

NGU Rapport 92.229

Geofysiske målinger fra helikopter
over et område i indre Tysfjord,
Nordland

Rapport nr. 92.229		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Geofysiske målinger fra helikopter over et område i indre Tysfjord, Nordland				
Forfatter: John O. Mogaard		Oppdragsgiver: Nordlandsprogrammet		
Fylke: Nordland		Kommune: Sørfold, Hamarøy og Tysfjord		
Kartbladnavn (M=1:250.000) Sulitjelma		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 2130 II Gjerdal, 2230 III Linnajavrre, 2230 IV Hellembotn, 2230 I Bjørntoppen		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 9	Pris: 210,-	
Feltarbeid utført: 13.-27.08.91		Rapportdato: juni 1992	Prosjektnr.: 67.2543.01	Ansvarlig: <i>Jens S. Kvernøy</i>
Sammendrag: <p>NGU utførte i samarbeid med Nordland fylkeskommune helikoptermålinger (magnetometri, radiometri og VLF) sommer -91 over et område i indre Tysfjord, Nordland fylke. Det ble målt ca. 5200 profilkilometer. Disse målingene var et ledd i kartleggingen av ressurspotensialet knyttet til det granittiske grunnfjell i indre Tysfjord. På grunn av topografien i måleområdet ble ikke elektromagnetiske målinger utført. Resultatene er representert som profil og kotekart med farger plottet ut på en Calcomp 58000 elektrostatisk fargeplotter. Målestokken er 1:50.000. I rapporten presenteres nedfotograferte versjoner av forskjellige kart. Fargeplottede kart i full størrelse (22 stk.) kan bestilles fra NGU til en pris av kr 500,- pr. eksemplar.</p>				
Emneord:		Magnetometri		
Geofysikk		Radiometri		
Helikoptermåling		VLF-måling		Fagrapport

INNHALDSFORTEGNELSE

1. Innledning :	side 4
2. Undersøkellesbetingelser :	side 4
3. Utførelse :	side 5
4. Resultat :	side 7
5. Referanser :	side 9

Tekstbilag :

1. Målemetoder og instrumenter
2. Bearbeidelse av data

Kartbilag:

Fig. 1	:	Oversikt over måleområde
Fig. 2A	:	Magnetisk totalfelt, sørlig del
Fig. 2B	:	Magnetisk totalfelt, nordlig del
Fig. 3A	:	VLF-Ortho, totalfelt, sørlig del
Fig. 3B	:	VLF-Ortho, totalfelt, nordlig del
Fig. 4A	:	Radiometrisk totalstråling, sørlig del
Fig. 4B	:	Radiometrisk totalstråling, nordlig del
Fig. 5A	:	Forhold Thorium - Kalium, sørlig del
Fig. 5B	:	Forhold Thorium - Kalium, nordlig del

1. INNLEDNING

NGU utførte sommeren 1991 helikoptermålinger over kartbladene Gjerdalen, Linajavri, Hellembotn og Bjørntoppen (M 1:50000). Disse kartbladene er tidligere dekket med flymålinger av NGU (magnetiske og elektromagnetiske målinger). Helikoptermålingene, som var et ledd i kartleggingen av ressurspotensialet knyttet til det granittiske grunnfjell i indre Tysfjord, omfatter magnetiske, VLF og radiometriske målinger. På grunn av topografien i måleområdet ble ikke elektromagnetiske målinger utført.

En oversikt over måleområdet er vist i fig.1. Det ble målt totalt ca. 5200 profilkilometer med en linjeavstand på 200 meter.

2. UNDERSØKELSES BETINGELSER

For å oppnå vellykkede resultater ved helikoptermålinger er det en rekke betingelser som må oppfylles. Under målingene må man ta hensyn til en rekke forhold som innvirker på måleresultat. I verste fall må flygingen kanselleres.

Været har stor innvirkning på måleresultatet. Regn og vind kan føre til høyt støynivå og skaper vanskelige forhold for navigasjonen. Under målingene over indre Tysfjord var værforholdene varierende. Lavt skydekke i de dårligste periodene gjorde det umulig å utføre målingene slik at alle data som ble innsamlet er av god kvalitet.

Oppdraget ble fløyet med satellittnavigasjon (GPS) og måling ble utført bare i perioder med god satellittdækning.

Terrenget har også en viss innvirkning på måleresultatet. I områder med store høydevariasjoner er det vanskelig å holde eksakt målehøyde og hastighet. Terrenget i måleområdet over indre Tysfjord kan betegnes som vanskelig for helikoptermålinger.

For de magnetiske målingene vil tidsrelaterte variasjoner ha stor innvirkning. Det benyttes et stasjonsmagnetometer for å registrere disse variasjonene slik at man kan foreta en korrigering under prosesseringen av de magnetiske data. I visse perioder kan det oppstå store variasjoner over kort tid i det magnetiske feltet (magnetisk storm). Under slike forhold må målingene kanselleres. Under målingene ved indre Tysfjord hadde en ingen problemer med tidsavhengige magnetiske variasjoner.

3. UTFØRELSE

Måleinstrumentene ble montert i et helikopter av typen Aerospatiale Ecureuil SA 350B1 fra Helikopterteneste A/S i Kinsarvik. Instrumentene og datasystemet er plassert inne i helikopteret ved siden av operatøren. Målesondene for de magnetiske- og VLF målingene henger under helikopteret i kabler. Måle-krystallet for de radiometriske målingene er plassert i en ramme som er festet til undersiden av helikopteret.

Det ble benyttet GPS satelittnavigasjon kombinert med visuell navigasjon. Som kartgrunnlag for den visuelle navigasjonen ble kart i 1:50 000 serien oppfotografert til 1:20 000 og deretter påtegnet profiler. Navigatøren avmerker referansepunkt på kartene under målingene slik at den visuelle navigasjonen kan benyttes under prosesseringen i de tilfellene GPS satelittnavigasjonen ikke er god nok. Da dette oppdraget ble fløyet i et meget kupert terreng falt GPS-navigasjonen ut på enkelte profiler pga. skygge fra fjellene. Disse profilene er digitalisert.

Totalt ble det målt ca. 5200 profilkilometer med en profilavstand på 200 meter. Flyhøyden var 60 meter, mens flyretningen var øst-vest over hele måleområdet. Tekniske data for de ulike metodene framgår av tabell 1.

Målingene over indre Tysfjord ble utført i perioden 13.08.91-27.08.91. Som base for oppdraget ble Kobbelv vertshus benyttet.

Fra NGU deltok:

Overingeniør John Olav Mogaard
Ingeniør Oddvar Blokkum

Fra Helikopterteneste A/S:

Pilot Ole Jackobsen

METODE	SAMPLINGSFREKV.	TELLETID	SENDERSTASJON
Magnetisk	0.2 Hz	*	*
VLF	0.2 HZ	*	NAA og GBR
Radiometri	*	1 sek.	

Tabell 1

Metoder,samlingsfrekvens,telletid og senderstasjoner ved målinger over indre Tysfjord.

4. RESULTATER

Resultatene for målingene (magnometri, VLF-EM og radiometri) er fremstilt som kart i målestokken 1:50000.

I tillegg er uttegnet radarhøydemåleren i målestokk 1:50000.

En har også valgt å lage kart som viser forholdet mellom uran - kalium og thorium - kalium.

