Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering
BV 181			Trondheim	**Åpen**
Kommer fra ..arkiv	**Ekstern rapport nr**	**Oversendt fra**	**Fortrolig pga**	**Fortrolig fra dato:**
Trondheimske	NGU 1898			

Tittel

Geofysiske målinger fra helikopter N for Svenskegrensen

Forfatter	Dato	Bedrift
Håbrekke, Henrik	28.12 1983	NGU

Kommune	Fylke	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad	1: 250 000 kartblad
Snåsa Lierne	Nord-Trøndelag	Trondheimske	18232	

Fagområde	Dokument type	Forekomster
Geofysikk		
Råstofftype	**Emneord**	

Sammendrag

Rapporten inneholder resultater fra geofyfiske målinger fra helikopter over et område nord for svenskegrensen mellom Blåfjell i øst og Reinhornfjell i vest. Området dekker ca. 350 km2.

NGU Rapport nr. 1898

Geofysiske målinger fra helikopter over et område nord for svenskegrensen i Lierne og Snåsa Nord-Trøndelag

1982

Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eiriksons vei 39 Postboks 3006 Postgironr. 5 16 82 32
Tlf. (075) 15 860 7001 Trondheim Bankgironr. 0633.05.70014

Rapport nr. 1898	Åpen/~~Fortrolig til~~

Tittel:

Geofysiske målinger fra helikopter over et område nord for svenskegrensen i Lierne og Snåsa kommuner, Nord-Trøndelag fylke

Oppdragsgiver:	Forfatter: Henrik Håbrekke
Forekomstens navn og koordinater:	Kommune: Snåsa og Lierne
Fylke: Nord-Trøndelag	Kartbladnr. og -navn (1:50000): 1823 II Gjevsjøen 1923 III Blåfjellhatten
Utført: Feltarbeide: Juni 1982 Rapport : Desember 1983	Sidetall: 12 Tekstbilag: Kartbilag: 8

Prosjektnummer og -navn:

Prosjektleder:

Sammendrag:

Rapporten inneholder resultater fra geofysiske målinger fra helikopter over et område nord for svenskegrensen mellom Blåfjell i øst og Reinhornfjell i vest. Området dekker ca. 350 km^2 og er i denne rapporten kalt SØRLI 82. Det ble fløyet ca. 1750 km profil og profilavstand og flyhøyde var henholdsvis 200 meter og 200 fot. Data fra målingene er behandlet i NGUs dataanlegg før uttegning på Calcompplotter som profilkurve- og kotekart i målestokk 1:50 000. Som navigasjonsgrunnlag ble benyttet topografiske kart i 1:50 000 målestokk eller oppfotografering til 1:20 000 målestokk. Det er også laget ortognostiske fargekart av magnetisk totalfelt og radiometrisk totalstråling.

Nøkkelord	Geofysikk	Elektromagnetiske målinger
	Helikoptermålinger	Radiometriske målinger
	Magnetiske målinger	

Ved referanse til rapporten oppgis forfatter, tittel og rapportnr.

INNHOLD

	Side
INNLEDNING	4
UNDERSØKELSESBETINGELSER	4
MÅLEMETODER, INSTRUMENTER	5
UTFØRELSE	8
BEARBEIDELSE	8
RESULTATER	10

KARTBILAG

1898-01	Magnetisk totalfelt, profilkurvekart m/flylinjer og EM tolkningssymboler	1:50 000
-02	Magnetisk totalfelt, kotekart 100 gamma koter	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	EM reellkomponent , " "	1:50 000
-08	EM imaginærkomponent + tolkning, " "	1:50 000

INNLEDNING

Geofysisk avdeling fikk sommeren 1982 som oppdrag for NGU å utføre geofysiske målinger fra helikopter over et område nord for svenskegrensen mellom Blåfjell i øst og Reinhornfjell i vest i Lierne og Snåsa kommuner, Nord-Trøndelag fylke. Området dekker ca. 350 km^2 og benevnes i denne rapporten SØRLI 82. Det ble tilsammen fløyet 1750 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. Dette gjelder spesielt i områder med røff topografi. Sterk sidevind vil f.eks. bevirke at den elektromagnetiske målesonden som slepes under helikopteret vil svinge ukontrollert, og dette fører ofte til at støynivået blir for høyt i mottakeren. I regnvær øker også støyen, og i tillegg 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 elektromagnetiske og radiometriske målinger, der målehøyden er av avgjørende betydning for et godt resultat.

