

NGU rapport nr. 88.003

Gravimetrikart for Trøndelag  
(M 1:500 000) og området fra  
62°N til 67°N (M 1:1 mill.);  
med vurdering av metoder for  
regional-residual separasjon  
og kvalitativ tolkning av  
residualkart

Rapport nr. 88.003		ISSN 0800-3416		Åpen/Residualkart	
<b>Tittel:</b> Gravimetrikart for Trøndelag (M 1:500 000) og området fra 62°N til 67°N (M 1:1 mill.); med vurdering av metoder for regional-residual separasjon og kvalitativ tolkning av residualkart					
<b>Forfatter:</b> Jan Reidar Skilbrei			<b>Oppdragsgiver:</b> NGU		
<b>Fylke:</b> Sør-Trøndelag, Nord-Trøndelag Nordland, Møre og Romsdal			<b>Kommune:</b>		
<b>Kartbladnavn (M. 1:250 000)</b> Namsos, Grong, Vega, Mosjøen, Mo i Rana, Saltdal, Trondheim			<b>Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000)</b>		
<b>Forekomstens navn og koordinater:</b>			<b>Sidetall:</b> 19		<b>Pris:</b> kr. 100,-
			<b>Kartblad:</b> 3		
<b>Feltarbeid utført:</b>		<b>Rapportdato:</b> 11.05.1988		<b>Prosjektnr.:</b> 1889.70.32	
				<b>Seksjonssjef:</b>	
<b>Sammendrag:</b>  Rapporten presenterer følgende gravimetrisk fargekart; Et kart over observerte Bougueranomali, og et residual anomalikart for områdene 62°N til 67°N i målestokk 1:1 mill. Et residual kart i målestokk 1:500 000 over Trøndelag. Kartene kan bestilles ved NGU. Metoder for residual-regional separasjon diskuteres. En grafisk metode, som forfatteren har kalt "Profilmotoden", er utviklet og brukt til å framstille residualkart. Metoden er bedre enn automatiske ("computer") metoder som er beheftet med en del svakheter. Metoden er rask å bruke og fleksibel. Den reflekterer lokal geologi systematisk. Det framstilte residualfeltet er velegnet til kvantitative modellberegninger, fordi det er konsistent med kjent geologi og målte tetthetsverdier på bergartsprøver. Tidligere publiserte residualkart egner seg ikke til detaljerte studier. Dette er påvist å føre til feilaktige konklusjoner. Med bakgrunn i kartet og petrofysiske data er nye aspekter ved det gravimetrisk regionalfeltet foreslått.					
Emneord		Kartlegging			
Geofysikk					
Gravimetri		Fagrapport			

INNHOOLD

	Side
1. INNLEDNING	4
2. GRUNNLAGSMATERIALE	5
3. DEFINISJON AV REGIONALFELT OG RESIDUALFELT	5
3.1. Målsetting med residual-regional separasjon	5
3.2. Anomaliseparasjon (metode)	6
3.3. Profilmetoden (kombinert metode for residual-regional separasjon), metodikk	6
4. RESULTAT	9
4.1. Nye bidrag til forståelsen av det regionale tyngdefeltet	10
4.2. Kvalitativ tolkning av residual Bougueranomali-kartet (vurdering av kartkvalitet)	11
4.2.a. Sammenlikning med andre arbeider	11
4.2.b. Noen aspekter ved tyngdefeltet som fremkommer på det nye residualkartet	14
5. KONKLUSJON	15
6. REFERANSER	17

BILAG

- 1: Bilde av det observerte Bougueranomali-kartet fra området  $62^{\circ}\text{N}$  til  $67^{\circ}\text{N}$
- 2: Bilde av residual gravimetrikart fra område  $62^{\circ}\text{N}$  til  $67^{\circ}\text{N}$
- 3: Bilde av residual gravimetrikart, Nord-Trøndelag og deler av Nordland

## 1. INNLEDNING

Kart over det observerte Bougueranomali feltet for Midt-Norge er laget. Det er basert på observasjoner gjort av Norges geografiske oppmåling og Norges geologiske undersøkelse.