Følgende kart kan bestilles fra NGU:

Kart 92.229-01A:	Flylinjer, sørlig del
Kart 92.229-01B:	Flylinjer, nordlig del
Kart 91.229-02A:	Magnetisk totalfelt, sørlig del konturer og farger
Kart 91.229-02B:	Magnetisk totalfelt, nordlig del konturer og farger
Kart 91.229-03A:	Beregnet magnetisk vertikal gradient, sørlig del konturer og farger
Kart 91.229-03B:	Beregnet magnetisk vertikal gradient, nordlig del konturer og farger
Kart 91.229-04A:	VLF-EM-LINE Totalfelt, sørlig del konturer og farger
Kart 91.229-04B:	VLF-EM-LINE Totalfelt, nordlig del konturer og farger
Kart 91.229-05A:	Radiometrisk totalstråling, sørlig del konturer og farger
Kart 91.229-05B:	Radiometrisk totalstråling, nordlig del konturer og farger
Kart 91.229-06A:	Kalium, sørlig del konturer og farger
Kart 91.229-06B:	Kalium, nordlig del konturer og farger
Kart 91.229-07A:	Uran, sørlig del konturer og farger
Kart 91.229-07B:	Uran, nordlig del konturer og farger
Kart 91.229-08A:	Thorium, sørlig del konturer og farger

Kart 91.229-08B:	Thorium, nørlig del konturer og farger
Kart 91.229-09A:	Radarhøydemaal, sørlig del profiler
Kart 91.229-09B:	Radarhøydemaal, nørlig del profiler
Kart 91.229-10A:	Forhold Uran - Kalium, sørlig del konturer og farger
Kart 91.229-10B:	Forhold Uran - Kalium, nørlig del konturer og farger
Kart 91.229-11A:	Forhold Thorium - Kalium, sørlig del konturer og farger
Kart 91.229-11B:	Forhold Thorium - Kalium, nørlig del konturer og farger

Radiometriske målinger er avhengig av høyden over bakken. Under prosssering av data blir målingene normalisert til en nominell høyde (65 meter). Blir høyden for stor er en ikke i stand til å korrigere data. På de radiometriske kartene fra indre Tysfjord er det en del hvite områder der en ikke har fornuftige data. Ved beregning av forholdet U/K og Th/K oppstår lett ufornuftige verdier når måledata er nær bakgrunnsnivå. For å unngå dette er forholdet satt lik null (blå farge) når måleverdiene er mindre enn 1,5 ganger bakgrunnsnivå. En har valgt å tegne ut radarhøydemaaleren som profilkurvekart slik at disse kan brukes sammen med de radiometriske kartene.

Følgende kart nedfotografert til A-4 format er vedlagt rapporten:

Fig. 1	:	Oversikt over måleområde
Fig. 2A	:	Magnetisk totalfelt, sørlig del
Fig. 2B	:	Magnetisk totalfelt, nørlig del
Fig. 3A	:	VLF-Ortho, totalfelt, sørlig del
Fig. 3B	:	VLF-Ortho, totalfelt, nørlig del
Fig. 4A	:	Radiometrisk totalstråling, sørlig del
Fig. 4B	:	Radiometrisk totalstråling, nørlig del
Fig. 5A	:	Forhold Thorium - Kalium, sørlig del
Fig. 5B	:	Forhold Thorium - Kalium, nørlig del

5. 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.

Swain,C.J 1976: A Fortran IV program for interpolating irregularly spaced data using the difference between equations for minimum curvature.Computers and Geosciences 1,231-240.

Kihle,O. 1985: Produksjonssystem for fargerasterkart. Foreløpig brukerbeskrivelse.

MÅLEMETODER OG INSTRUMENTER

Ved NGU's kombinerte geofysiske målinger fra helikopter utføres fire måletyper samtidig :

1. Måling av det jordmagnetiske totalfeltet
2. Elektromagnetiske målinger (4 frekvenser)
3. Radimetriske Målinger
4. VLF målinger (Very Low Frequency)

1. Magnetiske målinger.

Det jordmagnetiske totalfeltet måles med et cesium magnetometer av type Scintrex MEP 410. Sonden for magnetometeret henger 15 meter under helikopteret i en kabel som er surret felles med kablene for VLF og EM instrumentene.

Cesiummagnetometeret har en meget høy følsomhet (0.005 nT), og målefrekvensen er også høyere enn for et protonmagnetometer. Instrumentet kan foreta inntil 10 målinger pr sekund. Vanligvis benyttes to målinger i sekundet. Dette sammen med målehøyden på ca. 45 meter og helikopterets hastighet på ca. 30 meter/sekund bevirker at anomaliårsaker med 30 - 40 meters avstand fra hverandre kan skilles i bakkenivå.

For å registrere daglige og tidsavhengige variasjoner i det jordmagnetiske feltet benyttes et basemagnetometer med både analog og digital registrering. Basemagnetometeret består av et protonmagnetometer av typen Scintrex MP-3 som tilkobles en skriver (type TOA EPR121A). Data lagres i magnetometerets minne for senere å bli overført for lagring på PD.

Basemagnetometeret plasseres nær området som skal undersøkes. Data som registreres av basemagnetometeret brukes under prosesseringen av måledata for å korrigere for tidsavhengige variasjoner i magnetfeltet.

2. Elektromagnetiske målinger.

NGU's elektromagnetiske målesystem for helikoptermålinger består av et fire frekvens sender -mottaker system av type 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 :

Koaksial spole 1 : 923 Hz

Koaksial spole 2 : 4551 Hz

Koplanar spole 1 : 4287 Hz

Koplanar spole 2 : 32165 Hz

Primærfeltet fra senderspolene induserer strømmen i eventuelle elektrisk ledere i bakken. De induserte strømmene setter opp et sekundærfelt som registreres av mottakerspolene i målesonden. Systemet registrerer en reell og en imaginær komponent for hver frekvens. Reellkomponenten er i fase med primærfeltet, mens imaginærkomponenten er 90 grader faseforskyvet 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 respons fra kraftlinjer. Disse vil påvirke spesielt de lave frekvensene slik at måledata over kraftlinjer ofte må fjernes.

EMEX-2 systemet måler kontinuerlig, mens det digitale systemet kan samle data 10 ganger i sekundet. På denne måten øker oppløsningen og spikes fra elektriske feil eller utladninger i atmosfæren kan fjernes fra måledata. Dybderekkevidden for systemet er ca. 100 meter under bakkenivå avhengig av målebetingelsene.

3. VLF - elektromagnetiske målinger.

Ved VLF - målinger fra helikopter benyttes måleinstrumenter av type TOTEM 2A levert av Herz Industries, Kanada. VLF målingene bruker primærfeltet fra militære radiosendere i Europa og USA som signalkilde. Senderne opererer i frekvensområdet 15 - 25 kHz.

TOTEM 2A systemet består av en målesonde med tre ortogonale målespoler og tilhørende elektronikk. Sonden slepes ca. 10 meter under helikopteret. Målesignalene sendes via en kabel til et konsoll i helikopteret der de omformes og behandles. Systemet måler samtidig signaler fra to sendere som velges før målingene startes. For å oppnå god kobling med eventuelle elektriske ledere i området som skal undersøkes bør sendere med geografisk beliggenhet mest mulig i (line) eller vinkelrett på (ortho) flyretningen velges. Dette kan ofte by på store problemer, særlig når man opererer i Nord-Norge.

VLF målingene er som EM 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 derfor utfylle målinger med lavfrekvente EM instrumenter. Dybderekkevidden er ofte bedre ved VLF-målinger enn for EM målinger når overdekket har høy resistivitet. Dette skyldes høy utgangseffekt og stor avstand til senderne.

4. Radiometriske Målinger.

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

Utstyrspakken består av :

1. Multikanal gammaspektrometer, type GR 800
2. Krystalldetektor (NaI), type DET 1024
3. Detektor styreenhet, type GR 900

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 varmestabilisert 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 energispekteret. Vinduer i spekteret som består av flere kanaler samler bidrag fra Kalium-40, Bismuth-214 og Thallium-208. Disse representerer stråling for henholdsvis Kalium-40, Uran-238 og Thorium-232. Totalstrålingen mellom 0.4 Mev og 3 Mev blir også registrert.

Måletiden for de radiometriske målingene kan varieres mellom 0.1 - 9.9 sekunder. Vanligvis benyttes måletid på hvert 1-2 sekund. Mellom hvert målepunkt akkumuleres tellingene og under prosesseringen ved NGU blir måledata normalisert til tellinger pr. sekund (counts/sec).