Ved målingene over SØRLI 82 var værforholdene gode, og en hadde ikke vind av betydning. De topografiske forhold variable med temmelig store høydeforskjeller i øst og vest mens en i midtpartiet hadde relativt bra, småkupert terreng.

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 SØRLI 82 ble topografiske kart fra 1:50 000-serien oppfotografert til målestokk 1:20 000 benyttet for navigasjon, og en hadde på grunn av gode kart få problemer med å oppnå god 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. I nærheten av elektriske kraftlinjer forstyrres de elektromagnetiske målingene i stor grad, og de forstyrrede områder strekker seg ofte 100-200 m til begge sider av kraftlinjetrasèen.

MÅLEMETODER, INSTRUMENTER

Ved oppdraget over SØRLI 82 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 SØRLI 82. 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.

I en 7 meter lang målesonde som slepes 100 fot under helikopteret er den vesentlige delen av det elektromagnetiske måleinstrumentet montert. Dette instrumentet måler kontrast i ledningsevnen i bakken under målesonden og er av type Sander EM-3. Instrumentet består av en sender- og mottakerspole montert i ca. 7 m innbyrdes avstand i hver sin ende av målesonden. Spolene er montert vertikalt langs samme akse, og systemet er ved sin spesielle konstruksjon meget støysvakt. Også sender- og mottakerelektronikken er plassert i målesonden, og i helikopteret fins bare styreorganer og registreringsinstrumentene.

Dybderekkevidden er oppgitt fra Sander Geophysics til maks. 100 m under bakken i de gunstigste tilfeller. Et mer realistisk tall å regne med er ca. 75 m ved våre målinger. Senderfrekvensen er 1000 Hz, og systemet måler og registrerer både reell- og imaginærkomponentene av signalet fra elektriske ledere under målesonden. Anomalisignalet måles i millionteedeler, ppm, av det signalet som feltet fra senderspolen normalt induserer i målespolen. Støygrensen oppgis fra produsenten til ca. 1 ppm. Dette tallet refererer selvsagt til de ideelle tilfeller uten vind, med gunstige topografiske forhold etc.

Det ble samtidig med EM- og magnetiske målinger utført radiometriske målinger, dvs. måling av gammastråling fra bakken. Målesonden for de radiometriske målingene består av 4 stk. 4" x 4" x 16" Na I 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 gam-

mastråling 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.

I tillegg til de geofysiske målingene ble helikopterets høyde over bakken målt med en Honeywell radar høydemåler 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 EM-data. Høyden over bakken ble dessuten registrert på en analog kanal.

Alle data fra magnetometer, EM-instrumentet og gammaspektrometer ble samtidig registrert digitalt på magnetbånd sammen med sann tid, profilidentifikasjon, høydedata etc. Til digital datalogging er benyttet en Geometrics G-714 datalogger sammen med en Kennedy 9700 magnetbåndspiller. Systemet mottar og lagrer digitale data på 9 spors ½ 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 basene ved Heia gjestgiveri på Snåsaheia. 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 statsgeolog Ingvar Lindahl ble flyretning valgt til 90°/270°.

Det ble tilsammen fløyet ca. 1750 profilkilometer som dekker et område på ca. 350 km^2. Profilavstand og flyhøyde var henholdsvis 200 m og 200 fot.

Målingene ble utført i tidsrommet 22.06.-27.06.1982. Som base for flygingen ble et jorde nær Heia gjestgiveri på Snåsaheia benyttet.

Kart i 1:50 000 serien ble benyttet som kartgrunnlag for navigasjon etter oppfotografering til 1:20 000 målestokk.

Fra NGU deltok følgende mannskaper: Avd.ingeniørene K. Brandhaug og John Olav Mogaard og ingeniør Oddvar Blokkum. Fra A/S Helikopterservice, Oslo deltok Kjell Bakkeli som pilot og Kåre Rød som mekaniker.

BEARBEIDELSE

Bearbeidelsen av måleresultatene begynner med plotting av riktig profilkurs på grunnlagskartet. Gjennomsnittlig blir et plottepunkt 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 kotekart i ønsket målestokk ved hjelp av en Calcompplotter. Ved oppdraget over SØRLI 82 har vi valgt å tegne ut kart i målestokk 1:50 000.

