

NGU rapport nr. 88.127

Regional geofysisk og geologisk  
tolkning av Høgtuva- og Sjona-  
grunnfjellsvinduene

Rapport nr. 88.127		ISSN 0800-3416		Åpen/ Fortrolig til	
<p>Tittel:</p> <p>Regional geofysisk og geologisk tolkning av Høgtuva- og Sjona-grunnfjellsvinduene</p>					
Forfatter:			Oppdragsgiver:		
Reidar D. Midtun			NGU		
Fylke:			Kommune:		
Nordland			Rana, Rødøy, Lurøy		
Kartbladnavn (M. 1:250 000)			Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000)		
Mo i Rana			1828 II Rødøy 1927 IV Sjona 1928 III Melfjord 1927 I Mo i Rana 1827 I Lurøy		
Forekomstens navn og koordinater:			Sidetall: 46		Pris:
Bordvedåga 44975 736575			Kartbilag:		
Feltarbeid utført:		Rapportdato:		Prosjektnr.:	
28.07.-20.08.87		23.06.1988		2441.02.32	
				Seksjonssjef:	
				<i>H. Hovell</i>	
<p>Sammendrag:</p> <p>Datagrunnlaget for tolkninga har vært: 1) Geologiske observasjoner 2) Petrofysikk: 1250 prøver målt på tetthet og magnetiserbarhet, 4200 in situ susceptibilitetsmålinger, 560 in situ radiometriske målinger 3) Magnetiske-, VLF- og radiometriske helikoptermålinger 4) Gravimetri.</p> <p>Korridoren av kaledonske bergarter mellom de to grunnfjellsvinduene er modellert gravimetrisk. Modellen viser en synform hvor akseplanet faller 25° mot øst. Maksimalt vertikalt dyp av strukturen er 5 km. Den samlede tolkning konkluderer med at Høgtuva-grunnfjellsvinduet er et eksempel på en syntektonisk granittisk diapir. Den samme tektoniske utvikling foreslås for Sjona-grunnfjellsvinduet. En senere deformasjon har resultert i et forkastnings-system med nordøstlig retning. Bevegelsene langs disse forkastningene er små.</p> <p>En vurdering av malmpotensialet for forekomster av samme type som Bordvedåga antyder et område omkring Snøfjellet som interessant for videre oppfølging.</p>					
Emneord		Geofysikk		Elektromagnetisk måling	
Geologi		Magnetometri		Gravimetri	
Petrofysikk		Radiometri		Fagrapport	

1. INNLEDNING . . . . .	3
2. FELTARBEID OG LABORATORIEARBEID . . . . .	3
3. PETROFYSIKK . . . . .	6
3.1 Susceptibilitet . . . . .	6
3.2 Tetthet . . . . .	8
3.3 Radiometri . . . . .	9
4. REGIONAL GEOFYSISK TOLKNING . . . . .	10
4.1 Magnetisk tolkning . . . . .	10
4.2 V.L.F.-Tolkning . . . . .	12
4.3 Radiometrisk tolkning . . . . .	15
4.4 Gravimetrisk tolkning . . . . .	18
5. TEKTONIKK . . . . .	22
6. PROSPEKTERING . . . . .	25
7. FEILKILDER . . . . .	26
8. VIDERE UNDERSØKELSER . . . . .	28
REFERANSER . . . . .	30
APPENDIX A (Petrofysikk) . . . . .	33

## 1. INNLEDNING

Geofysisk avdeling, NGU fikk sommeren 1988 i oppdrag å utføre regionale geofysiske målinger over Høgtuva- og Sjona grunnfjellsvindu, Fig.1. Bakgrunnen for disse undersøkelsene har vært å prospektere etter mineraliseringer og bedre forståelsen av områdets geologi. Den allerede påviste Bordvedåga-forekomsten (Furuhaug 1984, Furuhaug & Wilberg 1987, Wilberg 1987a,b,c,d,e,f, Lindahl & Furuhaug 1987) har vært motivasjonen for prospekteringen.

## 2. FELTARBEID OG LABORATORIEARBEID

Fra Seksjon for Geofysikk var 2 mann (J. Gellein & R. Midtun) engasjert for å utføre feltarbeid i forbindelse med den regional geofysiske tolkningen. Feltarbeidet ble utført i perioden 28/7-20/8 1987.

Høgtuva- og Sjona-grunnfjellsvinduene ble undersøkt med punkt-observasjoner i et kilometers rutenett. På de enkelte lokaliteter ble det målt in situ susceptibilitet (instrumenttype: Geoinstruments, TH-15). Innen lokalitetene er det foretatt 10-30 observasjoner innen en radius på ca 50m. Totalt innen de to grunnfjellsvinduene er det gjort 3370 observasjoner. 2 prøver fra 598 lokaliteter er samlet inn for petrofysiske og geokjemiske

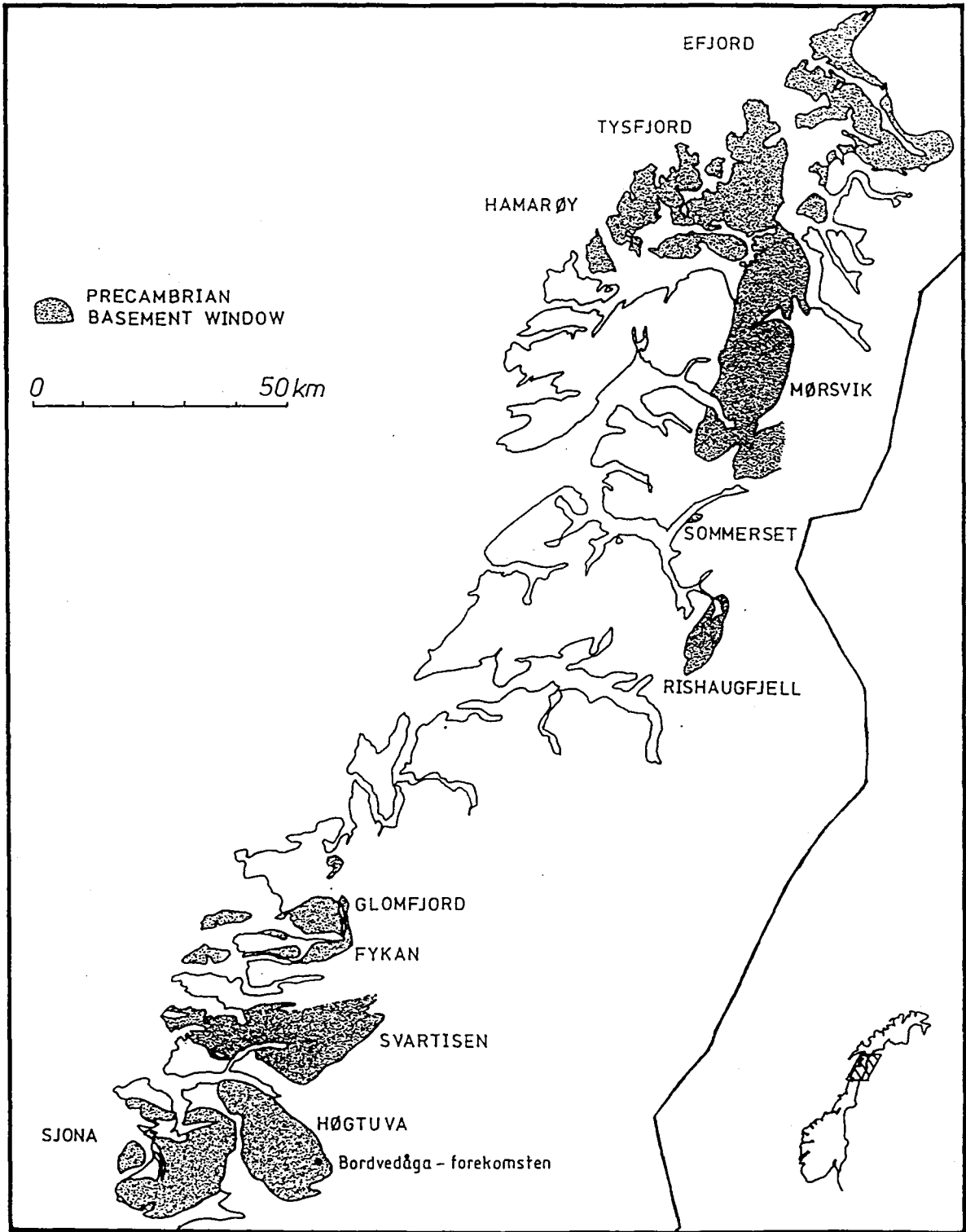


Fig. 1

analyser. De to prøvene fra hver lokalitet er prøvetatt i avstand 30-70m. In situ radiometrisk stråling er observert på 564 lokaliteter. Disse målingene ble utført med forskjellige instrumenter. Instrumentene ble kalibrert til et felles referansenivå etter målinger på referanseprøver med forskjellig strålingsnivå.

Gravimetri ble observert på 293 stasjoner innenfor de to grunnfjellsvinduene og omkring disse.

Fra de kaledonske bergartene omkring de to grunnfjellsvinduene er det samlet inn 60 prøver samt 720 in situ susceptibilitets observasjoner. Innen Svartisen grunnfjellsvinduet er det samlet data fra 4 lokaliteter (5 prøver, 66 in situ susceptibilitets observasjoner).

Geofysiske helikoptermålinger (Radiometri : 4 kanaler , VLF-EM : 2 sendere , E.M , Magnetometri) er utført. Tekniske forhold under utførelsen av oppdraget samt prosesseringen av disse målingene blir beskrevet i en egen rapport.

I det petrofysiske laboratoriet (Olesen 1985) er tetthet og susceptibilitet målt på de innsamlede stuffer.

### 3. PETROFYSIKK

Histogrammene over susceptibilitet, tetthet og in situ radio-metrisk totalstråling er presentert i appendix A. I histogrammene representerer M middelveien og N antall observasjoner.

#### 3.1 Susceptibilitet

Diagram 1 og 2 over henholdsvis laboratorie- og in situ-målinger av susceptibilitet viser at de to målemetodene gir samsvarende verdier. De resterende diagram er derfor plottet på grunnlag av det totale antall susceptibilitetsmålinger fra de aktuelle bergartstyper. Diagram 3 som er et eksempel på dette viser, viser nær samme fordeling og nivå som diagram 1 og 2.

#### Høgtuva- og Sjona-grunnfjellsvindu

Diagram 4 og 5 over to lokaliteter innen grunnfjellsvinduene viser henholdsvis et forholdsvis homogent lavt nivå ( $M : 47 \cdot 10E-5SI$ ) og et homogent høyt nivå ( $M : 1546 \cdot 10E-5SI$ ). De to diagrammene gir et inntrykk av variasjonene mellom de enkelte lokalitetene i gneisområdet. Diagram 6 har en bimodal fordeling som illustrerer at gneis området i tillegg til en storskala foliering (mellom lokalitetene) har en foliering i 10m skala (innen de enkelte lokaliteter).

Diagram 7 og 8 over henholdsvis Høgtuva- og Sjona-vinduet har middelveiene  $254 \cdot 10E-5SI$  og  $394 \cdot 10E-5SI$ . For susceptibilitet anses denne differansen som beskjeden.

I diagrammene 9,10,11 og 12 er gneisen klassifisert etter mineralinnhold. Den biotitt-rike og den amfibol-rike gneisen har de største middelveidene, henholdsvis  $426 \cdot 10E-5SI$  og  $518 \cdot 10E-5SI$ . Gneisen med lavt biotittinnhold har verdien  $299 \cdot 10E-5SI$  og den muskovitt-holdige gneisen  $109 \cdot 10E-5SI$ . Diagrammene viser at de mørkere gneistypene tenderer til å ha høyere verdier enn de lyse gneisvariantene. Forskjellen mellom de enkelte gneistypene er imidlertid liten og fordelingene overlapper hverandre.

Diagrammene 13,14,15 og 16,17,18 representerer en inndeling etter henholdsvis kornstørrelse og foliasjonsgrad. Kontrastene i magnetiserbarhet mellom de enkelte bergartstypene klassifisert etter disse kriteriene er små.

Konklusjonen som trekkes ut i fra de presenterte diagram er at en tolkning av aeromagnetometrien ikke vil gi noen indikasjoner på gneisenes mineralinnhold, kornstørrelse eller foliasjonsgrad.

#### **Kaledonske bergarter**

De to dominerende bergartene innen denne geologiske enheten som omkranser de to grunnfjellsvinduene er gråvakke og glimmerskifer. Histogrammer over disse bergartenes magnetiserbarhet er vist i diagram 19 og 20. Begge diagram viser en gjennomgående lav magnetiserbarhet. De høyeste verdiene ble funnet i forbindelse med amfibolholdige sedimenter. Sedimenter med vulkansk derivert materiale kan forklare noen av de aeromagnetiske anomaliene innen de kaledonske bergartene.



### Svartisen-grunnfjellsvindu

Innen Svartisen-grunnfjellsvinduet er det kun foretatt observasjoner innen 4 lokaliteter. Observasjonene er imidlertid gjort i et profil på tvers av foliasjonsretningen slik at de kan vektlegges noe mer enn antallet skulle tilsi. Diagram 21 viser at magnetiserbarheten innen de 4 lokalitetene er generelt høyere enn i Høgtuva- og Sjona-vinduet.

