

NGU-rapport 86.115

NGU's Finnmarksdag - 05.03.86

Sammendrag av foredrag



# Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eirikssons vei 39, Postboks 3006, 7001 Trondheim - Tlf. (07) 92 16 11  
Oslokontor, Drammensveien 230, Oslo 2 - Tlf. (02) 50 25 00

Rapport nr.	86.115	ISSN 0800-3416	Åpen/Førtolgt/Åpen
Tittel: NGU's Finnmarksdag - 05.03.86 - sammendrag av foredrag			
Forfatter: I alt 12 forfattere Redigert av S. Olerud		Oppdragsgiver: Finnmarksprogrammet, NGU	
Fylke: Finnmark		Kommune: Alle kommuner i Finnmark	
Kartbladnavn (M. 1:250 000)		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 70	Pris: KR:100.00
		Kartbilag:	
Feltarbeid utført: 1985	Rapportdato: 1986	Prosjektnr.: 1886.00	Prosjektleder: Svein Olerud
Sammendrag: <p>Rapporten inneholder sammendrag av 8 foredrag som ble holdt på Finnmarksdagen på NGU 05.03.86. De gir en statusrapport for Finnmarksprogrammet. Videre handler tre sammendrag om gull-undersøkelser i Karasjokområdet. Fire foredrag belyser forskjellige sider ved mulighetene for å finne baryttforekomster i Finnmark.</p>			
Emneord	Geundersøkelser	Berggrunn	
Finnmark	Gull	Malmgeologi	
Sammendrag	Barytt	Industrimineraler	

FORORD

## FINNMARKSDAGEN 1986

Finnmарksdagen har etter hvert blitt en tradisjon, og såpass populær er den at den i år samlet ca 70 personer fra industri, universiteter og forskningsinstitusjoner. Årets Finnmарksdag er det det 6. møtet i en serie årlige informasjonsmøter om Finnmарks geologi og aktivitet innen geofagene i fylket. I år har vi prøvd oss med en ny vri der vi la vekt på to emner som har vært viktig for arbeidet vårt det siste året. Det er mulighetene for gull og barytt forekomster i Finnmарk som ble belyst fra en rekke synsvinkler.

Når det gjelder gull er dette selvsagt inspirert av at Bidjovagge gruver er åpnet på nytt, og at den nå faktisk er en gullgruve, der gullet betaler mer enn kopperet. Videre er våre egne undersøkelser i Karasjok beskrevet, der vi med utgangspunkt i det kjente gullet i elvesand forsøker å spore dette i fastfjell ved å undersøke løsmassene og bruke geokjemiske og geofysiske metoder.

Barytt undersøkelserne har sitt utspring i geokjemiske anomalier som kom fram under Nordisk Råds Nordkalottprosjekt. Disse dataene var grunnlaget for et samarbeidsprosjekt mellom Statoil og NGU med siktemål å finne barytt forekomster som kan benyttes til boreslam ved oljeboring. Resultater etter første årets satsing på dette leteprosjektet ble presentert på møtet. I dette prosjektet kom vi meget raskt fram til resultater takket være den gode geologiske og geokjemiske kartleggingen som var gjort tidligere.

Denne rapporten har sammendrag fra de foredrag som ble holdt på Finnmарksdagen. I tillegg til de sammendrag som fins i denne rapporten holdt Arne Bjørlykke foredraget: "Om gullmalmdannelser og muligheter for gulldannelser i Finnmарk" og Ragnar Hagen holdt foredraget: "Gulloppslag i Kautokeino". En kommentar til Morten Often og Lars Olsens sammendrag er nødvendig. Rapporten deres er trykt i Institution of Mining and Metallurgy, Prospecting in areas of glaciated terrain 1986, s.83-94, men tas med i denne rapporten for helhetens skyld.

Trondheim, oktober 1986

Svein Olerud

## INNHold

S.Olerud: NGUs Finnmarksprogram	4
M.Often & L.Olsen: Gold transport in till in the complex glaciated Karasjok greenstone belt area Finnmark, Norway.	8
T.E.Finne & K.Sand: Geokjemisk gullprospektering i Karasjok.	20
R. Midtun: Geofysisk tolkning av to kartblad i Karasjok-området med et sideblikk til sammenhengen mellom gull og geofysisk påvisbare tektoniske strukturer.	27
A.Siedlecka: Hovedtrekk ved berggrunnsgeologien på Varangerhalvøya.	40
K.Sand: Geokjemiske undersøkelser av bekke-sedimenter på Varangerhalvøya	53
J.S.Sandstad & H.K.Schönwandt: Barytt-leting i Finnmark - muligheter for baryttforekomster og regionale sammenligninger.	55
S.J.Lippard & D.Roberts: Fault patterns in northern Finnmark and southern Barents Sea.	60

# NGUs FINNMARKSPROGRAM

Av Svein Olerud

NGU startet 1/1-82 et samordnet geologisk undersøkelsesprogram for Finnmark etter å ha brukt to år på et forprosjekt. Finnmarksprogrammet er idag NGUs største program, der arbeidsinnsatsen i 1985 var ca. 22 årsverk av geologer og ingeniører. Det årlige budsjettet bevilget direkte fra Industridepartementet har vokst fra 2 mill.kr i 1982 til 4,2 mill.kr i 1986. I tillegg bruker NGU en ca. tilsvarende sum hvert år fra sine ordinære budsjetter.

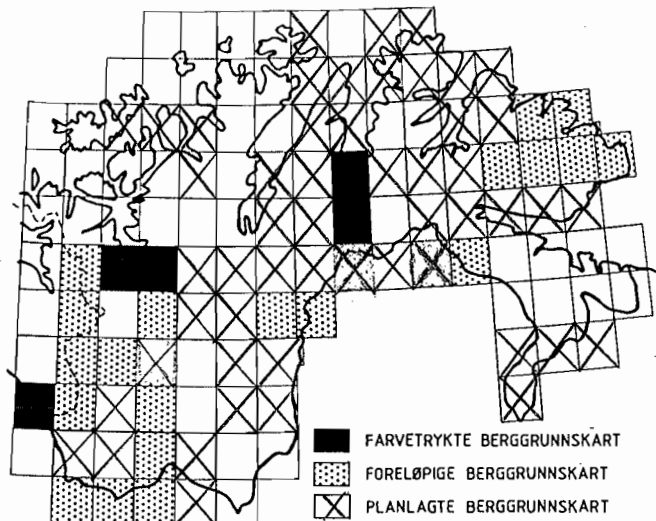
Målsettingene for programmet er:

1. Skaffe grunnlag for ressurs og areal disponeringer i form av kartserier over:

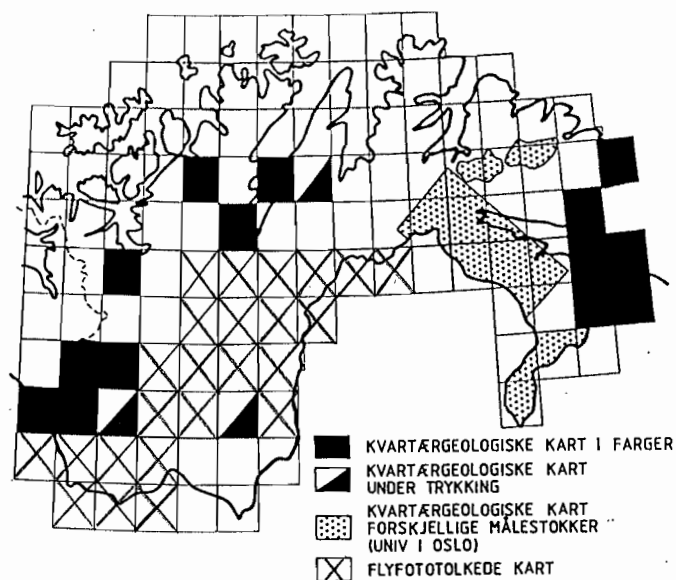
- berggrunn
- løsmassenes fordeling
- sand og grus ressurser
- geofysikk
- geokjemi

2. Finne nye mineralforekomster eller interessante områder for funn som industrien kan overta.

**Berggrunnskartleggingen** har vært konsentrert om Finnmarksvidda der mulighetene for å finne nye malmforekomster synes best. Gode berggrunnskart er det viktigste grunnlaget for all mineralleting. Finnmarksprogrammet har hittil satset ca 40% av midlene på berggrunns kartlegging. 28 av de 125 kartene i målestokk 1:50.000 som utgjør Finnmark er nå ferdig kartlagt. Kartene foreligger hovedsakelig som foreløpige kart som det går fram av figuren. Trykking av kartene i farger ligger noe lengre fram i tid.

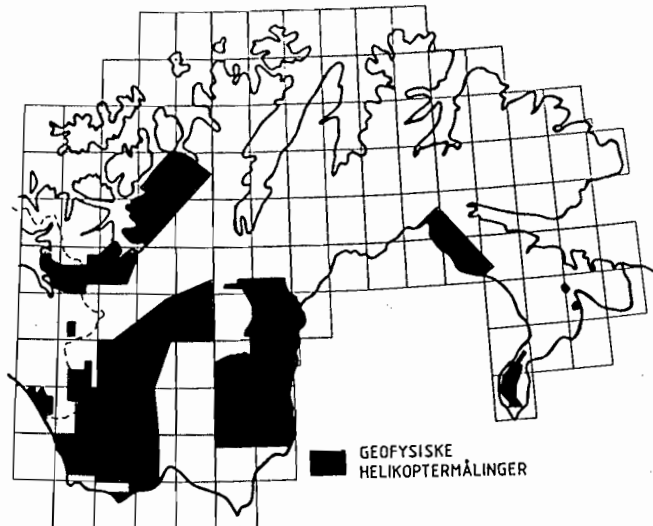


**Løsmasseundersøkelser** omfatter en plan for generell kvatær- geologisk kartlegging som hittil har resultert i at 17 kart i M 1:50.000 er ferdige. I endel områder med liten eller ingen befolkning er det produsert enklere kart som er basert på flyfototolkninger med feltsjekking i de mest kompliserte områdene. Undersøkelser av morenestratigrafi er en viktig del av malmetingsaktiviteten i Karasjokområdet. Et register for sand og grusforekomster i hele fylket er under oppbygging og ventes å stå ferdig i 1991. Registeret gir oversikt over volum, kvalitet og nåværende bruk av forekomstene. Så langt er Alta og Sydvaranger kommuner ferdig registrert. Det gjøres hvert år detaljerte sand og grusundersøkelser i områder som fylket og kommuner selv prioriterer.



**Geokjemisk kartlegging** av løsmassenes og vannets innhold av metaller brukes i malmeting og bl.a. forurensningsspørsmål. Nordisk ministerråds Nordkalottprosjekt er et samarbeid mellom de tre nordiske geologiske undersøkelser som blant annet har gjort stor-regionale geokjemiske undersøkelser som har påpekt nye provinser for mulige mineralfunn. Resultater fra Nordkalottprosjektets geokjemiske delprosjekt var utgangspunktet for samarbeid mellom NGU og Statoil for å lete etter mineralet barytt i Finnmark. I tillegg til de regionale undersøkelsene er også tidligere innsamlet materiale i Finnmark reanalysert og dataene er presentert som kart i målestokk 1:50.000. I forbindelse med mineralleting gjøres metodestudier av og innsamling av forskjellige prøvetyper.

**Geofysisk kartlegging** fra helikopter er utført over de områder av Finnmarksvidda som er antatt å ha det beste malmpotensialet. Finnmarksvidda har et jevnt dekke av løsmasser. For å kunne lage berggrunnskart av høy kvalitet i dette området er det derfor nødvendig å ha geofysiske målinger. De tolkes av geologer og geofysikere for å kunne angi bergartstyper og grenser med stor nøyaktighet under overdekket. I NGUs årsmelding for 1984 er disse metodene beskrevet. En rekke geofysiske tolkningskart og profiler i forskjellige målestokker fra grunnsteinsbeltene på Finnmarksvidda er fulført. Det er utført magnetiske og radiometriske målinger, lavfrekvente radiomålinger og elektromagnetiske målinger. Resultatene er en rekke nye områder med muligheter for mineraliseringer iseringer. Oversiktskart over jordens tyngdefelt (gravimetriske målinger) og magnetfelt er offentliggjort.



## MINERALLETING

Oppfølging av resultater fra NGUs generelle berggrunnskartlegging har tidligere resultert i drift ved bl.a. Tana kvartsittbrudd. Nyere undersøkelser av NGU har ført til at drift på dolomitt i Børselv, Porsanger er under oppstartning, og at kvartsitt fra Neverfjord, Kvalsund er under utprøving som råstoff til ferro silisium produksjon.

Aktuelle mineralletingsobjekter det arbeides med er:

Gull i Karasjok området. Undersøkelsene har i de første årene av Finnmarksprogrammet vært konsentrert om berggrunns kartlegging i området. Fra 1984 har imidlertid en økende andel av aktiviteten vært utvikling av malmetingsmetoder for området og direkte malmeting. Undersøkelsene har vært konsentrert om å finne fram til kilder i fastfjell for gullet som har vært kjent i løsmassene i Sargejåk i 200 år. Løsmassene i området har vist seg å bestå av opptil sju lag av avleiringer over hverandre. Transportretninger, bergarts- og gullinnhold i løsmassene antyder en mulig kilde for gullet i fastfjell 5-10km sørøst for gullfeltet. Området er svært overdekt av løsmasser slik at en intensiv innsats med prøvetaking med dype moreneprøver og geofysiske undersøkelser er nødvendig for å komme nærmere den antatte gullkilden.

Ved Biggejavri nord for Kautokeino er det påvist en interessant forekomst av grunnstoffet scandium og forskjellige andre sjeldne grunnstoffer i en radioaktiv (uranholdig) bergart. Denne har et metallinnhold som gir en meget høy malmverdi. Follidal Verk har boret forekomsten og NGU har gjort

mineralogiske undersøkelser. Det arbeides med oppredningsforsøk og kjemiske prosesser for å fremstille rene metaller fra mineralkonsentrater.

I Kautokeino området har malmløsing ført til funn av interessante mineraliseringer av kobber ved Riednjajavri og av wolfram og molybden ved Gievdneuoika. Begge forekomstene er relativt lite undersøkt, og undersøkelsene fortsetter i 1986 med boringer på mineraliseringen ved Gievdneuoika.

I Pasvik i Sør Varanger er det funnet en kvarts forekomst som er av en spesielt ren type. Denne vil bli undersøkt videre med boringer og kvalitets tester i 1986.

NGU og Statoil startet et leteprogram etter barytt i Finnmark i 1985 på grunnlag av geokjemiske anomalier på Varangerhalvøya i materialet fra Nordisk ministerråds Nordkalott prosjekt. Resultater så langt er flere mineraliseringer med lavt innhold av barytt på den nordlige delen av Varangerhalvøya. Barytt forekommer som sement i sandsteiner og på tynne årer i bestemte nivåer i lagrekkefølgen. De mineraliseringene som foreløpig er funnet har for lavt innhold til å være økonomiske forekomster. Men det er påvist geologiske prosesser som anriker barytt i et område som tidligere ble antatt å være helt uinteressant med hensyn på økonomisk mineraler. Funnene vil bli fulgt opp videre feltsesongen 1986.

Planen for Finnmarksprogrammet var at NGU skulle gjøre basiskartleggingen, mens industrien skulle gjøre mesteparten av minerallettingen. I løpet av de to siste årene har imidlertid de fleste bergverks- og olje selskapene trukket seg ut av minerallettingen i fylket. Det er i perioden 1980-85 brukt ca. 60 mill kr på prospektering i Finnmark av bergverks- og oljeindustri. Fra 1986 er imidlertid innsatsen fra industrien meget beskjedne. Selskapene Outokumpo og Mobil bruker endel på prospektering i Kautokeino området, mens beskjedne beløp brukes utenom de eksisterende gruveområdene av Folldal Verk og Sydvaranger. Situasjonen ser nå ut til å bli at Finnmark får det mest omfattende geologiske basiskartverket i landet, mens midler til mineralletting på grunnlag av dette mangler. Minerallettingen innenfor Finnmarksprogrammet vil med de nåværende bevilgninger fortsatt være relativt beskjedne, selv om vi ved omdisponeringer fra regionale undersøkelser til klart objektrettede undersøkelser i årene som kommer vil bruke en større andel av midlene på mineralletting. De opprinnelige målsettingene i Finnmarksprogrammet kunne fortsatt la seg gjennomføre hvis kravet fra Finnmark Fylkesting om 12 mill kr pr år til Finnmarksprogrammet ble innfridd.



# Gold transport in till in the complex glaciated Karasjok greenstone belt area, Finnmark, Norway

M. Often

L. Olsen

*Geological Survey of Norway, Trondheim, Norway*

## SYNOPSIS

Investigations of glacial cover in one area of placer gold findings combined with in-field mechanical panning, have yielded significant results in the search for a bedrock gold source. In separate beds, up to 7 in a single profile, fabric (transport direction on the basis of orientation of 3-6 cm fragments), type and relative content of rock fragments and content of gold and other heavy minerals were determined. Gold and heavy mineral contents were later measured in laboratory assays. Transport direction and fragment composition of the gold-bearing beds define a probable source area 5-10 km SE of the known placer goldfield Sargejåk. Bedrock in this area is poorly exposed, but is dominated by metakomatiites. Bedrock sources of gold have not yet been found.

## INTRODUCTION

For more than 200 years, Finnmark has been known to contain placer gold. The first rumours of gold finds reached Oslo in the early 1700's, only to be neglected and explained as pyrite. The official start of a small-scale 'gold rush' in Finnmark was not until the geologist Tellef Dahll in 1866 proved and later published<sup>2,3</sup> the fact that gold was present in alluvial material in the Karasjok area. Since then, a number of claims worked with limited economic success, in addition to a lot of minor gold finds have established the Karasjok area as the most famous gold field in Norway.

The total production of gold from the alluvial deposits in the Karasjok area has, however, been estimated at only 40 kg<sup>1</sup>. In comparison the annual production of gold from the small Bidjovagge Copper mine in the western part of Finnmark (100 000 tonnes of ore/year) was c. 110 kg.

Known claims and minor findings are shown in Fig. 1. It is interesting to note the close spatial relation between the gold-bearing area and the area underlain by rocks of the Karasjok Greenstone Belt. Fig. 1 also shows the results of gold analyses on till samples collected during the Nordkalott-project. The anomalous content of gold in the area is clearly demonstrated.

Although no significant gold mineralization in bedrock has been encountered within the anomalous area, the mentioned indications, together with the greenstone belt-gold association known from other parts of the world, point towards the Karasjok Greenstone Belt as the source for the placer gold deposits in the Karasjok area.

The investigation described in this paper has been carried out on the Sargejåk placer deposit. This particular deposit was chosen because it had been the major producer of gold in the Karasjok area and old literature indicated that although the major part of the gold was produced from the stream bed, the source for this gold was glacial drift and glaciofluvial material cut and reworked by the small creek Sargejåk<sup>11,1</sup>. If this assumption was correct, the problem still remained to

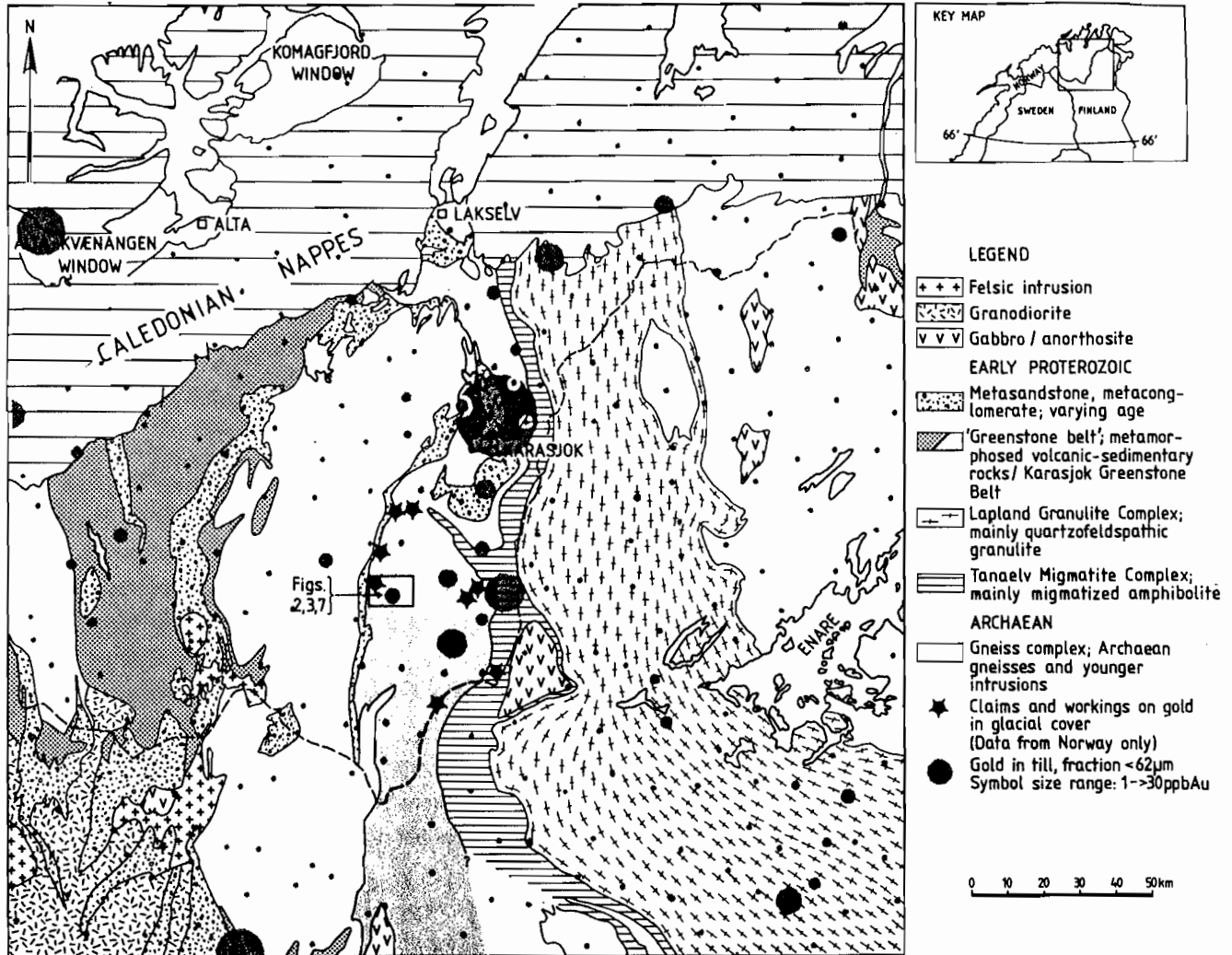


Fig. 1 Simplified geological map of Finnmarksvidda, Norway, and surrounding areas in Finland, together with a representation of gold content in till. Also shown is the location of the best known placer gold deposits in Finnmark. Geology after unpublished material from the 'Nordkalott Project'.

trace the gold back to its bedrock source.

#### Jer'gul Gneiss Complex

#### OVERVIEW OF THE REGIONAL BEDROCK GEOLOGY

The extent of the Karasjok Greenstone Belt is shown in Fig. 1. Fig. 2 shows a detailed lithological map, with the major tectonostratigraphic units marked, covering the area of investigation around the Sargejåk placer gold deposit.

Often <sup>7</sup> and Krill <sup>5</sup> have described the geology and mineralizations of the Early Proterozoic Karasjok Greenstone Belt and divides the area into four major tectono-stratigraphic units:

Levajok Granulite Complex  
Tanaelv Migmatite Complex  
Karasjok Greenstone Belt

The Jer'gul Gneiss Complex represents the basement for the Karasjok Greenstone Belt and consists of quartzo-feldspathic composite gneisses intersected by younger intrusions of mainly granodioritic composition. Age dating of one such intrusion underneath the discordance marking the boundary towards the Skuvvanvarri Formation, shows it to be of early Proterozoic age and the gneisses thus are probably of Archaean age. These rocks border the Karasjok Greenstone Belt to the west. No known placer or bedrock gold is found within this complex.

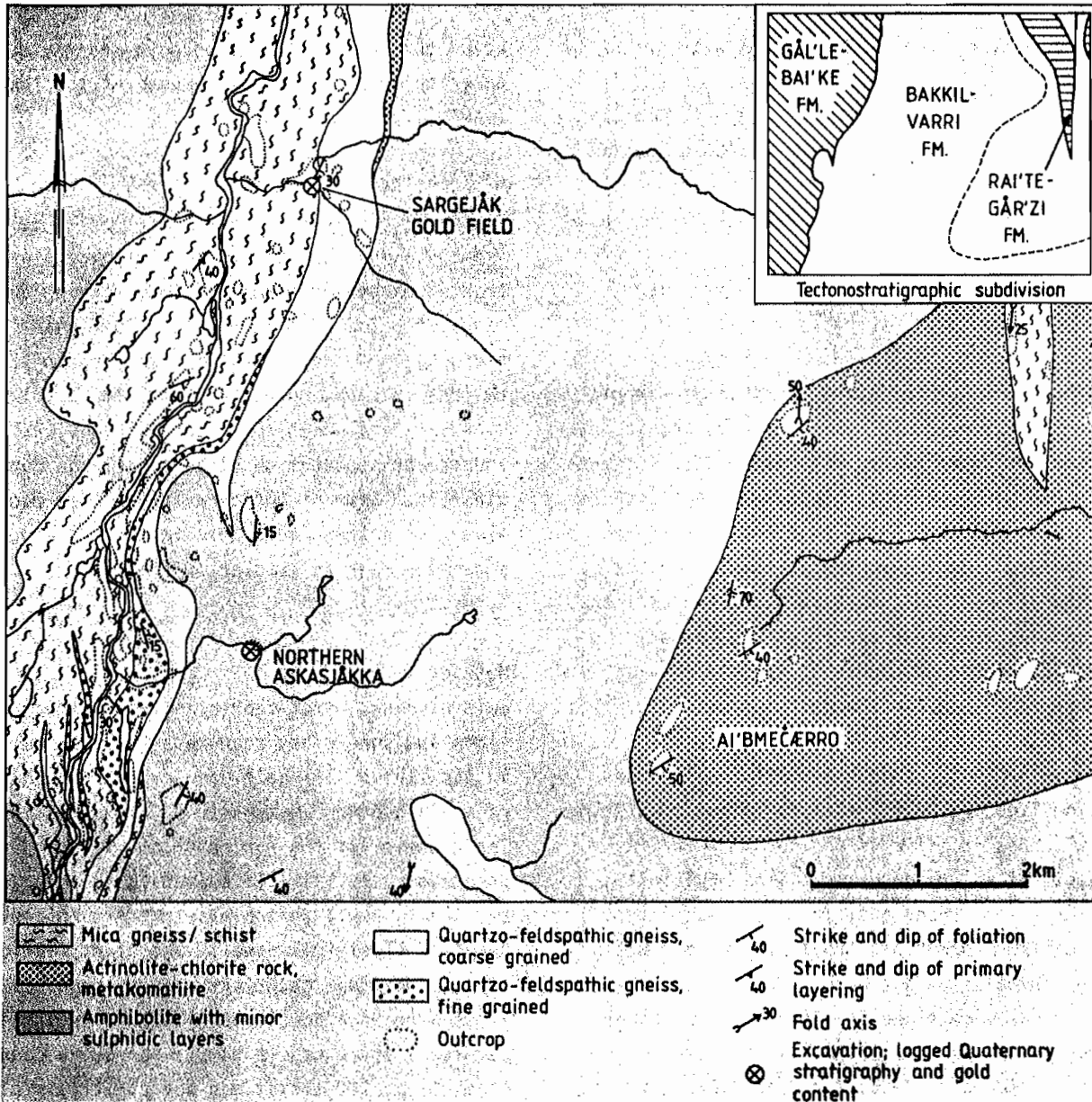


Fig. 2 Geological map of the investigated area. Lithological boundaries are inferred outside outcrops, partly on basis of airborne and ground level geophysics. Geology after Ofte (1986, in prep.)<sup>8</sup>.

