900/81B	Åpen/ Forlagt	
Tittel: Radiometriske-, magnetiske- og VLF-målinger fra helikopter over et område nordøst for Fauske i Nordland fylke.		
Oppdragsgiver: USB	Forfatter: Henrik Håbrekke	
Forekomstens navn og koordinater:	Kommune: Sørfold og Fauske	
Fylke: Nordland	Kartbladnr. og -navn (1:50000): 2129 I Sisovatn 2129 IV Sørfold	
Utført: Feltarbeide: 05.07.-11.07.82 Rapport : September 1983	Sidetall: 11 Tekstbilag: Kartbilag: 7	
Prosjektnummer og -navn: 1900 Undersøkelse av statens bergrettigheter		
Prosjektleder: Ingvar Lindahl		
Sammendrag: Rapporten inneholder resultater fra geofysiske målinger fra helikopter over et område nordøst for Fauske i Nordland fylke. Det ble utført både radiometriske-, magnetiske- og VLF-målinger over et ca. 120 km² stort område. Flyhøyde og profilavstand var henholdsvis 200' og 200 meter og det ble i alt fløyet ca. 650 km profil. Området består hovedsakelig av fjellterreng med store høydevariasjoner. Kartgrunnlaget besto av kartblad 2019 IV i 1:50 000-serien og kartmateriale fra kraftutbygging - alt oppfotografert til målestokk 1:20 000. Resultatene fra målingene er plottet ut som profilkurve- og kotekart på NGUs HP-plotter etter databehandling i NGUs HP3000 datamaskin.		
Nøkkelord	Geofysikk	Radiometriske målinger
	Helikoptermålinger	VLF-målinger
	Magnetiske målinger	

Ved referanse til rapporten oppgis forfatter, tittel og rapportnr.

INNHOOLD

	<u>Side</u>
INNLEDNING	4
UNDERSØKELSESBETINGELSER	4
MÅLEMETODER, INSTRUMENTER	5
UTFØRELSE	7
BEARBEIDELSE	8
RESULTATER	9

KARTBILAG

1900/81B-01 Magnetisk totalfelt, profilkurvekart m/flylinjer	1:50 000
-02 " " , kotekart 25 gamma koteavstand	1:50 000
-03 Radiometrisk totalstråling, profilkurvekart m/flylinjer	1:50 000
-04 Kalium 40 , profilkurvekart m/flylinjer	1:50 000
-05 Uran , " "	1:50 000
-06 Thorium , " "	1:50 000
-07 VLF, Reell- og Imaginærkomponent	1:50 000

INNLEDNING

Geofysisk avdeling, NGU fikk sommeren 1982 som oppdrag for USB å utføre geofysiske målinger fra helikopter over et område nordøst for Fauske i Nordland fylke. Området dekker ca. 200 km² og benevnes i denne rapporten SØRFOLD. Det ble tilsammen fløyet 650 profilkilometer. Området er tidligere av NGU dekket med magnetiske målinger fra fly.

UNDERSØKELSESBETINGELSER

For at geofysiske målinger fra helikopter skal gi vellykkede resultater, må værforholdene under måling være rimelig gode. I sterk vind, regn og tåke må målingene ofte avbrytes. I regnvær vil sikten avta, slik at piloten ikke klarer å holde den kurs og målehøyde som fordres.

I områder med store høydegradienter kan selv målinger fra helikopter være vanskelig å utføre og gi mangelfulle opplysninger om berggrunnen under helikopteret. Dette gjelder særlig elektro-magnetiske og radiometriske målinger der målehøyden er av avgjørende betydning for et godt resultat.

Ved målingene over SØRFOLD var værforholdene brukbare, og en hadde ikke vind av betydning. De topografiske forhold var meget vanskelige med store høydevariasjoner, og helikopteret måtte flere ganger bruke 360° svinger for å vinne høyde. Under slike forhold kan målenøyaktigheten forringes fordi en ikke klarer å holde konstant og lav høyde, og i enkelte tilfelle kan en også få innvirkning fra fjellsiden, både over og på siden av helikopteret. Dette gjelder særlig ved måling av gammastråling.

