

NGU Rapport 93.104

Helikoptermålinger i Vuku-området,
Steinkjer og Verdal kommuner, Nord-Trøndelag.

Rapport nr. 93.104		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Helikoptermålinger i Vuku-området, Steinkjer og Verdal kommuner, Nord-Trøndelag.				
Forfatter: Jan R. Skilbrei		Oppdragsgiver: NGU v/Nord-Trøndelagsprogrammet		
Fylke: Nord-Trøndelag		Kommune: Steinkjer og Verdal		
Kartbladnavn (M=1:250.000) Grong og Trondheim		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1823 III 1822 IV 1722 I 1723 II		
Forekomstens navn og koordinater: Malså 718956 35625 Åkervoll 718400 35225 Dyrhaugen 718430 35715		Sidetall: 18	Pris: 100	
Feltarbeid utført: 14.09.-20.09.92	Rapportdato: 8.02.94	Prosjektnr.: 61.2509.35	Ansvarlig: <i>Jens S. Reumert</i>	
Sammendrag: <p>Geofysiske målinger fra helikopter er utført av NGU ved Nord-Trøndelagsprogrammet i et område mellom Ogdalen og Helgådalen (Vukuområdet), Steinkjer kommune og Verdal kommune, Nord-Trøndelag. Hoveddelen av måleområdet ligger innenfor kartblad Vuku, men det ligger også litt innpå kartbladene Snåsavatnet, Snåsa og Vera (M711 serien). Det er utført magnetiske, elektromagnetiske (EMEX-2 og VLF) og radiometriske målinger. Data brukes til malmleting sammen med geologi og geokjemi. Rapporten beskriver innsamling, prosessering og presentasjon av data.</p> <p>Vedlagt rapporten foreligger nedfotograferte fargekart av magnetisk totalfelt, resistivitet, VLF og radiometri (totalstråling). Kart i full målestokk (1:50000 og 1:20000) kan bestilles fra NGU.</p>				
Emneord:	Magnetometri			
Geofysikk	Elektromagnetisk måling			
	Radiometri		Fagrapport	

INNHOOLD

1	INNLEDNING	4
2	GENERELT OM UNDERSØKELSESBETINGELSER	4
3	MÅLEMETODER OG UTSTYR	5
	3.1 Magnetiske målinger	5
	3.2 EMEX-2 elektromagnetiske målinger	5
	3.3 VLF elektromagnetiske målinger	6
	3.4 Radiometriske målinger	7
	3.5 Navigasjons- og dataloggersystem	7
4	UTFØRELSE	9
5	PROSESSERING	10
6	PRODUKT	12
7	REFERANSER	13

FIGURLISTE

- Figur 1: Oversiktskart over måleområdet
- Figur 2: Magnetisk totalfelt, nedfotografert fargekart
- Figur 3: Radiometri, totalstråling (c/s), nedfotografert fargekart
- Figur 4: Resistivitet, 4551 Hz koaksial, nedfotografert fargekart
- Figur 5: VLF, summert line og ortho, nedfotografert fargekart

1 INNLEDNING

Geofysiske målinger fra helikopter er utført av NGU i et område mellom Ogdalen og Helgådalen (heretter kalt Vukuområdet), Steinkjer kommune og Verdal kommune, Nord-Trøndelag (se figur 1). Hoveddelen av måleområdet ligger innenfor kartblad Vuku, men det ligger også litt innpå kartbladene Snåsavatnet, Snåsa og Vera (M711 serien). Målingene er utført av NGU v/Nord-Trøndelagsprogrammet. Data skal benyttes til samtolkning med geologi og geokjemi for å identifisere områder som er gunstige for objektrettet malmleting. Det er utført magnetiske, elektromagnetiske (EMEX-2 og VLF) og radiometriske målinger. Målingene ble utført i august 1992. Denne rapporten beskriver innsamling, prosessering og presentasjon av data. Først blir det gitt en generell beskrivelse av måleinstrumenter, målemetoder og målebetingelser (kapitlene 2 og 3), så blir utførelsen i Vuku-området beskrevet (kap. 4-6).

2 GENERELT OM UNDERSØKELSESBETINGELSER

For å oppnå vellykkede resultater ved helikoptermålinger er det en rekke betingelser som må oppfylles. Under målingene må det tas hensyn til flere forhold som innvirker på datakvaliteten, og som kan forringe denne i en slik grad at flygning må avbrytes eller utsettes.

Været har stor innvirkning på datakvaliteten. Nedbør og vind kan føre til generelt høyt støynivå (spesielt ved EMEX-2-målingene) og skaper vanskelige navigasjonsforhold. Regn og vind fører til variasjoner i bakkekonsentrasjonen av den radioaktive gassen radon. Dette kan føre til nivåforskjeller i urankanalen som det må korrigeres for under prosesseringen. Regn og våt mark vil i tillegg dempe all gammastråling fra bakken slik at dette kan forårsake nivåforskjeller også i de andre kanalene (total, Th og K).

Terrenget har også en viss innvirkning på datakvaliteten. I områder med store høydevariasjoner er det vanskelig å holde eksakt flyhøyde og hastighet på helikopteret. Ved økende flyhøyde avtar strålingsintensiteten fra bakken og EM sekundærfeltet fra bakken svekkes. Magnetfeltet varierer som oftest med flyhøyden.