The Karasjok Greenstone Belt is divided into four formations:

Iddjavarri Group

- Rai'tegår'ži Formation
- Bakkilvarri Formation
- Gål'lebai'ke Formation
- Skuvvanvarri Formation

The lowermost formation, Skuvvanvarri, discordantly overlies the Jer'gul Gneiss Complex and is composed of terrigenous sediments, mostly quartzites and matrix-supported conglomerates. The formation is correlated with the Masi Formation

in the western part of Finnmark and with the Lapponian Muonio Arkose-gneiss Group of northern Finland. Placer gold is found adjacent to this unit at some localities and the presence of paleoplacers have been discussed, but not found in the Norwegian parts.

The Iddjavarri Group is normally found to be separated from the underlying Skuvvanvarri Formation by a zone of mylonitization. The Iddjavarri Group is a mixed series of volcanic and sedimentary rocks metamorphosed in upper

greenschist to amphibolite facies with gradually increasing grade from west to east. It is divided in three formations with different lithological-composition. Intrusion of large gabbro-massifs and granodiorites are common. Most of the known and all the major placer gold deposits in the Karasjok area are found within the area covered by the Iddjajav'ri Group and the overlying Tanaelv Migmatite Complex (Fig. 1).

The Gål'lebai'ke Formation consists of a rapidly changing succession of ultramafic to felsic metavolcanites intercalated with epiclastic sedimentary rocks. A large but low grade copper mineralization with minor gold is found within this formation, situated upstream from one of the worked alluvial gold claims. Minor banded iron formations and other exhalites are common. The Sargejåk placer gold deposit lies in an area of upper Gål'lebai'ke Formation rocks (Fig. 2).

Stratigraphically above the Gål'lebai'ke Formation lies the Bakkilvarri Formation consisting of a series of mafic volcanites with varying amounts of interbedded komatiites. Epiclastic sediments are found only in minor quantities. Banded iron formations are important members of this formation even though no economic mineralization has been found in association with them. Rocks of the Bakkilvarri Formation covers the area to the east of the Sargejåk field (Fig. 2).

The Rai'tegår'ži Formation is a mixed volcanic-sedimentary series where the volcanism seems to be a continuation from the Bakkilvarri Formation, but terrigenous sediments constitute a major part.

The Tanaelv Migmatite Complex tectonically overlies the Karasjok Greenstone Belt and consists of migmatized amphibolites intruded by late orogenic granites. The complex is thought to represent a magmatic arc<sup>5</sup>. Gold in bedrock is not known from this unit.

On top of the whole sequence is thrustured the Levajok Granulite Complex. This complex is in Finland called the Lapland Granulite Belt and

known to contain some minor gold-bearing quartz-ankerite veins in the area south of the lake Inari (Fig. 1).

## DESCRIPTION OF THIS INVESTIGATION

### Practical procedure

The investigation was carried out by use of a tractor excavator with a maximum digging depth range of c.3 m. We studied the Quaternary stratigraphy in 9 excavations in 1984 and in 12 excavations in 1985, numbered from 1 to 21 (Fig. 3). Necessary equipment was transported by tractor, and the transportation of personnel was done by aircraft. Some of the excavations were made in slopes or natural open cuts in the surface, and some were made in regular or flat ground-moraine landscape.

### Methods

Gold panning, clast fabric analyses, stone countings and some clast roundness analyses were made in the field. The gold panning was done by use of a 'Gold-hound' automatic rotating washing pan. The diameter of the pan is 45 cm. The sample size used was c. 10 litre (a bucket-full, about 17 kg), and a small portable petrol-driven generator supplied electrical power. The clast fabric analyses, the stone countings and the roundness analyses were made on stones with long axes mainly between 3 and 6 cm. A sample for stone counting consists of 100 stones and for clast fabric analyses, measurements were made on 30 to 100 clasts. Samples were also taken for sedimentological and geochemical analyses from each bed. The laboratory methods used included grain-size distribution analyses, heavy mineral separation, analyses of chemical elements based on acid extraction and plasma spectrometry, analyses of gold content using Meier's<sup>6</sup> flameless atomic-absorption determination method, and clay mineral analyses using XRD.

### Results

The investigation has given information outlining a complex Quaternary stratigraphy (Figs. 4 and 5) with different sorted waterlain sediments in beds alternating with till beds. The gold content, as shown by the panning results, is much higher in

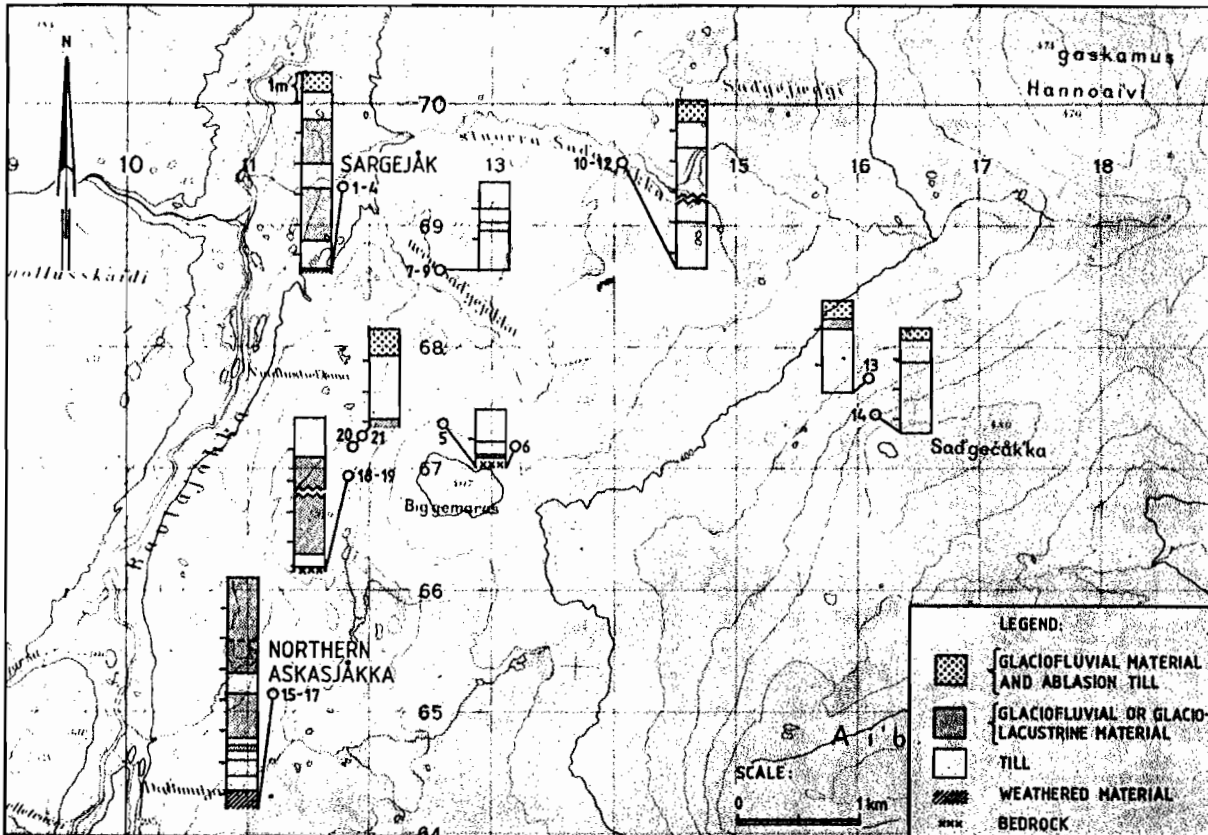


Fig. 3 Excavation localities with Quaternary stratigraphy shown in outline.

sediments from the Sargejåk locality, excavations no. 1-4, than elsewhere. The explanation for this is discussed later. Two of the most important localities are described in some detail in the following section.

#### Sargejåk

This locality includes 4 excavations. Three of them were done in the walls of the old Sargejåk placer gold gravel pit, and no. 4 was done in the uppermost glaciofluvial and ablation till complex, about 200 m from the gravel pit. A very compact horizon of weathered material, mainly with clasts resembling the underlying bedrock, was found at the bottom of the section. This horizon may be till or weathered bedrock.

#### Till E

This is the lowermost proper till found at this locality (Fig. 4). It is a compact basal till. Below a 0.2 m thick brown coloured uppermost part the till is brownish-grey with a high content of

weathered material, mainly the same rock type as the underlying bedrock. The thickness of the till bed is at least 0.8 m. The non-weathered gravel and stone fragments have a medium high glaciofluvial or fluvial roundness (cf. Olsén 1983)<sup>9</sup>. Nothing or little of the till E material has been glacially transported more than a few hundred metres during the last transport cycle.

The gold content is low, but anomalous. If the enrichment seen in the upper part (Figs. 4 and 6) is significant, this might indicate contamination from the overlying unit D.

#### Till D

An upper 0.7 m thick part of this unit consists of a compact basal till, till D1. The colour is brownish and the till contains several weathered stones. It contains also a large amount of re-transported rounded particles. Fabric analyses in the upper and the lower part of till D1 indicate associated ice flow directions from the SSE

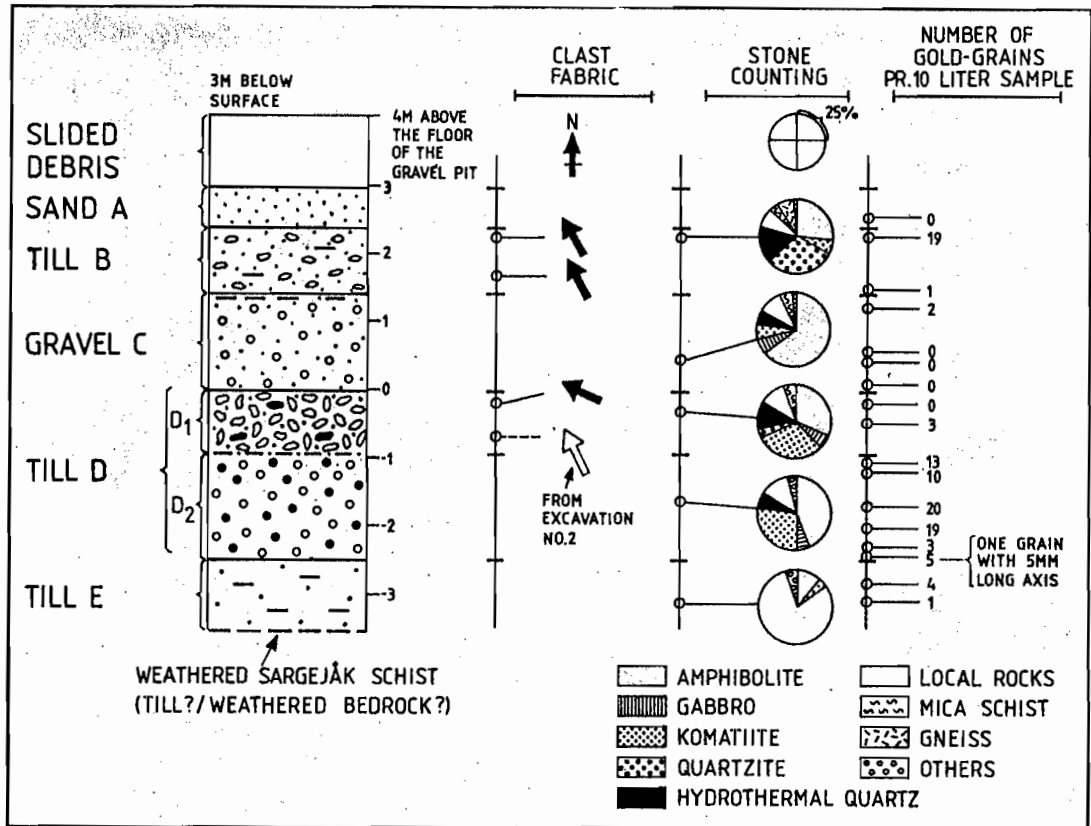


Fig. 4 Simplified section showing the Quaternary stratigraphy in the Sargejåk placer gold deposit, mainly based on excavation no. 3. Results from clast fabric analyses, stone countings and gold pannings are also shown. The term 'local rock' used during stone countings covers rock types directly underlying this locality and incorporates both certain types of mica gneisses and quartzo-feldspathic gneisses with an along-strike extension of several kilometers (see Fig. 2). The symbols in the stratigraphic section distinguish different types of deposits and are the same as those used on NGU Quaternary maps.

and ESE. This is consistent with the stone counting from the same sub-unit (Fig. 4) which shows a high content of komatiites, indicating a komatiite-dominated source area. Such an area is found c. 5 km to the east of the Sargejåk locality (Fig. 2). A thin layer of boulders and stones in the uppermost part of the till in one section is imbricated with dip-planes falling towards ESE. Steep depositional planes or shear planes in the till also indicate a northwestwards directed ice flow. The lower 1.5 m of till D consists of a former glaciofluvial gravel which is partly disturbed and compacted during the succeeding ice flow. The sub-unit is named D2. The stone and gravel fragments of D2 have a high roundness and a high crushing value, showing

clearly the primary glaciofluvial character modified as a result of the secondary transformation to till. The content of komatiites is high in both sub-units, which together with the high roundness, indicates a fairly long glaciofluvial transport-length for a majority of the clasts in till D, i.e. a source area corresponding to the komatiite-dominated eastern part of Fig. 2. Till D is the richest gold-bearing layer in this section. The actual gold content in total till material has not been established, but analyses of fraction  $<63 \mu\text{m}$  give 30-50 ppb Au (Fig. 6). Semiquantitative panning results correspond well to the analyses.

#### Glaciofluvial gravel and sand C

Bed C consists of a 0.5-1.3 m thick non-sorted stony gravel which changes to sorted sand 20-30 m away in a nearby excavation. Based on the general character and rapid change of facies, we believe that this is an alluvial fan deposit. Low clast roundness indicates a very short fluvial or glaciofluvial transport. However, the stone-counting from bed C shows that only a small part of the clasts come from the local bedrock. A majority of the clasts derive therefore probably from glacial drift. The sand is in one section clearly tectonized by a deformation movement towards NW. This movement was probably glacial and this glacial episode has probably also caused the formation of the succeeding till. Very little gold was found in this bed.

#### Till B

Bed B is a 0.7 m thick silty compact basal till. The colour is brownish in the upper part and greyish elsewhere. In the uppermost part of this bed, or in the zone between this bed and the locally overlying glaciofluvial sand, there is a 8-10 cm thick layer of a brown clayish structureless diamicton. The diamicton does not have the vertical fissures which otherwise characterize till B. Fabric analyses indicate an associated ice-flow direction towards NW for till B. The stone counting is not conclusive. The high content of quartzites might derive from the Skuvvanvarri Formation striking N-S a few kilometres to the west of Sargejåk and may possibly indicate a more northerly transport direction (Figs. 2 and 4) than suggested by the fabric analyses. This bed is gold-bearing. Figures 4 and 6 show a concentration of gold in the upper part of the bed possibly reflecting glaciofluvial erosion of the upper part of the goldbearing till B.

#### Glaciofluvial and ablation till complex A

Based on regional mapping in the area we think that this unit belongs to the last deglaciation period about 9,500 years ago. Unit A has an areal extension of 2-3 square km. The major part of the complex consists of ablation till facies, and most of this has probably melted out from the basal and inner parts of the glacier. The

younger glaciofluvial facies has partly eroded older parts of its own formation, and locally, as in the main Sargejåk section, the glaciofluvial erosion has reached so deep as down to some cm or dm below the top of till B. Exactly how much of till B is eroded cannot be concluded from the Sargejåk excavations. From regional investigations and correlations we expected to find an interbedding stratigraphical unit between A and B, but this was not found. Such a unit may still exist at the Sargejåk locality, but in that case it is locally penetrated by glaciofluvial erosion. Panning of unit A did not give any gold, but analysis of a sample directly overlying till B gave 28 ppb Au. This sample is taken where the glaciofluvial facies has eroded in till B and might represent subsequent concentration of gold from erosion of the underlying gold-bearing bed.

#### Northern Askasjåkka

Three excavations in the steep bank of the gully Northern Askasjåkka provided a 7.5 m complex stratigraphical column constituting at least 7 different beds (Fig. 5). Starting from the bottom, the sequence rests on amphibolitic bedrock which is weathered to more than 0.5 m depth. Further upwards there is a till, G, which is yellowish-brown and contains much weathered material. The next unit, till F, is separated into two sub-units F1 and F2 by an interbedded c. 5-10 cm thick dark sand layer. Above the 0.9 m thick till F, there is a 0.2 m thick glaciofluvial sand E which underlies an ablation till bed D of similar thickness. The structures of the following bed, the glaciofluvial gravel C, indicate a transport and depositional direction towards the NNW. Above the 1.3 m thick gravel there is a 0.7 m thick sandy till bed, till B, which underlies c. 3 m thick glaciolacustrine sediments, unit A. The latter is divided into sub-units A1 and A2. The water flow which produced this uppermost unit was directed towards NE-E. The lamination is best developed in the uppermost sub-unit, A1, while ice rafting characterizes sub-unit A2. Except for till G and gravel C all the beds have a greyish colour. The compaction of the till beds varies from relati-

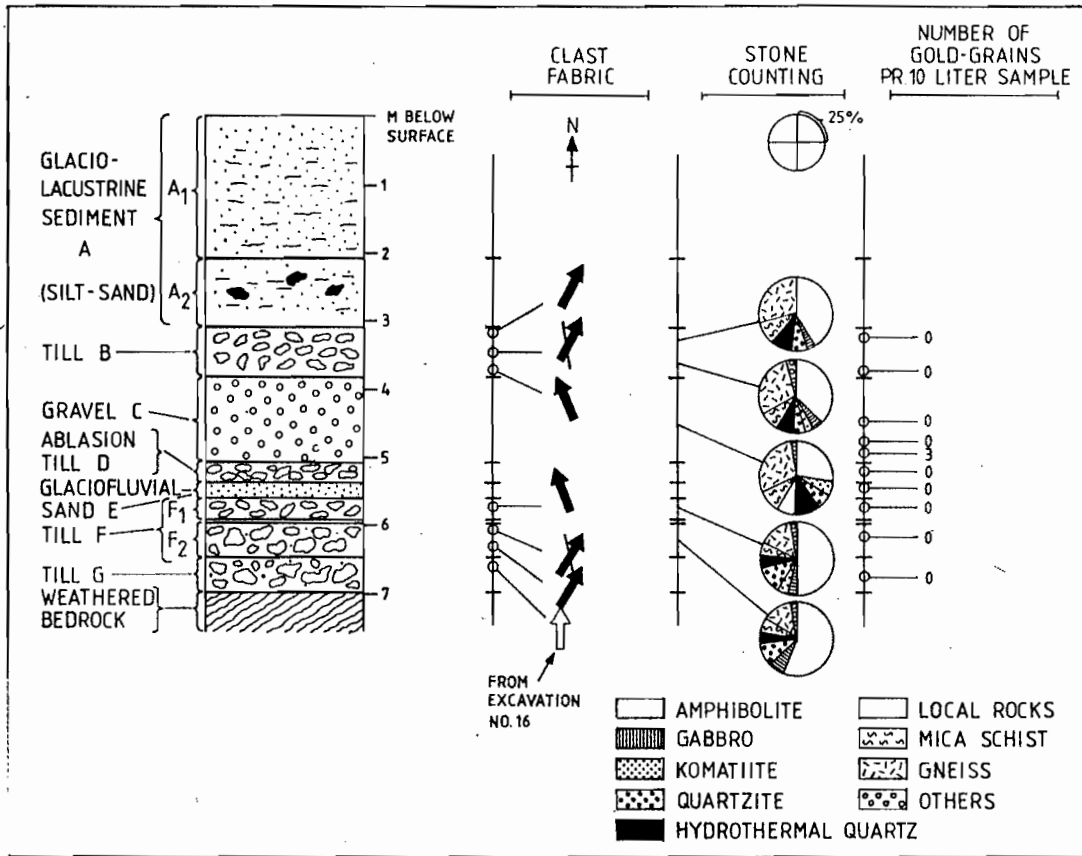


Fig. 5 Simplified section showing the Quaternary stratigraphy in the northern Askasjåkka locality, mainly based on excavation no. 15. Results from clast fabric analyses, stone countings and gold pannings are also shown. The term 'local rocks' is used for the same rock types as in Fig. 4, despite the fact that the immediate underlying bedrock consists of amphibolite at this locality. The 'gneiss' group at the Askasjåkka locality might, however, partly incorporate rocks classified as 'local rocks' at the Sargejåk locality, in addition to the more certain granitoid gneisses of the Jer'gul Gneiss Complex.

vely compact in till G and till F2, to medium compact in till F1, and to loose in ablation till D and till B. The fabric analyses indicate associated ice flow directions towards NNW in F1 and B, and NNE elsewhere except for till G which possibly has an associated ice flow direction towards north (Fig. 5).

The stone countings in the northern Askasjåkka section show a lack of komatiites and a fairly large proportion of gneisses compared to the Sargejåk locality. This is in accordance with the probable source areas expected on the basis of the established ice-flow directions. The source areas for all beds must be to the west or

south of the komatiite-dominated area (Fig. 2).

Panning of 11 samples from excavation 15 gave only one slightly positive result on gold, namely from bed C which probably has the most westerly transport direction in the Askasjåkka section.

#### DISCUSSION

It is not known which parameters, other than the gold content, are of significant use in tracing the source of mineralization. No one measured parameter has a perfect co-variation with the gold. This would be expected if the gold has more than one source. To assess the value of chemical data for the fine fractions, i.e. silt and clay,



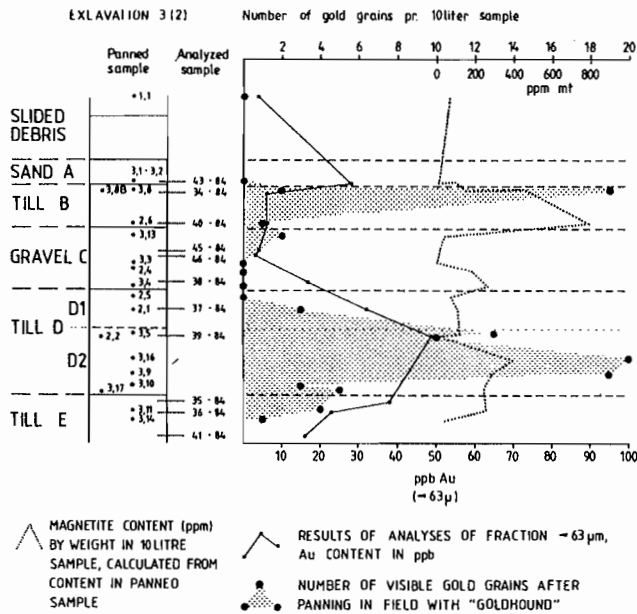


Fig. 6 Gold and magnetite content in superficial deposits from the Sargejåk placer gold-field. Data mainly from excavation no. 3 supplied with some data from nearby excavation no. 2.

we have plotted the results from the 'Goldhound' panning against the laboratory Au analyses (Fig. 6). Despite the fact that the former gives a majority of gold-grains in the sand fraction, these data correlate very well.

Table 1: Chemical analyses and grain-size distributions at the Sargejåk locality. Sample size c. 0.3 kg for grain-size analyses. Hydrometer is used to determine the silt and clay contents. Au is determined after Meier<sup>6</sup> and other elements by acid extraction and plasma spectrometry.