Magnetiske data er støyfiltrert før utplotting som profilkurvekart, kotekart og ortognostisk fargekart. På grunn av at glatterutinene ved koteberegningen reduserer toppverdiene av det målte magnetfeltet, bør en benytte profilkurvekartet ved studie av de enkelte anomaliamplituder.

De elektromagnetiske måleresultatene er tegnet ut på Calcompplotteren som profilkurvekart etter støy- og lavpassfiltrering. Vanligvis opptrer elektromagnetiske anomalier som en svekkelse av primærfeltet som måles av mottakeren når elektriske ledere befinner seg under målesonden. Positive elektromagnetiske reellanomalier forekommer imidlertid også dersom en flyr over bergarter med høy magnetittgehalt. Slike anomalier blir tegnet som positive kurver på det elektromagnetiske reellkartet. I tillegg til EM reell- og imaginærkartene er det også utarbeidet et tolkningskart som ved hjelp av symboler viser variasjoner i den antatte elektriske ledningsevnen langs profilene. Som basis for tolkningskartet er benyttet et Argand diagram som er konstruert ut fra EM responskurver for SANDERs EM system, fig. 1.

De radiometriske måleresultatene blir behandlet i datamaskinen ved hjelp av et program som instrumentfabrikanten Geometrics har utviklet for det radiometriske målesystem som vi benytter. 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 Calcompplotteren ut kart over totalstrålingen over området.

RESULTATER

Resultatene fra målingene over SØRLI 82 er framstilt i følgende kart i målestokk 1:50 000.

1898-01	Magnetisk totalfelt, profilkurvekart m/flylinjer og EM tolkningssymboler	1:50 000
-02	Magnetisk totalfelt, kotekart 25 gamma koter	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	EM reellkomponent , " "	1:50 000
-08	EM imaginærkomponent + tolkning, " "	1:50 000

Det er også utarbeidet ortognostiske fargekart i målestokk 1:50 000 av magnetisk totalfelt og radiometrisk totalstråling.

Magnetiske målinger

Fra de magnetiske profilkurve- og kotekartene ser en at området inneholder bergarter med relativt lavt magnetittinnhold. Bare i vest over Raudfjellet har de magnetiske anomaliamplitudene verdier over 1000 gamma. Årsaken til anomaliene synes her å være gabbro/serpentinbergarter (Steinar Foslies 1:100 000 geologiske kart). Lenger mot øst gir Jevsjøgranitten (Foslie) en økning i magnetfeltet på et par hundre gamma mens gneisgranitten ved Blåfjellet lengst øst på kartene synes å være magnetittfattig. En magnetisk anomalisone i nord-nordøstlig retning vest for store og midtre Blåfjelllvann trer klart fram på kartene. Denne sonen har omtrent samme amplitude som anomalisonene lenger vest og har også kontakt med disse i syd. En kan derfor slutte at årsaken til denne anomalien er granitt av Jevsjøtype.

Elektromagnetiske målinger

Når en skal tolke de elektromagnetiske måleresultatene bør en huske at EM-målinger fra helikopter må betraktes som regionale målinger og at hensikten med disse primært må være å lokalisere ledende objekter. Ledningsevnen av de objekter en søker er av stor betydning ved slike målinger, og særlig kontrasten i ledningsevnen mellom de ledende objekter og de omkringliggende bergarter er viktig. Vårt EM-utstyr benytter bare en lav, fast frekvens (1000 Hz) og ett spolesett (koaksialt), og vil vil derfor bare oppnå respons fra de godt elektrisk ledende objekter. På grunn av den spolekonfigurasjon vi benytter vil vertikaltstående plateformede objekter være de beste mål. Dersom en forutsetter at de anomalier vi har lokalisert består av tynne, vertikaltstående plater, halvplan, med stor utstrekning til sidene og mot dypet (større enn 2-300 m lengde og over 100 m dybde) kan en utføre en generell tolkning av de fremkomne anomalier. Til denne tolkningen benyttes både reell- og imaginærkomponentene fra EM-målingene. For at slik tolkning skal ha noen verdi må en også forutsette at de elektrisk ledende objektene har samme magnetiske egenskaper som nabobergartene. Dersom disse forutsetninger er tilstede vil en sammenligning mellom reell- og imaginærkomponentenes amplitude kunne gi et bilde av objektenes ledningsevne. Fordi lederens tykkelse t og dens ledningsevne σ ikke lar seg skille matematisk, opererer en med produktet av ledningsevnen og tykkelsen som mål for ledningsevnen (σxt).

