

NGU Rapport nr. 91.185
Tyngdeanomaliene i Seiland og
Lofoten- Vesterålen området.
Overskuddsmassenes størrelse og
anomalienes årsaker.

1991

Rapport nr. 91.185	ISSN 0800-3416	Åpen/Fortryktil	
<p>Tittel: Tyngdeanomaliene i Seiland og Lofoten- Vesterålen området. Overskuddsmassenes størrelse og anomalienes årsaker.</p>			
Forfatter: Hans P. Moxnes		Oppdragsgiver: NGU	
Fylke: Nordland, Troms Finnmark		Kommune:	
Kartbladnavn (M. 1:250 000)		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 13	Pris: kr. 35,-
Kartbilag:			
Feltarbeid utført:	Rapportdato: 12.06.91	Prosjektnr.: 72000301	Seksjonssjef:
<p>Sammendrag:</p> <p>Over Seiland og Lofoten er tyngden henholdsvis 75 og 125 mgal over normalverdi for nære kystområder. De store anomaliene skyldes overskuddsmasser på 1,3 og 3,5 atta gram. (atta = 10¹⁸)</p> <p>Overskuddsmassen i Seiland området består sannsynligvis av gabbro med utstrekning ned til et dyp på 4 km. Man kan anta at havbunnskorpen i området har en tykkelse på 9 km.</p> <p>Lofoten er dekket av granulitt, og det forventes ikke at det finnes i denne bergarten tilstrekkelig store tettheter til å forklare hvordan overskuddsmassen har oppstått. Det er trolig at overskuddsmassen består av magma. Den største tyngde er målt ved Flakstadøy, og dypet til et elektrisk ledende sjikt i dette området er i størrelse 12 km. Det er flere indikasjoner på at tyngdesonene i Vesterålen- Lofoten området er forbundet med en jordskorpe på 21 km tykkelse.</p>			
Emneord	Geofysikk	Lofoten	
	EDB	Seiland	fagrapport

Innholdsfortegnelse

Kartgrunnlag og databaser.....	side	4
Modeller med tyngdefeltet tilpasset anomalien og overskuddsmassen.....		6
Literatur.....		11

TYNGDEANOMALIENE I SEILAND OG LOFOTEN- VESTERÅLEN OMRÅDET.
OVERSKUDDSMASSENENS STØRRELSE OG ANOMALIENES ÅRSAKER.

Kartgrunnlag og databaser.

Til fremstilling av aeromagnetiske kart og gravimetriske kart er benyttet databasene Flymag og Graba.

Følgende kart er benyttet:

Terrengkorrigerte Bougueranomali
Vestfjorden M 1: 500000 NGU

Bouguer gravity anomaly map
North Norway M 1: 1 mill NGU

Magnetisk residualfelt
Nord- Norge M 1: 1 mill NGU

Berggrunnskart over Norge
M 1: 1 mill NGU

Gravity Anomaly Map
Northern Fennoscandia
Terrain corrected Bouguer Anomalies
Scale 1: 1000000

Compiled at Geological Surveys of Finland, Norway and Sweden,
Finnish Geodetic Institute, Geographical Survey of Norway and
National Land Survey of Sweden.

Printed in Finland by the Publications Division of the National
Board of Survey, Helsinki 1986

Aeromagnetic Anomaly Map

Northern Fennoscandia

Scale 1: 1000000

Compiled at Geological Survey of Finland, Norway and Sweden.

Printed in Finland by the Publications Division of the National Board of Survey, Helsinki 1986

Kvadratiske tallmatriser til prosessing av aeromagnetiske felt-data ble satt opp vha. databasen Flymag. Begynnelsepunktet er 70° N $21^{\circ}20'$ E med sampling i øst og nord retning. Samplingsintervallene er 1,5 km, 1,25 km, 1,0 km, 0,75 km og 0,5 km. For begynnelsepunktet 70° N $19^{\circ}20'$ E ble satt opp tallmatriser der samplingsintervallene 1,25 og 1,0 km ble benyttet. Selve dataprosessingen er beskrevet i NGU Rapport nr. 1820 (1).