5. Satelittnavigasjon, radarhøydemåler, dataloggersystem og diverse tilleggsutstyr.

Ved geofysiske helikoptermålinger er man avhengig av et navigasjonssystem for å kunne stedfeste data. Vanligvis benyttes elektronisk navigasjon kombinert med visuell navigasjon. Ved GPS (Global Positioning System) satelittnavigasjon monteres en antenne på helikopteret og via en GPS mottaker kan posisjonen beregnes. Dette skjer i sanntid slik at piloten kan holde nøyaktig kurs under målingene.

Høyden på helikopteret registreres hele tiden ved hjelp av en radarhøydemåler 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 for radarhøydemåleren er 2 meter i den aktuelle målehøyden.

Dataloggersystemet som benyttes består av en utstyrs pakke levert av RMS Instruments, Kanada. Denne pakken inneholder følgende :

1. DAS 8 - dataloggersystem
2. TCR 12 - datakassett recorder
3. GR 33 - alfanumerisk, 32 kanals analog skriver

På skriveren registreres :

EM	: 8 signalkanaler og 1 kraftlinjeindikator
VLF	: 4 signalkanaler
Magnetometer	: Magnetisk totalfelt med varierende følsomhet
Spektrometer	: Totalstråling og uran kanalen

I tillegg kommer radarhøyden, klokke, fastpunkter og navigasjonsdata.

DAS 8 dataloggeren er kjernen i systemet som formidler data både til skriver og datarecorder (TCR 12). Systemet er meget fleksibelt og kan konfigureres til å samle og behandle data fra flere instrument samtidig. Formattede data blir lagt ut på en datakassett via TCR 12 enheten. Datakassetten har en lagringskapasitet på 12 Mbyte

og dekker vanligvis lagringsbehovet for en flytur. Data fra kassetene blir ved prosessering lest inn i NGU's dataanlegg via TCR 12 enheten.

BEARBEIDELSE AV DATA

Alle geofysiske data blir prosessert i NGU's dataanlegg. En datamaskin av type Microvax II benyttes til dette formålet. Alle profilkurvekart og kotekart med eller uten farger plottes ut på en Calcomp 5800 elektrostatisk fargeplotter. Relieffkartene blir produsert på en Applicon ink-jet fargeplotter. All programvare som benyttes ved prosesseringen er levert av Aerodat, Kanada. Grafisk programvare som benyttes kommer dels fra samme firma, og dels av egen produksjon (O. Kihle 1985).

Bearbeiding av måledata starter med de elektroniske navigasjonsdata som danner grunnlaget for en nøyaktig gjennskapning av profilnettet. Alle målepunktene blir gitt en x-y koordinat, slik at data kan plottes ut i form av kurver og kart etter bearbeiding i datamaskinen.

Magnetiske data blir lett filtrert for å fjerne spikes uten at informasjon av betydning går tapt. Deretter korrigerer man de målte data 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 bruker man tid ved denne korreleringen. Under denne prosessen blir alle målepunktene normalisert mot en basisverdi som måles av basemagnetometeret. Denne prosessen sikrer at anomalier skyldes geologiske forhold, og ikke de tidsavhengige variasjonene. Ved produksjon av magnetiske kotekart blir data prosessert med en gridrutine som bygger på prinsippet Akima-Spline interpolasjon (Akima 1970). Farger som er distribuert etter konturintervallene legges på kartet for å øke den visuelle virkningen. Data kan også fremstilles med en relieffvirkning for å fremheve anomalimønsteret (Kihle 1985).

De elektromagnetiske data prosesseres med en rutine for støyfiltrering og lavpass-filtrering. Dette utføres for å fjerne mikrofoniske effekter fra kabel og målesonde, spikes og påvirkning fra kraftlinjer etc. Etter filtrering blir data nivåjustert slik at eventuell langbølget drift som skyldes termiske effekter i måleutstyr blir fjernet. For

å kontrollere nullnivå blir målesonden løftet til ca. 500 meter over bakken flere ganger i løpet av en flytur. Ferdige prosesserte EM-data blir plottet ut som profilkurvekart. I tillegg gjøres et anomaliutplukk langs profilene. For disse anomaliene beregnes tilsynelatende elektrisk ledningsevne ut fra en vertikal tynnplatemodell med uendelig utstrekning til sidene og mot dypet. Ut fra disse beregningene lages et symbolkart som kombineres med et resistivitetskart. Resistivitetskartet fremstilles ved hjelp av ledningsevnekalkulasjoner basert på reell og imaginær data for en frekvens. Resultatet presenteres ved et kotekart som viser tilsynelatende resistivitet for hele området. Vanligvis benyttes koaksial 2 frekvensen (4551 Hz) til dette formålet. Som ved de magnetiske målingene blir EM-resistivitetskart produsert med Akima-Spline gridrutine.

VLF data blir som de magnetiske og EM data støyfiltrert og deretter nivåjustert. Som følge av at profilene ikke flys i samme retning oppstår en reversering av fortegnene på måledata. Dette justeres for under prosesseringen slik at alle profiler er normalisert til samme flyretning. Totalkomponentene fra line og ortho kanalene blir så prosessert hver for seg med gridderutinen som bygger på minimum curvature interpolasjon (Swain 1976). De to filene med griddede data summeres og resultatet presenteres som farge kotekart.

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 normalisert til cps (counts per secund). Deretter blir bakgrunnsverdiene for de forskjellige kanalene trukket fra. Bakgrunnsstråling skyldes først og fremst kosmisk stråling og stråling fra instrumenter og materialer i helikopteret. Bakgrunnsverdiene finner man ved å foreta målinger over vann slik at man er sikker på at ingen stråling fra bakken registreres. Deretter blir alle data normalisert til en høyde av 250 fot ved å bruke data fra radarhøydemåleren. Til slutt korrigeres data for Compton Scatter effekt. Compton scatter betyr at registreringer med høy energi også vil gi utslag hos elementer med lavere energi.