Bed	Sample no.	CHEMICAL ANALYSES OF FRACTION $<0,063$ MM							GRAIN-SIZE DISTRIBUTION (%)			
		Au ppb	Cu ppm	Fe %	Mg %	Cr ppm	Ni ppm	Co ppm	Clay $<0,002$	Silt $0,002-0,063$	Sand $0,063-2$	Gravel $2-19$ mm
A	42-84	4	11,7	0,76	0,12	13,0	6,0	6,8	0	6	39	55
	43-84	28	12,9	1,06	0,16	14,1	8,5	7,1	0	8	90,5	1,5
B	34-84	6	25,4	1,30	0,60	24,4	19,7	10,3	13	31	45,5	9,5
	40-84	6	27,2	1,48	0,41	31,8	38,3	24,2	8	23	54	15
C	44-84	-	-	-	-	-	-	-	4,5	24,5	68	3
	45-84	4	28,0	1,44	0,49	41,3	26,0	17,0	15	73	22	0
	46-84	3	32,8	1,60	0,87	58,3	35,2	12,8	3	33	64	0
	38-84	17	58,4	2,75	0,68	56,7	50,4	25,6	2	16	35	47
D1	37-84	32	42,3	2,45	0,64	83,8	56,7	22,2	2,5	20,5	50	27
D2	39-84	49	31,0	1,72	0,55	87,2	66,2	22,4	1,5	14	33,5	51
E	35-84	38	41,6	2,70	1,25	54,3	44,3	23,3	3	19	49	29
	36-84	23	55,5	0,97	0,46	31,1	17,0	8,8	3	20	46,5	30,5
	41-84	16	30,2	0,45	0,27	17,8	9,6	4,3	4,5	28,5	48	19

From the chemical analyses we may conclude that several of the expected gold correlated elements seem to have a positive correlation with gold (Table 1). The correlation seems to be weakly positive for Cu, Fe and Mg, and somewhat stronger for Cr, Co and Ni. The latter has perhaps the strongest positive correlation with Au. These elements are enriched in komatiites found E-SE of Sargejåk, indicating that komatiite is an important rock type in the source area for the gold. Co and Ni are also known to be enriched in sulphide facies banded iron-formations in the area, but to a lesser extent than in the komatiites. The analytical results refer all to the bulk grain-size fraction less than 0.063 mm. Magnetite contents in the sand fraction were determined in the 'Goldhound' panning residues, and they also show a weak positive correlation with gold (Fig. 6). Magnetite is not a constituent of the komatiites in this area, thus it must have a different source. The positive correlation with gold might be explained by heavy mineral concentration processes in glaciofluvial material sampled, however, a magnetite-rich source cannot be excluded. The stone counting results (Fig. 4) show a medium positive correlation between komatiites and gold, as expected from the correlation between the latter and the elements characteristic of komatiites as

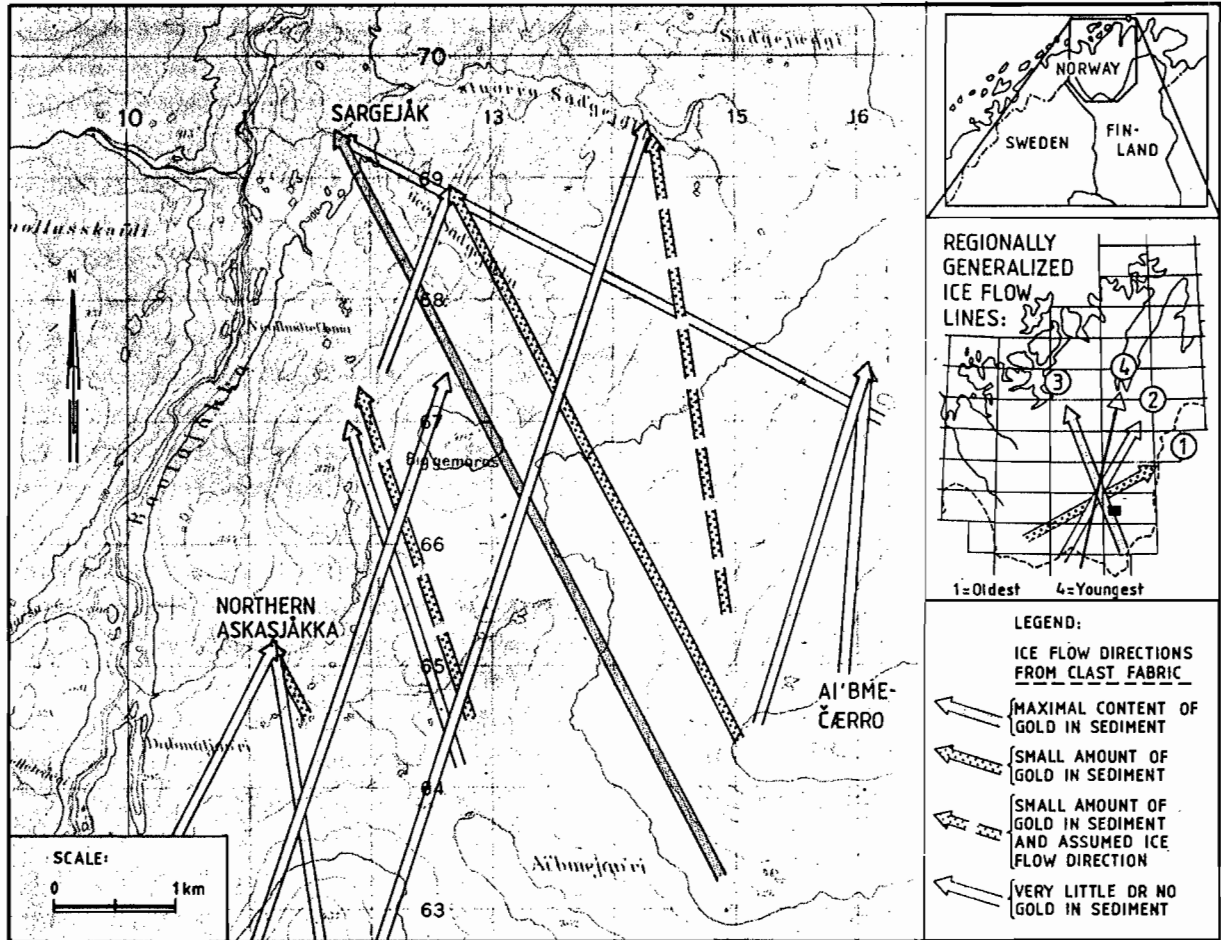


Fig. 7 Synthesis of ice flow directions and associated gold content of different stratigraphical beds from all investigated localities.

discussed above. Fig. 4 also shows a medium negative correlation between gold and 'other' rocks, used as a term for quartzites, gneisses, granites and related rocks all probably of local, southerly or westerly origin. Till B contradicts in part these correlations, having a low content of komatiite and a high content of gold, suggesting a possibility of more than one gold source.

Samples of sulphidic banded iron-formations in this area have shown only up to 50 ppb Au and a small quartz-carbonate alteration zone has assayed up to 150 ppb Au, but gold enrichment coming close to economic grade is not known. It is, however, known from other greenstone belts that komatiites host, or are intimately associated with economic deposits of gold<sup>4</sup>. Iron-

formations are also known to be favourable hosts 10.

The anomalously high gold content at Sargejåk compared to the other investigated localities, may be explained by one of four hypotheses or perhaps more likely, by a combination of these hypotheses. The hypotheses are:

- (i) The gold source is local, either from older loose deposits or from bedrock in the vicinity.
- (ii) Till units which correlate with the units with anomalous gold at Sargejåk, are not present or found at the other localities.
- (iii) Localities other than Sargejåk are located outside the main transport path or sector for the gold.

- (iv) The gold-bearing material is transported englacially (enclosed in the ice) as a unit over several km, and the gold-bearing material is not deposited from the ice between the source area and the Sargejåk locality.

If hypothesis (i) were the best to explain the gold anomaly, then it would be likely that till E had a high gold content. But, as can be seen from Fig. 6, the gold content in till E is low, while it is high in till D where the content of more remote bedrock fragments as komatiites and amphibolites is high. However, older loose deposits in the vicinity might still be a gold source. With regard to hypothesis (ii) we think that this is not likely to be quite true. At least some stratigraphical evidence points to the possible correlation between beds at other localities and the gold anomalous ones at Sargejåk. We assume that the undermost bed at excavations no.7-9 (Fig. 3) correlates with till B at Sargejåk, and, as another example, the whole sequence from Northern Askasjåkka (Fig. 5) may correlate with the whole sequence at Sargejåk (Fig. 4). The bed-to-bed correlations are more difficult to point out in the latter case, and in general the recognition of correlative units is the main problem of our investigation. As shown in Fig. 7, we think that hypothesis (iii), perhaps in combination with (iv), explains the anomalies and distribution of gold in the sediments best. This means that we would expect the gold source to be situated somewhere in a southeasterly direction from the Sargejåk placer gold site. The question is how far away is the source. We have no precise answer to this question, but taking into account the average transport length for till clasts estimated for the tills in the Karasjok area (L. Olsen 1985; unpublished data), we assume the source to be about 5-7 km away. This happens to be in the western slope of the Ai'bmečærro area where komatiites and amphibolites are dominant in bedrock. This fits very well, as the komatiites, as pointed out before, seem to correlate with gold content. Nevertheless, we realize that this investigation together with the recognition of gold-bearing sediments in other adjacent areas

points towards a multi-source conclusion.

#### CONCLUSIONS

Two conclusions may be drawn with regards to the bedrock source for the gold in the Sargejåk placer deposit:

- (1) The main gold-bearing unit in Sargejåk, Till D, probably derives from the western slope of the hill Ai'bmečærro, an area underlain by komatiites and amphibolites. The gold source is most likely present in the same area.
- (2) Other beds with anomalous gold content not correlative with komatiites, suggest also the presence of other sources of gold in this area.

#### Acknowledgements

The authors wish to thank Martin Hamborg, Jomar Staw and Nils Anders Kildedam for valuable assistance in the field. We are specially grateful to NAK for providing his large Lappish tent, a lavvu, which helped us through the cold and rainy autumn nights. Allan G. Krill improved the English text and Bina Evensen Øydegard drew the figures. Field expenses were partly covered by Norsk Hydro A/S as part of a cooperation with Geological Survey of Norway, and permission to publish the results is acknowledged. This project has benefited much from the work within the frame-work of the 'Nordkalott Project', a cooperation between the geological surveys of Finland, Sweden and Norway aiming at the production of standardized geo-maps covering northern Fennoscandia.

#### References

1. Bjørlykke, H. 1966: De alluviale gullforekomster i indre Finnmark. Norges geologiske undersøkelse 236, 66, pp.
2. Dahl, T. 1868: Om Finnmarkens geologi. Forh. Vid. selsk. 1867 (Kristiania 1868), 213-223.

3. Dahl, T. 1891: Om fjeldbygningen i Finnmarken og guldets forekomst sammesteds. Norges geologiske undersøkelse 4, 1-21.
  
4. Keays, R. R. 1984: Archaean gold deposits and their source rocks: The upper mantle connection. In: Foster, R. P. (ed.): Gold '82: The Geology, Geochemistry and Genesis of Gold Deposits. Balkema, Rotterdam. p. 17-52.
  
5. Krill, A. G. 1985: Svecokarelian thrusting with thermal inversion in the Karasjok-Levajok area of the northern Baltic Shield. Norges geologiske undersøkelse Bulletin 403, in press.
  
6. Meier, A. L. 1980: Flameless atomic-absorption determination of gold in geological materials. Journal of Geochemical Exploration 13, 77-85.
  
7. Often, M. 1985: The early Proterozoic Karasjok Greenstone Belt, Norway; A preliminary description of lithology, stratigraphy and mineralization. Norges geologiske undersøkelse Bulletin 403, in press.
  
8. Often, M. 1986: Bæivašgied'di, foreløpig berggrunnsgelogisk kart 2033 III - M 1:50 000 (preliminary geological map). Norges geologiske undersøkelse, in prep.
  
9. Olsen, L. 1983: A method for determining total clast roundness in sediments. Boreas 12, 17-21.
  
10. Phillips, G. N., Groves, D. I. & Martyn, J. E. 1984: An epigenetic origin for Archean banded iron-formation-hosted gold deposits. Economic geology 79, 162-171.
  
11. Reusch, H. 1903: Fra det indre af Finnmarken. Norges geologiske undersøkelse 36, 64 pp.

## GEOKJEMISK GULLPROSPEKTERING I KARASJOK

Tor Erik Finne og Kari Sand

Pr dato foreligger det to kart som viser resultatene av en systematisk regional undersøkelse av Au-gehalten i løsmasser og vegetasjon i Finnmark. Disse kartene er meget grove hva prøvetakingstetthet angår, men som det har vært sagt tidligere, viser dette kartet over Au i ca 180 sammenslåtte moreneprøver fra Finnmark (Figur 1) klare regionale fordelinger av Au. Hver av de sammenslåtte moreneprøvene består av -0.063mm-fraksjonen av fra 2 til 9 enkeltprøver av øverste del av C-horisont i morene. Symbolstørrelsen viser konsentrasjonen av Au i prøven; minste symbol er 1 ppb, største i Finnmark er 436 ppb. Symbolene er plottet etter de koordinater som er gjennomsnittet for de prøvene som inngår i den sammenslåtte prøven. Prøveinnsamling, nøytronaktiveringsanalyser og kart er resultat av Nordkalottprosjektet som avsluttes nå til høsten, etter 6 1/2 år.

Au-innholdet i morenen over det østlige grønnsteinsbelte viser de markert høyeste verdier, men også det vestlige grønnsteinsbelte har forhøyet Au-verdier i sin overliggende morene.

Ser vi derimot på tilsvarende kart over konsentrasjonen av Au i aske fra bekkemoser (Figur 2), gir ikke dette noen umiddelbart iøyenfallende resultater for Finnmarks vedkommende. For å vurdere metodikk og resultater vedrørende Au innenfor hele Nordkalottens område har vi for tiden diplomkandidat Ase Unander hos oss her på NGU. Hun skal svare for faglærer Richard Sinding-Larsen i løpet av inneværende måned.

Som endel av en samarbeidsavtale inngått mellom NGU og Norsk Hydros prospekteringsavdeling, overtok Norsk Hydro i sin tid materiale fra hver av moreneprøvene i den norske delen av Nordkalotten. Hver prøve er nå analysert med hensyn på Au - for Finnmark utgjør dette ca. 890 lokaliteter, og fordelingen av prøvepunktene illustreres av dette kartet (Figur 3). NGU vil motta Au-tall for dette materialet om noen ukers tid, og det er vel ikke for mye sagt at vi er svært spent på resultatene.

I takt med den økende interessen for Au har NGU søkt å styrke sin kompetanse også innen prøvetakingsmetodikk og innen analyse. Geografisk har arbeidene konsentrert seg om Sargejokk gullfelt, som vi alt har hørt om, om Beivasgiedde/Gossjokka-området, og om området som "tilhører" den sammenslåtte moreneprøven fra Nordkalottprosjektet med fylkets høyeste Au-tall. Bekkesedimenter, bekkemoser, bekkemosesedimenter, dype og grunne moreneprøver er medier som har vært benyttet i utviklingssammenheng og som ren oppfølging eller objektstudier. Det er arbeidet for å finne riktig fraksjon for de minerogene prøvene, optimale innvekter og to analysemetoder er tilpasset NGU-forhold og fungerer.

Med tanke på Au-bestemmelse er det samlet inn bekkesedimenter fra 255 lokaliteter og 397 moreneprøver fra 287 ulike lokaliteter. Vi skal se litt på resultatene fra disse arbeidene. I mars 1984 ble det gjennomført en relativt detaljert undersøkelse i området S av Sargejokk. To NGUere og to mann fra Finlands geologiske undersøkelse benyttet slaghammere og gjennomstrømmingsprøvetakere og prøvetok i en rekke dyp ned til fjell i profiler lagt ut på geofysiske indikasjoner. I alt 137 prøver av morene og bergartsplugg ble samlet i 45 hull. Hulldypene varierte fra 0.2 til 12 m. Som i de stratigrafisk kontrollerte Au-studiene fra gropene i Sargejokk Askasjokka og andre, varierte Au-innholdet i prøvene med prøvedypet. Materialet er omfattende og ikke ferdig tolket i Z-retningen, men jeg vil vise et kart over Au-innholdet i prøvene tatt i bunnen av hvert hull (Figur 4). Det viser seg at de høyeste Au-tallene skrives seg fra hull med stort dyp (9-12 m). Som følge av innsats fra en rekke disipliner i Sargejokk-området, og fordelene med å bruke maskinelt utstyr om vinteren, ble det i april/mai 1985 foretatt tilsvarende boringer i et langt glisnere nett like øst av Gaiba, opp mot Aibmecarro. 67 hull ble boret og prøvetatt, men denne gang bare i overgangen morene/berggrunn. Au-tallene er framstilt på dette kartet i Figur 5 hvor også Sargejokk gravested og tolkningene til Often og Olsen er skissert. For det første ser vi at fjorårets prøvetakingsnett ikke gir entydige svar. Det er forhøyete Au-nivåer oppstrøms isretningen i forhold til det skisserte målområde, og også i området Ø av komatitten i Aibmecarro. Denne vinterens prøvetaking vil gi bedre svar på de spørsmål som en her må stille seg.

La oss gå videre til bekkesedimenter. Innenfor kartbladene 2033, fra Beivasgiedde til Gossjokka, er det samlet inn bekkesedimenter fra 230 lokaliteter. Resultatene, som vi ser på dette kartet i Figur 6, viser at endel bekker viser forhøyete verdier i en rekke prøvelokaliteter. Videre arbeider i denne sammenheng er ikke vurdert ennå.

Til slutt noen ord om kvalitetssikring. Jeg har nevnt stikkord som kornstørrelse og innvekt tidligere. La meg belyse problematikken omkring reproducerbarhet med dette eksemplet. I Nordkalottprosjektet ble det med NAA funnet 436 ppb i en samleprøve av 4 moreneprøver. Enkeltp prøvene ble analysert ved NGU (en ekstraksjonsmetode), og resultatet vises på dette kartet (Figur 7a). Sommeren 1985 tok Kari Sand 91 moreneprøver i området. Gjennomsnittet for disse prøvene var 2 ppb Au, og la meg legge på kartet fra oppfølginga (Figur 7b) før jeg overlater ordet til Kari Sand.

#### ANALYSEMETODER

Gull i løsmasseprøver blir ved NGU analysert ved Meiers metode. 5 grams innvekt og fraksjonen < 0.180 mm blir vanligvis benyttet.

Nordkalottprøven nord for Karasjok viste 436 ppb Au i en sammenslått prøve. Enkeltp prøvene er siden analysert (NGU-rapport

85.108) og området er tettere prøvetatt. Resultatene fra disse undersøkelsene viser ingen tilsvarende høye Au verdier. Gullinnholdet i Nordkalottprøven skyldes trolig tilstedeværelsen av et gullkorn.

Ved NGU er gullinnholdet i morenens ulike fraksjoner bestemt (Tabell 1).

Tabell 1.

Gullinnholdet (ppb) i morenens ulike fraksjoner fra nord for Karasjok.

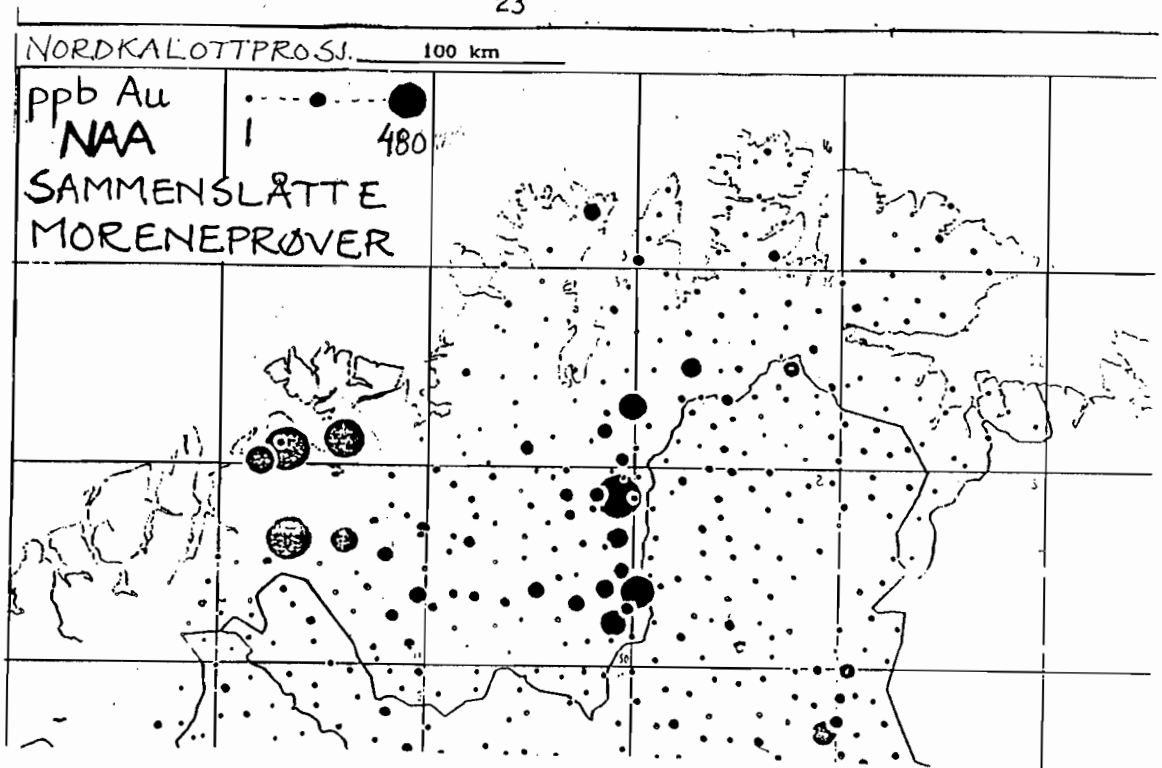
fraksjon	ubehandlet	nedmalt
-2 + 1 mm		3
-1 + 0.5 mm		16
-500+212 um	0	15
-212+ 63 um	1	16
- 63 um	10	

Tabellen viser at innholdet av Au i nedmalte prøver er høyere enn i ubehandlede prøver. Dette tyder på at gull finnes inne i selve mineral/bergartskorna og frigjøres ved nedmaling.

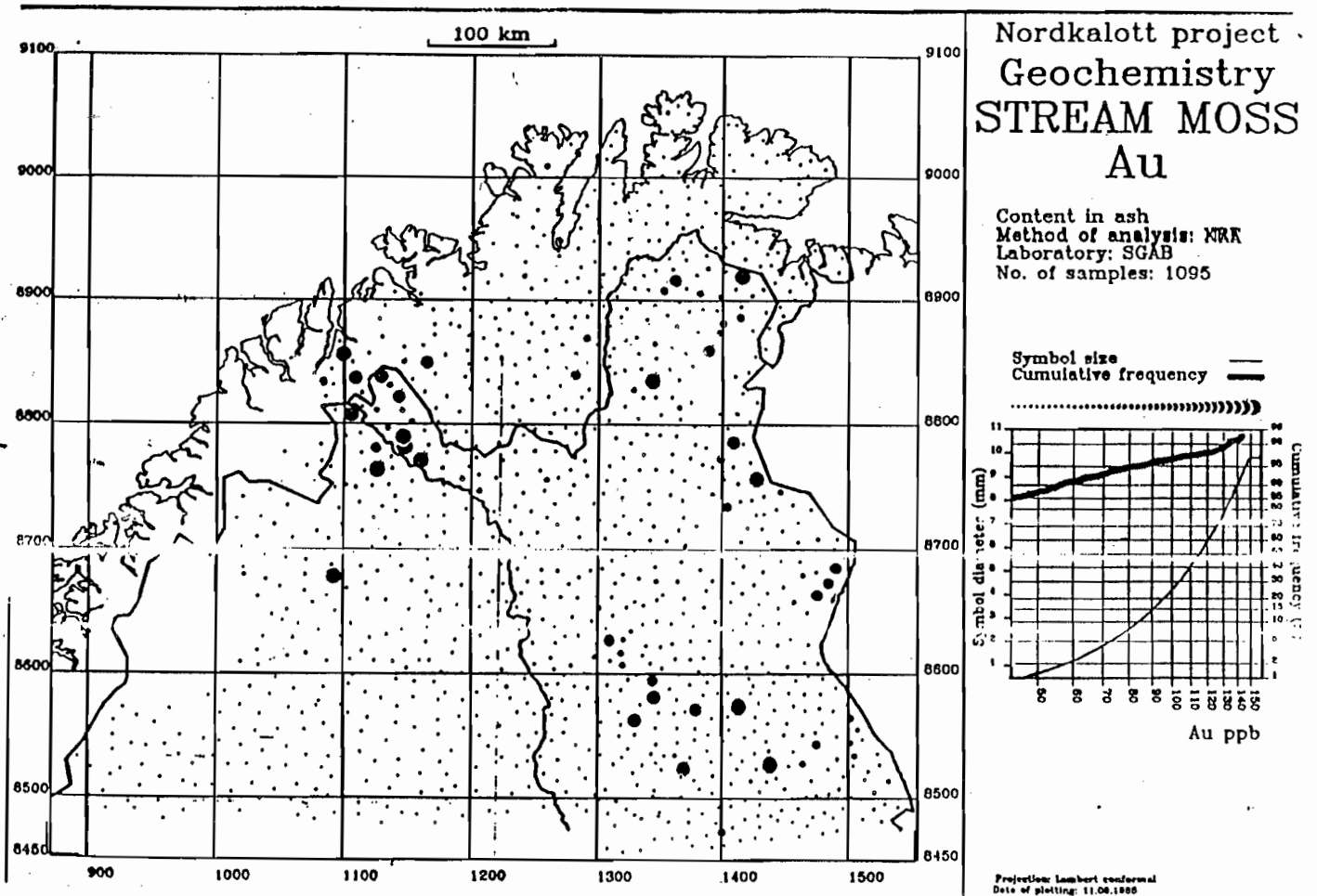
Ubehandlede prøver inneholder høyest Au-verdi i fraksjonen < 63 um.

Ved prøvetaking av dype jordprøver vil det sjelden være 5 g materiale av fraksjonen < 63 um. Studier tyder på at det er nok materiale i en dyp jordprøve til å bestemme Au innholdet i fraksjonen < 180 um. Denne fraksjonen er også heldig å benytte, siden de fleste gullkorn i løsmasser er mellom 0.1 og 0.01 mm.

For å få en best mulig dsammenliknbarhet ved Au-analyser anbefales det derfor å benytte samme fraksjon (< 180 um) og male denne ned for alle typer geokjemiske prøver.

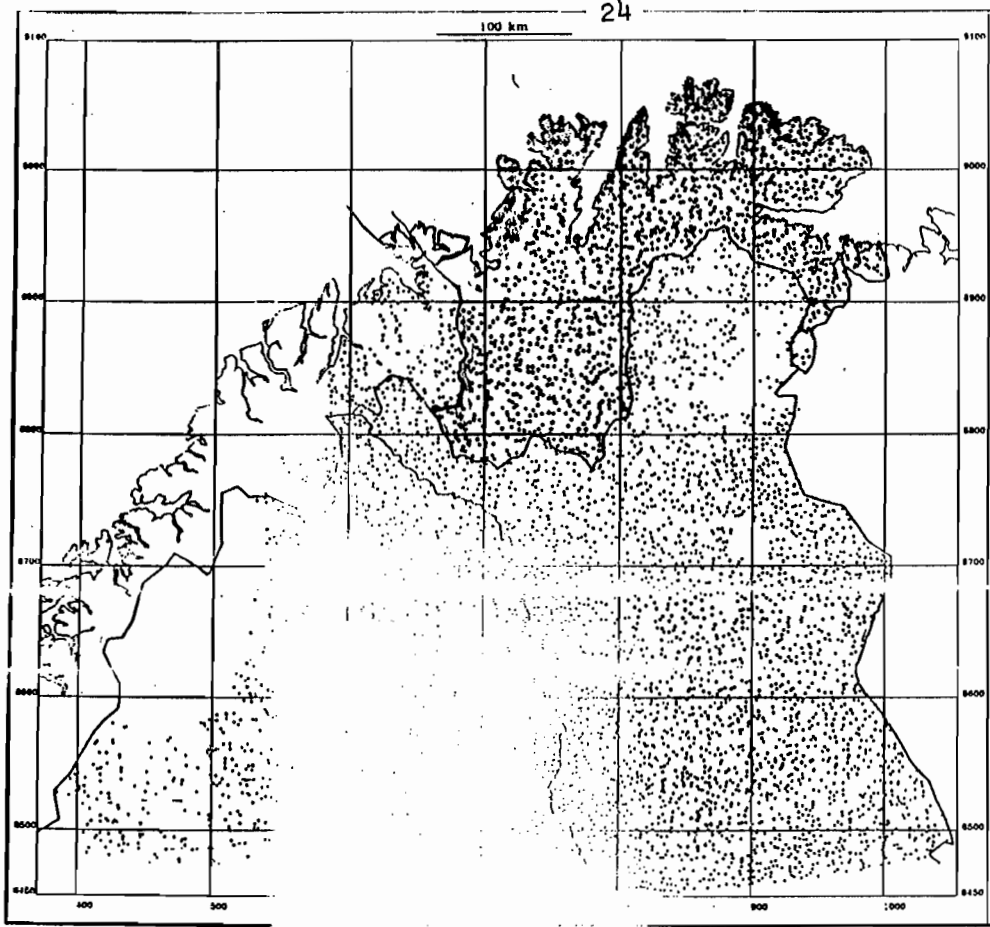


Figur 1.  
Gullinnhold i sammenslåtte prøver av grunne moreneprøver bestemt ved hjelp av nøytronaktiveringsanalyse. (Nordkalottprosjektet)



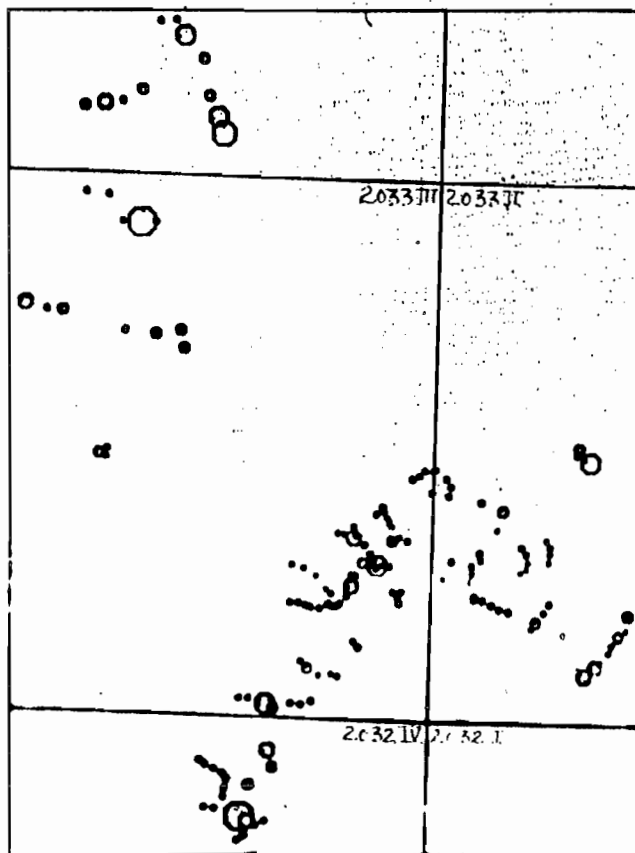
Figur 2.  
Gullinnhold i sammenslåtte prøver av bekkemoseprøver bestemt ved hjelp av røntgenfluorescens. (Nordkalottprosjektet)





Nordkalott project  
 1065 GRUNNE  
 MORENEPRØVER  
 I NORGE, HVORAV  
 890 I FINNMARK

Figur 3.  
 Lokalitetskart over enkeltlokaliteter kartlagt i Nordkalottprosjektet.