For de magnetiske målingene vil tidsvariasjoner i det naturlige magnetfeltets styrke (det jordmagnetiske feltet) ha stor innvirkning på datakvaliteten. Det benyttes et stasjonsmagnetometer for å planlegge flygningen og for å registrere disse variasjonene slik at en kan korrigere for tidsvariasjonene under prosesseringen av de flymagnetiske data. I visse perioder kan det oppstå store variasjoner over kort tid i det naturlige magnetiske feltet (magnetisk storm). Under slike forhold må målingene avbrytes eller utsettes. Det ble bare målt mens det var gode magnetiske forhold.

Ved VLF-målingene kan det oppstå problemer ved at en sender faller ut. Dette medfører dårligere dekning, men siden VLF er en sekundær metode, avbrytes målingene vanligvis ikke.

3 MÅLEMETODER OG UTSTYR

Ved målingene ble det benyttet full utstyrspakke (magnetometri, EMEX-2, VLF og radiometri). Måleinstrumentene ble montert i et helikopter av typen Aerospatiale Ecureuil SA 350 b1 fra selskapet Helikopterteneste A/S i Kinsarvik. Instrumentene og datasystemet er plassert inne i helikopteret ved siden av operatør. Målesondene henger under helikopteret i kabler, unntatt krystallet for de radiometriske målingene som er plassert i en ramme som er festet til helikopteret. Videokamera for opptak av flyrute ble også montert på denne rammen.

3.1 Magnetiske målinger

Det magnetiske totalfeltet ble målt med et cesium magnetometer av typen Scintrex MEP 410. Sonden for magnetometeret henger 15 m under helikopteret i en kabel som er festet felles med kablene for VLF- og EMEX-2-sondene. Magnetometeret har en nøyaktighet på 0.005 nT og kan foreta inntil 10 målinger pr. sekund.

Basemagnetometeret registrerer daglige og tidsavhengige variasjoner i det magnetiske feltet med både analog og digital registrering. Instrumentet er et protonmagnetometer av typen Scintrex MP-3 som tilkobles en termisk skriver (type TOA EPR 121A). Verdiene lagres i magnetometerets minne for seinere å bli overført for lagring på en personlig datamaskin (PD). Fly- og basemagnetometre blir synkronisert i tid før flygning for å sikre korrekt fjerning av tidsavhengige magnetfeltsvariasjoner fra de magnetiske profildata.

3.2 EMEX-2 elektromagnetiske målinger

NGU's elektromagnetiske målesystem for helikoptermålinger består av et fire frekvens sender-mottaker-system av typen EMEX-2, levert av Aerodat Ltd. i Canada. Sender- og mottakerspolene med tilhørende elektronikk er plassert i hver sin ende av målesonden som slepes 30 meter under helikopteret. De fire frekvensene som benyttes i NGU's målesystem er:

Koaksialt spolesett 1: 923 Hz

Koaksialt spolesett 2: 4551 Hz

Koplanart spolesett 1: 4287 Hz

Koplanart spolesett 2: 32165 Hz

Primærfeltet fra senderspolene induserer strømmer i eventuelle elektriske ledere i bakken. De induserte strømmene setter opp et sekundærfelt som registreres av mottakerspolene i målesonden. Systemet registrerer reell- og imaginær-komponent for hver frekvens. Reell-komponenten er i fase med primærfeltet, mens imaginærkomponenten er 90 grader faseforskjøvet i forhold til primærfeltet. Respons (anomalier) fra elektrisk ledende materialer i bakken kan dermed registreres på to kanaler for hver frekvens. Systemet kan registrere sekundærfelt som er under 1 ppm (1 milliontedel) av primærfeltet. Fordelene med et multifrekvens system er at man under gode målebetingelser oppnår respons fra geologiske objekter med resistivitet varierende fra noen tidels ohm-meter til flere hundre ohm-meter. Informasjonsinnholdet økes ved at man benytter flere sender-mottaker spolekonfigurasjoner. I tillegg registreres nettfrekvensen fra kraftlinjer. Denne vil påvirke spesielt de lave frekvensene slik at måledata over kraftlinjer ofte må fjernes.

EMEX-2-systemet måler kontinuerlig, mens det digitale systemet kan sample data 10 ganger pr. sekund (hver 3 m med flyhastighet 30 m/s). På denne måten øker oppløsningen, og spikes fra elektriske feil eller utladninger i atmosfæren kan fjernes fra måledata. Maksimal dybderekkevidde for systemet er ca. 100 meter under bakkenivå avhengig av målebetingelsene.

3.3 VLF elektromagnetiske målinger

VLF-målinger ble utført med et målesystem av typen TOTEM-2A levert av Herz Industries, Canada. Som energikilde benyttes militære radiosendere i Europa og USA. Disse opererer i frekvensområdet 15-30 kHz. For å oppnå god kobling med eventuelle ledere i bakken i alle retninger, bør retningen til den ene av senderne være i flyretningen (line), mens den andre bør være vinkelrett på flyretningen (ortho). Dette kan ofte by på store problemer, særlig når man opererer i Nord-Norge. Sonden som inneholder de tre ortogonale spolene i målesystemet, slepes 10 m under helikopteret. VLF-målingene er som EMEX-2-målingene følsomme for forstyrrelser fra kraftlinjer og radiosendere. Dersom målebetingelsene er gode, vil VLF-målingene kunne gi respons fra objekter med svak elektrisk ledningsevne, og vil utfylle målinger med lavfrekvente EMEX-2-spoler. Dybderekkevidden er ofte bedre ved VLF målinger (2-300 m) enn for EMEX-2-målinger. Dette skyldes høy utgangseffekt og stor avstand til senderne. Følgende parametre måles for line- og ortho-retningene:

Måling av totalfelt: For måling av totalfelt i en bestemt retning (line eller ortho), registreres feltstyrken fra den spole som peker i denne retningen. For de to andre spolene registreres styrken av feltkomponentene som er i fase med førstnevnte spole. Bidragene fra de tre spolene vektorsummeres. Totalfeltet måles som endringen (i %) av størrelsen på vektoren i forhold til feltstyrken over et anomalifritt område.

Måling av vertikal kvadratur: For måling av vertikal kvadratur i en bestemt retning (line eller ortho) måles størrelsen på den feltvektorkomponent i vertikal spoleakse som er 90° faseforskjøvet i forhold til feltet i måleretning.

3.4 Radiometriske målinger

Til måling av gammastråling fra bakken benyttes et spektrometersystem levert av Geometrics, USA. Utstyrspakken består av;

1. Multikanal gammaspektrometer, type GR800
2. Krystalldetektor (NaI), type DET 1024
3. Detektor styreenhet, type GR900

Detektoren er sammensatt av 4 NaI (natriumjodid) krystaller med totalt volum 1024 kubikktommer (16.8 l). Detektoren plasseres på en plattform som festes på undersiden av helikopteret, slik at målekrystallene har uhindret sikt ned mot bakken. Krystalldetektoren blir temperaturstabilisert ved hjelp av et termostatstyrt varmeelement.

Spektrometeret er en pulshøydeanalysator som analyserer måledata etter energi og sorterer data i 256 kanaler. Hver kanal har en energibredde på 0.012 MeV i gamma-energisppekteret. Vinduer i spekteret som består av flere kanaler samler bidrag fra Kalium-40, Bismuth-214 (datterprodukt av Uran-238) og Thallium-208 (datterprodukt av Thorium-232). Totalstrålingen mellom 0.4 MeV og 3 MeV blir også registrert i eget vindu. Akkumulasjonstiden for de radiometriske målingene kan varieres mellom 0.1 og 9.9 sekunder. Ved målinger over vann, myr eller tett overdekke, vil strålingen fra berggrunnen skjermes. Etter at instrument er kalibrert med måling på prøver med kjent konsentrasjon, kan konsentrasjon av elementene U, Th og K samt intensitet av stråling fra Cs beregnes ved bakkenivå.

3.5 Navigasjons- og dataloggersystem

Navigasjon

Navigasjonssystemet består av en Trimble SVeeSix 6-kanals GPS-mottaker koblet til en bærbar PD. Programvaren er levert av Seatex i Trondheim. Et navigasjonskonsoll av typen PNAV 2001 (Picodas Group Inc, Canada) ble koblet til den bærbare PDen. Navigasjonsdata og GPS-tid lagres samtidig på PD og dataloggersystemet. Profillinjene programmeres på

PNAV, og all navigasjon skjer i sanntid slik at piloten kan holde nøyaktig kurs under målingene. Navigasjonsdata som er lagret på PD, blir i ettertid korrigert ved å bruke data fra en GPS basestasjon (differensiell GPS). De korrigerede data blir deretter lagret i databasen som inneholder de geofysiske data ved å benytte GPS-tid.

Flyrute-video

Som et reservesystem for GPS navigasjonssystemet, blir flyruten registrert fra et videokamera som monteres under helikopteret ved spektrometeret. Det blir også gjort opptak av tid og fastpunktnummer på videobåndet for seinere korrelasjon med digitalt registrerte data. Ved Joma ble video-opptaket ikke benyttet som hjelpemiddel til GPS.

Radar høydemåler

Høyden på helikopteret registreres hele tiden ved hjelp av en radar høydemåler av typen King KRA-10A. Høyden blir vist på et instrument foran piloten samt registrert både på en skriver og i den digitale dataloggeren. Målenøyaktigheten er 5%.

Dataloggersystem

Alle data samles med et DAS-8 dataloggersystem levert av RMS Instruments Ltd. Opptak av data ble foretatt både digitalt (datakassettopptaker av typen TCR 12) og analogt i sanntid (termisk skriver av typen RMS-GR33). Digitale data blir seinere overført til en microVAX datamaskin for prosessering og kartframstilling.

Utskrift av data til skriver muliggjør kvalitetskontroll av innsamlede data i sann tid. Utskrift foregår med en hastighet på 1.5 mm/sek. (målestokk ca. 1:20000 med en flyhastighet på 30 m/s). På skriveren registreres kurver fra EMEX-2 (8 signalkurver og 1 kraftlinjeindikator), VLF (4 signalkurver), magnetometer (magnetisk totalfelt med tre kurver med ulik vertikalskala) og spektrometer (totalstråling og uran-kanalen). I tillegg registreres radarhøyde, klokke, fastpunkter og navigasjonsdata.

