

Rapport nr. 88.187

Gravimetriske Bougueranomali-kart,
Finnmark

NGU

4235

Rapport nr. 88.187		ISSN 0800-3416		Åpen/Forfattet	
Tittel: Gravimetrisk Bougueranomali-kart, Finnmark					
Forfatter: Jomar Gellein			Oppdragsgiver: NGU		
Fylke: Finnmark og Troms			Kommune: Alle i Finnmark		
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Hammerfest, Nordreisa, Enontekiö, Nordkapp, Honningsvåg, Karasjok, Inari, Vadsø, Kirkenes			Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) Tilsammen 129 kartblad		
Forekomstens navn og koordinater:			Sidetall: 16		Pris: kr. 100,-
			Kartbilag: 3		
Feltarbeid utført: 1980-88		Rapportdato: 30.12.1988		Prosjektnr.: 1886.42.32	Seksjonssjef: <i>Olav Elisen</i>
Sammendrag: Rapporten presenterer 3 gravimetrisk Bougueranomali-kart i farger over Finnmark: Finnmark M 1:500 000, Finnmarksvidda M 1:250 000 og Seiland M 1:250 000. Kartene er framstilt ved hjelp av Applicon rasterplotter, og de er basert på observasjoner utført til og med 1988 av Norges geografiske oppmåling, Norges geologiske undersøkelse, Lønne og Sellevoll, Brooks og Chroston, et samarbeidsprosjekt mellom Norges geografiske oppmåling, Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd og U.S. Defence Mapping Agency. Anomaliverdiene er gitt i IGSN 71 systemet, tyngdeformel 1980. Rapporten gjengir de tre kartene nedfotografert til A4 format. Kartene kan imidlertid bestilles fra NGU, pris kr. 500,- pr. stk.					
Emneord		Bakkemåling			
Geofysikk		Kartlegging			
Gravimetri				Fagrapport	

INNHold

Side

INNLEDNING	4
GRUNNLAGSMATERIALE	4
KARTFRAMSTILLING	9
REFERANSER	11

VEDLEGG

- 1 Bougueranomali kart Finnmark
- 2 " Finnmarksvidda
- 3 " Seiland
- 4 Kort beskrivelse av gravimetri

INNLEDNING

Norges geologiske undersøkelse har på grunnlag av egne og andres tyngdeobservasjoner i Finnmark og den østlige delen av Troms framstilt tre gravimetriske Bougueranomalikart i farger.

Deler av materialet er tidligere framstilt i kartform, Norges geografiske oppmåling (1979), Sindre, Olesen & Gellein (1984) og Olesen, Sindre & Gellein (1984), Gellein (1985a,b) og Gellein (1987a,b).

Gravimetriske data fra den vestlige delen av Finnmarksvidda er tolket av Olesen & Solli (1985), deler av østlige Finnmarksvidda er tolket av Midtun (1986, 1987, 1988).

Magnetisk residualfeltskart i farger over Finnmarksvidda M 1:250 000 er framstilt av Skilbrei (1986). Kartet har samme utsnitt som gravimetrisk Bougueranomalikart M 1:250 000 Finnmarksvidda.

GRUNNLAGSMATERIALE

Norges geografiske oppmåling (1979) har gitt ut gravimetriske Bougueranomalikart i målestokk 1:250 000 for store deler av landet inkludert Finnmark. Kartene er basert på en måletetthet av 1 punkt pr. 100 km². Målingene ble gjort på trigonometriske- og andre punkt med nøyaktig bestemt høyde.

NGU har så i årene 1980-88 utført gravimetri i Finnmark og Troms og fortettet målenettet betydelig. Ved mange av målingene er det brukt helikoptertransport i samarbeid med Nordkalottprosjektets geokjemikere. Det er målt langs veier i hele området og dessuten med snøscooter langs profiler og målinger spredt jevnest mulig

utover området. I noen spesielt interessante områder har en målt tettere.

Målepunktene er lagt slik at en har kunnet finne høyden ut fra topografiske kart. Noen få profil er nivellert. Korreksjonsarbeidet er gjort etter Mathisen (1976).

For å få fortsettelsen av anomalidragene nordover har en tatt med Sjøgravimetriske målinger utført i 1970-81 som et samarbeid mellom Statens kartverk, Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråds Kontinentalsokkelkontor og U.S. Defence Mapping Agency, Topographic Centre.