### 3.2 Tetthet

Høgtuva- og Sjona-grunnfjellsvinduet (diagram 22 og 23) har en middel verdi på henholdsvis 2630kg/m<sup>3</sup> og 2654kg/m<sup>3</sup>. Sjona vinduet har et noe større innslag av mørkere gneiser (biotitt-rike og amfibolholdige). Den spesifikke vekten er derfor noe høyere enn tilsvarende for Høgtuva-vinduet. De to vinduene betraktes likevel som like og middelverdien totalt for begge grunnfjellsvindu er 2642kg/m<sup>3</sup>. Klassifisert etter mineralinnhold er gneisenes tetthet følgende :

- |                               |                           |
|-------------------------------|---------------------------|
| 1)Gneis,relativt lite biotitt | : 2632kg/m <sup>3</sup>   |
| 2)Gneis,muskovitt-holdig      | : 2618kg/m <sup>3</sup>   |
| 3)Gneis,biotitt-rik           | : 2684kg/m <sup>3</sup>   |
| 4)Gneis,amfibolholdig         | : 2683kg/m <sup>3</sup> . |

De kaledonske bergartene gråvakke og glimmerskifer har henholdsvis middelverdien 2726kg/m<sup>3</sup> og 2804kg/m<sup>3</sup> (diagram 24 og 25). Disse to bergartene er ikke kartlagt i felt. Den arealmessige fordelingen av disse to bergartene er derfor ikke kjent.

Verdien 2760kg/m<sup>3</sup> (gjennomsnittet for de to bergartstypene) er brukt i den gravimetriske modelleringen.

Svartisen-grunnfjellsvindu ,diagram 26 viser en smal fordeling omkring verdien 2665kg/m<sup>3</sup>. Verdien er noe høyere en tilsvarende for Høgtuva- og Sjona-vinduet.

### 3.3 Radiometri

Histogrammene over radiometriske in situ målinger for henholdsvis Høgtuva- og Sjona-grunnfjellsvinduet er fremstilt i diagram 27 og 28. Høgtuva-vinduet har maksimalverdier opp til 660cps i tilknytning til Bordvedåga forekomsten (UTM koor. 44975 736575). Et område nær Snøfjellet (UTM-koor. 44900 736300) har verdier opp til 370cps. Dersom man ser bort ifra disse anomale områdene er de fleste måleverdiene innen Høgtuva-vinduet mindre enn 300cps. En beregning av middelveidien for observasjoner lavere enn 300cps innen Høgtuva-vinduet gir 159cps. Denne verdien er høyere enn middelveidien for Sjona-vinduet (124cps). Dette viser at Høgtuva-vinduet generelt har større radiometrisk stråling enn Sjona-vinduet. Høgtuva-vinduets lavere tetthet , d.v.s. surere sammensetning er i overensstemmelse med dette.

Histogrammer hvor gneisen er klassifisert etter mineralinnhold er presentert i diagrammene 29,30,31 og 32. Fra diagrammene ser man at de lyse gneistypene har de høyeste middelveidene.

#### 4. REGIONAL GEOFYSISK TOLKNING

De presenterte kart samt kart over uran- , thorium- og kaliumstråling kan bestilles i målestokk 1:50 000 fra Seksjon for Geofysikk , NGU.

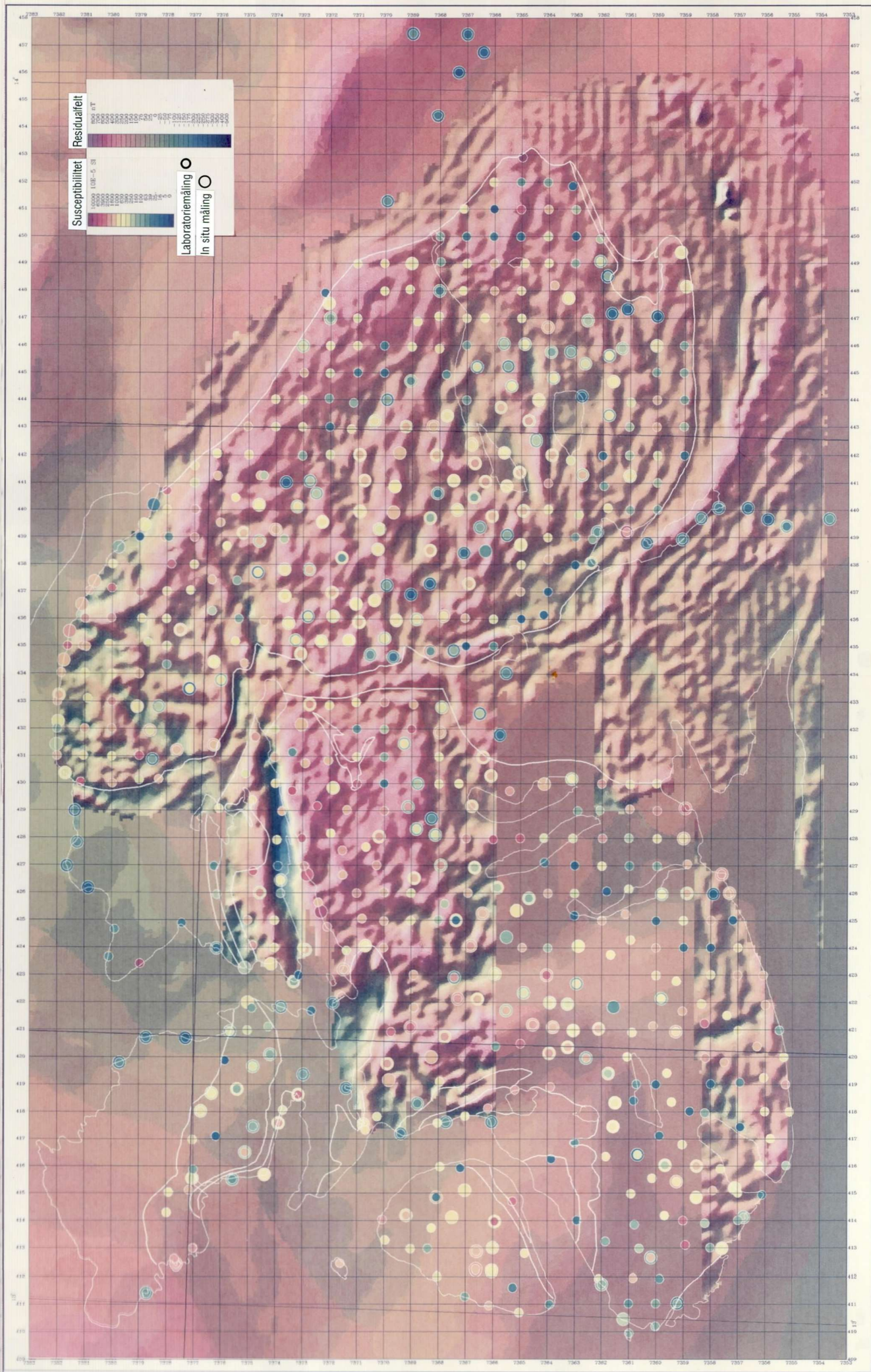
##### 4.1 Magnetisk tolkning

Datagrunnlaget for denne tolkningen går fram av kartet på side 11. En relieff framstilling beskriver det magnetiske residualfeltet. Kartet er kombinasjon av lavhøyde helikoptermålinger (ideelt 50M over terrenget) , flymålinger og susceptibilitetsmålinger. Helikoptermålingene gir et detaljert kortbølget anomalibilde, mens flymålingene som er foretatt i en konstant høyde over havet (1500 m.o.h.) gir et langbølget anomalimønster. Susceptibilitetsmålingene er presentert som fargesirkler hvor in situ målingene skilles fra laboratoriemålingene ved større diameter.

Som tidligere nevnt (s. 7) er det vanskelig å knytte bestemte bergartstyper til magnetiske signaturer. Det er derfor ikke gjort noen tolkning med hensyn til magnetiske mønstre eller nivå. En magnetisk lineamentstolkning er foretatt og resultatet går fram av tolkningskartet på side 17. Av kartet ser man at de magnetiske lineamenter i høy grad er parallelle med de geologiske kartlagte foliasjonsplan innen Høgtuva-grunnfjellsvinduet. Kartbildet viser



Magnetisk residualfelt – relieffkart og susceptibilitet





en nordvestlig hovedretning. Lineamentene følger den nordøstlige og den sydvestlige avgrensningen av grunnfjellsvinduet og er disse områder subparallell med lagningen i de omkringliggende kaledonske sedimentene. I de sydøstlige og delvis de nordvestlige deler av grunnfjellsmassivet viser foliasjonen en diskordans i forhold skyvegrensen og lagningen innen de kaledonske bergartene. Innen de helikoptermålte delene av Sjona-grunnfjellsvinduet er det en klar diskordans mellom de magnetiske lineament og de kartlagte foliasjonsplan. De magnetiske lineament viser en nordvestlig strøkretning og foliasjonen har en nordøstlig strøkretning.

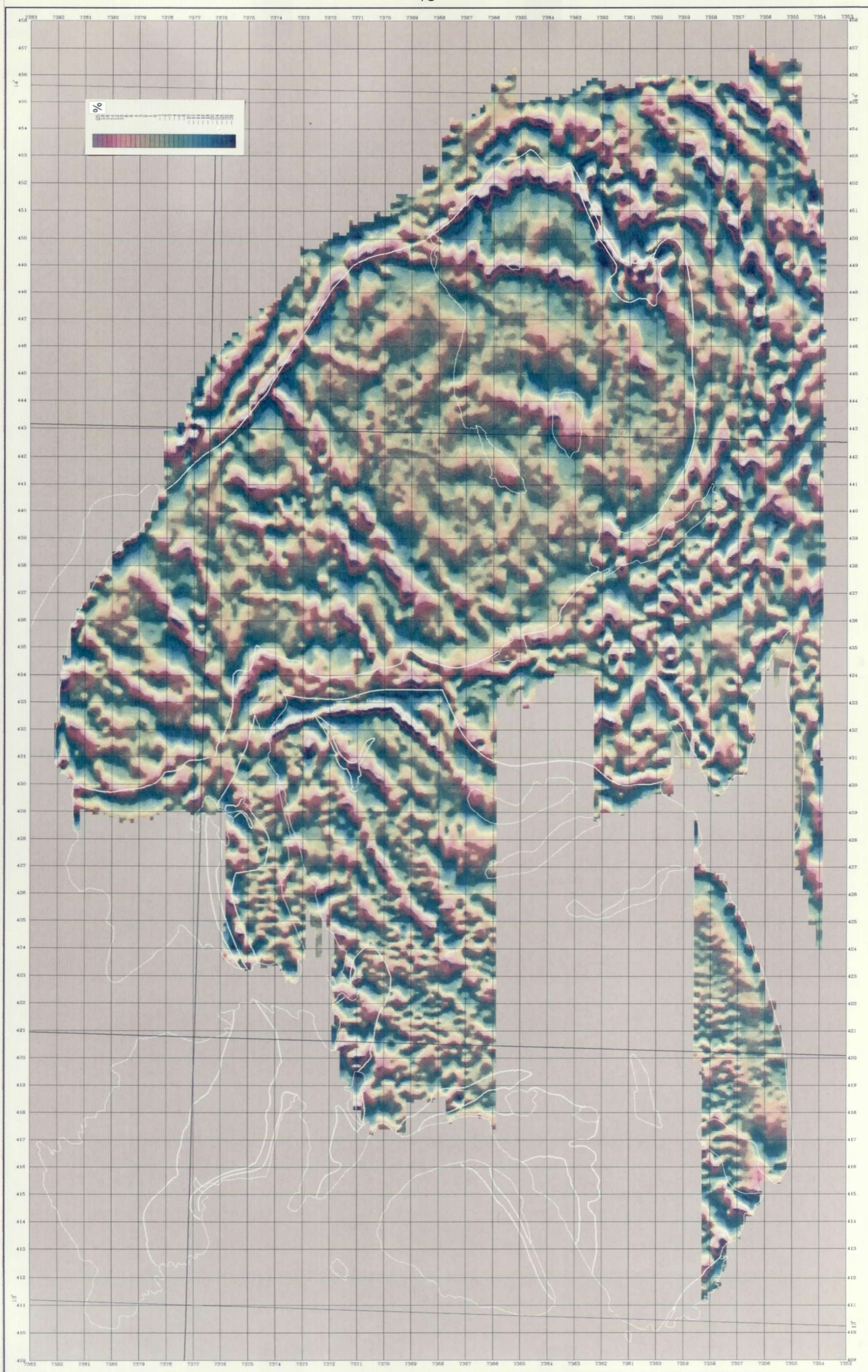
#### 4.2 V.L.F.-Tolkning

Kartet på side 13 er en reliefframstilling av reellkomponenten fra 2 V.L.F.-sendere. Datasettet representerer summen av måleutslaget fra de to senderne. Den ene ligger i vest og den andre i syd-sydvest. Ledere med strøkretninger parallell senderretningene gir kraftigst respons. Geologiske strukturer som kan detekteres med denne målemetoden er horisonter med elektrisk ledende mineraler som f.eks. kis og grafitt. Strukturer inneholdende ledende væsker (forkastninger, skyvesoner etc.) kan også fremtre som anomalier.

En lineamentstolkning av datasettet framgår av kartet på s. 17. Kartbildet viser et markert regionalt trekk der forholdsvis rettlinjede lineament har en nordøstlig strøkretning.