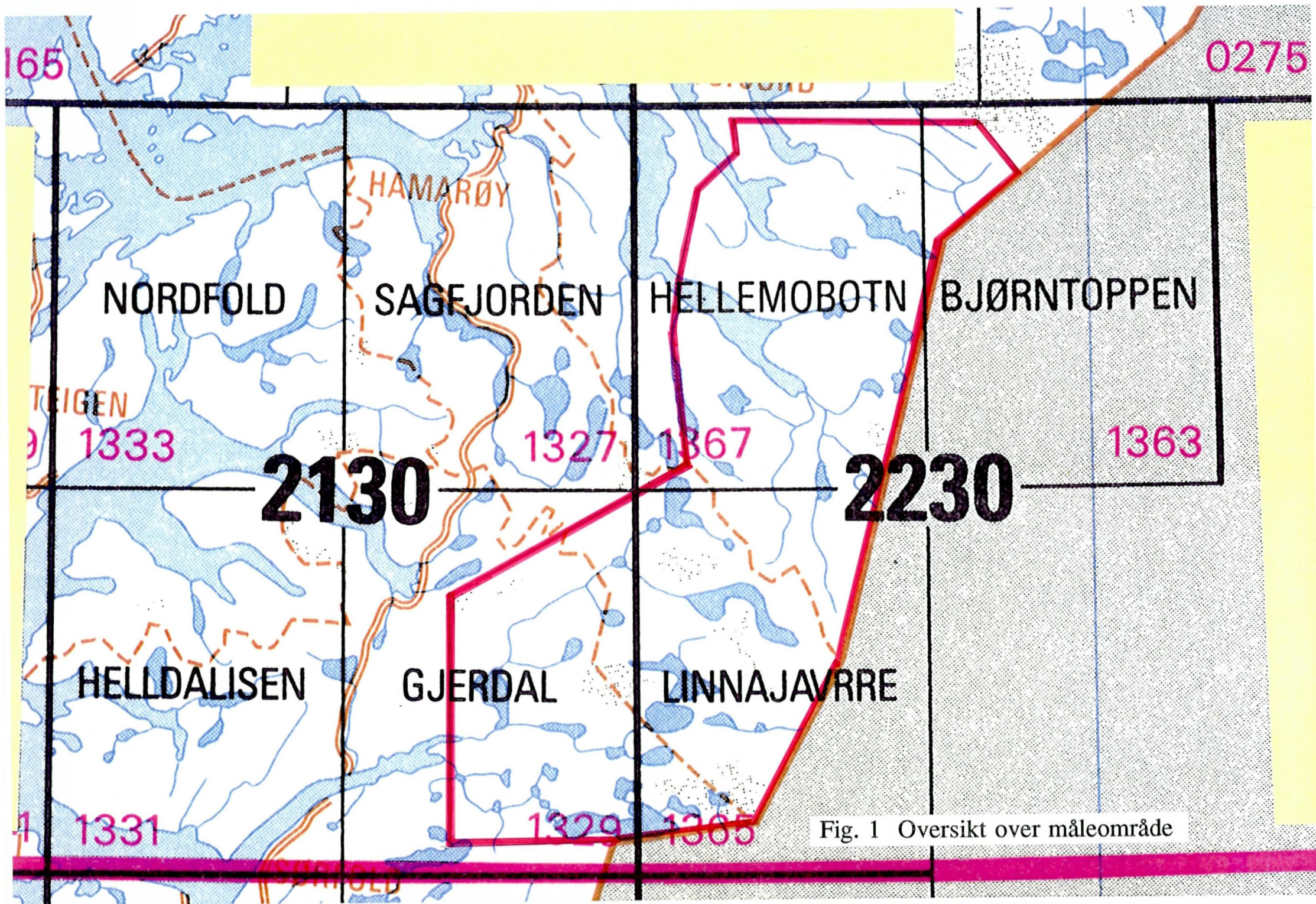
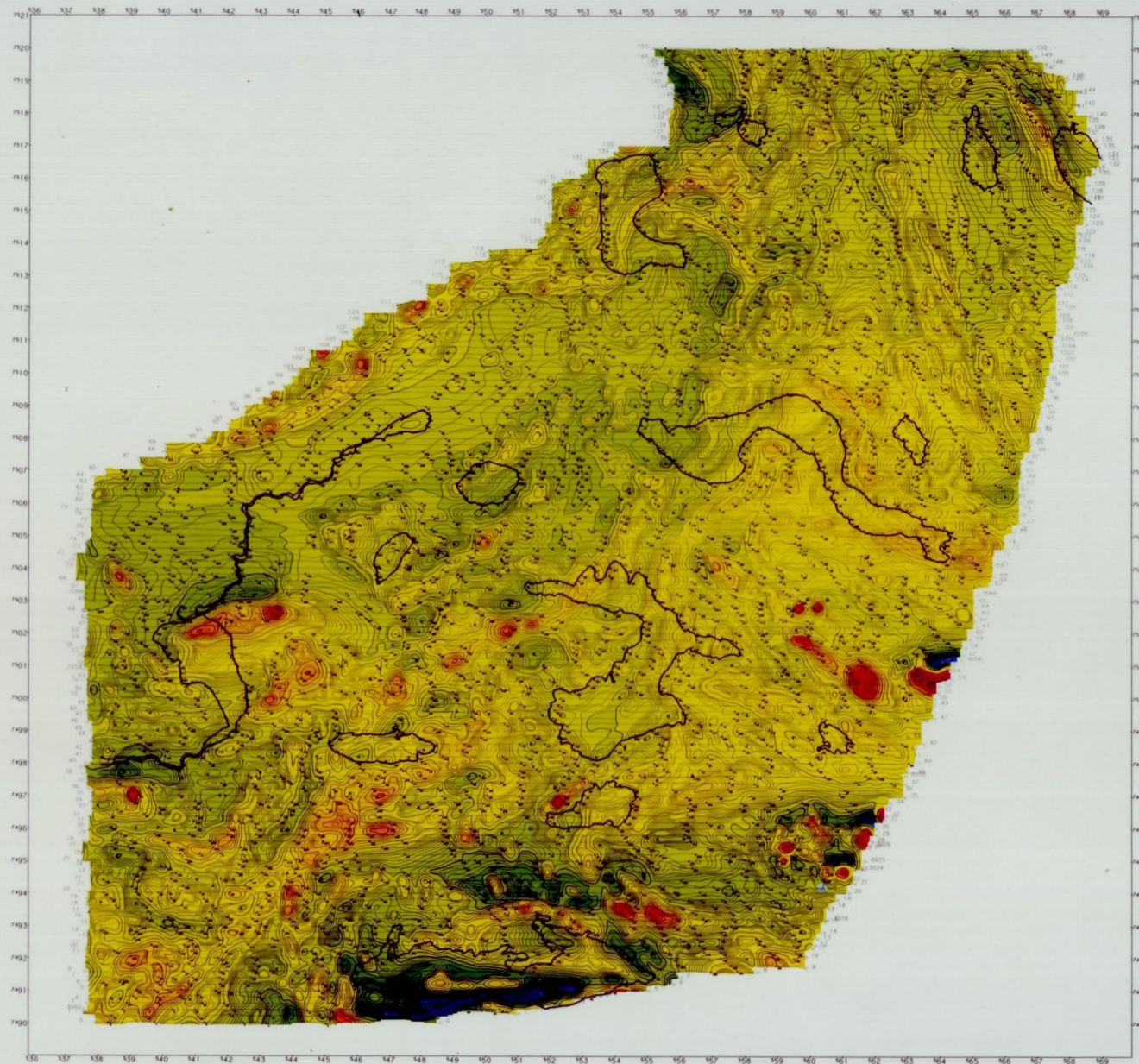


Fig. 1 Oversikt over måleområde



Flylinjer

Flylinjene er innrettet ut fra GPS-koordinater. Målingene er gjennomført med en magnetisk feltmåler.

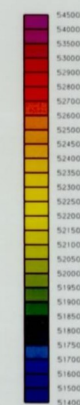
Magnetisk totalfelt

Totalt magnetisk totalfelt (nordrettet).

Kartet er utarbeidet av NGU i samarbeid med Hellemobotn.

Skala: 1:50 000

Farger: 51400-51500: blå, 51500-51600: mørkeblå, 51600-51700: blågrønn, 51700-51800: grønn, 51800-51900: lysgrønn, 51900-52000: grønn, 52000-52100: gulgrønn, 52100-52200: gul, 52200-52300: lysgul, 52300-52400: gul, 52400-52500: oransje, 52500-52600: rødoransje, 52600-52700: rød, 52700-52800: mørkerød, 52800-52900: rød, 52900-53000: mørkerød, 53000-53100: rød, 53100-53200: mørkerød, 53200-53300: rød, 53300-53400: mørkerød, 53400-53500: rød, 53500-53600: mørkerød, 53600-53700: rød, 53700-53800: mørkerød, 53800-53900: rød, 53900-54000: mørkerød, 54000-54100: rød, 54100-54200: mørkerød, 54200-54300: rød, 54300-54400: mørkerød, 54400-54500: rød.



