

Rapport nr. 88.128

Forsøksdigitalisering av NGUs
flymagnetiske rådata fra 1960- og
1970-åra

Rapport nr. 88.128		ISSN 0800-3416		Åpen/ Forsknings rapport	
Tittel: Forsøksdigitalisering av NGUs flymagnetiske rådata fra 1960- og 1970-åra					
Forfatter: Jan Reidar Skilbrei			Oppdragsgiver: NGU		
Fylke: Nord-Trøndelag			Kommune:		
Kartbladnavn (M. 1:250 000)			Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000)		
Forekomstens navn og koordinater:			Sidetall: 16		Pris: kr. 35,-
Feltarbeid utført:			Rapportdato: 14.09.1988		Prosjektnr.: 1889.70.32
			Seksjonssjef:		
Sammendrag: Det er gjort forsøk med digitalisering av flymagnetiske rådata over kartblad 1723 II (Snåsavatnet, M 1:50 000). Magnetiske kart er utgitt ved NGU som manuelt teikna kotekart. Kotekarta har synt seg gode til tolking i områder med kraftige magnetiske anomalier (t.d. grønsteinsbeltene i Finnmark), men i områder med generelt svak magnetisk signatur (t.d. Kaledonidene) er ikkje kotekarta gode nok. 100 gammas koteavstand fører til ei glatting av data når anomaliene er svake. Sjøelve trekkinga av kotene medfører stor grad av interpolasjon og tolking. Det er gjort tolking på kote-kart og kart som er basert på digitale "rådata". Det viser seg: Ein får meir informasjon på kartform ved å digitalisere rådata. Det er påvist større oppløysing på det nye kartet i høve til kote-kartet. Signifikansen til sjøelve kartet og tolkningsprodukt auker fordi ein unngår den 'tolkinga' som kotelegginga inneber. Forskjellen mellom det nye 'digitale' kartet og kotekartet blei progressivt større dess lavere magnetisk signatur det er i eit område. Men flyhøyde og profilavstand er endelige begrensninger i eit datasett. Det vil derfor neppe vere formålstjenleg å starte eit prosjekt for å digitalisere alle analogopptak. Men ein bør starte med å digitalisere rådata før tolkningar blir gjort innafor eit utvalgt område (f.eks. ved prosjekt/NGU-program). Tolknningar langs profil bør alltid gjerast på digitaliserte rådata. Ved "off-shore" data er det lite å vinne ved ei digitalisering.					
Emneord					
Geofysikk					
Magnetometri				Fagrapport	

INNHALDSLISTE

	Side
INNLEIING	4
ORGANISERINGA AV NGU SINE AEROMAGNETISKE ("fixed wing") DATA	5
FORSØKSDIGITALISERING	7
Metode	7
Tidsforbruk	7
Resultat (kart)	8
Tolkningsresultat	8
Eksempel på betring av geologisk tolking	9
GECO SI ERFARING MED DIGITALISERING AV NGU SINE AEROMAGNETISKE MÅLINGER OVER NORSKEHAVET	9
Oppnådde føremoner	10
Ressursbruk	10
System for digitalisering	10
KONKLUSJON/FORSLAG	11
MERKNADER	13
LITTERATUR	14

Vedlegg 1: Nedfotografert kopi av flymagnetisk fargestripekart,
basert på digitalisering av grunnlagskart.

Vedlegg 2: Nedfotografert kopi av flymagnetisk kotekart, samme
kartutsnitt som kartet i vedlegg 1.

INNLEIING

Geofysisk avdeling ved NGU dekkar i 1960- og 1970-åra Noregs land-områder og store deler av Noregs suverenitetsområder over havet med magnetiske målinger gjort frå fly.

Dataene er utgitt som aeromagnetiske kotekart. Karta frå land er publiserte. Over havet sør for 62°N er karta publiserte. Nord for 62°N er karta upubliserte og fortsatt til salgs.

Samanstillinga av kotekarta er gjort manuelt. Koteavstanden, saman med den tolkinga som trekkinga av kotene inneberer, gjer at karta egner seg dårleg til tolking av geologiske strukturer i Kaledonidene og andre områder med svake magnetiske anomalier.