4 UTFØRELSE

Måleområdet (se figur 1) ble dekket av ti flyturer. Totalt ble det målt ca. 1780 profilkm fordelt på 232 profiler med en profilavstand på 100 meter. Måleområdets areal er ca. 190 km². Flyhøyden var gjennomsnittlig 60 meter og flyretningen var nordvest-sørøst over hele måleområdet. Flyhastigheten var omtrent 30 m/s. Værforholdene var rimelig gode under utførelsen av målingene og terrengforholdene utgjorde heller ikke noe stort problem.

Det ble benyttet både satellitnavigasjon (GPS) og visuell navigasjon. Som kartgrunnlag for den visuelle navigasjonen ble kart i målestokk 1:50000 i M711-serien oppfotografert til 1:20000 og deretter påtegnet profilene. Navigatøren avmerker referansepunkt (terrengdetaljer)

på kartene under målingene. Den manuelle navigasjonen viste seg å være mye bedre enn GPS navigasjonen og ble følgelig brukt.

Et basemagnetometer ble plassert på Rinnleiret i Verdal for seinere korreksjon av tidsvariasjoner i det naturlige magnetfeltet. Målinger ble foretatt hvert fjerde sekund, og data ble registrert både digitalt og analogt. Det ble kun målt under akseptable magnetiske forhold.

For å kontrollere nullnivå på EMEX-2-data blir målesonden løftet til ca. 330 meter over bakken (1000 fot) flere ganger i løpet av en flytur.

For VLF-målingene ble NAA og GBR benyttet som sendere, henholdsvis tilnærmet i profilretningen og vinkelrett profilretningen. Videre informasjon om senderne:

<u>Navn</u>	<u>Sted</u>	<u>Frekvens</u>
GBR	Rugby, England	16.0 kHz
NAA	Cutler, Maine, USA	24.0 kHz

Begge senderne falt ut for kortere perioder. De aktuelle profilene ble fjernet fra datasettene før data ble interpolert til et regulært mønster (såkalt gridding). Derfor varierer profilavstanden for VLF-data fra 100 m til 300 m. Det ble likevel laget kart med full arealdekning for hver av senderne (se under).

For de radiometriske målingene ble det benyttet en måletid på 1 sekund (se tabell 1). Strålingen som akkumuleres og registreres i dette tidsintervallet antas i hovedsak å representere et område på bakken som er ca. 150 m langt (i flyretningen) og ca. 120 m bredt. Verdier for bakgrunnsstråling (kosmisk stråling og stråling fra instrumenter og materialer i helikopteret) finner man ved å foreta målinger over vann slik at man er sikker på at ingen stråling fra bakken registreres.

Tabell 1 viser samplingsintervall og akkumulasjonstid for de anvendte metoder.

Målingene ble utført av overingeniør John Olav Mogaard og ingeniør Oddvar Blokkum fra NGU.

Tabell 1. Samplingsintervall og akkumulasjonstid for de anvendte målemetoder.

Metode	Samplingsintervall	Akkumulasjonstid
Magnetometri	0.2 sek.	-
EM, EMEX-2	0.1 sek.	-
EM, VLF	0.2 sek.	-
Radiometri	-	1 sek.

5 PROSESSERING

Prosesseringssystem: Alle geofysiske data ble prosessert i NGU's dataanlegg. En datamaskin av typen microVAX 3100 ble benyttet til dette formålet. Alle profilkurvekart og kotekart med eller uten farger plottes ut på en Calcomp 58000 elektrostatiske fargeplotter. Det meste av programvare som benyttes ved prosessering og kartframstilling er levert av Aerodat Ltd. (Toronto, Canada).

Bearbeiding av data starter med å gjenskape profilnett ved hjelp av navigasjonsdata. Alle målepunktene blir gitt en X-Y-koordinat, slik at data kan plottes ut i form av kurver og kart etter bearbeiding i datamaskinen.

Prosesseringsfilosofi: De framstilte kart er prosessert med minimal filtrering, interpolasjon og sammensmelting av data fra naboprofiler under gridding, og med minimal fjerning av ekstremt høye og lave verdier. Filtrering av grid ble utført kun for å redusere kanter på konturene. Kartene er på denne måten ment å bibeholde informasjonsnivået i profildata i størst mulig grad.

Gridding: Ved interpolasjon til et regulært rutenett (gridd) ble det benyttet en rutine som bygger på prinsippet Akima spline-interpolasjon (Akima 1970) og hvor cellestørrelsen var 25 m. En strøkretning/trendretning ble angitt under griddingen (N45°Ø) av alle datasettene, unntatt VLF-data. Eksperimentering viste at dette forbedret interpolasjonen for stordelen av kartet for alle datasettene (unntatt VLF-data).

Magnetisk totalfelt: Magnetiske data ble filtrert for å fjerne spikes uten at informasjon av betydning går tapt. Deretter ble data korrigeret for tidsavhengige variasjoner i det jordmagnetiske feltet. Dette gjøres ved å korrelere de registrerte basemagnetometer-data med de data man måler i helikopteret. Som referanse brukes tid ved denne korreleringen. Under denne prosessen blir alle målepunktene normalisert mot en basisverdi som måles av basemagneto-

meteret. Denne prosessen sikrer at anomalier skyldes geologiske forhold, og ikke de tidsavhengige variasjonene. I tillegg ble nivået på ca. halvparten av profilene justert manuelt (nivåendringene skyldes antageligvis flyhøydevariasjoner). Endel kart ble laget i målestokk 1:5000. Det ble da oppdaget endel mindre feil i den manuelle navigasjonen som ble rettet opp. Det ble generert seks forskjellige gridd med varierende grad av glatting (også uglattet). I rapporten er et 3 x 3 punkts (cellestørrelse er 25 m) Hanning-filter brukt (Sheriff 1984).