Under målingene søker piloten å holde en målehastighet på ca. 100 km pr. time og flyhøyde ca. 200 fot over bakken. Dersom naviga-

tøren skal kunne dirigere piloten til riktig profilkurs ved denne hastighet og høyde, må kartgrunnlaget være av god kvalitet. Det bør også være et rimelig antall referansepunkter på bakken (elver, veier, vann, bebyggelse etc.). Ved målingene over SØRFOLD ble topografisk kart fra 1:50 000-serien og lokale kraftutbyggingskart satt sammen og oppfotografert til målestokk 1:20 000 benyttet for navigasjon, og en hadde på grunn av relativt godt kartmateriale få problemer med å oppnå brukbar dekning av området.

Når magnetiske målinger utføres enten fra fly, skip eller på bakken, må en gardere seg mot at de variasjoner en måler i det jordmagnetiske feltet er tidsavhengige. Dette oppnås ved at man i eller ved målefeltet plasserer et stasjonært magnetometer som registrerer slike variasjoner. Disse målte daglige variasjonene er siden forsøkt kompensert ved korrelasjon med digitale magnetiske data fra basestasjonen.

MÅLEMETODER, INSTRUMENTER

Ved oppdraget over SØRFOLD ble tre forskjellige målinger utført samtidig. For å muliggjøre et slikt opplegg må et større og sterkere helikopter anvendes enn hva ville vært tilfelle ved utførelse av f.eks. elektromagnetiske målinger alene. I tillegg til økt informasjon fra berggrunnen under helikopteret ved måling av ekstra parametre, vil det sterkere helikopteret også være bedre egnet til klatring i dårlig terreng og derved bidra til bedre utførelse av målingene i den lave målehøyden som fordres.

Det jordmagnetiske feltet ble målt med et Geometrics G-813 protonmagnetometer. Dette instrumentet måler det magnetiske totalfeltet, og sensorelementet som slepes ca. 10 m under helikopteret, trenger ingen spesiell orientering. Protonmagnetometeret er et punktregistrerende instrument, og tiden mellom hvert målepunkt bør være så kort som mulig for å få best mulig oppløsning mellom

de forskjellige anomaliårsaker. Dersom tiden mellom hvert målepunkt minskes for mye, vil imidlertid målenøyaktigheten reduseres. Vi benyttet en målerepetisjonstid på 0.8 sek ved målingene over SØRFOLD. Ved en helikopterhastighet på ca. 100 km/t (ca. 30 m/sek) og en målehøyde ca. 50 m over bakken, vil en derfor kunne skille anomaliårsaker som ligger 40-50 m fra hverandre i bakkenivå.

Det ble samtidig med de magnetiske målingene utført radiometriske målinger, dvs. måling av gammastråling fra bakken. Målesonden for de radiometriske målingene består av 4 stk. 4" x 4" x 16" NaI krystaller med totalt volum 1024 kubikktommer eller ca. 16,8 liter. Målekrystallene plasseres på dørken inne i helikopteret. Selve måleinstrumentet er et spektrometer av type Geometrics GR-800B. Dette diskriminerer mellom og måler gammastråling fra de tre radioaktive elementene Kalium 40, Bismuth 214, Thallium 208 samt total stråling fra bakken under helikopteret. Bismuth 214 og Thallium 208 er datterprodukter av henholdsvis Uran 238 og Thorium 232. Radiometriske målinger foregår punktvis med repetisjonsfrekvens 0,8 sek, og mellom hvert målepunkt akkumuleres tellingene av mottatte gammastråler i de fire kanalene.

Det kombinerte måleopplegget inkluderte også VLF-målinger med et Geonics EM-18 instrument for bruk i fly/helikopter. Dette instrumentet måler forholdet mellom det vertikale sekundære magnetiske feltet og det primære horisontale magnetiske feltet fra VLF-senderstasjoner som instrumentet tunes til. De magnetiske feltene måles ved hjelp av ortogonale mottagerspoler som er festet på utsiden av helikopterkabinen. Stasjonene som benyttes opererer i frekvensbandet mellom 15 og 25 kHz, og de ligger i Syd-Europa og USA. Måleprofilene må, dersom beste måleresultater skal oppnås, legges mest mulig vinkelrett på strøkretningen og på retningen til senderstasjonen som benyttes. Ved målingene over SØRFOLD ble den franske stasjonen med kallesignal FUO benyttet.

I tillegg til de geofysiske målingene ble helikopterets høyde over bakken målt med en Honeywell radarhøydemåler type APN-198.

Målenøyaktigheten av dette instrumentet er ± 5 fot i den aktuelle målehøyden.