På grunn av en kraftig gradient i Bouguerverdien fra kysten og til de topografisk høyereliggende områder langs svenskegrensen framtrer ikke de lokale (og halvregionale) anomaliene tydelig på fargekart av det observerte Bougueranomali feltet. Anomalienes relative styrker er delvis skjult. På fargekartene blir en stor del av fargeskalaen brukt til å beskrive regional feltets variasjon. Det er derfor behov for gode residual Bougueranomali kart.

Automatiske metoder for anomaliseparasjon er beheftet med en del svakheter (se side 6). Resultat av en grafisk manuell (subjektiv) metode er derfor presentert og evaluert i denne rapporten. Den er gitt navnet "Profilmetoden".

Metoden er rask å bruke, og lokale endringer på kart gjøres raskt. Ved å nytte petrofysiske data og geologisk kunnskap kan et "optimalt" residual tyngdekart lages innenfor et undersøkelsesområde.

Residualkart er framstilt for områdene fra 62°N til 67°N (M 1:000 000), og Nord-Trøndelag (M 1:500 000). De er brukt i en tolkning av geofysiske og petrofysiske data fra Nord-Trøndelag (Skilbrei 1988b).

Kartene kan fås på bestilling fra Geofysisk avdeling.

Bilde av hvert kart er gitt i A4-format i bilag 1, 2 og 3.

Målepunktene og hydrografi er vist på kartene. Selve kartuttegningen er gjort med Applicon fargerasterplotter på NGU, og det er benyttet UNIRAS raster software system.

## 2. GRUNNLAGSMATERIALE

Norges geografiske oppmåling (1979) har gitt ut gravimetrisk Bougueranomali-kart i målestokk 1:250 000. NGU har i årene 1971-73 utført gravimetri i Sør-Trøndelag. Innenfor Nord-Trøndelagsprogrammet (et samordnet undersøkelsesprogram) har Geofysisk avdeling utført gravimetri i Trøndelag. NGU vil gjøre flere målinger i dette området.

Geofysisk avdeling har en database som inneholder data fra hele landet, inkludert kystområdene. Måletettheten økes stadig, og mer data vil hentes fra målinger utført over kontinentalsokkelen. Usikkerheten som ligger i dataene og metoder for datainnsamling, utrekning av breddegrads-, høyde-, Bouguer- og terrengkorreksjoner er beskrevet av Mathisen (1976), Hammer (1939), Olesen og Sindre (1984), Olesen m.fl. (1984), Gellein (1985, 1987).

## 3. DEFINISJON AV REGIONALFELT OG RESIDUALFELT

### 3.1. Målsetting med residual-regional separasjon

En subjektiv definisjon av regionalfelt og residualfelt ble valgt: Residualkartet skal reflektere effekten av lokal geologi og masser som ligger dagnært. Det skal kunne nyttes til kvantitative modellberegninger av bergartsenheter som kan kartlegges i dagen og på havbunnen. Regionalfeltet skal reflektere eventuelle effekter av dype strukturer i jordskorpa.

### 3.2. Anomaliseparasjon (metode)

Generelt har en:

Residual anomali = Observert verdi - Regional anomali (verdi)

Et regionalfelt er ikke et absolutt felt. Den målestokk en arbeider i, og hva man ønsker å fremheve ved en anomaliseparasjon, vil være avgjørende for valg av regionalfelt. Valg av regionalfeltet vil inkludere både valg av nivå på feltet og dets form.

De mest brukte metoder for anomaliseparasjon er:

- 1) Bølgelengdefiltrering. Dette er trolig den vanligste form for ("automatisk") anomaliseparasjon. Dette er en såkalt objektiv metode. Men den har en del svakheter, som forvrengning av anomaliform og kanteffekter (Hospers 1983).
- 2) Det er også vanlig å bruke en "grid-metode", også kalt "senterpunkt og ring system" metode. Man må da akseptere at en gjennomsnittsverdi for en ring med et punkt P som senter er et akseptabelt estimat for regionalfeltet i punkt P.
- 3) Kotelegger regionalfeltet direkte på "det observerte" kartet. Digitaliserer så kotene.