Magnetisk vertikal gradient: Griddet for magnetisk vertikal gradient er framstilt fra det Hanning-filtrerte magnetisk totalfelt-griddet ved bruk av et 17 x 17 punkts vertikal gradient-filter. Dette griddet ble igjen glattet med et 3 x 3 punkts Hanning-filter før konturering og kartframstilling.

EMEX-2: EMEX-2 elektromagnetiske data ble prosessert med en rutine for støyfiltrering og lavpassfiltrering. Dette utføres for å fjerne mikrofoniske effekter fra kabel og målesonde, spikes og påvirkning fra kraftlinjer etc. Etter filtrering ble data nivåjustert slik langbølget drift som skyldes termiske effekter i måleutstyr ble fjernet. Ferdig prosesserte data ble plottet som profilkurvekart. I tillegg ble det gjort et anomaliutplukk langs profilene. For disse anomaliene beregnes tilsynelatende elektrisk ledningsevne ut fra en vertikal tynnplatemodell med uendelig utstrekning til sidene for profilet og mot dypet. Ut fra disse beregningene lages et symbolkart som kombineres med et resistivitetskart. Resistivitetskartet framstilles ved hjelp av ledningsevnekalkulasjoner basert på reelle og imaginære data for en frekvens (vanligvis koaksial 4551 Hz). Resultatet presenteres ved et kotekart som viser tilsynelatende resistivitet for hele området. Resistivitetskartet ble produsert med Akima-spline gridrutine, og glattet med et 5 x 5 punkts Hanning-filter.

VLF: Komponentene fra line- og ortho-kanalene ble støyfiltrert og glattet med et 7-punkts Hanning-filter. Som følge av at profilene flys i alternerende retning, oppstår en reversering av fortegnene på måledata. Dette justeres for under prosesseringen slik at alle profiler er normalisert til samme flyretning. Data ble deretter griddet og konturert. Deler av profiler ble fjernet, samt 20-25 hele profiler for hver radiosender på grunn av støy som var opphav til kunstige anomalier. Deretter ble data re-griddet og konturert. Ferdig prosesserte line- og ortho-kanaler ble summert og dividert med 2, griddet og filtrert med et 5 x 5 punkts Hanning-filter før konturering og kartframstilling.

Radiometri: De radiometriske data er prosessert med en programpakke som opprinnelig er utviklet av instrumentprodusenten Geometrics. Data korrigeres først for deadtime (forsinkelse i A/D-omformerne i spektrometeret) og normaliseres til cps (counts per second). Deretter blir bakgrunnsverdiene for de forskjellige kanalene trukket fra. Bakgrunnsstråling skyldes først og fremst kosmisk stråling og stråling fra instrumenter og materialer i helikopteret. Alle data blir normalisert til en høyde av 250 fot ved å bruke data fra radarhøydemåleren. Til slutt korrigeres data for effekten av Compton-spredning. Compton-effekten medfører at

registreringer med høy energi også vil gi utslag hos elementer med lavere energi. Til slutt ble data griddet, filtrert med et 9 x 9 punkts Hanning-filter og konturert før kartframstilling.

6 **PRODUKT**

Det er produsert konturerte fargekart i målestokk 1:50000. Et utvalg av disse er nedfotografert til A4-størrelse og er vedlagt i figurene 2-5. Følgende kart er framstilt for denne rapporten og kan bestilles fra NGU:

- 93.104-01: Plott av flylinjer over måleområdet, M 1:50000
- 93.104-02: Magnetisk totalfelt, M 1:50000
- 93.104-03: Magnetisk vertikal gradient, M 1:50000
- 93.104-04: Radiometri, totalstråling (c/s), M 1:50000
- 93.104-05: Radiometri, kalium (K40) (c/s), M 1:50000
- 93.104-06: Radiometri, thorium (Th208) (c/s), M 1:50000
- 93.104-07: Radiometri, uran (Bi214) (c/s), M 1:50000
- 93.104-09: Resistivitet, 4551 Hz koaksial, M 1:50000
- 93.104-10A: EMEX-2 profilkurvekart, alle frekvenser, M 1:20000
- 93.104-10B: EMEX-2 profilkurvekart for koaksialt spolesett, 4551 Hz, M 1:20000
- 93.104-11: EMEX-2 tolkningsymbol, M 1:50000.
- 93.104-12: VLF-EM ortho kanal, GBR, Rugby England, M 1:50000.
- 93.104-13: VLF-EM line kanal, NAA, Maine USA, M 1:50000.
- 93.104-14: VLF-EM middelvei av summert line og ortho kanal, M 1:50000.