Under flygingen har navigatøren merket av lett kjennbare punkter langs profilene på navigasjonskartet. Slike "plottemerker" er også avtegnet på analoge opptak og på de digitale registreringer.

Alle resultater ble registrert analogt på en GAR 6 sekskanals servoskriver. 3 av kanalene på GAR 6-skriveren ble benyttet til å registrere to radioaktive elementer og totalstråling, en til å registrere resultater fra magnetometeret og en til registrering av VLF.

Alle data fra magnetometeret, VLF-instrumentet og gammaspektrometeret ble samtidig registrert digitalt på magnetbånd sammen med sann tid, profilidentifikasjon, høydedata etc. Til digital data-logging er benyttet en Geometrics G-714 datalogger sammen med en Kennedy 9700 magnetbåndspiller. Systemet mottar og lagrer digitale data på 9 spors $\frac{1}{2}$ inch tape, 800 b.p.i. Hver taperull er på ca. 600 fot og inneholder data fra ca. 6 timers måling.

For å varsle og registrere daglige variasjoner i det jordmagnetiske feltet ble en magnetisk stasjon satt opp ved basen nær SALTEN VERK innerst i Sørfolda. Den magnetiske basestasjonen består av et protonmagnetometer av type Varian M-50, en Rustrak skriver og en datalogger av type SANDER ADR II.

UTFØRELSE

I samråd med USB ble flyretning for området valgt til $90/270^\circ$.

Det ble tilsammen fløyet ca. 650 profilkilometer som dekker et område på ca. 120 km^2 . Profilavstand og flyhøyde var henholdsvis 200 m og 200 fot.

Målingene ble utført i tidsrommet 05.07.-11.07.1982. Som base for flygingen ble et område nær SALTEN VERK benyttet.

Kart i 1:50 000 serien samt lokale kart fra vassdragsutbygging ble benyttet som kartgrunnlag for navigasjon etter oppfoto-grafering til 1:20 000 målestokk.

Fra NGU deltok følgende mannskaper: Avdelingsingeniør John Olav Mogaard, avdelingsingeniør Kolbjørn Brandhaug og ingeniør Oddvar Blokkum. Fra A/S Helikopterservice, Oslo deltok: Kjell Bakkeli som pilot, samt Trond Kristoffersen som mekaniker.

BEARBEIDELSE

Bearbeidelsen av måleresultatene begynner med plotting av riktig profilkurs på grunnlagskartet. Gjennomsnittlig blir et plot-tepunkt benyttet pr. kilometer fløyet profil. Som plottepunkter benyttes vanligvis de punkter som navigatøren har avsatt på kartet og som også finnes som referansepunkter på de digitale og analoge registreringene. Mellom referansepunktene har en antatt at helikopteret har holdt konstant hastighet og kurs. Etter at referansepunktene er bestemt, blir de digitalisert, dvs. gitt koordinater. Datamaskinen interpolerer så mellom referansepunktene og gir hvert målepunkt koordinater.

De digitale måledata fra måleinstrumentene blir matet inn i NGUs Hewlett Packard 3000 regnemaskin sammen med målepunktenes koordinater, og maskinen tegner deretter ut profilkurvekart og kote-kart i ønsket målestokk ved hjelp av en Hewlett Packard-plotter. Ved oppdraget over SØRFOLD har en valgt å tegne ut kart i målestokk 1:50 000.

Magnetiske data er støyfiltrert før utplotting som profilkurve-kart og kote-kart. På grunn av at glatterutinene ved kote-

beregningen reduserer toppverdiene av det målte magnetfeltet noe, bør en benytte profilkurvekartet ved studie av de enkelte anomaliampplituder.

De radiometriske måleresultatene blir behandlet i datamaskinen ved hjelp av et program som instrumentfabrikanten Geometrics har utviklet for det radiometriske målesystem som vi benyttet. Dette programmet korrigerer de målte radiometriske data ved hjelp av utksriften fra radarhøydemåleren. Det tegnes deretter ut profilkurvekart der de tre radioaktive elementene Kalium 40, Uran og Thorium framstilles i kurveform. I tillegg tegner også maskinen ut kart over totalstrålingen over området. Det ble i tillegg til ovennevnte måletyper også utført VLF-målinger ved oppdraget over SØRFLD. På grunn av temmelig røff topografi, med mye klatring og mange 360° svinger ble VLF-målingene ikke helt vellykkede. Vi har imidlertid valgt å tegne ut de målte verdiene på vanlig måte som profilkurvekart med Reel- og Imaginærkomponentene sammenstilt.