Videre har en tatt med tilgjengelige tyngdedata samlet inn av andre forskere. Dette gjelder målinger på og ved Magerøy utført av Lønne og Sellevoll (1976), og målinger utført av Brooks og Chroston (1974).

Alle disse bidragene er lagt inn på en felles database ved NGU og brukt til framstillingen av de gravimetriske Bougueranomali-kartene. Grunnlagsmaterialet er derfor noe uensartet. Punkthøyden, som er viktig, er bestemt på ulike måter, fra de mest nøyaktige nivellerte punkt til de som er bestemt med høydebarometer. Alle målingene på land er korrigert for topografi, men etter ulike metoder, Mathisen (1976), Hammer (1939). Målingene på sjøen er korrigert for vanddyper.

Instrumentene som er benyttet til målingene er Worden- og Lacoste & Romberg gravimetre.

I korreksjonsarbeidet er benyttet egenvekten 2,67. Bougueranomali-verdiene er beregnet i IGSN 71 systemet, tyngdeformel 1980.

En regner med at usikkerheten i Bougueranomali-verdi er maksimalt ± 2 mGal, og at den for det meste av datamaterialet holder seg innenfor ± 1 mGal.

Antall målepunkt, Finnmark M 1:500 000

	Prosjektnr.	År	Antall pkt.
NGU	1817	1980	47
"	1817	81	391
"	1817	82	225
"	1930	82	6
"	1817	83	348
"	1886	83	46
"	1930	83	100
"	2110	83	150
"	1886	84	517
"	1930	84	409
"	1886	85	712
"	1886	86	487
"	1900	86	12
"	2242	86	29
"	1886	87	287
"	2242	87	8
"	1886	88	329
"	2242	88	6
Statens kartverk			1188
NTNF, USDMA, Statens kartverk (Sjøgrav.)			1218
Lønne og Sellevoll			146
Brooks			184
Chroston			311
Sum			<u>7156</u>

Gjennomsnittlig måletetthet: 1 punkt pr. 11 km².

Antall målepunkt, Finnmarksvidda M 1:250 000

	Prosjektnr.	År	Antall pkt.
NGU	1817	1980	68
"	1817	1981	362
"	1930	1982	48
"	1817	1983	9
"	1886	1983	46
"	1930	1983	105
"	2110	1983	153
"	1886	1984	560
"	1930	1984	83
"	1886	1985	697
"	1886	1986	425
"	1900	1986	12
"	2242	1986	29
"	1886	1987	156
"	2242	1987	8
"	1886	1988	175
"	2242	1988	6
Chroston			4
Statens kartverk			<u>372</u>
			<u>3318</u>

Gjennomsnittlig måletetthet: 1 punkt pr. 6 km².

Antall målepunkt, Seiland M 1:250 000

	Prosjektnr.	År	Antall pkt.
NGU	1817	1981	39
"	1817	1983	116
"	1930	1984	119
"	1886	1985	22
"	1886	1986	73
"	1886	1987	138
"	1886	1988	142
Brooks			184
Chroston			310
Statens kartverk			287
Statens kartverk, NTNF, USDM (sjøgrav.)			<u>470</u>
			<u>2077</u>

Gjennomsnittlig måletetthet: 1 punkt pr. 12 km².

I tillegg til disse tre kartene i målestokk 1:500 000 og 1:250 000 finnes følgende kart i målestokk 1:100 000 og 1:50 000 på tape og kan bestilles.

Fargekart M 1:100 000

	UTM-sone	Type	År
Finnmarksvidda	34	Vestvidda	86
Karasjokomr. nord	35	M.isolin (1mgal kotr.)	88
Karasjokomr. sør	35	M.isolin (1mgal kotr.)	88

Fargekart M 1:50 000

Bæivasgiedde nord	35	M.isolin (0.5mgal kotr.)	85
Bæivasgiedde	35	M.isolin (0.5mgal kotr.)	86
Bæivasgiedde sør	35	M.isolin (0.5mgal kotr.)	85