I tillegg er det framstilt et kart for cesium-stråling (Cs137). Dette kartet viser områder med nedfall fra Tsjernobyl-ulykken i 1986:

- 93.104-08: Radiometri, cesium (Cs137) M 1:50000

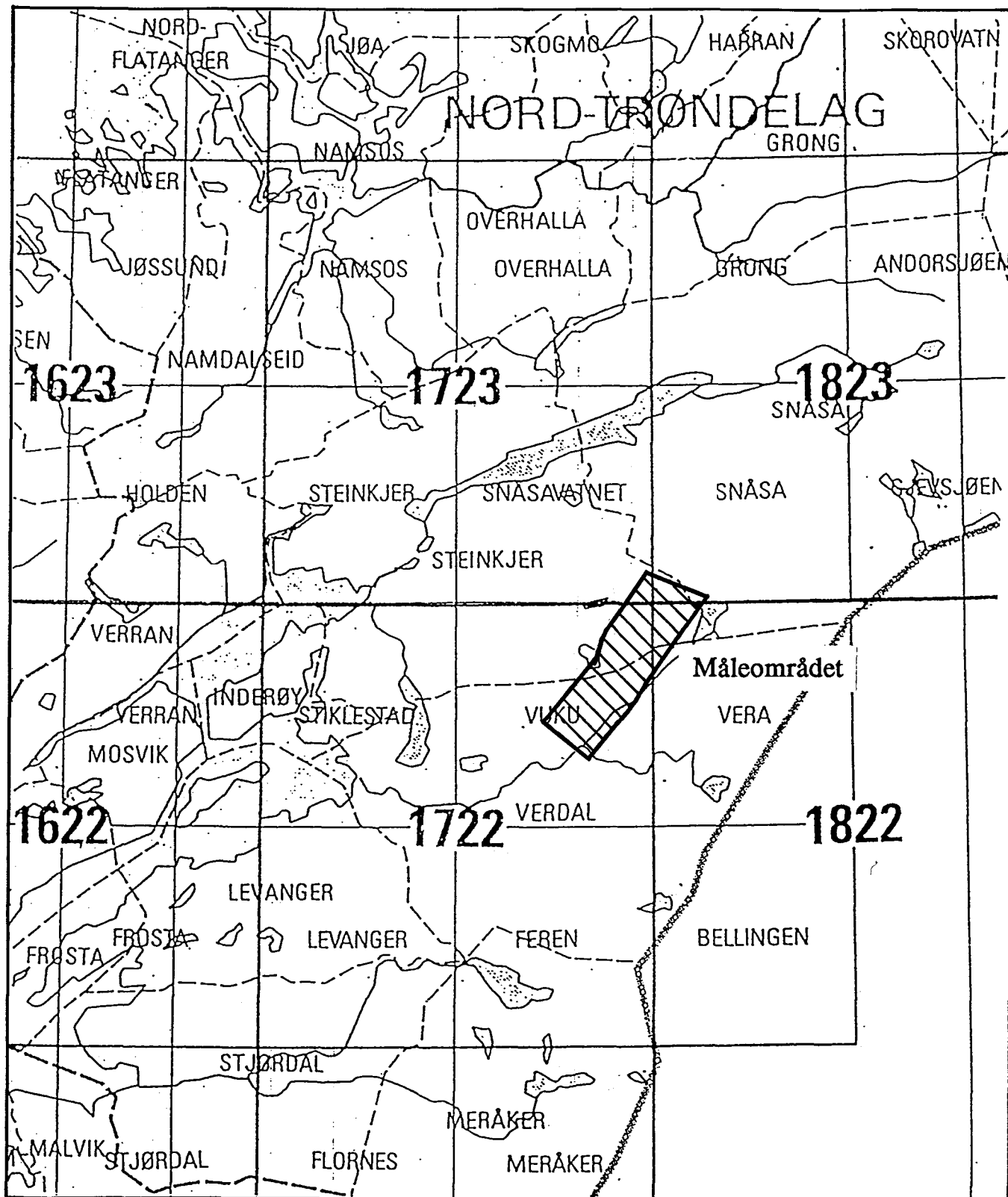
Tilleggskopier av alle disse kartene kan bestilles fra NGU. Ved bestilling, referér til jobbnnummer 93104 og kartnummer som listet over.

7 REFERANSER

Akima, H. 1970: A new method of interpolation and smooth curve fittings based on local procedures. *Jour. of Ass. for computing Machinery* 17, 589-602.

Sheriff, R.E. 1984: Encyclopedic dictionary of exploration geophysics. *Society of Exploration Geophysicists*, ISBN 0-931830-31-3.