Det eksisterer ein database med flymagnetiske data. Men dette er digitale data som er laga ved å digitalisere dei isomagnetiske linjene på karta, og representerer i prinsippet ingen ny informasjon i høve til kotekarta.

Ved tolking av flymagnetiske data frå områder med liten magnetisk signatur har forfattaren hatt stor nytte av å bruke grunnlagskart. Grunnlagskart er kladdekart som blei brukt ved produseringa av dei trykte kotekarta.

Ved å nytte desse vart det oppnådd meir detaljerte tolkingar, og endå viktigare; tvetydigheiter under tolkingsarbeidet minka og signifikansen på tolkingsproduktet auka.

Det er ein tidkrevjande prosess i utstrakt grad å bruke grunnlagskart og analogopptak på ruller når ein dekkar større områder. Tilgang på digitaliserte originale data ville endre på dette. Eit einheitleg og konsistent datasett kan dermed lagrast i ein database. Originaldata kan prosesserast og kartproduksjon vil kunne gjerast etter standard rutiner.

På denne bakgrunn blei det gjort forsøksdigitalisering av eitt 1:50 000 grunnlagskart frå Nord-Trøndelag.

For å vurdere om ein får ny informasjon (og nytten av denne) ved å digitalisere meir originale data er det gjort tolkingar på eit fargestripekart som er laga av dei digitaliserte dataene. Uavhengig av dette er same type tolkingar gjort på det tilsvarande trykte kotekartet, for å samanlikne informasjonsverdien og tolkingsresultata på dei to karta. Dvs. om ein oppnår tilstrekkelege fordelar "lokalt" til å forsvare og sette i gang eit digitaliseringsprogram.

ORGANISERINGA AV NGU SINE AEROMAGNETISKE ("fixed-winged") DATA

Målingane føreligg som:

- 1) Trykte kotekart i målestokk 1:250 000 og 1:50 000. Informasjonen er her gitt ved isomagnetiske linjer, der avstanden mellom linjene representerer 100 nTesla, og på nokre kart 20 nTesla.
- 2) Originale analogopptak frå flyet.
- 3) Originale digitale opptak (på 7 spors magnetbånd). Dette gjeld målinger over Vøringplatået og ytre deler av norske suverenitetsområder mellom 62°N og 68°N , utført i 1973. GECO har repressert desse og knytta dei saman med digitaliserte analogopptak frå Norskehavet frå 62°N til 68°N .
- 4) Digitale data i ein database. Dei magnetiske, manuelt framstilte, isolinjene på dei trykte karta er digitalisert med ein manuell metode. Dette gjeld alle landområder, og ein del kystnære havområder. Databasen inneheld i prinsippet ingen

ekstra informasjon i høve til dei omtalte kotekarta. Fordelen er eitt datasett som referer seg til eitt (IGRF-)nivå. Elles er det sjølsagt store fordeler med digitale data generelt, f.eks. prosesseringsmuligheiter, rask kartproduksjon med ønska (eller bestilt) form/målestokk/fargeskala m.m.

- 5) Grunnlagskart. Desse er samanstilt på grunnlag av analogopptak, tidsreferanse, flyhastigheit (interpolering) og referanse til navigasjon (kameranr. og flymosaikk og/eller topografiske kart på land, Decca linjer og/eller Loran C linjer over sjøen). Grunnlagskarta var brukt som kladdekart under arbeidet med å teikne koter på dei endelege karta.

Grunnlagskarta er organisert slik: Dei er i målestokk 1:50 000. Hovudveger og hovedhydrografi er innteikna. Kvar flylinje er innteikna på kartet og påført profilnr., referanse til landskapet (kameranr.).

Langsmed flylinjene er det avmerka og påskreve målt magnetisk verdi for 100 nTesla intervall. For kvar 25 nTesla intervall er det krosstrekar på flylinjene, altså 3 slike strekar mellom kvar 100 nTesla intervall.

Ein viktig tilleggsinformasjon er H-er og L-er som er avsatt alternerande langs flylinjene. Desse er påført digital verdi og representerer henholdsvis maksimumspunkt og minimumspunkt på kvar anomali. Dermed kan ein kvalitativt og/eller semikvantitativt reprodusere anomalikurvane. Dette har eg hatt stor nytte av. Eksempelvis har eg tolka magnetiske konneksjoner på grunnlagskarta som ikkje er antyda på dei tilsvarande kotekarta. (Sjå f.eks. Henkel -81 for forklaring på magnetiske konneksjoner).