### 3.3. Profilmetoden (Kombinert metode for residual-regional separasjon), metodikk

Når en gjør kvantitative gravimetrisk modellberegninger langs profiler (se eksempler hos Olesen o.a. 1984; Olesen 1986; Skyseth 1987; Skilbrei 1988b) subtraherer en ofte et regionalfelt fra de observerte verdiene. Modellberegningene gjøres så på det fremkomne residualfeltet. Det valgte (tolkede) regionalfeltet er basert på tilgjengelig geofysisk og geologisk kunnskap fra det

området det arbeides i. Erfaring fra slike arbeider viser at en slik kvalifisert tolkning av regionalfeltet og residualfeltet (grafiske tolkninger) er bedre enn bruk av automatisk metoder for anomaliseparering.

Basert på denne erfaring/erkjennelse er det helt naturlig å velge denne metode også for å fremstille residualkart.

### Arbeidsmetode

1. Det velges ut profiler i områder der de observerte Bouguerverdiene i størst grad i kartområdet reflekterer regionalverdier (dvs. der det er lite lokale variasjoner i verdiene). Profilene legges mest mulig vinkelrett strukturene og langsmed gradientene i regionalfeltet.
2. For hånd tegnes inn det valgte regionalfeltet på profilene (se eksempel i fig. 1). Punkter viser de observerte verdiene. Vertikalakse angir Bouguerverdi i mGal. Horisontalaksen viser avstand i km fra startpunkt på hvert profil. Valg av regionalfelt er gjort ut fra kunnskap til geologien i området, petrofysikk og erfaring fra modellberegninger (Skyseth 1987, Skilbrei 1988b), samt annen relevant publisert litteratur fra området (Gabrielsen et al. 1981, Grønlie og Rui 1976, Tørne og Vogel 1976, Grønlie og Ramberg 1969, Ramberg og Grønlie 1969, Rui og Grønli 1975).
3. Dette regionalfeltet projiseres ned på profillinjene på kartet.
4. Disse verdiene kotelegges så på kartet. Kotene beskriver da regionalfeltet. I dette tilfellet følger kotene i stor grad kystlinjen.
5. Kotene digitaliseres så.

6. Disse digitale verdiene er så interpolert til et regulært nett (grid).

7. Dette datasett trekkes fra de observerte verdiene. Dermed får man et residual Bouguerfelt. (Fargekart av residual anomaliene er gitt i bilag 2).

Prosedure 5, 6 og 7 gjøres med programvare som finnes ved NGU. Ved punkt 5 og 6 kan en eventuelt selv manuelt tilføre verdiene til et regulært nett. Da må en imidlertid gjøre en lett glatting av dataene for å få et jevnt regionalfelt dersom det skulle være noen feilverdier i datasettet.