RESULTATER

Resultatene fra målingene over SØRFOLD er framstilt i følgende kart i målestokk 1:50 000.

1900/81B-01	Magnetisk totalfelt, profilkurvekart m/flylinjer	1:50 000
-02	" " , kotekart 25 gamma koteavstand	1:50 000
-03	Radiometrisk totalstråling, profilkurvekart m/flylinjer	1:50 000
-04	Kalium 40 , profilkurvekart m/flylinjer	1:50 000
-05	Uran , " "	1:50 000
-06	Thorium , " "	1:50 000
-07	VLF, Reell- og Imaginærkomponent	1:50 000

Magnetiske målinger

De magnetiske kartene viser magnetiske anomalier av variert styrke og form. Hovedstrøkretningen er nord-nordøst, og anomaliamplitudene er på det høyeste ca. 1000 gamma. Anomalier av denne størrelsesorden er vanlige over granittiske bergarter med fordelt magnetittinnhold. En ser at den sentrale delen av området består av bergarter med lavt magnetittinnhold og at disse "omkranses" av mer magnetiske grunnfjellsbergarter. I syd dominerer de magnetiske bergartene.

Radiometriske målinger

Fra de radiometriske kartene ser en at alle de tre radioaktive elementene Uran, Thorium og Kalium har anomal stråling innenfor området. Strålingsbildet synes å falle godt sammen med det magnetiske bildet slik at en finner høyest stråling over magnetittrike bergarter. Det samme mønster finner en over granittene i Skjomen-området ved Narvik som vi tidligere har målt. Strålingens styrke er også av samme størrelsesorden som ved målingene ved Skjomen. De største anomaliene gir for totalkanalen ca. 8 ganger bakgrunn, urankanalen ca. 6 ganger bakgrunn, thoriumkanalen ca. 4-5 ganger bakgrunn og kaliumkanalen ca. 7-8 ganger bakgrunn.

De magnetiske- og radiometriske målingene synes derfor å indikere at en har å gjøre med identiske grunnfjellsbergarter i det målte området i Sørfold og i Skjomen-området.

