

Rapport nr. 84.170

Gravimetrisk Bougueranomali-kart,
Vest-Finnmark, M 1:500 000



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eirikssons vei 39, Postboks 3006, 7001 Trondheim - Tlf. (07) 92 16 11
Oslokontor, Drammensveien 230, Oslo 2 - Tlf. (02) 55 31 65

Rapport nr. 84.170		ISSN 0800-3416		Åpen/ Fortrolig stik	
Tittel: Gravimetrisk Bougueranomali kart, Vest-Finnmark, M 1:500 000					
Forfatter: Odleiv Olesen, Atle Sindre og Jomar Gellein			Oppdragsgiver: NGU		
Fylke: Finnmark og Troms			Kommune: Lyngen, Kvænangen, Alta, Hammerfest, Kautokeino, Kvalsund, Porsanger, Karasjok. I alt 18 kommuner		
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Hammerfest, Nordreisa, Enontekiø, Inari, Karasjok og Honningsvåg			Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1633-1635, 1733-1736, 1832-1836, 1932-1936, 2032-2036, 2134-2137, 2234-2236		
Forekomstens navn og koordinater:			Sidetall: 11		Pris: kr. 500,-
			Kartbilag: 1		
Feltarbeid utført: 1980-1984		Rapportdato: 19.12.1984		Prosjektnr.: 1886	
				Prosjektleder: Atle Sindre	
Sammendrag: <p>Rapporten presenterer ett gravimetrisk Bougueranomali kart i farger over Vest-Finnmark og nordlige deler av Troms. Det er framstilt ved hjelp av Applicon rasterplotter i målestokk 1:500 000 og er basert på observasjoner utført til og med 1984 av Norges geografiske oppmåling, Norges geologiske undersøkelse, Brooks og Chroston, Lønne og Sellevoll, og et samarbeidsprosjekt mellom Norges geografiske oppmåling, Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd og U.S. Defence Mapping Agency.</p> <p>Anomaliverdiene er gitt i IGSN systemet, tyngdeformel 1980.</p> <p>Kartet gir en meget god oversikt over variasjonene i tyngdefeltet og dermed verdifulle opplysninger om store geologiske strukturer i området.</p> <p>NGU er i gang med å øke måletettheten, og kartet vil bli oppdatert etter hvert som materialet øker. Foreløpig inngår 5265 pkt. i datamaterialet, dvs. gjennomsnittlig måletetthet på 1 punkt pr. 12 km².</p>					
Emneord		Geofysikk		Bakkemålinger	
		Gravimetri		Sjømålinger	

Hydrogeologiske rapporter kan lånes eller kjøpes fra Oslokontoret, mens de øvrige rapportene kan lånes eller kjøpes fra NGU, Trondheim.

INNHold

	<u>Side</u>
INNLEDNING	4
GRUNNLAGSMATERIALE	4
KARTFRAMSTILLING	6
REFERANSER	8

BILAG Kort beskrivelse av gravimetri
Bouguer gravity anomaly map, West-Finnmark. M 1:500 000

INNLEDNING

Norges geologiske undersøkelse har på grunnlag av egne og andres tyngdeobservasjoner i Vest-Finnmark og den østlige delen av Troms framstilt gravimetrisk Bougueranomali-kart i farger.

Kartene gir en meget god oversikt over variasjonene i tyngdefeltet og derved verdifulle opplysninger om geologiske forhold.

Etter oppdrag fra Finnmarksprogrammet ved NGU arbeider Geofysisk avdeling med å øke punkttettheten, og kartene vil bli oppdatert etter hvert som materialet øker.

Denne rapporten omfatter ikke målingene helt øst og nord i Finnmark. Disse presenteres som kart av Sindre o.a. (1984). Dette kartet overlapper i stor grad kartet som er beskrevet i denne rapporten.

GRUNNLAGSMATERIALE

Norges geografiske oppmåling (1979) har gitt ut gravimetrisk Bougueranomali-kart 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 1980-84 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 på Finnmarksvidda. I noen spesielt interessante områder er det kort avstand mellom målepunktene.

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

Sjøgravimetrisk målinger utført i 1970-81 som et samarbeid mellom Norges geografiske oppmåling, Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråds Kontinentalsokkelkontor og U.S. Defence Mapping Agency, Topographic Centre er inkludert i kartmaterialet.

Videre har en tatt med tilgjengelige tyngdedata samlet inn av andre forskere. Dette gjelder målinger i Troms og Vest-Finnmark utført av Brooks og Chroston (1974) og sørlige deler av målinger på og ved Magerøy utført av Lønne og Sellevoll (1976).

Alle disse bidragene er innlagt på felles database ved NGU og brukt til framstillingen av det gravimetrisk Bougueranomali-kartet. Grunnlagsmaterialet kan derfor være noe uensartet. Punkthøyden, som er viktig, er bestemt på ulike måter, fra de mest nøyaktige nivellerte punkt til dem som er bestemt med høydebarometer. Alle målingene på land er korrigert for topografi, men etter tre ulike metoder, Mathisen (1976), Bott (1959), Hammer (1939). Målingene på sjøen er korrigert for vanddyppet.

