



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 1948	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering Trondheim	Gradering
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr NGU 1273	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Magnetiske og elektromagnetiske målinger over Resfjellet som omfatter deler av kommunene Meldal og Rindal				
Forfatter Håbrekke, Henrik		Dato 10.04 1975	Bedrift Orkla Industrier A/S NGU	
Kommune Meldal Rindal	Fylke Sør-Trøndelag Møre og Romsdal	Bergdistrikt Trondheimske	1: 50 000 kartblad 15213	1: 250 000 kartblad
Fagområde Geofysikk	Dokument type	Forekomster Resfjellet		
Råstofftype Malm/metall	Emneord			
Sammendrag				

Oppdragsgiver:

ORKLA INDUSTRIER A/S

NGU Rapport nr. 1273

Magnetiske og elektromagnetiske
målinger fra helikopter over

RESFJELLET

som omfatter deler av kommunene
MELDAL I SØR-TRØNDELAG OG
RINDAL I MØRE OG ROMSDAL

10. - 18. juli 1974

Ansvarlig leder: Henrik Håbrekke geofysiker

Operatører : Oddvar Blokkum tekniker

: Thomas Moore geofysiker

Norges geologiske undersøkelse

Geofysisk avdeling

Postboks 3006

7001 TRONDHEIM

Tlf.: (075) 20166

INNHold:Side:

INNLEDNING	3
UNDERSØKELSES BETINGELSER	3
MÅLEMETODER, INSTRUMENTER	4
UTFØRELSE	5
BEARBEIDELSE	6
RESULTATER	6

Bilag:

1273-01, 02: Magnetiske kotekart	m/ flylinjer
1273-03, 04: Elektromagnetiske kotekart, reellkomponent	"
1273-05, 06: " " imaginærkomp.	"
1273-07, 08: " tolkningskart	

INNLEDNING

NGU, Geofysisk avdeling fikk i 1974 i oppdrag for Orkla Industrier A/S å utføre geofysiske målinger fra helikopter over et område (i denne rapporten kalt Resfjellet) mellom Meldal i Sør-Trøndelag fylke og Rindal i Møre og Romsdal fylke. Området dekker totalt ca. 235 km^2 og er tidligere dekket med aeromagnetiske målinger utført av NGU, Geofysisk avdeling.

UNDERSØKELSESBETINGELSER

For at geofysiske målinger fra helikopter skal gi vellykkede resultater, må værforholdene være rimelig gode. I sterk vind, regn og tåke kan en ikke utføre slike målinger. Dette gjelder spesielt i områder med røff topografi. Sterk sidevind vil f.eks. bevirke at målesonden vil svinge ukontrollert, og dette fører ofte til for høyt støynivå i mottakeren. Støynivået øker også i regnvær, og i tillegg vil da sikten avta slik at den nødvendige lave målehøyde ikke kan oppnås. Ved målingene over Resfjellet måtte flygingen innstilles et par dager på grunn av kraftig regnvær. Vindforholdene var derimot brukbare under hele oppdraget.

Under målingene søker en å holde helikopterets hastighet på ca. 100 km/t og flyhøyde ca. 170 fot. Dersom navigatøren 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 dette oppdraget ble fotomosaikk i målestokk 1:20 000 benyttet, og bortsett fra et område på toppen av Resfjellet der snø, lavt skydekke og mangelfulle referanser på bakken gjorde navigering umulig, ble den ønskede dekning av området oppnådd.

Når en utfører magnetiske målinger enten fra fly, helikopter eller på bakken, må en gardere seg mot at de variasjoner i det jordmagnetiske feltet som måles er tidsavhengige. Dette oppnås ved å benytte et stasjonært magnetometer i eller ved målefeltet som registrerer slike variasjoner. På dager med høy magnetisk aktivitet må målingene avbrytes. Ved Resfjelloppdraget hadde vi ingen avbrudd i målingene på grunn av daglige variasjoner i det magnetiske feltet.

I nærheten av elektriske høyspennings kraftlinjer forstyrres de elektromagne-

tiske målingene i høy grad, og de forstyrrede områder strekker seg ofte 100 - 200 m til begge sider av linjetracéen. Andre elektromagnetiske sendere vil også forstyrre målingene. I Resfjellområdet ble målingene forstyrret av en kraftlinje.