Ved beregningen og uttegningen av ledningsevnen for de lokaliserte objekter benyttes to grenseverdier - en for å skille mellom støy og signal (2 ppm), og en for beregning av (σxt) produktet (4 ppm). Mellom disse verdiene blir eventuelle anomalier tegnet ut i symbolform uten (σxt) beregning.

De elektromagnetiske kartene viser at en innenfor området finner både enkeltanomalier og anomalisoner. Meget sjelden finner en store EM-anomalier som samsvarer med store magnetiske anomalier.

De kraftigste EM-anomaliene finner en vest for Langvannet i det nord-vestligste hjørnet av kartet. Sammenfallende magnetiske anomalier av moderat/lav styrke finner en også her. Denne delen av området og et område syd for Livsjøen synes derfor best å anbefale for videre prospektering etter sulfidmineralisering.

Radiometriske målinger

De radiometriske kartene og særlig det ortognostiske fargekartet over totalstrålingen viser stor forskjell i strålingsmengde mellom den vestlige og østlige del av området. Over bunnmassiv - bergartene i øst, og særlig over gneisgranitten rundt vestre Blåfjellvann (S. Foslie) i det nordøstlige hjørnet av kartet ser en at strålingen er langt høyere enn over den vestlige delen av området med kaledonske- og sedimentbergarter.

En ser at forskjellen i strålingens størrelse er ca. 7 ganger bakgrunn i den østlige del av området, mens en i vest bare såvidt beveger seg over bakgrunnstrålingen.

Fra elementkartene ser en tydelig at kaliumstrålingen er vidt spredt over hele området øst for Langvannet/Rautjern med høyeste stråling ca. 5-6 ganger bakgrunn.

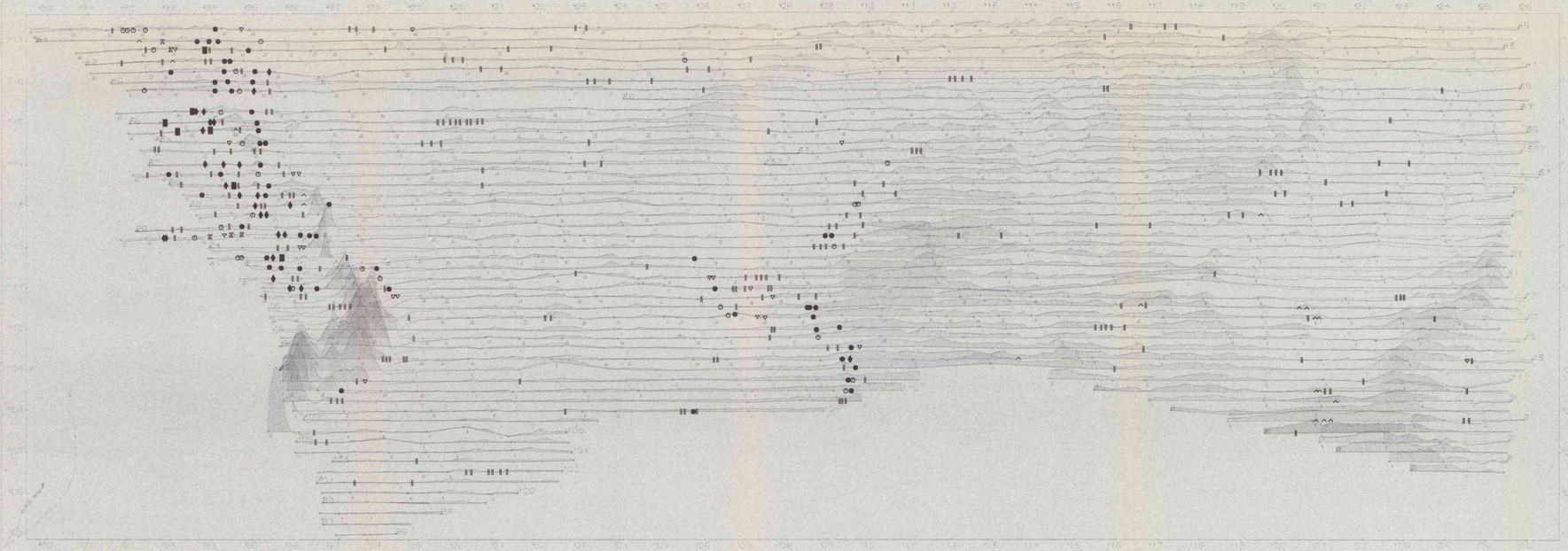
Thoriumkartet viser anomalier over granittene i øst med ca. 5 gangers økning i den østligste delen av kartet.