Et nøye kalibrert planimeter ble brukt til å beregne arealene tyngdeanomaliene dekker i Seiland og Lofoten området. For Seiland-området ble planimetreringen utført vha. tyngdekart i målestokk 1: 1 mill og for Lofotenområdet vha. tyngdekart i målestokk 1: 500 000. Arealberegningen ble utført for koterings med 5 mgal stigning mellom hver kote. For en utførlig beskrivelse av beregning av overskuddsmasse og modeller henvises til Karl Jung, der dette emnet er grundig teoretisk behandlet (2).

Modeller med tyngdefeltet tilpasset anomalien og overskuddsmassen.

Overskuddsmassens størrelse beregnet på grunnlag av anomalien på et tyngdekart er entydig i motsetning til en modell med tyngdefeltet tilpasset den samme anomalien.

Bougueranomalien i Seilandområdet er tydelig overlappet en tyngdeanomali med utstrekning langs kysten av Vest- Finnmark. Denne anomalien går inn i Seiland fra vest, og den skyldes sannsynlig vis tynn jordskorpe.

Berggrunnskartet viser et gabbrodekke over Seiland- Stjernøy. Dekket ligger forskjøvet i forhold til tyngdesentret over Sørøy. Det meste av overskuddsmassen er under Sørøy, og det synlige gabbrodekket i Seiland- Stjernøy området er tynt.

Gabbrodekket gir sterke magnetiske effekter, og tyngdeanomali og magnetiske anomalier er godt overlappet.

Seilandanomalien gir en overskuddsmasse på 1,34 atta gram. Tilpasses en vertikalt stående sylinder som modell med diameter 40 km, blir dypet til sylinderens nedre endeflate 3,6 km regnet fra jordoverflaten når tetthetskontrasten settes til 0,3 g pr. kubikk cm. Modellen og anomalien gir da samsvarende overskuddsmasse. Minskes tetthetskontrasten til 0,2 blir dypet 5,3 km og minskes kontrasten ytterligere til 0,1 blir dypet til nedre endeflate 10,7 km.

Dataprosessingen av det aeromagnetiske feltet har gitt indikasjoner på sjikt i dyp 3,6 km og 9,8 km i Seiland og havområdet utenfor. Det øverste sjiktet er etter resultatet å dømme dypet gabbrobergarten går ned til. Det andre sjiktet er sannsynlig vis sammenfallende med en nedre begrensning for en del av jordskorpen forbundet med tyngdeanomalien langs kysten av Vest- Finnmark.

A. G. Krill og B. Zwaan har utført geologiske undersøkelser i Seilandområdet, og de skriver følgende: "The syenites, carbonatites, layered gabbros and ultramafic rocks of the Seiland Igneous Province may be related to continental rifting and development of the Iapetus ocean, not mantle diapirism within a subduction zone, as previously interpreted" (3)(4)(5).

Dataprosessing av aeromagnetiske felt indikerer at normaltykkelsen på jordskorpen utenfor Vest- Finnmark er i størrelsesorden 40 km. Tykkelsen på sedimentene i dette havområdet er 5 km. Indikasjon på skorpetykkelse for indre Finnmark er 54 km. Utenfor Øst- Finnmark og i Øst- Finnmark er tykkelsen på skorpen 37 km. Her er sedimenttykkelsen 8 km (6)(7)(8).

Olesen et al. har, ved beregning av en tyngdemodell basert på tetthet av omkringliggende bergarter og et residual laget av et grafisk produsert regionalt tyngdefelt, kommet frem til et dyp på 7 km for Seilandkompleksets nedre begrensning. Den valgte tetthetskontrast er 300 kg pr. kubikk meter (9).

Tyngdeanomalien over Lofoten skyldes en overskuddsmasse på 3,533 gram. Anomalien har sitt maksimum ved Flakstadøy og går i syd- vestlig retning mot Moskenes, Værøy og Røst og ut til Skomvær, en strekning på 120 km. Ved Flakstadøy har anomalien en bredde på ca. 55 km. Utover mot Værøy og Røst blir anomalien smalere. Magnetiske anomalier dekker tyngdeanomalien og fortsetter mot nord- øst langt utenfor tyngdeanomaliens område. Tetthet og susceptibilitet i bergartene hvor anomaliene er oppstått er derfor ikke korrelerte.