V.L.F. – Reellkomponent fra 2 sendere





Disse lineament er et klart uttrykk for det dominerende forkastningssystem i området.

Innen grunnfjellsvinduene er det relativt få lineament som er parallell foliasjonen. Anomaliårsaken til disse konkordante lineamentene kan være kismineraliseringer eventuelt oppsprekking i forbindelse med svakhetssoner skyveplan internt i gneisen. Nær vestligste avgrensning av Sjona-grunnfjellsvinduet er det et større lineament subparallell med skyveplanet som avgrenser grunnfjellsvinduet. Lineamentet antas å være en skyvesone internt i gneismassivet. Oppsprekking av gneisen eventuelt elektrisk ledende kaledonske grafittskifre er mulige anomaliårsaker. Skyveplan forekommer ofte i forbindelse med lett deformerbare grafittskifre. Begge tolkningsalternativ forutsetter et skyveplan innen gneismassivet.

Lineamenter som beskriver tidligere nevnte forkastningssystem observeres også innen de kaledonske bergartene ,men hovedsaklig er lineamentene innen denne enheten parallell den magnetiske båndingen som oppfattes som et uttrykk for lagningen innen bergartene. Grafittskifre tolkes å være anomalikilden til disse konkordante anomaliene. Skyvesonen som avgrenser grunnfjellsvinduene er ofte sammenfallende med godt ledende horisonter. Dette antyder at overskyvningen av de kaledonske bergartene ofte følger grafittskifre. Skyvegrensen er diskordant grafittskifrene i de tilfeller der denne har fulgt tidligere svakhetssoner på tvers av lagningen.

### 4.3 Radiometrisk tolkning

Kartet på s.16 er en fremstilling av den totale radiometriske strålingen målt fra helikopter. In situ målinger av totalstrålingen er representert som fargesirkler.

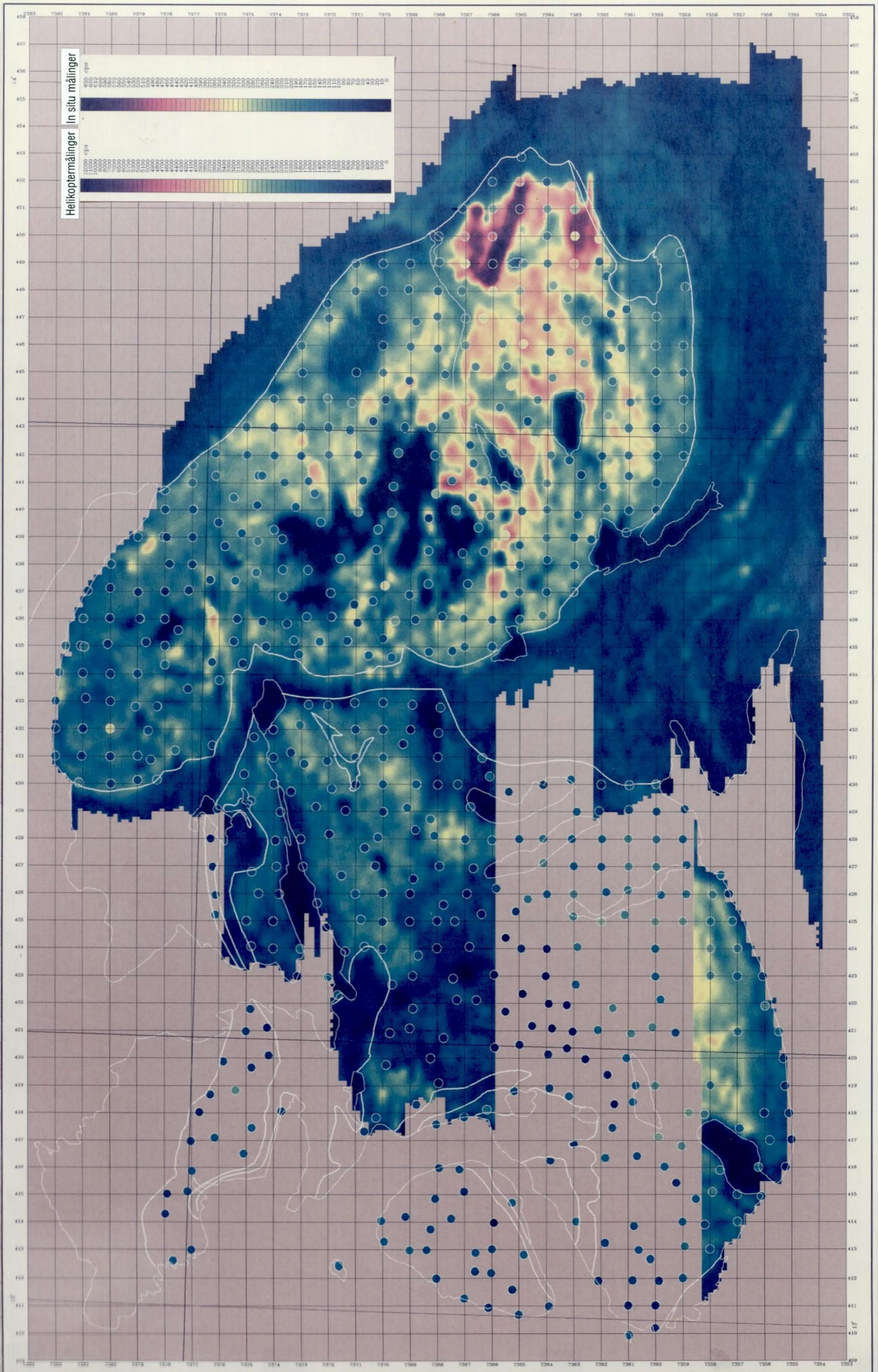
In situ målingene viser god korrelasjon med helikoptermålingene. Det er kun i området omkring Bordvedåga-forekomsten (UTM koor. 44975 736375) og Snøfjellet (UTM koor. 44900 736300) at de to målemetodene viser distinkte positive anomalier i grunnfjellsområdene. Et område i de sentrale sydlige deler av Høgtuva-grunnfjellsvinduet har en svak forhøyning av strålingsnivået.

Grunnfjellsmassivene viser positive anomalier i forhold til de omkringliggende kaledonske bergartene. De geologiske kartlagte skyvesonene som avgrenser grunnfjellsområdene har en meget god korrelasjon med den markerte overgangen fra området med relativt høyt strålingsnivå til lavområdene omkring. Nordvestlige del av Sjona-grunnfjellsvinduet har et radiometrisk lavområde. Årsaken antas å være at en stor del av gneisene i regionen er mørkere gneisvarianter (biotitt-rike og amfibolholdige). En negativ anomali i østlige del av Høgtuva-vinduet (UTM koor. 44600 737100) settes i forbindelse med en kartlagt porfyrgneis.

Stråling fra Uran og Thorium er korrelert med totalstrålingen. Stråling fra spaltning av Kalium viser samvariasjon med totalstrålingen, men området omkring Bordvedåga-forekomsten har svak negativ korrelasjon mellom kalium- og total-stråling.

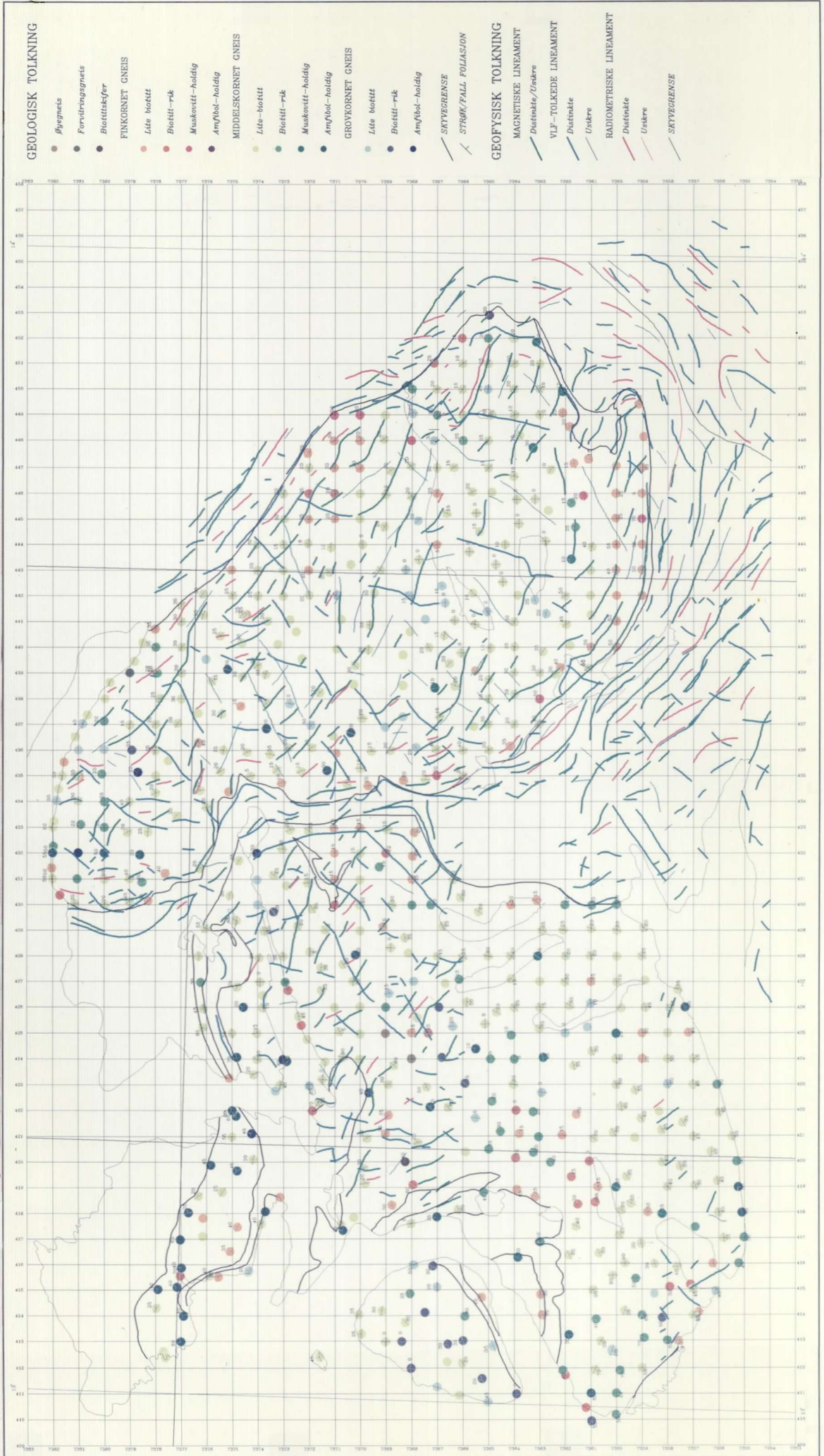


Radiometrisk totalstråling. In situ- og helikoptermålinger





Geofysisk og geologisk tolkning

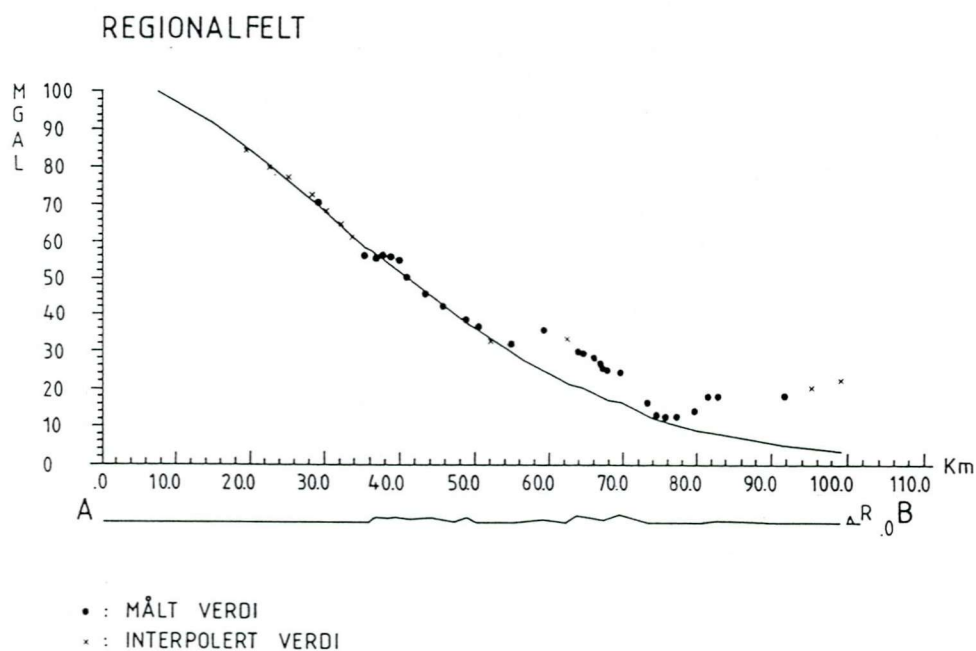


Tidligere nevnte lavområdet for totalstråling i nordvestlige del av Sjona-grunnfjellsvinduet framkommer ikke med en tilsvarende negativ anomali på kalium kartet.

For å gi supplerende informasjon om bergartsstrøkene er det gjort en radiometrisk lineamentstolkning. Denne framgår av tolkningskartet på s. 17.

#### 4.4 Gravimetrisk tolkning

De gravimetriske målingene er framstilt som Bouguer anomalier på s. 19. Kartet illustrerer den kraftige regionale negative gradienten fra vest mot øst.