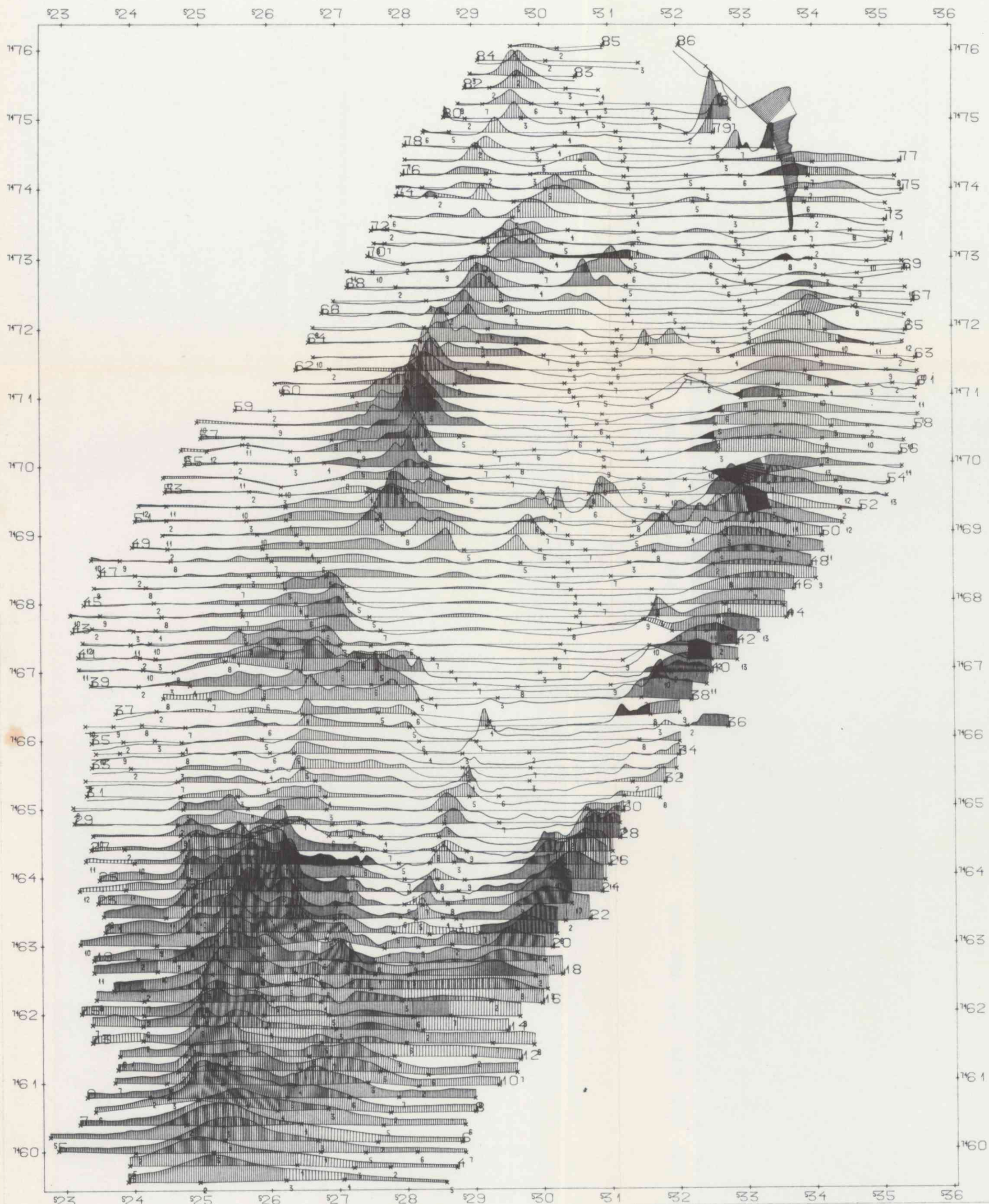
VLf-målinger

VLf-målingene viser ingen tydelige ledende soner. Terrenget i Sørfold er røft sjøl for helikoptermålinger, og verdien av VLf-målinger under slike forhold er begrenset.

Trondheim, 5. september 1983
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
Geofysisk avdeling

Henrik Håbrekke

Henrik Håbrekke
seksjonssjef



1 CM PÅ KURVEN TILSVARER 500 GAMMA
SKJÆRINGSPUNKTET MED FLYLINJEN TILSVARER 52050. GAMMA

NGU

HELIKOPTERMÅLINGER
MAGNETISK TOTALFELT

SØRFOLD, NORDLAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:50000

OBS. OB/JM JUL 1982

TEGN. JUN 1983

TRAC.

KFR. H.H.

TEGNING NR.

1900-81B-01

KARTBLAD NR.

2129 I IV

1 KM



EKSTREMALVERDIER

MIN. X- OG Y-VERDI : 522700.0 7459500.0 (METER)
 MAX. X- OG Y-VERDI : 535600.0 7476100.0 (METER)
 MIN. GRIDOVERDI : 51829.0 GAMMA
 MAX. GRIDOVERDI : 52783.0 GAMMA

GRIDPARAMETRE

CELLESTØRRELSE : 100.0 (METER)
 INTERPOLASJONSRADIUS: 600.0 (METER)

NGU

HELIKOPTERMÅLINGER
 MAGNETISK TOTALFELT

SØRFOLD, NORDLAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:50000

OBS. OB/JM JUL 1982

TEGN. JUN 1983

TRAC.

KFR. H.H.