	UTM-sone	Type	År
Carajavri	34	M.isolin (0.5mgal kotr.)	86
Galmatskaidi nord	35	M.isolin (0.5mgal kotr.)	85
Galmatskaidi sør	35	M.isolin (0.5mgal kotr.)	85
Iesjåkka nord	35	M.isolin (0.5mgal kotr.)	86
Iesjåkka sør	35	M.isolin (0.5mgal kotr.)	86
Karasjok nord	35	M.isolin (0.5mgal kotr.)	86
Karasjok sør	35	M.isolin (0.5mgal kotr.)	86
Kautokeino nord	34	M.isolin (0.5mgal kotr.)	87
Kautokeino sør	34	M.isolin (0.5mgal kotr.)	87
Lappuluobbal nord	34	M.isolin (0.5mgal kotr.)	86
Lappuluobbal sør	34	M.isolin (0.5mgal kotr.)	86
Raisjavrrer nord	34	M.isolin (0.5mgal kotr.)	86
Raisjavrrer sør	34	M.isolin (0.5mgal kotr.)	86
Siebe nord	33	M.isolin (0.5mgal kotr.)	86
Siebe sør	33	M.isolin (0.5mgal kotr.)	86

På forespørsel kan det lages spesialkart etter angitt målestokk, utsnitt og eventuelt med spesifisert fargeskala.

KARTFRAMSTILLING

For å få et best mulig gridd fordres det en noenlunde jevn fordeling av observasjonspunktene. Under utplukket fra den gravimetriske databasen er det foretatt en avstandssjekk mellom punktene - minste avstand er 600 m.

Til grid-beregningene har en benyttet "minimum curvature"-metoden (Swain 1976 og Briggs 1974) en rekke ganger for overlappende delområder. Det er brukt en minste interpolasjonsradius på 40 km. Ingen glatting er foretatt.

Ved kartframstillingen har en benyttet UNIRAS raster software system (European Software Contractors 1982, Kihle 1985). Selve

kartuttegningen er utført med Applicon fargerasterplotter. Prosesseringen er foretatt på NGUs dataanlegg (HP3000 III). Ut fra Bougueranomaliverdiene er det beregnet verdier i et grid-nett med cellestørrelse 1500x1500 m. Disse er så konturert ved bruk av UNIRAS-rutinen GCONR2 (Kihle 1985). Koteintervall er 2 mGal for Finnmark M 1:500 000 og Seiland M 1:250 000; mens Finnmarksvidda M 1:250 000 har 1 mGal som koteintervall.

Målepunktene er angitt på kartet.

Rapporten gjengir de tre kartene nedfotografert til A4 format.

Kartene kan imidlertid bestilles fra NGU, pris kr. 500,- pr. stk.

Trondheim, 30. desember 1988
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
Geofysisk avdeling