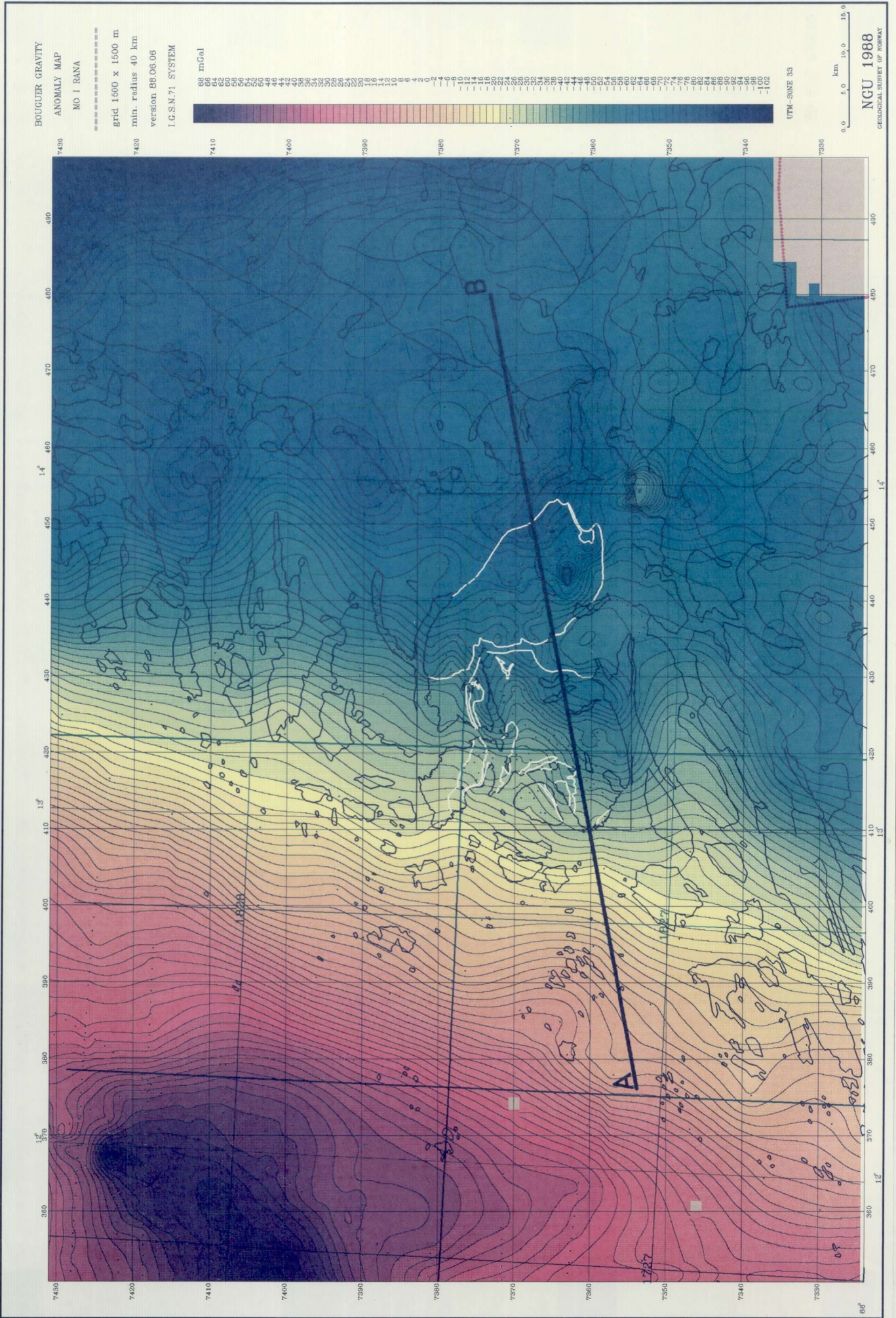


(Lokalisering av profilet går frem av det gravimetriske kartet)

Fig. 2



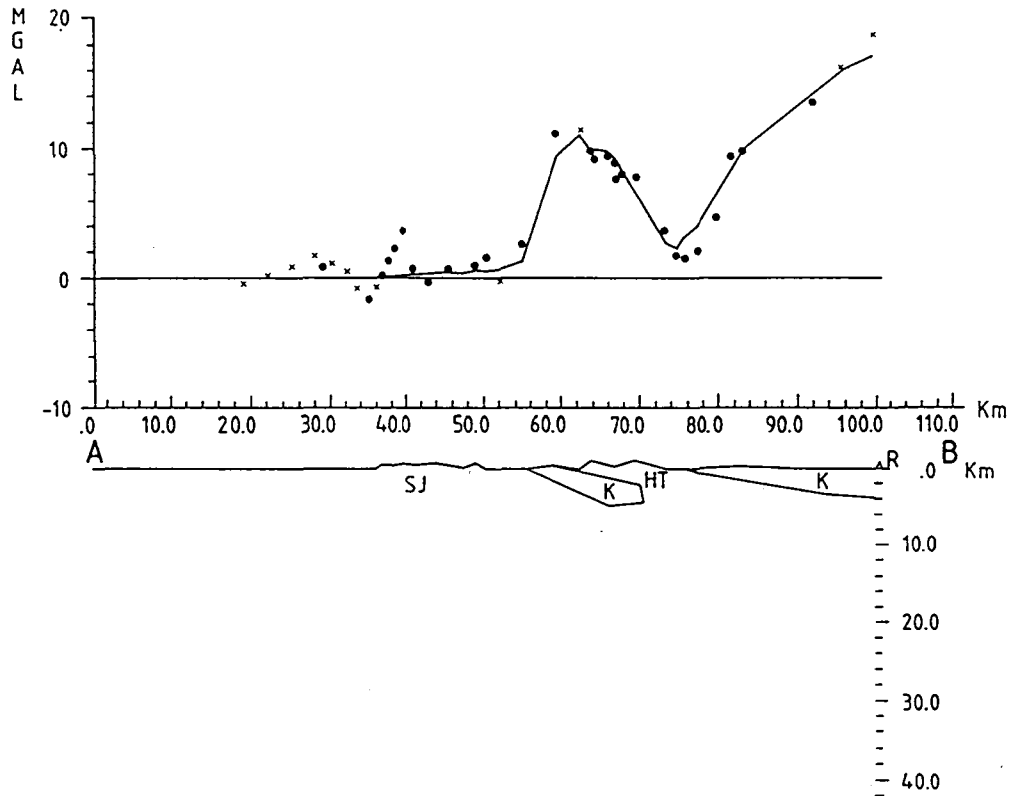
# Gravimetri bouguer anomali



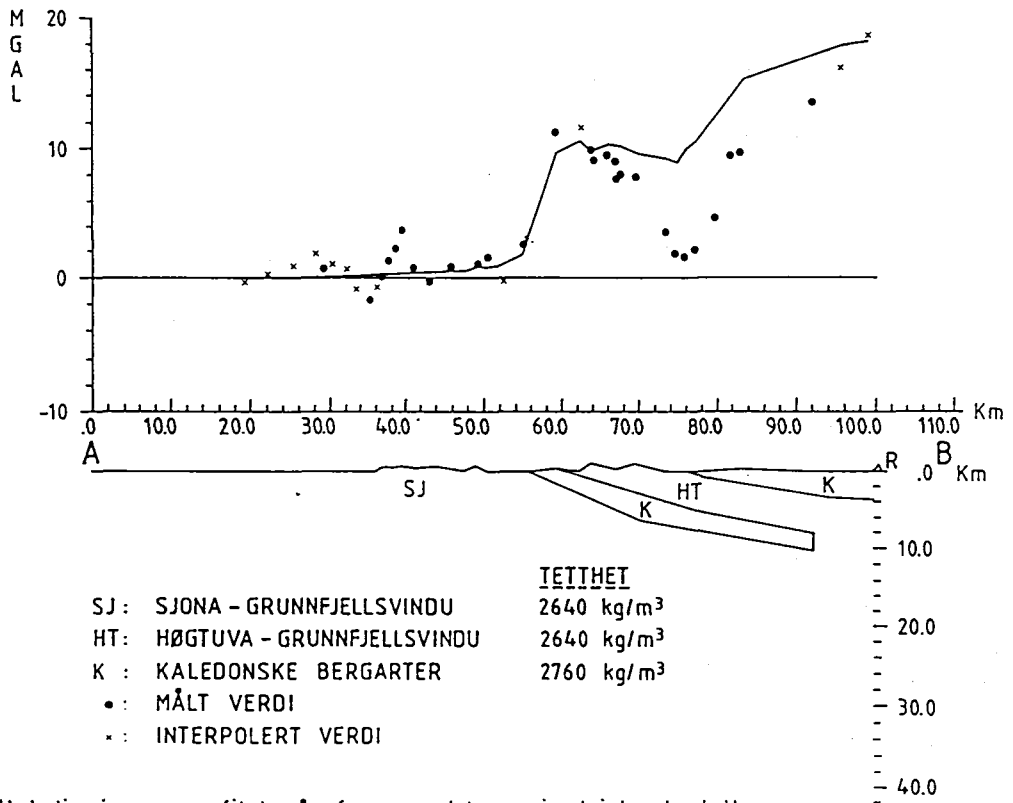


En gravimetrisk tolkning av anomalibildet forutsetter en anomaliseparasjon. Den gravimetriske effekten som skyldes dypskorpe-strukturer må separeres fra totalfeltet for å framheve effekten av de mer overflatenære strukturer. Fig.2 viser et gravimetrisk profil hvor det regionalfelt som danner grunnlaget for beregningen av residualfeltet i Fig.3 er framstilt. Estimeringen av regionalfeltet er gjort ut i fra en vurdering av feltets bølgelengde samt kravet om en tilpasning til den observerte kurva. Det er gjort to gravimetriske modellberegninger. Densitetene brukt i beregningene er omtalt i kap. 3.2. I modell 1 i Fig.3 er korridoren av kaledonske sedimenter mellom de to grunnfjells vinduene modellert som en overbikket synform. Modell 2 framstiller samme enhet som en kontinuerlig struktur under Høgtuva-grunnfjellsvinduet. Modell 1 har en rimelig tilpasning til den observerte kurva i det aktuelle området. Modell 2 tilfredsstiller ikke de gravimetriske betingelser i området mellom Høgtuva-grunnfjellsvinduet og de kaledonske bergartene i øst. Konklusjonen fra modellberegningen er at sedimentene mellom de to grunnfjellsvinduene ligger i en synform. Kartbildet viser at minima i den negative anomalien over Høgtuva-grunnfjellsvinduet er lokalisert i de sydøstlige deler av vinduet. Den strukturelle tolkningen av dette er at akseplanet i den omtalte synform har et flatere fall og at enheten strekker seg lenger mot øst under Høgtuva-vinduet enn den gjør i de sydlige deler. Fig. 4 gir en tredimensjonal illustrasjon av dette. I de nordlige deler av Høgtuva-grunnfjellsvinduet (UTM koor. 43200 737850) viser kotebildet en positiv anomali. Dette

RESIDUALFELT, MODELL 1



RESIDUALFELT, MODELL 2



(Lokalisering av profilet går frem av det gravimetriske kartet)

Fig.3

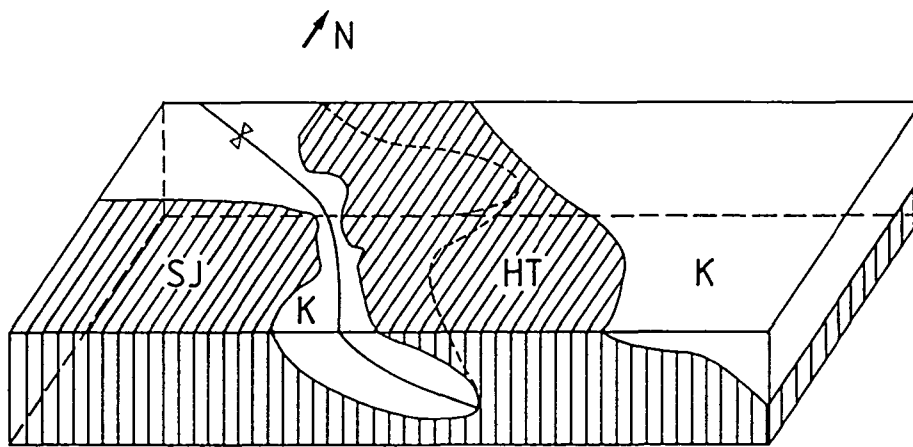


Fig.4

antyder at den overbikkede flattliggende synformen er refoldet i en antiform hvor akseplanet har en sterk østlig komponent.

Minima i tilknytning til den negative anomalien over Sjonagrunnfjellsvinduet er lokalisert i de sydøstlige deler av dette vinduet. Årsaken kan være at sedimentene i de sentrale vestlige deler har et fall mot sydøst. Fra dette anomalibildet tolkes sedimentene å strekke seg mot nord øst under de øvre deler av gneismassivet. En positiv anomali ved UTM koor. 42500 737000 har en østlig strøkretning. Den geologiske forklaring antas å være en antiform med østlig akseplanretning.