MÅLEMETODER, INSTRUMENTER

Ved oppdraget over Resfjellet ble to av jordens fysiske egenskaper målt og registrert, det jordmagnetiske totalfeltet og variasjoner i den elektriske ledningsevnen i bakken under målesonden. Magnetfeltet ble målt med et Sander protonmagnetometer type NPM-4. Dette instrumentet består av et sensorelement som sammen med en forsterker slepes i en sigarlignende instrumentbeholder 65 fot under helikopteret. Selve magnetometeret med alle styreorganer er plassert i helikopteret. Protonmagnetometeret er et punktregistrerende instrument. Tiden mellom hvert målepunkt bør vanligvis være så kort som mulig, men dersom den minskes for mye, vil instrumentets målenøyaktighet reduseres. En benytter derfor vanligvis en repetisjonstid på ca. 1 sek ved slike målinger. Ved en helikopterhastighet på ca. 100 km/t vil dette svare til ett målepunkt ca. hver 30 m. Målesonden i "sigaren" slepes 65 fot under helikopteret, og en tilstreber å holde konstant flyhøyde ca. 170 fot.

"Sigaren" inneholder også den vesentlige del av de elektromagnetiske måleinstrumentene som er av type Sander EM3. Sender- og mottakerspolene er plassert i ca. 7 m innbyrdes avstand i hver sin ende av "sigaren". De er montert koaksialt, og systemet er ved sin spesielle konstruksjon meget støysvakt. Dette fører til at dybderekkevidden er relativt stor, oppgitt fra Sander Geophysics Ltd. til ca. 100 m under bakken i gunstigste tilfelle. Senderfrekvensen er 1000 Hz, og systemet måler og registrerer både reell- og imaginærkomponenten av signalet fra ledere under målesonden. "Anomalisignalet" måles i milliointedeler (ppm) av det signal som senderen induserer i målespolen. Systemet oppgis å ha en støygrense lik 0.5 ppm for imaginærkomponenten og 1 ppm for reellkomponenten. Disse tallene refererer selvsagt til de ideelle tilfeller med gunstige topografiske forhold, værforhold etc.

Registreringen av de magnetiske og elektromagnetiske data ble gjort i helikopteret på en sekskanals oscillografskriver av type Century 444. To kanaler ble benyttet til magnetisk - og to til elektromagnetisk registrering. Den femte ka-

nalen ble benyttet til registrering av data fra en radar høydemåler av type Bonzer TR70. Denne måler helikopterets høyde over bakken med ± 10 fots nøyaktighet. Den sjette kanalen registrerer fiducialmerker fra et Sander CM12 kamera. Dette fotograferer bakken under helikopteret hvert annet sekund, og filmen merkes etter samme kode som den en bebytter på registreringspapiret. For å lette plottingen av de registrerte anomalier, merker navigatøren i helikopteret lett kjennbare punkter langs profilene av på fotomosaikken. Samtidig blir også slike punkter registrert på opptaksrullen.

For å varsle og registrere daglige variasjoner i det jordmagnetiske feltet, ble en magnetisk bakkestasjon satt opp ved basen i Meldal mens målingene pågikk. Denne stasjonen bestod av et protonmagnetometer av type Varian M50 og en Rustrak skriver.

UTFØRELSE

Måleområdets størrelse, flyretning og profilavstand ble valgt i samråd med Orkla Industrier's geolog Grammeltvedt. Hele området ble fløyet i nord/syd retning, og profilavstanden ble bestemt til 200 m. Det ble i alt fløyet 1175 km profil. Dette svarer til et måleareal på ca. 235 km^2 .

Målingene ble utført i tidsrommet 10. - 18. juli 1974, og et jorde i Meldal ble benyttet som base for flygingen.

Helikopteret som ble benyttet var et turbinhelikopter av type Hughes 500. Det ble leiet fra A/S Helilift, Hamar, og i tillegg til NGU's mannskap deltok følgende ved oppdraget:

Helge Siljberg	flyger	A/S Helilift
Finn Hegle	mekaniker	"

Dessuten deltok geofysiker Thomas Moore fra Sander Geophysics Ltd., Canada.