Fig. 1



Figur 1: Oversiktskart over måleområdet

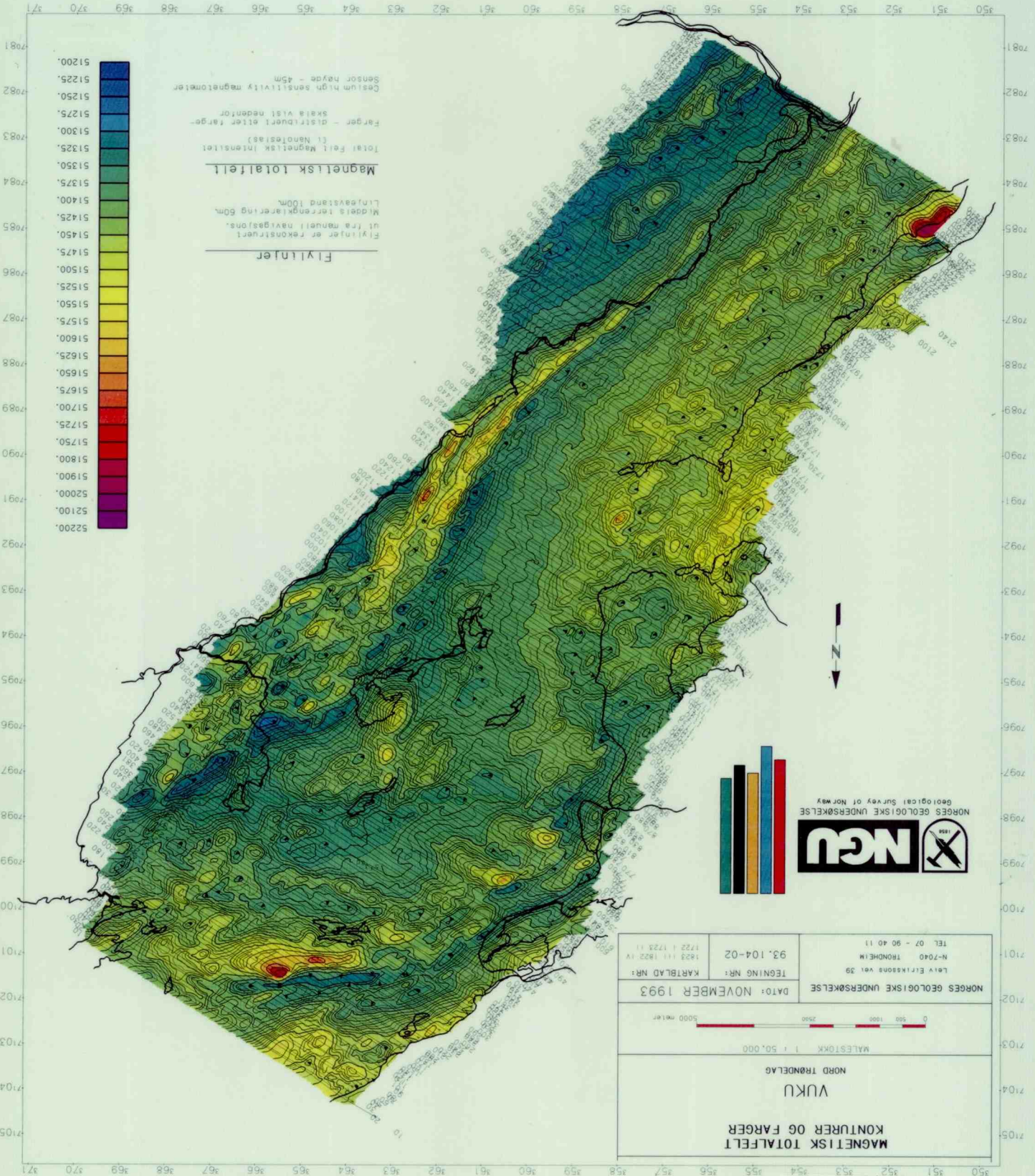


Fig. 2