Desse karta er derfor nyttige når ein vurderer kva kotene betyr (geofysisk og geologisk). Det er ikkje alltid like fornuftig å tolke på kotekart der kotelegginga er nokså subjekt. Grunnlagskarta har innteikna dei same kotene som dei trykte/publiserte

kotekarta. Dermed kan ein direkte inspisere grunnlaget for kotetrekkinga. Dette er nyttig avdi flylinjeavstanden, sikkerheten på navigasjon, flyhøyde og profilavstanden varierer.

FORSØKSDIGITALISERING

Metode

Eitt 1:50 000 grunnlagskart (kartbladnr. 1723 II, "Snåsavatnet") blei digitalisert på digitaliseringsbord. Dataene blei betrakta som punktdata, og det vart nytta same rutine som blir brukt ved digitalisering av gravimetrisk målepunkt.

Ein person flytta trådkorset langs flylinjene og stoppa ved kvart punkt med kjent magnetisk verdi (krosstrek). Ein annan person tasta inn avlest verdi (ved krosstrek) på terminal.

Tidsforbruk

Arbeidet tok 8 arbeidstimer for to personer. I områder med fleire og større anomalier vil det ta lengre tid å digitalisere grunnlagskart. Her kan ein nok rasjonalisere arbeidet ved å "hoppe over" enkelte verdier (krosstreker), berre ein passer på at anomaliforma fortsatt er godt definert. Det er jo i områder med relativt små variasjoner i magnetfeltet at ny informasjon kan hentast.

Resultat (målt mot oppnådd geologisk informasjon)

Det vart laga eit fargestripekart (vedlegg 1) basert på dei oppnådde digitale data. Mellom kvar digital verdi blei det foretatt ein lineær interpolasjon. Dette framgår av kartet og fargeskalaen med klasseintervall. Plassering av kvar digitalisert verdi er synt med ein prikk på kartet. Kartet er foreløpig. Ein del småfeil som er oppstått under digitaliseringa visest; bl.a. eit profil som har ein liten 'v' midt på profilet. Kopi av fargestripekartet er vist i vedlegg 1. Vedlegg 2 viser nedfotografert kopi av kotekartet.

Tolkningsresultat

For områder med kraftige anomalier (nordvest i kartbladet) ga det nye fargestripekartet ingen ny informasjon samanlikna med kotekartet i målestokk 1:50 000, eller fargekart i målestokk 1:250 000. I den sydlige halvdel av kartbladet ser ein fleire viktige ting:

- 1) 100 nTesla intervall mellom kotene har medført ei kraftig glatting av gradienter.
- 2) Interpoleringa (trekkinga av kotelinjene) er i enda større grad ei glatting av dataene, den representerer ei "kraftig" tolking. Dette fordi den som har teikna kartet har vore nøydd til å "presse" kotelinjer gjennom områder med ein magnetisk signatur som krever koteavstander ned i 10-15 nTesla for å beskrive trender i datasettet (trender er her definert som anomalier som ein kan følgje konsekvent frå profil til profil og som representerer lagdeling m.h.p. magnetittinnhald i berggrunnen).

Eksempel på betring av geologisk tolking

På grunnlagskartet og fargestripekartet kan ein følgje eit magnetisk band frå Snåsasynklinalen (øst for Snåsavatnet) og vestover i 5-6 mil midt gjennom Snåsavatnet. Det fortsetter kontinuerlig vestover over land. Dette "bandet" ser ein ikkje på kotekartet. Det magnetiske "bandet" skuldast ein magnetittførande pelettisk b.a., vekslande frå fyllitt til glimmerskifer. In situ susceptibilitetsverdier varierer frå 10^{-3} til 10^{-2} SI-einheiter.