Uranstrålingen er lav i området sett under ett, men rundt Vestre Blåfjellsvann når strålingen opp i ca. 5 ganger bakgrunn.

Trondheim, 28. desember 1983
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
Geofysisk avdeling

Henrik Håbrekke

Henrik Håbrekke
seksjonssjef



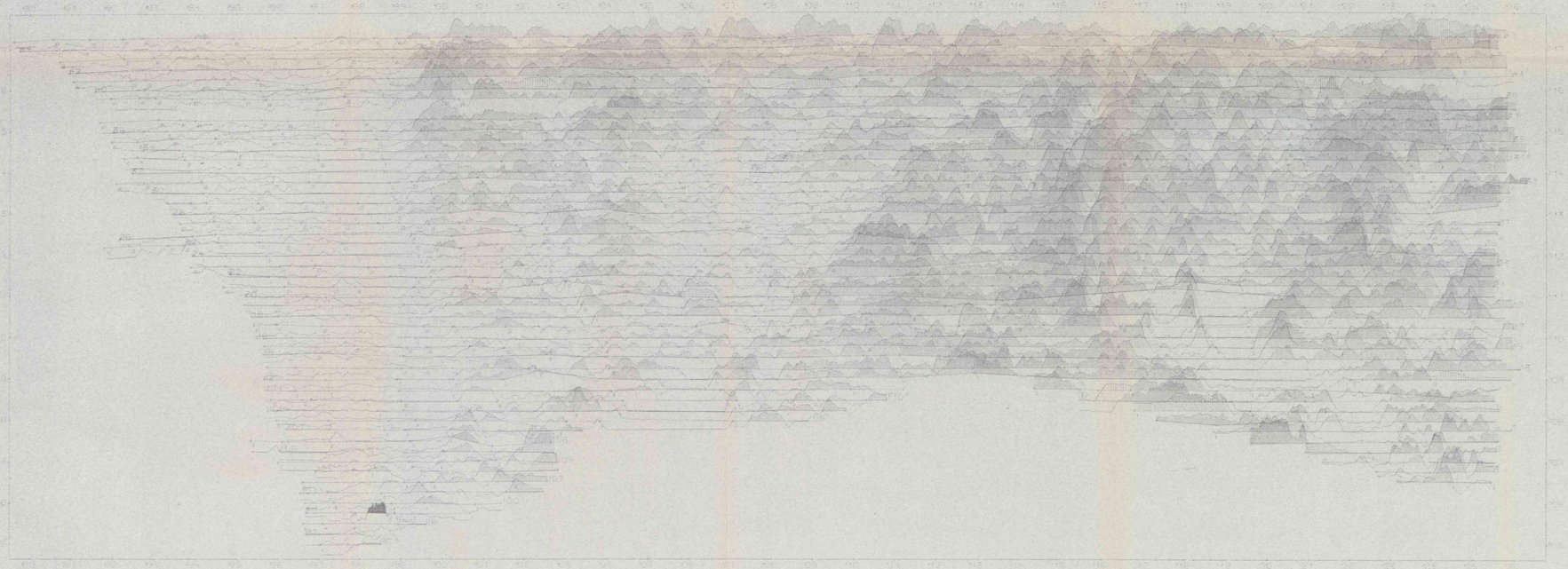