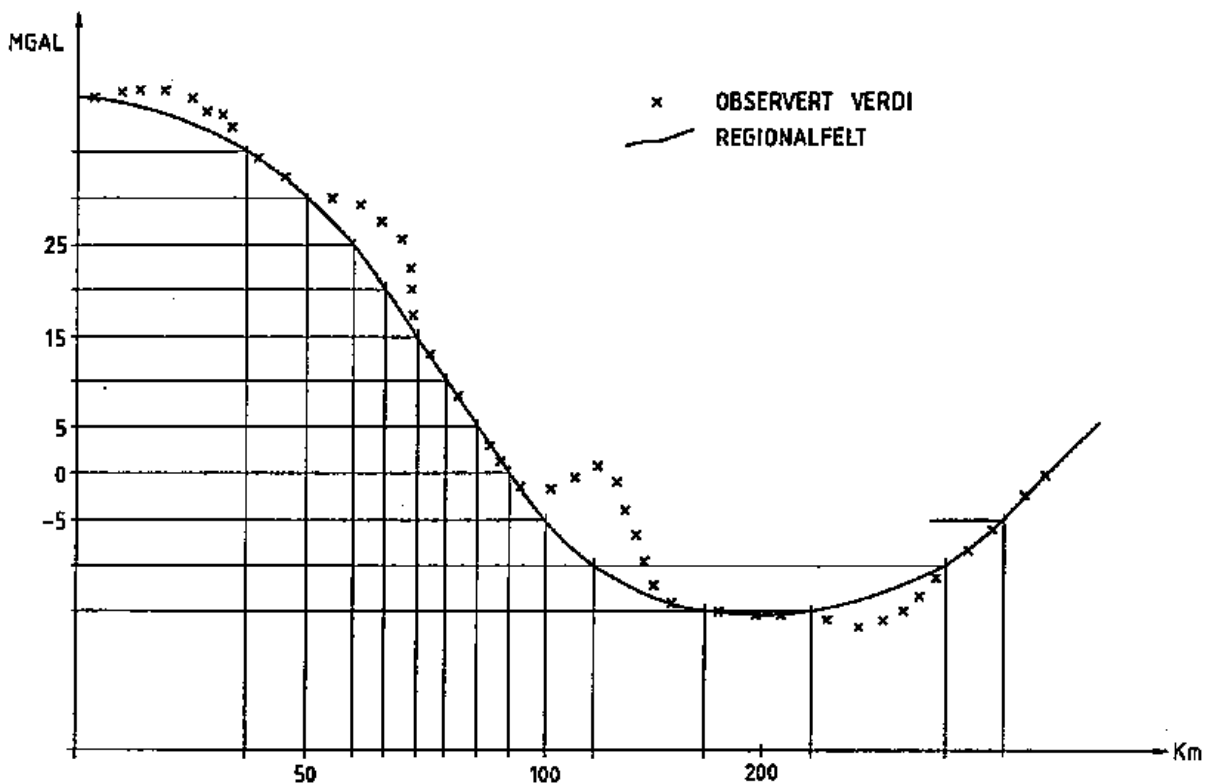


Fig. 1. Figuren illustrerer arbeidsgangen i pkt. 1, 2 og 3 ovenfor



#### 4. RESULTAT

Tidligere litteratur angående tyngdefeltet i Skandinavia:

Bougueranomali-kart over Skandinavia viser de velkjente og tydelige lavverdiene langs de sentrale deler av den gamle fjellkjeden. Verdiene er høye langs kysten og like til og med Finnmark. Gjennomsnittlig er denne negative korrelasjonen mellom Bouguer tyngdefeltet og topografi tydelig (Balling 1980). Balling forklarte dette med enkel Airy-type isostatisk kompensasjon. Bungum et al. (1980) forklarer kompensasjonen med både Airy's og Pratt's modeller.

Dypseismiske undersøkelser (Vogel og Lund 1971, Kanestrøm og Haugland 1971, Seguin 1972) har antydning at en depresjon av Moho-diskontinuiteten under fjellkjeden kunne forklare de store variasjonene i regionalfeltet fra Norskekysten i vest til de sentrale deler av Kaledonidene i øst. Disse tolkningene har vært kritisert av Dyrelius et al. (1980).

Balling (1980) diskuterte sammenhengen mellom observerte Bouguer-verdier og isostatisk heving av jordskorpa etter deglasiasjonen i kvartær. Gabrielsen et al. (1981) og Dyrelius (1985), blant andre, har pekt på at de største minima langs fjellkjeden sammenfaller med grunnfjellsvinduer.

Residual bougueranomali-kartet presentert her viser klar korrelasjon med lokal geologi. Bouguerverdier har et minimum i Oldengranittområdet (- 50 mgal) og stiger til + 30 mgal (i Kaledonske dekkeenheter) over en avstand på bare 50 km i retning nordover, parallelt Kaledonidene (og parallelt isolinjene til regionalfeltet). Differanser på 80 mgal kan altså forklares med geologiske enheter i overflaten (Oldengranitten sammenfaller med negative Bouguerverdier og Grongfeltets bergarter med positiv anomali).

Dette viser at en stor del av variasjonen i amplitudeverdier i regionalfeltet kan forklares ved svære områder med relativt lette bergarter av dominerende granittisk sammensetning, og større områder med relativt tunge dekkebergarter. Petrofysiske data understøtter dette (Elming 1980, Skilbrei 1988b). I Vestranden og områdene østover mot Grong er gneisene tyngre enn mot Svenskengrensen. Regionalt innsamlete petrofysiske data (Skilbrei 1988b) og mer "lokale" petrofysiske data fra nordlige Vestranden (Skyseth 1987) viser at laterale endringer i spesifikk vekt til gneiser med utgående kan forklare både residual Bougueranomali-er og (dersom en antar stort dyp rekkevidde av massivene) delvis karakteren til regionalfeltet i dette området. Forskjeller i vertikale massefordelinger områdene i mellom gjør dette mer komplisert.