## 5. TEKTONIKK

Cooper & Bradshaw (1980) og Cooper (1985) foreslår syntektonisk diapirisme i Sørfold-området. Rishaug-grunnfjellsvinduet, Fig.1, antas å representere en syntektonisk diapir/dom. Ramberg (1980) foreslår diapirisme som den strukturelle forklaring til "Nordlands granittene". Ramberg (1972) demonstrerer ved matematiske

modeller og laboratorie forsøk at en densitetskontrast tilsvarende  $2770\text{kg/m}^3$  for dekkebergartene og  $2670\text{kg/m}^3$  for underlaget er tilstrekkelig for å få utviklet underlags domer eller diapirer. Bateman (1984) beskriver følgende kriterier for å identifisere syn-tektoniske diapirer :

- 1) Foliasjonen innen grunnfjellsbergartene er parallell/ subparallell kontakten mellom dekkebergartene og grunnfjellsvinduet i nærheten av kontaktsonen.
- 2) Den regionale lineære foliasjon overlager den sirkulære foliasjon i områdene nær randen av diapiren og på lengdeaksen vinkelrett den regionale deformasjonen (nær trippelpunktene).

Petrofysikken beskrevet i kap.3 viser at de to grunnfjellsvinduene er like med hensyn på petrofysiske egenskaper. Dette indikerer at de to grunnfjellsområdene representerer den samme geologiske enheten. Den gravimetrisk modellberegningen hvor Sjona- og Høgtuva-grunnfjellsvinduene er modellert som et kontinuerlig underlag for de kaledonske bergartene underbygger dette. Analysene av bergartsdensitetene ga kontraster tilsvarende Rambergs modell for dom/diapir utvikling . Tolkningsskartet på s.17 viser at foliasjonen er subparallell kontaksonene i nærheten av disse. Den nordøstlige deformasjonsretningen har gitt en nordvestlig lineær foliasjon i de sentrale deler av Høgtuva-grunnfjellsvinduet. I de sydøstlige deler av Høgtuva-vinduet , i nærheten av vinduets trippelpunkt overlager den nordvestlige regionale foliasjonen den sirkulære foliasjonen som vanligvis opptrer i randen av grunnfjellsvinduet (jamfør s. 12 og tolkningsskartet s. 17).



Under første deformasjonsfase i Høgtuva og Sjona-området er de kaledonske bergarter skjøvet inn over de relativt lettere underlags bergartene. Skyvesonene er hovedsaklig lokalisert i lett deformerbare grafittskifre. På grunn av granittiske intrusiver er underlaget heterogent med hensyn til densitet. Den beskrevne stratigrafi er metastabil (Cooper & Bradshaw 1980). Den påfølgende regionale deformasjon tilfører termisk energi. Økt temperatur gir lavere viskositet. Systemet er instabilt og de relativt lettere granittiske delene av underlaget domer opp. Drivkraften bak denne vertikale tektonikken er tetthetskontrasten mellom dekkebergartene og underlaget. Syntektoniske granittiske diapirer/domer er resultatet av de beskrevne geologiske prosesser. Senere mer sprø deformasjon har utviklet et forkastningssystem med nordøstlig retning. Forkastningene observeres både innen grunnfjellsmassivene og de kaledonske bergartene. Omrisset av grunnfjellsvinduene viser ikke tegn til forskyvninger som kan refereres til disse forkastningene. Det antas derfor svært liten bevegelse langs disse bruddsonene.

Ut i fra det observerte geologiske og geofysiske materialet samt de nevnte litteratur henvisninger mener jeg det er godt demonstrert at Høgtuva-grunnfjellsvinduet er et eksempel på en syntektonisk granittisk diapir. Sjona-grunnfjellsvinduet antas også å være et eksempel på denne typen tektonikk selv om dette ikke er like godt demonstrert med hensyn på Sjona-vinduets interne strukturer (Helikoptermålinger over deler av vinduet er ennå ikke utført).

## 6. PROSPEKTERING

Bordvedåga-forekomsten gir ingen markert signatur på V.L.F-kartet eller det aeromagnetiske kartet. En kraftig elektromagnetisk anomali som representerer en forkastning med nordlig retning krysser den vestlige avslutningen av den radioaktive malmrelaterte sonen. Under og vest for den mineraliserte gneisen viser det aeromagnetiske kartet en relativt markert konkordant anomali. Det er imidlertid ikke antatt at de geologiske strukturer som forårsaker disse anomaliene har noen tilknytning til malmdannelsen.

Bordvedåga-forekomsten har en meget markert radiometrisk signatur. Totalstrålingen samt uran- og thorium-stråling gir anomalier i størrelsesorden 5-6 ganger bakgrunnstrålingen. In situ målingene av totalstråling gir anomalier 4 ganger bakgrunnstrålingen. Kalium-kanalen har derimot ingen markerte anomalier som kan relateres til forekomsten. Kalium-kanalen viser en svakt negativ sone omkring forekomsten.

De radiometriske kartene viser ingen anomalier av tilnærmet samme størrelse som anomalien over Bordvedåga-forekomsten. Et område omkring Snøfjellet (UTM koor. 45000 736300) oppfattes som interessant for videre oppfølging. Området har radiometriske anomalier i størrelsesorden 2 ganger høyere enn bakgrunnen. Noen få spredte in situ målinger har også verdier tilsvarende 2 ganger høyere enn bakgrunnen. Disse målingene er ikke korrelert med

aeroradiometriske anomalier og de antas derfor å skyldes meget lokale og dermed mindre interessante objekter.

## 7. FEILKILDER

Topografien i det aktuelle området er preget av et meget kraftig relieff hvor terrenget varierer fra 0-1300 m.o.h. Kvaliteten på de helikoptermålte datasett er avhengig av en konstant målehøyde. Den målte responsen fra de enkelte anomalikilder varierer med avstanden til anomalikildene. Variasjoner i målehøyden vil dermed introdusere feil i datasettene. I motsetning til V.L.F. og magnetometri er de radiometriske målingene korrigert for varierende høyde over terrenget.

Geometrien og beliggenheten av anomalikildene er bestemmende for de observerte feltkurvene. Dersom anomaliårsakene går ut i dagen vil topografien forårsake anomalier. Dette gjelder spesielt magnetometri og radiometri. Ved måling i topografiske daler kan positive anomalier reflektere økt stråling som et resultat av et strålingsbidrag fra dalsidene. Homogen magnetisering vil gi positive anomalier korrelert med topografiske topper. Dersom de magnetiske anomalikildene befinner seg over målesonden i dalsidene gir dette negative effekter. Det presenterte tolkningskart er ment å gi et bilde av bergartsstrukturene. Det er derfor kun tegnet inn lineament som ikke direkte kan relateres til topografiske effekter. Det er imidlertid ofte vanskelig å separere terrengeffektene fra det øvrige anomalibildet. Store deler av det magnetiske og det radiometriske kartbildet synes å

være dominert av anomalier som skyldes terrenget. I de sydlige deler av måleområdet har det magnetiske bildet et stripemønster. Nivåforskjeller mellom de enkelte profil bestemt av flyretningen synes å være årsaken. Lineamenter parallell profil retningen er ikke tegnet inn i på tolkningskartet. Innen Sjona-området har V.L.F.-målingene støy som skyldes en radio sender lokalisert i de vestlige deler av måleområdet. Støyen opptrer som kortbølgede anomalier.

Ved beregningen av Bouguer anomaliene inngår en terrengkorreksjon. Terrengkorreksjonen er stedvis i en størrelsesorden 30-40 mGal. Nøyaktige terrengkorreksjoner forutsetter at man kan beskrive terrenget digitalt bedre enn det som er gjort i dette prosjektet. Korreksjoner for havbunnstopografien er ikke gjort. Enkelte anomalier kan derfor skyldes mangelfull terrengkorreksjon. Ved Gjervalen (UTM koor. 42600 737300) viser Bouguer anomaliene en negativ anomali som sammenfaller med fjordarmen. Det presenterte gravimetriske profil har en negativ og en påfølgende positiv anomali som sammenfaller med overgangen fra havnivået til relativt høye fjell.

Tolkningskartet viser stedvis diskordanser mellom de geofysisk tolkede lineament og den observerte foliasjon. Den geofysiske tolkning representerer en regional trend og vil derfor ikke alltid sammenfallende med den observerte foliasjon som er et uttrykk for en lokal punktmåling. De geofysiske og geologiske observasjoner kan være uttrykk for forskjellige geologiske prosesser (primære strukturer eller senere omvandling). I den nordlige delen av Sjona-grunnfjellsvinduet er foliasjonsretningen

nordøst. De magnetiske lineament tenderer til en nordvestlig retning.

## 8. VIDERE UNDERSØKELSER

Et område omkring Snøfjellet har radiometriske anomalier 2 ganger bakgrunnsstrålingen. Området er interessant i en prospekterings-sammenheng.

Skyvesonen i de vestlige delene av Sjona-grunnfjellsvinduet (jamfør s.14). bør følges opp med nye undersøkelser. Det bør klarlegges om strukturen representerer en skyvesone og om anomaliårsaken er kaledonske grafittskifre eller ledende løsninger i en porøs svakhetssone. Sjona-området bør undersøkes med hensyn til diskordansen mellom de magnetiske lineament og de observerte foliasjonsretninger. Mineralogiske undersøkelser av magnetitten i de magnetisk anomale områdene og mineralene som danner foliasjonen kan klarlegge dette. Mineralenes relative aldersforhold bør undersøkes , primære og sekundære mineraler eventuelt forskjellige generasjoner av sekundære mineraler må identifiseres.

De sentrale vestlige delene av Høgtuva-grunnfjellsvinduet har en distinkt negativ radiometrisk anomali (jamfør s. 16). En porfyrgneis er kartlagt i samme område , men grensene til den radiometriske anomalien er diskordant i forhold til porfyrgneisen. Videre oppfølging av anomalien kan gi svar på om det kun er porfyrgneisen som har lav stråling. Diskordansen kan forklares ut

i fra sekundære prosesser. Dersom nye undersøkelser forklarer fenomenet som et resultat av senere omvandling bør det klarlegges hvilken type prosess som er årsak til strukturen.

Trondheim, 23. juni 1988  
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
Geofysisk avdeling

Reidar D. Midtun  
forsker

*Reidar D. Midtun*

## REFERANSER

- Bateman, R. 1984 : On the role of diapirism in the segregation, ascent and final emplacement of granitoid magmas. *Tectonophysics* 110, pp.211-231.
- Cooper, M.A. 1985 : Deformation patterns and their evolution in the Caledonides of the Sørfold area, north Norway. In : *The Caledonide Orogen-Scandinavia and Related Areas*. Ed : D.G. Gee & B.A. Sturt.
- Cooper, M.A. & Bradshaw, R. 1980 : The significance of basement gneiss domes in the tectonic evolution of the Salta Region, Norway. *J. Geol. Soc. Lond.* 137, 231-240.
- Dalsegg, E. 1988 : Detaljert geofysikk over Høgtuva BE-mineralisering, Rana, Nordland. NGU rapport 88.017.
- Furuhaug, L. 1984 : Prøvetaking og radiometriske målinger ved Bordvedåga , Høgtuva-vinduet. Rana , Nordland. NGU rapport 84.014. 11s.
- Furuhaug, L. & Wilberg, R. 1987 : Beryllometermålinger , Paksackboringer og beryllium-analyser sommeren 1986. Bordvedåga, Høgtuva-vinduet. Rana , Nordland. NGU rapport 87.075. 30s.
- Gjelle, S. , Gustavson, M. , Qvale, H. & Skauli, H. 1985 : Berggrunnsgeologisk kart Melfjord 1928-3, 1:50 000, foreløpig utgave. *Nor. geol. unders.*
- Gustavson, M. & Gjelle, S. 1978 : Preliminært berggrunnskart Mo i Rana 1:250 000. *Nor. geol. unders.*
- Gustavson, M. & Gjelle, S. 1981 : Regional Geology of Central Nordland. *Earth Evolution Sciences* 1/1981.
- Henkel, H. 1985 : Nordkalottprosjektet-flymagnetisk tolkning i testområdet. SGU rapport 84.04 , s1 22s.

- Håbrekke, H. 1983 : Magnetiske og radiometriske målinger fra helikopter over Høgtuva-området, Rana, Nordland. NGU rapport 1899,11s.
- Krog J.R. 1988 : Litogeokjemisk undersøkelse av Høgtuva og Sjona grunnfjellsvinduer. Fordelingen av Be og 21 andre elementer. NGU rapport 88.107.
- Lindahl, I. & Furuhaug, L. 1987 : Geologisk , geokjemisk og radiometrisk kartlegging av mineralisert gneis ved Bordvedåga , Høgtuva-vinduet. NGU rapport 87.029.
- Lindahl, I .& Grauch, R.I. 1988 : BE-REE-U-Sn mineralization in Precambrian granitic gneisses, Nordland County, Norway. IAGOD, publ. in press (Terra Cognita).
- Olesen, O. 1985 : Petrofysisk lab. Brukerbeskrivelse. NGU rapport 85.271.s1.
- Ramberg, H. 1972 : Theoretical Models of Density Stratification and Diapirism in the Earth. Journal of Geophysical Research vol.77, no.5,pp.877-889.
- Ramberg, H. 1980 : Diapirism and gravity collapse in the Scandinavian Caledonides. J. geol. Soc. London, Vol. 137,pp. 261-270.
- Wilberg, R. 1987a : Granitophile elements in granitoid rocks in Precambrian basement in Nordland, Northern Norway, with spesial reference to the rare-element enriched gneiss at Bordvedåga, Høgtuva window. NGU report 87.043. 79pp.
- Wilberg, R. 1987b : Bilagsrapport til NGU rapport nr. 87.043: Bergartsanalyser fra Høgtuva, Sjona og andre prekambriske grunnfjellsvinduer i Nordland. NGU- rapport nr. 87.158. 26s.
- Wilberg, R. 1987c : Resultater fra oppboring av Bordvedåga



- berylliumforekomst i 1987. Høgtuva-vinduet, Nordland. NGU rapport 87.172.
- Wilberg, R. 1987d : Sporelementanalyse av vaskekonsentrater fra Høgtuva-vinduet, Rana, Nordland. NGU rapport 87.035.
- Wilberg, R. 1987e : Beryllium-mineraliseringer i Bordvedåga-området, Høgtuva-vinduet. NGU rapport 87.171.
- Wilberg, R. 1987f : Resultater fra oppboring av Bordvedåga berylliumforekomst i 1987. Høgtuva-vinduet, Nordland. NGU rapport 87.172.
- Søvegjarto,U. , Marker,M. , Graversen,O. & Gjelle,S. 1987 : Bergrunnsgeologisk kart Mo i Rana 1927 I, 1:50 000, foreløpig utgave. Nor. geol. unders.