De magnetiske anomaliene over Vesterålen går i sør- vestlig retning parallelt med Lofotenanomaliene ut over kontinentalsokkelen. I Vesterålen er de magnetiske anomaliene og tyngdeanomalien over land bedre samsvarende enn anomaliene i det nord- østlige Lofoten.

Berggrunnskartet viser at anomaliområdene i Lofoten og Vesterålen består av omdannede bergarter fra algonkum og arkaikum. Bergartene har betegnelsen granulitter (10). Etter tabeller over tettheter av H. Haalck har granulitter grenseverdiene 2,57 og 2,73 g/cm³ med et middel på 2,64 g/cm³ (11). K. Kaada har gitt en midlere verdi på 2,81 g/cm³ for granulitten i Lofoten- Vesterålen området med grenseverdier 2,726- 2,913 (12). NGO benytter i terrengkorreksjoner tettheten 2,67 g/cm³. Sett i forhold til denne tetthet er kontrasten stor for granulitten i Vesterålen og Lofoten. Denne kontrasten har ikke gitt merkbar effekt på det regionale tyngdefelt.

En forekomst av masse hvor den oppståtte forskjell i tetthet er 0,1 i forhold til omgivende bergarter gir et tilstrekkelig lokalt anomalifelt for å forklare tyngdeanomalien over Lofoten, under forutsetning av at overskuddsmassen har en utstrekning ned til 10- 15 km dyp.

Granulitten i Lofoten- Vesterålen øygruppen har en susceptibilitet på 0,003 cgs enheter ifølge K. Åm (10). R. D. Midtun oppgir for Levajokk granulittkomplekset en midlere susceptibilitet på 0,00165, og prøver med høyere verdi enn 0,003 klassifiseres som høymagnetiske (13). Olesen et al. har i tabeller over susceptibilitet en middelvei på 0,00247 for Levajokk granulittkompleks (9). Etter dette har granulitten i Lofoten- Vesterålen sammenliknet med granulitten i Levajokk en høy susceptibilitet. Midlere tetthet for Levajokk granulitt oppgir Midtun og Olesen til 2850 og 2862 kg/m³ henholdsvis.

Seismiske undersøkelser i Lofoten- Vesterålen området har gitt et Moho- dyp på 20 km med en tydelig minskning av dette dyp over Lofoten mot tyngdeanomalien over Lofotodden. Ifølge Sellevoll et al. skyldes den gravimetrisk anomali en bulk i Moho (14). Data-prosessingen av aeromagnetisk felt gir en indikasjon på 21 km dyp til Curie isotermlaten i dette området (1). Man kan anta at tyngdesonene viser hvor jordskorpen har denne tykkelse på 21 km.

Det angitte dyp til krystallinsk berggrunn i Lofotenområdet er 7,3 km (1). Både granulitten og den sedimentære lagpakke kan ha grenseflate i dette dyp.

Magnetotellurisk måling er utført ved Ramberg på Flakstadøy (Moxnes, pers. med.) hvor tyngdeanomalien over Lofoten har sitt maksimum. Måleresultatet er tilpasset kurven for et 3-sjikt med et overflatesjikt på 6,7 km tykkelse og ohmsk motstand 5,5 ohm meter. Et horisontalt mellomsjikt er satt inn i modellen for å forklare hevingen på kurven. Et sjikt av basalt eller granitt er en mulig årsak til at den målte tilsynelatende ohmske motstand øker for voksende perioder i dette området. For store perioder er den elektriske motstanden lav og skyldes sannsynlig vis virkningen fra grundt liggende magma.

I følge A. P. Krajew har basalt en høy elektrisk motstand, opp mot 1 mega ohm meter, og kommer i samme gruppe som granitt (15). Tettheten for basalt er $3,00 \text{ g/cm}^3$ med yttergrensene 2,70- 3,30 og for granitt er de tilsvarende tall 2,75 og 2,46- 3,10. H. Haalck oppgir i cgs enheter susceptibilitet for basalt og granitt henholdsvis med maks og minimumsverdiene 0,002090- 0,000210 og 0,001350- 0,000650.

Et ekstremt basaltsjikt der tettheten er maksimal og susceptibiliteten minimal, kan gi en stor tyngde i likhet med magma og en magnetisk diskontinuitetsflate mot granulitten i 7 km dyp. Går granulitten dypt nok ned i tyngdesonene og utenfor vil den grense mot en Curie isotermsflate.