På det publiserte kotekartet framtrer to gabbrokropper (sjå Norgesgeologikartet, M 1:1 mill., Sigmond o.a. 1984) som ein diffus anomali med uklar geografisk begrensning. På det nye fargestripekartet kjem det fram to anomalier. Kontakten mot umagnetiske bergarter er tydeleg. Mot SØ på kartbladet ser ein Tømmeråsantiklinalens gneiser. Dei gir opphav til eit relativt høgare magnetisk nivå. På fargestripekartet kan gneisenes grense mot dei tektonostratigrafisk overliggjande dekkebergarter plasserast riktig. I tillegg ser ein diffus banding i gneisområdet. Den diffuse karakter skuldast interne diffuse strukturer i gneisen. Diffus magnetisk banding ved målinger over andre gneisområder er vanlig (sjå f.eks. Olesen -86, Midtun -87). Slik diffus bånding ser ein ikkje av kotelinjene.

GECO SI ERFARING MED DIGITALISERING AV NGU SINE FLYMAGNETISKE
MÅLINGER OVER NORSKEHAVET

Dette referer seg til muntleg kommunikasjon med Trond Kristoffersen, og kan summerast slik:

Oppnådde føremoner

Digitaliseringa gir ikkje vesentlege fordeler lokalt. Men ut frå mange flyoppdrag fordelt over nesten 10 år har GECO oppnådd eit einheitleg, konsistent datasett som er salgbart på ny (NGUs kote-kart er solgt tidlegare). Datasettet er nivåjustert til NGUs digitale data frå Vøringsplatået (IGRF-75). Dataene gir auka oppløysing der grunne anomaliårsaker finst.

Ressursbruk

Dataene dekkja havområder mellom 62°N og 68°N frå kysten og ut til og med Vøringsplatået. Kristoffersen meinte at GECO brukte ressurser tilsvarende ca. 500 000 kr. på dette arbeidet.

System for digitalisering

GECO har brukt eit system for digitalisering av analogopptak som dei har kjøpt saman med Statoil. Nivåjustering av dei fleste flylinjene er gjort automatisk.

Systemet er fleksibelt. Verdier kan tilførast manuelt under arbeidet (f.eks. avlesning av magnetiske verdier som er påskrevne analogrullane i flyet). Opptak frå basemagnetometer blir ikkje nytta. Dette er ein stor bakdel, og burde etter mi meining ha vore gjort. "Offshore" data kan ikkje utan vidare samanliknast med "on-shore" data, p.g.a. større avstand frå måleinstrumentet til dei geologiske årsakene til anomaliene. Etter å ha sett GECO sitt foreløpige kart, ser det ut til at amplitudene på anomaliene er drastisk redusert i høve til NGUs tilsvarende manuelt framstilte kotekart. Dette tyder på at dataene er kraftig glatta før konturering.

Dette har truleg GECO vore "nøydd til" sidan dei ikkje brukte tilgjengelige data frå basene på land i Noreg. O. Kihle har nytta desse (med godt resultat) til å nivåjustere enkeltprofil. Arbeidet til GECO ser ikkje ut til å vere godt nok. Likevel selges dataene. Dette viser at skal ein selge sine data er det i stor grad eit spørsmål om markedsføring. Geofysisk avdeling kan truleg selge data og tolkingstjenester til oljeindustrien i større grad enn det som er gjort til no.

KONKLUSJON/FORSLAG

1. Det ligg meir signifikant informasjon i dataene enn det som kjem fram på kotekart.
2. Erfaring med å framstille geologiske tolkingskart innafor Nord-Trøndelagsprogrammet har vist at kotekart kan føre til mistolkinger fordi kortbølga anomalier som ein får fram på originale grunnlagskart delvis går på tvers av trender tolka frå handtrukne koter (i lavmagnetiske områder). Imidlertid gjer profilavstanden det vanskeleg å korrelere anomalier i størrelsesorden 20-90 nT (som ikkje syns på kotekart) mellom profil.
3. Vurderinga av kor mykje det er å "hente" ved å digitalisere analogopptaka må vurderast opp mot den endelege begrensninga av nytten av datasettet. Flyhøgde (varierer), flyhastighet, profilavstand (varierer) og sikkerheten på navigasjon. Det vil neppe vere aktuelt å digitalisere alle analogopptak over Noreg. Enkelte områder i Noreg er dekkja med svært stor flyhøyde og profilavstand. Her er det lite å hente ved ei digitalisering.
4. Det er lite å hente ved å digitalisere analogopptak over sjøområdene. Dette ligg implisitt i dataene. Ved store djup til

anomalikjeldene er det ikkje høgfrekvent informasjon, unntatt i sjeldne tilfeller med grunne anomalikjelder.