Etter hver flytur ble de fleste fremkomne elektromagnetiske anomalier plottet på fotomosaikk for å kunne sjekkes umiddelbart.

BEARBEIDELSE

Bearbeidelsen av resultatene begynner med plotting av riktige profilkurser på fotomosaikken. Gjennomsnittlig blir ett plottepunkt benyttet pr. kilometer profil fløyet. Mellom plottepunktene har en antatt at helikopteret har holdt konstant hastighet og kurs. Overføring av de registrerte magnetiske data til de ferdig plottede profiler blir så utført etter at registreringspapirets målestokk er justert til samme verdi som fotomosaikkens målestokk. Isolinjer eller koter er deretter trukket gjennom punkter med lik magnetisk feltstyrke. Det er benyttet 100 gammas avstand mellom kotene.

De registrerte elektromagnetiske data blir justert ved hjelp av radarhøydemålerens utskrift til en referansehøyde for helikopteret på 170 fot. Dette blir gjort for å minske variasjoner i anomaliamplitudene på grunn av varierende høyde mellom helikopteret og bakken. Forut for dette er eventuell støy fra kraftlinjer og andre støykilder eliminert fra målingene. Deretter blir de elektromagnetiske måledata overført til grunnlagskartene og kotert på samme måte som magnetiske måledata. På grunn av forskjell i anomaliamplitudene er forskjellig koteavstand benyttet på reell- og imaginærkomponentene.

Vanligvis angis elektromagnetiske anomalier som negative anomalier på grunn av at primærfeltet som måles av mottakerspolen svekkes når ledere opptrer under målesonden. Positive reellanomalier forekommer imidlertid også, og disse er skravert på kartene som følger denne rapporten.

RESULTATER

Resultatene fra målingene over Resfjellområdet er fremstilt i følgende kartverk i målestokk 1:20 000:

2 magnetisk totalfelt	kotekart m/ flylinjer	Pl. 1273-1, 2
2 elektromagnetisk reellkomponent	" "	Pl. 1273-3, 4
2 " imaginærkomponent	" "	Pl. 1273-5, 6
2 " tolkningskart		Pl. 1273-7, 8

Ved tolkning av de elektromagnetiske anomalier bør en være klar over at e.m. helikoptermålinger må betraktes som regionale målinger og at den primære

oppgave ved slike målinger må være å lokalisere objekter som har en elektrisk ledningsevne som skiller seg ut fra det omkringliggende medium. En kan i tillegg kartlegge utbredelsen av disse ledere i to dimensjoner.

Ved å benytte både reell- og imaginærkartene kan en utføre en generell tolkning av de fremkomne anomalier. Ved en slik tolkning må en forutsette at de ledere som opptrer i feltet kan betraktes som tynne vertikale plater, halvplan, med stor utstrekning til sidene og mot dypet (større enn 200 - 300 m lengde og over 100 m dybde). En kan da ved å sammenholde reell- og imaginærkomponentene danne seg et begrep om ledningsevnen. En knytter gjerne ledningsevnen sammen med lederens tykkelse ved en slik tolkning og opererer med ledningsevne $\times$ tykkelse ($\sigma \times t$)produktet.

Tolkningskartene som følger denne rapporten er utarbeidet fra responskurver gitt av Sander Geophysics Ltd. Bestemmelsene av de enkelte anomaliers (ledningsevne $\times$ tykkelse)produkt er basert på de ovennevnte forutsetninger om geometrien og dessuten at lederen og det omkringliggende medium har samme magnetiske permeabilitet. Tallene som er påtegnet tolkningskartene representerer da ($\sigma \times t$)produktet og skulle være til hjelp ved prioritering av anomaliene. Anomalier med høye ($\sigma \times t$)produkt vil være de viktigste ved en slik generell tolkning. Det opptrer mange enkeltanomalier og anomalisoner i feltet, og særlig i den sydvestlige delen har disse meget høye ($\sigma \times t$)verdier. Magnetiske anomalier blir også ofte registrert av den elektromagnetiske måleapparaturen. Disse anomalier gir positive reellkomponenter, og i enkelte tilfelle moderate negative imaginærkomponenter. Tolkning av slike anomalier etter den vanlige ($\sigma \times t$)metoden er umulig fordi de magnetiske egenskaper er forskjellige hos anomaliobjektene og de omkringliggende bergarter.