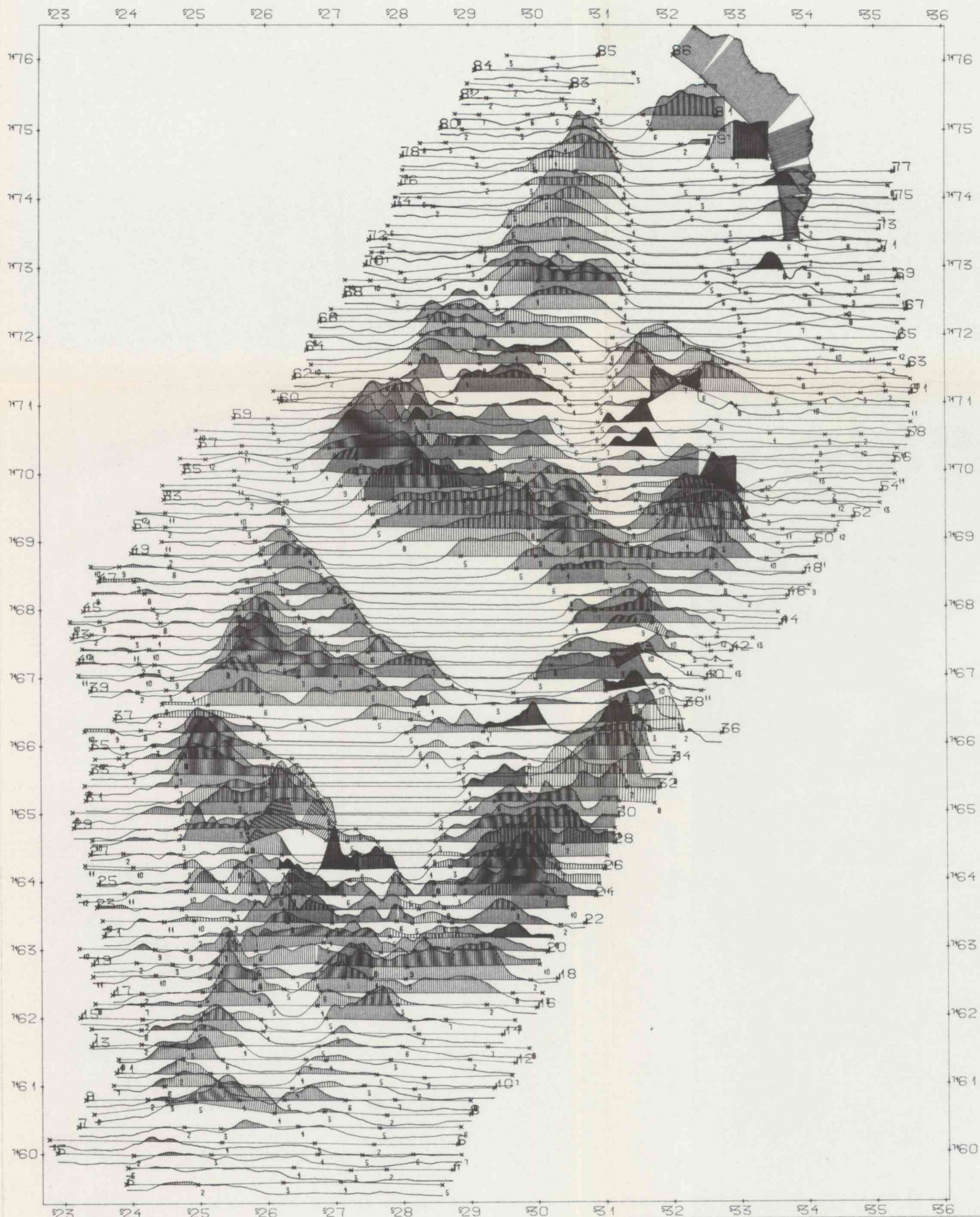
TEGNING NR.

1900-81B-02

KARTBLAD NR.