NORDI ANDSPROGRAMMET I

**MAGNETISK TOTALFELT
KONTURER OG FARGER**

HELLEMOBOTN
NORDLAND

MALETTAK 1:50 000

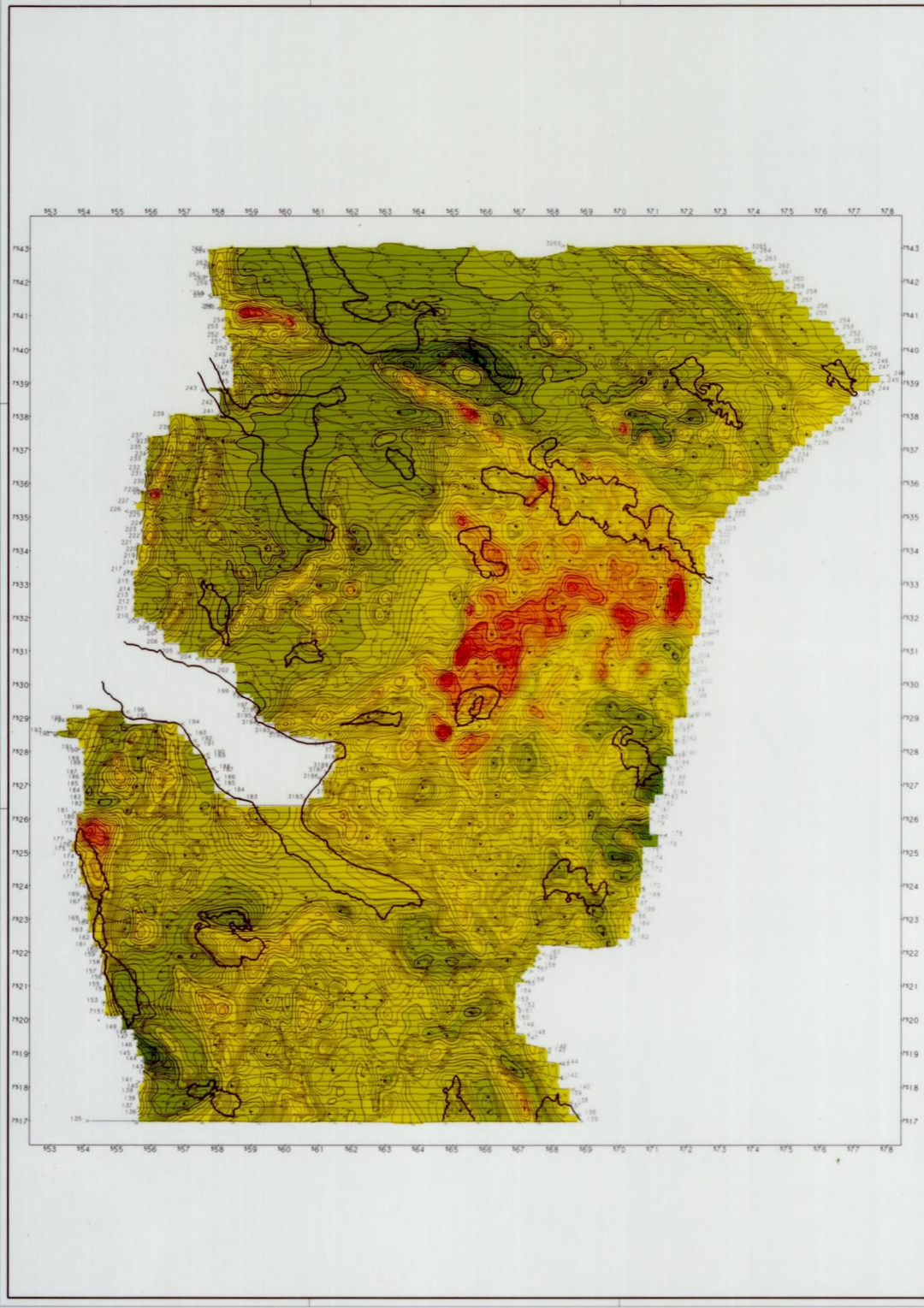
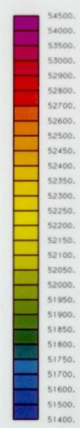
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØELSE DATO: AUGUST 1991
 LAG: EFTERSØKING NR. 33 TEIING NR. 92.229-02A KARTBLAD NR. 2200 1111111
 N-7040 TRONDHEIM TEL. 07 - 90 40 11

Fig. 2A Magnetisk totalfelt, sørlig del



Flylinjer
 Flylinjer og punktmålinger
 fra SSB Statistisk sentralbyrå.
 Målestokk for høyde er 1:50 000.
 Løsningsdato 1988.

Magnetisk totalfelt
 Totalfelt i Magnetisk intensitet
 Nordmagnet
 Kartprosjekt nr. NGU 1000/88
 av 2000 og 12000 Nordmagnet
 1988
 Farger: 0,100 mottatt etter en fargekorreksjon
 som er beskrevet i
 Geologisk kartverkets tekniske rapport nr. 1000/88
 Geologisk kartverkets tekniske rapport nr. 1000/88

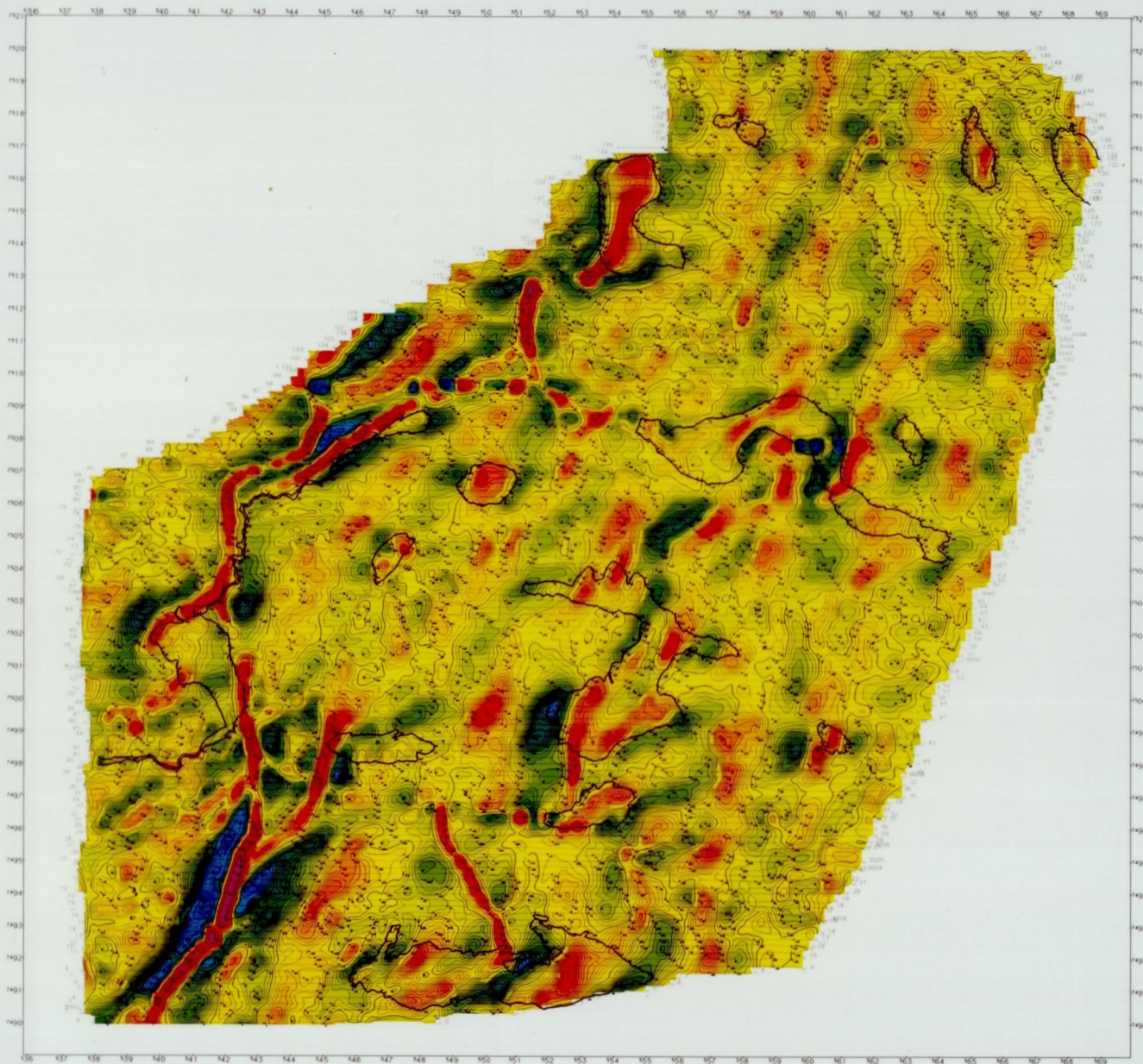


NORDLANDSPROGRAMMET I
**MAGNETISK TOTALFELT
 KONTURER OG FARGER**
HELLEMOBOTN
 NORDLAND

MALESTOKK 1 : 50 000

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE DATO: AUGUST 1991
 LEIV ERIKSSONS VEG 29 TEGNING NR.: KARTBLAD NR.:
 N-7040 TRONDHEIM 92, 229-02B 1:50 000
 TEL. 02 - 90 40 11 228 010000

Fig. 2B Magnetisk totalfelt, nordlig del

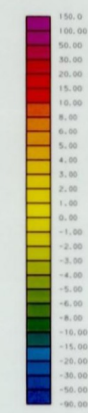


Flylinjer

Flylinjer av 1:50000 og 1:25000
 og 1:10000 skalaer, utarbeidet av
 Norges kartvesen og av NGU
 i samarbeid med NGU.