2032 og 2033  
 BEKKESEDIMENTER < 0.18mm

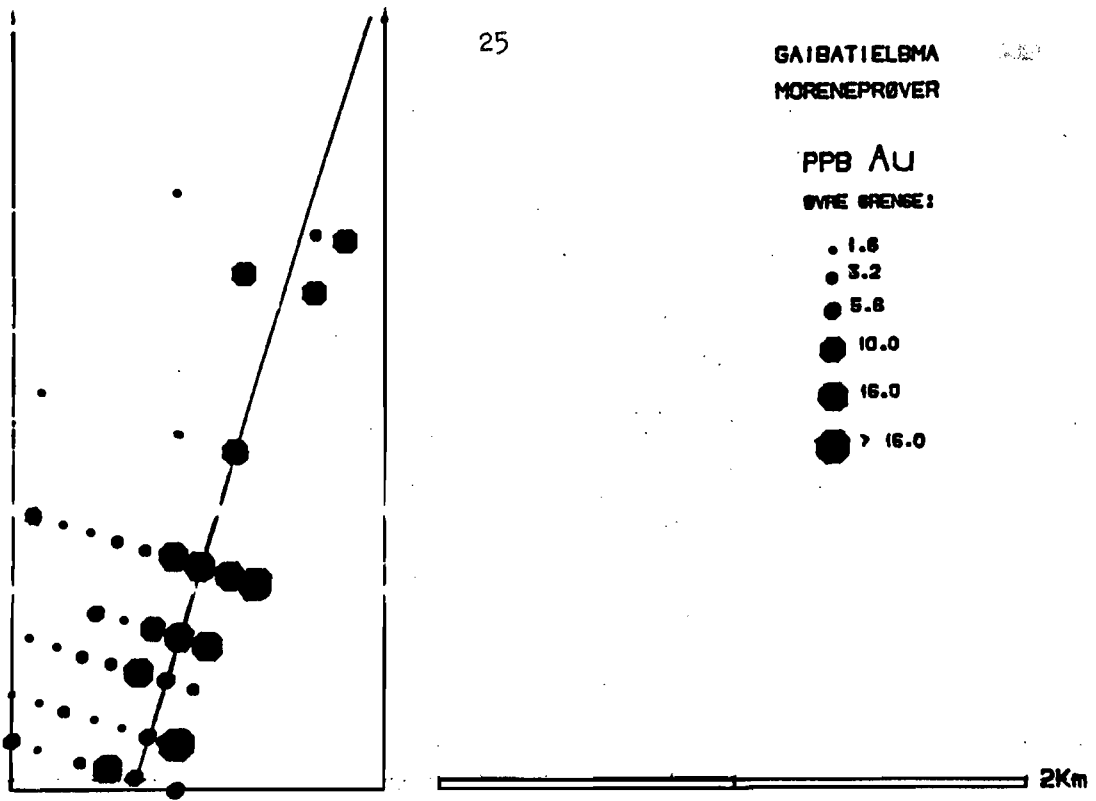
PPB Au

ØVRE GRENSE:

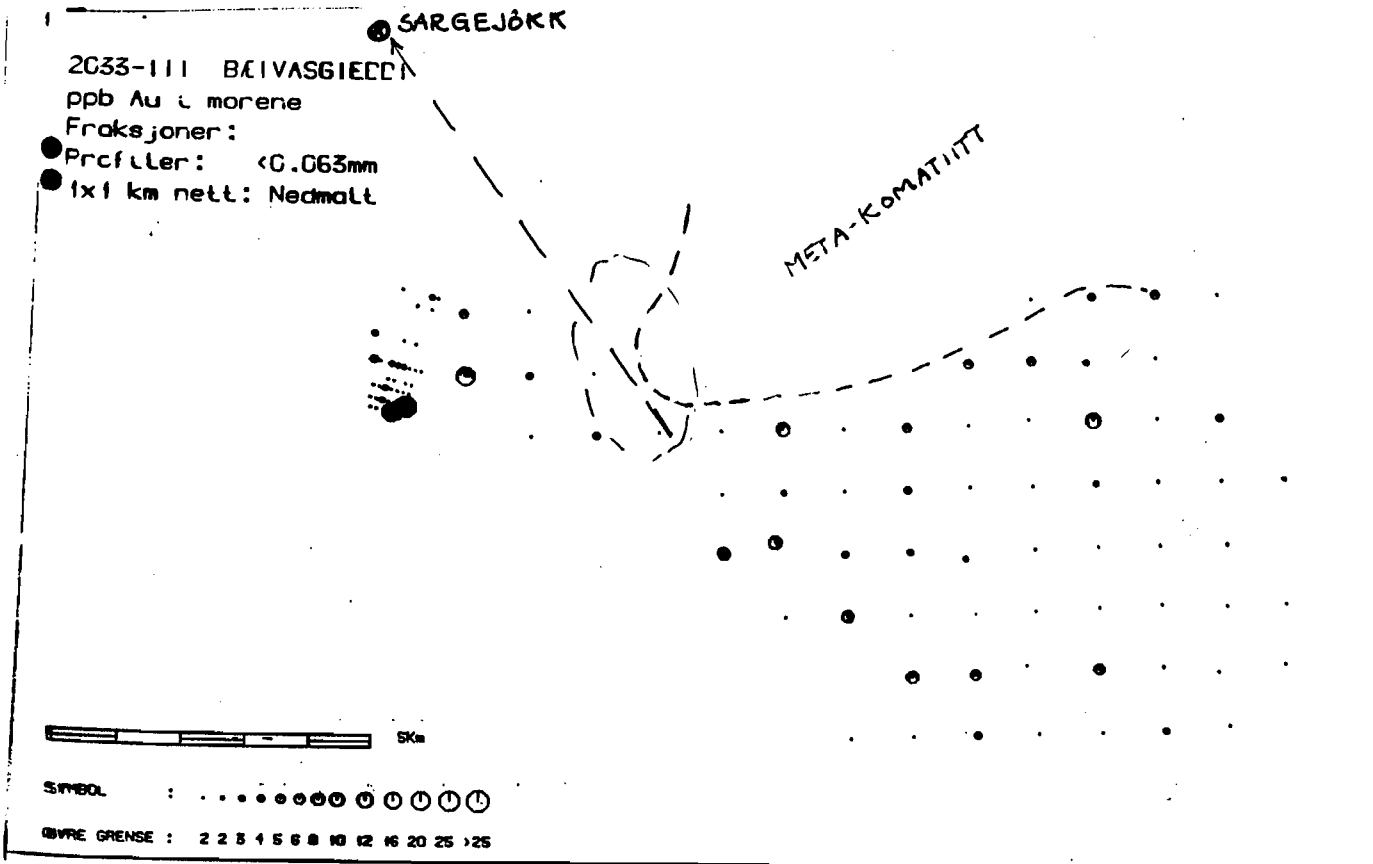
- 1.6
- 2.5
- 5.0
- 6.3
- 10.0
- 10.0

Figur 4.  
 Innhold av gull i bekkesedimenter < 0.18mm, besetemt ved Meiers metode på NGU. Området er begrenset av Beivasgieddi i NV og Gøssjokka i SØ.

GAIBATIEGBMA  
MORENEPRØVER



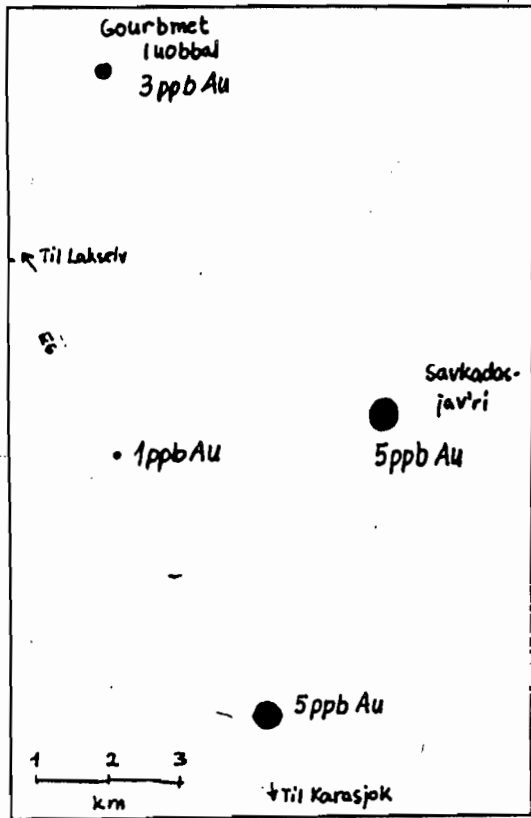
Figur 5.  
Innhold av gull i morenen umiddelbart over fast fjell ved Gaiba.  
Bestemmelsene er gjort med Meiers metode på fraksjonen  $<0.063\text{mm}$ .



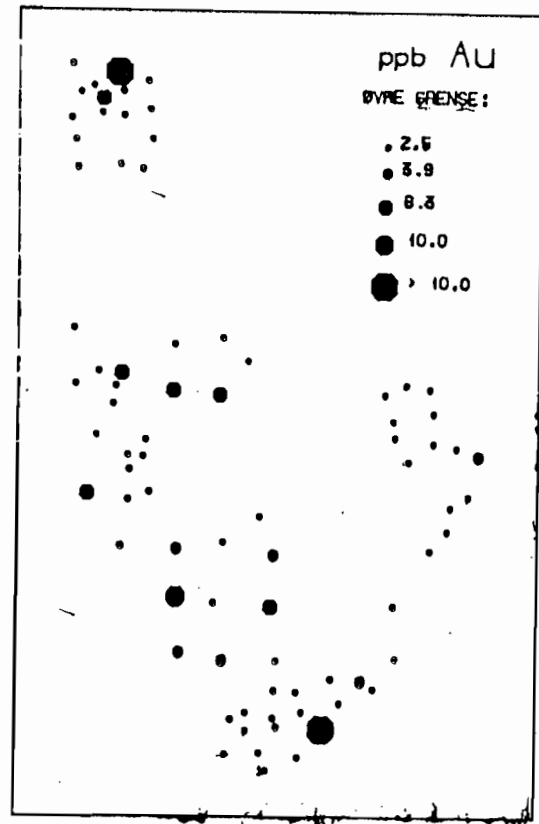
Figur 6.  
Innhold av gull i morenen umiddelbart over fast fjell i Aibmecærro.  
Bestemt ved Meiers metode.

Reanalyse av moreneprøver tatt i Nordkalottens regi  
(N&U)

Iddjaja'vru  
Grunne jordprøver



a)



b)

Figur 7.

Oppfølgingsarbeider på høysete gullverdi vist i kart i Figur 1 (436 ppb Au).

a) Analyseverdier av enkeltprøvene (meiers metode). b) Ny prøvetaking i samme område, analysert på grovfraksjon etter Meiers metode.

## GEOFYSISK TOLKNING AV TO KARTBLAD I KARASJOK-OMRÅDET MED ET SIDEBLIKK TIL SAMMENHENGEN MELLOM GULL OG GEOFYSISK PÅVISBARE TEKTONISKE STRUKTURER

Reidar Midtun

Foredraget er basert på Tore Kjølseths og min hovedoppgave for NTH. Det undersøkte område befinner seg 25 km syd for Karasjok. T. Kjølseth har arbeidet med kartbladet Galmatsgaidi (2033 II) og jeg har tolket kartbladet Bæivasgieddi (2033 III), fig. 8. Hensikten med arbeidet har vært å klarlegge geologiske strukturer ut ifra geofysiske målinger. Området er svært dårlig blottet slik at et berggrunnskart i stor grad må baseres på den informasjon de geofysiske målinger gir. I tillegg til strukturtolkningen er det foretatt en vurdering med tanke på gullmineraliseringer i området.

Angående geologisk beskrivelse av formasjoner og bergarter samt tektonostratigrafi for det aktuelle område så henvises det til Often, M. (1984).

### Magnetisk tolkning

Datagrunnlaget har vært laboratorie- og in situ målinger av susceptibilitet samt helikoptermålinger av magnetisk totalfelt. Det er laget et magnetisk strukturkart (fig. 1). Dette inneholder informasjon om magnetiske bånd (magnetitt horisonter innen bergartene), ganger (rette, langstrakte anomalier som er diskordant øvrige magnetiske strukturer) og kontakter (representerer intrusjoner eller større metamorfe komplekser). I tillegg er elektromagnetiske ledere trukket opp. Kartet gir god informasjon angående bergartenes strøkretninger.

Det er laget frekvensdiagrammer over susceptibilitet (fig. 2). Disse brukes til å korrelere det geofysiske bilde til geologien.

Diagrammet nederst i figuren viser en komatiitt i Bakkilvarre f.m. (Nest øverste f.m. i Karasjok gr.st.belte, se fig. 6). Fordeling er smal med et paramagnetisk middel. Denne bergarten vil gi et homogent lavmagnetisk bilde. Øverste diagram viser en hornblendegneis innen Gåssjåka f.m. (Migmatitten som tektonostratigrafisk ligger over Karasjok gr.st.belte). Diagrammet viser en flermodal fordeling. Bergarten vil gi et båndet magnetisk bilde.

Magnetiske modellberegninger (fig. 3) er foretatt og resultatet angående de magnetiske båndes bredde og fall er påtegnet det magnetiske strukturkartet. Modellen har god tilpasning til datakurva og den gir god informasjon om lagflatenes fall. Disse modellberegningene er med på å gi et tredimensjonalt bilde av geologien.

#### Dislokasjonstolkning

Disse er basert på følgende magnetiske kriterier: 1) Lineære avbrudd i anomalimønstre 2) Forskyvning av karakteristiske anomalier 3) Lineære gradienter 4) Lineære diskordante minima (oksydering av magnetitt i sprekkesoner). I tillegg er det gjort en topografisk lineamentstolkning. De preliminnære indikasjoner er sjekket i felt med VLF-målinger. (Forholdsvise god ledningsevne i sprekkesoner).

Fig. 4 viser resultatet av denne dislokasjonstolkninga. Av figuren ser man at to retninger (NØ-SV og NNW-SSØ) er fremtredende og beskriver en regional trend.

### Gravimetrisk tolkning

Datagrunnlaget har vært gravimetriske bakkemålinger og tetthetsmålinger av innsamlede stuffer. Frekvensdiagrammer over tetthet er laget, fig. 5. Disse brukes til å korrelere det gravimetriske bilde med geologien. Nederste diagram viser en amfibolitt med et middel omkring  $3050 \text{ kg/m}^3$ . Denne vil gi en positiv tyngdeanomali i forhold til gneisen i øverste diagram som har et middel omkring  $2650 \text{ kg/m}^3$ . Det er da forutsatt lik mektighet.

Verdiene fra disse diagrammene brukes i gravimetrisk modellberegning, fig. 6. Profilets beliggenhet er vist i fig. 8. Formasjonenes utstrekning på overflata er delvis tatt ut ifra magnetiske karakteristiskå og delvis tatt ut ifra M. Oftens foreløpige berggrunnskart. Lagflatenes fall i overflaten er tatt fra de magnetiske modellberegningene der dette har vært mulig. Modellen viser god tilpasning til datakurven og gir derfor gode indikasjon på de enkelte enheters utstrekning mot dypet.

### Tolkning av foldestrukturer

Denne er både basert på magnetiske og gravimetriske kriterier. Langstrakte positive tyngdeanomali tolkes som større nedsynkninger (synformer) av gr.st.beltet (overliggende tyngre f.m. blir mektigere). Langstrakte negative tyngdeanomali tolkes som oppdominger (antiformer) av gr.st.beltet. De magnetiske horison- ters fall og utsnitt på overflaten gir grunnlag for en magnetisk tolkning av foldakser.

Resultatet av tolkninga er vist i fig. 7. Kartet viser to kryssende foldesystemer med foldakser henholdsvis mot NNØ og mot VNV. Foldeaksene tolket fra magnetiske kriterier er i hovedsak parallelle med de gravimetrisk tolkede. De magnetiske tolkede viser ofte mer lokale folder og de anses som parasittfolder i

forbindelse med de større strukturerne tolket ut ifra gravimetriske kriterier.

### Vurdering av interessante strukturer med tanke på gullmineralisering

Karasjok-området geologi er svært lik de forhold man har i sammenheng med gr.steins relaterte gullforekomster i Syd-Afrika. Den teoretiske malmodell jeg presenterer er derfor i stor grad basert på modeller som er foreslått for de Syd-Afrikanske gullforekomstene.

- Teoretisk malmodell:
- 1) Kilde: komatiitter
  - 2) Transportmedium:
    - a) Metamorfe løsninger
    - b) Væsker fra sure intrusjoner
  - 3) Energikilde:
    - a) Termisk gradient forårsaket av migmatitt overskyvningen
    - b) Sure intrusjoner
  - 4) Utfellingsmekanismer:
    - a) Kjemisk felle (Jernfm.)
    - b) Strukturell felle (forkastninger)

Når modellen overføres på det aktuelle område vil jeg trekke fram komatiittbassenget NØ for Aibmejavri som en mulig kilde. Dette har stor utstrekning på overflaten. Et større homogent lavmagnetisk område antyder dette. Komatiittkroppen har i tillegg stor utstrekning mot dypet, noe som vises ved en større positiv tyngdeanomali. I fig. 6 er legemet modellert til en vertikal mektighet 3-4 km.

Migmatitten i øst gir opphav til et transportmedium (vann fra amfibolitt ved  $T > 500^{\circ}\text{C}$ ). Samtidig virker den som en energikilde med negativ termisk gradient mot vest.

På kartbladet Galmatsgaidi er det kartlagt en større granodioritt. Denne vises geofysisk både ved et magnetisk homogent lavområde og ved en negativ tyngdeanomali. Mindre sure intrusjoner er kartlagt syd på kartbladet Bæivasgieddi.

Av mulige utfellingssteder nevnes jernformasjonene øst for Bæivasgieddi som vises ved sterke magnetiske bånd. Disse kan ha en mulig sammenheng med de alluviale gullforekomstene nær Bæivasgieddi (fig. 8). Sargejokforekomsten (fig. 8) har vært den mest produktive og er derfor den best undersøkte. Morenestudier viser at gullet i denne forekomsten er transportert fra et sted i nærheten av Aibmejavri. Dette området har flere forkastningsindikasjoner, fig. 4, samtidig som det er gunstig plassert i forhold til kilde (komatiitten nær Aibmejavri) og termisk gradient. Området bør derfor være et interessant prospekteringsmål i framtida.

#### Referanser

- Bjørlykke, H. 1966: De alluviale gullforekomster i indre Finnmark. NGU nr. 236.
- Kjølseth, T. 1985: Tolkning av geofysiske data innenfor kartblad 2033 II Galmatskai'di i Karasjok, Finnmark. Hovedoppgave for NTH.
- Midtun, R.D. 1985: Tolkning av geofysiske data innenfor kartblad 2033 III Bæivasgieddi i Karasjok, Finnmark. Hovedoppgave for NTH.
- Often, M. 1984: En oversikt over geologien i området sør for Karasjok. I "Et informasjonsmøte om Finnmarks geologi". M. Often (red.). NGU rapport 84.095, s. 37-43.
- Often, M., Hamborg, M. & Olsen, L. 1985: Gullet i Sargejåk, Karasjok; hvor kommer det fra? I "Malmgeologisk symposium. Nye malmer i Norge". Vokes, F.M. (red.), BVLI s. 50-63



Magnetisk strukturkart

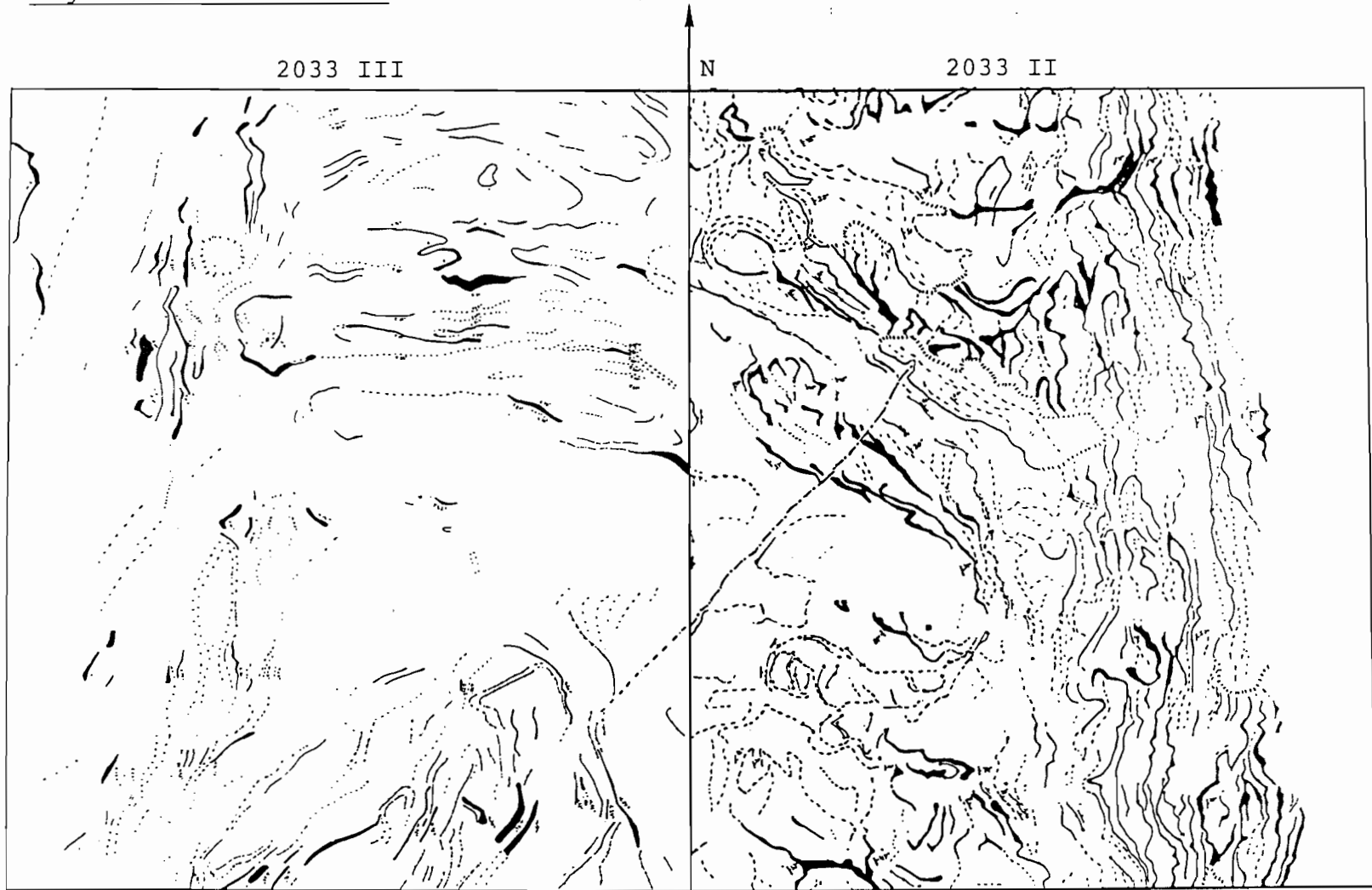


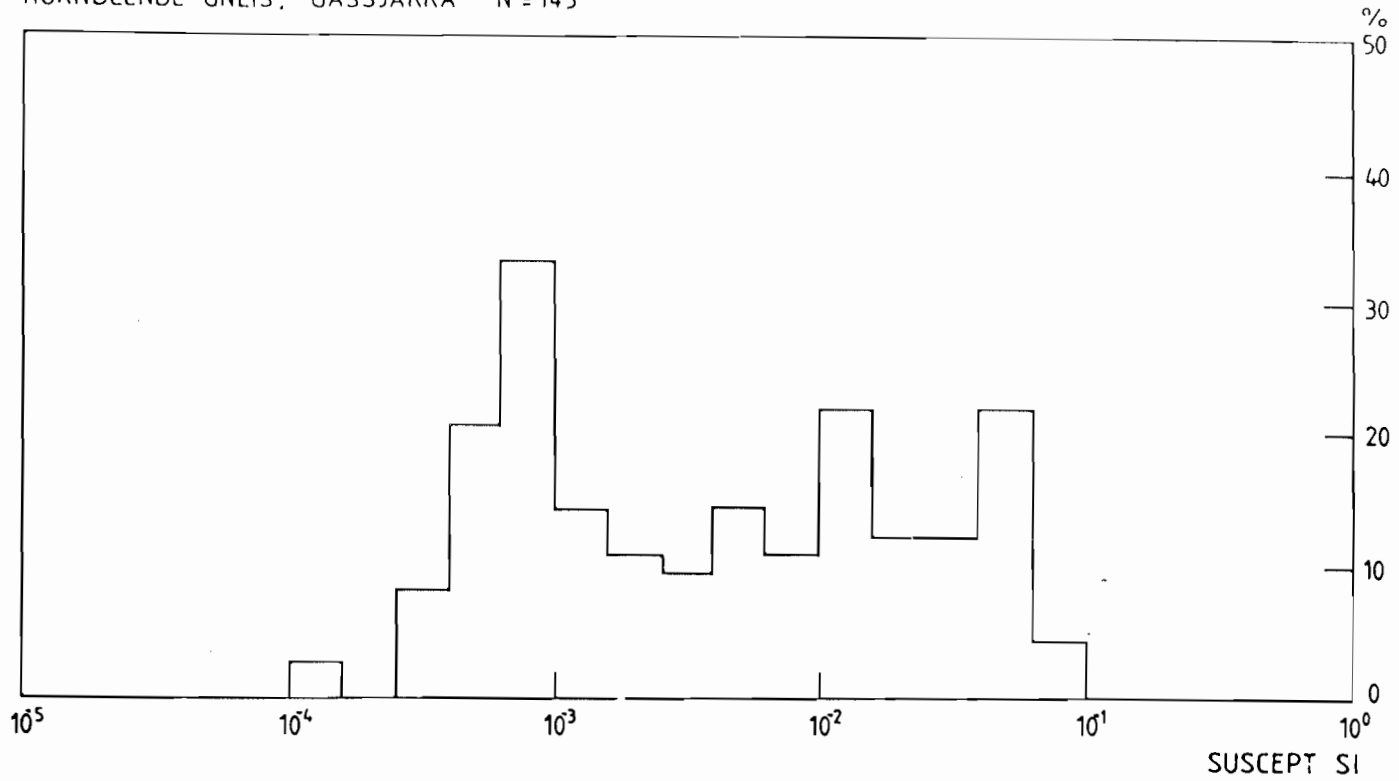
Fig. 1

Tegnforklaring

- |  |                                |  |                                  |
|--|--------------------------------|--|----------------------------------|
|  | Magnetiske bånd, overflatenære |  | Magnetisk gang                   |
|  | "-----", dype                  |  | E.M. ledere                      |
|  | "-----", diffuse               |  | VLF-ledere, bakkemålinger        |
|  | Magnetisk kontakt              |  | Strøk/fall, mag. modellberegning |
|  | "-----", diffus                |  | Strøk/fall, E.M. ledere          |
|  | "-----", diskordant            |  |                                  |