Digitaliseringa kan følge to prinsipp:

1. Digitalisering av grunnlagskart (som det er gjort her). Dette vil vere "minste motstands veg". Nivåjustering av profil er allereie gjort. Tidsvariasjoner er brukt til nivåjustering av verdier mellom og langs profil.
Ein kan tenkje seg å digitalisere f.eks. 20 (1:50 000) grunnlagskart før ein starter det geofysiske tolkingsarbeidet innafor eit prosjekt/program.
2. Digitalisering av originale analogopptak. Dette vil vere det ideelle frå eit fagleg synspunkt. Det vil truleg krevje større ressurser, om det skal brukast til å lage kart. Men for å tolke djup til magnetiske kilder langs profil vil forfatteren frå no av digitalisere desse profilene.

Forprosjekt: Eg vil foreslå eit forprosjekt for å finne ut:

- a. Kor mykje utviklingsarbeid det trengs på programmeringsida/ systemsida for å digitalisere analogopptak frå større flyopp- rad evt. med tilhøyrande stasjonsmagnetometeropptak.
- b. Kva som så krevst i tid/penger for å utvikle eit einheitleg, konsistent, nivåjustert datasett for større områder.
I kor stor grad er det mulig å kompensere for tidsvariasjoner der data frå basemagnetometer eksisterer. Dette avheng av kor representative tidsvariasjoner på basen er i høve til tids- variasjonene i flyet under målingene. Her kommer mange faktorer inn (der noen er tilfeldige).
- c. Endeleg fastslå den geologiske/geofysiske nytten av digitaliseringa av opptak ("on-shore" og off-shore"). Vi bør kjøpe eller få tilgang til GECOs system som allerede er brukt til å digitalisere NGU sine flymagnetiske målinger over havet.

Ved Seksjon for geofysikk har ein med gode resultat gjort kvantitative modellberekninger langs magnetiske profil. Dette blir gjort på profil utplukka frå digitale data interpolert til eit regulært nett fra data som er framkome ved å digitalisere handteikna magnetiske isolinjer. Dette kan gje usikre resultat fordi gradientane kan vere svekka fleire gonger under desse prosessene. Når ein tilpasser ei modellkurve til ei magnetisk kurve er det særleg viktig med god tilpasning rundt infleksjonspunktene (der gradienten er størst). Difor bør ein kun tilpasse modeller eller tolke djup til magnetiske kjelder på "originale kurver".

MERKNADER

Mellom andre har H. Håbrekke og O. Kihle alt for mange år sidan foreslått å starte digitaliseringsprogram. Ola Kihle gjorde meg først merksam på eksistensen av kladdekarta/grunnlagskarta. Oddvar Blokkum og Jan Ola Claesson skal takkast for å ha utført digitaliseringsarbeidet for meg. Tove Aune takkast for maskinskrivinga.

Trondheim, 14. september 1988
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
Geofysisk avdeling

Jan R. Skilbrei

Jan Reidar Skilbrei
forsker

LITTERATUR

- Henkel, H. 1984: Nordkalottprosjektet - flymagnetisk tolkning i testområdet. Upublisert SGU rapport 84.04, 22 s.
- Sigmond et al. 1984: Berggrunnskart over Norge M 1:1 mill.
Nor. geol. unders.