VLF-EM (ORTHOGONAL)

Metode: Induktiv metode, induksjon
 av jordens magnetfelt.
 Kartlagte av NGU i samarbeid
 med NGU i 1991.
 Farger: 1:50000 og 1:25000
 Skala: 1:50000
 Kartlagte av NGU i 1991.
 Skala: 1:50000



NORDI ANDSPROGRAMMET I
**VLF-EM TOTAL FELT (ORTHO)
 KONTURER OG FARGER**

HELLEMOBOTN
 NORD-AND

MAKSTOKK 1:50.000

NORGES GEOLOGISKE UNDERØSSELSE	DATA: AUGUST 1991
LEI: EIKENHOLM 30	TEKNIK: SM
W-7540 TRONDHEIM	KARTBLAD NR: 92,229-04A
TEL. 07 - 99 40 11	1:50.000

Fig. 3A VLF-Ortho, totalfelt, sørlig del

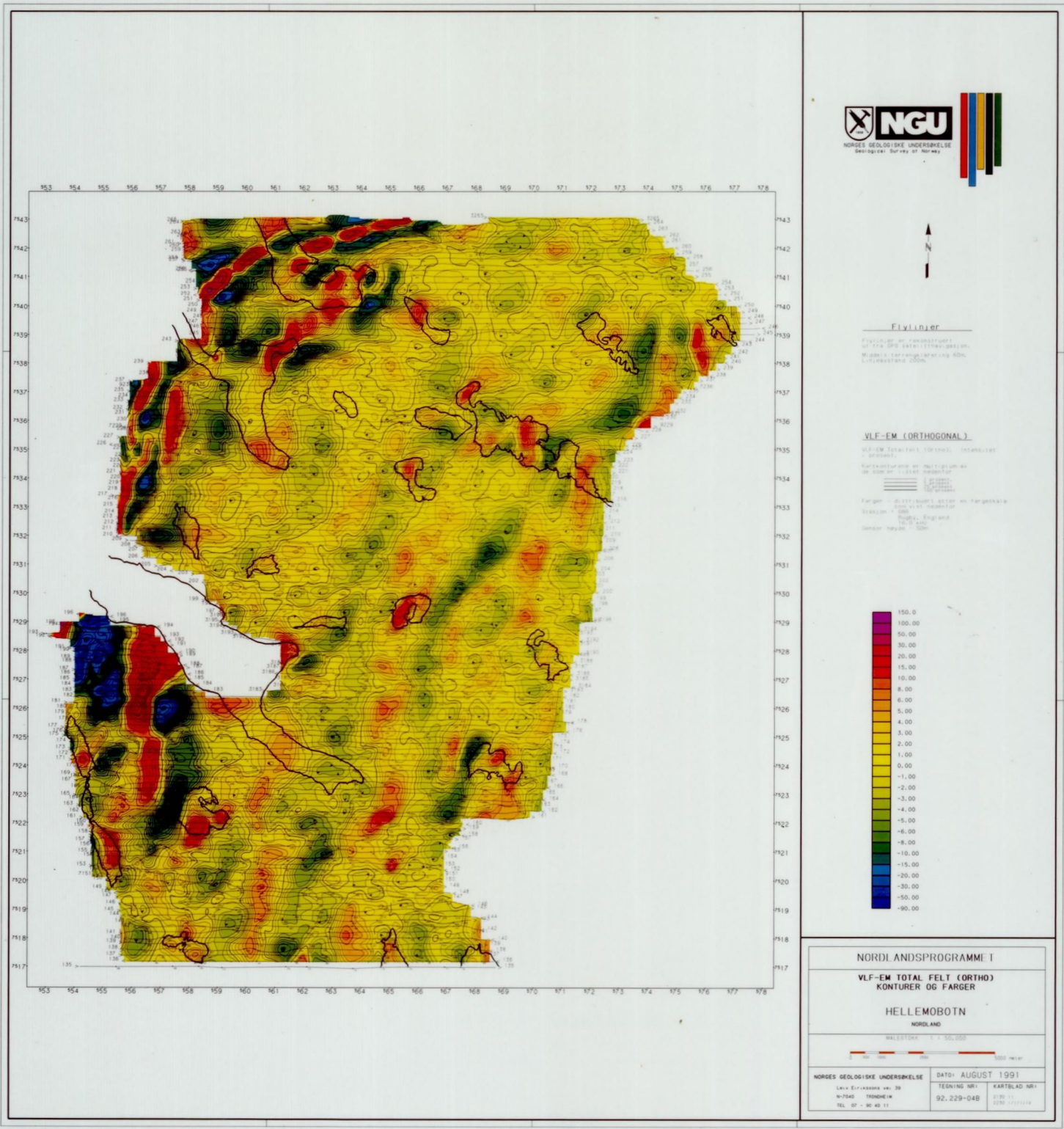
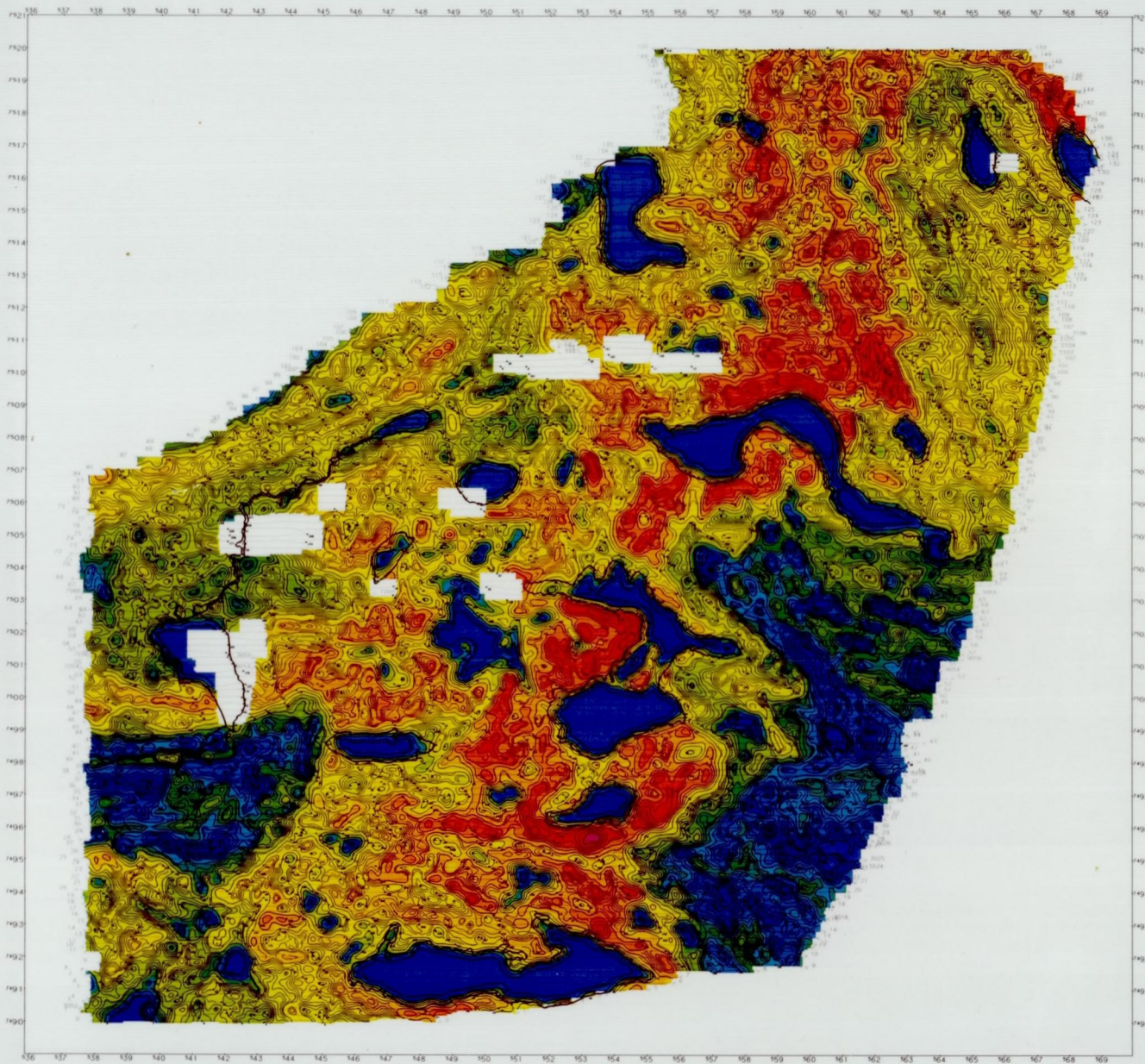