Frekvensdiagram susceptibilitet

HORNBLLENDE-GNEIS, GÅSSJÄKKA N=145



KOMATIITT, BAKKILVARRE N=175

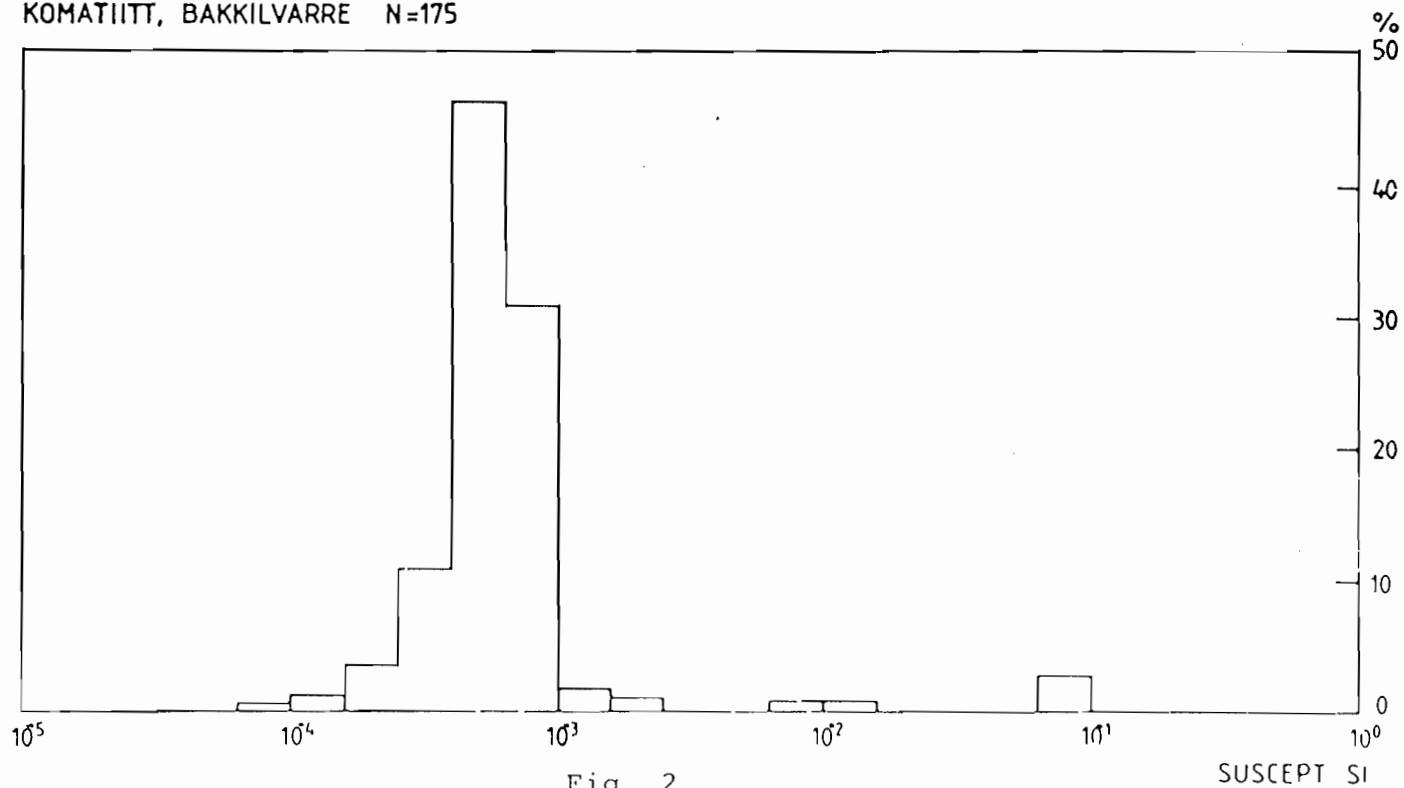


Fig. 2

Magnetisk modellberegning

METERS

N  
Z  
D  
S  
J  
D  
S

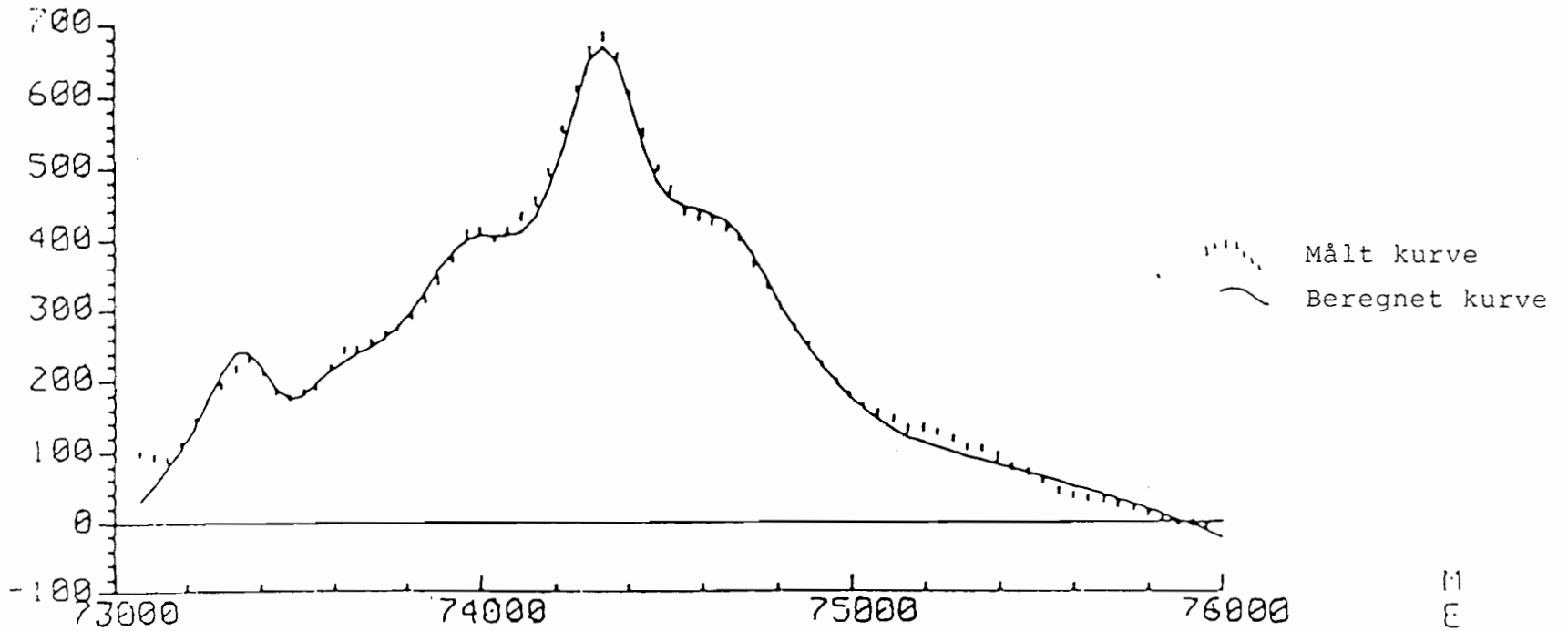
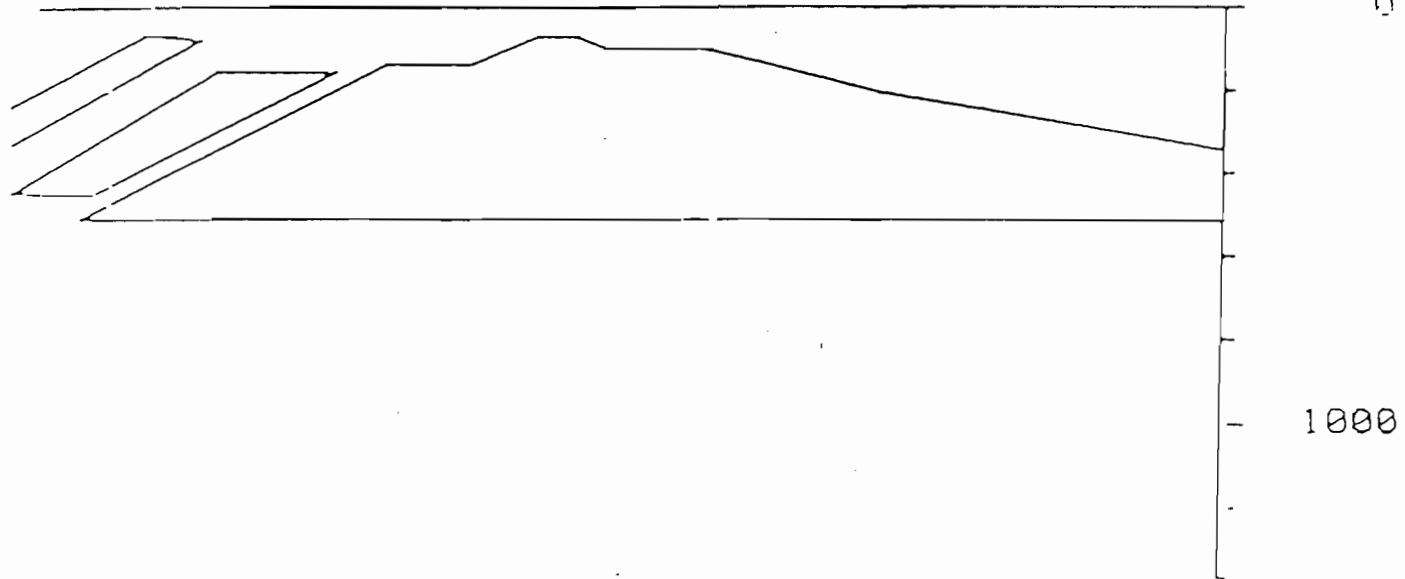


Fig. 3



Dislokasjonskart

2033 III

N

2033 II

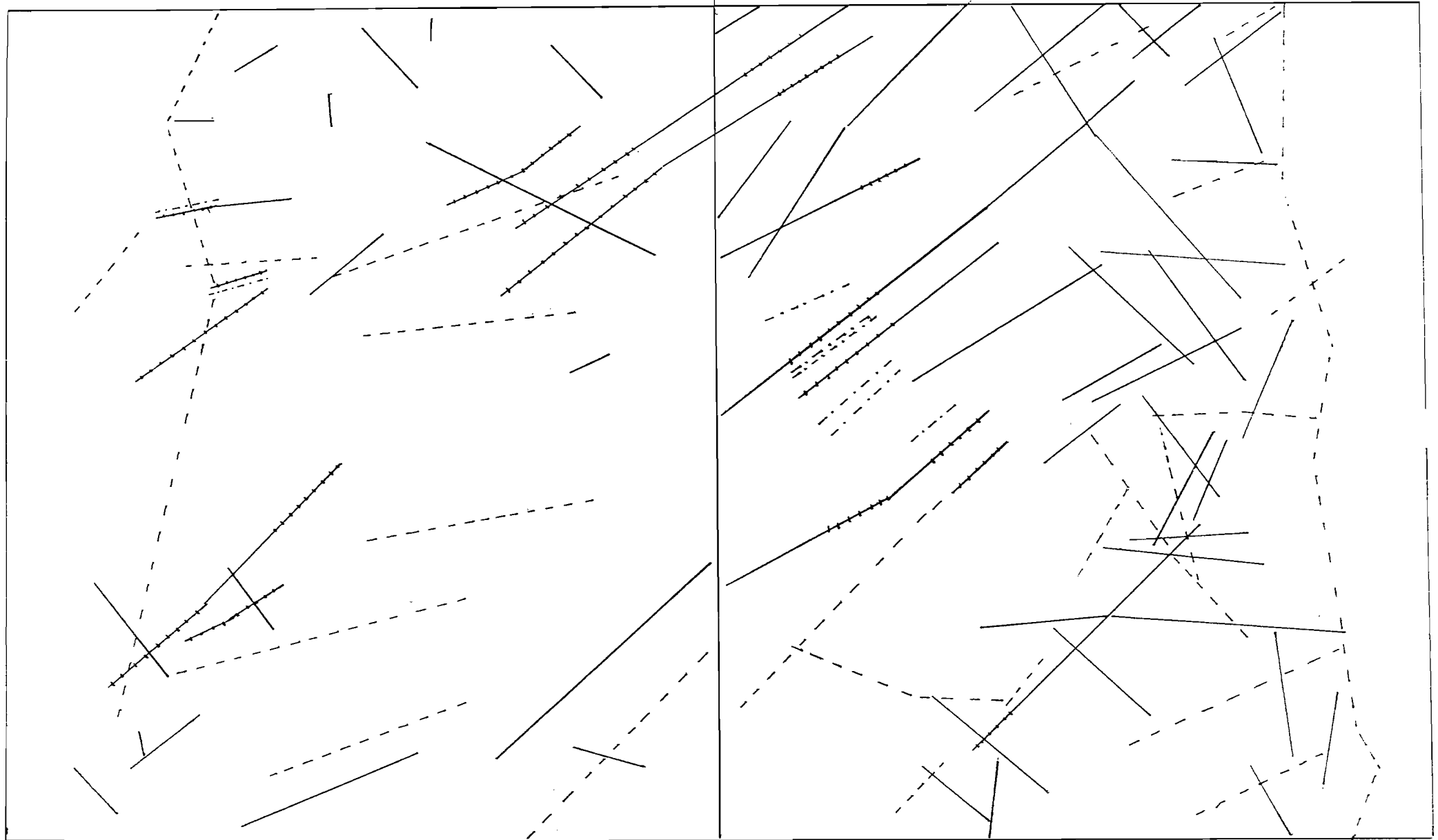


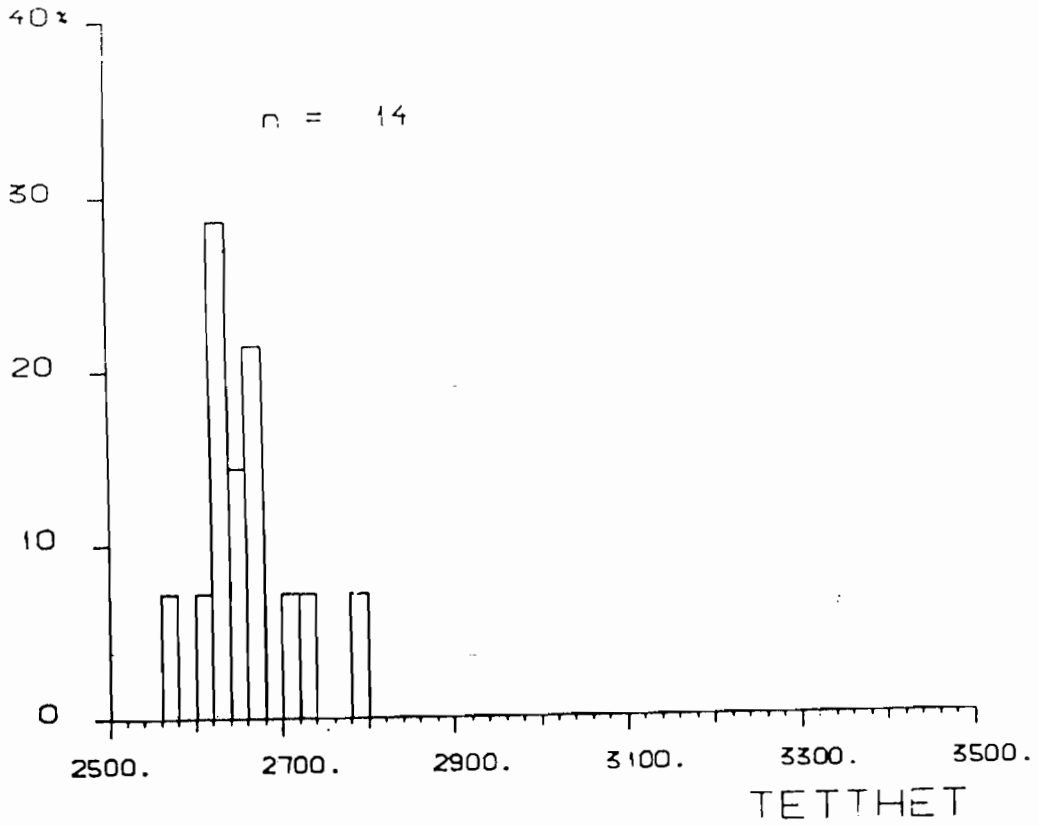
Fig. 4

35

Tegnforklaring

- Magnetiske indikasjoner
- Mag. og VLF-bakkemålingsindikasjoner
- - - - - VLF-bakkemålingsindikasjoner
- - - - - Topografiske indikasjoner

GNEIS



AMFIBOLITT

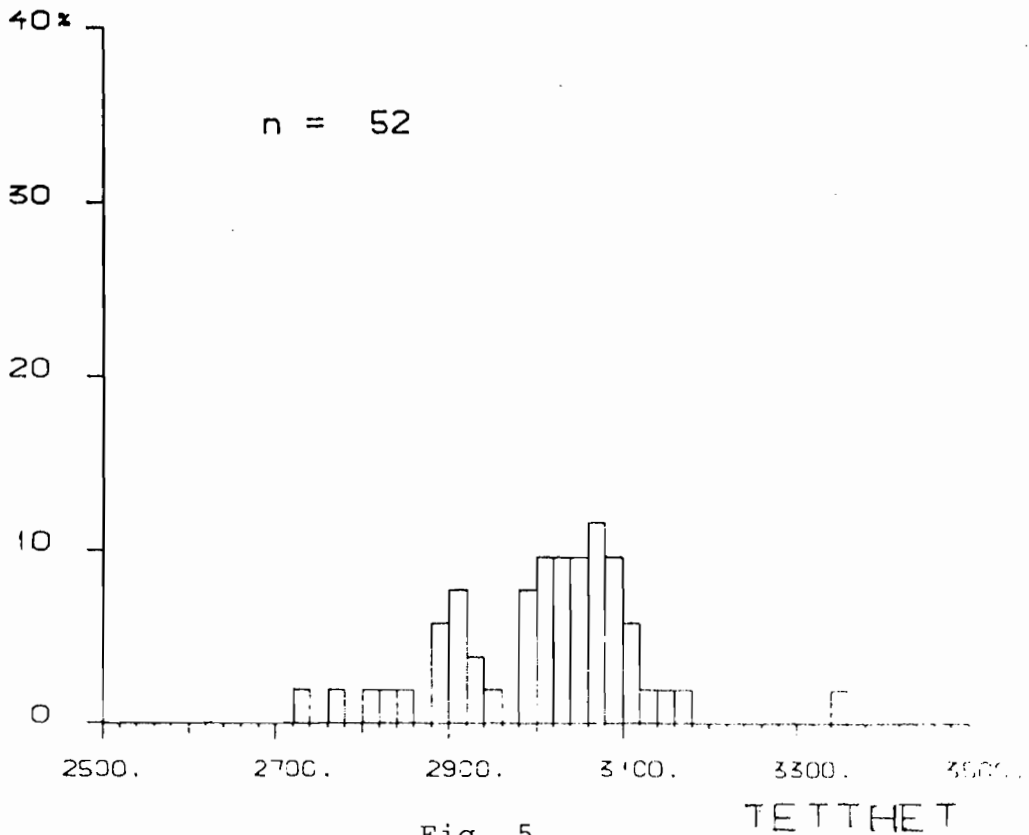
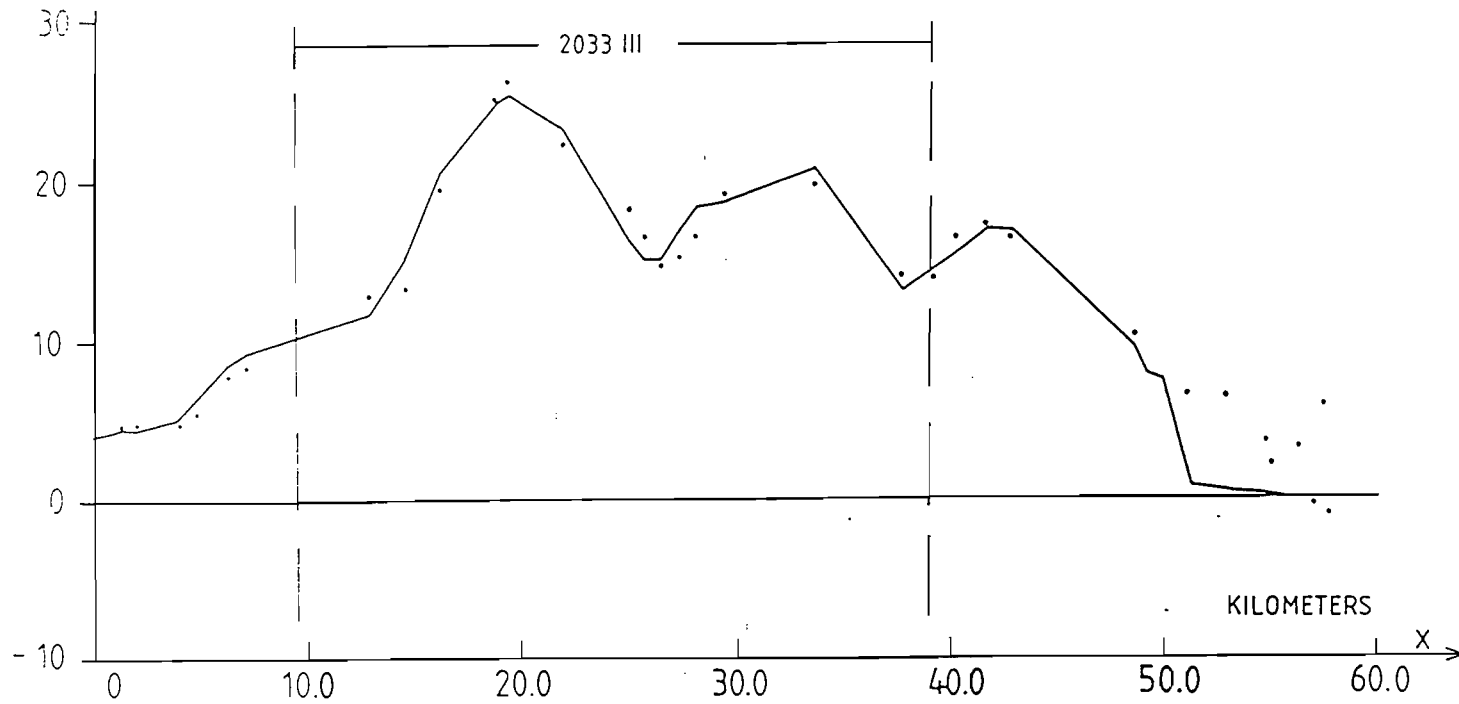