En bør ved tolkning av de elektromagnetiske anomalier også huske at Sander's som de fleste andre helikoptersystemer favoriserer vertikaltstående ledere fordi sender- og mottakerspolene har en vertikal, koaksial geometri. Tynne horisontaltliggende ledere vil derfor være dårlige mål for slike systemer.

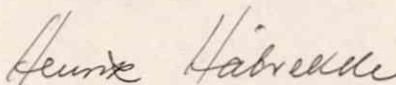
De magnetiske kartene viser det magnetiske totalfeltet over området. Det er som før nevnt benyttet 100 gammas koteavstand ved opptegning, og for lett å kunne identifisere kotene er en del tallverdier påført kartet. En har valgt bare å påføre 100 gamma-verdiene, og totalfeltet fremkommer ved å addere 50000 gammas til disse verdiene.

Magnetiske målinger fra fly gir ofte bedre oversikt over geologiske formasjo-

ner og grenser enn magnetiske målinger på bakken eller fra helikopter, der målesonden er svært nær bakken. Helikoptermålinger gir imidlertid bedre diskriminering av de enkelte små grunne anomaliårsaker, og dette fører igjen til større detaljrikdom ved kartfremstilling.

Trondheim 10. april 1975.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
Geofysisk avdeling



Henrik Håbrekke
geofysiker



50200 Magnetisk isonamalikurve med intervall 100γ

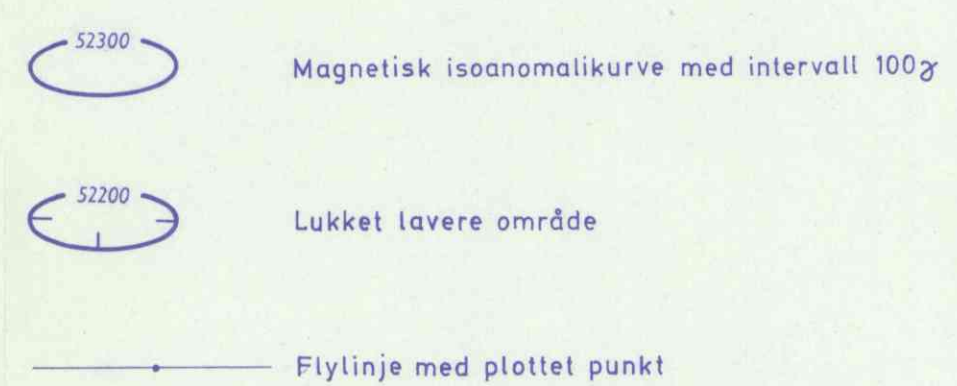
50300 Lukket lavere område

— Flylinje med plottet punkt

0 1km 2km

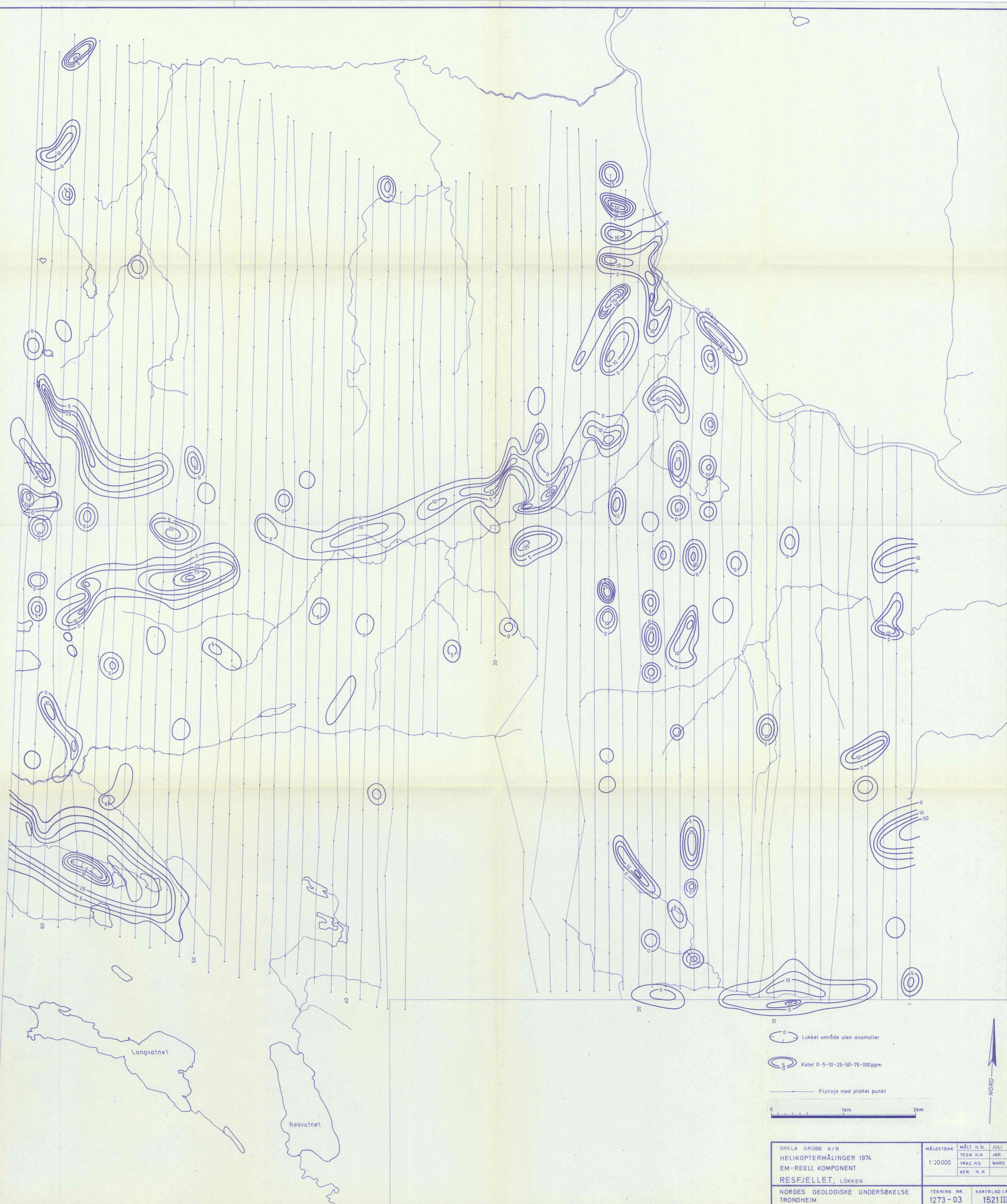
NORD

ORKLA GRUBE A/B HELIKOPTERMÅLINGER 1974 MAGNETISK TOTALFELT RESFJELLET, LÖKKEN NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	MÅLESTOKK 1:20000	MÅLT H.H.	JULI 1974
		TEGN. I.A.G.	APRIL 1975
		TRAC.H.S.	MARS 1975
		KFR. H.H.	
	TEGNING NR. 1273 - 01	KARTBLAD (AMS) 1521 III	