NGU			
AKVAKULTURANLEGG			
INVENTOR STAVELT. EFTERFØLGER NG			

NOU			
BELLINGSHAUSEN INLET			
MARGUERITE TO MOBILE			
SOFI			
NORDES			
ENGLOBA			

1 KM

1 KM

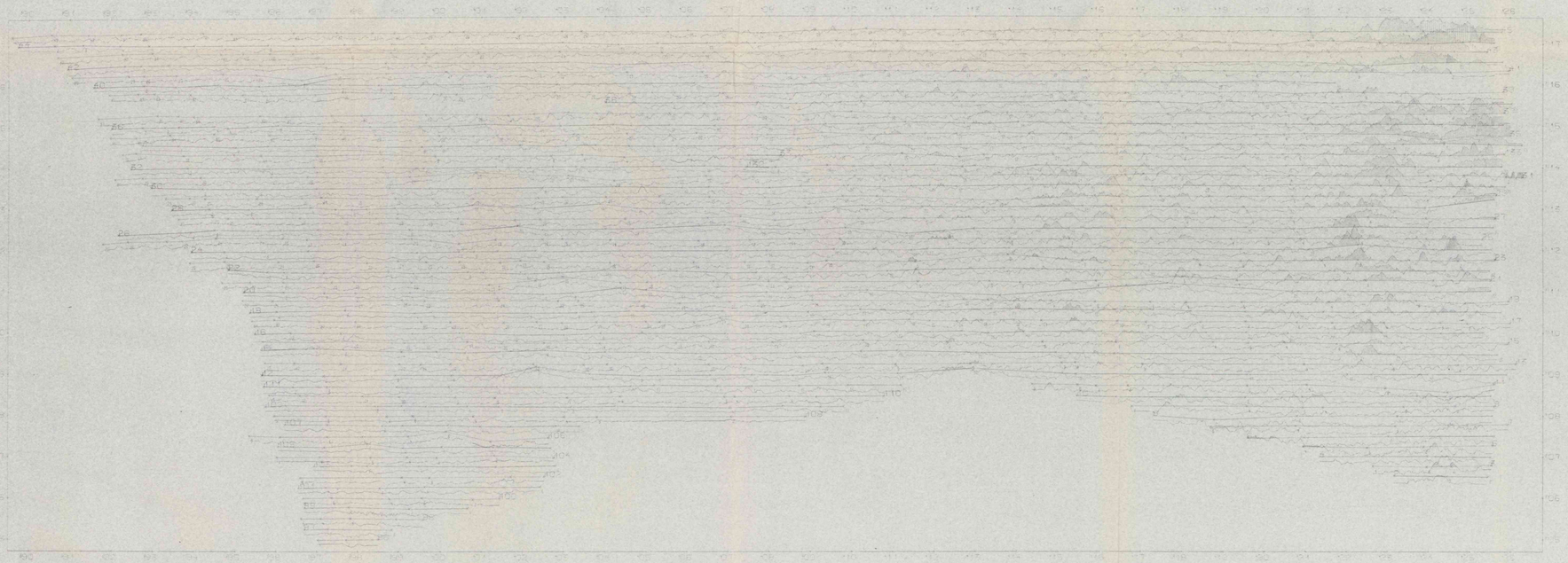
NGU	PROJECT NO.		
HELIKOPTERBÅRNE ENGER			
RADIOMETRISK TOTAL			
SOTRA			
NORGE			
FREDRIKSTAD	1806/13		