2129 I, IV

1 KM



1 CM PÅ KURVEN TILSVARER 2000 C/S
SKJÆRINGS-PUNKTET MED FLYLINJEN TILSVARER 1500. C/S
BAKGRUNNSTRÅLING : 600. C/S

NGU

HELIKOPTERMÅLINGER
RADIOMETRISK TOTAL

SØRFOLD, NORDLAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

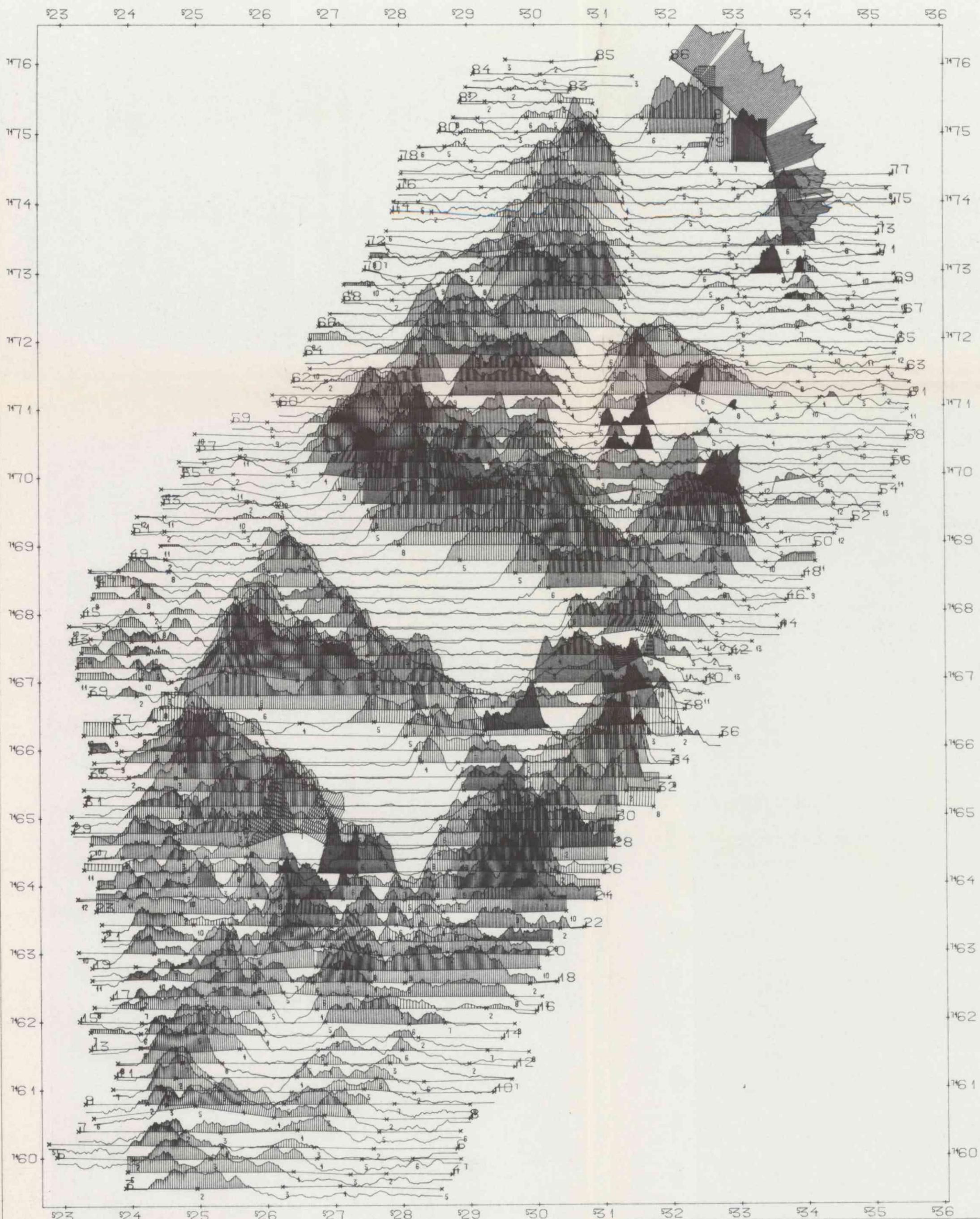
MÅLESTOKK
1:50000

OBS. OB/JM	JUL 1982
TEGN.	JUN 1983
TRAC.	
KFR. H.H.	

TEGNING NR.
1900-81B-03

KARTBLAD NR.
2129 I IV

1 KM



1 CM PÅ KURVEN TILSVARER 100 C/S
 SKJÆRINGSPUNKTET MED FLYLINJEN TILSVARER 70. C/S
 BAKGRUNNSTRÅLING : 35. C/S

NGU
 HELIKOPTERMÅLINGER
 KALIUM 40

SØRFOLD, NORDLAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK
 1:50000

OBS. OB/JM	JUL 1982
TEGN.	JUN 1983
TRAC.	
KFR. H.H.	