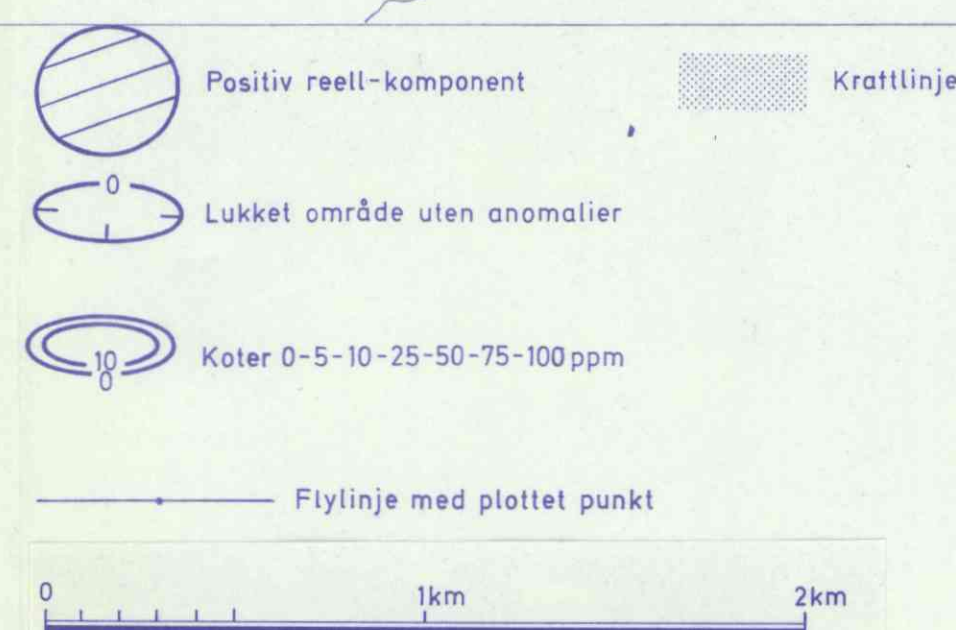


NORD

ORKLA GRUBE A/B HELIKOPTERMÅLINGER 1974 MAGNETISK TOTALFELT RESFJELLET, LØKKEN NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	MÅLESTOKK	MÅLT H.H.	JULI 1974
	1:20000	TEGN. I. Aa.	APRIL 1975
		TRAC. H.S.	MARS 1975
		KFR. H.H.	
TEGNING NR	KARTBLAD (AMS)		
1273 - 02	1521 III		



ORKLA GRUBE A/B HELIKOPTERMÅLINGER 1974 EM-REELL KOMPONENT RESFJELLET, LØKKEN NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	MÅLESTØKK 1:20000	MÅLT H.H.	JULI 1974
		TEGN. H.H.	JAN. 1975
		TRAC. H.S.	MARS 1975
		KFR. H.H.	
		TEGNING NR. 1273 - 03	



ORKLA GRUBE A/B HELIKOPTERMÅLINGER 1974 EM-REELL KOMPONENT RESFJELLET, LØKKEN NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	MÅLESTOKK	MÅLT H.H.	JULI 1974
	1:20000	TEGN. H.H.	JAN 1975
		TRAC. H.S.	MARS 1975
		KFR. H.H.	
TEGNING NR. 1273 - 04	KARTBLAD (AMS) 1521 III		