Jomar Gellein

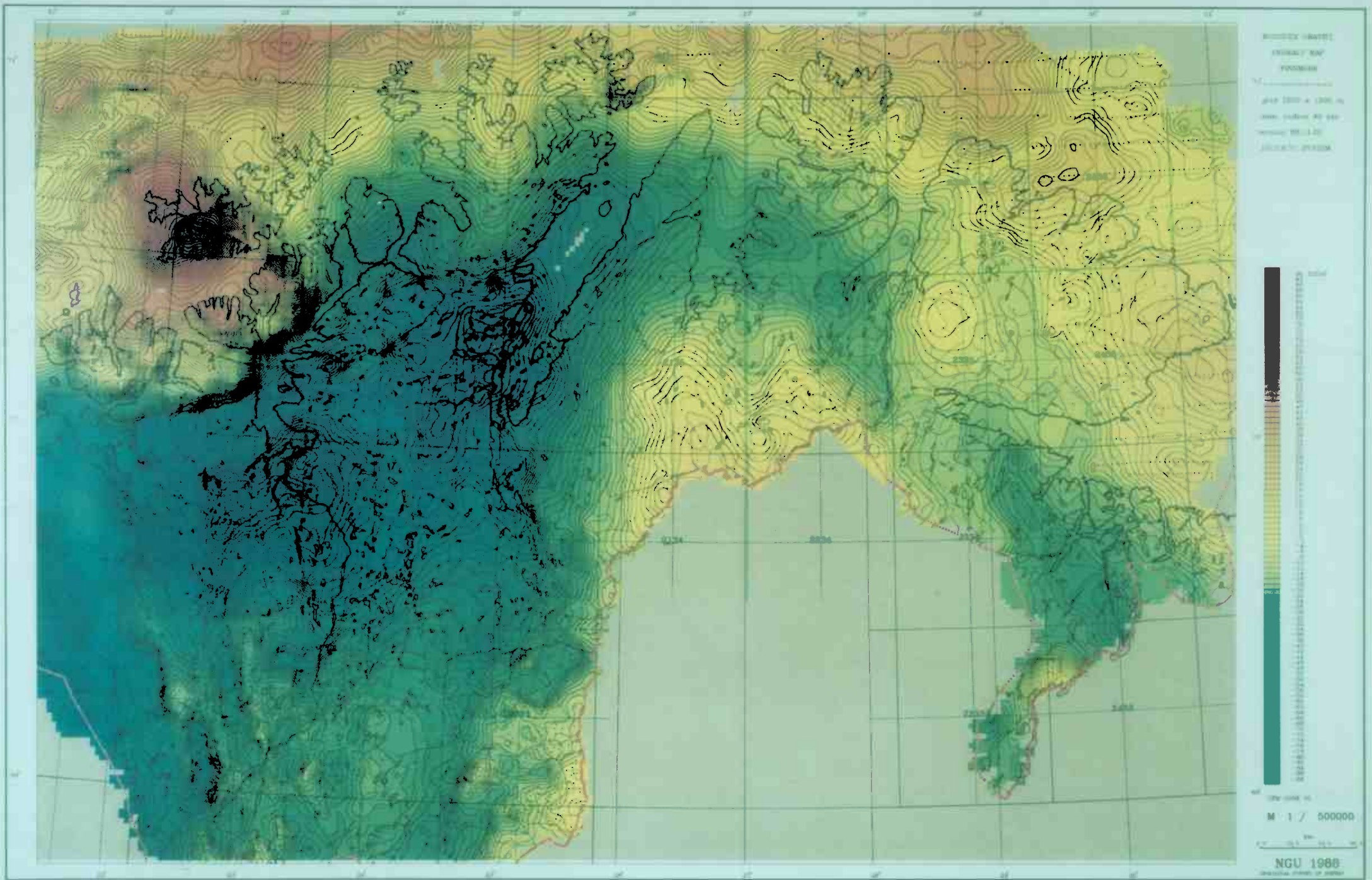
Jomar Gellein

ingeniør

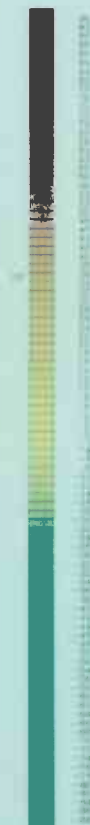
REFERANSER

- Briggs, I.C. 1974: Machine contouring using minimum curvature. Geophysics, vol. 39, No. 1, 1974.
- Brooks, M. & Chroston, P.N. 1974: Gravity Survey Data from North Troms and West Finnmark. Nor. geol. unders. 311, 1-16.
- European Software Contractors 1982: UNIRAS GEOPAK manual. European Software Contractors Aps, Gentofte, Danmark.
- Gellein, J. 1985a: Gravimetrisk Bougueranomali kart Finnmarksvidda, M 1:250 000. NGU rapport 85.179.
- Gellein, J. 1985b: Gravimetrisk Bougueranomali kart Finnmark, M 1:500 000. NGU rapport 85.219.
- Gellein, J. 1987a: Gravimetrisk Bougueranomali kart, Finnmark M 1:500 000. NGU rapport 87.024.
- Gellein, J. 1987b: Gravimetrisk Bougueranomali kart, Finnmark M 1:250 000. NGU rapport 87.025.
- Hammer, S. 1939: Terrain corrections for gravimeter stations. Geophysics. 4, 184-194.
- Kihle, O. 1985: Produksjonssystem for fargerasterkart, versjon 85-x. Foreløpig brukerbeskrivelse. 32 s.
- Lønne, W. & Sellevoll, M.A. 1975: A Reconnaissance Gravity Survey of Magerøy, Finnmark, Northern Norway. NGU nr. 319.
- Mathisen, O. 1976: A Method for Bouguer Reduction with Rapid Calculation of Terrain Corrections. Norges geografiske oppmåling, Geodetiske arbeider 18, 38 s.
- Midtun, R.D. 1986: Geofysisk og geologisk tolkning av regionale strukturer innenfor kartbladene Karasjok, Galmatskai'di, Bæivasgieddi og Iesjåkka, Karasjok kommune, Finnmark. NGU rapport 86.029, 37 s.
- Midtun, R.D. 1987: Geofysisk og geologisk tolkning av regionale strukturer innen Karasjok grønnsteinsbelte i et område nord for Karasjok, Finnmark. NGU rapport 87.063, 34 s.
- Midtun, R.D. 1988: Karasjokgrønnsteinsbeltet. Regional geofysisk og geologisk tolkning. NGU skrifter 88, 19 s.
- Norges geografiske oppmåling 1979: Tyngdeanomali kart, terreng-korrigerte Bougueranomali, M 1:250 000.

- Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd, Norges geografiske oppmåling, U.S. Defence Mapping Agency, Topographic Centre 1970-71: Sjøgravimetrisk målinger utenfor Norskekysten, upubl.
- Olesen, O., Sindre, A. & Gellein, J. 1984: Gravimetrisk Bouguer-anomalikart Vest-Finnmark, M 1:500 000. NGU rapport 84.170, 11 s.
- Olesen, O. & Solli, A. 1985: Geophysical and geological interpretation of regional structures within the Precambrian Kautokeino Greenstone Belt, Finnmark, North Norway. Nor. geol. unders. 403, 119-129.
- Sindre, A., Olesen, O. & Gellein, J. 1984: Gravimetrisk Bouguer-anomalikart Nord-Finnmark, M 1:500 000. NGU rapport nr. 84.169, 11 s.
- Skilbrei, J.R. 1986: Magnetisk residualfeltkart, Finnmarksvidda, M 1:250 000. NGU rapport 86.158.
- Swain, C.J. 1976: A Fortran IV program for interpolating irregularly spaced data using the difference equations for minimum curvature. Computers and Geosciences 1, s. 231-240.



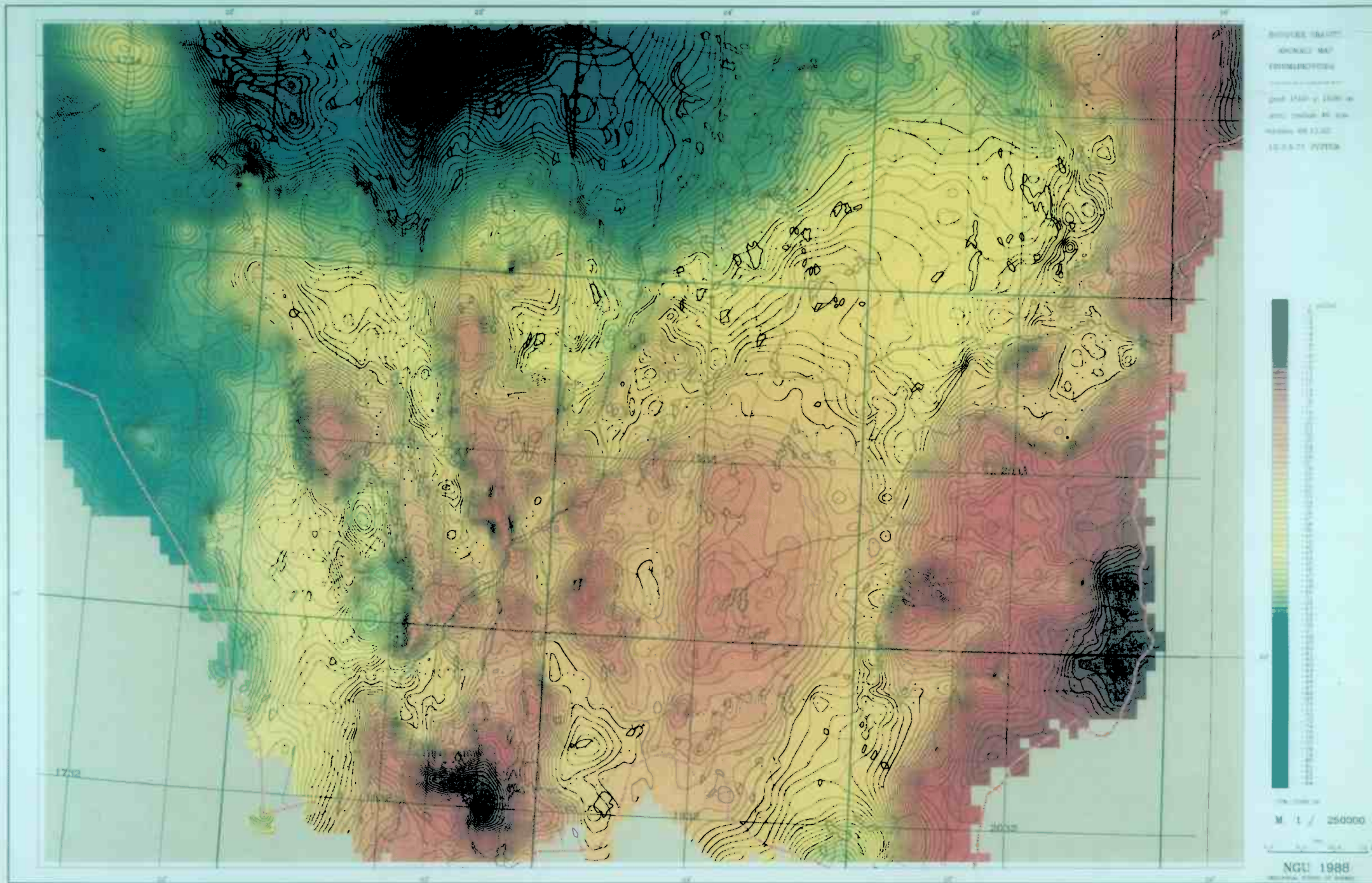
INDEX MAP
GENERAL MAP
FOOTING
DATE 1980-4-100-00
SCALE 1:500,000
SHEET 10-1-10
SHEET 10-1-10