**APPENDIX A (Petrofysikk)**

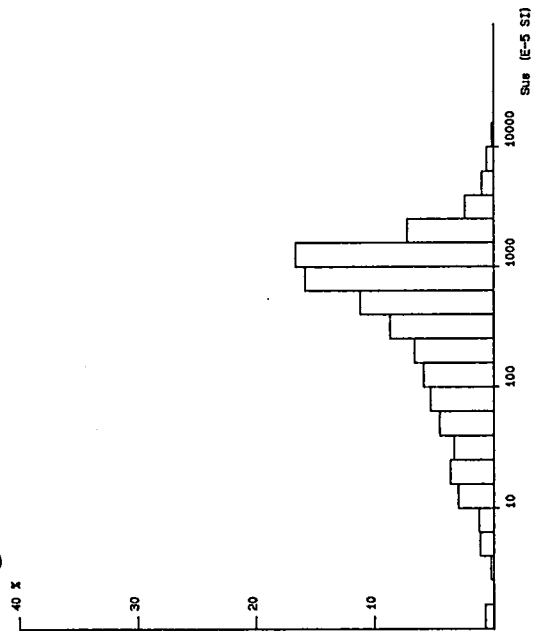
Susceptibilitet

Tetthet

Radiometri

**Susceptibilitet**

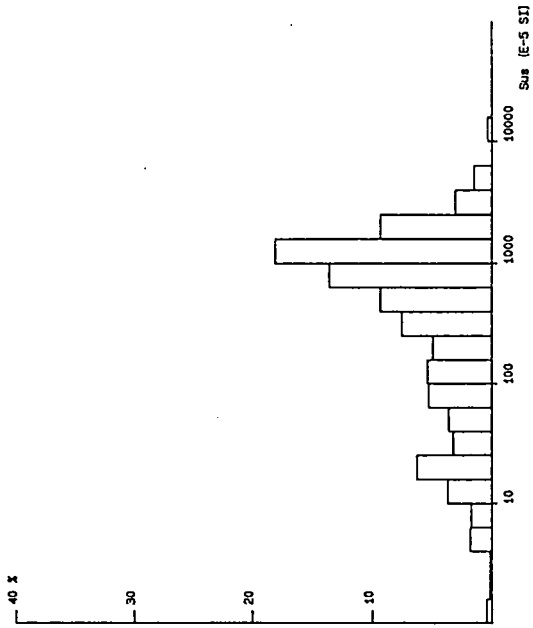
① HØGTVUVA- OG SJONA-VINDUET : LAB. OG IN SITU MÅLINGER



M= 315.7E-5 (SI)

N= 4484

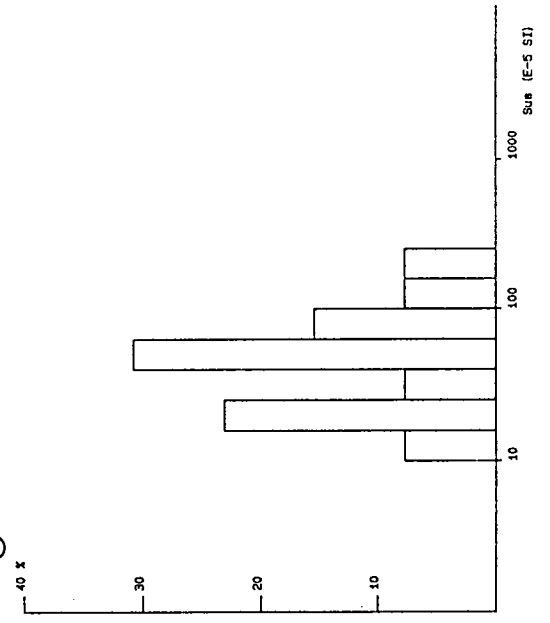
① HØGTVUVA- OG SJONA-VINDUET : LABORATORIEMÅLINGER



M= 300E-5 (SI)

N= 1127

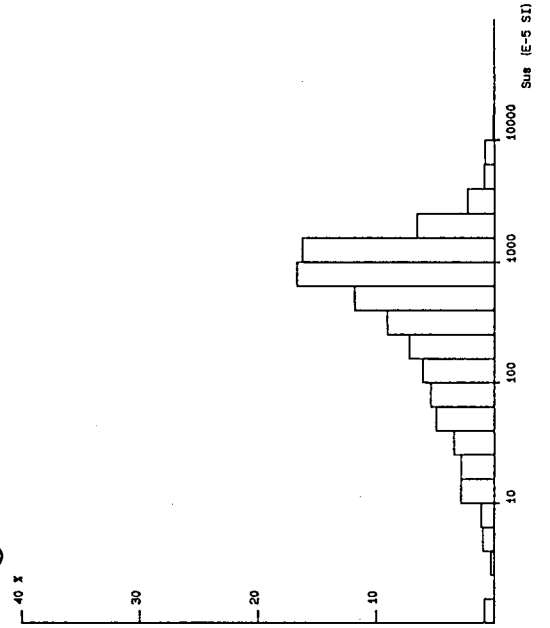
① LOKALITET 257



M= 47.2E-5 (SI)

N= 13

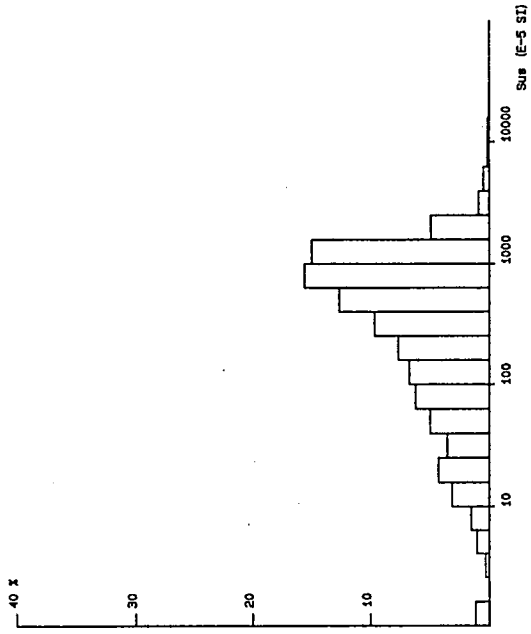
② HØGTVUVA- OG SJONA-VINDUET : IN SITU MÅLINGER



M= 321.2E-5 (SI)

N= 3367

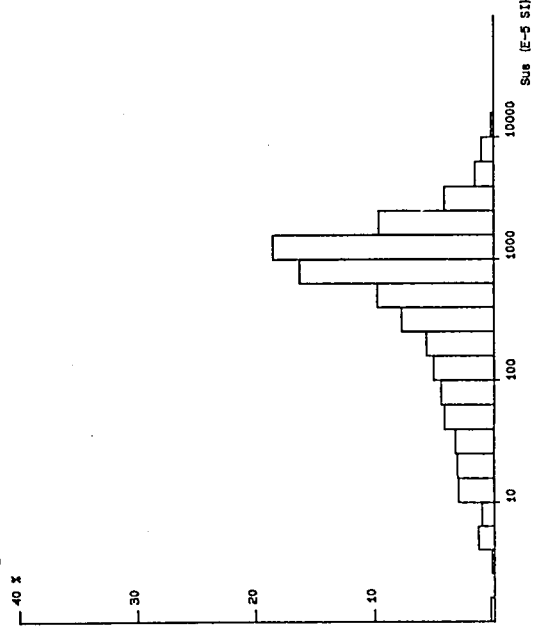
⑦ HØSTUVA-VINDUET



M= 254.1E-5 (SI)

N= 2266

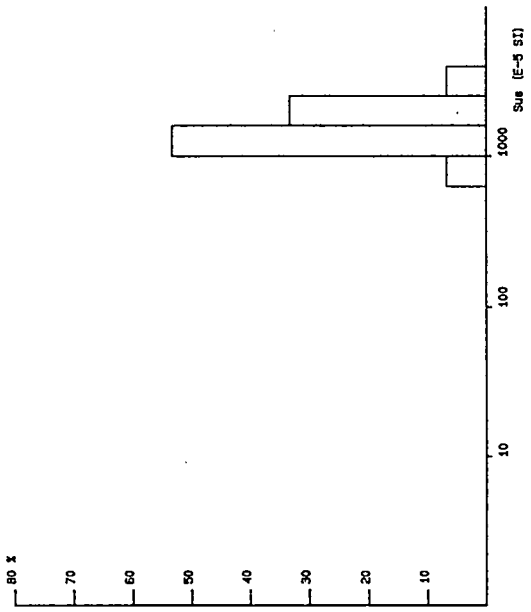
⑧ SJONA-VINDUET



M= 393.9E-5 (SI)

N= 2228

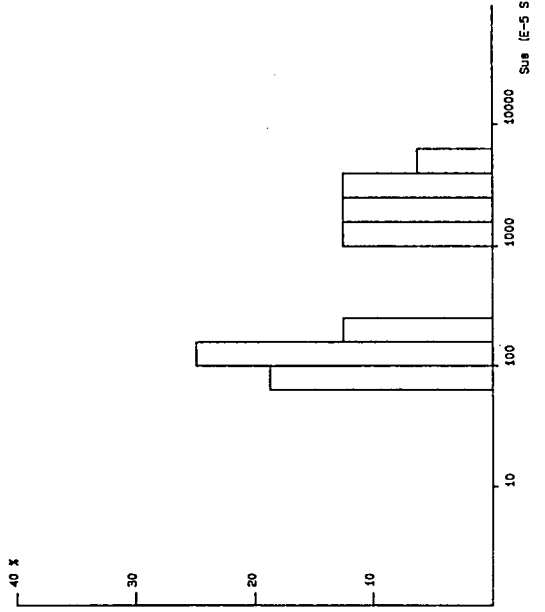
⑤ LOKALITET 225



M= 1546.5E-5 (SI)

N= 15

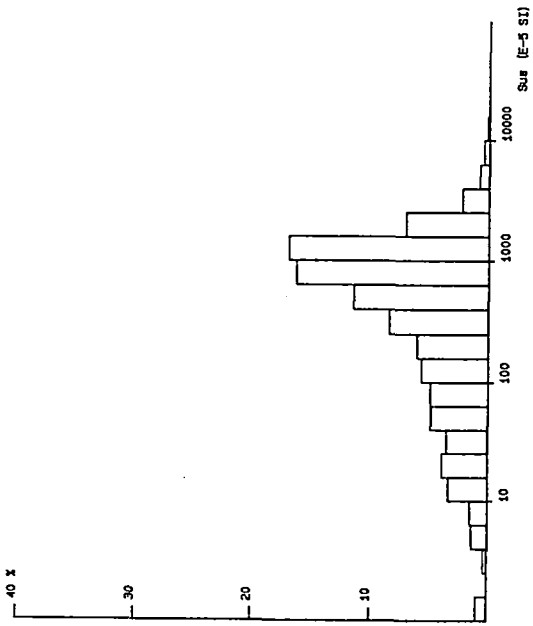
⑥ LOKALITET 217



M= 402.8E-5 (SI)