Fig. 3B VLF-Ortho, totalfelt, nordlig del

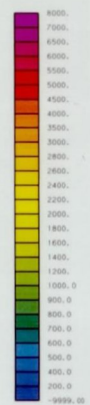


Flyfotoer

Flyfotoer av Hellemsjøen og områdene rundt. Flyfotoene er tatt i 1988 og 1990. Flyfotoene er utvalgt og utvalgt ut fra et utvalg av flyfotoer som er tilgjengelige i 1991.

Totalstråling

Radionuclidene ^{238}U , ^{235}U og ^{232}Th er de viktigste radionuclidene som bidrar til totalstrålingen. Totalstrålingen er uttrykt i $\mu\text{R/h}$. Kartet er utarbeidet av NGU i samarbeid med Statens kartvesen. Kartet er utarbeidet i samarbeid med Statens kartvesen.



NORDLANDSPROGRAMMET I
**RADIOMETRISK TOTALSTRÅLING
 KONTURER OG FARGER**

HELLEMØBTEN
 NORDLAND

MALETTIDEN 1:50,000

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE DATO: AUGUST 1991
 LEIV ERIKSSON OG SE TEGNING NR1 KARTBLAD NR1
 N-7540 TRONDHØM 92.229-05A 2100 1:1
 TEL. 07 - 90 40 11 2200 1:1

Fig. 4A Radiometrisk totalstråling, sørlig del

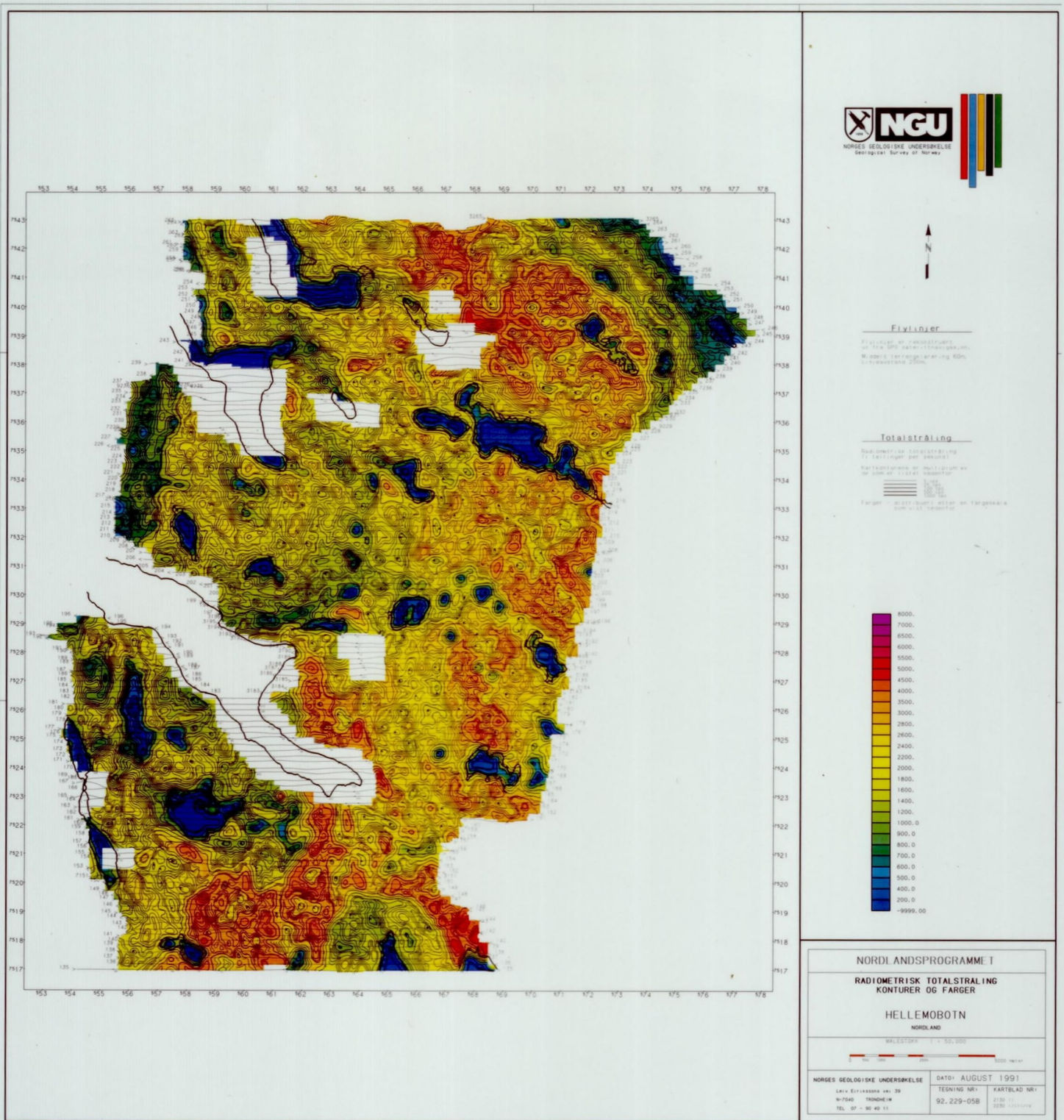
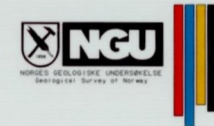
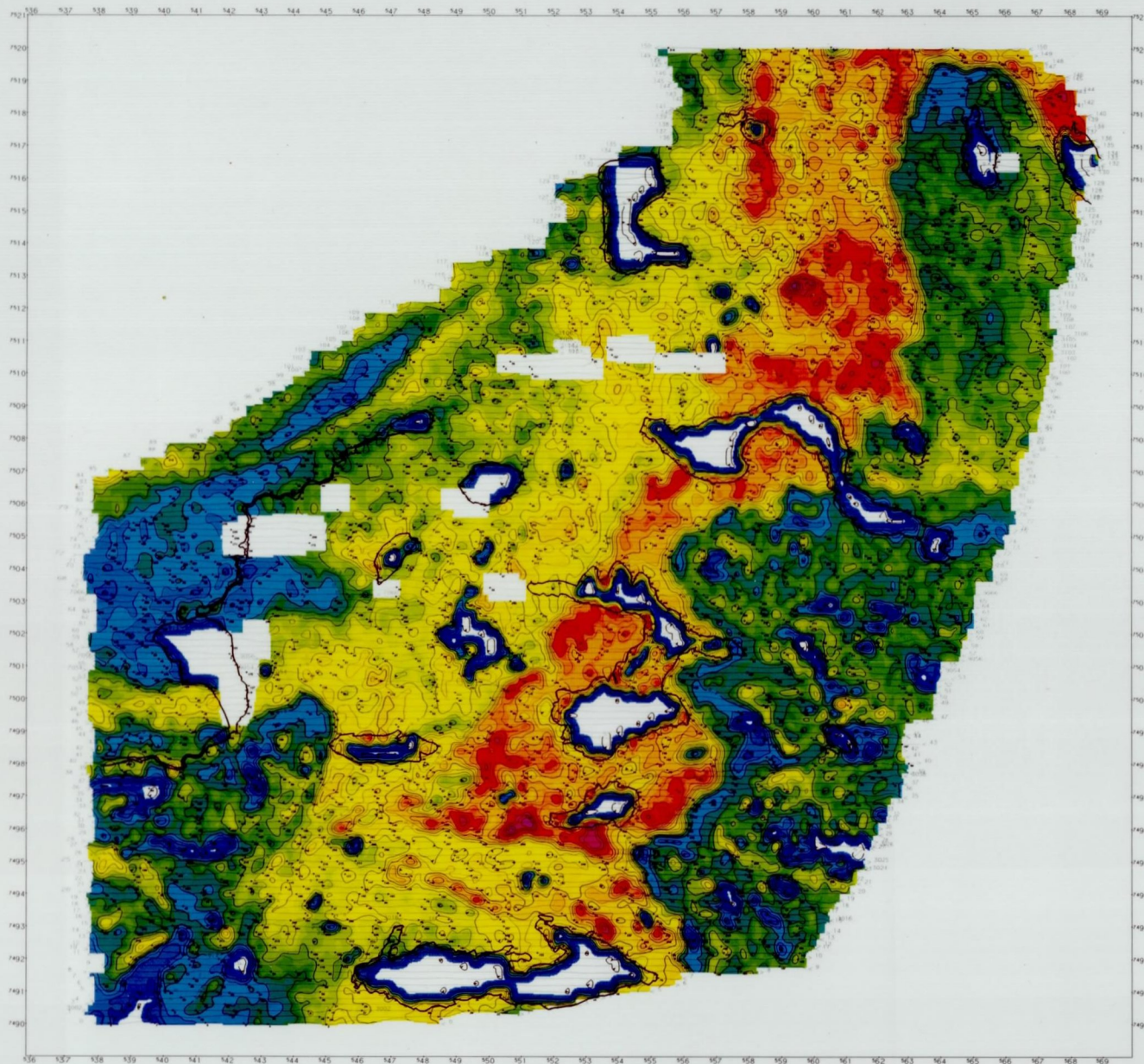
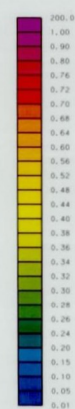