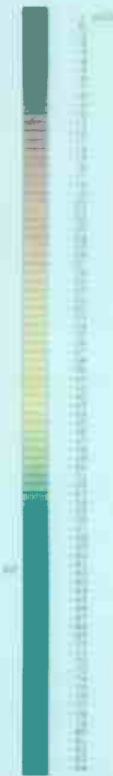
1:500,000
M 1 / 500000

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

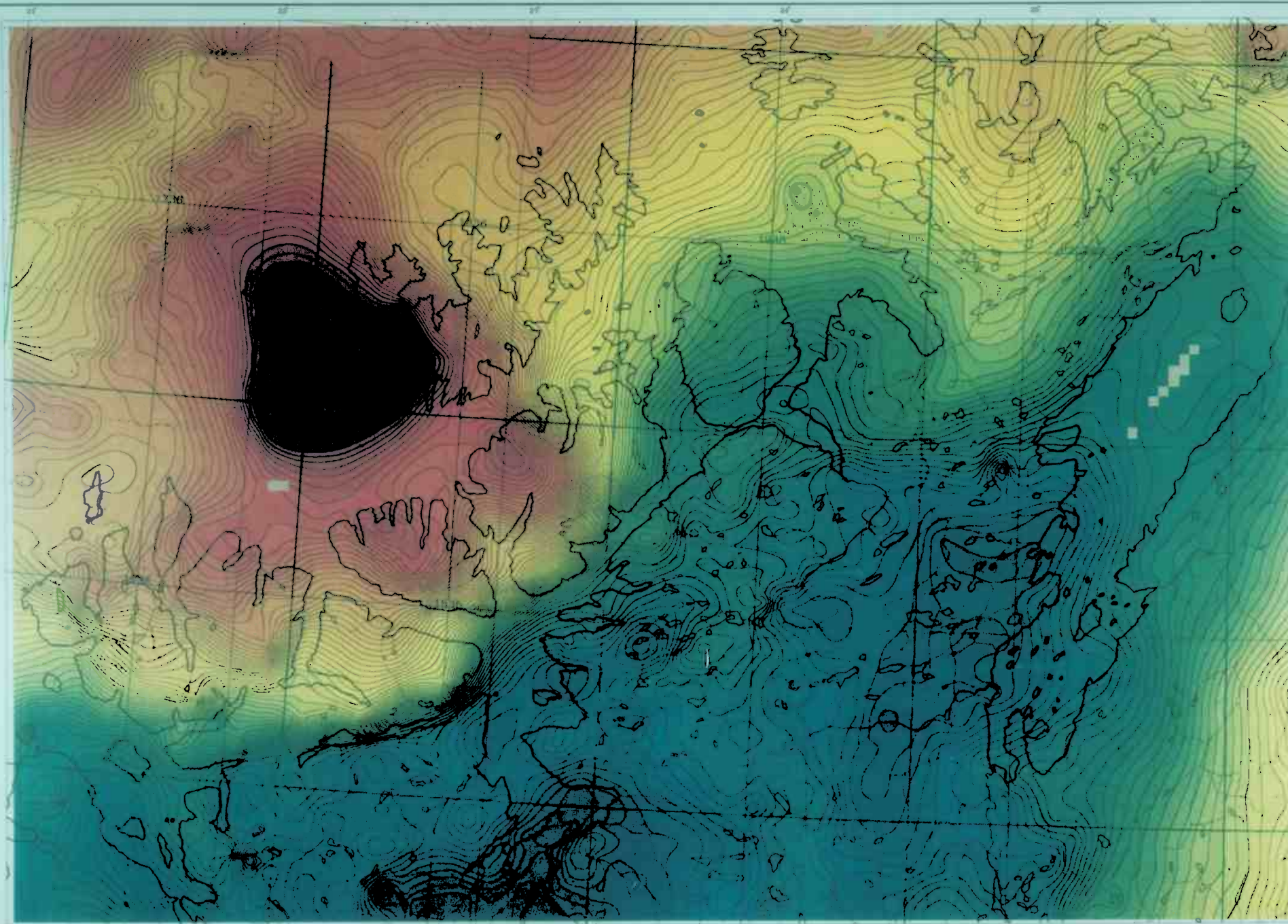
NGU 1980
NATIONAL CENTER OF MAPS



BORDER MAP
PHILIPPINES
1:250,000
1988
10-11-88



1:250,000
NGU 1988
10-11-88



BOUGUER GRAVITY

ANOMALY MAP

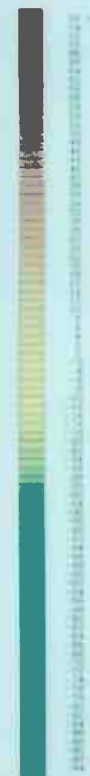
ICELAND

DATA 1950 - 1960 IN

DATA 1960 - 1970 IN

ANOMALY 1970 - 1980

1:250,000



1980-1985 IN

M 1 / 250000

NGU 1988
NATIONAL GEOSCIENCE CENTER

KORT BESKRIVELSE AV GRAVIMETRI av Atle Sindre

Tyngdekraften er et naturfenomen som alle mennesker er fortrolig med, men tyngdeloven ble ikke formulert før i 1687 av Isaac Newton. Newtons lov er enkel, $K = G \cdot \frac{M \cdot m}{R^2}$, eller med ord: To legemer trekker på hverandre med en kraft (K) som er proporsjonal med legemenes masser (M og m) og omvendt proporsjonal med kvadratet på avstanden mellom dem (R^2). G i formelen er en konstant.

Størstedelen av den tyngdekraft en merker på jordoverflaten skyldes jordens enorme masse som kan tenkes konsentrert i jordens midtpunkt. Denne masse virker på mindre masser (gjenstander, mennesker osv.).

Hvis jorden ikke roterte og var fullstendig kuleformet og homogen, ville en ha samme tyngdekraft over alt på jordoverflaten. Dette er ikke tilfelle, flattrykkingen ved polene gjør at en der er 21 km nærmere jordens tyngdepunkt enn ved ekvator, og sammen med sentrifugalkraften gjør dette at en har større tyngdekraft på polene enn ved ekvator.

Hvis en måler tyngdekraften over en lett bergart, vil en få mindre tyngde enn normalt for breddegraden fordi en da har mindre masse like under observasjonspunktet. Over en malmforekomst eller bergart med stor egenvekt vil en observere større tyngde enn normalt.

I første omgang fikk gravimetrien stor betydning for utrekning av jordens form og jordskorpens sammensetning i grove trekk. Til nøyaktig måling av tyngdekraften, eller det en egentlig er ute etter, tyngdens akselerasjon g, bruker en pendelmålinger. Dette er tidkrevende og innviklete målinger, hvor svingetiden for en pendel brukes til å bestemme absoluttverdien av g.