T. Korja et al. har ved elektromagnetiske målinger langs "European Geotraverse Polar Profile" i Karasjokk- Kettila grønnsteinbelte målt en gjennomsnittelig motstand på 10 ohm meter. I granulittbeltet er funnet et ledende øvre sjikt i 13 km dyp i den nordøstlige del av profilet, og sjiktet går opp i dagen nær grensen mellom Lappland granulittbelte og Inari området.

I den sørøstlige del av profilet finnes sjiktet i dyp på noen få km. Motstanden i sjiktet er i underkant av 5 ohm meter (16).

Målingene på granulitten i Nord- Finland og Lofoten viser at den ohmske motstanden i øvre del av jordskorpen i de to områdene er relativt lav.

Trondheim, 12.06.91



Hans P. Moxnes

forsker

Literatur

- 1) NGU Rapport nr. 1820
Beregning av Fourier amplitydespektra av aeromagnetiske felt. 1980
- 2) Karl Jung: Schwerkraftverfahren in der angewandten Geophysik. Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G. Leipzig 1961
- 3) Allan G. Krill & Bouke Zwaan: Reinterpretation of Finnmarkian deformation on Western Sørøy, northern Norway.
Norsk Geologisk Tidsskrift, Vol. 67, pp 15-24. Oslo 1987
- 4) Bouke K. Zwaan & Herman L. M. van Roermund 1990:
A rift related mafic dyke swarm in the Corrovarre Nappe of the Caledonian Middle Allochthon, Troms, North Norway, and its tectonometamorphic evolution.
Nor. geol. unders. Bull 419, 25- 44.
- 5) Roberts, D. 1990:
Geochemistry of mafic dykes in the Corrovarre Nappe, Troms, North Norway.
Nor. geol. unders. Bull 419, 45-53.
- 6) NGU Rapport nr. 1881
Spektralstudie av Bouguer anomalier. 1982
- 7) Chroston, P. N. 1986:
Gravity anomalies on Varangerhalvøya, Finnmark.
Nor. geol. unders. Bull 404, 45- 56.

- 8) Aeromagnetic Interpretation Map
Northern Fennoscandia
Compiled at the geological surveys of Sweden, Norway,
Finland and Greenland. Printed in Sweden by National Land
Survey of Sweden. Stockholm 1986
- 9) Odleiv Olesen, David Roberts, Herbert Henkel, Ole Bernt Lile &
Trond H. Torsvik 1990:
Aeromagnetic and gravimetric interpretation of regional
structural features in the Caledonides of West Finnmark and
North Troms, northern Norway. NGU Bulletin 419
- 10) Åm, K. 1973:
Aeromagnetic Basement Complex Mapping North of Latitude 62°N,
Norway. Norges geol. unders. 316, 351- 374
- 11) H. Haalck: Lehrbuch der angewandten Geophysik, Teil 1
Gebrüder Borntraeger, Berlin- Nikolassee 1953
- 12) K. Kaada: Et magnetometriskt studie av Lofoten/Vesterålen
med tilhørende sokkel (67- 69°N). Geofysisk institutt avd. C
Universitetet i Bergen 1987
- 13) Midtun, R. D. 1988:
Karasjokgrønnsteinbeltet
Regional geofysisk og geologisk tolkning.
Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 88, 1- 19
- 14) Markvad A. Sellevoll, Jordskjelvstasjonen, Bergen and
Pakdi Tharvarachorn, Geofysisk- Geologisk Avd. Khon Kan
University, Thailand: A Seismic Reconnaissance Study of the
Earth's Crust in the Lofoten- Vesterålen Area, North Norway.
The Norwegian Geotraverse Project. Editor: K. S. Heier, NAVF
Oslo 1977

- 15) A. P. Krajew: Grundlagen der Geoelektrik
VEB Verlag Technik Berlin 1957

- 16) T. Korja, S.-E. Hjelt, P. Kaikkonen, K. Koivukoski,
T. M. Rasmussen and R. C. Roberts:
The geoelectric model of the Polar Profile, Northern Finland.
Tectonophysics, 162 (1989) 113- 133