Fig. 5

# GRAVIMETRISK MODELLBEREGNING

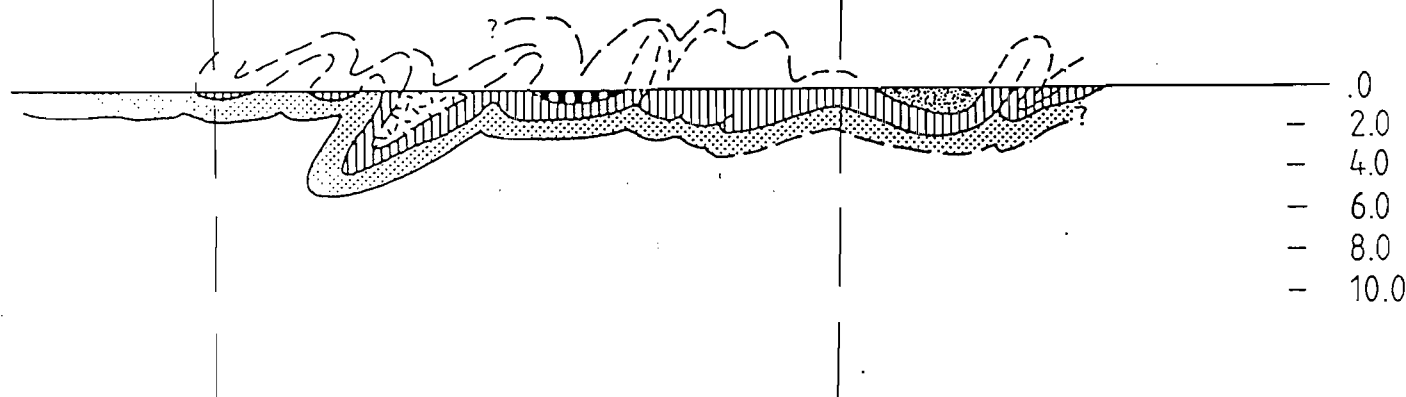


· · · · Målt kurve  
 ———— Beregnet kurve

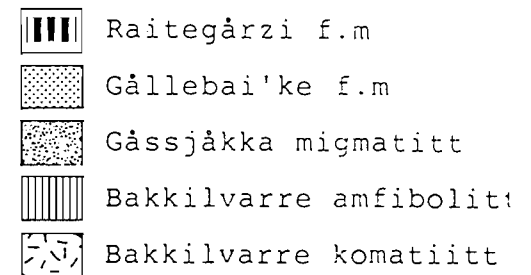
## Tetthet



## GEOLOGISK MODELL



## Geologisk enhet



Foldestrukturer

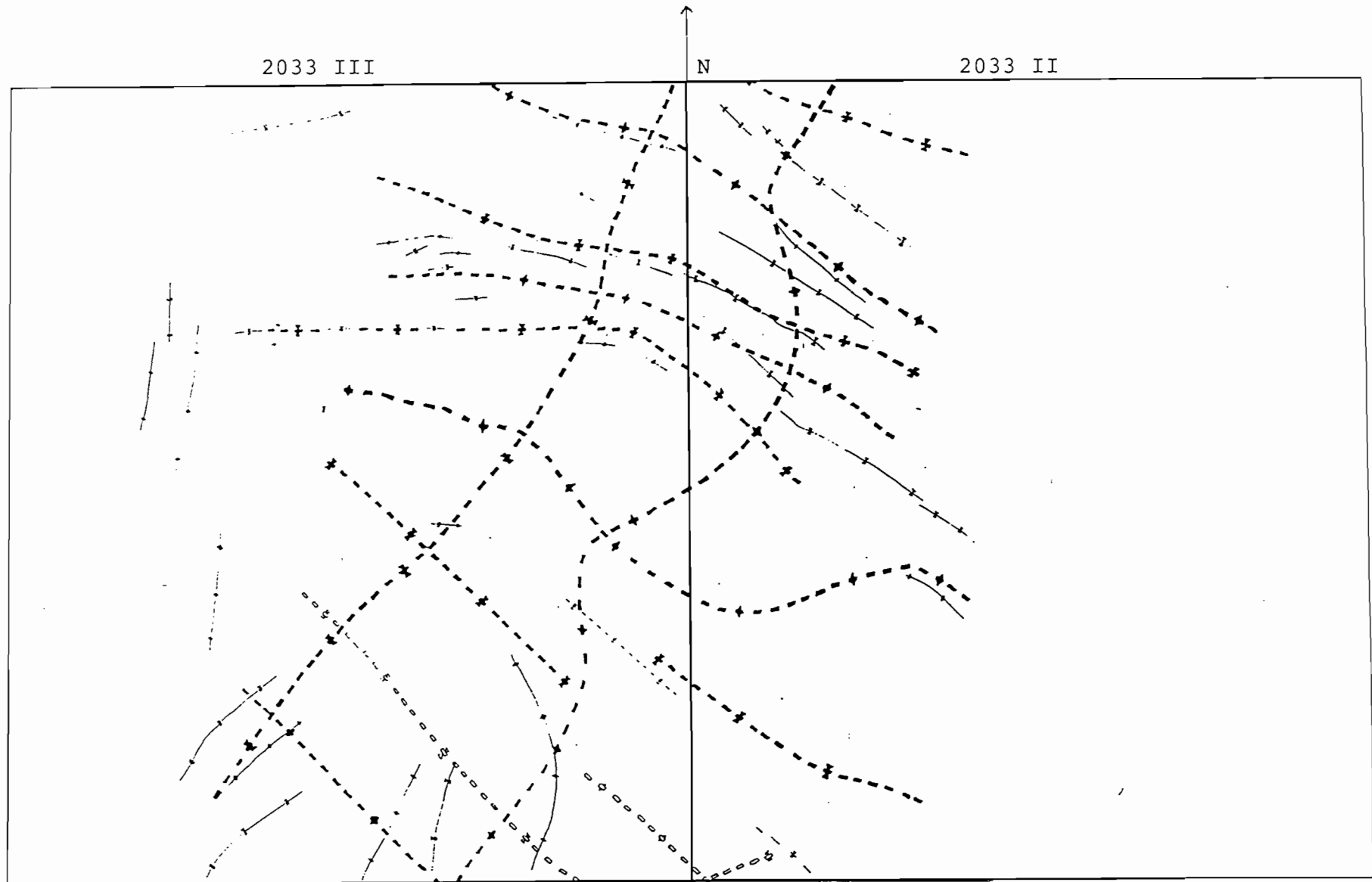
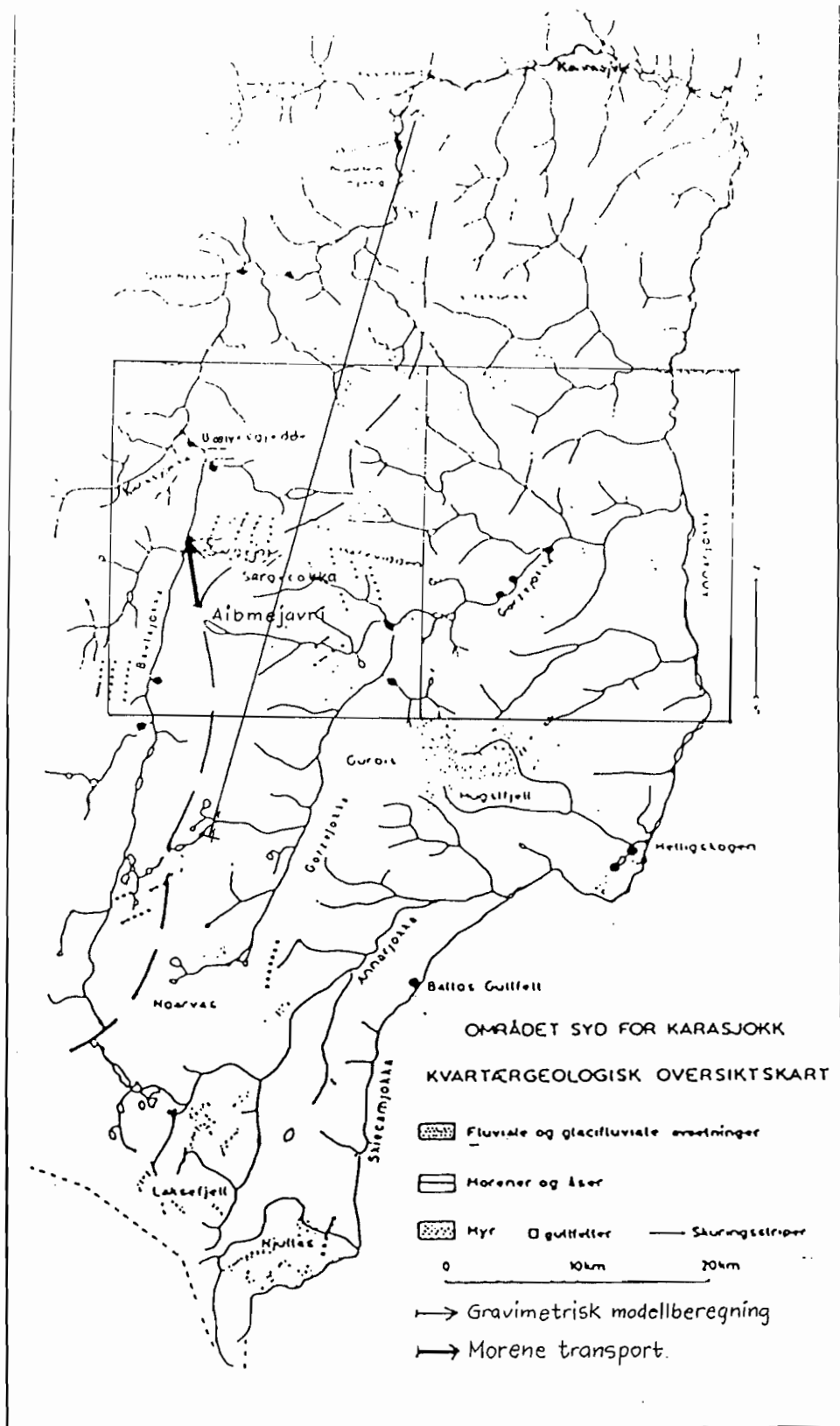


Fig. 7

Tegnforklaring

- |     |                                 |       |                                 |
|-----|---------------------------------|-------|---------------------------------|
| -◆- | Antiform, Gravimetrisk tolkning | —◆—   | Antiform, magnetisk tolkning    |
| □◆□ | ---"---, diffus, Grav. tolkning | --◆-- | Antiform, diffus, mag. tolkning |
| —◆— | Synform, Grav. tolkning         | —X—   | Synform, mag. tolkning          |
| □◆□ | Synform, diffus, Grav. tolkning | --X-- | Synform, diffus, mag. tolkning  |



— vanskillet

• Alluviale gull forekomster

Fig. 8 Karasjokk syd område. Dreneringsmønster og alluviale gull felter.  
(Etter H. Bjørlykke, 1966)



HOVEDTREKK VED BERGGRUNNSGEOLOGIEN PÅ VARANGERHALVØYA  
(utvidet sammendrag)

Anna Siedlecka

Innledning

Berggrunnen på Varangerhalvøya deles i to geologiske hovedregioner:

1. Tanafjord - Varangerfjordregionen. Den omfatter den sydvestlige halvdel av Varangerhalvøya og strekker seg videre vestover fra Tanaelven og nord-vestover til Digermulhalvøya. Regionen består av sedimentære bergarter av senprekambrisk til tidlig ordovicisk alder. De sedimentære lagpakken hviler med en vinkeldiskordans på det svekokarelske grunnfjellet.
2. Barentshavsregionen. Den nordøstlige halvdel av Varangerhalvøya, unntatt det nordvestlige hjørnet, utgjør denne regionen. Berggrunnen består av mektige lagpakker av senproterozoisk alder. Underlaget til disse bergartene er ikke kjent.

Trollfjord - Komagelv-bruddlinjen, en høyrehånds sidelengsforkastningszone, skiller regionene fra hverandre (Fig. 1, se også Siedlecki 1980).

Tanafjord - Varangerfjordregionen. Den sedimentære lagpakken i denne regionen er > 5000 m mektig, inklusiv den øverste, kambro-ordoviciske delen som forekommer vest for Tanafjorden. Den delen som opptrer på Varangerhalvøya er ca. 4000 m mektig, og er delt i tre grupper, Vadsøgruppen, Tanafjordgruppen og Vestertanagruppen, og flere formasjoner (se Fig. 2 og 3). Hele lagpakken består av terrigene bergarter med unntak av Grasdal- og Nyborgformasjonene som inneholder dolomitter. Det som særpreger hele lagfølgen er at (1) sedimentene ble avleiret i fluviale, deltiske og gruntmarine miljøer, (2) det finnes flere sedimentasjonsbrudd, inklusiv en markert vinkeldiskordans og (3) i Vestertanagruppen forekommer det isbreavsetninger (Fig. 1 og 5).

Barentshavsregionen. Den sedimentære lagpakken som opptrer i denne regionen er ca. 15 000 m mektig og er delt i to grupper, Barentshavsgruppen og Løkvikfjellgruppen, og i flere formasjoner (fig. 1 og 4). Begge gruppene består av terrigene avleiringer og det som særpreger lagpakken er at: (1) Barentshavsgruppen er en mektig (ca. 9 000 m) regressiv sekvens, fra submarine vifteavleiringer nederst til kystnære avsetninger øverst, (2) Løkvikfjellgruppen er en ca. 5 700 m mektig lagfølge av overveiende grunt-marint opphav, (3) det er kun et brudd i sekvensen, markert av en vinkeldiskordans mellom Barentshavs- og Løkvikfjellgruppen (Fig. 1 og 5).

Svermer av dolerittganger av to (muligens flere) ulike aldre særpreger Barentshavsregionen.

#### Korrelasjon og det geologiske hendelsesforløp

Grunnleggende for etableringen av stratigrafien i Tanafjord - Varangerfjord- og Barentshavsregionen var: (1) litostratigrafi (Reading 1965, Siedlecka & Siedlecki 1967, 1971, Banks et al. 1974, Siedlecki & Levell 1978, Siedlecka & Edwards 1980 og andre), (2) fossilfunn (Føyn 1967, Banks 1970, Bertrand-Sarfati & Siedlecka, 1980, Vidal 1981, Vidal & Siedlecka 1983 og andre), og (3) radiometriske aldersbestemmelser (Pringle, 1973, Beckinsale et al. 1975 og andre data). Resultatene av disse undersøkelsene i begge regionene førte til den stratigrafiske korrelasjonen som er presentert i Fig. 5 (modifisert fra Vidal & Siedlecka 1983).

Paleomagnetiske og strukturgeologiske undersøkelser stadfestet at Barentshavsregionen er allohton og er blitt skjøvet på plass langs en steil, høyre-hånds sidelengsforkastning, før den kaledonske orogesen (Johnson et al. 1978, Kjode et al. 1978). Forkastningen ble deformert under kaledonske bevegelser og mest sannsynlig var Trollfjord - Komagelv-bruddlinjen aktiv også i senere tider. Det er rimelig å anta at et tidlig brudd langs denne svakhetssonen førte til dannelsen av det alloktone Barentshavs-bassenget som, ut fra de egenskaper som særpreger Barentshavsregionens lagpakker, utviklet seg vidt forskjellig fra det autoktone Tanafjord- Varangerfjord-bassenget. I det sistnevnte sedimentasjonsbassenget ble Vadsøgruppens sedimenter avleiret på det nedtærede karelske underlaget. Etter et større brudd øverst i gruppen fulgte marin sedimentasjon av Tanafjordgruppen (Fig. 6). Marin regressjon og blikking av området med helning mot nord fulgte etter,

slik at ved Varangerfjordens indre er ca. 2 000 m av lagpakken erodert bort.

Påfølgende nedising og marin transgressjon resulterte i dannelsen av glasiiale og marine sedimenter, vesentlig gruntmarine med sidelengs facies og mektighetsforandringer og med både erosjons- og avsetningsfrie gap (Fig. 5 og 6). Tilnærmelsesvis samtidig ble Barentshavsforkastningsbassenget dannet i det fjerne og fylt med Barentshavsgruppens sedimenter. Påfølgende bikking og erosjon førte til at > 4 000 m av lagpakken ble erodert. En svak nedsynkning av det nedtærede området og en transgresjon fulgte etter (Fig. 7). Under den påfølgende sidelengstransporten av Barentshavsblokken og dens sidestilling med Tanafjord - Varangerfjordbassenget ble muligens mesteparten av dolerittgangene dannet. Begge regionene ble så deformert og deres sedimentære bergarter delvis svakt metamorfosert under den finnmarkske deformasjonsfasen (Roberts 1972, Sturt et al. 1975, Taylor & Pickering 1981). Deformasjonsgraden avtar betydelig i syd-østlig retning.

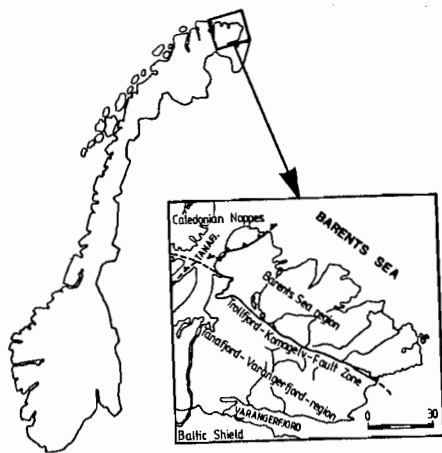
## Litteraturliste

- Banks, N.L., 1970: Trace fossils from the late Precambrian and Lower Cambrian of Finnmark, Norway. In Crimes, T.P. and Harper, J.C (eds.) Trace Fossils. Geol. J. Spec. Issue 3, 19-34.
- Banks, N.L., Hobday, D.K., Reading, H.G. & Taylor, P.N. 1974: Stratigraphy of the Late Precambrian 'Older Sandstone Series' of the Varnagerfjord area, Finnmark. Nor. geol. unders. 303, 1-15.
- Beckinsale, R.D., Reading, H.G. & Rex, D.C., 1975: Potassium-argon ages for basic dykes from East Finnmark: stratigraphical and structural implications. Scott, J. geol. 12 (1), 51-65.
- Bertrand-Sarfati, J. & Siedlecka, A., 1980: Columnar stromatolites of the terminal Precambrian Prsanger Dolomite and Grasdal Formation of Finnmark, north Norway. Norsk Geol. Tidsskr. 60, 1-27.
- Føyn, S., 1967: Dividal-gruppen ('Hyalithus-sonen') i Finnmark og dens forhold til de eokamrisk-kambriske formasjoner. (Summary: The Dividal Group ('The Hyolithus Zone') in Finnmark and its relations to the Eocambrian-Cambrian formations). Nor. geol. unders. 249, 1-84.
- Johnson, H.D., Levell, B.K. & Siedlecki, S., 1978: Late Precambrian sedimentary rocks in east Finnmark, north Norway and their relationship to the Trollfjord-Komagelv Fault. J. Geol. Soc. London 135, 517-533.
- Kjøde, J., Storetvedt, K.M., Roberts, D. & Gidskehaug, A., 1978: Palaeomagnetic evidence for large-scale dextral movement along the Trollfjord-Komagelv Fault, Finnmark, north Norway. Phys. Earth Planet. Inter. 16, 132-144.
- Pringle, I.R., 1973: Rb-Sr Age Determination on Shale Horizons associated with the Varanger Ice Age. Geol. Mag. 109, 456-472.
- Reading, H.G., 1965: Eocambrian and Lower Palaeozoic geology of the Digermul Peninsula, Tanafjord, Finnmark. Nor. geol. unders. 234, 167-191.

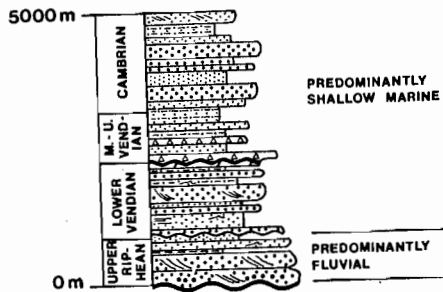
- Roberts, D., 1972: Tectonic Deformation in the Barents Sea Region of Varanger Peninsula, Finnmark. *Nor. geol. unders.* 282, 1-39.
- Siedlecka, A., 1972: Kongsfjord Formation - a late Precambrian flysch sequence from the Varanger Peninsula, Finnmark. *Nor. geol. unders.* 278, 41-80.
- Siedlecka, A., 1985: Development of the Upper Proterozoic sedimentary basins of the Varanger Peninsula, East Finnmark, North Norway. *Geol. Survey of Finland Bull.* 331, 175-185.
- Siedlecka, A. & Edwards, M.B., 1980: Lithostratigraphy and sedimentation of the Riphean Båsnæring Formation, Varanger Peninsula, North Norway. *Nor. geol. unders.* 355, 27-47.
- Siedlecka, A. & Siedlecki, S., 1967: Some new aspects of the geology of Varanger Peninsula (Northern Norway). *Nor. geol. unders.* 247, 288-306.
- Siedlecka, A. & Siedlecki, S. 1971: Late Precambrian sedimentary rocks of the Tanafjord-Varangerfjord region of Varanger Peninsula, Northern Norway. *Nor. geol. unders.* 269, 246-194.
- Siedlecki, S., 1980: Geologisk kart over Norge, berggrunnskart VADSØ - M 1:250 000. *Nor. geol. unders.*
- Siedlecki, S. & Levell, B.K., 1978: Lithostratigraphy of the Late Precambrian Løkvikfjell Group on Varanger Peninsula, East Finnmark, North Norway. *Nor. geol. unders.* 343, 73-85.
- Sturt, B.A., Pringle, I.R. & Roberts, D., 1975: Caledonian nappe sequence of Finnmark, Northern Norway, and the timing of the orogenic deformation and metamorphism. *Geol. Soc. Am. Bull.* 86, 710-718.
- Taylor, P.N. & Pickering, K.T., 1981: Rb-Sr Isotopic Age Determination on the late Precambrian Kongsfjord Formation and the timing of Compressional Deformation in the Barents Sea Group, East Finnmark. *Nor. geol. unders.* 367, 105-110.

Vidal, G., 1981: Micropaleontology and biostratigraphy of the Upper Proterozoic and Lower Cambrian sequence in East Finnmark, northern Norway. *Nor. geol. unders.* 362, 1-53.

Vidal, G. & Siedlecka, A., 1983: Planktonic, acid-resistant microfossils from the Upper Proterozoic strata of the Barents Sea Region of Varanger Peninsula, East Finnmark, Northern Norway. *Nor. geol. unders.* 382, 45-79.



**TANAFJORD -  
VARANGERFJORD REGION**



**BARENTS SEA REGION**

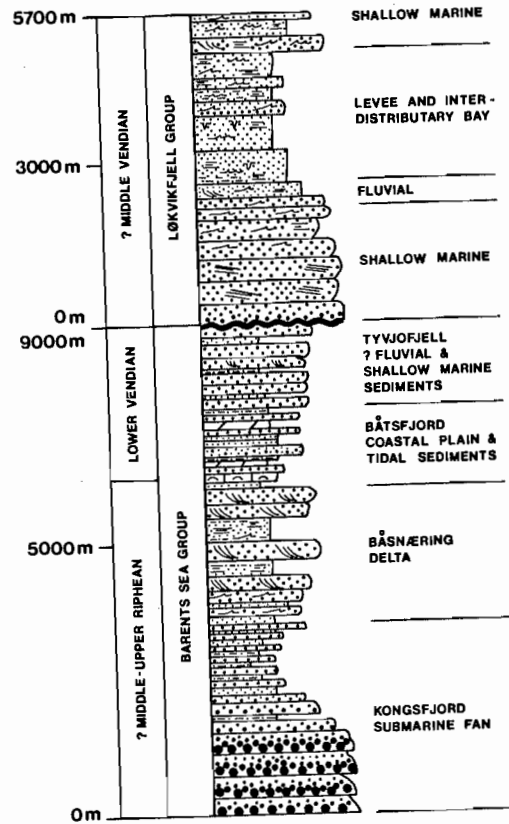


Fig.1. Sedimentære lagpakker i Tanafjord-Varangerfjordregionen og Barentshavsregionen og tolkning av deres avsetningsmiljøer (fra Siedlecka, 1985)

Litostratigrafi av Tanafjordgruppen og Vadsøgruppen i Tanafjord-Varangerfjord regionen (hovedsakelig etter Siedlecka og Siedlecki, 1971 og Banks et al. 1974).

Alder		Litostratigrafiske enheter og deres mektigheter	
V E N D I U M	T A N A F J O R D G R U P P E N, 1 4 4 8 - 1 6 6 5 m	Grasdalformasjonen, 280 m	Øvre leddet
			Undre leddet
		Hanglečærroformasjonen, 200 m	
		Vaggeformasjonen, 80 m	
		Gamasfjellformasjonen, 280-300 m	
		Dakkovarreforasjonen 273-350 m	Jernholdig sandsteinleddet, 130 m
			"k"leddet 62 m "j"leddet 46 m "i"leddet 35 m
			Kvartsittisk sandsteinsleddet, 60-80 m
		Stangenesformasjonen, 205-255 m	
		Grønnesformasjonen, 130-200 m	
R I F E I K U M	V A D S Ø G R U P P E N, 5 9 0 - 9 6 0 m	Ekkerøyformasjonen, 15-190 m	
		Galneselvfformasjonen, 50-135 m	
		Paddebyformasjonen, 25-120 m	
		Andersbyformasjonen, 25-40 m	
		Fuglebergformasjonen, 125 m	
		Klubbnesformasjonen, 50 m	
		Veidnesbotnformasjonen, 300 m	

Fig.2



Litostratigrafi av Digemulgruppen og Vestertanagruppen i Tanafjord-Varangerfjord regionen (etter Reading 1965).

Alder		Litostratigrafiske enheter og deres mektigheter	
V E N D I U M - K A M B R I U M - N E D R E O R D O V I C I U M	DIGERMULGRUPPEN, 1510 - 1555 m	Berlogaissaformasjonen, 300 m	
		Kistedalformasjonen, 710-735 m	Gråkvartsittledet, 200 m
			Svartskiferledet, 200 m
			Svartkvartsittledet, 10-35 m
			Sandstein- og skiferledet, 200 m
			Kvartsitt- og skiferledet, 100 m
		Duolbasgaissaformasjonen, 500-520 m	Tykkbenket kvartsittledet, 300 m
		Tynnbenket kvartsittledet, 200-220 m	
	VESTERTANAGRUPPEN, 1317 - 1655 m	Breivikformasjonen, 600 m	
		Stappogieddeformasjonen, 505-545 m	Manndraperelevledet, 190 m
			Innerelvledet, 275 m
			Lillevatnledet 40-80 m
		Mortensnesformasjonen, 10-60 m	
	Nyborgformasjonen, 200-400 m		
Smalfjordformasjonen, 2-50 m			

Fig.3

Litostratigrafi av Løvikfjellgruppen og Barentshavsgruppen i Barentshavsregionen (etter Siedlecka 1978 og upubl., Siedlecka & Edwards 1980, Siedlecka & Siedlecki 1967, Siedlecki & Levell 1978).

Alder		Litostratigrafiske enheter og deres mektigheter	
R I F E I K U M - V E N D I U M ?	LØKVIKFJELLGRUPPEN, 5710-5810 m	Skidnefjellformasjonen, > 800 m	
		Stordalselvformasjonen, 1200 m	
		Skjærgårdnesformasjonen, 210 m	
		Styretformasjonen, 1500-1600 m	
		Sandfjordformasjonen, 2000 m	
	BARENTSHAVGRUPPEN, 8900 - > 10000 m	Tyvjofjellformasjonen, 1500 m	
		Båtsfjordformasjonen, 1400-1600 m	Skovikleddet, 1100-1300 m Annijokkaleddet, 300 m
		Båsnæringformasjonen, 2500-3500 m	Hestmannleddet, 600-1300 m
			Godkeilaleddet, 490-1450 m
			Segloddeleddet, 100-350 m
		Næringseleddet, 500-1200 m	
	Kongsfjordformasjonen, > 3500 m		

Fig. 4

	BARENTSHAVS- REGIONEN	TANAFJORD- VARANGERFJORDR.
KAM- BRIUM	? ?	BREIVIK OG STAPPO- GIEDDE- FORM.
ØVRE VENDIUM VARANGERIUM	LØKVIK- FJELL- GRUPPEN > 640	MORTENSNESFM.
	? ? ? ?	NYBORGFM. 653 ± 7
		SMALFJORDFM.
NEDRE VENDIUM	TYVJØ- FJELLFM. (KRONO- STRATIGRA- FISK STILLING USIKKER)	TANAFJORDGR. GF HF VAF GAF DAF STF GRF
	BÅTSFJORD- FORM.	EKKERØYFM.
ØVRE 'RIFEIKUM'	BARENTSHAVSGRUPPEN	VADSØGRUPPEN
	BÅSNÆRING- FORM.	GOLNESELVFM.
	KONGSFJORD- FORM. 810 ± 19	PADDEBY- FM.
	?	ANDERSBYFM.
		FUGLEBERGFM.
		KLUBBNESFM. 807 ± 19
		VEINESBOTNFM.