Fig. 3

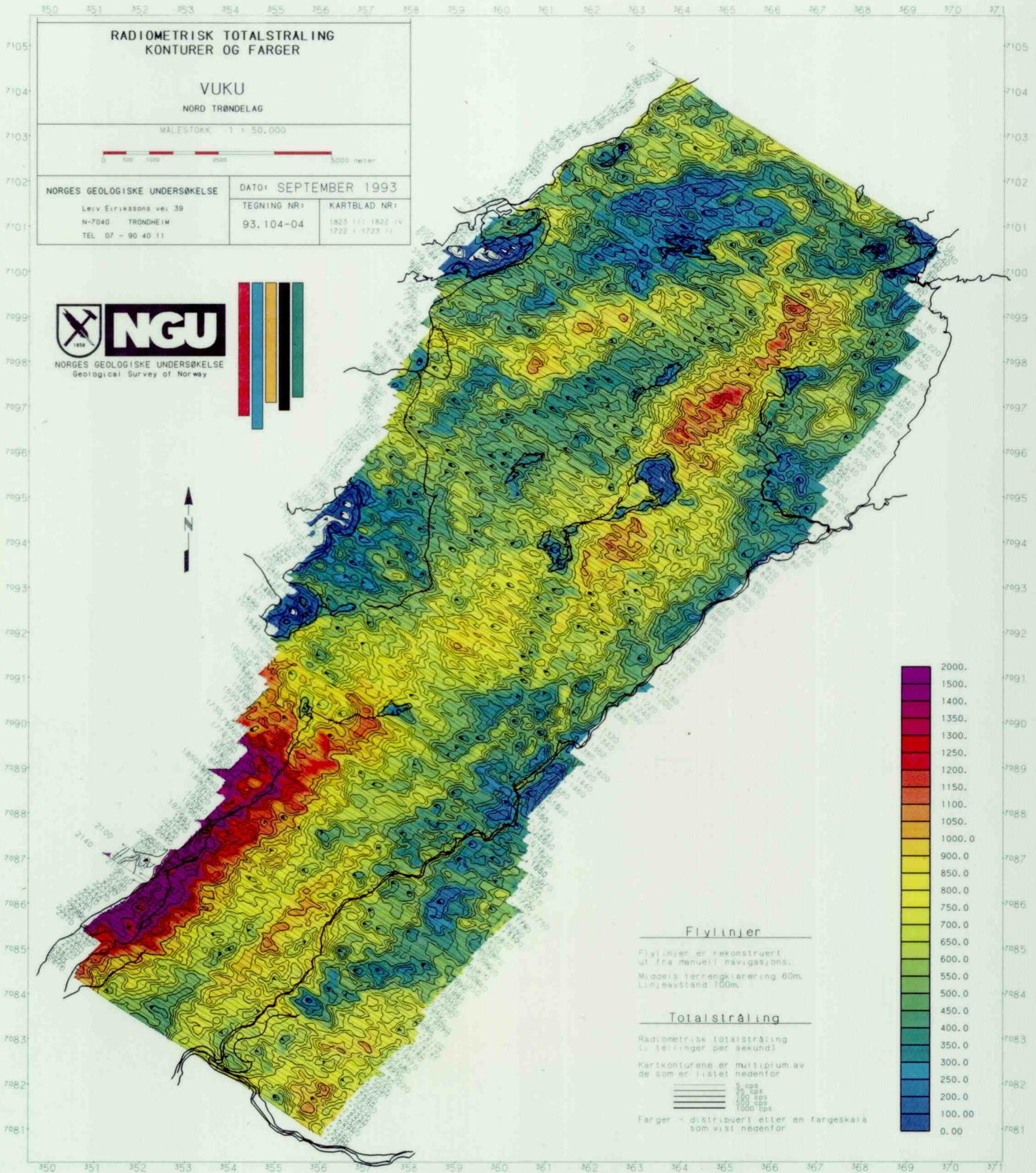


Fig. 4

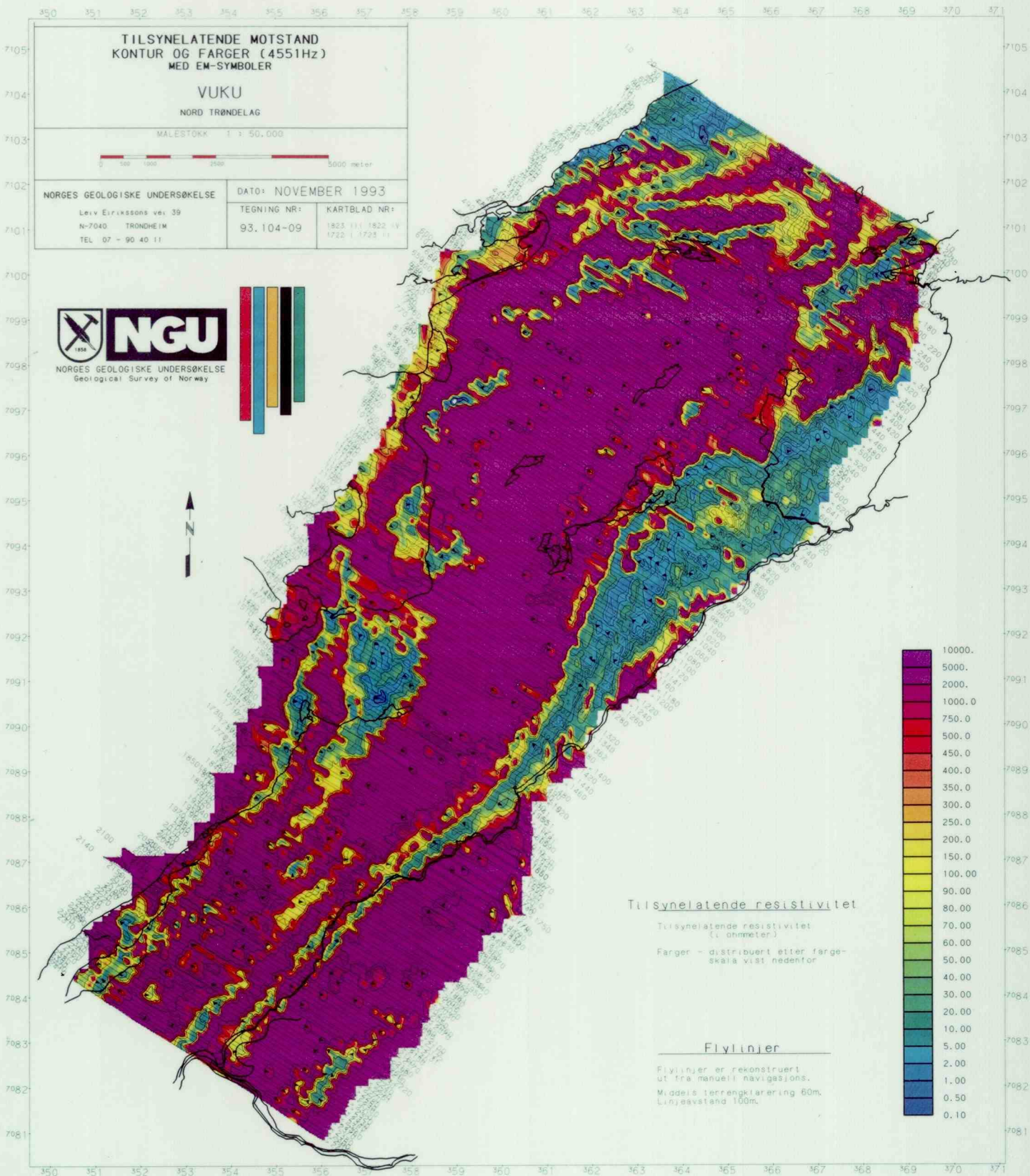


Fig. 5