TEGNING NR.
 1900-81B-04

KARTBLAD NR.
 2129 I IV

1 KM



1 CM PÅ KURVEN TILSVARER 50 C/S
SKJÆRINGSPUNKTET MED FLYLINJEN TILSVARER 30. C/S
BAKGRUNNSTRÅLING : 15. C/S

NGU
HELIKOPTERMÅLINGER
URAN

SØRFOLD, NORDLAND

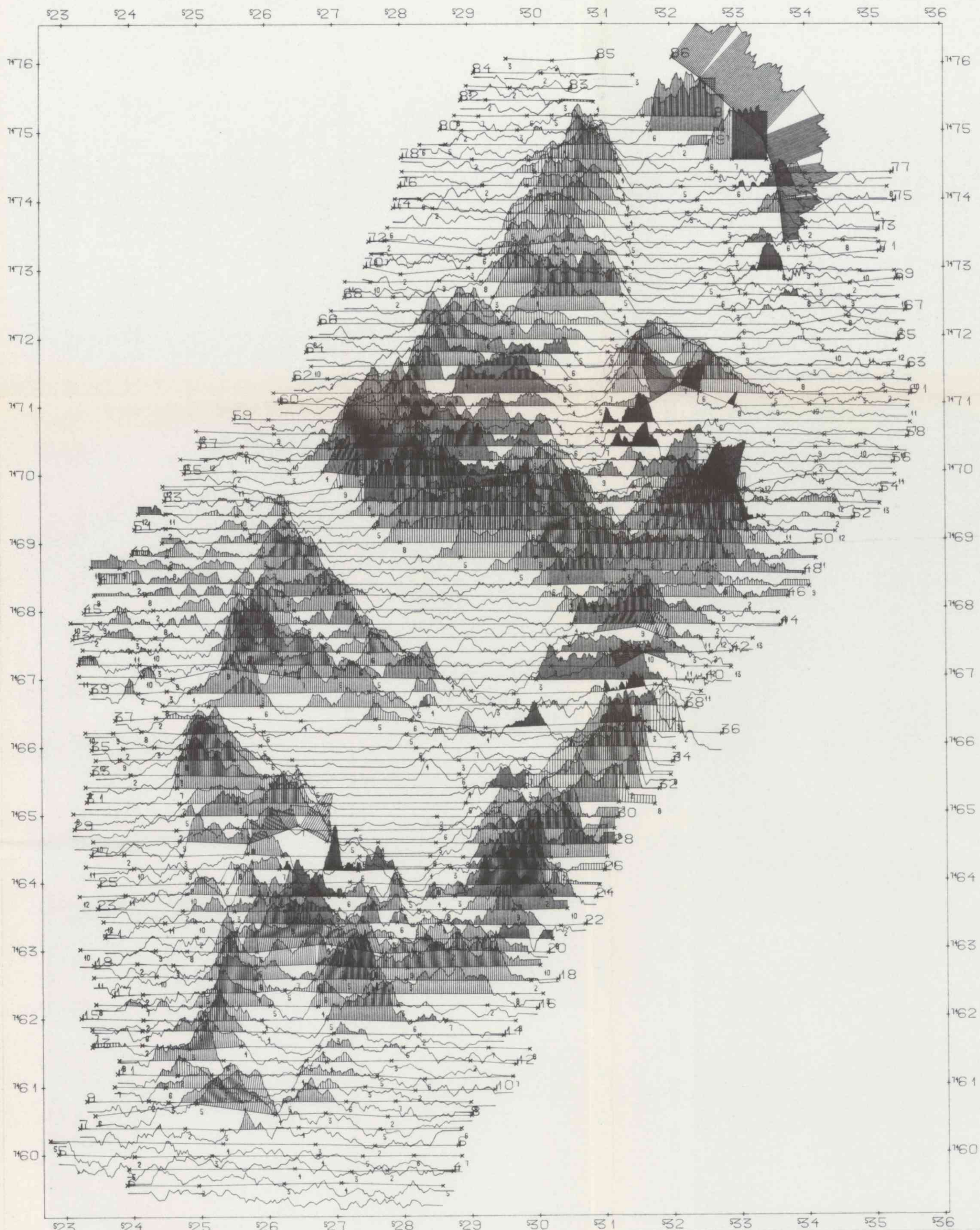
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK
1:50000

OBS. OB/JM	JUL 1982
TEGN.	JUN 1983
TRAC.	
KFR. H.H.	

TEGNING NR.
1900-81B-05

KARTBLAD NR.
2129 I IV



NGU

HELIKOPTERMÅLINGER
THORIUM

SØRFOLD, NORDLAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK
1:50000

OBS. OB/JM	JUL 1982
TEGN.	JUN 1983
TRAC.	
KFR. H.H.	

TEGNING NR.
1900-81B-06

KARTBLAD NR.
2129 I IV



NGU

HELIKOPTERMÅLINGER
VLF

SØRFOLD, NORDLAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK
1:50000

OBS. OB/JM	JUL 1982
TEGN.	JUN 1983
TRAC.	
KFR. H.H.	

TEGNING NR.
1900-81B-07

KARTBLAD NR.
2429 I IV