Fig. 4B Radiometrisk totalstråling, nordlig del



Flylinjer
 Flylinje nr. 740001 og 740002
 og 740003 og 740004 og 740005
 Målestokk: 1:50 000
 Utsnittskart 1:50 000

Forhold Thorium/Kalium
 Data innført av: [Name]
 Kartet er utarbeidet av: [Name]
 Målestokk: 1:50 000
 Utsnittskart 1:50 000



NORDLANDSPROGRAMMET I
FORHOLD MELLOM THORIUM OG KALIUM
KONTURER OG FARGER

HELLEBOTN
 NORDLAND

MÅLESTOKK 1:50 000

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE DATO: AUGUST 1991
 LEV. ETTLEDDER nr. 20 TEIINGE NR.: 92.229-11A KARTBLAD NR.: 1101
 W-7042 TRONDHEIM TEL. SF - 80 40 11

Fig. 5A Forhold Thorium - Kalium, sørlig del

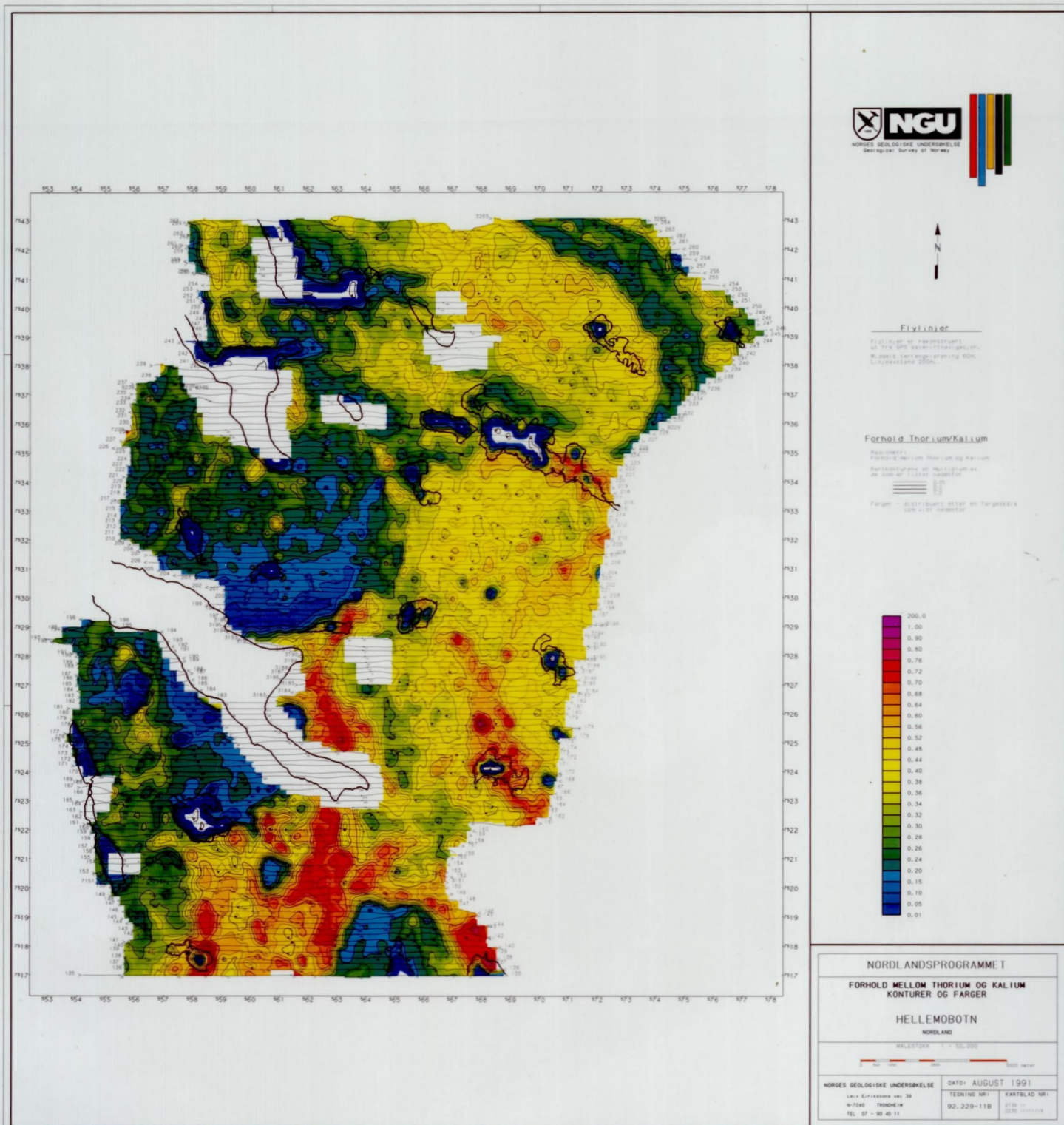


Fig. 5B Forhold Thorium - Kalium, nordlig del