#### 4.1. Nye bidrag til forståelsen av det regionale tyngdefeltet

Det jeg foreslår med bakgrunn i petrofysiske data, gravimetrisk modellberegninger, sammenlikning av det vedlagte Bougueranomali-kartet og residual Bougueranomali-kartet, samt publisert litteratur (seismikk og gravimetri) er at formen til regionalfeltet i området er en kombinasjonseffekt av:

1. Moho stuper nedover fra vest mot øst og inn under Kaledonidene
2. Det eksisterer regionale laterale variasjoner i tetthet i øvre og midlere skorpe når en beveger seg fra kystområdene til Svenskengrensen. Grunnfjellsbergartene er systematisk tyngre ved kysten enn lengre øst. (Dette kan tolkes som resultat av kontinent-kontinent kollisjon; Skilbrei 1988b)
3. Kompensering for avisinga i Kvarteret pågår enda (relativt liten effekt)

Punkt 3 kan forklares ved laterale variasjoner i både sammensetning og metamorfosegrad. Slike variasjoner må skyldes horison-

tale bevegelser/krefter under fjellkjededannelsen. Tidligere "statiske" modeller av gravimetrifeltet må retolkes. Positive-negative anomalipar over fjellkjeden må tolkes også utfra kontinent-kontinent kollisjon og eventuell suturdannelse (se Skilbrei 1988b).

#### 4.2. Kvalitativ tolking av residual Bougueranomali-kartet (vurdering av kartkvalitet)

Residualkartet er resultat av en subjektiv teknikk, og må vurderes ut fra dette. Jeg er takknemlig for kommentarer til kartet fra folk med lokal kunnskap til geologi innenfor området. Bildene i bilagene er kraftig forminsket i forhold til originalkartene, som har konturlinjer. Tolkningene og vurderingene er da gjort på større målestokker enn bilagene.

##### 4.2.a. Sammenlikning med andre arbeider

Gabrielsen et al. (1981) presenterer et "residual gravity anomaly map in Nordland" (området fra  $65^{\circ}\text{N}$  til noe nord for  $68^{\circ}\text{N}$ ). De forklarer ikke hvordan det er fremstilt. Kartet deres (se figur under) har 10 mgal koteavstand. Denne relativt store koteavstanden, sammen med den store grad av interpolasjon som kotelegginga nødvendigvis krever, medfører en utstrakt glatting av anomaliene. Dermed fremkommer det jeg vil kalle regionale anomalier som reflekterer lokal geologi i mindre grad enn målepunkttettheten skulle tilsi. Datagrunnlaget deres er det samme som jeg har hatt til rådighet i dette området.



Residual gravity anomalies in Nordland. 10 mgal contour interval. Abbreviations: see text.

Fig. 2. Fra Gabrielsen (1981), s. 23.

Det vil føre for langt å sammenlikne detaljer på kartene her. En ser imidlertid at detaljgraden er liten på deres kart.

En del av det Gabrielsen et al. (1981) skriver på s. 22 og 23 bør kommenteres. De skriver: "Notably, the western row of Pre-cambrian granite and gneiss domes north of the Ranaffjord, i.e. the Sjona (Sj), Høgtuva (Hø), Svartisen (Sv) and Heggmovatn (He) domes, are not associated with detectable lows demonstrating negligible mass deficiencies".

I residualkartet presentert her fremtrer tvertimot nettopp Sjona, Høgtuva, Svartisen med tydelige negative bougueranomali. Heggmovatnet ligger nord for kartet, men inspeksjon av residualverdiene over Heggmovatnet viser også her klare negative verdier.

Gabrielsen et al. (1981) skriver videre (oversatt): "Den vestlige delen av residualkartet ser ut til å være karakterisert av nord-

syd (eller NNØ-SSV) lineære trender, i kontrast til den østlige halvdelen der breie subsirkulære mønstre dominerer. Oppdelinga sammenfaller omtrent med den østlige begrensningen av 'high-grade' vestlige dekker."