MAGNETISK TOTALFELT
FLYMALINGER
digitalisert
kladdkart



2000 gammas



Vedlegg I

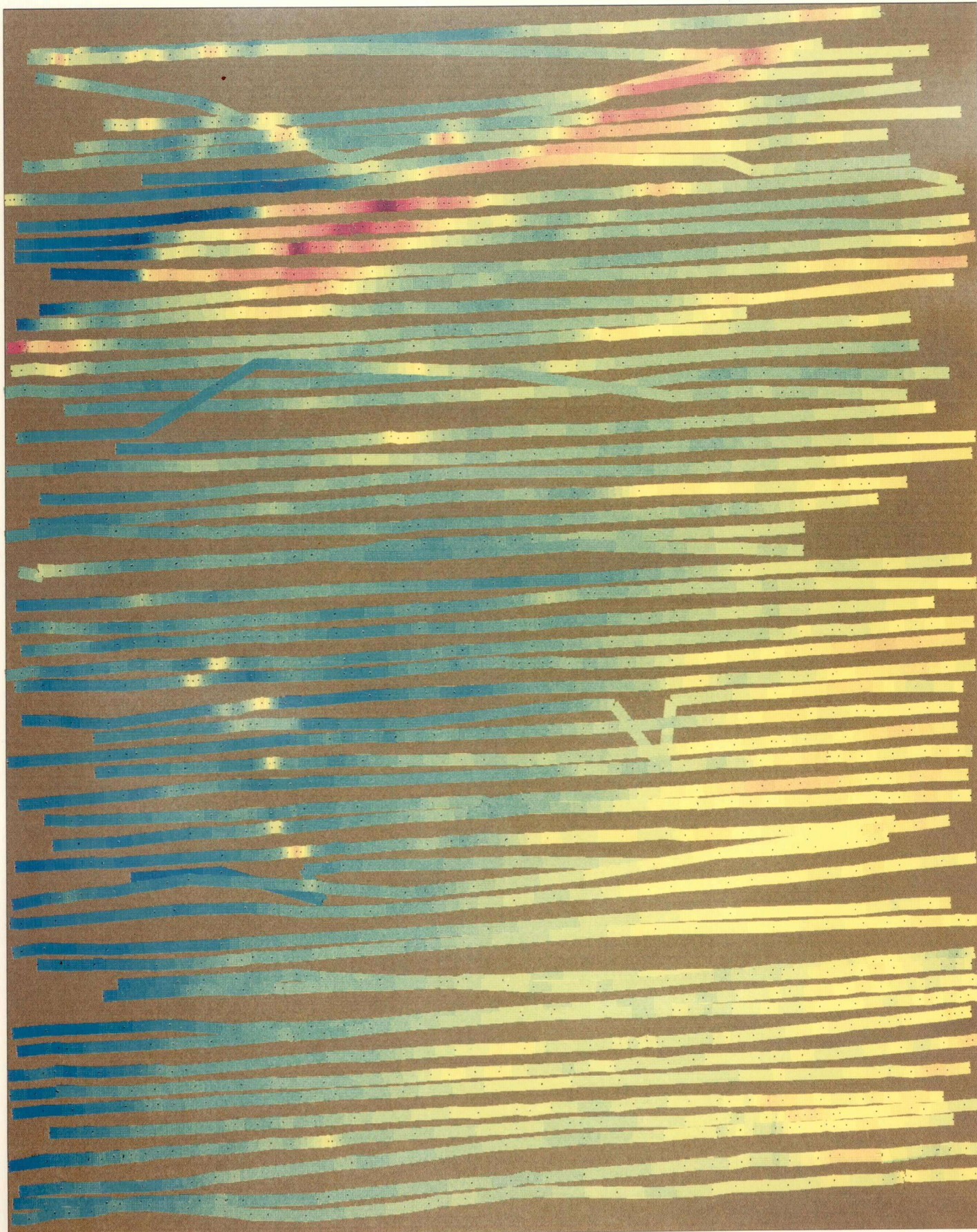
UTM - SONE 22

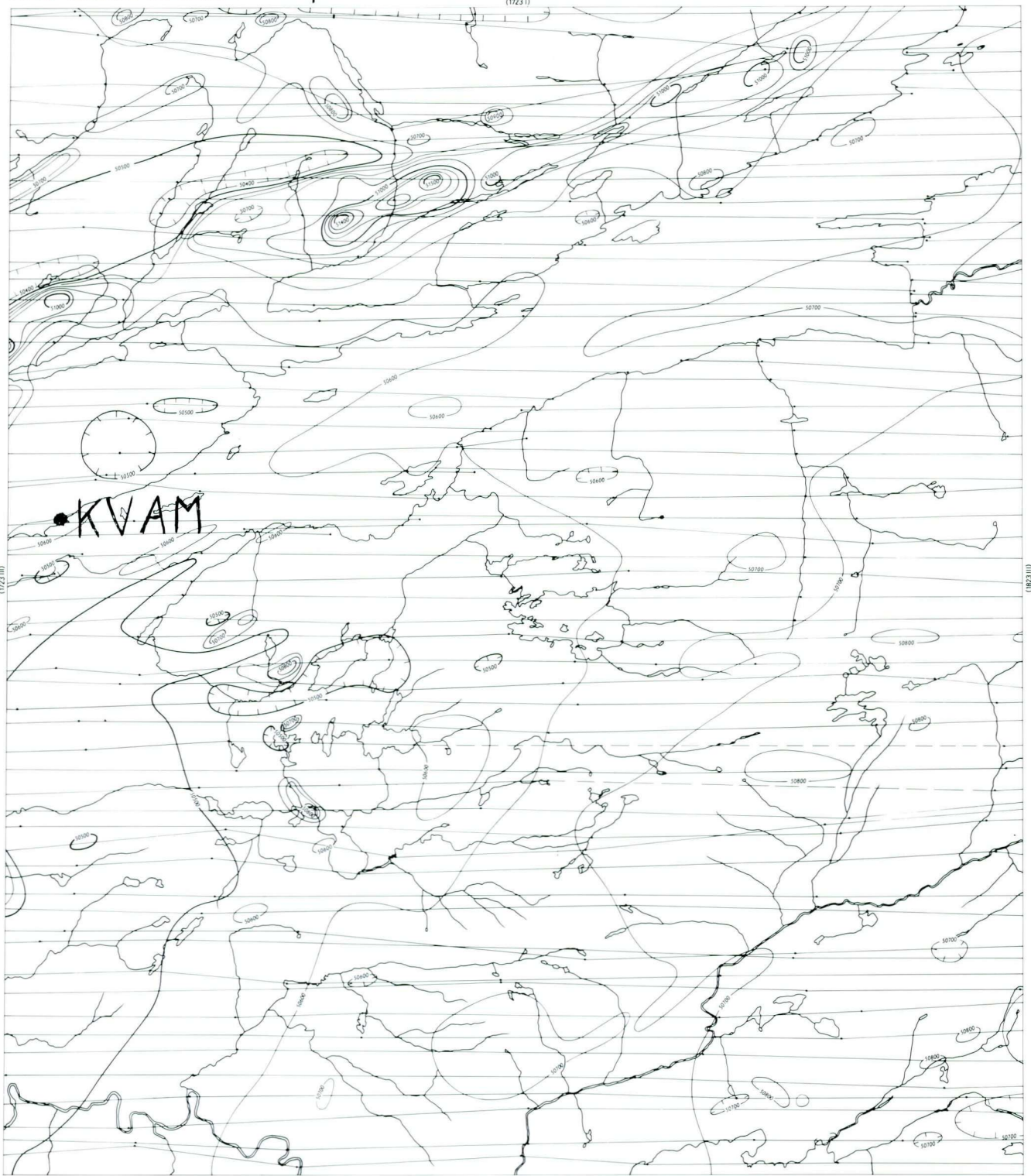
M 1 / 50000



NGU 1988

GEOLOGICAL SURVEY OF NORWAY



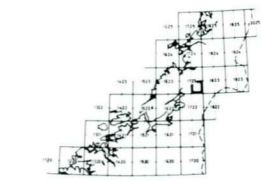


(1722 I)

MÅLSTOKK 1:50000



De magnetiske data er utarbeidet av Geofysisk avdeling ved NGU på grunnlag av målinger utført i 1968 med et kontinuerlig registrerende flux-gate magnetometer av type AN/ASU-3A montert i fly ved målinger i oktober 1964 med et protonmagnetometer av type ELSEC 592 er ferdig absolutte verdi. Sæstam.
De angitte verdier viser det magnetiske totalfelt i gamma.
Flyingen er utført etter kart i målestokk 1:50000 og flylinjene er senere fastlagt ved hjelp av 36 mm film av bakken. Bildene er tatt under målingen med tidsintervall på 15 sekund.
Flyhøyden er forakt holdt mellom 100 og 150 meter over bakken i den utstrækning terrenghold og lysets yteevne har tillatt dette.
All topografi er basert på Norges geografiske oppmålings kart, serie M 711. Bare de viktigste elver og vann samt speskotter er tatt med.



Kartet er utgitt av Norges geologiske undersøkelse, Trondheim, i mai 1968