Beskrivelse av gravimetri - side 2

Det var først da en utviklet de moderne instrumentene som hurtig måler relative verdier eller tyngdeforskjeller, at gravimetrien også fikk stor anvendelse innen malmløting og for berekning av mindre geologiske strukturer.

NGU har et Worden gravimeter og et LaCoste & Romberg gravimeter. I grove trekk er slike instrumenter fjærvekter. På et sted med stor g blir massen i fjæra dratt lenger ned enn på et sted med mindre g . Forlengelsen av fjæra er da et mål for g på stedet. For at temperatursvigninger ikke skal influere på målingene, er instrumentene bygget inne i termos-"flasker". De nyeste instrumentene har dessuten batteri og termostat for å oppnå konstant temperatur.

Enheden Gal (cm/sek^2) blir brukt når det gjelder tyngde, men i gravimetrien benyttes mest milliGal. På våre breddegrader er g normalt ca. $9.81 \text{ m/sek}^2 = 981 \text{ Gal} = 981\,000 \text{ milliGal}$.

På Worden gravimetret kan en lese av tyngdevariasjoner på 0.01 milliGal, på LaCoste & Romberg gravimetret 0.001 milliGal.

Instrumentene er små og lette, og en mann kan utføre målingene alene, hver observasjon tar bare et par minutter. På grunn av drift i instrumentene og daglige variasjoner i tyngden forårsaket av sol og måne, må en flere ganger om dagen tilbake til et fast punkt og ta ny observasjon for å få en "driftskurve".

Når de innsamlede tyngdemålingene skal bearbeides, må en innføre en hel del korreksjoner, slik at de anomaliene en får fram kun skyldes forhold nede i grunnen.

Beskrivelse av gravimetri - side 3

Fordi avstanden til jordens massemidtpunkt spiller så stor rolle, (en høydeforskjell på 5 cm vil utgjøre 0.01 milliGal), må en ha høyden på alle målepunktene, og alle observasjonene må reduseres til ett nivå. Ved undersøkelser av mindre strukturer eller malmforekomster må punktene nivelleres, mens en ved større regionale undersøkelser ikke trenger den samme nøyaktighet og kan velge målepunkter med kjent høyde direkte fra kart.

Breddegradskorreksjon, driftskorreksjon og høydekorreksjon er enkelt og raskt å gjøre, men i et land som Norge vil også topografien ha stor innflytelse på målingene. Hvis det er et fjell eller en knaus i nærheten av et observasjonspunkt, vil fjellets masse virke på instrumentene. Massen som ligger høyere enn instrumentene vil virke med en kraft oppover, og en får for lav verdi. En dal vil ha samme virkning da der mangler en masse som skulle ha virket nedover.

Korreksjonen for terrengoverflaten var før svært arbeidskrevende å berekne, men etter at datateknikken er tatt i bruk går det greit. Det er nødvendig at en har gode kart over området rundt målepunktene.

Etter at reduksjonsarbeidet er gjort, og en trekker fra den tyngde en teoretisk skulle ha på stedet, vil en få et Bouguer-anomalikart. (Bouguer var en fransk geodet). De anomaliene en da har, skyldes bare forhold (egenvektsfordelinger) nede i grunnen.

En tyngdeanomali kan skyldes et uendelig antall kombinasjoner av egenvektskontrast og dimensjon på den kroppen en har nede i grunnen. Men som regel vet en hva slags egenvekter en har med å gjøre, og en har også andre opplysninger om geologien som begrenser antall muligheter.

Beskrivelse av gravimetri - side 4

Det en ofte gjør når en skal tolke en tyngdeanomali, er at en tenker seg visse modeller som er sannsynlige og berekner hvilke anomalier disse ville forårsake. En sammenlikner så med de observerte anomaliene og varierer dimensjonene på modellene til en får samme anomalier som de observerte. Til dette arbeidet bruker vi nå vårt EDB-anlegg, Hewlett-Packard 3000. Maskinen rekner ut og tegner opp anomali-kurver over en modell på få sekunder. På den måten kan et stort antall modeller bli prøvd på kort tid.