Residualkartet som er presentert her viser at dette ikke stemmer. Også den vestlige delen er karakterisert av subsirkulære områder. (Dette er selvfølgelig noe avhengig av koteleggingen). En negativ langstrakt trend omtrent nordover langs 13<sup>0</sup>Ø skiller områdene, og denne sammenfaller med den vestlige kjede av granitt gneis domer.

Gabrielsen et al. skriver at det ikke er negative anomalier assosiert med disse granittiske gneisdomene. Dette (som ikke stemmer) bruker de som argument for sin konklusjon som bl.a. er at domene er kommet på plass ved andre tektoniske krefter enn oppdrift p.g.a. tetthetskontraster ("buoyancy").

Dette viser hvor usikkert det er å tolke og dra konklusjoner fra potensialfeltdata som i utstrakt grad er glatta. Dette er påvist å gjelde også for magnetiske data fra Midt-Norge (Skilbrei 1988a). Deres residualverdier i kystområdene likner mistenkelig mye på trender i regionalfeltet.

Wolff (1984) presenterer et residual bougueranomali kart over Trøndelagsområdet. Regionalfeltet er fjerna ved en bølgelengdefiltrering med "cut-off" bølgelengde på 250 km. Dette kartet viser noe færre detaljer enn kartet som er presentert her, og amplitudene er mindre. Dette siste kan være p.g.a. svakheter ved bølgelengdefiltreringen.

#### 4.2.b. Noen aspekter ved tyngdefeltet som fremkommer på det nye residualkartet

Den store tyngdeanomalien som skyldes Trondheimsfeltets synklinorium trer nå klart fram.

En tyngdeanomali ved  $64^{\circ}\text{N}$  og  $13-14^{\circ}\text{Ø}$  (Roan-Stokksund) vises nå helt tydelig. Denne skyldes tunge høy-grads gneiser i området (Skyseth 1987) og ikke tyngre bergarter som ikke når overflaten, slik som Wolff (1984) antyder som anomaliårsak. Videre ser en nå interne variasjoner innen denne anomalien, som må forklares ved laterale tetthetsvariasjoner i overflaten siden det er relativt store gradienter.

Det er en serie med kystnære anomalier fra kysten utenfor Trondheim, forbi Stadtlandet og til nord for Skotland med Kaledonsk retning. Disse små skyldes strukturer i det som er grunnfjellet for overliggende "post-kaledonske" sedimenter. En del av disse anomaliene sammenfaller med magnetiske anomalier. Disse geofysiske strukturene kan markere en Kaledonsk sutursone. To anomaliårsaker synes aktuelle:

- 1) Gneiser i øvre amfibolittfacies til granulittfacies metamorfosegrad. Slike gneiser finnes i Lofoten og i Vestranden (Schlinger 1983, Skyseth 1987). Petrofysiske egenskaper til disse er beskrevet av Schlinger (1983), Kaada (1987). Gneisene har høyt innhold av magnetitt og en anomal tetthet. Et slikt område med en positiv magnetisk anomali og positiv tyngdeanomali finnes også i kystområdet  $8^{\circ}\text{Ø}$  til  $9^{\circ}\text{Ø}$ , nord for  $63^{\circ}\text{N}$ . Anomaliårsaken kan være "høy-grads" gneiser.
- 2) Ofiolittfragmenter i de Skandinaviske Kaledonidene finnes flere steder langs kysten, bl.a. steder på Leka (Furnes et al. 1985). Leka sammenfaller med en positiv magnetisk- og positiv bougueranomali.

Etter at regionalfeltet er fjerna, ser en at de kystnære bougueranomaliene over havet har en amplitude og bølgelengde som er sammenlignbar med "Leka-anomalien".

Tilfelle 1 antyder prekambrisk autochtont eller parautochtont basement, og tilfelle 2 allochtone paleozoiske bergarter. Mer detaljrik gravimetri bør gjøres, sammen med studier av petrofysikk i utvalgte kystområder for å undersøke dette nærmere.

## 5. KONKLUSJON

Den beskrevne subjektive metode for fremstilling av et Bouguer residual anomali kart har vist seg å være god. Den er bedre enn automatiske metoder. Den krever imidlertid en manuell justering av effekten av isostatisk kompensasjon for den kvartære avisinga.