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:

	Prosjektnr.	År		
NGU	1653	78	54	pkt.
	1756	79	37	"
	1817	80-83	897	"
	1930	82-84	668	"
	1886	83-84	645	"
	2110	83	<u>180</u>	"
				2481 pkt.
NGO				1119 "
NGO, NTNF, USDMA (sjøgravimetri)				856 "
Brooks og Chroston				792 "
Lønne og Sellevoll				<u>17 "</u>
Sum				<u>5265 pkt.</u>

Gjennomsnittlig måletetthet på 1 punkt pr. 12 km².

Datainnsamling, bearbeidelse og kartframstilling ved NGU er utført av: E. Dalsegg, J. Gellein, O. Kihle, O. Olesen og A. Sindre.

KARTFRAMSTILLING

Ved kartframstillingen har en benyttet UNIRAS raster software system (European Software Contractors 1982). Selve kartut-tegningen er utført med Applicon fargerasterplotter.

Prosesseringen er foretatt på NGUs dataanlegg (HP3000 III).

Utifra Bouguer-anomaliverdiene er det beregnet verdier i et grid-nett med cellestørrelse 1x1 km for hele kartet. Disse er så kon-turert ved bruk av UNIRAS-rutinen GCONR2.

Til grid-beregningene har en benyttet UNIRASrutinen GINTPl en rekke ganger for overlappende delområder. Det er brukt en inter-polasjonsradius på 12 km. Rutinen GINTPl benytter lineær og

kvadratisk interpolasjon i tillegg til veid middel. Dersom en gridcelle inneholder flere datapunkter, benyttes middelverdien. For øvrig beholdes de opprinnelige dataverdier, dvs. praktisk talt ingen glatting er foretatt. Kote-intervall for kartet er 2 mGal.

Målepunktene er angitt på kartet.

Trondheim, 19. desember 1984
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
Geofysisk avdeling

Odleiv Olesen
Odleiv Olesen
, forsker

Atle Sindre
Atle Sindre
forsker

Jomar Gellein
Jomar Gellein
tekniker

REFERANSER

- Bott, M.H.P. 1959: The use of electronic digital computers for the evaluation of gravimetric terrain corrections. *Geophys. Prospecting* 7, 45-54.
- Brooks, M. & Chroston, P.N. 1974: Gravity Survey Data from North Troms and West Finnmark. *Nor. geol. unders.* 311, 1-16.
- Hammer, S. 1939: Terrain corrections for gravimeter stations. *Geophysics.* 4, 184-194.
- Lønne, W. & Sellevoll, M.A. 1975: A Reconnaissance Gravity Survey of Magerøy, Finnmark, Northern Norway. *Nor. geol. unders.* 319, 1-15.
- Mathisen, O. 1976: A Method for Bouguer Reduction with Rapid Calculation of Terrain Corrections. *Norges geografiske oppmåling, Geodetiske arbeider, hefte 18.*
- Norges geografiske oppmåling 1979: Tyngdeanomalikart, terrengkorrigerede Bougueranomaliar, M 1:250 000.
- Norges geografiske oppmåling, Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråds Kontinentalsokkelkontor, U.S. Defence Mapping Agency, Topographic Centre 1970-71: Sjøgravimetrisk målinger utenfor Norskekysten, unpubl.
- Sindre, A., Olesen, O. og Gellein, J. 1984: Gravimetrisk Bougueranomaliakart, Nord-Finnmark, M 1:500 000, NGU rapport nr. 84.169, 11 s.
- UNIRAS GEOPAK manual 1982: European software Contractors Aps, Gentofte, Danmark.

KORT BESKRIVELSE AV GRAVIMETRI

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, flattrykningen 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 innviklede målinger, hvor svingetiden for en pendel brukes til å bestemme absoluttverdien av g.

Det var først da en utviklet de moderne instrumentene som hurtig måler relative verdier eller tyngdeforskjeller, at gravimetrien også fikk stor anvendelse innen malmleting 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 temperatursvingninger ikke skal influere på målingene, er instrumentene bygget inne i "termosflasker". De nyeste instrumentene har dessuten batteri og termostat for å oppnå konstant temperatur.

Enheten 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 ved nøyaktige detaljmålinger 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.

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, kan det gjøres på kort tid. 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 egenvektene kan måles på bergartsprøver, og en har også opplysninger om geologien som begrenser antall muligheter.

Når tyngdeanomalier skal tolkes, lager man 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 NGUs 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 blir prøvd på kort tid.

BOUGUER GRAVITY
ANOMALY MAP
WEST FINNMARK

UNIRAS
contouring system
grid 1x1km GINTP1
radius 12 km
version 84.8
1:G.S.N.71 SYSTEM

SCALE 1 TO 500000