1 m

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

1990/01



1 km

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

TRONDHEIM

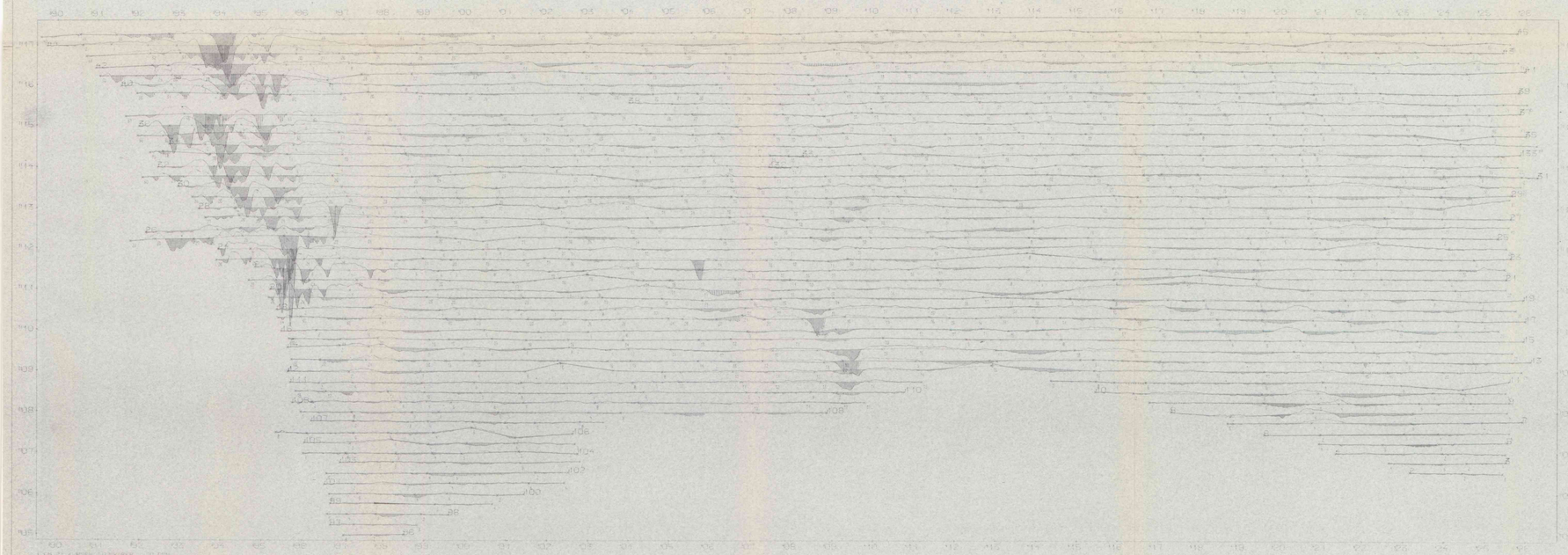
MAP OF THE NORTH TRENCH

MAP OF THE NORTH TRENCH

MAP OF THE NORTH TRENCH

1 km

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM



1 KM

NGU

HELLVIKFEKSJA - NORGE

PROFILL

SOPHUS LANG TRANSECT

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSER

TRONDHEIM

MÅLESTOKK

MODEL

DATO

GEOLOGISK SNITT

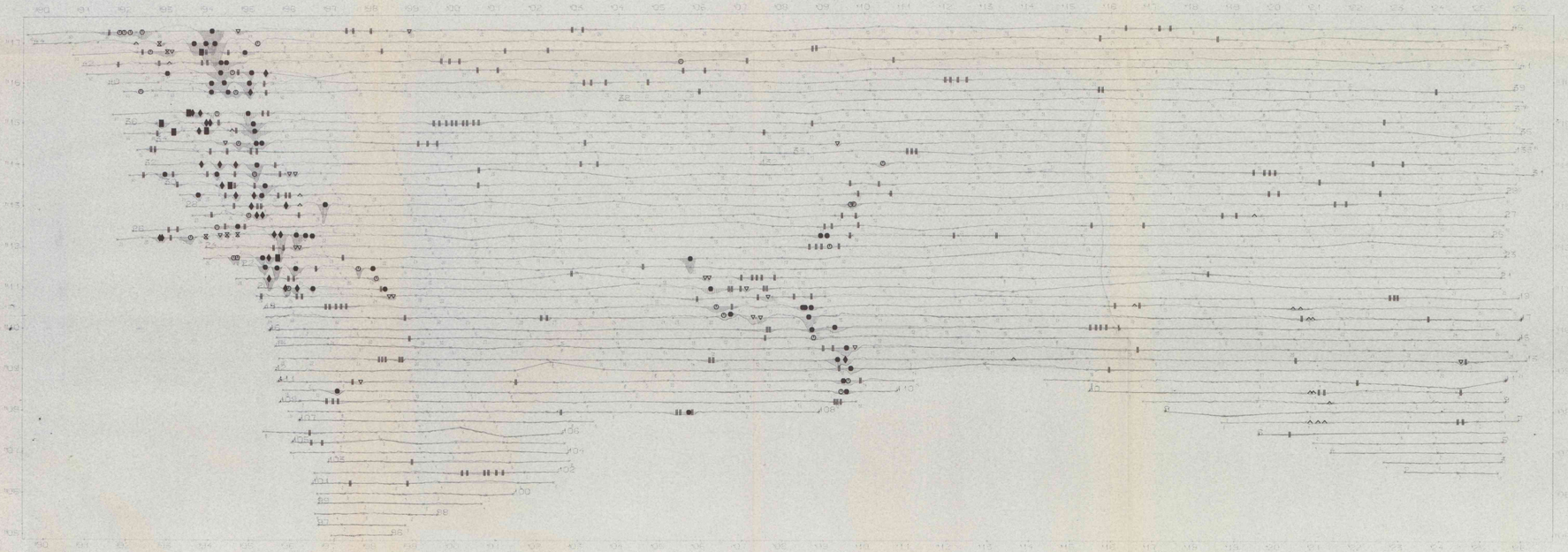
MODEL 03

KONTROLLERT AV

TEGNET AV

KONTROLLERT AV

TEGNET AV



1:1M