Med bakgrunn i kartet og petrofysiske data er nye aspekter ved det gravimetriske regionalfeltet foreslått. Regionalfeltet har sin årsak i en kombinasjon av flere effekter. Kartet har en stor grad av detaljrikdom. Det reflekterer overflategeologi systematisk. Dette var også målsettingen med residual-regional separasjonen.

Residualfeltet er velegna til kvantitative modellberegninger, fordi det er konsistent med kjent overflategeologi og målte tetthetsverdier. Tidligere publiserte residualkart (framstilt ved bølgelengdefiltrering) bør ikke brukes til kvantitative studier. Dette fordi lokalisering, utbredelse og ikke minst amplitudene til anomaliene er sterkt modifisert ved bruk av denne teknikken. Kartene er dermed mindre tilfredsstillende til annet enn kvalitative vurderinger.

Mere data over kontinentalsokkelen må innhentes til NGU for å få et sikrere valg av regionalfelt. Disse dataene må nivåjusteres

med de dataene som allerede ligger i Geofysisk avdeling sin database. Sammen med magnetiske data gir dette også muligheter til strukturtolkninger i overgangen fastland til kontinentalsokkelen bl.a. i Møre-Trøndelag-Nordland-området. Mere data vil være å gi et bedre grunnlag for geofysiske tolkninger innenfor et eventuelt Midt-Norden prosjekt.

Det er påvist feiltolkninger i arbeider som har basert seg på residualtyngdekart med glattede Bouguerverdier.

Nytten av å lage et residual bouguerkart for hele landet vil være stor. Dette vil gjøre bruken av Bougueranomali kart enklere for potensielle brukere. Et slikt landsdekkende residualkart i farger over hele landet bør publiseres sammen med kart over det observerte Bougueranomali feltet. Disse kartene bør settes sammen med gravimetri fra kontinentalsokkelen. Her kan man enten bruke Seasat-data som forfatteren har kjøpt inn og fått kartframstilt, eller data som oljeselskapene har frigitt.

Trondheim, 11. mai 1988  
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
Geofysisk avdeling

Jan Reidar Skilbrei  
forsker



6. REFERANSER

- Balling, N. 1980: The land uplift in Fennoscandia, gravity field anomalies and isostasy. I Mörner, N.A. (Ed.), Earth Rh., Is. and En. John Wiley & Sons, Chich., 297-321.
- Bungum, H., Pirhonen, S.E. & Husebye, E.S. 1980: Crustal thicknesses in Fennoscandia. Geophys. I.R. astr. Soc. 63, 759-774.
- Dyrelius, D., Gee, D.G., Gorbatshev, R., Ramberg, H. & Zachrisson, E. 1980: A profile through the central Scandinavian Caledonides. Tectonophysics, 69, 247-284.
- Dyrelius, D. 1985: A geophysical perspective of the Scandinavian Caledonides. The Caledonide Orogen-Scandinavia and Related Areas. I Gee, D.G. & Sturt, B.A. (Ed.) John Wiley & Sons Ltd. 185-192.
- Elming, S.Å. 1980: Density and magnetic properties of rocks in the Caledonides of Jämtland, Sweden. Geol. Fören. Stockh. Förh., 102, 439-453.
- Furnes, H. et al. 1985: In: Geological and geochemical classification of the ophiolitic fragments in the Scandinavian Caledonides. The Caledonide Orogen-Scandinavia and Related Areas. Ed. by D.G. Gee and B.A. Sturt. John Wiley & Sons Ltd.
- Gabrielsen, R.H., Ramberg, I.B., Mørk, A.B.E. & Tveiten, B. 1981: Regional geological, tectonic and geophysical features of Nordland, Norway. Earth Evol. Sci., 1, 14-26.
- Gellein, J. 1985: Gravimetrisk Bougueranomali-kart, Finnmark, M 1:500 000. NGU rapport 85.219.
- Grønlie, G. & Ramberg, I.B. 1969: Gravity indications of deep sedimentary basins below the norwegian continental shelf and the Vøring Plateau. Nor. Geol. Tidsskrift, 50, 376-391.
- Grønlie, G. & Rui, I.J. 1976: Gravimetric indications of basement undulations below the cambro-silurian deposits east of Røros, Southern Norway. Nor. Geol. Tidsskrift, 56, 195-202.
- Gupta, V.K. & Ramani, N. 1980: Some aspects of regional-residual separation of gravity anomalies in a Precambrian terrain. Geophysics, Vol. 45, 9, 1412-1426.
- Gustavson, M. 1978a: Caledonides of north-central Norway. Geol. Surv. Canada, Paper 78-113, 25-30.