Fig.5. Korrelasjon mellom lagrekker i Barentshavsregionen og Tanafjord-Varangerfjordregionen (etter Vidal & Siedleka, med modifikasjoner). GRF-Grønnesfm., STF-Stangenesfm., DAF-Dakkovarrefm., GAF-Gammasfjellfm., VAF-Vaggef., HF-Hanglečerrof., GR-Grasdalfm.

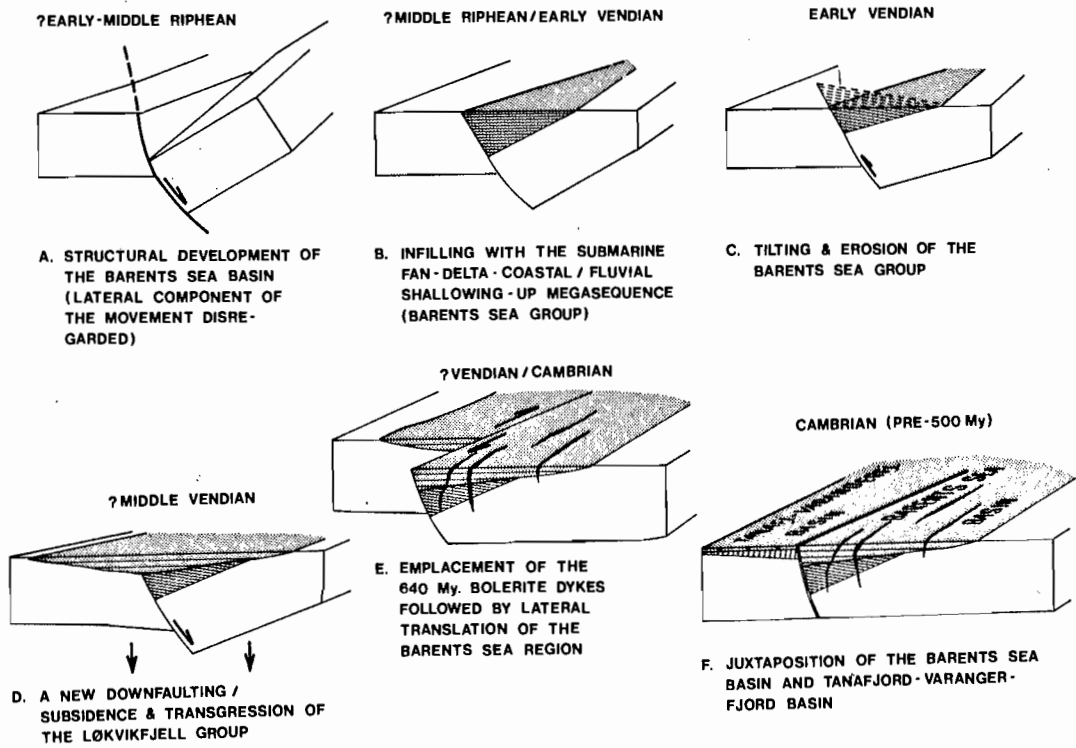


Fig.7. Hendelsesforløpet under dannelsen av Barentshavsgruppen og Løkvikfjellgruppen og skyvning av Barentshavsregionen til dens sidestilling med Tanafjord-Varangerfjord regionene (fra Siedlecka, 1985).

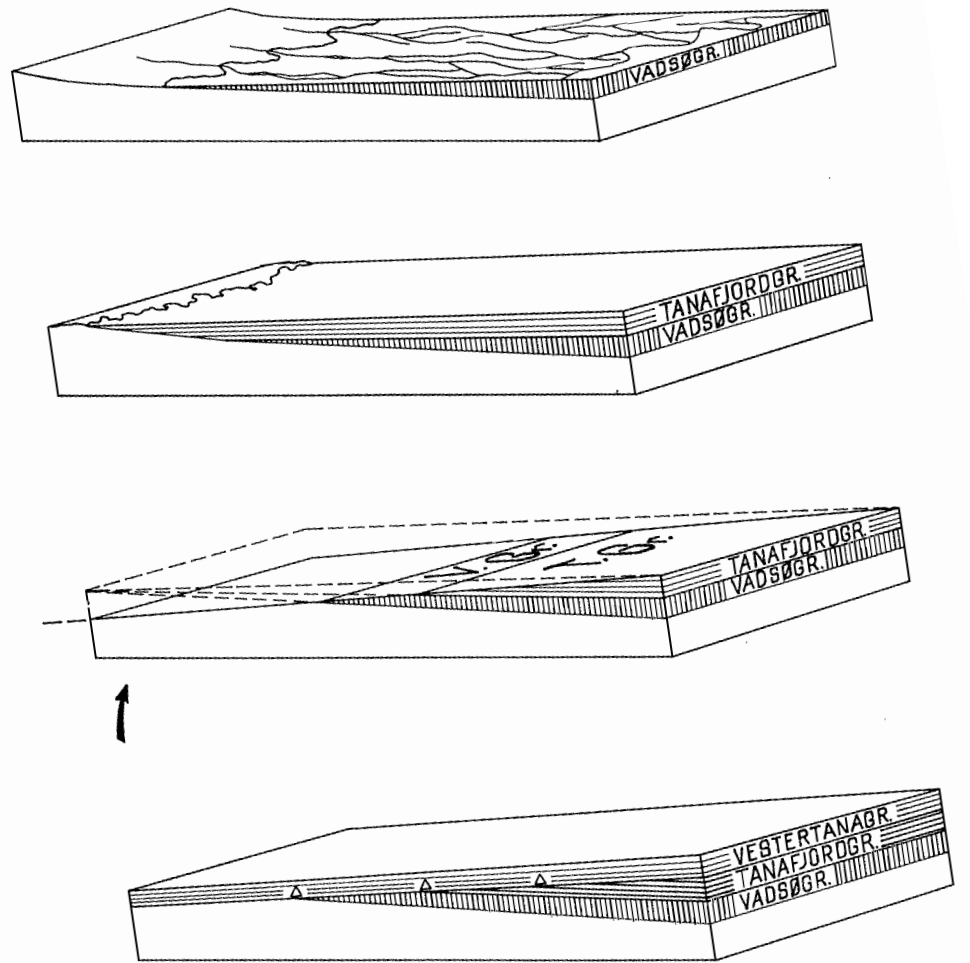


Fig.6. Dannelsen av lagpakker i Tanafjord-Varangerfjordregionen

## GEOKJEMISKE UNDERSØKELSER AV BEKKESEDIMENTER PÅ VARANGERHALVØYA

Kari Sand

Bekkesedimenter innsamlet i Nordkalottprosjektets regi viser høye Ba-verdier på nordsida av Varangerhalvøya. På grunnlag av dette etablerte NGU og Statoil et samarbeidsprosjekt "Baryttleting i Finnmark". Sist sommer ble det samlet inn ca. 300 bekkesedimenter fra nordsida av Varangerhalvøya. Prøvetettheten varierte mellom 0.1 til 2 prøver pr. km<sup>2</sup>. Bekkesedimentenes grovfraksjon (-600 + 180 um) ble tungmineralseparert (sp.v. >2.96) og analysert ved røntgenfluorescense (XRF), mens finfraksjonen (<180 um) ble analysert ved plasm-spektrometri (ICP).

Bekkesedimentenes finfraksjon ble analysert på syreløselig barium, mens totalinnholdet av barium ble bestemt i tungmineralfraksjonen. Gjennomsnittsverdiene for hele det undersøkte området er henholdsvis 100 ppm Ba i finfraksjon og 1000 ppm Ba i tungmineralfraksjonen. I Båtsfjord-formasjonens bergarter er det påvist tynne årer av barytt, kvarts og kalkspat (Schönwandt et al. 1985). Prøver av bekkesedimenter innsamlet i disse bergartene inneholder bariumverdier mellom 100 og 400 ppm Ba i finfraksjonen, mens bariumverdiene i tungmineralfraksjonen varierer mellom 1000 og 6000 ppm Ba. Det er antatt at funnene av baryttårer i disse bergartene forklarer Ba-anomaliene i dette området. I sted xx er barytt observert i årer av kvarts og kalkspat, som "sprekkebelegg" og som sement i sandstein (Sandstad 1985). Innholdet av barium varierer fra 0.16 til 0.23% Ba i finfraksjonen, mens bariuminnholdet i tungmineralfraksjonen er mellom 5 og 25 % Ba.

Innholdet av de undersøkte elementer er vanligvis anrika i sted xx. Spredningsdiagram mellom S og Ba i tungmineralfraksjonen viser en meget god korrelasjon ved høye Ba-verdier. Dette tyder på tilstedeværelse av barytt i bekkesedimentene fra sted xx.

Mineralinnholdet i bekkesedimentenes fin- og grovfraksjon er bestemt ved hjelp av røntgendiffraksjon (XRD). Hovedmineralene er kvarts, feltspat, kloritt og glimmer, mens granat, magnetitt og amfibol stedvis opptrer.

Innholdet av tungmineraler fra sted xx er også bestemt ved hjelp av XRD, samt ved undersøkelser i binokularet. Prøvene består hovedsakelig av barytt (20 til 40%) og jernoksyd-hydroksyder. I tillegg opptrer varierende mengder av granat, K-feltspat, albitt, kvarts og amfibol. Aksessoriske mineraler er epidot, zircon, apatitt, rutil og enkelte sulfider.

I bekkesedimentene er det observert opptil 2 mm store baryttkorn. Disse er melkehvite til gjennomskinnelige og har en kornform som vanligvis er kantrunda. I enkelte korn sees baryttens sidebergart (slamstein/leirskifer). Barytt har en hardhet lik 3 - 3.5 og vil lett knuses ned til finere fraksjoner ved erosjon. Baryttens kornform tyder på at det har vært en relativt kort transport av disse korna.

Det høye bariuminnholdet i bekkesedimentene fra sted xx skyldes tilstedeværelsen av mineralet barytt. Ba-verdiene er imidlertid så høye at de ikke kan forklares ved det som hittil er funnet av barytt.

#### Referanser

Sandstad, J.S., 1985. Geologisk feltrapport fra baryttundersøkelsene i Finnmark i 1985. NGU-rapport 85.195, 24 s.

Schönwandt, H.K., Mayoh, P. & Erfurt, P., 1985. Notat vedrørende baryttproblematikken på den nordlige halvdel af Varanger Halvøen. NGU-rapport 86.024, 9 s.

## Barytt-leting i Finnmark - muligheter for baryttforekomster og regionale sammenligninger.

Jan Sverre Sandstad, Norges geologiske undersøkelse  
Hans Kristian Schönwandt, Århus Univerisitet

De geologiske undersøkelsene og funn av barytt som er gjort i Finnmark vil beskrives først. Deretter er modeller for barytt-dannelsen i sedimenter på Varangerhalvøya og regionale sammenligninger presentert.

Regional geokjemisk kartlegging innen Nordkalottprosjektet har påvist en ny barium-provins på Varangerhalvøya i Finnmark. Letingen etter barytt i Finnmark i 1984 - 1985 er derfor konsentrert om de senprekambriske sedimentære bergartene på Varangerhalvøya. I tillegg er undersøkelser også gjort i tilsvarende lav-metamorfe sedimenter og i kaledonsk overskjøvnne meta-sedimentære dekkebergarter i Vest-Finnmark.

I de lav-metamorfe sedimentene i Vest-Finnmark er barytt funnet på kvartsårer i tilknytning til tidligere kjente blyglans-mineraliseringer. Disse opptrer i sandsteiner og konglomerater i basalsonen i Dividalgruppa og tilsvarende enheter ved Gurrogaissa, Stabbursdalsvatna (Bojobæsk) og Raudfjell. Barytt er også påvist som matriks i ei breksje i dolomitt og i en svært finkornet kvartssittisk bergart som forekommer som 1 m brede mellomlag i dolomitten øverst i Bossekopgruppa.

Undersøkelsene i de kaledonske dekkebergartene har hovedsakelig bestått av regionale målinger med bærbar XRF-analysator på blotninger. Konsentrasjonen av barium i bergartene er da bestemt. De høyeste måleverdiene er registrert ved Geitvann bly-kobber (-sink) mineralisering, men barytt er foreløpig ikke påvist. Innholdet av barium ser ut til å avta oppover i stratigrafien.

Undersøkelsene på Varangerhalvøya har inntil nå vært de mest lovende. Barytt-letingen startet i 1984 i Tanafjord-Varangerfjord-regionen, i den sørvestlige kvadranten av Varangerhalvøya, på bakgrunn av analyser av den syreløselige delen av finfraksjonen til bekkesedimentene som var innsamlet av Nordkalottprosjektet. Det ble sett etter gunstige geologiske indikasjoner for dannelse av lagformete, ekshalativ-sedimentære baryttforekomster. Men tegn som viser ustabile avsetningsforhold eller hydrotermal aktivitet er ikke observert. Små mengder barytt, maksimalt 2 % i håndstykker, er påvist i ulike sandsteiner. Barytten forekommer i kvarts+karbonatårer, i sement og som inneslutninger i klastiske korn.

Feltarbeidet i 1985 ble konsentrert til Barentshav-regionen, nord for Trollfjord-Komagelv-forkastningen som deler Varangerhalvøya i



to geologiske regioner. Barytt ble funnet i ulike deler av stratigrafien, men hovedsakelig i de nedre delene av Båtsfjordformasjonen og Løkvikfjellgruppa (Fig. 1). Synsedimentære forkastninger, intraformasjonale breksjer o.l. er heller ikke observert i Barentshav-regionen. De høyeste måleverdiene med den bærbara XRF-analysatoren er registrert i en 1.5 m mektig sandsteinsbenk i nedre del av Løkvikfjellgruppa nær Trollfjord-Komagelv-forkastningen. Barytt finnes der i årer og korte uregelmessige strenger gjerne sammen med kvarts, i sement og som tilsynelatende klastiske korn i en feltspatisk sandstein. Opptil 3-4 % barytt er påvist i bergartsprøver. I Båtsfjordformasjonen er barytt hovedsakelig funnet i tynnbenkete blek røde sandsteinslag. Barytt opptrer sammen med kvarts og karbonat i årer og i sement. Årene er maksimalt få cm brede og er antatt å være tensjonssprekker. Mineralelskapene i årene tilsvarer sammensetningene i vertsbergartene.

De baryttførende sandsteinene i Båtsfjordformasjonen veksler med lag av slamstein og kalkstein. Sekvensen er av Siedlecka (1985) tolket å være avsatt på en tidevannsflate. De barium-anrikete sandsteinene opptrer i forskjellige stratigrafiske nivå over et flere km<sup>2</sup> stort område omkring Båtsfjord. De er imidlertid ikke funnet hverken lengre mot sørøst (Persfjord-Vardø området) eller i området mot nordvest (Kongsfjordelva-Margerdalen). De barium-anrikete sandsteinene forekommer dermed i den del av sekvensen hvor det er en facies-endring fra sandstein-dominert (i nordvest) til slamstein-dominert terreng (mot sørøst). Denne facies-betingete lokalisering av baryttmineraliseringene danner grunnlaget for dannelsesmodellen som er diskutert nedenfor. Den baserer seg på blanding av havvann og ferskvann.

Utfelling av barytt er hovedsakelig bestemt av oppløselighetsproduktet og er tilsynelatende ikke påvirket av organisk aktivitet eller utfelling av metastabile faser. Baryttsementen må da være et resultat av en utfelling som skyldes en blanding av to vannholdige løsninger. Den ene har tilført Ba<sup>2+</sup> og den andre SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. På en tidevannsflate (Fig. 2) vil det være naturlig å anta at havvann er den løsning som har tilført SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> og at ferskvann fra land har ført Ba<sup>2+</sup> inn i sandsteinene. Blandingssonen for disse to løsningene vil være en tidevannsflate som har lav topografi og dekker store arealer. Tidevannsstrømmer, naturlige endringer i ferskvannstilførselen p.g.a sesongvariasjoner og/eller endringer i dreneringsmønsteret vil bidra til at blandingssonen blir stor. Under disse forhold vil barytt utfelles og litifiserer sandsteinen. Baryttmineraliseringen vil få en lagbundet karakter. De mest sandholdige facies på tidevannsflaten representerer en proximal posisjon i forhold til land, mens de slamstein-dominerte facies har en distal posisjon. Begge disse områder vil være dominert av kun en vannholdig løsning og utfelling av barytt vil da være minimal. Dette er i samsvar med at den baryttførende sandsteinen ikke er påvist i disse facies-områder.

Baryttmineraliseringene i nærheten av Trollfjord-Komagelv-forkastningen kan ha to årsaker:

1. Remobilisering av baryttsement fra sandsteinen på tilsvarende måte som i tensjonssprekkene i den barium-anrikete sandsteinen.
2. Hydrotermal mineralisering i forbindelse med denne megastruktur.

Hvis det siste tilfellet er riktig, kan mineraliseringene langs Trollfjord-Komagelv-forkastningen sammenlignes med mineraliseringene langs den Post-devonske hovedforkastning på Øst-Grønland. Der finnes en rekke gangforekomster; rene baryttmineraliseringer, Pb-Zn-mineraliseringer og Cu-mineraliseringer. Barytt forekommer i de fleste av disse mineraliseringene som et viktig gangmineral. Den Post-devonske hovedforkastning står da også fram som en klar geokjemisk anomali.

Hydrotermale løsninger kan føre til dannelse av økonomiske baryttforekomster, mens porevolumet vil begrense muligheten for større baryttkonsentrasjoner ved en syndiagentisk avsetning som beskrevet ovenfor.

#### Litteratur

- Siedlecka, A. 1985: Development of the Upper Proterozoic sedimentary basins of the Varanger Peninsula, East Finnmark, North Norway. Geol. Surv. Finland Bull. 331, 175-185.

# BARENTS<sup>58</sup> SEA REGION

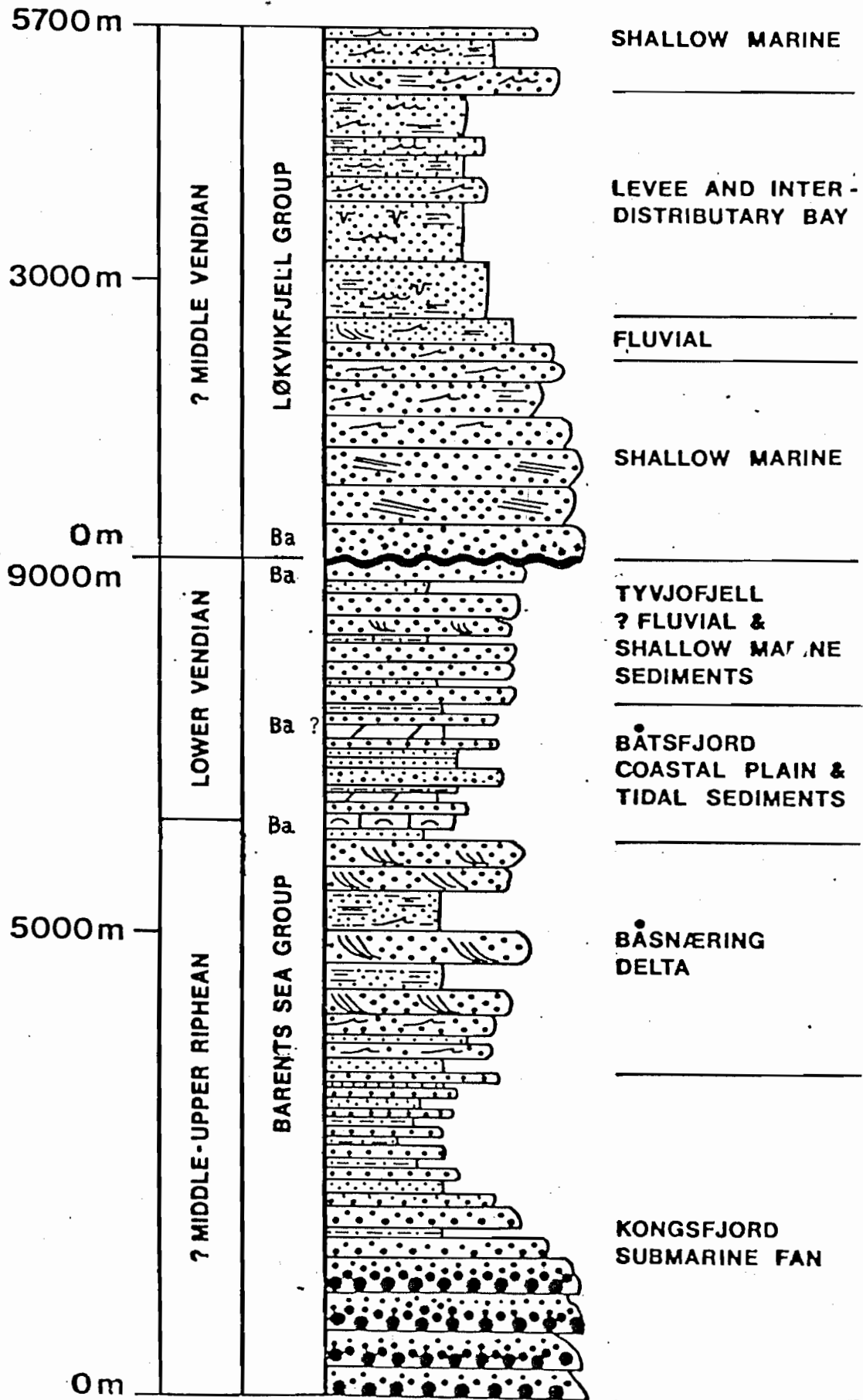


Fig. 1. Litostratigrafisk kolonne for Barentshav-regionen (Siedlecka 1985). Plasseringen av baryttfunn er vist.

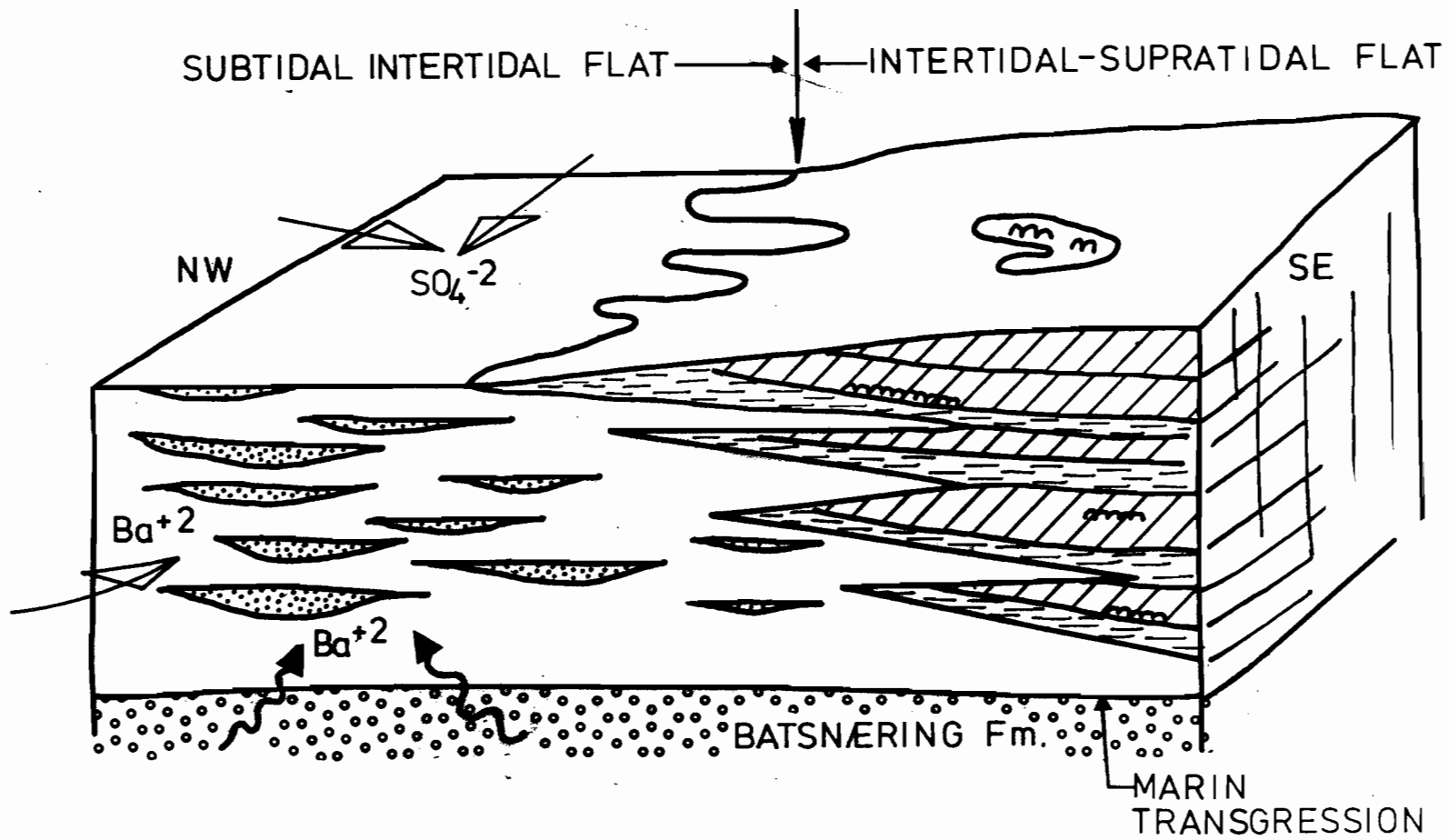


Fig. 2. Skjematisk modell for dannelsen av barytt i sandstein i Båtsfjordformasjonen.

## FAULT PATTERNS IN NORTHERN FINNMARK AND THE SOUTHERN BARENTS SEA

Stephen J. Lippard & David Roberts

Stephen J. Lippard, NOPEC Geoservices, Postboks 1931 Moholten, 7001 Trondheim.

David Roberts, Norges geologiske undersøkelse, Boks 3006, 7001 Trondheim.

Comparatively little is known about the general patterns and history of faulting in the Caledonides of Finnmark. Accounts have been given of fracture systems in separate areas (e.g. Roberts 1969, Johnson et al. 1978, Gabrielsen 1984, Worthing 1984), but no overall synthesis has been presented to date. In this contribution we describe the fault patterns of northern Finnmark and compare these trends with those occurring in the immediate offshore areas of the southern Barents Sea.

The principal faults, onshore and offshore, are shown in Fig. 1. For the land areas, the fractures indicated are compiled from the available geological maps published by NGU. It is of general interest to compare this map picture of faulting with that of Landsat lineaments produced by Gabrielsen & Ramberg (1978). Here we take the area from Varangerhalvøya to Sværholthavøya as an example (Fig. 2). The lineament map (Fig. 2b) shows a much closer grid of linear features, many of which are not actual faults, especially in southern areas. Although there are some significant differences between lineament interpretation and geological reality, there are several common elements including dominant trends at NE-SW, E-W and NW-SE.