0 Lukket område uten anomalier

5 Koter 0-5-10-20-30-40 ppm

Flylinje med plottet punkt

0 1km 2km

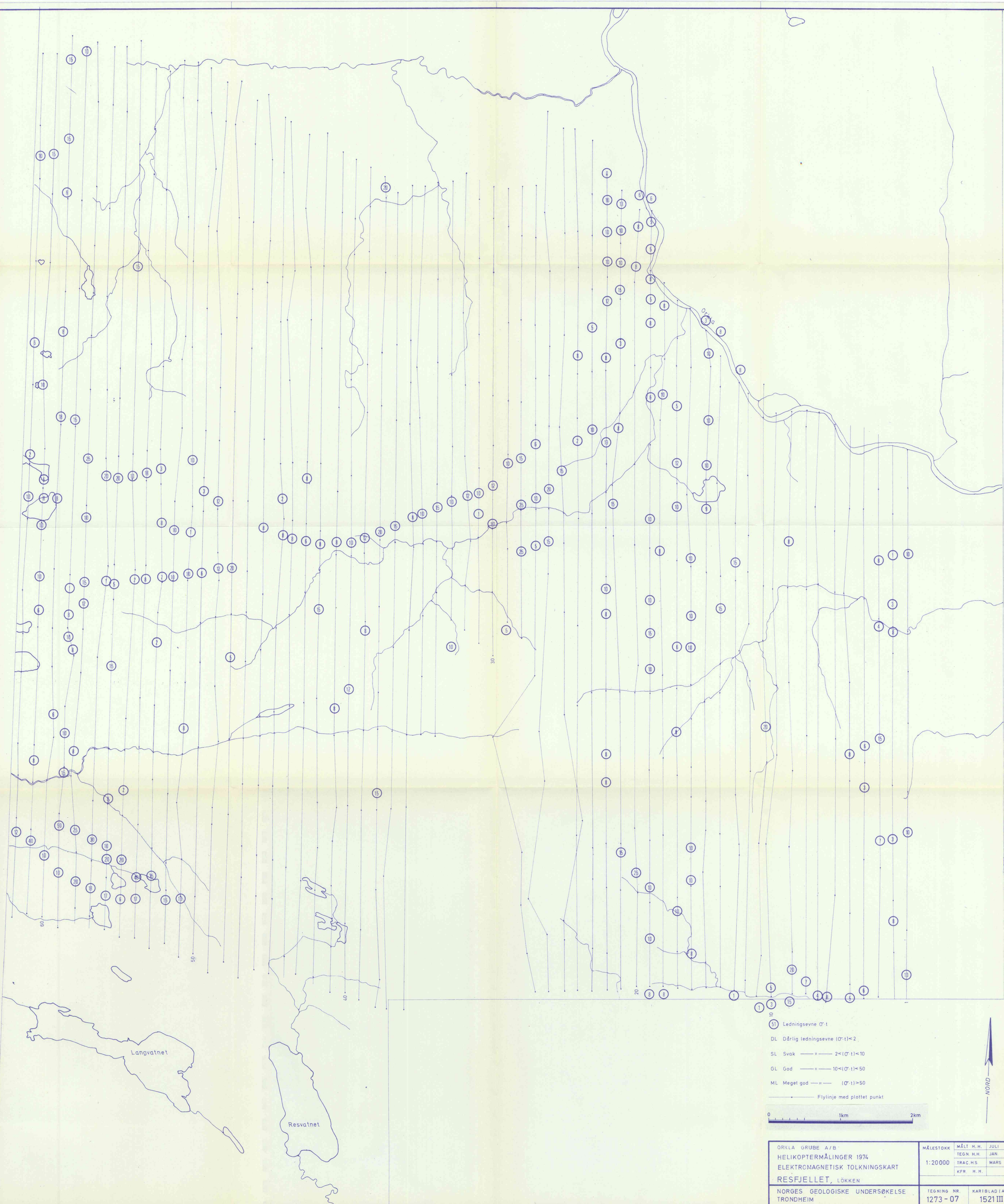
ORKLA GRUBE A/B HELIKOPTERMÅLINGER 1974 EM-IMAGINÆR KOMPONENT RESFJELLET, LÖKKEN NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	MÅLESTOKK 1:20000	MÅLT H.H.	JULI 1974
		TEGN H.H.	JAN. 1975
		TRAC.H.S.	MARS 1975
		KFR. H.H.	
		TEGNING NR. 1273 - 05	



0 Løst område uten anomalier
 5-10-20-30-40 ppm
 Flylinje med plottet punkt
 0 1km 2km

ORKLA GRUBE A/B HELIKOPTERMÅLINGER 1974 EM-IMAGINÆR-KOMPONENT RESFJELLET, LØKKEN NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	MÅLESTOKK	MÅLT H.H.	JULI 1974
	1:20000	TEGN. H.H.	JAN. 1975
		TRAC. H.S.	MARS 1975
		KFR. H.H.	
	TEGNING NR.	KARTBLAD (AMS)	
	1273 - 06	1521 III	

NORD



ORIKLA GRUBE A/B HELIKOPTERMÅLINGER 1974 ELEKTROMAGNETISK TOLKNINGSKART RESFJELLET, LØKKEN NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	MÅLESTOKK 1:20000	MÅLT H.H.	JULI 1974
		TEGN H.H.	JAN 1975
		TRAC.H.S.	MARS 1975
		KFR. H.H.	
TEGNING NR.	1273 - 07	KARTBLAD (AMS)	1521 III



- (5) Ledningsevne 0-t
DL Dårlig ledningsevne ($0-t) < 2$
SL Svak ——— $2 < (0-t) < 10$
GL God ——— $10 < (0-t) < 50$
ML Meget god ——— $(0-t) > 50$
—+— Flylinje med plottet punkt



ORKLA GRUBE A/B HELIKOPTERMÅLINGER 1974 ELEKTROMAGNETISK TOLKNINGSKART RESFJELLET, LØKKEN NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	MÅLESTOKK	MÅLT H.H.	JULI 1974
	1:20000	TEGN. H.H.	JAN 1975
		TRAC. H.S.	MARS 1975
		KFR.	H. H.
	TEGNING NR. 1273 - 08	KARTBLAD (AMS) 1521 III	