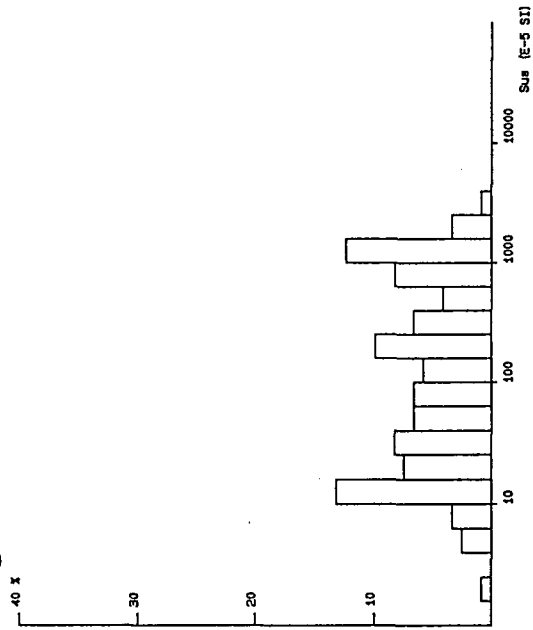
N= 15

⑨ HØGTUVA- OG SJONA-VINDUET : GNEIS LAVT BIOTITT INNHOLD



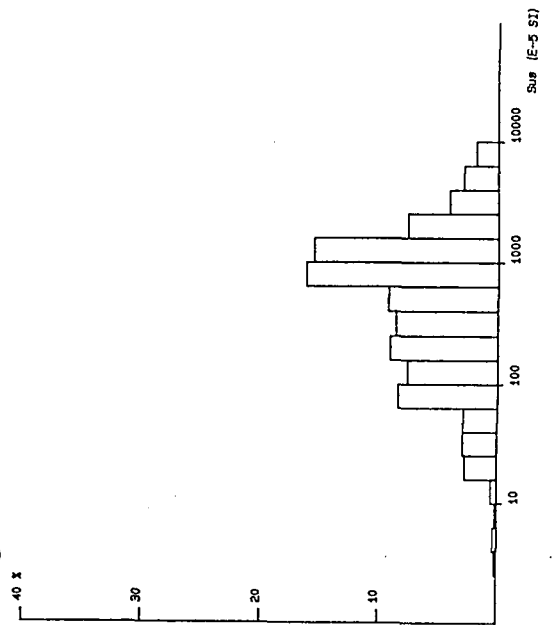
M= 299.4E-5 (SI)  
N= 3500

⑪ HØGTUVA- OG SJONA-VINDUET : GNEIS MUSKOVITT-HOLDIG



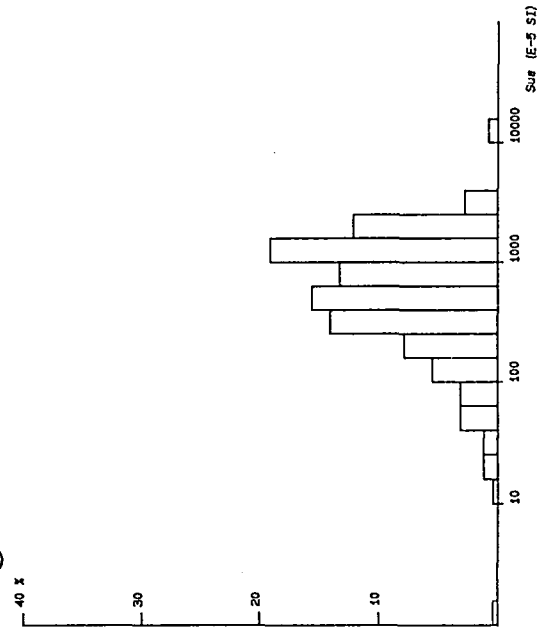
M= 109.2E-5 (SI)  
N= 121

⑩ HØGTUVA- OG SJONA-VINDUET : GNEIS BIOTITT-RIK



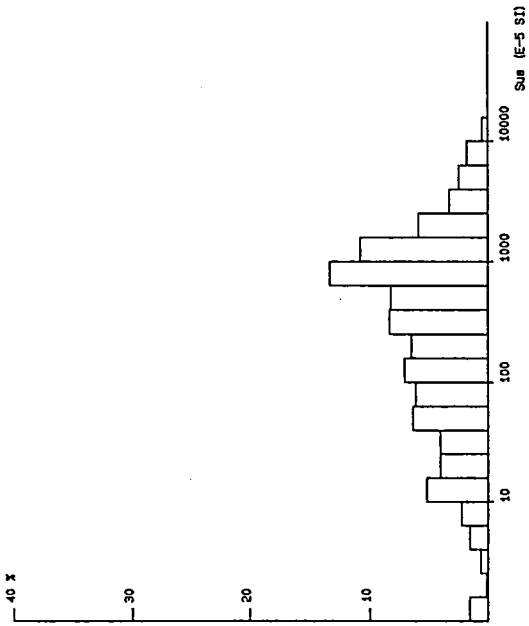
M= 424.8E-5 (SI)  
N= 599

⑫ HØGTUVA- OG SJONA-VINDUET : GNEIS AMPIBOL-HOLDIG



M= 518.1E-5 (SI)  
N= 257

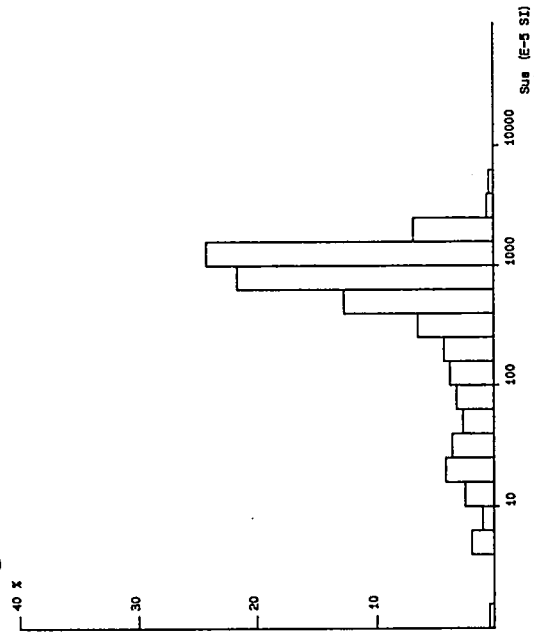
11 HØGSTUVA- OG SJONA-VINDUET : GNEIS FINKORNIG



M= 232.1E-5 (SI)

N= 861

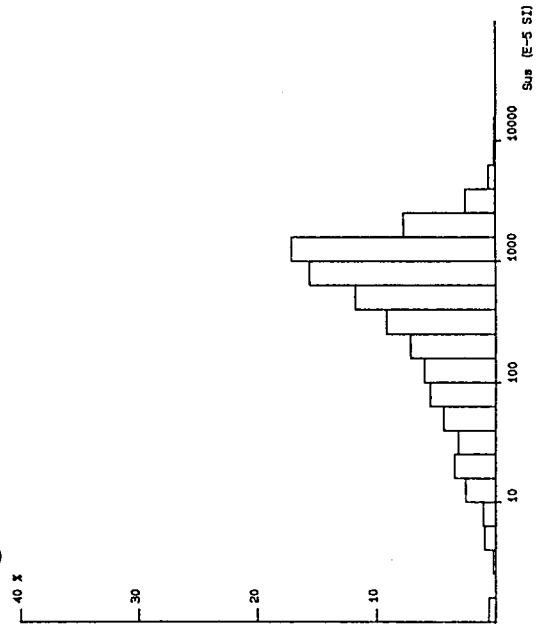
15 HØGSTUVA- OG SJONA-VINDUET : GNEIS GROVKORNIG



M= 377.1E-5 (SI)

N= 536

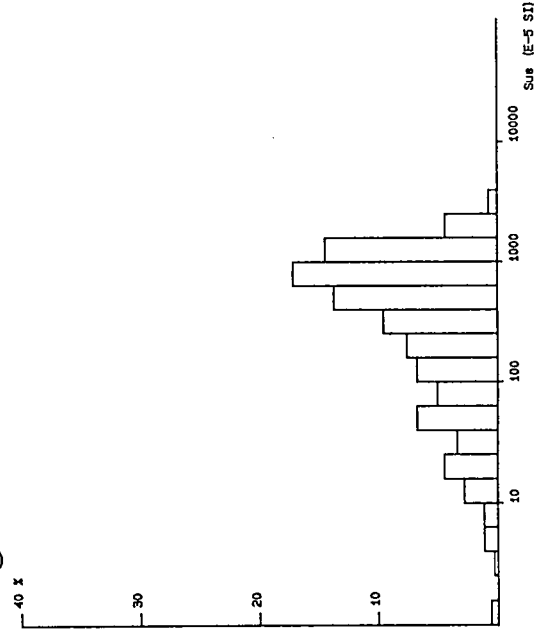
14 HØGSTUVA- OG SJONA-VINDUET : GNEIS MIDDELSKORNIG



M= 329.7E-5 (SI)

N= 3071

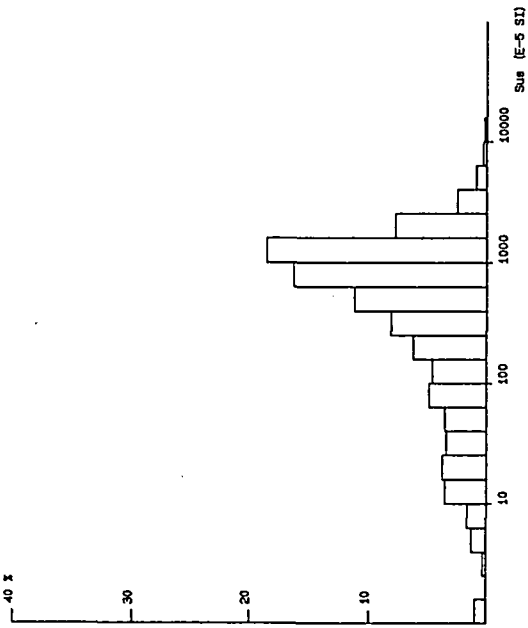
16 HØGSTUVA- OG SJONA-VINDUET : GNEIS LAV FOLIASJONSGRAD



M= 258.8E-5 (SI)