The NE-SW fault trend is prominent in western areas within the Kalak Nappe Complex (Figs. 1 and 3). This trend is also seen on Sværholthavøya. Further east, on Nordkinnhalvøya, these faults show a swing towards

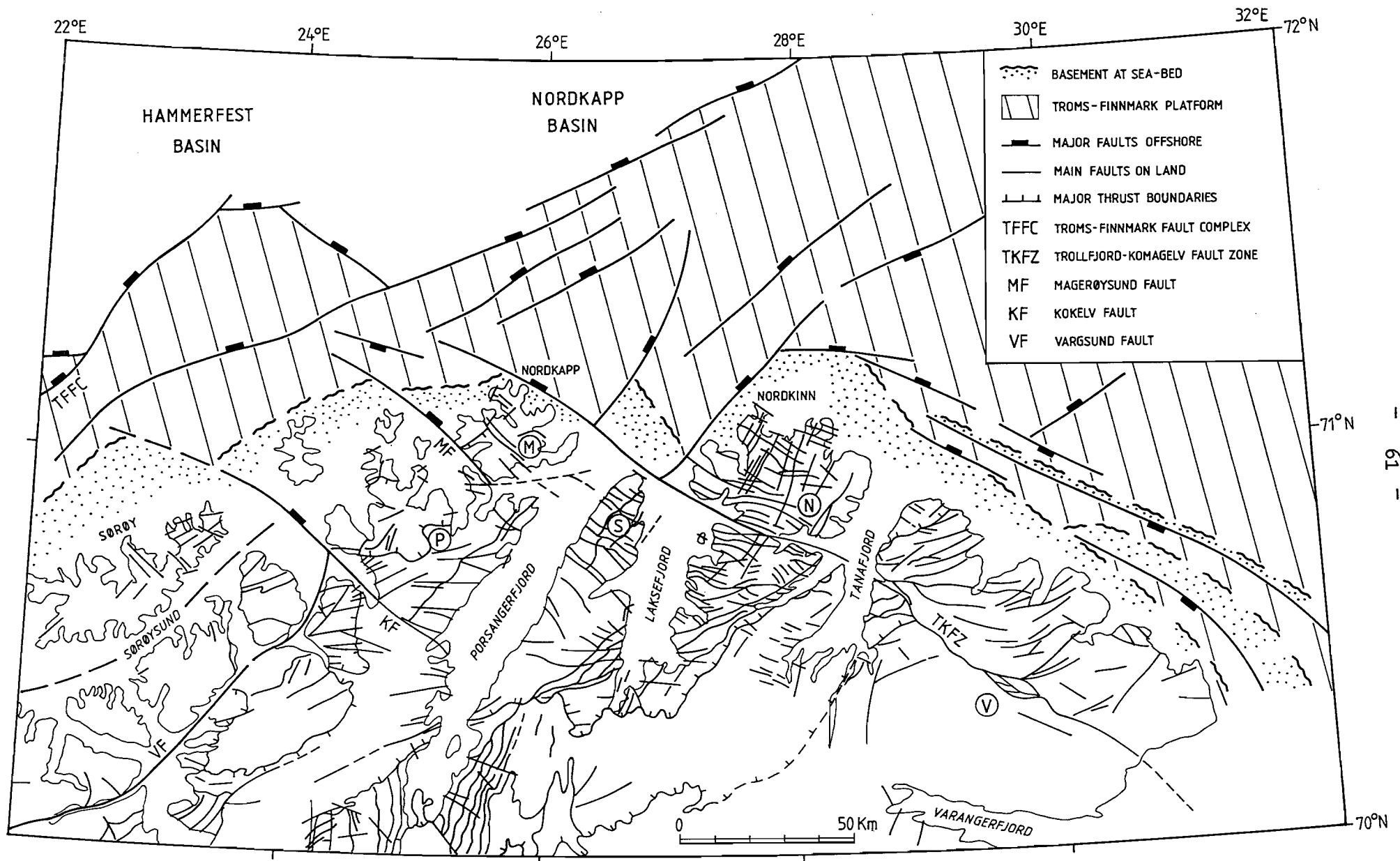


Fig.1. The principal faults on land and offshore, northern Finnmark and southernmost Barents Sea. The offshore faults have been determined or interpreted from seismic reflection data. Faults on land have been compiled from available geological maps, mainly 1:250,000 sheets published by NGU. M - Magerøya; N - Nordkinnhalvøya; P - Porsangerhalvøya; S - Sværholthalsvøya; V - Varangerhalvøya.

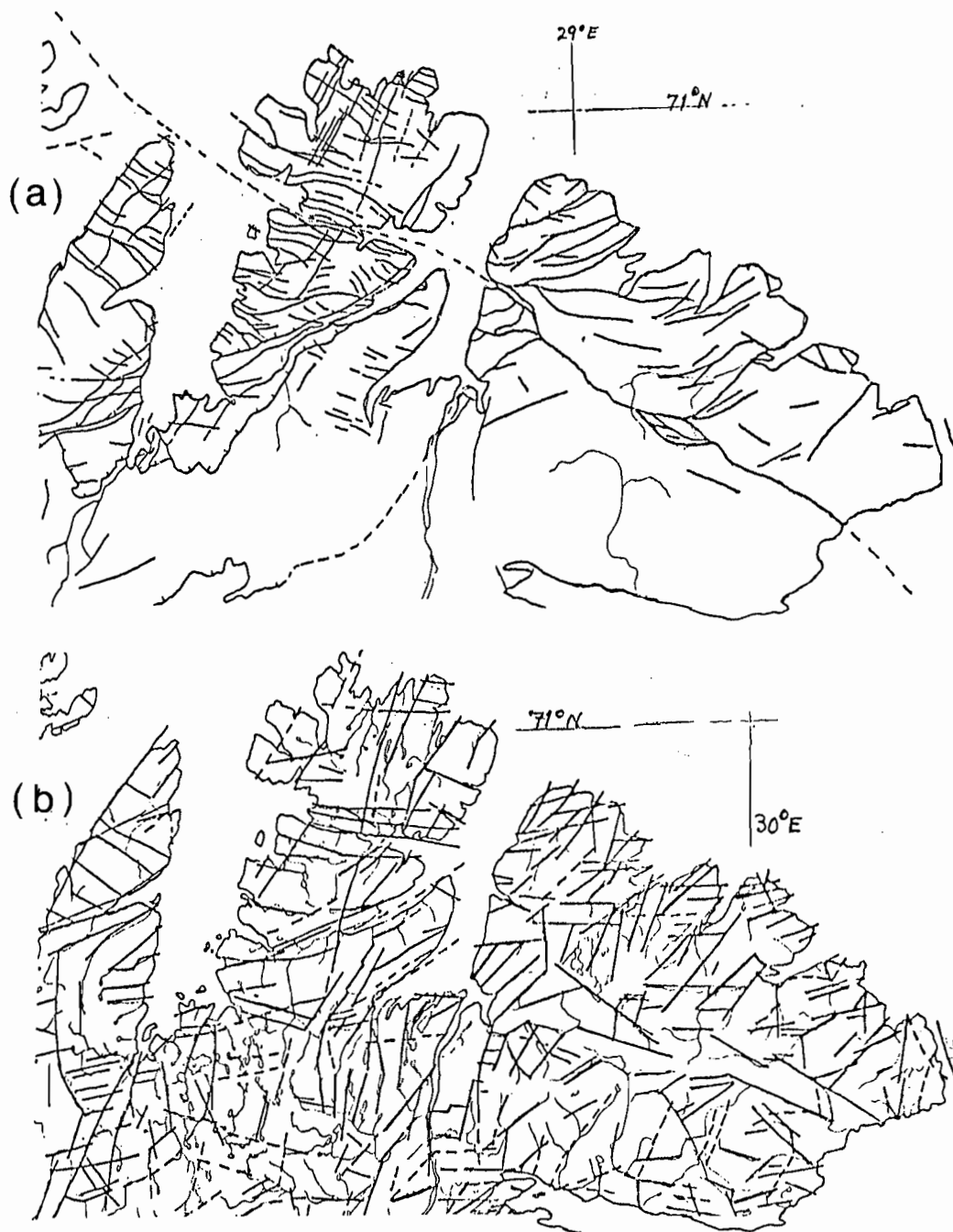


Fig.2. Part of northeastern Finnmark showing a comparison between the fault system determined by (a) geological mapping and outcrop investigation, and (b) the Landsat lineament map produced by Gabrielsen & Ramberg(1978).

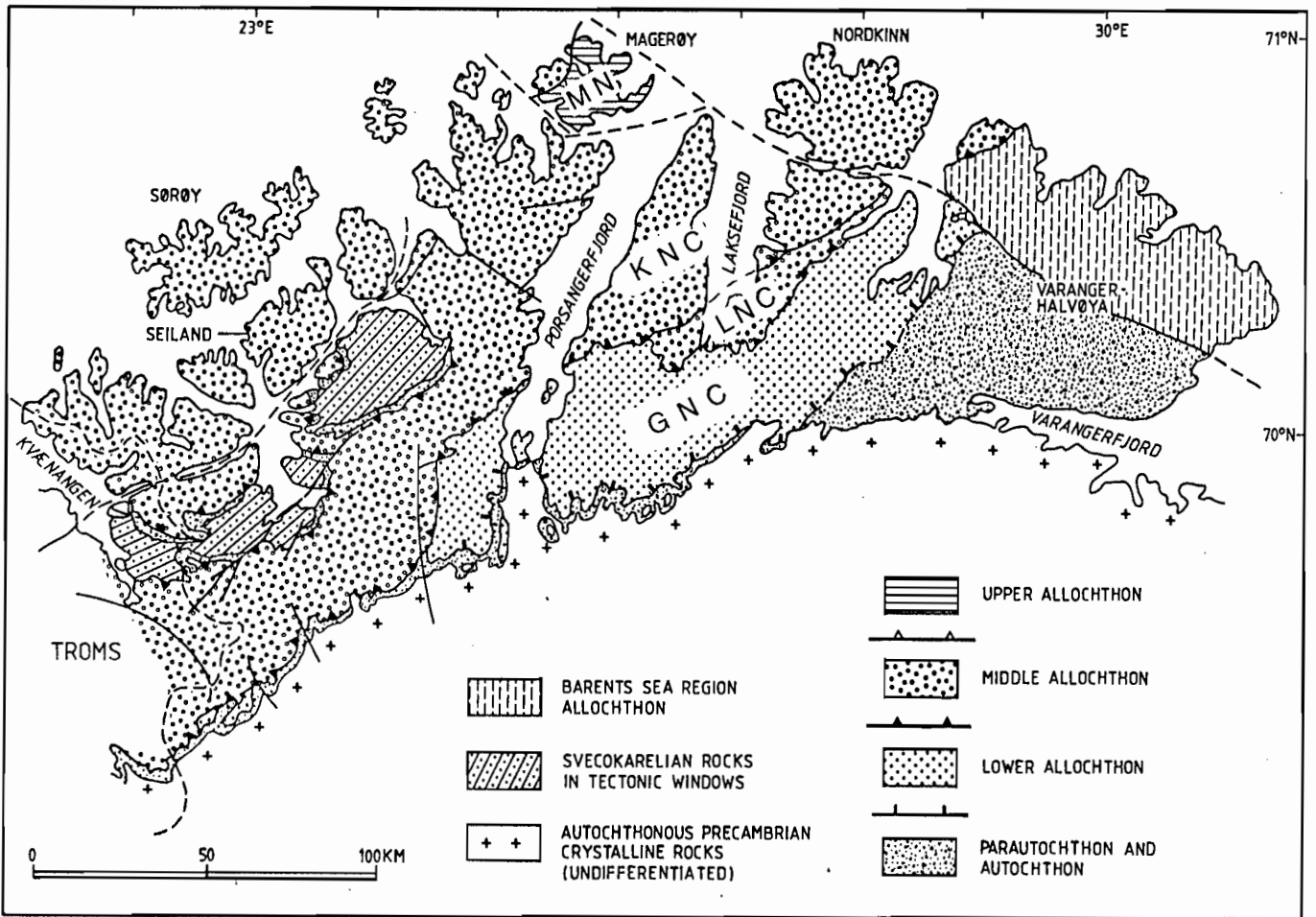


Fig.3. Main divisions of the tectonostratigraphy of the Caledonides of Finnmark. The divisions into Lower, Middle and Upper Allochthons are those adopted for the Scandinavian Caledonides as a whole (IGCP Project 27 'The Caledonide Orogen': see e.g. Roberts & Gee 1985). GNC - Gaissa Nappe Complex: LNC - Laksefjord Nappe Complex: KNC - Kalak Nappe Complex: MN - Magerøy Nappe. The three main nappe complexes can be subdivided into several nappes, thrust-sheets or duplex structures.



NNE-SSW; there they are parallel to the axial planes of major, upright to asymmetric folds. In the northern part of Varangerhalvøya the NE-SW fault trend is also an important element in the fracture system, although in that area the E-W set is predominant.

The E-W fault set is recognisable from Varangerhalvøya, across Nordkinnhalvøya and the mainland to the south of Nordkinn, and further west on to Porsangerhalvøya.

Faults with NW-SE trend are most common in the Kalak Nappe Complex on Nordkinnhalvøya, the district east of Laksefjord, and on Sværholthavøya; further west they are somewhat less prominent. However, this NW-SE trend is also well represented in the Magerøy Nappe on the island of Magerøy (Fig. 1) (Roberts & Andersen 1985). In the Kalak Nappe Complex the NW-SE faults generally cut and displace the NNE-SSW fold-related faults, with downthrows mainly to the northeast. E-W faults on Nordkinn peninsula also usually post-date the NNE-SSW fractures. Breccia- and gouge zones associated with some of the NNE-SSW faults indicate later reactivations. Breccias have also been recorded along several of the NW-SE and E-W faults.

Faults of N-S trend are comparatively uncommon in northern Finnmark. The principal area of N-S faulting is that of inner Porsangerfjord in the Gaissa Nappe Complex (Figs. 1 and 3). There, the faults are of listric contractional type and developed during thrust-sheet emplacement.

Taking the Caledonide part of Finnmark as a whole, there is a clear tendency for NW-SE and E-W fault sets to predominate in northeastern districts, whereas in the west and northwest the main fractures are in the NE-SW to E-W sector. All three of these main fault sets were probably formed initially during the emplacement stages of both the Finnmarkian (Late

Cambrian-Early Ordovician) and the Scandian (Late Silurian-earliest Devonian) nappes (Roberts 1985), although some of the more prominent faults, particularly those lower down in the allochthonous nappe pile, are probably reactivated Proterozoic fractures, i.e. old faults in the subjacent Precambrian basement which have been rejuvenated and thus affected their overburden of Caledonian thrust sheets. Later, post-Caledonian components of movement have almost certainly affected many faults, both in Mesozoic and Cenozoic time. On Finnmarksvidda south of the map-area of Fig. 1, the youngest faults cut moraine deposits and are of Late Pleistocene or Holocene age (O. Olesen 1984). These faults trend c. NE-SW and downstep to the northwest, and occur in an area which has experienced repeated seismic activity in historic times.

The principal faults on land in northern Finnmark that have the greatest influence on the geological map picture are the NW-SE-trending Trollfjord-Komagelv, Magerøysund and Kokelv Faults; and the NE-SW Vargsund Fault (Fig. 1). A major NE-SW fault may also be present along Sørøysund. The Trollfjord-Komagelv Fault (T.K.F.) is the largest of the NW-SE faults and has had a long and complex history of movement (Siedlecka & Siedlecki 1967, Roberts 1972, Kjøde et al. 1975, Johnsen et al. 1978). It was apparently a major dextral strike-slip fault in Vendian to Late Cambrian (640-520 Ma B.P.) time, when it probably acted as a transform fracture during the opening of the Iapetus Ocean (Kjøde et al. 1975). During and after the emplacement of the Caledonian nappes there were later strike-slip and dip-slip (both reverse and normal) movements, and the old fault surface is folded and transected near Trollfjord. As there are several fault strands and complex bifurcations, the T.K.F. is best referred to as a fault zone (Siedlecka 1975, Gabrielsen 1984). The T.K.F. zone appears to pass offshore just north of Nordkapp (Fig. 1) where a fault seen on seismic lines has a downthrow to the north.

The Magerøysund and Kokelv Faults also downthrow to the northeast, whereas the NE-SW-trending Vargsund Fault has a major downthrow to the northwest. Thus, there is a general displacement on the major faults down towards the NW and NE coasts. In the case of the Magerøysund Fault, a Devonian or younger age is indicated. On Magerøy, a parallel NW-SE-trending fault is coplanar with a fresh unaltered dolerite dyke which can be followed for 3.5 km along strike (Roberts & Andersen 1985); this dolerite is clearly post-Caledonian, and a Jurassic age has been suggested by these authors.

The Vargsund Fault (Worthing 1984) is an important NE-SW structure which can be followed southwestwards into Troms. Although Caledonian strike-slip movement has been suggested, the latest movements on the fault are dip-slip and post-Caledonian, probably Mesozoic (Roberts 1985).

The dominance of NE-SW and NW-SE trends of the major faults continues into the offshore Troms-Finmark Platform (Fig. 1). Seismic interpretation shows that the platform is underlain by Upper Palaeozoic and Mesozoic sediments, mainly Late Carboniferous, Permian and Early Triassic in age, with local fault-bounded basins containing Lower Carboniferous and Devonian rocks. A marked angular unconformity of probable Mid Carboniferous age is recognised and can be correlated with a known tectonic event on Bjørnøya and Svalbard. On the platform the thin cover of Upper Pliocene and Quaternary glacio-marine sediments rests with a marked erosional unconformity upon the underlying tilted Triassic and Upper Palaeozoic strata.

As already noted, the Trollfjord-Komagelv Fault Zone can be traced offshore just north of Nordkapp. Likewise, the Magerøysund and Kokelv faults can be traced to the northwest some 10-20 km offshore with displacements down to the northeast. Further offshore, on the edge of the platform, there are two major strands to the NE-SW trending Troms-Finmark Fault Complex

Gabrielsen 1984). These are connected by a prominent NW-SE trending fault that continues the line of the Trollfjord-Komagelv Fault Zone.

Further east, off Nordkapp and Nordkinn, there are NE-SW trending faults downthrowing to the northwest. These have moderately large throws of up to 1.0 sec. two-way-time (approximately 1500 m) and form the edges of deep basins, probably containing Devonian and Lower Carboniferous clastic sediments. East of Nordkinn, in the offshore zone along the Varanger Peninsula, the dominant faults trend NW-SE (as postulated from the magnetic anomaly pattern by Åm (1975)). The NW-SE faults downthrow both towards and away from the coast and form a series of elongate grabens and half-grabens apparently infilled with Permian and Lower Triassic sediments. From the absence of major down-to-basin faults, it is clear that the Upper Palaeozoic and Mesozoic sediments covered most of northern Finnmark prior to Tertiary uplift and erosion.

As to the age of the fault movements, it appears likely that faulting in northern Finnmark took place from Late Precambrian to Cenozoic times. The strong NE-SW trend reflects the grain of the Caledonian fold and thrust belt and probably originated in the Lower Palaeozoic. The NW-SE trend of the Trollfjord-Komagelv Fault Zone, as mentioned earlier, has an inheritance from Late Precambrian times. N-S trending basic dykes on the Varanger Peninsula are dated at about 360 Ma (Beckinsale et al. 1975), close to the Devonian-Carboniferous boundary, and may be related to the formation of the Devonian-Carboniferous rifted basins.

On the Troms-Finnmark Platform and on the other uplifted areas of the Barents Sea, such as Bjørnøya and Svalbard, there is evidence for block faulting, tilting and erosion during Mid Carboniferous time (Fig. 4). There then followed a period of general tectonic quiescence, with minor events in

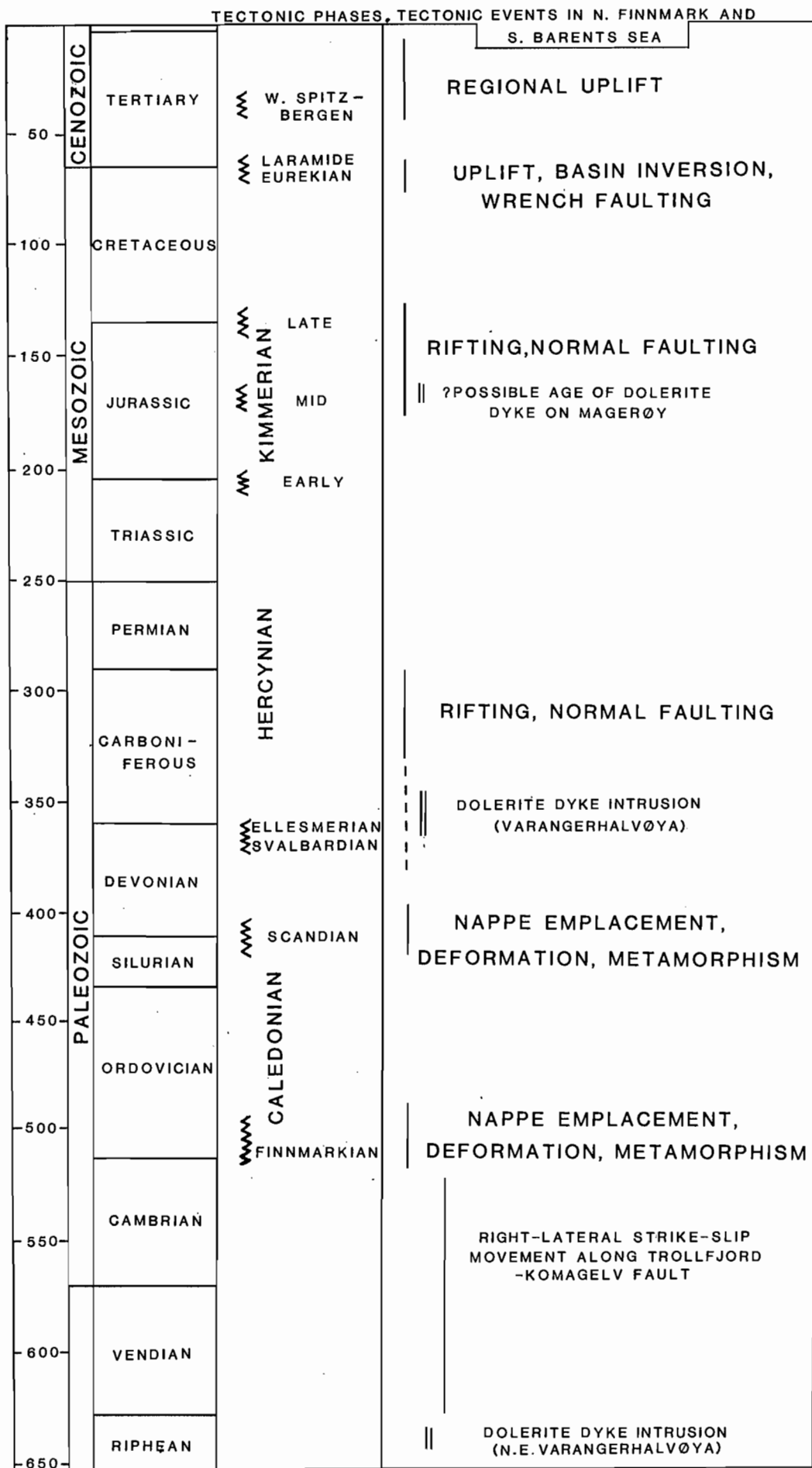


Fig.4. Timing of the major tectonic and geological events, including faulting, rifting and dyke intrusion, in the North Finnmark Caledonides and the southern part of the Barents Sea.

the Late Carboniferous and Early and Late Permian, until Kimmerian rifting and normal faulting took place in the Mid Jurassic to Early Cretaceous. Late Cretaceous to Early Tertiary tectonism was associated with complex wrench movements and inversion of the basins followed by regional uplift and erosion in the Mid to Late Tertiary (Fig. 4).

#### REFERENCES

- Beckinsale, R.D., Reading, H.G. & Rex, D.C. 1975: Potassium-argon ages for basic dykes from East Finnmark: stratigraphical and structural implications. Scott. J. geol. 12, 51-65.
- Gabrielsen, R.H. 1984: Long-lived fault zones and their influence on the tectonic development of the southwestern Barents Sea. J. Geol. Soc. 141, 651-662.
- Gabrielsen, R.H. & Ramberg, I.B. 1978: Linement map of Norway: tectonic analysis of satellite imageries (Landsat). Unpubl. 1:1 M map.
- Johnson, H.D., Levell, B.K. & Siedlecki, S. 1978: Late Precambrian sedimentary rocks in East Finnmark, north Norway, and their relationship to the Trollfjord-Komagelv fault. J. geol. Soc. Lond. 135, 517-534.
- Kjøde, J., Storetvedt, K.M., Roberts, D. & Gidskehaug, A. 1978: Palaeomagnetic evidence for large-scale dextral movement along the Trollfjord-Komagelv Fault, Finnmark, north Norway. Phys. Earth Planet. Int. 16, 132-144.
- Olesen, O. 1984: Sen-/post-glaciale forkastninger ved Masi, Finnmark. Unpubl. NGU-report 84.171, 27 pp.
- Roberts, D. 1969: Patterns of folding and fracturing in North-east Sørøy. Nor. geol. unders. 269, 89-95.

- Roberts, D. 1972: Tectonic deformation in the Barents Sea Region of Varanger Peninsula, Finnmark. Nor. geol. unders. 282, 39 pp.
- Roberts, D. 1985: The Caledonian fold belt in Finnmark: a synopsis. Nor. geol. unders. 403,
- Roberts, D. & Andersen, T.B. 1985: Nordkapp. Beskrivelse til det berggrunns-geologiske kartbladet M 1:250 000. Nor. geol. unders. Skr. 61, 40 pp.
- Roberts, D. & Gee, D.G. 1985: An introduction to the structure of the Scandinavian Caledonides. In Gee, D.G. & Sturt, B.A. (eds) The Caledonide Orogen - Scandinavia and related areas. John Wiley & Sons, Chichester, 55-68.
- Siedlecka, A. 1975: Late Precambrian stratigraphy and structure of the northeastern margin of the Fennoscandian Shield (East Finnmark-Timan Region). Nor. geol. unders. 316, 303-348.
- Siedlecka, A. & Siedlecki, S. 1967: Some new aspects of the geology of Varanger Peninsula (Northern Norway). Nor. geol. unders. 247, 288-306.
- Worthing, M.A. 1984: Fracture patterns on eastern Seiland, North Norway and their possible relationship to regional faulting. Nor. geol. unders. Bull. 396, m 35-41.
- Åm, K. 1975: Aeromagnetic basement complex mapping north of latitude 62°N, Norway. Nor. geol. unders. 316, 351-372.