- Hammer, S. 1939: Terrain corrections for gravimeter stations. *Geophysics* 4, 184-194.
- Hospers, J. 1983: Gravimetry and Magnetometry. Part I. Lærebok, NTH, 194 s.
- Kanestrøm, R. & haugland, K. 1971: The trans-Scandinavian profile of 1969: Profile section 3-4. In Vogel, A. (Ed.), *Deep Seismic Sounding in Northern Europe*, Swe. Nat. Sci. Res. Council, Stockholm, 76.91.
- Kaada, K. 1987: Et magnetometrisk studie av Lofoten/Vesterålen med tilhørende sokkel. Hovedfagsoppgave. Universitetet i Bergen, Geof. Inst., 120 s.
- Mathisen, O. 1976: A method for Bouguer reduction with rapid calculation of Terrain Corrections. *Nor. geografiske oppmåling, Geodetiske arbeider*, hefte 18.
- Norges geografiske oppmåling 1979: Tyngdeanomalikart, terreng-korrigerte Bougueranomali, M 1:250 000.
- 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. Bull* 403, 119-132.
- Ramberg, I.B. & Grønlie, G. 1969: A crustal section across the Caledonian mountain belt (Norway) based on gravity data. *Bolletino di geofisica teorica ed applicata*, 11 (43-44), 219-226.
- Roberts, D. & Wolff, F.C. 1981: Tectonostratigraphic development of the Trondheim region Caledonides, central Norway. *J. Struc. Geol.*, 3, 487-494.
- Rui, I. & Grønlie, G. 1975: A comment on a gravity interpretation of the Horg area in the Trondheim region, Norwegian Caledonides. *Nor. Geol. Tidsskrift* 55, 303-308.
- Schlinger, C.M. 1983: The magnetic petrology of the deep crust and the interpretation of regional magnetic anomalies. *John Hopkins Univ. Baltimore*, 241 s.

- Seguin, M.K. 1971: Structure et propriétés physique de l'ororce terresetre en Fenno-Scandinavie. *Can. J. Earth*, 9, 339-352.
- Sindre, A., Olesen, O. & Cellein, J. 1984: Gravimetrisk Bouguer-anomalikart Nord-Finnmark, M 1:500 000. NGU rapport 84.169, 11 s.
- Smithson, S.B., Ramberg, I. & Grønlie, G. 1974: Gravity interpretation of the Jotun nappe of the Norwegian Caledonides. *Tectonophysics*, 22, 205-222.
- Skilbrei, J.R. 1988a: Forsøk med digitalisering av NGU sine flymagnetiske data. NGU rapport 88.128.
- Skilbrei, J.R. 1988b: Geophysical interpretation of the Fosen-Namsos Western Gneiss Region and the northern part of the Trondheim region Caledonides, Central Norway. *Nor. geol. unders. special publication*. Under forberedelse.
- Skyseth, T. 1987: Upublisert diplomarbeid. Nor. Tekniske Høgskole.
- Törne, A. & Vogel, A. 1976: The Blue Road Geotraverse. The Bouguer field and optimized density models. *Geol. Fören. Stockh. Förh.*, 98, 260-264.
- Vogel, A. 1976: The Blue Road Geotraverse: the tentative synthesis of a lithosphere model. *Geol. Fören. Stockh. Förh.*, 98, 270-274.
- Vogel, A. & Lund, C.-E. 1971: The trans-Scandinavian profile of 1969: Profile section 2-3. In Vogel, A. (Ed.), *Deep Seismic Sounding in Northern Europe*, Swedish Nat. Sci. Res. Council, Stockh., 62-75.
- Wolff, F.C. 1984: Regional Geophysics of the Central Norwegian Caledonides 1. *Nor. geol. unders. Bull* 397.