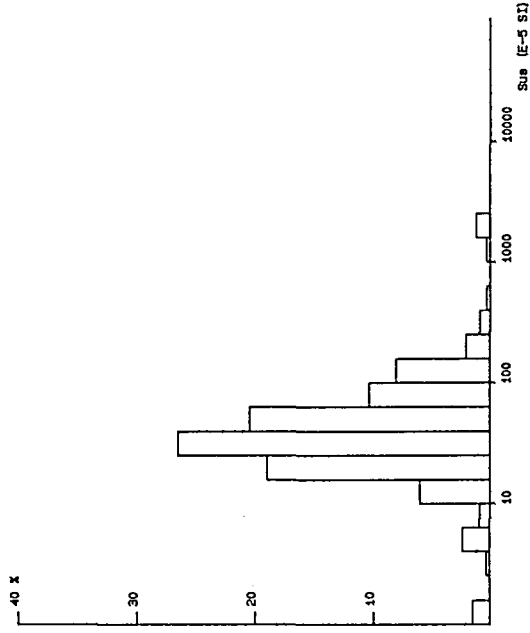
N= 1206

① HØGTUVA- OG SJONA-VINDUET : GNEIS MIDDELS FOLIASJONSGRAD



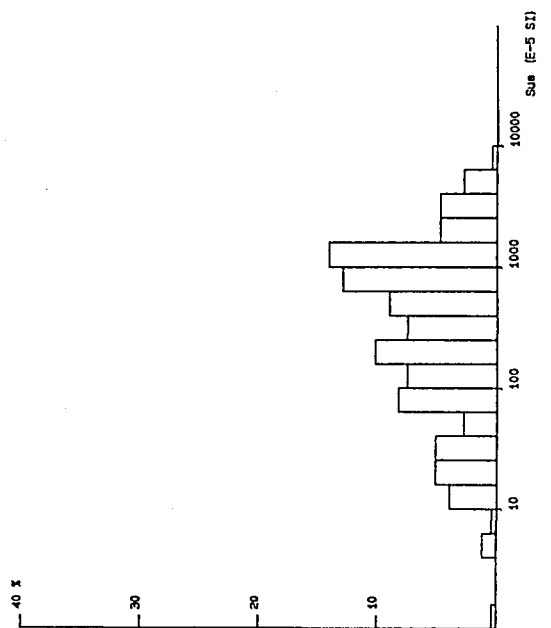
M= 319.7E-5 (SI)  
 N= 2440

② KALEDONISKE BERGARTER : GLIMMERSKIFER



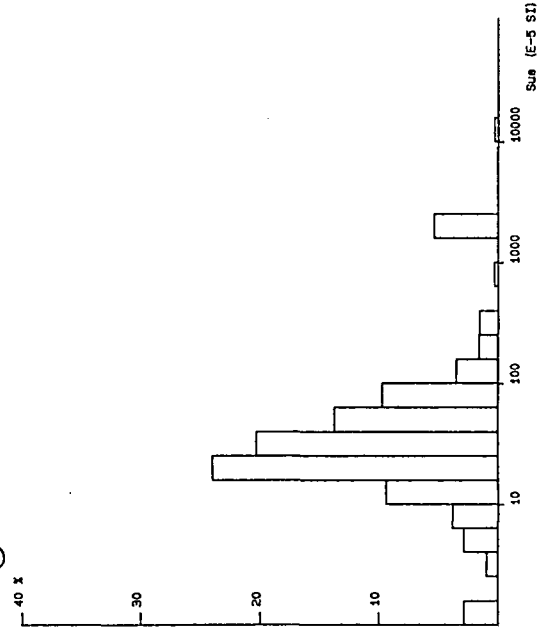
M= 37.7E-5 (SI)  
 N= 347

③ HØGTUVA- OG SJONA-VINDUET : GNEIS HØY FOLIASJONSGRAD



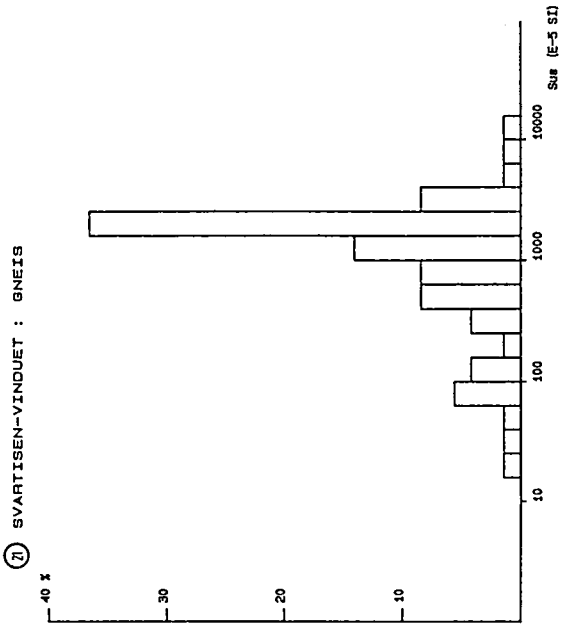
M= 280.6E-5 (SI)  
 N= 257

④ KALEDONISKE BERGARTER : GRÅVAKKE



M= 34.2E-5 (SI)  
 N= 320

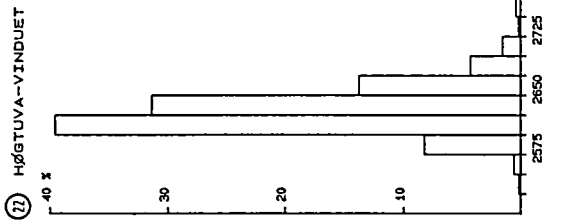




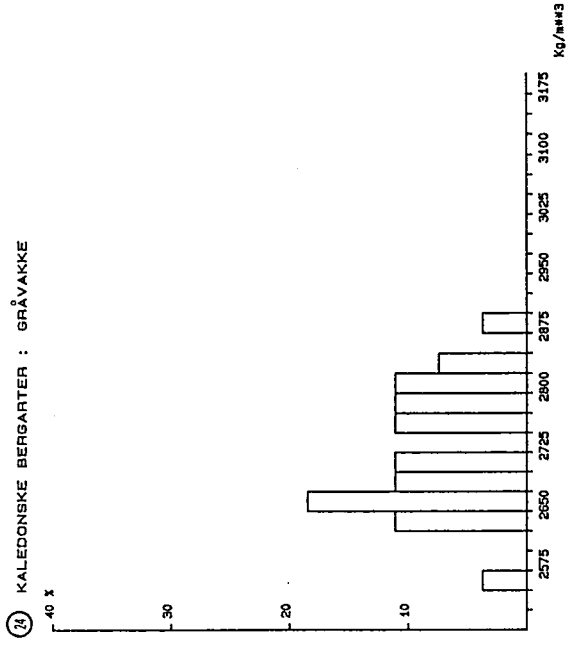
M= 949.5E-5 (SI)

N= 71

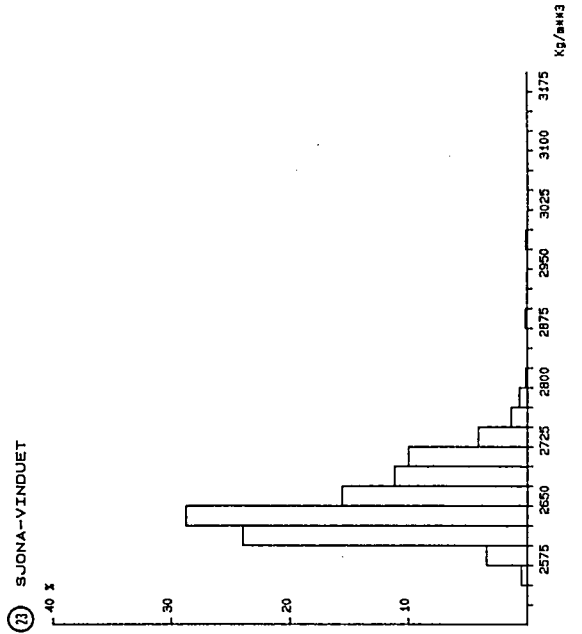
**Tetthet**



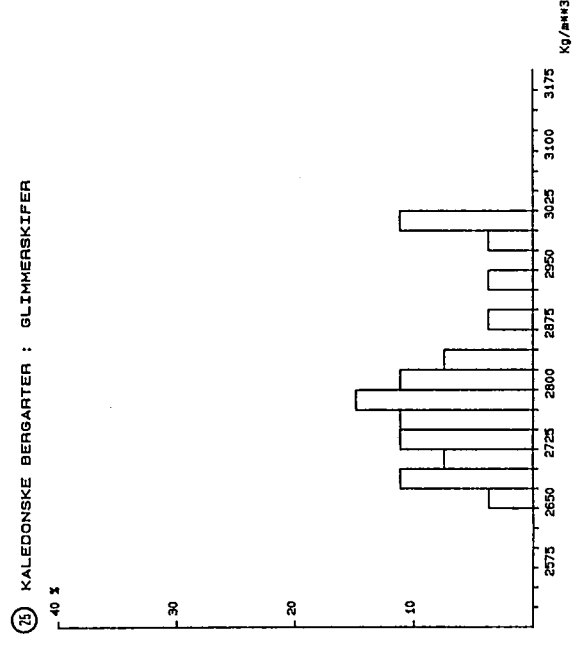
M= 2630.1  
N= 536



M= 2726.9  
N= 27

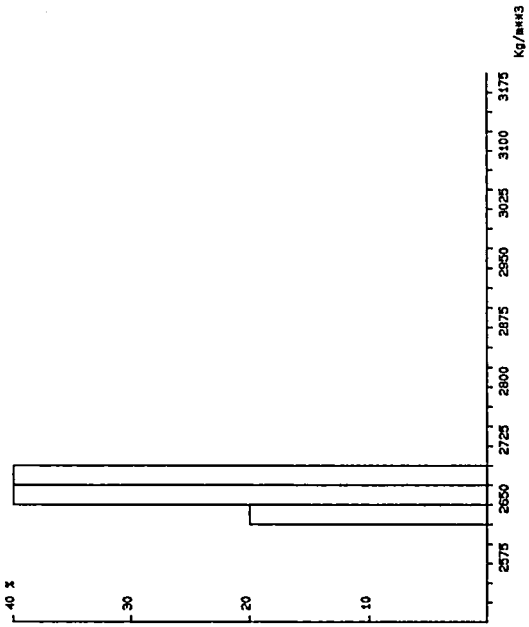


M= 2654.2  
N= 591



M= 2803.9  
N= 27

26 SVARTISEN-VINDUET : GNEIS

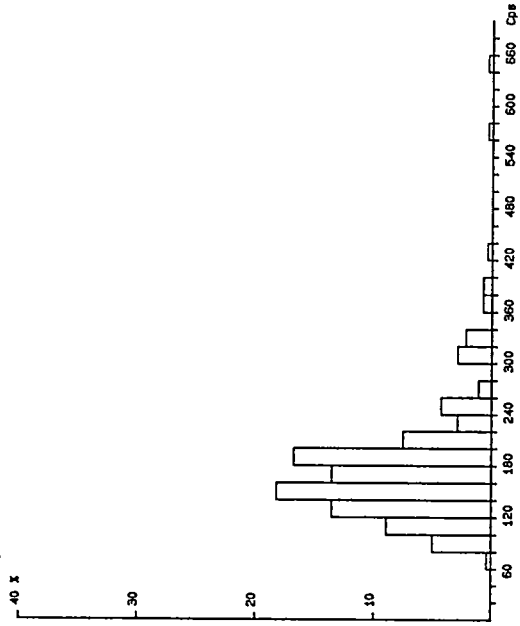


M= 2665.4

N= 5

## Radiometri

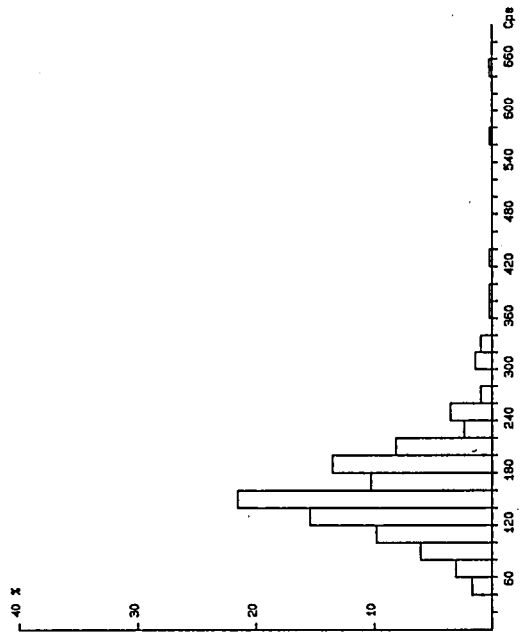
⑦ HØGTUVA-VINDUET



M = 174.2

N = 279

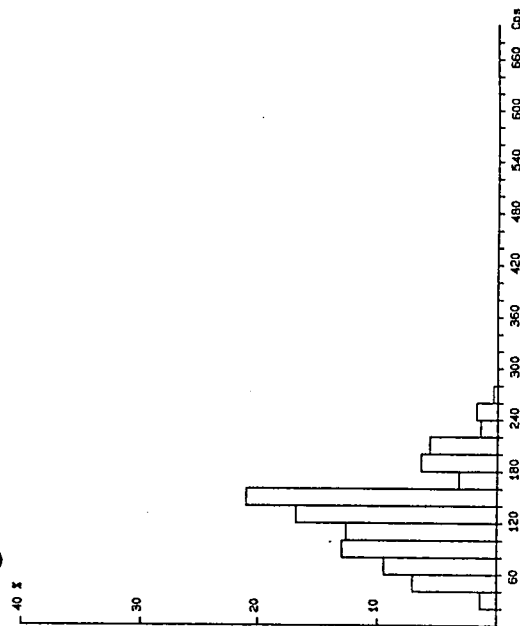
⑧ HØGTUVA- OG SJONA-VINDUET : GNEIS LITE BIOTITT



M = 158.2

N = 427

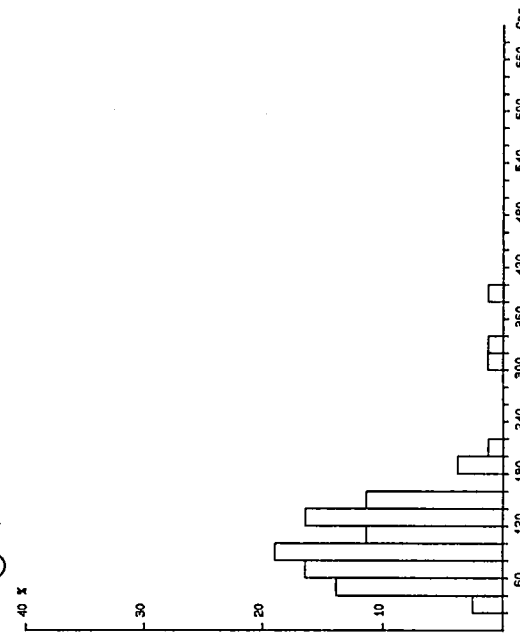
⑨ SJONA-VINDUET



M = 124.2

N = 285

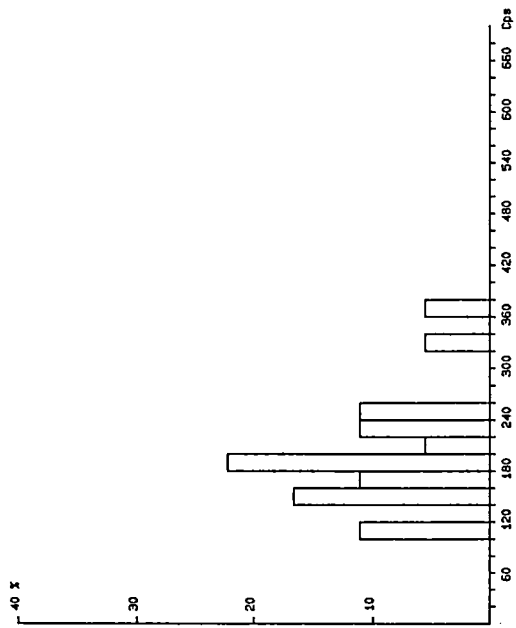
⑩ HØGTUVA- OG SJONA-VINDUET : GNEIS BIOTITT-RIK



M = 108.2

N = 79

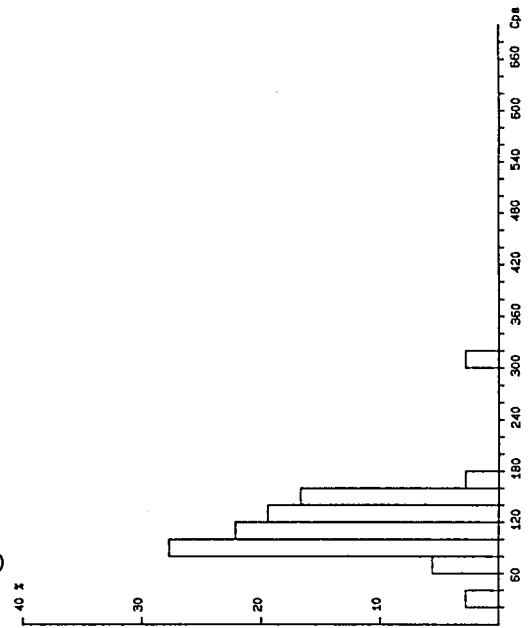
⑪ HØGSTUVA-- OG SJONA-VINDUET : GNEIS MUSKOVITT-HOLDIG



M= 197.2

N= 18

⑫ HØGSTUVA-- OG SJONA-VINDUET : GNEIS AMPIBOL-HOLDIG



M= 114.6

N= 36